



**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX
D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES
D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER EN INGÉNIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT
OPTION : GENIE CIVIL (ROUTE ET OUVRAGE D'ART)**

Présenté et soutenu publiquement le (04/07/20019) par :

ADOUM MAHAMAT Adoum (20100751)

Travaux dirigés par :

- **Dr. Ismaël GUEYE** Enseignant et Chercheur à 2iE
- **M. Arnaud OUEDRAOGO** Enseignant à 2iE

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Lawani MOUNIROU

Membres et correcteurs : M. Arnaud OUEDRAOGO

M. Philbert NSHIMIYIMANA

- **Promotion [2018/2019]**

DEDICACE

*A tous ceux qui ont dans leur cœur un
grain de pardon et de solidarité.*

CITATIONS

«It always seems impossible until it's done. »

Nelson Mandela.

« Si le résultat d'un calcul n'est pas conforme à ce que vous indique votre bon sens, recommencez le calcul, c'est probablement lui qui est faux. »

Robert l'Hermite

REMERCIEMENTS

Aux termes de ces années de formation, je voudrais par cette occasion remercier le Seigneur gloire à lui, le Tout puissant et le tout miséricordieux.

Je remercie aussi tous ceux et celles qui, de près ou de loin m'ont assisté d'une manière ou d'une autre au cours de ma formation et à la réussite de ce document.

Mes remerciements sont principalement adressés à :

- Dr. Ismaïla GUEYE, enseignant chercheur et encadreur 2iE, pour son assistance, son entière disponibilité et ses conseils prodigués tout au long des travaux de ce mémoire ;
- Dr. Abdou LAWANE pour son assistance, son entière disponibilité pour l'aboutissement du mémoire ;
- Mr. Arnaud OUEDRAOGO pour son aide ses recommandation sa disponibilité et ses directives ;
- Tout le corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour le savoir et le savoir-faire acquis ;
- Mr Amadé BAGAYA, Directeur Général de la Direction Générale des Routes (DGR) ;
- Mon maître de stage Mme BOUDA / ZOETGNANDE Laure Flavie pour son encadrement ;
- Mon père et ma mère qui m'ont guidé jusqu'à ce point.
- Mr DJIDDA Moussa, ingénieur concepteur pour son engagement et dévouement ;

L'ensemble du personnel de la Direction Générale des Routes.

RESUME

L'objet de notre étude intitulée <<étude technique détaillée des travaux d'aménagement et de bitumage des voies d'accès à l'institut national des sciences de la santé (INSSA) dans la ville de Bobo-Dioulasso>> s'inscrit dans le cadre de l'étude technique détaillée du projet d'aménagement et de bitumage de la voie d'accès à l'INSSA, dans la ville de Bobo-Dioulasso, ainsi que l'aménagement des trois (3) voies d'accès à ces bâtiments.

Pour la voie d'accès à l'INSSA, l'origine du projet (PK 0+000) est située au niveau d'une station d'essence qui se trouve à gauche et d'un panneau publicitaire SITAB à droite. La fin du projet se situe à la fin du mur de l'INSSA (PK 3+600), soit un linéaire d'environ 3,600 km et ceux d'accès aux bâtiments de l'INSSA, l'origine du projet est située au niveau de l'entrée principale de l'INSSA (PK 3+300). La fin du projet se situe à la fin des bâtiments de l'INSSA, soit un linéaire d'environ 400 ml (mètre linéaire). Le linéaire global du projet est de 4 km.

Le projet a pour but majeur d'améliorer les conditions de vie des étudiants, et du personnel enseignant de l'institut, les élèves du lycée privé Cheikh Anta Diop ; elle contribue également à l'amélioration du cadre de vie des populations riveraines et de tous les usagers du tronçon, notamment le personnel de l'Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA) et les villages environnants.

L'étude vise la conception des voies répondants aux règles techniques d'aménagement de voirie assurant les conditions de confort et de sécurité, économiquement rentable, prenant en compte l'ensemble des aspects environnementaux et des objectifs socio-économiques visés. Le diagnostic a permis de constater l'existant et d'affiner les orientations de l'étude. Les études géométriques et structurales de la voirie ont permis de définir :

- Pour la voie d'accès à l'INSSA (voie aménagée en 2x2 voies avec terre-plein central de largeur 3m, avec une chaussée de 7 m de largeur chacune).
- Pour les trois (3) voies d'accès à ces bâtiments (voies à aménager en 2x1, voies sans terre-plein central avec une chaussée de 3,5 m chacune).

Chacune des voies est longée de part et d'autre, par des trottoirs de 2 m de large. Les structures des chaussées sont constituées chacune d'une couche de roulement en béton bitumineux de 4cm, d'une couche de base en graveleux latéritique naturel de 20 cm et d'une couche de fondation en graveleux latéritique naturel de 30 cm. L'étude de l'assainissement a conduit à la conception d'ouvrages d'assainissement longitudinaux constitués de caniveaux de dimensions

variables, sur l'ensemble du linéaire total et aussi, la conception d'ouvrages d'art au niveau des passages d'eau. L'étude a aussi permis de définir l'éclairage de la voirie constitué de candélabre rétro bilatérale dos à dos de 12m de hauteur espacés de 40m. L'aspect environnemental a été abordé et a permis de ressortir les impacts du projet sur l'environnement, ainsi que les mesures d'atténuation.

Le coût total du projet s'élève (à **4 036 000 000, toutes taxes comprises**).

Mots-clés :

**VOIRIE, BITUMAGE, ASSAINISSEMENT, AMENAGEMENT, GRAVELEUX
LATERITIQUE.**

Abstract

The subject of our study is << study of technically detail of 4 km road work in the town of Bobo Dioulasso>> it registers within the context of the study of technical detail of project of development and tarring of the INSSA road, in town of Bobo Dioulasso, also the development of the three roads to the building.

