

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE  
DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_THIOU\_FRONTIERE  
DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER EN GENIE CIVIL  
OPTION : ROUTES ET OUVRAGES D'ART**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

**DOSSOU-DOSSA Bernice Dorcas Mondoukpè**

**Travaux dirigés par :**

**Dr Ismaila GUEYE**

Jury d'évaluation du stage :

Président :

Membres et correcteurs :

Promotion [2014/2015]

## DEDICACE

*Je dédie ce mémoire, fruit de cinq années de formation, de persévérance à :*

- ❖ *Mes parents pour leur amour et leur soutien indéfectible.*
- ❖ *Mon frère et ma sœur pour leur patience et leur solidarité*
- ❖ *Feu BOKOSSA Jean, pour ses conseils, puisse-t-il reposer en paix.*

## Remerciements

Nous rendons grâce à DIEU le tout puissant, pour sa bénédiction et son assistance sans quoi ce travail n'arriverait pas à terme.

Nombreux sont ceux qui nous ont apporté leur contribution, leur expérience ou leur aide pendant toute la période de ce projet, nous tenons particulièrement à leur adresser nos remerciements. Ce sont :

- le corps enseignant du 2iE pour leur disponibilité et les différents enseignements qu'ils nous ont dispensés ;
- le Dr. Ismaila GUEYE, notre directeur de mémoire ;
- tous nos camarades de la promotion master 2 génie civil ;
- toute l'équipe de la Mission de Contrôle ACE/ETRICO ;
- M. Ousmane CISSE, notre maître de stage ;
- Toute ma famille pour leur soutien, leur patience à toute épreuve

Qu'il nous soit permis d'accomplir ici, le devoir de payer notre dette de reconnaissance envers tous ceux qui nous ont soutenus dans la quête permanente de l'excellence pendant les deux années académiques.

## RESUME

Dans le cadre de la stratégie de lutte contre la pauvreté, le Gouvernement Burkinabé a entrepris de moderniser son réseau routier par le bitumage des routes en terre, toute chose qui répond aux besoins d'aménagement du territoire et du développement socio-économique du pays. Le projet de construction et de bitumage de la route Ouahigouya\_ Thiou\_ frontière du Mali du Pk 5+000 au Pk 10+000 s'inscrit dans ce cadre.

La route en projet située au nord-ouest du Burkina-Faso fait partie du dernier maillon de la route communautaire CU13 sur le territoire burkinabé. Sa mise en œuvre dans les conditions optimales assure sa longévité et son fonctionnement dans les conditions optimales de sécurité et de confort pour les usagers. Afin de faire une étude adaptée aux conditions réelles d'exécution des travaux et de quantifier les dépenses relatives à l'exécution de cette route pour l'entreprise une étude technique d'exécution a été faite. Le présent rapport synthétise cette étude.

A cet effet, il a été d'abord effectué la présentation et un état des lieux de la zone d'étude. Les études géométriques ont été menées, à ce niveau, les différents profils ont été faits par le logiciel *Covadis* à partir des données topographiques. Les épaisseurs des couches de chaussée ont été déterminées selon les règles du manuel : « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ». Suite à l'analyse du comportement des chaussées revêtues et du trafic, nous avons pu définir les profils en travers types de notre chaussée. Cette route comporte neuf dalots de sections uniformes. Une étude d'impact environnementale liée aux différentes phases du projet a été abordée. Les mesures d'atténuation selon la nature de l'impact identifié sont proposées. Le coût global de notre projet s'élève à **964 169 524 FCFA**

Pour une optimisation dans la réalisation et afin de respecter les coûts, l'entreprise doit veiller à la bonne gestion de ces ressources et établir une planification de ces travaux. De plus, un mauvais système de suivi, des imprévus d'exécution et la non qualification suffisante des ouvriers pourraient entraîner des pertes non négligeables.

Mots clés : chaussées revêtues ; trafic ; profils.

## ABSTRACT

As part of the strategy against poverty, the Government of Burkina Faso is modernizing its road network by paving dirt roads, everything that meets the development needs of the territory and socio-economic development of the country. The project of construction and road asphaltting of Ouahigouya\_ Thiou\_ borderland of the Mali Pk 5 + 000 to Pk 10 + 000 fits into this framework.

The project started in north-western Burkina Faso is part of the last link of Community road CU13 on the territory of Burkina Faso. Its implementation in optimum conditions ensures longevity and operating in optimal conditions of safety and comfort for users. To make a study adapted to the actual conditions of works and quantify the expenditure for the implementation of this road for the company executing technical study was done. This report summarizes the study.

For this purpose, it was first performed presentation and an overview of the study area. Geometric studies were conducted at this level, different profiles were made by the Covadis software from topographic data. The thickness of pavement layers were determined according to the rules of the manual: "Pavement design handbook for tropical countries." Following the analysis of the behavior of coated roads and traffic, we could define the typical cross sections of our floor. This route includes new culverts uniform sections. An environmental impact study related to the different phases of the project was discussed. Mitigation measures according to the nature of the identified impacts are proposed. The overall cost of this project amounts to FCFA 964,169,524

To optimize the production and to meet the costs, the company must ensure the proper management of these resources and establish a planning of the work. Moreover, poor monitoring system, implementing unexpected and insufficient qualification of trained workers could significant losses.

Keywords: paved roads; traffic; profiles.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**MdC** : Mission de Contrôle

**2iE** : Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

**ARP** : Aménagement des Routes Principales

**APD** : Avant-Projet Détaillé

**CBR** : California Bearing Ratio

**ICTARN** : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagements des Routes Nationales

**LCPC** : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

**FCFA** : Franc CFA

**LNBT** : Laboratoire Nationale de Bâtiments et des travaux public

**PK** : Point kilométrique

**PL** : Poids Lourd (véhicule de plus de 3,5 tonnes de PTAC)

**TJMA** : Trafic Moyen Journalier Annuel

**PGES** : Plan de Gestion Environnementale et Sociale

**BF** : Burkina Faso

**ACE** : Associated Consulting Engineers

**APS** : Avant-Projet Sommaire

**VL** : Véhicules Légers

**PT** : Profil en Travers Type

**DAO** : Dossier d'Appels d'Offres

**ELU** : Etats Limites Ultimes

**ELS** : Etats Limites de Services

**HA** : Haute Adhérence

**HT** : Hors Taxes

**TTC** : Toutes Taxes Comprises

**SETRA** : Service d'Etudes des Routes et de leurs Aménagements, et autrefois Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

**OH** : Ouvrages Hydrauliques

**DGER** : Direction Générale de l'Entretien Routier

**CCTP** : Cahier des Clauses Techniques et Particulières

## TABLE DES MATIERES

<b>DEDICACE</b> .....	i
<b>Remerciements</b> .....	ii
<b>RESUME</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS</b> .....	v
<b>TABLE DES MATIERES</b> .....	1
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	4
<b>INTRODUCTION</b> .....	5
<b>CHAPITRE I. PRESENTATION DU PROJET</b> .....	7
I.1. Contexte et justification du projet .....	7
I.2. Situation du projet .....	7
I.3. Objectifs du projet .....	7
<b>CHAPITRE II. ETUDE GEOTECHNIQUE DE LA ROUTE</b> .....	9
II.1. Définition et objet.....	9
II.2. Résultats de l'étude .....	9
II.2.1. Sol support de la chaussée.....	9
II.2.2. Emprunts de graveleux latéritique pour le corps de chaussée.....	10
II.2.3. Carrières de roches et de sable .....	11
<b>CHAPITRE III. ETUDE GEOMETRIQUE ET TECHNIQUE DE LA ROUTE</b>	12
III.1. Paramètres cinématiques.....	12
III.2. Etude du tracé en plan.....	12
III.2.1. Les contraintes géométriques du tracé en plan.....	13
III.2.2. Recommandations suivies pour le tracé en plan.....	14
III.3. Etude du profil en long .....	14
III.4. Etude du profil en travers.....	15
<b>CHAPITRE IV. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE</b> .....	17
IV.1. Choix des méthodes de dimensionnement.....	17
IV.2. Les données d'entrée.....	17
IV.2.1. La durée de vie de la chaussée.....	17
IV.2.2. La classe de trafic .....	18

IV.2.3.	Classe de portance du sol de plateforme .....	21
IV.3.	Pré-dimensionnement .....	21
IV.4.	Vérification par la méthode rationnelle Alizé.....	22
IV.4.1.	Hypothèses de travail.....	22
IV.4.2.	Calcul des contraintes et déformations admissibles sur le sol support.....	23
IV.4.3.	Vérification .....	23
<b>CHAPITRE V.</b>	<b>Etude hydrologique et hydraulique.....</b>	<b>25</b>
V.1.	Etude hydrologique .....	25
V.1.1.	Délimitation des bassins versants.....	25
V.1.2.	Détermination des débits d'écoulement des bassins versants .....	25
V.2.	Etude hydraulique .....	26
V.2.1.	Choix des ouvrages de franchissement et d'assainissement .....	26
V.2.2.	Dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement.....	26
<b>CHAPITRE VI.</b>	<b>DIMENSIONNEMENT BETON ARME DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT.....</b>	<b>28</b>
VI.1.	Hypothèses de calcul.....	28
VI.1.1.	Caractéristiques des matériaux .....	28
VI.1.2.	Surcharges routières .....	29
VI.2.	Caractéristiques du dalot.....	29
<b>CHAPITRE VII.</b>	<b>SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE .....</b>	<b>30</b>
VII.1.	Signalisations routières .....	30
VII.1.1.	Signalisation horizontale .....	30
VII.1.2.	Signalisation verticale.....	31
VII.2.	Sécurité routière .....	32
VII.2.1.	Facteurs contribuant aux accidents.....	33
VII.2.2.	Mesures préventives .....	33
<b>CHAPITRE VIII.</b>	<b>ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL</b>	<b>35</b>
VIII.1.	Les études d'impact .....	35
VIII.1.1.	Contexte et justification du projet .....	35
VIII.1.2.	Cadre Législatif et institutionnel .....	35
VIII.1.3.	Inventaires des activités du projet .....	39
VIII.1.4.	Etat actuel du projet.....	39
VIII.1.5.	Identification des impacts .....	40

VIII.1.6. Evaluation de l'importance absolue des impacts.....	40
VIII.2. Mesures d'atténuation.....	42
VIII.3. Plan de gestion environnemental et social.....	42
<b>CHAPITRE IX. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....</b>	<b>44</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>46</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>48</b>
Annexe 1. Situation géographique du projet .....	48
Annexe 2. Dimensionnement chaussée avec ALIZE .....	51
Annexe 2.1. Définition de la charge de référence .....	51
Annexe 2.2. Résultats de la variante choisie.....	51
Annexe 2.3. Valeurs admissibles .....	52
Annexe 3. Axe en plan du projet .....	53
Annexe 4. Profil en long du projet .....	54
Annexe 5. Quelques profils en travers du projet .....	55
Annexe 6. Etude hydrologique et hydraulique .....	56
Annexe 6.1. Coefficients de Montana pour la station .....	56
Annexe 6.2. Carte de délimitation des bassins versants.....	56
Annexe 6.3. Caractéristiques physiques des bassins versants.....	58
Annexe 6.4. Calcul des débits d'écoulement des eaux.....	58
Annexe 6.5. Dimensionnement hydraulique des dalots .....	72
Annexe 7. Vérification du dalot par Cype.....	82
Annexe 8. Plans d'exécution du dalot .....	83
Annexe 9. Etude d'impact environnemental et social .....	84
Annexe 9.1. Matrice d'identification des impacts.....	85
Annexe 9.2. Mesures d'atténuation.....	87
Annexe 9.3. Plan de gestion environnementale et sociale .....	90
Annexe 10. Devis estimatif et quantitatif.....	93

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Les paramètres cinématiques du tracé de la route .....	12
Tableau 2: Contraintes géométriques du tracé en plan.....	13
Tableau 3: Contraintes géométriques du profil en long .....	14
Tableau 4: Proportions de VL et de PL.....	18
Tableau 5: Classe de trafic et valeurs de MJA (SETRA-LCPC, 1994) .....	20
Tableau 6: Coefficient d'agressivité CAM (SETRA-LCPC, 1994).....	21
Tableau 7: Classe de trafic selon le trafic cumulé équivalent .....	21
Tableau 8: Variante choisie (Pré-dimensionnement CEBTP).....	22
Tableau 9: Vérification des déformations et contraintes.....	23
Tableau 10: Débits des différents bassins versants .....	26
Tableau 11: Récapitulatif des dalots .....	27
Tableau 12: Les marquages longitudinaux.....	30
Tableau 13: Signalisation verticale .....	31
Tableau 14 : Qualification des critères d'évaluation.....	41
Tableau 15: Grille d'évaluation.....	41
Tableau 16: Récapitulatif du devis quantitatif et estimatif .....	44

## **INTRODUCTION**

Avec l'évolution du monde, le transport des biens et des personnes devient de plus en plus une nécessité. La sécurité et le confort dans les déplacements sont devenus à leur tour une nécessité. La route au sens littéral est une voie terrestre aménagée pour permettre la circulation aisée des personnes et des biens qui de nos jours se fait essentiellement grâce aux véhicules. La route tient une place particulière parmi les infrastructures de transport urbain car, elle est non seulement le principal élément de structuration de la ville, mais aussi et surtout un élément essentiel de l'organisation de l'occupation de l'espace urbain en tant que facteur limitant pour l'implantation des activités urbaines.

Le Projet intitulé « **TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_THIOU\_FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000** » a été initié par le gouvernement burkinabé en vue de moderniser cette route en la bitumant. Ce projet s'inscrit Dans le cadre de la politique du Gouvernement du Burkina Faso en matière de désenclavement des villes et de la facilitation de déplacement des usagers par la mise en place d'infrastructures routières, et du renforcement du réseau routier. La praticabilité d'une telle route doit être assurée en toutes saisons, notamment par la mise en place d'ouvrages de franchissement adéquats sur les cours d'eau et la réalisation d'un assainissement en vue de préserver le remblai et le corps de chaussée qui sera mis en place. Cette action qu'engage le Gouvernement du Burkina Faso s'inscrit dans le cadre plus général de sa « Stratégie de Développement des Transports et du Tourisme » adoptée en accord avec la Communauté des Bailleurs de Fonds et qui se matérialise à travers un programme d'actions comportant aussi bien des mesures institutionnelles que des investissements.

A cet égard, les objectifs stratégiques pour la prochaine décennie, devraient permettre, entre autres, de faire du réseau routier un puissant facteur d'appui au développement économique et social du pays. « Ils devraient permettre d'améliorer l'accessibilité des zones enclavées ». Les chefs-lieux de départements récemment mis en place dans le cadre de la décentralisation pour faire bénéficier les populations desservies du fruit de la croissance et réduire la pauvreté afin d'atteindre les objectifs de sécurité sanitaire et de sécurité alimentaire de la Politique de Développement durable.

Du fait de son importance, il est nécessaire que la route soit convenablement conçue et réalisée afin d'écouler un débit satisfaisant de véhicules à une vitesse convenable, en tout temps (aux heures creuses et de pointe de la circulation) dans les conditions optimales de sécurité et

de confort aussi bien pour les usagers que pour les riverains. Ainsi l'objectif principal de notre projet est de faire une étude technique détaillé de notre tronçon de route. La bonne mise en œuvre de la route et le respect des normes d'usages dépendent non seulement de la conception efficace de celle-ci par le bureau d'études mais surtout de la capacité de production de l'entreprise et de sa rentabilité.

## CHAPITRE I. PRESENTATION DU PROJET

### I.1. Contexte et justification du projet

Dans le cadre de la stratégie de lutte contre la pauvreté, le Gouvernement Burkinabé a entrepris de moderniser son réseau routier par le bitumage des routes en terre, toute chose qui répond aux besoins d'aménagement du territoire et du développement socio-économique du pays. C'est dans cette optique que s'inscrivent les travaux de construction et de bitumage de la route Ouahigouya – Thiou - Frontière du Mali.

En effet cette route aménagée en route en terre moderne a subi de grandes dégradations. De ce fait, les études technico-économiques et environnementales détaillées réalisées par le groupement ETRICO/ACE ont débouché sur la conclusion majeure qu'il est rentable de bitumer ladite route dans les conditions techniques et environnementales identifiées avant sa réalisation.

### I.2. Situation du projet

La route Ouahigouya – Thiou - Frontière du Mali est une route en terre moderne dont le corps de chaussée est constitué par des couches de remblai et d'une couche de roulement en graveleux latéritique. Elle a une longueur d'environ 63 Km. Elle débute dans l'agglomération de Ouahigouya (au croisement de la RN°23 et de la RN°2 devant l'Agence de la BICIA-B et de l'église catholique de Ouahigouya) et prend fin à la frontière entre le Burkina-Faso et le Mali.