For the INSSA entrance road, the beginning of the project (PK 0+000) is located close to a filling station, which is located at the left side of the SITAB billboard. The end of the project is located where the wall of the INSSA ends (PK 3+300). The end of the INSSA building is where the project is stopped, in other words about 400 m linear. The global linear of the project is 4 km.

The main goal the project is to improve the living conditions of the student and the teachers of the institute, the pupils of Cheikh anta Diop private high school; it also contributes to the improvement of the riparian condition and every users of the road, specially the staff ONEA (l'office national de l'eau et de l'assainissement) and the surroundings villages.

The diagnosis allowed noticing the existing and refining the orientation of the study, the geometrical and structural studies of the road allowed defining:

- For the INSSA entrance road (developed road of 2*2 with the central terrace width of 3m, with the roadway of 7m larger each.)
- For all thee entrance roads to the building (developed road of 2*2, central road without terrace, with roadway of 3,5 m each)

each of the road is long each side, with sidewalks of 2m larger the structure of the roadway is each side made of rolling layer of concrete bituminous of 4 cm, a basic layer of natural lateritic gravel of 20 cm and foundation layer of natural lateritic gravelly of 30cm.

The study of cleaning up led to the concept of cleaning up work longitudinal gutter with the variable dimension, on the whole of total linear, the conception of artwork at the level of water. The study also permitted the definition lighting of the road made of candelabra retro bilateral back to back of 12 cm higher with a space 40 cm.

The environmental aspect was addressed and permitted to bring out the impact of the project on the environment, therefore attenuation measure was taken.

The total cost the project (4036000000, tax included)

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE : institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'environnement ;
INSSA : Institut National de la Science et de la Santé ;
LNBTP : Laboratoire national du bâtiment et des travaux publics ;
BCEOM : Bureau central des études d'outre-mer ;
TMJA : Trafic moyen journalier annuel ;
CETRI : Cabinet d'étude et de recherche en ingénierie ;
ICTAVRU : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ;
CIEH : Comité interafricain d'études hydrauliques ;
CEBTP : Centre expérimental de recherche et d'étude du bâtiment et des travaux publics ;
CBR : Californian bearing ratio (Indice de portance californien) ;
CAM : Coefficient d'agressivité moyen ;
TPC : Terre-plein central ;
SCADD : Stratégie de croissance accélérée et de développement durable ;
DGER : Direction générale de l'entretien Routier ;
IGB : Institut géographique du Burkina ;
PGES : Plan de gestion environnementale et sociale ;
RGPH : Recensement général de la population et de l'habitation ;
DGOA : Direction générales des ouvrages d'art ;
ARP : Aménagement des routes principales ;
ICTARN : Instruction sur les conditions techniques d'aménagement de routes nationales ;
ONEA : Office national de l'eau et de l'assainissement ;
TDR : Termes de référence ;

SOMMAIRE

DEDICACE	ii
CITATIONS	iii
REMERCIEMENT	iv
RESUME	v
LISTE DES FIGURES	xiv
LISTE DES TABLEAUX	xv
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE PROJET	2
1.1. Introduction	2
1.2. PRESENTATION GENERALE DU PROJET	2
1.2.1. Contexte et justification du projet.....	2
1.2.2. Localisation de la zone de l'étude.....	3
1.2.3. Itinéraire et état actuel de la route	4
1.2.4. Généralités sur la zone du projet.....	4
1.3. Objectifs de l'étude.....	5
1.3.1. Objectif général.....	5
1.3.2. Objectifs spécifiques.....	6
1.4. Description du site du projet.....	6
1.4.1. Relief.....	6
1.4.2. Hydrographie de la zone de l'étude	6
1.4.3. Climatologie.....	7
1.4.4. Climat.....	7
1.4.5. Sols.....	7
1.4.6. Végétation	8

1.5. Conclusion.....	8
CHAPITRE 2 : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE	9
2.1. Introduction	9
2.2. Vitesse de référence.....	9
2.3. Calcul des paramètres cinématiques.....	9
2.4. Trace en plan	10
2.5. Profil en long	10
2.5.1. Définition	10
2.5.2. Les éléments constitutifs du profil en long	12
La figure n°6 suivant présente Les éléments constitutifs du profil en long.	12
2.5.3. Calage de la ligne rouge.....	12
2.5.4. Déclivités	13
2.6. Profil en travers	13
2.6.1. Définition	13
2.6.2. Caractéristiques géométriques du profil en travers.....	13
2.6.3. Quelques types géométriques des profils en travers	14
2.7. Création des profils du projet	14
2.8. Conclusion.....	16
CHAPITRE 3 : TERRASSEMENT ET CHAUSSEE.	19
3.1. Introduction	19
3.2. Etudes géotechniques	19
3.2.1. Définition et objet	19
3.2.2. Les résultats des essais.....	19
3.3. Terrassements	20
3.4. Dimensionnement de la structure de chaussée	20
3.4.1. Bilan de portance des sols de plate-forme	20

3.4.2. Etude du trafic.....	21
3.4.3. Détermination de la structure selon la méthode des abaques du CEBTP	24
3.4.4. Vérification de la structure calculée par le logiciel ALIZE	25
3.5. Conclusion	26
CHAPITRE 4 : ASSAINISSEMENT DE LA ROUTE.....	27
4.1. Introduction	27
4.2. ETUDE HYDROLOGIQUE	27
4.2.1. Données pluviométriques.....	27
4.2.2. Analyse fréquentielle des pluies	27
4.2.3. Etude des bassins versants	30
4.2.4. Paramètres entrant dans les calculs des débits	31
4.2.5. Détermination des débits de projet	33
4.3. ETUDE HYDRAULIQUE	34
4.3.1. Méthode utilisée.....	34
4.3.2. Etude hydraulique des ouvrages d'assainissement longitudinal.....	34
4.3.3. Etude hydraulique des ouvrages d'assainissement transversal	35
4.4. Conclusion.....	36
Chapitre 5 : ETUDE STRUCTURALE DES OUVRAGES	37
5.1. Introduction	37
5.2. Hypothèses générales	37
5.3. Charges et surcharges	37
5.4. Hypothèses des matériaux.....	37
5.5. Hypothèses du terrain.....	38
5.6. Calcul des ouvrages longitudinaux.....	38
5.7. Calcul des ouvrages transversaux de type dalot cadre ferme	39
5.7.1. Typologie des ouvrages.....	39

5.7.2. Pré dimensionnement de l'ouvrage.....	39
5.7.3. CAS DE CHARGES ET SURCHAGES	39
5.7.4. Calcul des sollicitations et des sections d'armatures	43
5.8. Conclusion	43
CHAPITRE 6 : AMENAGEMENTS CONNEXES DE LA ROUTE	44
6.1. Introduction	44
6.2. Signalisation et sécurité routière.....	44
6.2.1. Signalisation temporaire	44
6.2.2. Signalisation horizontale.....	45
6.2.3. Les marques transversales.....	45
6.2.4. Signalisation verticale	46
6.3. Eclairage public	46
6.3.1. Choix des types laminaires	46
6.3.2. Choix des types des implantations	46
6.3.3. Calcul de l'espacement des candélabres	47
6.3.4. Puissance nominale	47
6.4. Aménagement des carrefours et des amorces.....	47
6.4.1. Aménagement des carrefours.....	47
6.4.2. Aménagement des amorces.....	48
6.5. Conclusion	48
CHAPITRE 7 : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)	49
7.1. Introduction	49
7.2. Zone d'influence du projet	49
7.3. Identification et évaluation des impacts du projet	50
7.3.1. Méthode d'indentification et d'évaluation.....	50
7.3.2. Les impacts positifs.....	50

7.3.3. Les impacts négatifs.....	51
7.4. Les mesures d'atténuation	51
7.5. Plan de gestion environnementale et sociale (PGES).....	52
7.6. Conclusion	52
CHAPITRE 8 : ESTIMATION DU COUT DU PROJET	53
8.1. Introduction	53
8.2. Devis quantitatif et estimatif.....	53
8.3. Conclusion.....	54
Le coût du projet est estimé à un montant de quatre milliards trente-six millions (4 036 000 000) FCFA.....	54
CONCLUSION GENERALE	55
BIBLIOGRAPHIE	xv

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude.....	3
Figure 2: Commune de Bobo-Dioulasso.....	3
Figure 3: Localisation de la voie qui mène à l'INSSA	5
Figure 4: Localisation des voies d'étude au sein de l'INSSA.....	5
Figure 5: Réseau hydrographique de Bobo	7
Figure 6: Eléments du profil en long.....	12
Figure 7: Différents types de profil en travers	14
Figure 8: Profil en travers de la voie d'accès à l'INSSA	15
Figure 9: voie d'accès à l'INSSA (profil en travers sur aire de stationnement).....	16
Figure 10: Profil en travers de la voie interne de l'INSSA.....	16
Figure 11: Moyenne mobiles pluie annuelle (la période douteuse se situe entre 1973 et 1983)	28
Figure 12: Moyenne mobile_ pluie maximale journalière (la période douteuse se situe entre 1972 et 1976).....	28
Figure 13 : Bassin versant de la zone d'étude	30
Figure 14:Eléments du système BC	41
Figure 15:Eléments du système Bt.....	42
Figure 16:Eléments du système Br.....	42
Figure 17:Différents types d'implantation de luminaires	47
Figure 18: Variante 1 avec ALIZE.....	xvi
Figure 19: Variante 2 avec ALIZE.....	xvi
Figure 20: Variante 3 avec ALIZE.....	xvii

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Coordonnées UTM de début et la fin du projet	4
Tableau 2: Paramètre cinématique en fonction de la vitesse de véhicule.....	9
Tableau 3: valeurs des rayons en fonction de la largeur de la chaussée.....	11
Tableau 5: Caractéristiques géométriques des profils en travers.....	15
Tableau 6: Emprunt des graveleux latéritiques.....	20
Tableau 7: Classes de portance des sols de plates-formes selon le CEBTP	21
Tableau 8: Répartition du nombre des véhicules par catégorie	22
Tableau 9: Classes de trafic	24
Tableau 10: Récapitulatif de la classe de portance, du trafic du projet et des matériaux disponibles.	24
Tableau 11: Différentes variantes obtenues à partir du CEBTP	24
Tableau 12: Caractéristiques des matériaux des différentes variantes.	25
Tableau 13: Caractéristiques empiriques des deux échantillons de pluie.....	29
Tableau 14: Résultats de l'analyse des pluies.....	29
Tableau 15: Coefficient de ruissellement suivant les surfaces élémentaires.....	31
Tableau 16 : Paramètres entrant dans les calculs des débits des dalots.....	32
Tableau 17: Paramètres entrant dans les calculs des débits des caniveaux.	33
Tableau 18: Débits des tronçons des caniveaux.	33
Tableau 19: Débits des dalots	34
Tableau 20: Dimensionnement hydraulique des ouvrages (dalots).....	36
Tableau 21: Décomposition des dalots en section types	39
Tableau 22: Epaisseurs du dalot	39
Tableau 23: Valeur du coefficient v_0 en fonction de la classe de pont	40
Tableau 24: Valeur du coefficient a_1	40
Tableau 25: Valeur du coefficient bc	42
Tableau 26: Valeur du coefficient bt	42
Tableau 27: Valeur du coefficient dynamique δ	42
Tableau 28: Récapitulatif du ferrailage des caniveaux.....	43

Tableau 29: Récapitulatif du ferrailage des dalots	43
Tableau 30: Qualifications des critères retenus pour l'évaluation des impacts.....	50

INTRODUCTION GENERALE

La route est une voie ou un passage aménagé au sol et qui permet la circulation des biens et des hommes dans des conditions de confort et de sécurité entre deux points A et B.

Elle occupe le premier rang dans les pays en voie de développement. A ce titre, une importance capitale doit lui être accordée afin qu'elle puisse jouer pleinement son rôle.