Le tronçon de route qui fait l'objet de notre étude se situe au nord-ouest du Burkina-Faso et est constitué par la section allant du PK 5 + 000 au PK 10 + 000.

### I.3. Objectifs du projet

Ce projet de route se fixe entre autre les objectifs suivants :

- Rattraper le retard d'entretien périodique qui rend inefficace et onéreux l'entretien courant ;
- Dynamiser l'économie locale essentiellement structurée autour des cultures céréalières et maraîchères (mil, maïs, sorgho, riz ...) et des cultures de rente (coton, arachides, sésame) ;
- Renforcer les actions déjà menées dans le cadre de la lutte contre la pauvreté ;

- Développer les échanges commerciaux et renforcer l'intégration économique entre le Burkina-Faso et le Mali ;
- Maintenir le réseau dans un bon état pour diminuer les coûts d'exploitation des véhicules et accroître la sécurité des usagers ;
- Désenclaver les régions qui ont des potentialités importantes en matière de productions agropastorales, des richesses touristiques ou minières, contribuant ainsi à la lutte contre la pauvreté.

## CHAPITRE II. ETUDE GEOTECHNIQUE DE LA ROUTE

Les essais géotechniques ont été réalisés par le LNBTP. Les données sur les sondages des sols et des matériaux comme le gravier et le sable pour le béton sont disponibles en annexe. Les prescriptions sur les portances des sols et les indices de plasticité pour chaque couche et autres recommandations sont consignées dans le CCTP dont nous avons pu disposer auprès de la MdC.

### II.1. Définition et objet

Les études géotechniques ont été menées pour appréhender, d'une part les caractéristiques intrinsèques de la route existante par l'étude de la plateforme et d'autre part pour procéder à la prospection des gîtes de matériaux utilisables dans la réalisation du corps de chaussée. Ainsi ces études ont pour objet :

- La reconnaissance des sols supports de la chaussée comprenant :
  - L'exécution de puits manuels et la mesure des différentes couches de la chaussée effectués jusqu'au terrain naturel ou au remblai.
  - Des prélèvements d'échantillons représentatifs suivis de l'exécution d'essais de laboratoire en vue de déterminer les caractéristiques géotechniques des matériaux.
- Prospection de matériaux aptes à constituer le corps de chaussée et recherche de granulats pour le revêtement, le béton et pour la litho stabilisation.

### II.2. Résultats de l'étude

#### II.2.1. Sol support de la chaussée

Sur le tronçon faisant l'objet de notre étude, quatre puits (aux PK 5 ; 6 ; 8 et 10) ont été effectués. Divers essais géotechniques ont été menés sur ces échantillons dont : les essais d'identification (analyse granulométrique, limites d'Atterberg) ; les essais de compactage (Proctor Modifié) et de portance (CBR après 96h d'immersion et à 95% de l'OPM). Ces deux derniers ont été effectués sur un seul prélèvement (PK 8+00) représentatifs des zones jugées homogènes après identification visuelle.

Il ressort de ces essais que le sol support de la chaussée est essentiellement constitué de graveleux latéritiques argileux de portance S5 (CBR à 95% > 30).

## II.2.2. Emprunts de graveleux latéritique pour le corps de chaussée

### ➤ *Matériaux pour les remblais*

Ces matériaux proviennent des emprunts fournissant des sols graveleux répondant aux spécifications requises pour ce type de travaux. Ils doivent être exempts de tous éléments végétaux, d'humus, de matières organiques et de grosses pierres (maximum 10 cm) avec un CBR après 96 h d'imbibition supérieur à 15 à 95% de l'OPM.

<b>Conditions relatives à la portance de l'emprunt pour le corps de chaussée</b>	
<b>Remblais</b>	CBR après 96 h d'imbibition à 95% de l'OPM > 15
<b>Couche de fondation</b>	CBR après 96 h d'imbibition à 95% de l'OPM > 30
<b>Couche de base</b>	CBR après 96 h d'imbibition à 95% de l'OPM > 80

### ➤ *Matériaux pour couche de fondation (chaussée et accotements)*

Ces matériaux sont des graves latéritiques provenant des gîtes d'emprunt qui satisfassent aux spécifications suivantes :

<i>Pourcentage de fines (passant au tamis 0,08 mm)</i>	< 30
<i>CBR à 95% OPM à 96 h d'imbibition</i>	> 30
<i>Limite de liquidité</i>	< 40
<i>Indice de plasticité</i>	< 20

### ➤ *Matériaux pour couche de base*

Ces matériaux sont des graves latéritiques provenant des gîtes d'emprunt qui satisfassent aux spécifications suivantes :

<i>Dimension maximale des granulats</i>	31,5 mm
<i>Pourcentage de fines (passant au tamis 0,08 mm)</i>	< 20
<i>CBR à 95% OPM à 96 h d'imbibition</i>	> 80
<i>Limite de liquidité</i>	< 40
<i>Indice de plasticité</i>	< 15

Dans le cas où les carrières trouvées ne pondront pas à ces exigences, on peut procéder à la litho stabilisation c'est-à-dire un ajout aux matériaux naturels une certaine proportion d'un autre matériau à très bon squelette. C'est ainsi que des graves latéritiques ayant les caractéristiques suivantes peuvent être très nettement améliorés si on leur ajoute environ 30% en poids d'un concassé 5/31,5 de carrière :

<i>Passant à 40 mm</i>	: 100%
<i>Passant à 2 mm</i>	: 20 à 50%
<i>Passant à 80µm</i>	: 10 à 25%
<i>CBR à 95% OPM</i>	: ≥ 40 et ≤ 60
<i>IP</i>	≤ 20

Le mélange doit avoir un CBR à 95% OPM supérieur à 80.

### II.2.3. Carrières de roches et de sable

#### ➤ *Carrière de roches*

Les matériaux granulaires repérés seront utilisés d'une part pour le béton, pour le revêtement et d'autre part pour la litho stabilisation. En fonction de son utilisation, les matériaux doivent respecter les caractéristiques suivantes :

<i>Revêtement</i>	$LA < 30$
<i>Béton</i>	$LA < 35$
<i>Lithostabilisation</i>	$LA < 35$

#### ➤ *Carrière de sable*

Ces carrières sont destinées à la mise en œuvre des bétons hydrauliques. Les caractéristiques recommandées pour un sable destiné au mortier et béton hydraulique C200 et C250 sont les suivantes :

<i>Equivalent de sable</i>	$> 80$
<i>% de passant au tamis 80<math>\mu</math>m</i>	$< 5\%$
<i>% en poids de retenu sur le tamis 5 mm</i>	$< 10\%$
<i>Module de finesse compris entre</i>	<i>2,2 et 2,8</i>

## CHAPITRE III. ETUDE GEOMETRIQUE ET TECHNIQUE DE LA ROUTE

Les caractéristiques géométriques du tracé en plan et du profil en long de la route principale ont été adoptées en fonction de la vitesse de référence donnée. Les caractéristiques géométriques sont reportées sur les plans. Pour notre projet, la vitesse de référence est : 100 Km/h. Elle correspond donc à une route de première catégorie.

### III.1. Paramètres cinématiques

Les paramètres cinématiques sont donnés en fonction de la vitesse de référence. Le tableau ci-dessous regroupe tous ces éléments, il est tiré des normes ICTARN (Instruction sur les conditions techniques d'Aménagement des Routes Nationales du Ministère de l'Équipement et du Logement – Direction des routes et de la circulation routière – France) pour définir les contraintes géométriques.

Tableau 1: Les paramètres cinématiques du tracé de la route

Vitesse de référence		V (km/h)	100
Catégorie de la route		1 <sup>ère</sup> catégorie	
Longueur de freinage		$d_0$ (m)	105
Distance d'arrêt en alignement		$d_1$ (m)	160
Distance d'arrêt en courbe		$d_2$ (m)	180
Distance de visibilité de dépassement	Minimale	$d_M$ (m)	400
	Normale	$d_N$ (m)	625
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement		$d_{md}$ (m)	300

### III.2. Etude du tracé en plan

Le tracé en plan est une représentation sur un plan horizontal de notre route. Il est composé d'une succession de segments de droites (Alignement droit) raccordés par des courbes. Ces dernières sont soit des clothoïdes (courbes à courbures progressives), soit des cercles.

Le tracé adopté a été soumis à plusieurs contraintes dont le principal est celui imposé par la route en terre préexistante. A cette contrainte, s'ajoutent les contraintes géométriques.

### III.2.1. Les contraintes géométriques du tracé en plan

En fonction de la catégorie de la route, les valeurs des devers et des rayons sont liés par la relation suivante (« cours de routes v2007 » H.BRUNEL, Universités d'Orléans)

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

- Rayon minimal absolu

C'est le rayon en dessous duquel l'on ne devrait pas descendre. Il correspond à la plus faible valeur à admettre pour un tracé avec le dévers maximal qui est de  $\delta=7\%$ .

- Rayon minimal normal

C'est le rayon en dessous duquel l'on ne devrait pas descendre dans le cas normal sauf cas particulier. Il assure un confort et une sécurité plus grande et correspond à la vitesse  $V_r + 20\text{Km/h}$ .

- Rayon au devers minimal

C'est le rayon qui permet de déverser la chaussée à une valeur minimale de 2% (chaussée rigide) ou de 2.5% (chaussée souple). Ce rayon correspond au dévers minimal que doit présenter toute chaussée. Le devers normal est de  $\delta=2.5\%$

- Rayon non déversé

C'est le rayon à partir duquel même en courbe, la chaussée garde son profil en travers comme dans un alignement droit. Il est fixé à 1300m pour notre tronçon. Au-delà de 1300m, la courbe tend à devenir un alignement droit et le profil de la chaussée est en toit : devers gauche=-2.5% et devers droit=-2.5%.

*Tableau 2: Contraintes géométriques du tracé en plan*

Désignation	Dévers associé	Vitesse de référence
		100 km/h
<b>Vue en plan</b>		
<b>Rayon minimal absolu</b>	7%	425
<b>Rayon minimal normal</b>	4%	665
<b>Rayon au devers minimal</b>	2,5%	900
<b>Rayon non déversé</b>		1300

Les dévers seront d'application sur toute la longueur du développement des courbes. Le module maximal de variation du dévers est de 2% par seconde de trajet du véhicule.

### III.2.2. Recommandations suivies pour le tracé en plan

Pour le tracé de notre projet, nous avons suivi les recommandations suivantes :

- Des rayons très supérieurs, au rayon minimal pour la catégorie retenue (avec des développements circulaires d'au moins 200 mètres de longueur) ;
- Des ouvrages de grandes longueurs, en dehors des sections circulaires et des zones de raccordement progressif ;
- Pour des raisons économiques et de sécurité, nous choisissons un axe de projet qui passe loin des zones de dépressions ;
- La longueur d'un alignement droit est deux (02) Km maximum pour les raisons suivantes :
  - Eblouissement par les phares des autres automobilistes venant dans le sens opposé ;
  - Monotonie dans la conduite qui peut créer la somnolence ;
- En moyenne 60% d'alignement droit contre 40% de courbes quitte à remplacer les très longs alignements droits par des courbes de grands rayons ( $R > RH'$ ) ;
- 50m minimum entre deux courbes de sens contraire ;
- 3 secondes pour passer d'une courbe à une autre.

### III.3. Etude du profil en long

Il s'agit de la représentation dans le plan vertical du terrain naturel et de l'axe de la route en suivant le cheminement du tracé en plan. Il est constitué de succession de rampes (montées) et de pentes (descentes) raccordées par des éléments circulaires ou paraboliques.

*Tableau 3: Contraintes géométriques du profil en long*

Profil en long	
Déclivité maximale	5%
Rayon saillant minimal absolu	10000
Rayon saillant minimal normal	17000
Rayon rentrant minimal absolu	3000

Rayon rentrant minimal	4200
normal	

#### *Conditions respectées pour le profil en long*

- Tous les éléments du tracé en plan et du profil en long doivent se concorder pour offrir une bonne visibilité et une garantie d'une bonne lisibilité de l'itinéraire aux usagers.
- La hauteur des remblais est réduite au minimum du fait des contraintes financières et de facilité et rapidité de mise en œuvre.
- Nous avons adopté des déclivités suffisantes dans les zones de faible pente transversale, afin d'assurer un bon écoulement des eaux de ruissellement.
- Le choix et l'emplacement des ouvrages sont influencés par la présence de ligne d'écoulement d'eaux naturelles dans le terrain naturel.
- La ligne rouge du profil en long a été calée en tenant compte des hauteurs des ouvrages hydrauliques et de l'épaisseur totale du corps de chaussée.

#### *Remarque :*

Il est à noter certaines irrégularités au niveau du profil du terrain naturel. Notamment, la présence de pentes raides à certains points et de dénivelées vraiment grandes. Cela pourrait être dû à des erreurs de levés topographiques.

### III.4. Etude du profil en travers

Il s'agit d'une coupe de la route perpendiculairement à son axe. Notre route se situe en rase campagne et dispose de bordures de type T2 dans les zones d'ouvrages et d'importants remblais. Ces dernières sont placées après l'accotement et permettent de diriger les eaux vers les descentes d'eau espacées de 20 m.

Notre route étant située en rase campagne dans une région non inondable avec de faibles pluies annuelles, nous ne jugeons pas nécessaire la réalisation de fossés latéraux. La mise hors d'eau de la route sera assurée par les éventuels ouvrages d'art.

Dans les alignements droits, les profils en travers courants ont les caractéristiques suivantes :

Profil en travers en toit avec de part et d'autre 2,5% comme dévers de la chaussée et 3,5% celui des accotements (sauf sur l'ouvrage d'art où ce dernier est le même que celui de la chaussée)

Largeur de la plateforme est de 10 m constituée de 7 m de large pour la chaussée revêtue et 1,5 m de large pour chaque accotement

La route étant en rase campagne dans une région non inondable avec de très faibles pluies annuelles, les fossés latéraux n'ont pas été jugés nécessaires.

- Largeur de la plateforme : 10 m
- Largeur de la chaussée revêtue : 7 m
- Largeur des accotements : 1,50 x 2 m
- Largeur de l'imprégnation : 7 m + 1,50 x 2 m + surlargeurs éventuelles
- Dévers de la chaussée : 2,5%
- Dévers des accotements : 3,5%
- Pente des talus en remblai : 3/2 (horizontal/vertical)
- Pente des talus en déblai : 1/1 (horizontal/vertical)
- Sur l'ouvrage d'art, l'accotement a le même dévers que la chaussée
- Protection contre l'érosion : perrés maçonnés, enrochements et gabions, muret antiérosif

## CHAPITRE IV. DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

Une chaussée est une surface spécialement aménagée pour assurer la viabilité de la route et permettre la circulation confortable et en toute sécurité des usagers. La conception d'une chaussée vise à garantir de bonnes conditions de sécurité et de confort adaptées à chaque catégorie de chaussée en limitant la charge transmise par la roue (du véhicule) au sol-support, afin de minimiser ses déformations et éviter de l'amener à la rupture.

### IV.1. Choix des méthodes de dimensionnement

Le dimensionnement de la structure de chaussée a pour objet de déterminer le nombre et l'épaisseur des différentes couches constituant la surface et le corps de chaussée, pour le 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. Il s'agit surtout, de déterminer la structure optimale de la chaussée pour la durée de vie projetée. Pour ce faire, nous opterons pour deux méthodes de dimensionnement :

- Prédimensionnement par la méthode du CEBTP : L'étude du dimensionnement par cette méthode est basée sur l'exploitation du « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ».
- Vérification du dimensionnement par la méthode rationnelle Alizé : Le principe du calcul consiste en priorité à modéliser les structures de manière à évaluer les contraintes ou les déplacements provoqués par une charge unitaire. On recherche ensuite la contrainte maximale susceptible d'engendrer la rupture de la structure et on la compare à la limite admissible du matériau considéré pour le trafic souhaité.

### IV.2. Les données d'entrée

Le dimensionnement d'une chaussée est fondé sur une campagne exhaustive d'investigation sur le terrain menée afin d'établir la valeur de plusieurs paramètres au moyen des essais de chantier et de laboratoire.

#### IV.2.1. La durée de vie de la chaussée

La durée de vie d'une route est la période qui se sera écoulée depuis sa date de mise en service jusqu'à l'apparition des dommages nécessitant un entretien. Avec la croissance du trafic,

le niveau de service demandé et les budgets libérés pour les routes, nous opterons pour une durée de vie escomptée de la route à 15 ans.