Le Burkina Faso étant un pays enclavé, pour l'amélioration des conditions de vie des étudiants, le gouvernement, a entrepris dans son programme de l'année 2014 comme la plus haute nécessité, la construction des voies d'accès aux infrastructures universitaires.

Dans le cadre du présent travail, les réflexions ont été menées sur l'étude technique environnementale et d'avant-projet détaillée des travaux de construction et de bitumage de la voie d'accès à l'INSSA dans la ville de Bobo Dioulasso, ainsi que l'aménagement des trois (3) voies d'accès à ses bâtiments. La voie principale d'accès à l'INSSA a un linéaire d'environ 3,600 km et celles d'accès aux bâtiments de l'INSSA ont un linéaire d'environ 400 ml (mètre linéaire). Soit un linéaire global du projet de 4 km.

Le projet a pour but majeur d'améliorer les conditions de vie des étudiants et du personnel enseignant de l'institut, des élèves du lycée privé Cheikh Anta Diop à leur lieu d'étude. La réalisation de ce projet contribue également à l'amélioration du cadre de vie des populations riveraines et de tous les usagers du tronçon notamment le personnel de l'Office national de l'eau. Ainsi donc, il ressortira à la fin de ce travail :

- Une structure solide à la fois sécuritaire et économique ;
- Les différents types d'ouvrages d'assainissement et les équipements adéquats ;
- L'identification des potentiels impacts du projet et proposition des mesures d'atténuation ;
- La proposition d'un coût de réalisation le plus optimale possible.

Notre travail s'articulera autour de l'étude technique du projet.

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE PROJET

1.1. Introduction

Le gouvernement burkinabé, a entrepris dans son programme de l'année 2014 comme la plus haute nécessité, la construction des voies d'accès aux infrastructures universitaires à travers le pays, d'où le projet d'aménagement et de bitumage des voies d'accès à l'institut national des sciences de la santé (INSSA) dans la ville de Bobo-Dioulasso s'inscrit dans ce programme. Donc la présente étude dans ce chapitre sera consacrée à la présentation générale du projet, les objectifs à atteindre et la description du site du projet.

1.2. PRESENTATION GENERALE DU PROJET

1.2.1. Contexte et justification du projet

La route facilite les échanges et la commercialisation des productions, le transport des personnes et des marchandises. Elle offre des opportunités diverses aux populations urbaines comme rurales et favorise leur accès plus aisé aux services sociaux de base.

Conscient que les infrastructures routières, en volume et en qualité suffisants, sont indispensables à soutenir le développement national, ce projet fait partie de la volonté de l'Etat du Burkina Faso de construire un réseau digne, sur toute l'étendue du territoire. C'est dans cette vision que l'Etat burkinabé a adopté pour la période de 2011-2015, comme référence de développement, la Stratégie de croissance accélérée et de développement durable (SCADD) qui vient en remplacement du Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté (CSLP). Dans cette stratégie, le développement des infrastructures socioéducatives, et routières apparaît comme un secteur indispensable à l'atteinte des objectifs de développement. Par conséquent, il joue un rôle primordial pour la croissance accélérée du Burkina Faso.

Le gouvernement du Burkina Faso a opté pour la réalisation de ce projet d'étude technique environnementale et d'avant-projet détaillé des travaux de construction et de bitumage des voies d'accès à l'INSSA, ainsi que l'aménagement des voies d'accès à ces bâtiments, dans le but majeur d'améliorer les conditions de vie des étudiants et du personnel enseignant de l'institut, des élèves du lycée privé Cheikh Anta Diop à leur lieu d'étude. La réalisation de ce projet contribue également à l'amélioration du cadre de vie des populations riveraines et à tous les

usagers du tronçon notamment du personnel de l'office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA) et des villages environnants. Le présent projet s'inscrit dans cette logique.

1.2.2. Localisation de la zone de l'étude

La zone du présent projet se situe dans la commune de Bobo-Dioulasso, chef-lieu de la région des Hauts-Bassins. La commune de Bobo Dioulasso est située au croisement des routes principales : RN1 venant de Ouagadougou, RN7 et RN8 venant de la côte d'Ivoire et RN9 venant du Mali et la RN10 venant de Dédougou. La zone du projet est localisé dans la carte du Burkina Faso. La figure ci- après présente la commune de Bobo-Dioulasso