#### IV.2.2. La classe de trafic

Le tableau suivant présente les proportions de véhicules légers (VL) et Poids lourds (PL) pour les années 2006 et 2012 :

*Tableau 4: Proportions de VL et de PL*

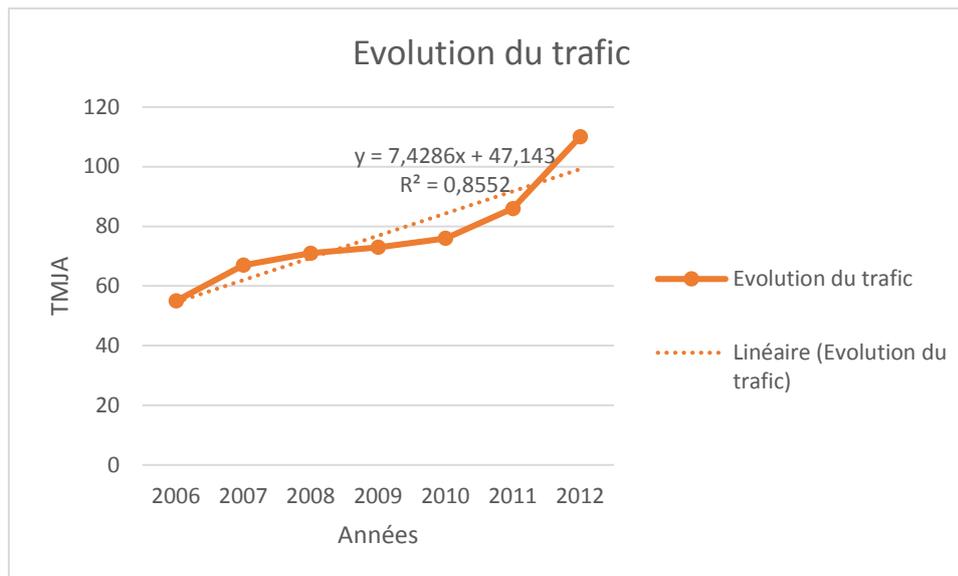
Années	Véhicules légers	Poids lourds	TMJA	% Poids lourds	% moyen de poids lourds
2006	15	40	55	73%	79%
2007	11	56	67	84%	
2008	16	55	71	77%	
2009	14	59	73	81%	
2010	15	61	76	80%	
2011	16	70	86	81%	
2012	25	85	110	77%	

➤ *Evolution du trafic*

Les données sur le trafic de 2006 à 2012, permettent de déterminer un taux de croissance du trafic. Supposons un taux d'accroissement linéaire. D'après le CEBTP, le trafic augmente d'une quantité constante égale à V% du trafic de l'année de base. On a donc :

$$T_n = T_0(1 + nt) \text{ avec } \begin{cases} T_0 = \text{trafic de l'année zéro de base} \\ T_n = \text{trafic à l'année } n \\ t = \frac{v}{100} \end{cases}$$

$$t = \frac{\frac{T_n - T_0}{T_0}}{n}$$



La courbe ci-dessus montre que le trafic croît d'année en année. Les taux de croissance du trafic varient donc d'une année à l'autre. De plus, nous remarquons que pour les périodes de 2006 à 2007 et de 2011 à 2012, le trafic croît très rapidement par rapport aux autres années. Ainsi pour la prévision, on aura donc intérêt à calculer ce taux de croissance sur un intervalle le plus long possible. Pour cette raison nous proposons de calculer le taux d'accroissement du trafic en se basant sur les données entre 2007 et 2011.

$$\text{On aura : } \begin{cases} T_0 = 67 \text{ (trafic en 2007)} \\ T_n = 86 \text{ (trafic en 2011)} \end{cases}$$

Le calcul nous donne un taux de croissance linéaire  $t = 7\%$ .

Pour le dimensionnement de la chaussée, nous retenons l'année 2015 comme année de référence. Sur la base du taux de croissance linéaire calculé, les projections nous donnent un trafic total de 111 véhicules en 2015. Pour la détermination du nombre de poids lourds en 2015, nous considérerons le pourcentage moyen de poids lourds. En somme, pour le dimensionnement de la chaussée nous avons un trafic de 89 poids lourds dans les 2 sens de la circulation.

#### ➤ Répartition transversale du trafic

La route est à 2 voies de circulation, nous considérons donc que chacune des voies prend en charge la moitié du trafic total poids lourds soit 50% du trafic poids lourds sur chaque voie.

Le trafic moyen journalier annuel poids lourds de la 1ère année de mise en service est donc :

$$N = 0,5 \times 89 \text{ PL} = 45 \text{ PL} / \text{j} / \text{sens}$$

➤ *Trafic cumulé de poids lourds*

$$N_{pl} = N * 365 * D \left( 1 + \frac{t(D-1)}{2} \right)$$

Avec  $\left\{ \begin{array}{l} N_{pl} = \text{nombre cumulé de poids lourds} \\ N = \text{nombre de PL par jour à la mise en service par sens de circulation} \\ t = \text{taux de croissance linéaire annuel du trafic} \\ D = \text{durée de vie de la route exprimée en nombre d'années} \end{array} \right.$

$$N_{pl} = 45 * 365 * 15 \left( 1 + \frac{0,07 * (15-1)}{2} \right)$$

$$N_{pl} = 367098,75 \text{ PL}$$

➤ *Trafic cumulé équivalent*

Le trafic cumulé équivalent NE est le trafic à prendre en compte dans le calcul du dimensionnement, il correspond au nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes sur la durée de vie considérée. Le calcul du NE fait intervenir l'agressivité moyenne (CAM) du poids lourds et est donnée par la formule :

$$NE = N_{pl} \times CAM$$

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.

D'après la classification Française, connaissant le trafic moyen journalier annuel de la 1ère année de service N, on détermine la classe du trafic. A partir de cette classe, on tire le coefficient d'agressivité dans le Tableau des Coefficients d'agressivité selon le trafic poids lourds et le type de chaussée (SETRA-LCPC, 1994). Dans notre cas : N = MJA = 45 PL/j/sens.

*Tableau 5: Classe de trafic et valeurs de MJA (SETRA-LCPC, 1994)*

Classes	T5	T4	T3		T2		T1		T0		TS		TEX
			T3-	T3+	T2-	T2+	T1-	T1+	T0-	T0+	TS-	TS+	
MJA	0	25	50	85	150	200	300	500	750	1200	2000	3000	5000

Après exploitation du tableau ci-dessus, il ressort que le trafic est de classe T3- et appartient à la catégorie de chaussée à faible trafic. A l'aide du tableau suivant, on déduit le coefficient d'agressivité moyen (CAM).

*Tableau 6: Coefficient d'agressivité CAM (SETRA-LCPC, 1994)*

Trafic faible	Classe	T5	T4	T3-	T3+
Tous matériaux	CAM	0,4	0,5	0,7	0,8

Le coefficient d'agressivité correspondant à la classe T4 est CAM = 0,5

Le trafic cumulé équivalent  $NE = 367098,75 \times 0,5$

NE = 183549,375 essieux équivalents de 13 tonnes

Le « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ou CEBTP de 1984 » donne les classes de trafic comme suit :

*Tableau 7: Classe de trafic selon le trafic cumulé équivalent*

Classe de Trafic	Nombre de véhicules (véh. /j)	Nombre cumulé d'essieux équivalents de 13 tonnes
T1	$100 \leq \text{Trafic} < 300$	$100\ 000 \leq \text{Trafic} < 500\ 000$
T2	$300 \leq \text{Trafic} < 1\ 000$	$500\ 000 \leq \text{Trafic} < 1\ 500\ 000$
T3	$1\ 000 \leq \text{Trafic} < 3\ 000$	$1\ 500\ 000 \leq \text{Trafic} < 4\ 000\ 000$
T4	$3\ 000 \leq \text{Trafic} < 6\ 000$	$4\ 000\ 000 \leq \text{Trafic} < 10\ 000\ 000$
T5	$6\ 000 \leq \text{Trafic} < 12\ 000$	$10\ 000\ 000 \leq \text{Trafic} < 20\ 000\ 000$

Après analyse du tableau, il ressort que la classe de trafic est T1.

Remarque : Le calcul du trafic nous a conduit à un trafic de type T1. Mais la route actuelle étant une route en terre très dégradée, les travaux de construction et de bitumage qui s'y effectueront, vont engendrer un trafic induit (du fait des facilités offertes par la nouvelle route). Ainsi pour des raisons sécuritaires nous allons opter pour un trafic de type T2 pour le dimensionnement de la chaussée afin de pallier à l'absence de données exactes du trafic.

#### IV.2.3. Classe de portance du sol de plateforme

De l'exploitation du rapport géotechnique fourni par le laboratoire, il ressort que la plateforme de notre projet appartient à la classe S5.

### IV.3. Pré-dimensionnement

Les hypothèses de pré dimensionnement sont :

- Portance des sols supports : S5

- La classe de trafic : T2
- Durée de vie : 15 ans

Le pré dimensionnement de la structure de chaussée est donné à l'aide des tableaux fournis par le Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les pays tropicaux. Compte tenu de la disponibilité des matériaux de viabilité de corps de chaussée dans la zone du projet, nous suggérons la variante suivante :

*Tableau 8: Variante choisie (Pré-dimensionnement CEBTP)*

Variante	Couche de roulement	Couche de base	Couche de fondation	Remblai
	Enduit superficiel tricouche	25 cm de graveleux latéritique naturel	0 cm de graveleux latéritique naturel	Graveleux latéritique naturel de CBR > 15 d'épaisseur variable et par endroit

#### IV.4. Vérification par la méthode rationnelle Alizé

Le dimensionnement proposé sera vérifié à l'aide du programme ALIZE du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

##### IV.4.1. Hypothèses de travail

- Les données du chargement standard sont considérées :
  - Essieu à roues jumelées supportant une charge de 130 kN
  - Pression verticale de 0,6620 MPa
  - Rayon de contact de 0,125 m
  - Entraxe jumelage de 0,375 m
- A défaut de pouvoir mesurer les paramètres d'entrée que sont le module de Young E et le coefficient de Poisson  $\nu$ , nous adopterons les valeurs suivantes :
  - Pour la couche de base, E (MPa)= 400
  - Pour la plateforme, E (MPa)= 250
  - Pour le coefficient de Poisson  $\nu=0,35$  pour tous les matériaux à utiliser
- Par ailleurs, nous avons considéré un trafic cumulé exprimé en nombre équivalent d'essieux de 13 tonnes de 553949,55.
- La température équivalente retenue est de 30°C.
- Conditions de réalisation : les interfaces sont toutes collées.

#### IV.4.2. Calcul des contraintes et déformations admissibles sur le sol support

Les critères de rupture à considérer sont :

- La déformation verticale ( $\varepsilon_z$ ) à la surface du sol support
- La contrainte verticale ( $\sigma_z$ ) à la surface du sol support

On analysera les contraintes et déformations à la surface du sol support par rapport aux contraintes admissibles grâce au logiciel Alizé LCPC.

##### ➤ *Contrainte limite admissible*

La contrainte limite admissible est donnée par la formule de Dormon :

$$\sigma_{zadm} = \frac{0,3 \times CBR}{1 + 0,7 \times \log N}$$

Nous retiendrons comme valeur moyenne de CBR de la plateforme : 45.

$$\sigma_{zadm} = \frac{0,3 \times 45}{1 + 0,7 \times \log(553949,55)}$$

$$\sigma_{zadm} = 2,689 \text{ MPa}$$

##### ➤ *Déformation limite admissible*

La déformation limite admissible est donnée par la formule :

D'après l'ouvrage « Conception et dimensionnement des structures de chaussée – Guide technique SETRA/LCPC, Décembre 1994, paragraphe VI.4.1.1 », pour les chaussées à faible trafic, on a :

$$\varepsilon_{zadm} = 0,016(NE)^{-0,222}$$

$$\varepsilon_{zadm} = 0,016 \times 553949,55^{-0,222} = 849,31. 10^{-6} \text{ m}$$

$$\varepsilon_{zadm} = 849,32. 10^{-6} \text{ m}$$

#### IV.4.3. Vérification

Elle consiste en la comparaison des contraintes et déformations admissibles avec celles apportées par la structure projetée.

*Tableau 9: Vérification des déformations et contraintes*

Déformations et contraintes concernées pour les différentes couches	Contraintes et déformations obtenues avec Alize	Contraintes et déformations admissibles
---	---	---

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

Plateforme	Déformation verticale	$304,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	$849,32 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
	Contrainte verticale	0,188 MPa	2,689 MPa

Au regard de ce tableau, on constate que les contraintes et déformations réelles obtenues avec Alize sont inférieures aux contraintes et déformations admissibles. De ce fait, nous pouvons conclure que la variante choisie peut être réalisée sur ce projet.

## CHAPITRE V. Etude hydrologique et hydraulique

La réalisation de tout projet routier prend en compte plusieurs paramètres dont l'un des plus importants consiste en la mise hors d'eau de l'ouvrage routier par la collecte, l'évacuation et le franchissement de toutes les eaux susceptibles de dégrader la route. L'ensemble des techniques et moyens mis en œuvre pour assainir la route relève de l'hydraulique routière. Dans cette optique, plusieurs tâches ont été menées :

- L'étude hydrologique ;
- Le choix des ouvrages d'assainissement et de franchissement
- Le dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement et de franchissement

### V.1. Etude hydrologique

L'étude hydrologique requiert la connaissance des caractéristiques des bassins versants ainsi que les informations pluviométriques de la zone de projet. Les informations hydrologiques relatives au bassin-versant sont d'une importance capitale à la détermination des paramètres à intégrer pour le dimensionnement des ouvrages d'assainissement et de franchissement.

Les caractéristiques hydrologiques d'une zone dépendent des conditions climatologiques. L'un des facteurs dominant dans le développement des crues est la pluviométrie. Les données climatologiques, notamment les coefficients de Montana pour le calcul des intensités de pluies concernant la zone du projet sont exploités au niveau de la station pluviométrique de Ouahigouya.

#### V.1.1. Délimitation des bassins versants

Dans le cadre de notre projet, nous avons téléchargé une image satellite de notre route à partir du logiciel Google Earth. Puis, nous avons exporté cette image dans le logiciel Global Mapper, lequel nous a permis de déterminer le sens de l'écoulement des eaux, les divers bassins versants mais aussi leurs caractéristiques. Ainsi ; sont présentés en annexe la carte de délimitation des bassins versants et le tableau regroupant les caractéristiques des dits bassins.

#### V.1.2. Détermination des débits d'écoulement des bassins versants

Tous les bassins versants obtenus ont des superficies inférieures à 4 km<sup>2</sup>. La méthode rationnelle est la mieux adaptée dans le cas de si petites surfaces. Le coefficient de ruissellement C du bassin est choisi en fonction de la pente, de la couverture végétale et de la superficie du

bassin. Les terrains rencontrés le long de la route en projet sont des terrains dénudés ou à végétation non couvrante.

La formule du débit s'écrit :  $Q (m^3/s) = \frac{1}{3,6} * CIA$  avec I en mm/h et A en km<sup>2</sup>

*Tableau 10: Débits des différents bassins versants*

<b>Bassins versants</b>	<b>Débit Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
BV1	11,25
BV2	12,79
BV3	13,72
BV4	11,81
BV5	12,86
BV6	17,73
BV7	13,59
BV8	16,71
BV9	16,77

## V.2. Etude hydraulique

Elle consiste en le choix et le dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement et/ou d'assainissement.

### V.2.1. Choix des ouvrages de franchissement et d'assainissement

Notre route se trouve en rase campagne dans une région où les pluies sont petites durant l'année. Nous n'avons donc pas jugé nécessaire de réaliser des fossés latéraux. Concernant les ouvrages de franchissement, nous avons opté pour des dalots du fait de la facilité de mise en œuvre, de la simplicité de l'entretien, du coût d'exécution et de l'importance du débit à évacuer.

### V.2.2. Dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement

La vitesse maximale de l'eau dans les dalots sera limitée à 3,50 m/s afin d'éviter des dépôts lors de l'écoulement de l'eau dans le dalot. Pour le type d'écoulement, il sera considéré la sortie dénoyée dont l'écoulement de l'eau dans l'ouvrage se fait à surface libre. La condition pour un écoulement de l'eau dans l'ouvrage à surface libre pour la sortie dénoyée est: la hauteur amont (H1) doit être inférieure ou égale à 1,25 fois la hauteur (D) de l'ouvrage.

Les débits et la vérification de la capacité hydraulique des ouvrages de franchissement ont été calculés à partir des méthodes développées dans le manuel « Hydraulique Routière » élaboré pour le compte du ministère Français de la Coopération et du Développement. Les calculs ont été faits sur une feuille Excel. Les détails du dimensionnement se trouvent en annexe.

*Tableau 11: Récapitulatif des dalots*

<b>Dalots</b>	<b>Débit Q (m3/s)</b>	<b>Dimensions (n*b*h)</b>
OH1	11,25	2 x (2 m x 1,75 m)
OH2	12,79	2 x (2 m x 1,75 m)
OH3	13,72	2 x (2 m x 1,75 m)
OH4	11,81	2 x (2 m x 1,75 m)
OH5	12,86	2 x (2 m x 1,75 m)
OH6	17,73	2 x (2 m x 1,75 m)
OH7	13,59	2 x (2 m x 1,75 m)
OH8	16,71	2 x (2 m x 1,75 m)
OH9	16,77	2 x (2 m x 1,75 m)

## CHAPITRE VI. DIMENSIONNEMENT BETON ARME DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

D'après le dimensionnement hydraulique, nous avons neuf dalots de même type le long du projet. Il nous suffira donc d'en dimensionner un seul (le cas de hauteur de remblai le plus défavorable). L'évaluation des charges consiste à déterminer l'ensemble des actions qui s'appliquent à l'ouvrage. Ces charges sont classées en charges permanentes et variables. Plusieurs coefficients et facteurs sont nécessaires à leur détermination en fonction des prescriptions suivies. Le dimensionnement se fera à l'aide du logiciel Cype.

### VI.1. Hypothèses de calcul

#### VI.1.1. Caractéristiques des matériaux

##### ➤ Béton

- Dosage 350 kg/m<sup>3</sup>
- Résistance en compression :  $f_{c28} = 25$  MPa
- Résistance en traction :  $f_{t28} = 2,10$  MPa
- Densité du béton : 25 kN/m<sup>3</sup>
- Fissuration préjudiciable

##### ➤ Aciers

Nuance : Aciers à haute adhérence (HA) de type FeE500

##### ➤ Remblais

- Remblai d'accès en graveleux latéritique :  $\gamma_d = 20$  KN/m<sup>3</sup>
- Coefficient de poussée des terres :  $K_a = 0.33$
- Remblai sur dalot en graveleux latéritique :  $\gamma_d = 20$  KN/m<sup>3</sup>

##### ➤ Règlements

Les calculs de béton armé se feront en respectant les règles techniques du BAEL 91 modifiées 99. Les surcharges routières seront définies conformément aux prescriptions du titre 2 du fascicule 61. Les enrobages extérieur et intérieur sont de 3,5 cm.

Caractéristiques des matériaux	Dosage 350 kg/m <sup>3</sup> ; $f_{c28} = 25$ MPa ; Densité du béton : 25 kN/m <sup>3</sup> ; Fissuration préjudiciable
	Nuance : Aciers à haute adhérence (HA) de type FeE500
	Remblai : $\gamma_d = 20$ KN/m <sup>3</sup> ; $K_a = 0.33$

Règlements	BAEL 91 modifiées 99 ; les prescriptions du titre 2 du fascicule 61.
Surcharges routières	Le sous-système Bt du système B. La diffusion à 45° des charges au droit des essieux à travers le sol de remblais.
Caractéristiques	Présence des goussets supérieur et inférieur (0,20 x 0,20). Absence de dispositif de retenue.

### VI.1.2. Surcharges routières

Compte tenu des faibles portées des travées le système A n'est pas retenu pour l'évaluation des surcharges (Article 1.2 du fascicule 61). Le sous-système Bt du système B est le plus prépondérant et sera donc utilisé pour la détermination des charges. Nous prendrons en compte la diffusion à 45° des charges au droit des essieux à travers le sol de remblais, ce qui revient à appliquer sur le tablier des charges surfaciques.

### VI.2. Caractéristiques du dalot

Nos dalots ont pour épaisseurs des parois (tablier, radier et piédroits) 0,3 m. Nos dalots sont de classe I car la largeur roulable est  $L_r = 10$  m. Nous n'avons pas de dispositif de retenue, donc la largeur chargeable est égale à la largeur roulable.

## CHAPITRE VII. SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE

### VII.1. Signalisations routières

L'importance de la signalisation routière s'accroît avec le développement de la circulation. Elle réduit les causes d'accident et facilite la circulation. Insuffisante, trop abondante ou impropre, elle est facteur de gêne et d'insécurité. Ses principaux critères d'efficacité sont : l'uniformité, l'homogénéité, la simplicité et la continuité des directions signalées.

#### VII.1.1. Signalisation horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe l'ensemble des marquages peints sur la route et qui indiquent aux usagers quel comportement adopter à ces endroits. L'ensemble de ces marquages nous donne les informations suivantes :

- la répartition des espaces de déplacement
- les règles de conduite
- le jalonnement
- le stationnement.

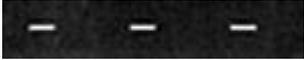
Les marquages sont utilisés et différenciés suivants les voies, les intersections ou les entrée et sortie d'îlots. La largeur de la voie et le trafic sont les conditions prépondérantes de marquage déchaussée dans les sections droites. Tandis que dans les points singuliers ne faisant pas place à la visibilité et rendant impossible le dépassement, ils sont caractérisés par des virages, des ralentisseurs ou par le rétrécissement de la chaussée.

En rase campagne, plusieurs types de marquages sont utilisés. En effet, selon la convention internationale sur la signalisation routière conclue à Vienne le 8 novembre 1968 et le document fournis par la délégation provinciale des transports terrestres Camerounais (Douala, logistique conseil), nous distinguons :

#### ➤ *Les marquages longitudinaux*

Tableau 12: Les marquages longitudinaux

Marquages	Types de lignes	Explications
	Ligne continue	Infranchissable, dépassement et changement de voie interdits. Il est également interdit de la

		traverser perpendiculairement (pour sortir ou rentrer dans une rue, une cour, un garage).
	Ligne discontinue T1 : trait 3m, intervalle 10m	Dépassement et changement de voie autorisés.
	Ligne d'avertissement T3 : trait 3m, intervalle 1,33m	Annonce une ligne continue. Des flèches de rabattement avertissent le conducteur qu'il va rencontrer une ligne continue. Ces flèches sont au nombre de 3. Il est possible de terminer un dépassement, mais pas de l'entreprendre.
	Ligne de rive T2 : trait 3m, intervalle 3,50m	Ce sont les lignes qui séparent le bord droit de la chaussée de l'accotement. On peut les franchir pour stationner sur l'accotement. Sur une route à sens unique, la ligne de rive de gauche est remplacée par une ligne continue.

➤ *Les marquages transversaux*

Dans le cadre de notre projet, ils sont constitués des lignes continues d'arrêt.

### VII.1.2. Signalisation verticale

La signalisation verticale que nous présentons dans cette partie de notre étude est constituée de panneau de signalisation et de balises. Ces panneaux et balises définissent :

- Les caractéristiques de la chaussée tels que : le rétrécissement, le virage...
- Les limites de la chaussée
- Les positions des ouvrages

Les panneaux et les balisages utilisés sont ainsi regroupés dans le tableau ci – après :

*Tableau 13: Signalisation verticale*

Type	Description	Points d'implantation	Nombres
------	-------------	-----------------------	---------

	A 1a Virage à droite.	Implanté à l'entrée et à la sortie de la zone de virages.	2
	A1b Virage à gauche.	Implanté à l'entrée et à la sortie de la zone de virage.	2
	A3 Chaussée rétrécie.	Implanté à l'entrée et à la sortie des dalots	14
	B3 Interdiction de dépasser tous les véhicules à moteur autres que ceux à deux roues sans side-car.	Implanté à l'entrée et à la sortie de la zone de succession de virages	4
	B14 Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée.	Implanté à l'entrée des alignements droits.	1
	J1 : balisage des virages.	Implanté de part et d'autre de la zone de virage	10
	J6 : Délinéateur. Balisage des limites de chaussées.	Implanté de part et d'autre de la zone des dalots	28

## VII.2. Sécurité routière

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

sécurité routière. En effet, avant d'entreprendre des mesures préventives nous chercherons d'abord à comprendre les principales causes des accidents routiers.

### VII.2.1. Facteurs contribuant aux accidents

Les études ont montré que dans tous les pays, dans 95% des accidents, les facteurs humains sont cause de tout ou en partie de leur survenue. Les facteurs routiers quant à eux interviennent dans environ un quart des cas et les facteurs liés au véhicule à moins de 5%. Les principales erreurs humaines relèvent des vitesses excessives. Ainsi, la vitesse est responsable de la moitié des accidents mortels. D'autres erreurs reviennent également régulièrement : le refus de la priorité aux intersections, la proximité trop grande avec le véhicule qui précède, le dépassement non règlementaire et le manque de jugement quant à l'état de la route.

L'altération du jugement à la suite de la consommation d'alcool est également un important facteur d'accident, en cause dans près de 40% (valeur estimative) des accidents mortels. Les défauts de la route qui contribuent le plus aux accidents sont un mauvais concept de la disposition et du contrôle du trafic aux intersections, une signalisation, un marquage et un éclairage insuffisants, l'état glissant de la chaussée et des obstacles sur la voie tels que des véhicules mal garés. Les principaux facteurs liés aux véhicules sont les pneus, les freins et l'éclairage défectueux par suite d'un mauvais entretien.

### VII.2.2. Mesures préventives

Les mesures préventives proposées vont de la géométrie du tracé jusqu' aux comportements responsables des usagers.

- La géométrie du tracé doit respecter rigoureusement tous les éléments nécessaires à la conception d'une route sécuritaire, tels que :
  - Paramètres de base : vitesse de référence, la vitesse à vide et la vitesse de groupe ou vitesse pratiquée ;
  - Paramètres cinématiques : longueur de freinage, distance d'arrêt en aliment, distance d'arrêt en courbe, distance de visibilité de manœuvre de dépassement.
  - Le tracé en plan doit respecter les alignements droits, les rayons des courbes et leurs devers.
- Les propriétés physiques et mécaniques (caractéristiques) des matériaux devant entrés dans la construction de la route doivent être soigneusement étudiées ;
- Les autorités en charge des contrôles routiers doivent veiller au respect des panneaux, des marquages sur la chaussée, des stationnements...;

- Le port de la ceinture de sécurité doit être obligatoire à tous les occupants d'un véhicule et doit l'objet d'un contrôle stricte, sévèrement sanctionné en cas de non-respect ;
- Les conduites en état d'ivresse ou sous la prise de n'importe quelles substances susceptibles d'être des potentielles causes des accidents, doivent être sévèrement puni ;
- Informer les usagers sur les dangers de la route et les conséquences qui en découleront en cas de non-respect des signalisations routières
- Les systèmes de freinages des véhicules doivent être adaptés au type de chaussée et convenable, ainsi que les roues.

## CHAPITRE VIII. ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'étude d'impact consiste à évaluer les différentes interactions avec les considérations économiques et sociales. Réaliser une étude d'impact pour un projet, revient à élaborer un dossier qui met en lumière les conséquences environnementales et (ou les dangers) d'un projet pour en limiter, ou atténuer et ou compenser les impacts négatifs. L'impact est l'effet immédiat, à moyen ou à long terme que l'aménagement, qu'il soit prévu ou non, qu'il soit bénéfique ou néfaste, provoque sur son environnement d'accueil, sa périphérie immédiate ou éloignée.

### VIII.1. Les études d'impact

#### VIII.1.1. Contexte et justification du projet

Dans le cadre de la stratégie cohérente et dynamique du développement du secteur des transports, les travaux de construction et de bitumage du tronçon de la route Ouahigouya\_ Thiou\_ frontière du Mali du PK 5+000 au Pk 10+000 ont pour principaux objectifs :

- Assurer une bonne structuration du réseau national et lui permettre de jouer pleinement son rôle dans le développement des échanges entre les provinces du pays et avec l'extérieur ;
- Maintenir le réseau dans un bon état pour diminuer les coûts d'exploitation des véhicules et accroître la sécurité des usagers, et renforcer ainsi les activités productrices et commerciales ;
- Rattraper le retard d'entretien périodique qui rend inefficace et onéreux l'entretien courant ;
- Désenclaver les régions traversées qui ont des potentialités importantes en matière de production agropastorales, de richesse touristiques ou minières, ce qui est important dans la lutte contre la pauvreté ;
- Faciliter les évacuations sanitaires des villages vers les centres urbains.

#### VIII.1.2. Cadre Législatif et institutionnel

##### ➤ *Cadre législatif*

La protection de l'environnement au Burkina Faso fait partie des préoccupations majeures du gouvernement car il est confronté ces dernières décennies à certains problèmes environnementaux qui ont interpellé la conscience nationale. Cela s'est traduit par la mise en place d'un cadre institutionnel et juridique qui a permis d'élaborer des textes législatifs et

réglementaires qui visent le respect de l'environnement et des principes de développement durable. En effet, au Burkina Faso, l'article 29 de la constitution du Burkina Faso stipule que "Le droit à un environnement sain est reconnu. La protection, la défense de l'environnement et la promotion de l'environnement sont un devoir de tous". De plus, les politiques nationales de protection de l'environnement du Burkina Faso s'appuient sur un ensemble de textes nationaux et d'accords internationaux qui engagent le Gouvernement, les partenaires au développement et l'ensemble des opérateurs économiques à intégrer la protection de l'environnement dans toute décision qui touche la conception, la planification et la mise en œuvre des politiques, programmes et projets de développement. En effet, la loi N°005/97/ADP du 30 Janvier 1997 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso prévoit l'étude d'Impact sur l'Environnement comme outil d'intégration des préoccupations d'environnement dans les projets et plans de développement. Ainsi, les principaux textes à prendre en considération dans le cadre de la présente étude sont :

- La loi N°23/94/ADP du 13 Mai 1994, portant Code de santé publique au Burkina Faso ;
- La loi N°062/95/ADP du 14 Décembre 1995, portant Code des investissements et des formalités au Burkina Faso et son décret d'application N°96-235/PM/MICIA/MEF.
- La loi n°14/96/ADP du 23 mai 1996 portant Réorganisation Agraire et Foncière et du Décret n°97-054/PRES/PM/MEF du 06 février 1997 ;
- La loi n° 005/ADP du 30 janvier 1997 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso qui stipule en son article 17 que « les activités susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du ministre de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Etude d'impact ou notice d'impact sur l'environnement » ;
- Le Décret N°98-322/PRES/PM/MEE/MCIA/MEM/MS/MATTS/METSS/MEF du 28 Juillet 1998, portant conditions d'ouverture et de fonctionnement des établissements dangereux, insalubres et incommodes qui en son article 7 prévoit qu'à chaque exemplaire de la fournie doit être jointe une étude d'Impact sur l'Environnement. Cette étude mentionnera les mesures envisagées par le demandeur pour supprimer, limiter ou compenser les inconvénients de l'établissement et en indiquera les coûts estimatifs.

- Le décret N°2001-185/PRES/PM/MEE(MECV) du 7 Mai 2001, portant fixation des normes de rejets de polluants dans l'air, l'eau et le sol. Il fixe à ses articles 6, 10, 11 respectivement, les normes de rejet des émissions dues aux installations fixes, les normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface, les normes de déversement des eaux usées dans les égouts.
- Le décret n°2001-342/PRES/PM/MEE1 du 17 juillet 2001 portant champ d'application contenu et procédure de l'EIE et de la NIE qui stipule que « les activités susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du Ministre chargé de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Etude d'impact ou une notice d'impact sur l'environnement ». Dans ce décret, l'article 2 donne les définitions de l'Etude d'Impact sur l'Environnement et de la Notice d'Impact sur l'Environnement :
  - l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) est une étude à caractère analytique et prospectif réalisée aux fins de l'identification et de l'évaluation des incidences sur l'environnement d'un projet ou programme de développement ;
  - la Notice d'Impact sur l'Environnement (NIE) est une étude d'impact sur l'environnement simplifiée. Toutefois, elle doit répondre aux mêmes préoccupations que l'étude d'impact sur l'environnement et comporter des indications sérieuses de nature à permettre une appréciation globale des incidences environnementales d'un projet ou programme de développement. Ce décret, en son article 4 établit que conformément à l'article 20 de la loi n°005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant Code de l'Environnement, les travaux, ouvrages, aménagements et activités, ainsi que les documents de planification assujettis à l'étude ou à la notice d'impact sur l'environnement font l'objet d'inscription sur une liste. Cette liste figurant en annexe du décret. Dans ce décret, l'article 5 donne la classification des activités susceptibles d'avoir des impacts significatifs directs ou indirects sur l'environnement en trois catégories que sont :
    - **Catégorie A** : Projets soumis à EIE parce que susceptibles d'avoir des impacts négatifs importants sur l'environnement ;
    - **Catégorie B** : Projets soumis à NIE parce que impacts négatifs jugés moins importants que dans le premier cas ;
    - **Catégorie C** : Projets exemptés d'EIE et de NIE car impacts sur l'environnement jugés négligeables.