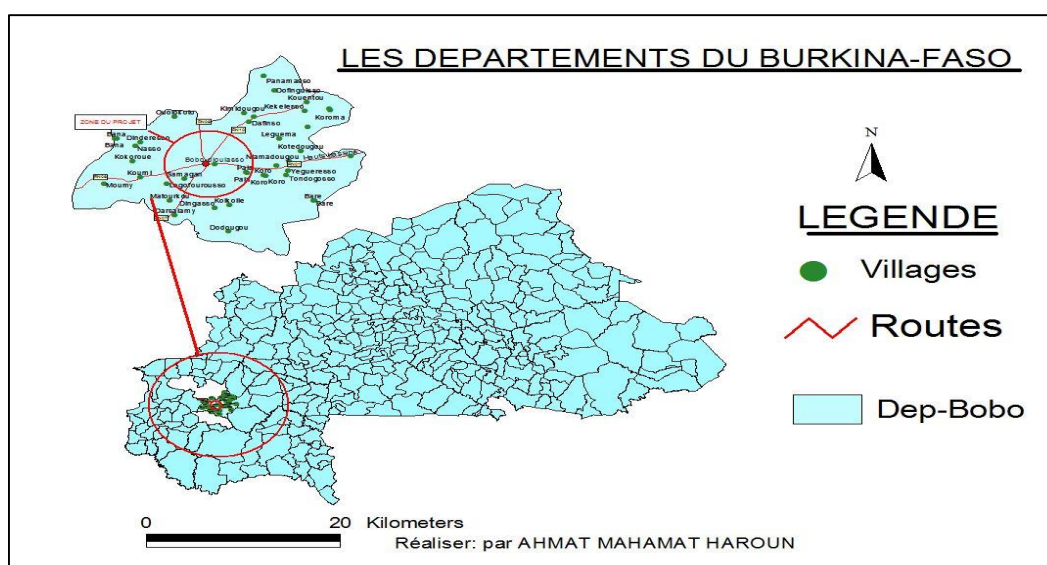


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

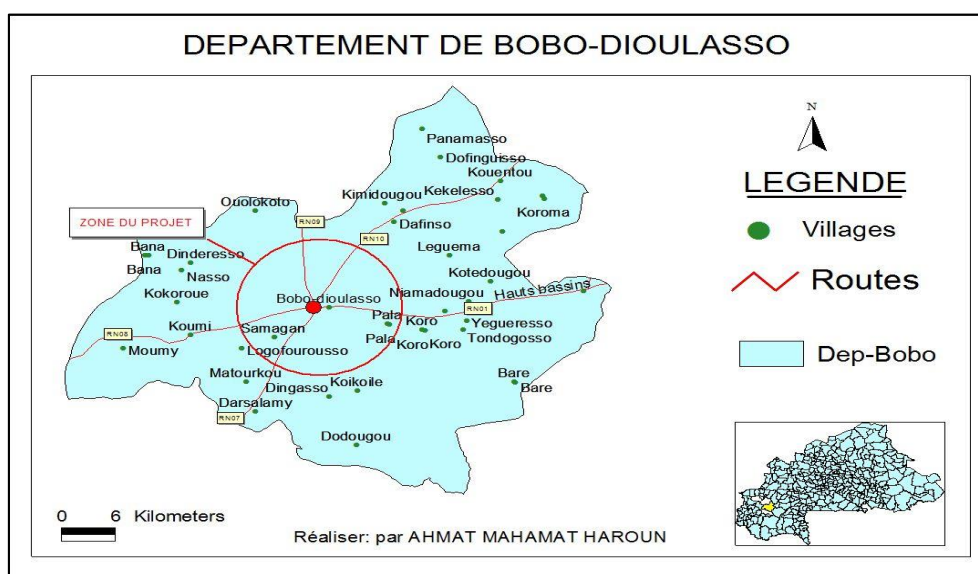


Figure 2: Commune de Bobo-Dioulasso

1.2.3. Itinéraire et état actuel de la route

La voie d'accès à l'INSSA est une route en terre aménagée et débute du PK 0+00 non loin du mur de l'aéroport de Bobo-Dioulasso qui prend fin au PK 3+600 à la fin du mur de l'INSSA. Avec une emprise moyenne existante de 30 m de la voie existante et qui n'a reçu d'aménagement depuis quelques années, la praticabilité est moyenne, due essentiellement à la présence de ravinements longitudinaux, de nids de poule, de crevasses et d'érosions, et aussi de l'absence de couche de roulement par endroits. Le tracé est linéairement droit et touffu, par endroits. Au plan assainissement, on note l'absence des fossés latéraux. L'ouvrage hydraulique existant est un dalot et une conduite d'eau souterraine de l'ONEA, ainsi plusieurs regards de l'ONEA.

1.2.4. Généralités sur la zone du projet

Le site du projet est situé au centre de la ville de Bobo-Dioulasso dans l'arrondissement N° 7. L'étude concerne la bande de territoire intéressée par les voies d'accès à l'INSSA, incluant la zone d'influence du projet susceptible d'être sensible aux travaux et à l'utilisation de la route. La voie d'accès à l'INSSA traverse le marché du secteur n° 21 et le lycée Cheikh Anta Diop. La réalisation du projet contribuera à l'amélioration des conditions d'accès au lycée Cheikh Anta Diop et au marché.

Pour la voie d'accès à l'INSSA (voie à aménager en 2x2 voies avec terre-plein central), l'origine du projet (PK 0+000) est située au niveau d'une station d'essence qui se trouve à gauche et un panneau publicitaire SITAB à droite. La fin du projet se situe à la fin du mur de l'INSSA (PK 3+600), soit un linéaire d'environ 3,600 km.

Pour les voies d'accès aux bâtiments de l'INSSA, l'origine du projet est située au niveau de l'entrée principale de l'INSSA (PK 3+300). La fin du projet se situe à la fin des bâtiments de l'INSSA, soit un linéaire d'environ 400 m. Le linéaire global du projet est de 4 km.

Les coordonnées géographiques de la voie ont été prises au GPS et confirmées par la carte IGN au 1/200 000, de la région de Bobo-Dioulasso sont consignées dans le tableau n°1.

Tableau 1: Coordonnées UTM de début et la fin du projet

Désignation	Localisation	X	Y	Longueur (km)
Début de la voie	Embranchement RR 186-1	354583	1235863	3,6
Fin de la voie	Fin du lotissement	350905	123681	

La localisation de la voie qui mène à l'INSSA est présenté sur figure.



Figure 3: Localisation de la voie qui mène à l'INSSA

La figure montre la localisation des voies internes de l'INSSA.



Figure 4: Localisation des voies d'étude au sein de l'INSSA

1.3. Objectifs de l'étude

1.3.1. Objectif général

L'objectif général est l'aménagement des voies d'accès à l'INSSA de Bobo-Dioulasso ;

1.3.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif général, les objectifs spécifiques du projet suivants, doivent être atteints :

- faire une étude technique détaillée ;
- Conception de la route et l'installation des éclairages publics ;
- Désenclavement de l'arrondissement N°7 et des quartiers périphériques ;
- L'amélioration de la sécurité (diminution des accidents, notamment concernant les piétons et les engins à deux-roues) ;
- L'amélioration de la fluidité du trafic des véhicules légers, des véhicules de transport des personnes, ainsi que des deux-roues ;

Un bon assainissement digne qui permet la réduction des risques d'inondation par la création des ouvrages d'évacuation des eaux pluviales.