- La loi N°034-/AN du 14 Novembre 2002, portant loi d'orientation relative au pastoralisme.
- La loi N°055-2004 du 21 Décembre 2004, portant Code Général des collectivités territoriales.
- Loi n°034-2009/AN du 16 Juin 2009 Portant Régime Foncier Rural. Cette loi s'applique aux terres rurales, entendues comme celles situées à l'intérieur des limites administratives des communes rurales et destinées aux activités de production et de conservation. Sont également soumises à la présente loi, les terres des villages rattachés aux communes urbaines. Selon ces dispositions, notre projet est catégorisé A. Il est donc soumis à la réalisation préalable d'une étude d'impact sur l'environnement.

➤ *Cadre institutionnel*

Sur le plan institutionnel, le gouvernement du Burkina Faso à travers plusieurs ministères sont concernés par ce projet. Ce sont :

- Le ministère de l'administration territoriale et de la décentralisation : Il est concerné en haut lieu par ce projet, car celui-ci permettra de renforcer le processus de décentralisation qui fait partie des attributions de ce ministère.
- Le ministère de l'environnement et du cadre de vie : il veille à la protection de l'environnement en prônant le développement durable. Ce ministère doit veiller donc à ce que les aspects environnementaux soient pris en compte lors de l'élaboration, la réalisation et l'exploitation du projet ;
- Le Ministère de la Santé : il est chargé de l'organisation et du fonctionnement de système sanitaire, de la définition des normes en matière de santé, de l'hygiène publique, de la lutte contre les grandes endémies ; il est donc concerné par toutes les activités du projet pouvant avoir des effets négatifs sur la santé des populations.
- Le ministère de l'Économie et du développement : qui exerce les attributions relatives à l'application de la politique du gouvernement en matière économique et de développement.
- Le ministère des Infrastructures et du désenclavement : il est chargé de mettre en place la politique du gouvernement en matière d'infrastructures et de désenclavement. Il est donc concerné en haut point par ce projet de bitumage de route.

- Le ministère du travail est impliqué à cause du quota de travailleurs à recruter dans les communes concernées.
- Le ministère de l'énergie, des Carrières et des Mines et celui le ministère des transports bénéficieront également du projet.

### VIII.1.3. Inventaires des activités du projet

Pour parfaire notre projet il est important de recenser les activités génératrices ou potentiellement génératrices d'impact. Ces activités sont génératrices d'impact parce qu'elles ont des effets (positifs ou négatifs) sur l'environnement (physique, biologique, social et économique) du projet. On peut citer entre autres :

- ✓ Reprofilage et construction de la piste existante
- ✓ Mise en place des carrières et sites d'emprunt
- ✓ Installation de la base vise
- ✓ Exploitation et entretien de la route

La réalisation de ces activités nécessite des moyens (humains, financiers, matériels) spéciaux, adaptés et adéquats. Ainsi parmi les moyens matériels nous pouvons citer :

- ✓ Bulldozer
- ✓ Compacteur
- ✓ Niveleuse
- ✓ Chargeur
- ✓ Camion benne ou camion de chantier
- ✓ Camion-citerne
- ✓ Matériels de laboratoire

### VIII.1.4. Etat actuel du projet

La piste actuelle qui fait l'objet de notre étude est construite en matériaux locaux latéritiques. Sous l'effet du trafic et de l'usure, entraînant le déplacement des grains de matériaux et l'érosion progressive de la piste, les couches constituant la chaussée sont par endroit partiellement ou totalement détruites. Cette dégradation rend la piste impraticable pendant une bonne saison de l'année (juillet à septembre) et elle est trop poussiéreuse pendant la saison sèche entraînant l'enclavement de la zone du projet. L'isolement de la région entraîne la quasi impraticabilité de la piste et limite les échanges économiques. Pour finir cet isolement a entraîné une forte croissance de l'exode rural.

### VIII.1.5. Identification des impacts

Les impacts identifiés dans cette partie de notre travail, sont soit directement, soit indirectement liés à l'exécution ou à l'utilisation de l'ouvrage. Comme le dit une maxime populaire les mêmes causes produisent les mêmes effets, ils ont été identifiés en s'appuyant sur des anciens rapports ayant les mêmes envergures que celui qui fait l'objet de notre actuelle étude. L'identification des impacts a été faite aussi par confrontation des composantes du milieu récepteur aux activités de chaque phase du projet. La matrice d'identification des impacts présentée en annexe regroupe les impacts que nous avons identifiés.

### VIII.1.6. Evaluation de l'importance absolue des impacts

#### ➤ *Critères d'évaluation des impacts*

Ils consistent en la détermination et l'évaluation des impacts à chaque phase du projet. Ainsi nous baserons notre évaluation autour de cinq principaux critères, qui sont entre autre :

- La nature de l'impact identifié : indique si l'impact est négatif ou positif
- L'étendue de l'impact : donne une idée de la couverture spatiale de l'impact. Trois classes sont également à distinguer : ponctuelle (dans le secteur des travaux), locale (la zone d'étude), régionale (au-delà de la zone d'étude).
- L'intensité (degré de perturbation) : exprime le degré de perturbation du milieu, elle est fonction de la vulnérabilité de la composante étudiée ; trois classes sont considérées : haute, moyenne et basse.
  - Basse, Mineure ou Faible : impact provoquant de faibles perturbations sur une composante et ne remettant pas en cause son utilisation, ses caractéristiques et sa qualité
  - Moyenne ou non négligeable : impact générant des perturbations d'une composante touchée en modifiant son utilisation, ses caractéristiques ou sa qualité
  - Haute, Majeure ou Forte : impact engendrant des perturbations d'une composante touchée en modifiant fortement son utilisation, ses caractéristiques ou sa qualité.
- La durée de l'impact : se réfère à la période pendant laquelle les effets seront ressentis dans le milieu. La durée d'un impact peut être longue, moyenne, courte.
  - Courte durée/Court terme : la courte durée s'applique à un impact dont l'effet est ressenti sur une période de temps limitée, quelques jours, effet réversible...
  - Durée moyenne/Moyen terme : la durée moyenne s'applique à un impact dont l'effet est ressenti de façon continue ou intermittente, mais des effets réversibles.

## TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_THIOU\_FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000

- Longue durée/Long terme : la longue durée s'applique à un impact dont l'effet est ressenti de façon continue ou intermittente, on considère également les effets comme irréversibles
- L'importance du milieu récepteur touché : donne une idée de l'influence que l'impact a sur l'aptitude des ouvriers et la population environnante à travailler ou pas, ou encore travaillent avec difficulté. Elle peut être mineure, moyenne ou majeure.

*Tableau 14 : Qualification des critères d'évaluation*

Critères	Nature	Etendue	Intensité	Durée	Importance
Qualifications	Positive	Ponctuelle	Basse/Mineure	Courte	Mineure
		Locale	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	Négative	Régionale	Haute/Majeure	Longue	Majeure

De ce tableau des critères nous établissons la grille d'évaluation suivante :

*Tableau 15: Grille d'évaluation*

ELEMENTS DU MILIEU RECEPTEUR	IMPACTS	CRITERES				
		Nature	Etendue	Intensité	Durée	Importance Absolue
Population environnante, flore, faune, sols et employés	Nuisances sonores et pollution de l'air et l'eau (poussière, huile de vidange, gaz d'échappement)	Négative	Ponctuelle	Moyenne	Moyenne	Moyenne
	Propagation des maladies (MST, VIH/Sida)	Négative	Régionale	Moyenne	Longue	Moyenne

Population environnante	Création d'emploi	Positive	Locale	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Sols, sous – sols, flore	Erosion, destruction du couvert végétal et instabilité des sols	Négative	Ponctuelle	Mineur	Moyenne	Mineur
Santé, économie	Risque d'accident	Négative	Ponctuelle	Mineur	Longue	Moyenne
	Développement des transports	Positive	Régionale	Majeur	Longue	Majeur
Socio – économique	Désenclavement de la région	Positive	Régionale	Moyenne	Longue	Majeur

## VIII.2. Mesures d'atténuation

Le tableau représentant les diverses mesures d'atténuation est en annexe.

## VIII.3. Plan de gestion environnemental et social

Dans le cadre de la construction et du bitumage de la route Ouahigouya\_ Thiou\_ frontière du Mali du Pk 5+000 au Pk 10+000, la liste des actions environnementales à mener a été faite en considérant les points suivants :

- Reconnaissance ou identification de l'action environnementale à mener
- Définir l'objectif spécifique de cette action
- Etablir les différentes activités permettant la réalisation de l'objectif spécifique défini
- Déterminer les responsables de la mise en œuvre des activités
- Etablir le calendrier ou la période de réalisation des activités
- Déterminer les indicateurs objectivement vérifiables (mesurables), de suivi et d'atteinte de l'objectif spécifique
- Enfin déterminer les responsables du suivi des réalisations

Ainsi les éléments nécessaires à l'application du plan de gestion environnementale et sociale sont présentés en annexe.



## **CHAPITRE IX. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF**

Le devis quantitatif et estimatif des travaux est donné par récapitulatif des travaux par rubrique.

Le détail des prix unitaires des travaux est en annexe du rapport.

*Tableau 16: Récapitulatif du devis quantitatif et estimatif*

<b>DESIGNATION</b>	<b>Prix total</b>	<b>Pourcentage</b>
<b>SERIE 000: INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER</b>	<b>99 100 000</b>	<b>10%</b>
<b>SERIE 100 - TRAVAUX PRELIMINAIRES</b>	<b>8 818 000</b>	<b>1%</b>
<b>SERIE 200 -TERRASSEMENTS GENERAUX</b>	<b>80 339 500</b>	<b>8%</b>
<b>SERIE 300 - CHAUSSÉE</b>	<b>369 576 000</b>	<b>38%</b>
<b>SERIE 400 : REVETEMENTS</b>	<b>218 920 317</b>	<b>23%</b>
<b>SERIE 500 : ASSAINISSEMENT</b>	<b>16 632 600</b>	<b>2%</b>
<b>SERIE 600 : MESURES ENVIRONNEMENTALES</b>	<b>6 254 500</b>	<b>1%</b>
<b>SERIE 700 : SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS DIVERS</b>	<b>17 451 900</b>	<b>2%</b>
<b>MONTANT TOTAL HORS TVA EN FCFA</b>	<b>817 092 817</b>	<b>85%</b>
<b>TVA AU TAUX DE 18%</b>	<b>147 076 707</b>	<b>15%</b>
<b>MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES</b>	<b>964 169 524</b>	<b>100%</b>

## CONCLUSION

L'étude d'un projet de route en plus de l'aspect technique doit autant que possible rechercher une optimisation du coût d'exécution pour le maître d'ouvrage et l'entreprise attributaire du marché. Cette étude s'inscrit dans cette logique et s'entend en plus être une adaptation aux conditions réelles d'exécution.

Notre objectif durant cette étude de conception routière était de proposer un projet réaliste, facilement réalisable, de moindre coût et d'entretien facile. Notre route doit également permettre une circulation en tout temps, dans les conditions optimales de sécurité et de confort aussi bien pour les usagers que pour les riverains. C'est ainsi que pour déterminer le montant de l'enveloppe financière de notre avant-projet détaillé, nous avons opté pour une chaussée souple car beaucoup moins chère que la chaussée semi-rigide ou rigide.

Au terme de ce projet, la variante de tracé que nous avons retenue s'étend sur 5 Km entre le PK 5+00 et le PK 10+000. Le tronçon de route proposé comprend 9 dalots et la chaussée est composée de 25 cm de grave latéritique naturelle (ou litho stabilisé) en couche de base et une couche de surface en enduit superficiel tricouche. Le coût total du projet a été estimé à **NEUF CENT SOIXANTE QUATRE MILLIONS CENT SOIXANTE NEUF MILLE CINQ CENT VINGT QUATRE (964 169 524) FCA TTC.**

L'étude de ce projet nous aura permis d'intégrer l'ensemble de nos enseignements dans un cas pratique et ainsi d'appréhender les difficultés liées aux études de façon générale mais également aux aménagements routiers en rase campagne en particulier.

Au regard de l'aspect stratégique que revêt le développement du réseau routier dans une région et des investissements important alloués à l'entretien des routes en Afrique, n'est-il pas préférable d'opter pour une solution assurant d'avantage de pérennité à notre infrastructure? Ne devons-nous pas construire des voies de réseau plus structurant en investissant d'avantage au niveau de la construction et en mettant plus de rigueur sur la bonne exécution des travaux?

## BIBLIOGRAPHIE

1. **ICTARN** Instruction aux conditions Techniques d'Aménagement des Routes
2. **SETRA**, Aout 1994, Aménagement des routes principales
3. Conception du tracé de la voie courante vitesse inférieur à 220 km : **EDITION 12-09-2006 S.N.C.F**
4. **SETRA** : Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, Edition janvier 2006
5. COURS DE ROUTE 1 et 2\_C12TM : **Institut National polytechnique FELIX HOUPHOUET BOIGNY DIABATE LANCINE**
6. F - ATA Annexe II Directives de base pour la Classification et Standards(1) (**DIRECTIVES GENERALES POUR LA CONCEPTION, LA CONSTRUCTION/RECONSTRUCTION, LA REHABILITATION ET L'ENTRETIEN DU RESEAU AUTOROUTIER TRANSAFRICAINES**)
7. Cours de route v10 **UNIVERSITE D'ORLEANS I.U.T. DE BOURGES DEPARTEMENT GENIE CIVIL Hervé BRUNEL EDITION 2004-2005**
8. coursroutev2007 publiée par **Hervé BRUNEL en 2005**
9. **CEBTP, 1980**: Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux ;
10. **SETRA/LCPC, 1994** : Guide Technique, Conception et dimensionnement des Structures de Chaussées.
  1. Catalogue des structures types de chaussées neuves 1998
  2. Cours de Géotechnique Routière du DR Ismaël GUEYE (version 2014)
    1. Guide général de réalisation EIES Cameroun
    2. Guide général de réalisation EIES Burkina Faso
    3. **BCEOM** : Manuel d'exécution de petits ouvrages routiers en Afrique, 1975
    4. **BAEL 91** modifié 99
    5. **Fascicule 61** titre II.