1.4. Description du site du projet

1.4.1. Relief

Le relief de la ville de Bobo-Dioulasso est constitué de deux principales unités topographiques, à savoir les plateaux et les plaines. Il est plus accentué (430 mètres d'altitude moyenne) que celui de la moyenne nationale (350 mètres). La commune de Bobo-Dioulasso repose dans sa quasi-totalité sur un plateau gréseux primaire qui s'étend entre les latitudes Nord 11° et 13° et le Fouta Djallon (Guinée) jusqu'au Sud-ouest du Burkina Faso. Cette topographie, à l'image de celle de la région, lui confère l'appellation de "Hauts-Bassins" d'où prennent leur source d'importants cours d'eau tels : le Kou, le Mouhoun, la Comoé, la Léraba, etc.

1.4.2. Hydrographie de la zone de l'étude

Le réseau hydrographique de la commune de Bobo-Dioulasso est caractérisé par la présence de quatre principaux cours d'eau à régime plus ou moins intermittent. Il s'agit du Houet, du Niamé, du Bongbelé et du Kou. Il faut noter que ce sont les quatre principaux cours d'eau qui reçoivent les eaux pluviales et les eaux usées de la zone industrielle de Bobo-Dioulasso. Une grande partie de la commune est drainée par les eaux du bassin versant du Houet.

Le marigot Houet traverse en grande partie la ville de Bobo-Dioulasso en direction Sud-Ouest vers Nord-Est et pose un réel problème de pollution et de santé publique pour la ville auquel il

- Les sols ferrugineux tropicaux : ils se caractérisent par une richesse en oxydes et en hydroxydes de fer et de manganèse qui leur donne une couleur rouge ou ocre.
- Les sols hydro morphes : ils sont surtout associés à des sols ferrugineux en bordure des marigots caractérisés par un excès d'eau temporaire.

1.4.6. Végétation

La ville de Bobo-Dioulasso se caractérise par sa verdure. Elle bénéficie de précipitation abondante qui favorise le développement des espèces ligneuses. Elle dispose d'une végétation abondante, constituée essentiellement d'essences locales (caïlcédrat, fromager, etc.) et d'essences exotiques (manguier, flamboyant, etc.).

1.5. Conclusion

Les outils (Google Earth, Arc View et c...) utilisé et la recherche de documentations nous ont permis de localiser et présenté de façon général la zone du projet tout en faisant ressortir les objectifs à atteindre.

CHAPITRE 2 : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE

2.1. Introduction

La norme utilisée pour la conception géométrique est la **NORME ICTAVRU** (Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines).

2.2. Vitesse de référence

En général, les usagers adaptent la vitesse de leur véhicule aux caractéristiques de la route sur laquelle ils circulent pour que le confort et la sécurité leur soient garantis.

Le concepteur (ou le projeteur) doit donner à un itinéraire, les caractéristiques homogènes qui sont définies à partir d'une vitesse V_R appelée vitesse de référence. C'est une vitesse conventionnelle utilisée par le projeteur pour lui permettre de définir les caractéristiques minimales d'aménagement des points singuliers, tels que les courbes en tracé en plan, les points hauts et les points bas, les pentes et rampes en profil en long.

Le Ministère des infrastructures, maître d'ouvrage délégué, a indiqué dans ses clauses, une vitesse de référence de 60 km/h, compte tenu du milieu urbain du projet. Donc elle est de troisième (3^{ème}) catégorie.

2.3. Calcul des paramètres cinématiques

Le tableau n°2 ci-dessous récapitule le paramètre cinématique choisi en fonction de la vitesse de véhicule.

Tableau 2: Paramètre cinématique en fonction de la vitesse de véhicule

Vitesse du véhicule		V' (km/h)	40	60	80	100	120
Longueur élémentaire de freinage		d0 (m)	15	35	60	105	170
Distance d'arrêt en alignement		d1 (m)	40	70	105	160	230
Distance d'arrêt en courbe		d2 (m)	45	80	120	180	280
Distance de visibilité de dépassement	Minimale	dd (m)	150	250	325	400	500
	normale	dD (m)	250	350	500	625	800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement		dMd (m)	70	120	200	300	400

La vitesse de notre projet est de 60 km/h, donc nous conduit à choisir les paramètres ci-dessus encadrés.

2.4. Trace en plan

Le tracé en plan correspond à une vue aérienne de la route et se présente comme une succession d'alignements droits reliée entre eux par des arcs des courbes circulaires et des courbes de raccordement (clothoïdes).

Le travail de géométrie routière et voirie en tracé en plan comprend :

- Le choix du tracé en plan (orientation et choix des rayons de courbes).
- Le calcul des coordonnées de tous les points caractéristiques.
- Le calcul des angles correspondant aux différents changements de direction.
- Le calcul de la longueur développée du tracé en plan mesurée suivant l'axe de ce dernier, ainsi que la longueur de chacun des éléments du tracé en plan.

2.5. Profil en long

2.5.1. Définition

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

Le profil en long est une coupe verticale effectuée en suivant l'axe du tracé en plan.

Les contraintes géométriques qu'on s'impose pour caractériser notre profil en long afin de donner à notre route une fonctionnalité optimale satisfaisante pour le confort et la sécurité de l'utilisateur sont entre autres, pour la vitesse de référence $V_R = 60\text{km/h}$:

- Déclivité maximale en rampe : 6%.
- Rayon en angle saillant (RV) (chaussée unidirectionnelle) : 1500 m (minimal absolu) et 2500m (Minimal normal) ;
- Rayon en angle rentrant (RV') (chaussée unidirectionnelle) : 800 m (minimal absolu) et 1500 m (minimal normal) ;
- Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale sur la route à deux voies : 6500 m.

Les raccordements utilisés pour la conception du profil en long sont de types paraboliques.

On cherchera par contre à toujours placer des plus grands rayons à chaque fois que cela est possible, car de tels raccordements avec des rayons importants harmonisent l'allure du tracé.