6. Ouvrages d'art-conception et dimensionnement des petits ouvrages d'assainissement routiers du Dr Adamah MESSAN.
7. Conception et calcul des structures de bâtiment par Henry Thonier
8. Les signaux routiers règlementaires\_ Edition Juin 2009
9. Guide de signalisation routière sur les terres du domaine de l'Etat\_ Novembre 2013\_ Quebec
10. Convention sur la signalisation routière
11. Les signaux routiers\_ Edition Septembre 2001\_ Ministère de l'équipement, des transports et du logement/ France
12. **BCEOM** : Hydraulique routière, 1981
13. Cours d'hydraulique routière du **Dr. Angelbert BIAOU**
14. Cours d'hydrologie du **Dr. Harouna KARAMBIRI** et **Dr. Dial NIANG**
15. Cours d'hydrologie de M. Guinaudeau (1984)

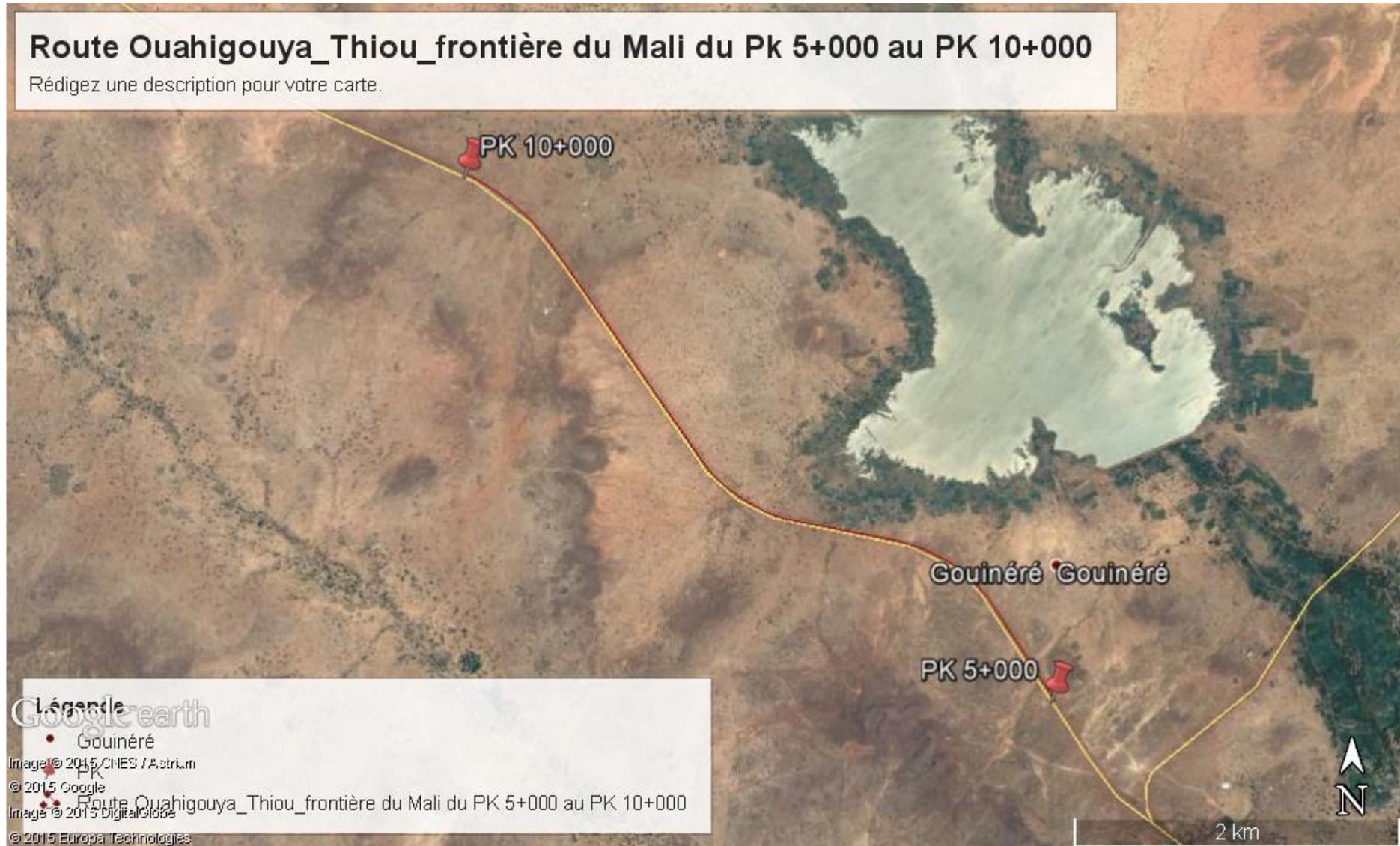
## **ANNEXES**

### **Annexe 1. Situation géographique du projet**

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

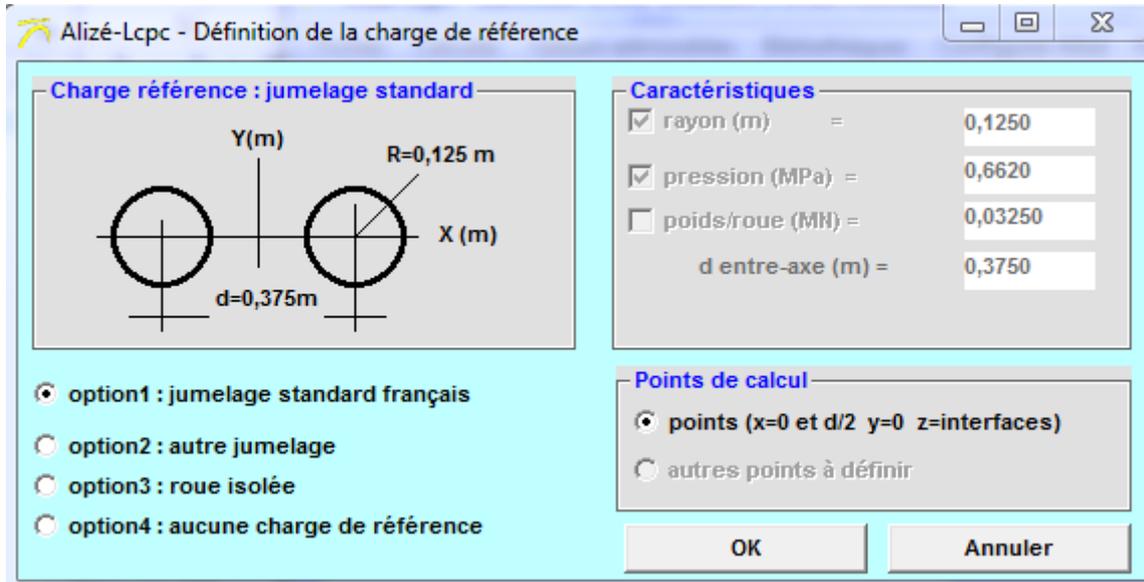


**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**



## Annexe 2. Dimensionnement chaussée avec ALIZE

### Annexe 2.1. Définition de la charge de référence



### Annexe 2.2. Résultats de la variante choisie

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT ( $\mu$ déf)	SigmaT (MPa)	EpsZ ( $\mu$ déf)	SigmaZ (MPa)
0,030	3000,0	0,350	0,000	-261,6	-0,615	17,5	0,657
	collé		0,030	-124,4	-0,222	267,0	0,648
0,250	400,0	0,350	0,030	-124,4	0,057	1142,2	0,648
	collé		0,280	-252,4	-0,057	424,0	0,140
infini	250,0	0,350	0,280	-252,4	-0,008	554,7	0,140

Annexe 2.3. Valeurs admissibles

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne journalière annuelle (MJA) :	66
<input type="checkbox"/> Taux accroissement géométrique (%) :	10,42
<input checked="" type="checkbox"/> Taux accroissement arithmétique (%) :	17
<input checked="" type="checkbox"/> Durée de service (années) :	15
<input type="checkbox"/> Trafic cumulé PL :	7,9136E+5

Cocher au plus 3 cases

**Aide**

CAM : Guide lcpc-sétra 94

CAM : Catalogue 1998

Risques : Guide lcpc-sétra 94

Risques : Catalogue 1998

Structures catalogue 98

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : **gnt et sol**

coefficient CAM : 0,7

trafic cumulé NE : 5,5395E+5

Coefficient A : 16000

pente b : -0,222

Calculer EpsiZ admissible

Calcul inverse NE = f(EpsiZ)

Bibliothèque des matériaux    Imprimer    Enregistrer

EpsilonZ admissible = 849,3 µdéf

Mémo ...

1-EpsiZ= 849,3

effacer=dbl click

Fermer

**Annexe 3. Axe en plan du projet**

Annexe 4. Profil en long du projet

Annexe 5. Quelques profils en travers du projet

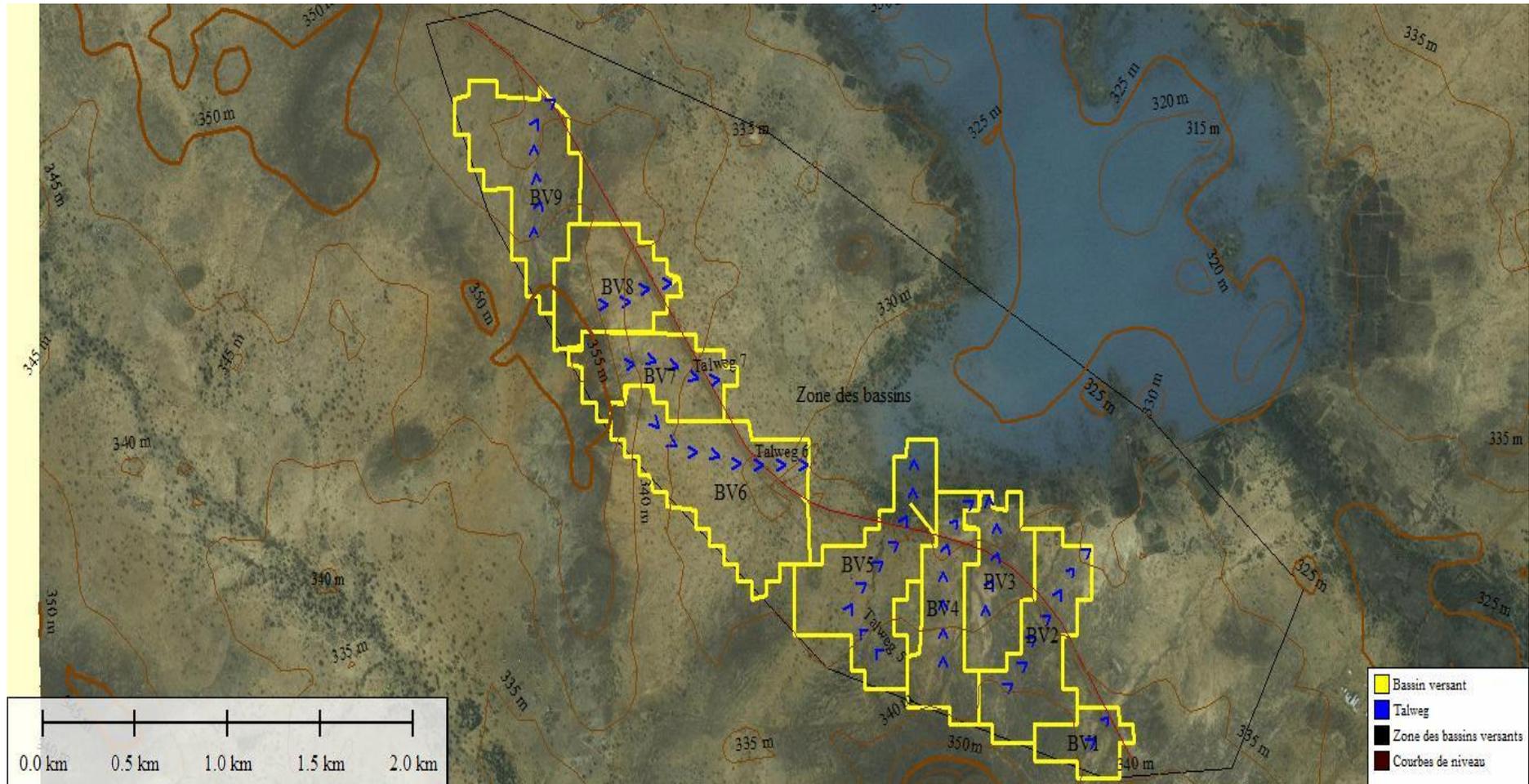
Annexe 6. Etude hydrologique et hydraulique

Annexe 6.1. Coefficients de Montana pour la station

Durée de la pluie inférieure à 2h		
Paramètres de la station	a	1009,9
	b	0,65

Annexe 6.2. Carte de délimitation des bassins versants

# TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000



**Annexe 6.3. Caractéristiques physiques des bassins versants**

<b>Caractéristiques physiques du bassin versant</b>	<b>BV1</b>	<b>BV2</b>	<b>BV3</b>	<b>BV4</b>	<b>BV5</b>	<b>BV6</b>	<b>BV7</b>	<b>BV8</b>	<b>BV9</b>
<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	0,1098	0,3016	0,2256	0,2499	0,4003	0,5030	0,2466	0,2600	0,3626
<b>Périmètre (km)</b>	1,664	3,220	2,555	3,025	4,174	3,984	2,839	2,524	3,321
<b>Indice de compacité (I<sub>com</sub>=0,282*P*S<sup>-0,5</sup>)</b>	1,416	1,653	1,517	1,706	1,860	1,584	1,612	1,396	1,555
<b>longueur du rectangle équivalent (km)</b>	0,668	1,394	1,066	1,324	1,873	1,695	1,217	1,003	1,402
<b>Pente moyenne des BV (I=0,026/S<sup>0,5</sup>)</b>	0,078	0,047	0,055	0,052	0,041	0,037	0,052	0,051	0,043
<b>Plus long parcours hydraulique (L) (m)</b>	249,5	798,76	586,06	834,51	1142	934,09	667,54	507,37	670,39
<b>Dénivelée (D=I*Lp*90%) (m)</b>	17,619	34,034	28,873	39,063	42,237	30,819	31,456	23,284	26,051
<b>Indice global de pente (m/km)</b>	26,395	24,422	27,089	29,510	22,546	18,179	25,850	23,221	18,584

**Annexe 6.4. Calcul des débits d'écoulement des eaux**

➤ *Bassin BV1*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,110
L (m)	249,5
Ltransv (m)	662,72
H (m)	17,62
pente p	7,85%
C	0,75

- Détermination du temps de concentration T<sub>c</sub> et de l'intensité i<sub>c</sub>

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 3,691 \text{ min} = 0,062 \text{ h}$$

Calcul de  $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 432,14 \text{ mm/h}$$

Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g \frac{K}{CR} \frac{L^2}{P}$$

Avec:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0.26}{CR^{0.72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0.112}{(CR)^{0.51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
3,6911	0,0615	432,1442	458,7288	344,0466	0,0039	0,2495	0,0002	0,0001	0,0001
4,0000	0,0667	410,1468	437,4900	328,1175	0,0040	0,2495	0,0003	0,0001	0,0002
3,0250	0,0504	491,8208	516,6167	387,4626	0,0036	0,2495	0,0001	0,0001	0,0000
23,1625	0,3860	130,9688	181,5282	136,1462	0,0076	0,2495	0,0415	0,0004	0,0411

On retient donc :

$$I_c = 491,82 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV1} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV1} = 11,25 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV2*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,302
L (m)	798,76
Ltransv (m)	1098,36
H (m)	34,03
pente p	4,73%
C	0,70

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 10,956 \text{ min} = 0,183 \text{ h}$$

Calcul de  $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 213,06 \text{ mm/h}$$

Temps de RICHARDS

# TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

Avec:  $g = 10 \text{m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0,26}{CR^{0,72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0,112}{(CR)^{0,51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
10,9559	0,1826	213,0628	251,9677	176,3774	0,0063	0,7988	0,00515	0,00479	0,00035
10,0000	0,1667	226,0884	263,7699	184,6389	0,0061	0,7988	0,00397	0,00443	-0,00046
10,5750	0,1763	218,0199	256,4459	179,5121	0,0062	0,7988	0,00465	0,00465	0,00000
9,0000	0,1500	242,1145	278,4316	194,9021	0,0058	0,7988	0,00293	0,00404	-0,00110
9,5000	0,1583	233,7534	270,7644	189,5351	0,0060	0,7988	0,00343	0,00424	-0,00081

On retient donc :

$$i_c = 218,02 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV2} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV2} = 12,79 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ Bassin BV3

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,226
L (m)	586,06
Ltransv (m)	949,95
H (m)	28,87
penne p	5,47%
C	0,75

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

#### Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 8,169 \text{ min} = 0,136 \text{ h}$$

#### Calcul de $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 257,86 \text{ mm/h}$$

#### Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

$$\text{Avec: } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0.26}{CR^{0.72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0.112}{(CR)^{0.51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
8,1685	0,1361	257,8603	292,9660	219,7245	0,0054	0,5861	0,0022	0,0015	0,0007
5,0000	0,0833	354,7708	384,3350	288,2513	0,0044	0,5861	0,0005	0,0010	-0,0004
6,7500	0,1125	291,8979	324,7364	243,5523	0,0050	0,5861	0,0013	0,0013	0,0000
6,0000	0,1000	315,1230	346,6353	259,9764	0,0047	0,5861	0,0009	0,0011	-0,0002

On retient donc :

$$I_c = 291,90 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV3} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV3} = 13,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV4*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,250
L (m)	834,51
Ltransv (m)	999,80
H (m)	39,06
pente p	5,20%
C	0,75

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 10,934 \text{ min} = 0,182 \text{ h}$$

Calcul de  $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = a t^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 213,34 \text{ mm/h}$$

Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

Avec:  $g = 10 \text{m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0,26}{CR^{0,72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0,112}{(CR)^{0,51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
10,9338	0,1822	213,3419	252,2194	189,1645	0,0060	0,8345	0,0051	0,0042	0,0009
9,0000	0,1500	242,1145	278,4316	208,8237	0,0056	0,8345	0,0029	0,0036	-0,0006
9,9500	0,1658	226,8263	264,4416	198,3312	0,0058	0,8345	0,0039	0,0039	0,0000
10,0000	0,1667	226,0884	263,7699	197,8274	0,0058	0,8345	0,0040	0,0039	0,0001