En angles saillants, les rayons correspondants seront dimensionnés, au regard des contraintes de sécurité et de visibilité. En fonction des caractéristiques du tracé en plan, on s'attachera à garantir la visibilité sur obstacle ou pour dépassement. En angles rentrants, ces rayons ne posent pas de problèmes de sécurité majeure mais leur dimensionnement sera essentiellement conditionné par des contraintes de confort dynamiques, les conditions de visibilité nocturnes et l'évacuation des eaux de ruissellement. La présence d'un passage supérieur au droit d'un angle rentrant mérite un examen particulier.

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

Les valeurs des rayons en fonction de la largeur de la chaussée sont encadrées dans le tableau n°3.

Tableau 3: valeurs des rayons en fonction de la largeur de la chaussée

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

Avec : Rv le rayon en profil en long et Rh le rayon en plan.

Dans le cadre de notre projet, notre largeur de chaussée étant de 7 m, nous allons considérer :

$R_v \geq 5 R_h$. Ceci pour :

- Éviter qu'un début de courbe faible ($< 300m$) se situe en point haut de profil en long, car cela entraîne une dégradation de la perception du virage.
- Éviter de positionner des carrefours ou accès en point haut, courbes ou zone de visibilité réduite (éventuellement côté externe des courbes non déversées après vérification des conditions de visibilité).

2.5.2. Les éléments constitutifs du profil en long

La figure suivante présente Les éléments constitutifs du profil en long.

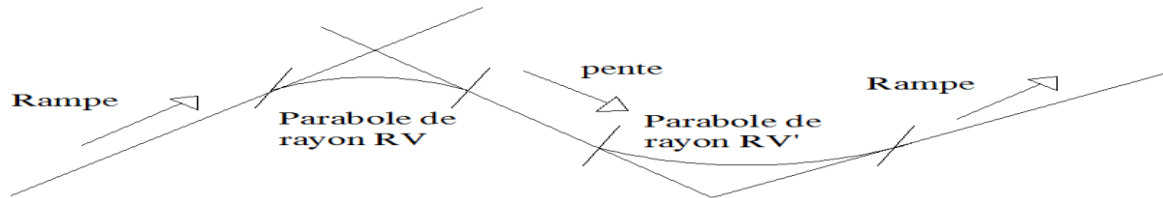


Figure 6: Eléments du profil en long.

Pour la définition des éléments constitutifs du profil en long (subdivisés en 4 parties) nous avons procédé de la manière suivante :

- Identification de toutes les positions des ouvrages hydrauliques et des points particuliers (parkings) sur le profil terrain naturel : cette phase préliminaire nous a permis d'apprécier ces positions par rapport au relief et de prendre des dispositions du point de vue altimétrique pour fixer la route. Dans notre cas, on a implanté quatre (04) ouvrages hydrauliques (dalots 1m x 1m) ;
- Détermination des rampes et des pentes ;
- Mise en place de raccordements paraboliques ;
- Définition du profil en long.

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

2.5.3. Calage de la ligne rouge

Le calage de la ligne rouge qui représente les altitudes de l'axe de la chaussée terminée en tout point de la route (cote finie du projet) a une incidence directe sur les volumes de terrassement et par conséquent, sur le coût de réalisation. Par ailleurs, en dehors des aspects économiques, la ligne rouge est tracée en tenant compte des limites de déclivités (pentes et rampes), des ouvrages de franchissement et enfin, des limites de lotissement (si on est dans une zone urbaine). Ce calage respectera au mieux l'allure du terrain naturel afin de minimiser les quantités de déblais et remblais et de permettre un accès facile à la route (pas de dénivellations importantes entre les bords de chaussée et les seuils des habitations des riverains).

2.5.4. Déclivités

La déclivité est le pourcentage de pentes et de rampes longitudinales sur une section de route. Dans le cas de notre projet, la déclivité est fixée à 6% pour faciliter l'accès de la route aux usagers. Pour assurer l'écoulement des eaux, on évitera les parties absolument horizontales (paliers), en les remplaçant par une déclivité légère de 6 à 8 cm/m.

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

2.6. Profil en travers

2.6.1. Définition

Le profil en travers est une section de la route dans un plan vertical, normal au tracé de l'axe en plan. Il est orienté de gauche à droite en regardant l'origine du projet. Les distances transversales sont cotées à partir de l'axe, positivement vers la droite, négativement vers la gauche.

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

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

Le profil en travers d'une route permet en outre, de calculer les paramètres suivants :

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

2.6.2. Caractéristiques géométriques du profil en travers

- Pente transversale de 2.5% (profil en toit) en alignement droit et dans les courbes non déversées ;
- Largeur de la plate-forme = 21.00m

- Largeur de chaque chaussée = 7.00m
- Largeur bande de rasée (accotement) = 2m ;
- Largeur du TPC = 3m
- Sur ouvrage d'art, l'accotement aura le même devers que celui de la chaussée ;

Pentes des talus :

Remblai=3/2

Déblai=2/3

Protection contre l'érosion : perrés maçonnés, enrochements et gabions aux doits des ouvrages.

2.6.3. Quelques types géométriques des profils en travers

Le profil en travers est représenté en vue de face pour une personne qui se déplacerait sur l'axe du projet de l'origine à l'extrémité du projet. La voie de gauche doit donc se situer sur la partie gauche du profil.

Il rencontre trois types de profil en travers : les profils en remblai, en déblai ou bien les profils mixtes qui seront présentés dans la figure.

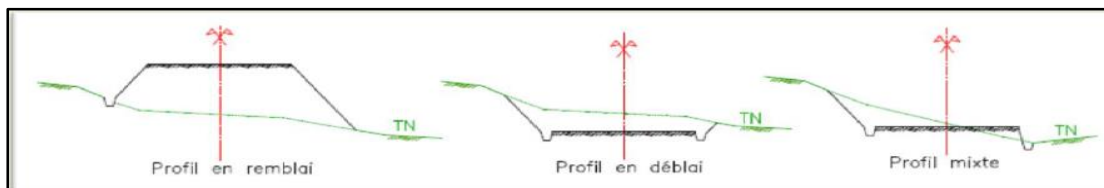


Figure 7: Différents types de profil en travers

2.7. Création des profils du projet

Notre tronçon se situe globalement en milieu urbain. Nous avons décidé d'espacer nos profils en travers à une distance régulière de 25 m et nous avons veillé à insérer un profil sur chaque point de tangence (contact alignement droit-courbe de raccordement).