On retient donc :

$$I_c = 226,83 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV4} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV4} = 11,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV5*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,400
L (m)	1142
Ltransv (m)	1265,39
H (m)	42,24
pente p	4,11%
C	0,7

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

#### Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 15,225 \text{ min} = 0,254 \text{ h}$$

#### Calcul de $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 172,04 \text{ mm/h}$$

#### Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

$$\text{Avec: } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0.26}{CR^{0.72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0.112}{(CR)^{0.51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
15,2248	0,2537	172,0364	215,6900	150,9830	0,0070	1,1420	0,0130	0,0147	-0,0017
16,0000	0,2667	166,5714	210,9904	147,6933	0,0071	1,1420	0,0150	0,0153	-0,0003
16,2000	0,2700	165,2318	209,8444	146,8911	0,0072	1,1420	0,0155	0,0155	0,0000
16,5000	0,2750	163,2728	208,1728	145,7210	0,0072	1,1420	0,0163	0,0157	0,0006

On retient donc :

$$I_c = 165,23 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV5} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV5} = 12,86 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV6*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,503
L (m)	934,09
Ltransv (m)	1418,45
H (m)	30,82
penne p	3,67%
C	0,7

- Détermination du temps de concentration T<sub>c</sub> et de l'intensité i<sub>c</sub>

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 13,62 \text{ min} = 0,227 \text{ h}$$

Calcul de i<sub>c</sub>

La formule de Montana a été utilisée pour estimer i<sub>c</sub>.

$$i_c = a t^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 184,95 \text{ mm/h}$$

Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

Avec:  $g = 10 \text{m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0,26}{CR^{0,72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0,112}{(CR)^{0,51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
13,6205	0,2270	184,9497	226,9347	158,8543	0,0068	0,9341	0,0095	0,0101	-0,0006
14,0000	0,2333	181,6750	224,0658	156,8461	0,0068	0,9341	0,0103	0,0104	-0,0001
14,0500	0,2342	181,2545	223,6982	156,5888	0,0068	0,9341	0,0104	0,0104	0,0000
14,5000	0,2417	177,5780	220,4927	154,3449	0,0069	0,9341	0,0114	0,0107	0,0007

On retient donc :

$$I_c = 181,25 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV6} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV6} = 17,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV7*

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,247
L (m)	667,54
Ltransv (m)	993,18
H (m)	31,46
penne p	5,24%
C	0,75

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 9,184 \text{ min} = 0,153 \text{ h}$$

Calcul de  $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 238,95 \text{ mm/h}$$

Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

Avec:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0.26}{CR^{0.72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0.112}{(CR)^{0.51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
9,1838	0,1531	238,9543	275,5293	206,6470	0,0056	0,6675	0,0031	0,0023	0,0008
8,0000	0,1333	261,3785	296,2290	222,1717	0,0053	0,6675	0,0021	0,0020	0,0001
7,8500	0,1308	264,6142	299,2345	224,4259	0,0053	0,6675	0,0020	0,0020	0,0000
7,5000	0,1250	272,5766	306,6487	229,9865	0,0052	0,6675	0,0017	0,0019	-0,0002

On retient donc :

$$I_c = 264,61 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV7} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV7} = 13,59 \text{ m}^3/\text{s}$$

➤ *Bassin BV8*

Caractéristiques du Bassin versant:	
A (Km <sup>2</sup> )	0,260
L (m)	507,37
Ltransv (m)	1019,80
H (m)	23,28
penne p	5,10%
C	0,75

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 7,51 \text{ min} = 0,125 \text{ h}$$

Calcul de  $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = a t^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 272,34 \text{ mm/h}$$

# TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000

## Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

Avec:  $g = 10 \text{m/s}^2$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

Si  $55 < CR < 200$  on a  $k = \frac{0,26}{CR^{0,72}}$  ; sinon on a :  $k = \frac{0,112}{(CR)^{0,51}}$

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
7,5100	0,125 2	272,3407	306,428 7	229,821 5	0,005 2	0,5074	0,001 7	0,001 1	0,000 6
7,0000	0,116 7	285,0786	318,337 8	238,753 3	0,005 0	0,5074	0,001 4	0,001 1	0,000 4
6,2000	0,103 3	308,4777	340,353 7	255,265 3	0,004 8	0,5074	0,001 0	0,001 0	0,000 0
6,5000	0,108 3	299,1470	331,554 6	248,666 0	0,004 9	0,5074	0,001 1	0,001 0	0,000 2

On retient donc :

$$I_c = 308,48 \text{ mm/h}$$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV8} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV8} = 16,71 \text{ m}^3/\text{s}$$

### ➤ Bassin BV9

<b>Caractéristiques du Bassin versant:</b>	
A (Km <sup>2</sup> )	0,363

L (m)	670,39
Ltransv (m)	1204,33
H (m)	26,05
penne p	4,32%
C	0,7

- Détermination du temps de concentration  $T_c$  et de l'intensité  $i_c$

Le temps de concentration est estimé par la formule de KIRPICH et ensuite déterminé par RICHARDS.

#### Temps de KIRPICH

$$T_c = \frac{L^{1.15}}{52 \times H^{0.38}}$$

$$T_c = 9,914 \text{ min} = 0,165 \text{ h}$$

#### Calcul de $i_c$

La formule de Montana a été utilisée pour estimer  $i_c$ .

$$i_c = at^{-b}$$

Pour un temps de retour de 10 ans, on a :

$$i_c = 272,36 \text{ mm/h}$$

#### Temps de RICHARDS

Le temps de concentration déterminé précédemment, représente le point de départ de l'itération par la formule de RICHARDS.

$$\frac{T_c^3}{T_{c+1}} = g = \frac{K L^2}{CR P}$$

$$\text{Avec: } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$R = i_c (1 + T_c)$$

$$\text{Si } 55 < CR < 200 \text{ on a } k = \frac{0,26}{CR^{0,72}} ; \text{ sinon on a : } k = \frac{0,112}{(CR)^{0,51}}$$

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

tc (min)	tc (h)	ic (mm/h)	R	CR	k	L(Km)	A	B	Δ
9,9142	0,1652	227,3582	264,9261	185,4483	0,0061	0,6704	0,0039	0,0034	0,0005
9,0000	0,1500	242,1145	278,4316	194,9021	0,0058	0,6704	0,0029	0,0031	-0,0002
9,2500	0,1542	237,8407	274,5079	192,1555	0,0059	0,6704	0,0032	0,0032	0,0000
9,5000	0,1583	233,7534	270,7644	189,5351	0,0060	0,6704	0,0034	0,0033	0,0002

On retient donc :

$I_c = 237,84 \text{ mm/h}$

- Débit du bassin versant

$$Q_{BV9} = (1/3,6) * C * i_c * A$$

$$Q_{BV9} = 16,77 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Annexe 6.5. Dimensionnement hydraulique des dalots

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>			
<b>TRONCON: Pk 5+ 246</b>			
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>			
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	11,25 m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5 m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8 m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75 m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,2142857 m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	1,8367347 m
Nombre d'ouverture		n=	2
Débit par ouverture (cellule)		q'=	5,625 m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	0,9183673 m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2 m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5 m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67
Calcul de Q*1 $Q*1 = q' / Sc(2 * g * D)^{1/2}$		Q*1=	0,2744147
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,8
Dédution de H1: $H*1 = H1 / D \implies H1 = D * H*1$		H1=	1,4 m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>	
<b>Evaluation de la pente critique</b>			
Calcul de Q*2 $Q*2 = q' / (g * bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,3176395
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,2
Dédution de Ic $Ic = g * I*c / K^2 * (bc)^{1/3}$		Ic=	0,554 %
Choix de la pente		I=	0,6 %
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>			
Calcul de Q*3 $Q*3 = q' / (K * I^{1/2} * bc^{8/3})$		Q*3=	0,1706968
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,38
Dédution de V $V = V* * K * I^{1/2} * bc^{2/3}$		V=	3,131 m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>	

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>			
<b>TRONCON: Pk 5+ 770</b>			
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>			
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	12,79 m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5 m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8 m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75 m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,6542857 m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,0881633 m
Nombre d'ouverture		n=	2
Débit par ouverture (cellule)		q'=	6,395 m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,0440816 m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2 m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5 m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,3119791
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,88
Dédution de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,54 m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>	
<b>Evaluation de la pente critique</b>			
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,3611208
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,4
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{1/3}$		Ic=	0,589 %
Choix de la pente		I=	0,6 %
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>			
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{1/2}*bc^{8/3})$		Q*3=	0,1940633
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,395
Dédution de V $V = V* \cdot K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{2/3}$		V=	3,254 m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>	

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>				
<b>TRONCON: Pk 6+ 243</b>				
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>				
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	13,72	m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5	m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8	m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75	m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,92	m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,24	m
Nombre d'ouverture		n=	2	
Débit par ouverture (cellule)		q'=	6,86	m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,12	m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2	m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5	m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67	
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,334664	
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,9	
Déduction de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,575	m
Déduction du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>		
<b>Evaluation de la pente critique</b>				
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,387379	
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,25	
Déduction de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{1/3}$		Ic=	0,563	%
Choix de la pente		I=	0,6	%
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>				
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{1/2}*bc^{8/3})$		Q*3=	0,2081743	
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,4	
Déduction de V $V = V* \cdot K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{2/3}$		V=	3,295	m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>		

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>				
<b>TRONCON: Pk 6+ 729</b>				
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>				
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	11,81	m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5	m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8	m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75	m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,3742857	m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	1,9281633	m
Nombre d'ouverture		n=	2	
Débit par ouverture (cellule)		q'=	5,905	m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	0,9640816	m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2	m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5	m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67	
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,2880745	
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,82	
Dédution de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,435	m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Écoulement à surface libre</b>		
<b>Evaluation de la pente critique</b>				
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,3334509	
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,15	
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{1/3}$		Ic=	0,546	%
Choix de la pente		I=	0,55	%
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>				
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{1/2}*bc^{8/3})$		Q*3=	0,1871618	
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,39	
Dédution de V $V = V* \cdot K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{2/3}$		V=	3,076	m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>		

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>			
<b>TRONCON: Pk 7+ 088</b>			
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>			
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	12,86 m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5 m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8 m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75 m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,6742857 m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,0995918 m
Nombre d'ouverture		n=	2
Débit par ouverture (cellule)		q'=	6,43 m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,0497959 m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2 m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5 m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,3136865
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,88
Déduction de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,54 m
Déduction du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>	
<b>Evaluation de la pente critique</b>			
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,3630972
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,4
Déduction de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{(1/3)}$		Ic=	0,589 %
Choix de la pente		I=	0,6 %
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>			
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{(1/2)}*bc^{(8/3)})$		Q*3=	0,1951254
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,395
Déduction de V $V = V* \cdot K \cdot I^{(1/2)} \cdot bc^{(2/3)}$		V=	3,254 m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>	

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>				
<b>TRONCON: Pk 7+ 435</b>				
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>				
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	17,73	m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5	m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8	m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75	m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	5,0657143	m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,8946939	m
Nombre d'ouverture		n=	2	
Débit par ouverture (cellule)		q'=	8,865	m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,4473469	m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2	m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5	m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67	
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,4324776	
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	1,2	
Dédution de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	2,1	m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>		
<b>Evaluation de la pente critique</b>				
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,5005998	
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,45	
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{1/3}$		Ic=	0,598	%
Choix de la pente		I=	0,6	%
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>				
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{1/2}*bc^{8/3})$		Q*3=	0,2690182	
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,42	
Dédution de V $V = V* \cdot K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{2/3}$		V=	3,460	m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>		

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>				
<b>TRONCON: Pk 7+ 990</b>				
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>				
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	13,59	m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5	m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8	m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75	m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	3,8828571	m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,2187755	m
Nombre d'ouverture		n=	2	
Débit par ouverture (cellule)		q'=	6,795	m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,1093878	m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2	m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5	m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67	
Calcul de Q*1 $Q^*1 = q'/Sc(2 \cdot g \cdot D)^{1/2}$		Q*1=	0,331493	
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	0,9	
Dédution de H1: $H^*1 = H1/D \implies H1 = D \cdot H^*1$		H1=	1,575	m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>		
<b>Evaluation de la pente critique</b>				
Calcul de Q*2 $Q^*2 = q'/(g \cdot bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,3837085	
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,25	
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I^*c / K^2 \cdot (bc)^{1/3}$		Ic=	0,563	%
Choix de la pente		I=	0,6	%
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>				
Calcul de Q*3 $Q^*3 = q'/(K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{8/3})$		Q*3=	0,2062018	
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,4	
Dédution de V $V = V^* \cdot K \cdot I^{1/2} \cdot bc^{2/3}$		V=	3,295	m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>		

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>			
<b>TRONCON: Pk 8+ 073</b>			
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>			
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	16,71 m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5 m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8 m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75 m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	4,7742857 m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,7281633 m
Nombre d'ouverture		n=	2
Débit par ouverture (cellule)		q'=	8,355 m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,3640816 m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2 m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5 m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,4075973
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	1,05
Dédution de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,8375 m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>	
<b>Evaluation de la pente critique</b>			
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,4718005
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,4
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{(1/3)}$		Ic=	0,589 %
Choix de la pente		I=	0,6 %
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>			
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{(1/2)}*bc^{(8/3)})$		Q*3=	0,2535417
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,42
Dédution de V $V = V* \cdot K \cdot I^{(1/2)} \cdot bc^{(2/3)}$		V=	3,460 m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>	

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

<b>PREDIMENSIONNEMENT DES DALOTS EN SORTIE LIBRE</b>				
<b>TRONCON: Pk 9+ 325</b>				
<b>Caractéristiques géométriques du dalot et surélévation de l'eau en amont de l'ouvrage</b>				
Données	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Q=	16,77	m <sup>3</sup> /s
	Vitesse maximale 2 m/s ≤ Vmax ≤ 3,5 m/s	Vmax=	3,5	m/s
	g: Accélération (m/s <sup>2</sup> )	g=	9,8	m/s <sup>2</sup>
	D: Hauteur (m)	D=	1,75	m
Section totale théorique du dalot (m <sup>2</sup> )		Sth=	4,7914286	m <sup>2</sup>
Ouverture totale théorique du dalot (m)		Bth=	2,7379592	m
Nombre d'ouverture		n=	2	
Débit par ouverture (cellule)		q'=	8,385	m <sup>3</sup> /s
Ouverture (cellule) théorique du dalot (m)		bth=	1,3689796	m
Choix de l'ouverture (cellule) pratique (m)		bc=	2	m
Section pratique de l'ouverture (cellule) (m <sup>2</sup> )		Sc=	3,5	m <sup>2</sup>
Coefficient de Manning-Strickler Dalot en béton		K=	67	
Calcul de Q*1 $Q*1 = q'/Sc(2*g*D)^{1/2}$		Q*1=	0,4090609	
Lecture H*1 abaque pages 248		H*1=	1,05	
Dédution de H1: $H*1=H1/D \implies H1 = D \cdot H*1$		H1=	1,8375	m
Dédution du type d'écoulement dans l'ouvrage		<b>Ecoulement à surface libre</b>		
<b>Evaluation de la pente critique</b>				
Calcul de Q*2 $Q*2 = q'/(g*bc^5)^{1/2}$		Q*2=	0,4734946	
Lecture I*c abaque pages 258		I*c=	3,4	
Dédution de Ic $Ic = g \cdot I*c / K^2 \cdot (bc)^{(1/3)}$		Ic=	0,589	%
Choix de la pente		I=	0,6	%
<b>Evaluation de la vitesse réelle</b>				
Calcul de Q*3 $Q*3 = q'/(K*I^{(1/2)*bc^{(8/3)}})$		Q*3=	0,2544521	
Lecture V* abaque page 263		V*=	0,42	
Dédution de V $V = V* \cdot K \cdot I^{(1/2)} \cdot bc^{(2/3)}$		V=	3,460	m/s
Vérification: $V \leq Vmax$		<b>Bon</b>		

## Annexe 7. Vérification du dalot par Cype

Annexe 8. Plans d'exécution du dalot

**Annexe 9. Etude d'impact environnemental et social**

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

**Annexe 9.1. Matrice d'identification des impacts**

TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA_ THIOU_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000																
Phase du projet	Activités sources d'impact	Impact	Nature (Positif/Négatif)	Description	MILIEU RECEPTEUR											
					MULIEU BIOPHYSIQUE								MILIEU SOCIO - ECONOMIQUE			
					Air		Eau		Sols		Environnement		Social			Economie
					Couche d'ozone	Atmosphère	Eau de Surface	Eau sous terrain	Sol	Sous - sol	Faune	Flore	Education	Santé	Culture	
CONSTRUCTION	Reprofilage et construction de la piste existante Installation de la base vie et piste d'accès	Pollution de l'air et l'eau (poussière, huile de vidange, gaz d'échappement) et risque d'accident	N	Emploi des gros engins et en grand nombre		X	X	X	X	X	X	X		X		
		Vibration et nuisance sonore	N	Présence des engins et moteurs					X		X			X		
		Propagation des MST, VIH...	N	Présence des ouvriers										X		
		Création d'emploi	P	L'emploi de la main d'œuvre locale												X
	Mise en place des carrières et sites emprunts	Erosion et destruction du couvert végétal	N	Mouvement de terre et déplacement des engins					X		X	X				
		Instabilité des sols	N	Erosion due aux vibrations et divers travaux					X	X						

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA_ THIOU_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000																
Phase du projet	Activités sources d'impact	Impact	Nature (Positif/Négatif)	Description	MILIEU RECEPTEUR											
					MULIEU BIOPHYSIQUE								MILIEU SOCIO - ECONOMIQUE			
					Air		Eau		Sols		Environnement		Social			Economie
					Couche d'ozone	Atmosphère	Eau de Surface	Eau sous terrain	Sol	Sous - sol	Faune	Flore	Education	Santé	Culture	
EXPLOITATION ET ENTRETIEN	Excès de vitesse	Risques d'accident	N											X	X	
	Reprofilage léger et lourd	Effet sonore, création d'emploi	P/N											X	X	
	Réduction des couts	Développement des transports	P									X			X	
	Rendre facile l'accès à la région	Désenclavement de la région	P									X	X	X	X	

Annexe 9.2. Mesures d'atténuation

PHASE DU PROJET	IMPACTS NEGATIFS	IMPORTANCE ABSOLUE	MESURES D'ATTENUATION ET ACTIVITES DE MITIGATION	CHARGER DE MISE EN ŒUVRE	CHARGER DU CONTROLE	COUT ESTIMATIF
CONSTRUCTION	Nuisances sonores et vibration	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Le promoteur devra se conformer aux règlements du gouvernement en matière de protection des travailleurs exposés aux grands bruits ;</li> <li>* Les activités sources de nuisances sonores doivent s'arrêter entre 17h30 et 6h ;</li> <li>* Les machines et les engins doivent être de façon optimale (dans le respect des normes fixées sur l'émission sonores).</li> </ul>	Promoteur	Mission de contrôle	Inclus dans l'estimation des frais globaux de mesures environnementales et sociales
	Pollution de l'air et l'eau (poussière, huile de vidange et gaz d'échappement)	Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Prévoir une aire spécialement aménagée pour les vidanges ;</li> <li>* Arroser les zones de travail potentiellement poussiéreuses avant toutes activités (de préférence trois fois par jour : le matin à 6h30, à 13h et le soir à 16h30 ;</li> <li>* Prévoir des mesures de mitigation objectives et applicables en matière de protection de l'environnement.</li> </ul>	Promoteur	Mission de contrôle	Inclus dans l'estimation des frais globaux de mesures environnementales et sociales

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

PHASE DU PROJET	IMPACTS NEGATIFS		IMPORTANCE ABSOLUE	MESURES D'ATTENUATION ET ACTIVITES DE MITIGATION	CHARGER DE MISE EN ŒUVRE	CHARGER DU CONTROLE	COUT ESTIMATIF
CONSTRUCTION	Propagation des MST, VIH/Sida		Moyenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Tenir des réunions de sensibilisation (inclue au 1/4h de sécurité) sur les dangers des maladies sexuellement transmissible ;</li> <li>* Instaurer des campagnes de distribution des préservatifs sur le chantier.</li> </ul>	Promoteur	Mission de contrôle	Inclus dans l'estimation des frais globaux de mesures environnementales et sociales
	Utilisation des carrières et sites d'emprunt	Erosion, destruction du couvert végétal et textures des sols	Mineur	<ul style="list-style-type: none"> <li>* L'utilisation des carrières et des sites d'emprunt doivent suivre le plan d'exploitation et les mesures de mitigation préalablement établies ;</li> <li>* Les sites d'emprunt et les carrières ne doivent pas se situer aux alentours d'un village (minimum dans un rayon de 750m)</li> <li>* Les zones d'emprunt ne doivent se situer à proximité de : cimetière, site culturel, forêt classé, marécage...</li> </ul>	Promoteur	Mission de contrôle	Inclus dans l'estimation des frais globaux de mesures environnementales et sociales
		Instabilité des sols (ravines)	Mineur	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Restaurer les carrières et sites d'emprunt après utilisation ;</li> <li>* Les zones d'emprunt ne doivent pas situer à proximité de zones marécageuses.</li> </ul>	Promoteur	Mission de contrôle	

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

PHASE DU PROJET	IMPACTS NEGATIFS	IMPORTANCE ABSOLUE	MESURES D'ATTENUATION ET ACTIVITES DE MITIGATION	CHARGER DE MISE EN ŒUVRE	CHARGER DU CONTROLE	COUT ESTIMATIF
EXPLOITATION ET ENTRETIEN	Risques d'accident (convoi exceptionnel, camion contenant de produits toxiques)	Moyenne	En cas de déversement de produit dangereux alerté les autorités compétentes, en vue de procéder aux mesures d'urgences établies préalablement par le promoteur.	Autorités locales		Structure compétente
	Entretien des réseaux d'évacuation d'eau	Moyenne	Les réseaux d'évacuation (dalots...) seront nettoyés ou ré profilés périodiquement afin de faciliter l'écoulement des eaux.	Direction concernée		Fond d'entretien routier

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

**Annexe 9.3. Plan de gestion environnementale et sociale**

ELEMENT DU MILIEU RECEPTEUR		IMPACTS	ACTION ENVIRONNEMENTALE	OBJECTIF DE L'ACTION	ACTIVITES A MENER	RESPONSABLES DES ACTIVITES	RESPONSABLES DE SUIVI	LIEUX DE MISE ŒUVRE DE L'ACTIVITE	CALENDRIER D'EXECUTION	INDICATEURS OBJECTIFS VERIFIABLES
AIR	Couche d'ozone	Pollution de l'air par la poussière et les gaz d'échappement	Diminution de la poussière et des gaz d'échappement	Réduire les dangers liés à la poussière et aux gaz	Arrosage périodique des pistes circulables	Entrepreneur	Mission de contrôle et cellule de gestion environnementale	Chantier	Pendant le cours des travaux	Minimum de poussière sur le site
	Atmosphère	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EAUX	Eaux de surface	Pollution de l'eau par les huiles et déchets toxiques	Mise en place d'un bac à ordures pour le stockage des déchets	Limiter les risques de pollution des eaux de surfaces	Construction des bacs à ordures	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Base vie	Au début du démarrage des travaux	Existences et utilisation des bacs à ordures
	Eaux souterraines	Pollution de l'eau par les huiles et déchets toxiques	Mise en place d'un bac à ordures pour le stockage des déchets	Limiter les risques d'infiltration des liquides toxiques	Construction des bacs à ordures	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Base vie	Au début du démarrage des travaux	Existences et utilisation des bacs à ordures

TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK

5+000 AU PK 10+000

ELEMENT DU MILIEU RECEPTEUR		IMPACTS	ACTION ENVIRONNEMENTALE	OBJECTIF DE L'ACTION	ACTIVITES A MENER	RESPONSABLES DES ACTIVITES	RESPONSABLES DE SUIVI	LIEUX DE MISE ŒUVRE DE L'ACTIVITE	CALENDRIER D'EXECUTION	INDICATEURS OBJECTIVE-MENTS VERIFIABLES
SOLS	Sols	Erosion, destruction du couvert végétal et textures des sols (huiles,...)	Mise en place des bacs métalliques pour les vidanges et bac à ordures pour les déchets	Eviter tout contact entre les liquides dangereux et les sols et couvert végétal	Fabrication des bacs métalliques et construction des bacs à ordures	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Base vie	Au début du démarrage des travaux	Existences et utilisation des bacs métalliques et bacs à ordures
	Sous – sols	Instabilité des sols (ravines,...)	Restauration des carrières et sites d'emprunt	Fermeture des lieux de prélèvement	Remblaiement	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Carrières et les sites d'emprunt	A la fin des travaux des	Absences des sites d'emprunt et carrières
ENVIRONNEMENT	Faune	Pollution de l'air par la poussière et les gaz d'échappement, destruction du couvert végétal (huiles, déchets)	Diminution de la poussière et des gaz d'échappement, mise en place des bacs métalliques pour les vidanges et bac à ordures pour les déchets	Réduire les dangers liés à la poussière et aux gaz, éviter tout contact entre les liquides dangereux et les sols et couvert végétal.	Arrosage périodique des pistes circulables, fabrication des bacs métalliques et construction des bacs à ordures	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Chantier et Base vie	Au début du démarrage des travaux et durant tous les travaux	Minimum de poussière sur le site, existences et utilisation des bacs métalliques et bacs à ordures
	Flore									

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

ELEMENT DU MILIEU RECEPTEUR	IMPACTS	ACTION ENVIRONNEMENTALE	OBJECTIF DE L'ACTION	ACTIVITES A MENER	RESPONSABLES DES ACTIVITES	RESPONSABLES DE SUIVI	LIEUX DE MISE ŒUVRE DE L'ACTIVITE	CALENDRIER D'EXECUTION	INDICATEURS OBJECTIVE-MENTS VERIFIABLES	
SOCIAL	Education	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Santé	Vibration et nuisance sonore, propagation des IST, VIH...	Diminuer la poussière, pas d'installation dans un rayon de 750m, sensibilisation et prise en charge des personnes atteintes	Réduire la repensions de la poussière sur le site et les alentours, limiter les risques de contamination	Arrosage des pites, Sensibilisation, formation et traitement	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Site du projet et alentour	Durant les travaux et pendant l'utilisation	Minimum de poussière, pas d'installation dans un rayon de 750m, campagne de sensibilisation, de formation prise en charge.
	Culture	-	-	-	-	-	-	-	-	
ECONOMIE	Risque d'accident (Sécurité routière...)	Aménagement des structures de sécurité routière.	Limiter les risques d'accident	Installation des structures de sécurité routière et sensibilisation sur les dangers liés à la route	Entrepreneur	Cellule de gestion environnementale	Site du projet	Durant les travaux et pendant la phase opérationnelle	Présence des installations, campagne de sensibilisation	

**Annexe 10. Devis estimatif et quantitatif**

N°	DESIGNATION	UNITES	QUANTITES	P. U. FCFA HTVA	SOUS TOTAL FCFA HTVA
	<b>SERIE 000: INSTALLATION GENERALE DE CHANTIER</b>				
001	Installation des bases de l'entreprise	Fft	1	51 000 000	51 000 000
002	Amenée et repli de matériel	Fft	1	6 000 000	6 000 000
003	Installation et équipements de la Mission de Contrôle et l'Administration		1	40 000 000	40 000 000
004	Création et entretien des voies de déviation		1	2 100 000	2 100 000
	<b>TOTAL SERIE 000</b>				<b>99 100 000</b>
	<b>SERIE 100 - TRAVAUX PRELIMINAIRES</b>				
101	Débroussaillage et nettoyage	m <sup>2</sup>	100 850,00	80	8 068 000
102	Travaux de démolition ou de dépose	U	15	50 000	750 000
	<b>TOTAL SERIE 100</b>				<b>8 818 000</b>
	<b>SERIE 200 -TERRASSEMENTS GENERAUX</b>				
202	Décapage des terres végétales	m <sup>2</sup>	15 300,00	775	11 857 500
203	Déblais mis en dépôt	m <sup>3</sup>	2000	1 800	3 600 000
204	Déblai rocheux mis en dépôt	m <sup>3</sup>	2 180,00	4 400	9 592 000
205	Mise en forme, réglage et compactage de plateforme	m <sup>2</sup>	105 300,00	300	31 590 000
206	Remblai provenant de déblai	m <sup>3</sup>	1 500,00	2 300	3 450 000
207	Remblai d'emprunt	m <sup>3</sup>	4 500,00	4 500	20 250 000
208	Purge de terre de mauvaise tenue	m <sup>3</sup>	0,00	0	0

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

209	Plus-value de transport pour le prix 207	m <sup>3</sup> x km	0,00	0	0
	<b>TOTAL SERIE 200</b>				<b>80 339 500</b>
	<b>SERIE 300 - CHAUSSEE</b>				
302	Graveleux latéritiques pour couche de base sous chaussée, et accotement	m <sup>3</sup>	25 500	5012	127 806 000
303	Concassé pour couche de base (30% volume mis en place)	m <sup>3</sup>	7 650	11 000	84 150 000
304	Mise en œuvre de la couche de base litho stabilisé	m <sup>3</sup>	7 881	20 000	157 620 000
305	Plus-value aux prix 301 et 302 pour transport au-delà de 5 km	m <sup>3</sup> x km	0	0	0
306	Plus-value au prix 303 pour transport au-delà de 70 km	m <sup>3</sup> x km	0	0	0
	<b>TOTAL SERIE 300 - CHAUSSEE</b>				<b>369 576 000</b>
	<b>SERIE 400 : REVETEMENTS</b>				
401	Fourniture et mise en œuvre de bitume fluidifié (cut-back 0/1) pour imprégnation	t	109	587145	63 998 805
402	Fourniture et mise en œuvre de bitume fluidifié 400/600 pour enduits superficiels tricouche sur chaussée et/ou monocouche sur accotements	t	158	567114	89 604 012
404	Fourniture de granulats pour enduit superficiel	m <sup>3</sup>	2000	20000	40 000 000
406	Mise en œuvre de l'enduit superficiel tricouche sur chaussée	m <sup>2</sup>	68500	275	18 837 500

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

407	Mise en œuvre de l'enduit superficiel monocouche sur accotements	m <sup>2</sup>	27000	240	6 480 000
409	Plus-value au prix 404 pour transport au-delà de 70 km	m <sup>3</sup> x km	0	0	0
	<b>TOTAL SERIE 400</b>				<b>218 920 317</b>
	<b>SERIE 500 : ASSAINISSEMENT</b>				
501	<b>Dalots en BA 2 x (2m X 1,75m) de traversée</b>	ml	10	1 200 000	12 000 000
502	Gabions	m <sup>3</sup>	210	18 940	3 977 400
503	Enrochements de protection des ouvrages	m <sup>3</sup>	63	10 400	655 200
504	Descente d'eau	ml			0
	<b>TOTAL SERIE 500</b>				<b>16 632 600</b>
	<b>SERIE 600 : MESURES ENVIRONNEMENTALES</b>				
601	Remise en état des emprunts	u	1	4 500	4 500
602	Plantations d'arbres	u			0
603	Revêtement des talus en terre végétale	m <sup>2</sup>	12 500	500	6 250 000
604	Mesures divers	Fft			0
	<b>TOTAL SERIE 600</b>				<b>6 254 500</b>
	<b>SERIE 700 : SIGNALISATION ET EQUIPEMENTS DIVERS</b>				
	<b>Signalisation horizontale</b>				
701	Marquage axial continu	ml	448	700	313 600
702	Marquage axial discontinu T1	ml	4293	500	2 146 500
703	Marquage axial d'avertissement T3	ml	201	800	160 800
704	Ligne discontinue en rive T2	ml	10 508	750	7 881 000
	<b>Signalisation verticale</b>				

**TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE  
OUAHIGOUYA\_ THIOU\_ FRONTIERE DU MALI DU PK 5+000 AU PK 10+000**

705	Panneaux de signalisation Type triangulaire	u	22	150 000	3 300 000
706	Panneaux de signalisation Type octogonal (Stop)	u	3	200 000	600 000
707	Panneaux de signalisation Type circulaire	u	5	200 000	1 000 000
708	Panneaux de signalisation Type direction	u	2	300 000	600 000
709	Panneaux de signalisation Type rectangle	u	1	250 000	250 000
710	Panneaux de pré-signalisation Type carré	u	2	225 000	450 000
711	Bornes penta kilométriques	u	5	150 000	750 000
	<b>TOTAL SERIE 700</b>				<b>17 451 900</b>
<b>MONTANT TOTAL HORS TVA EN FCFA</b>					<b>817 092 817</b>
<i>TVA AU TAUX DE 18%</i>					<i>147 076 707</i>
<b>MONTANT TOTAL TOUTES TAXES COMPRISES</b>					<b>964 169 524</b>