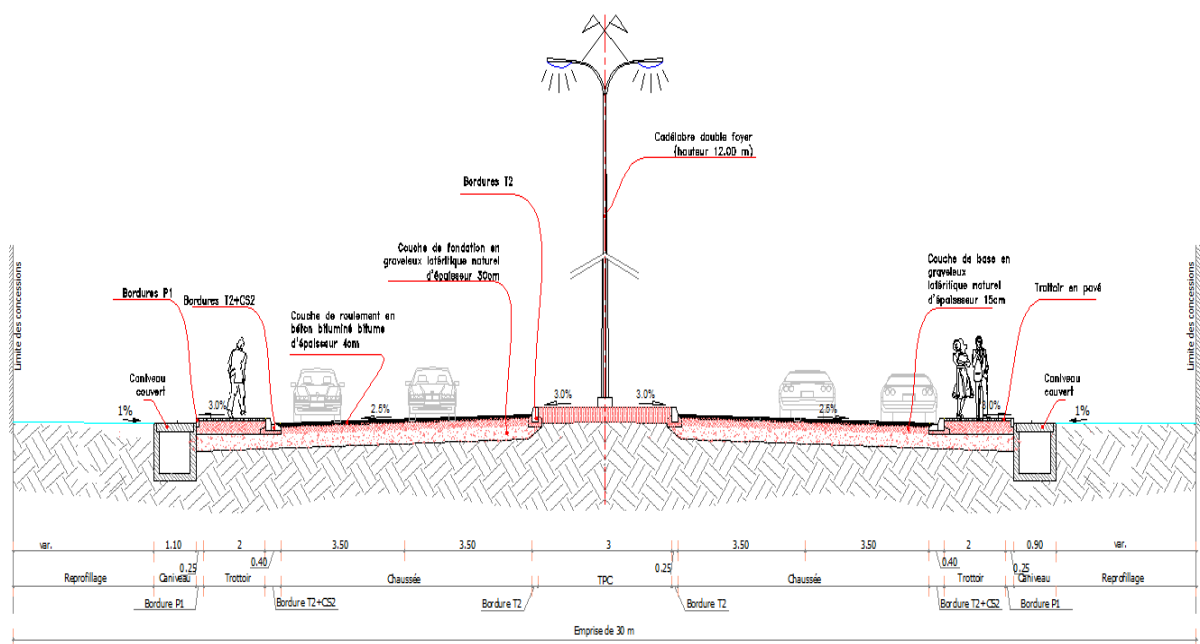
Dans notre cas, les profils à imposer concernent principalement les profils des ouvrages hydrauliques qui se trouvent le long de notre axe. Quatre (4) positions d'ouvrages hydrauliques ont été identifiées sur notre tronçon.

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

Tableau 4: Caractéristiques géométriques des profils en travers

Emprise E	Chaussées	Trottoirs	Terre-plein central	Largeurs des caniveaux		Reprofilage
				gauche	droite	
E = 30 m (voie d'accès)	2x3, 5m +2x3, 5m	2x2m	3m	0,8x0, 8m	0,6x0,6m	≥ 2x2m
E ≥ 15 m (3voies interne)	2x3, 5 m	2mx2m	-	0,8x0, 8mx2		≥ 2x2m

Le Profil en travers de la voie d'accès à l'INSSA est présenté dans la figure.

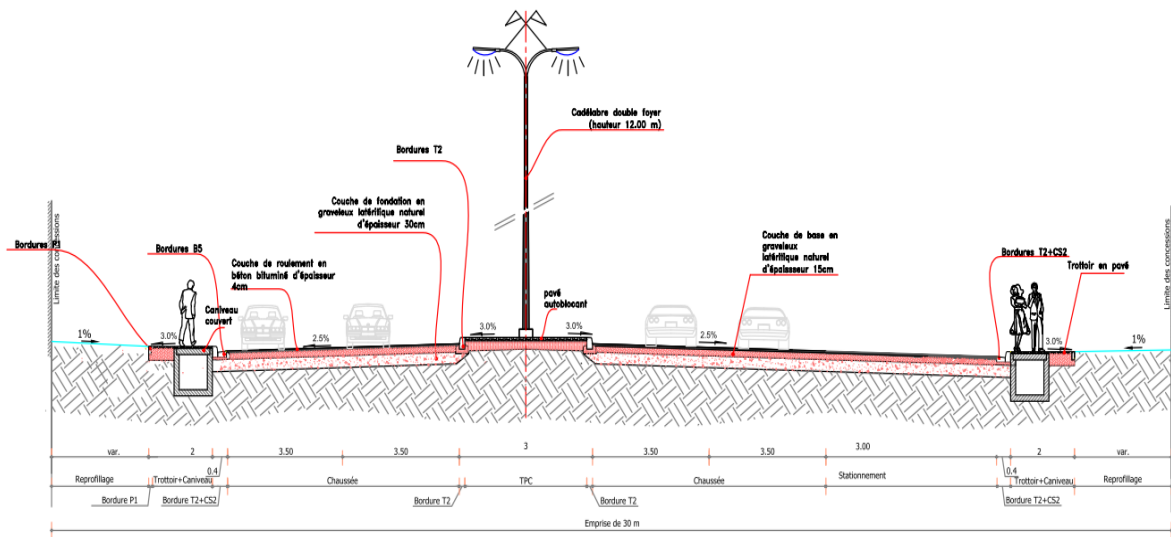


PROFIL EN TRAVERS DE LA VOIE D'ACCES A L'INSSA

Figure 8: Profil en travers de la voie d'accès à l'INSSA

La figure suivante présente la voie d'accès à l'INSSA (profil en travers sur aire de stationnement).

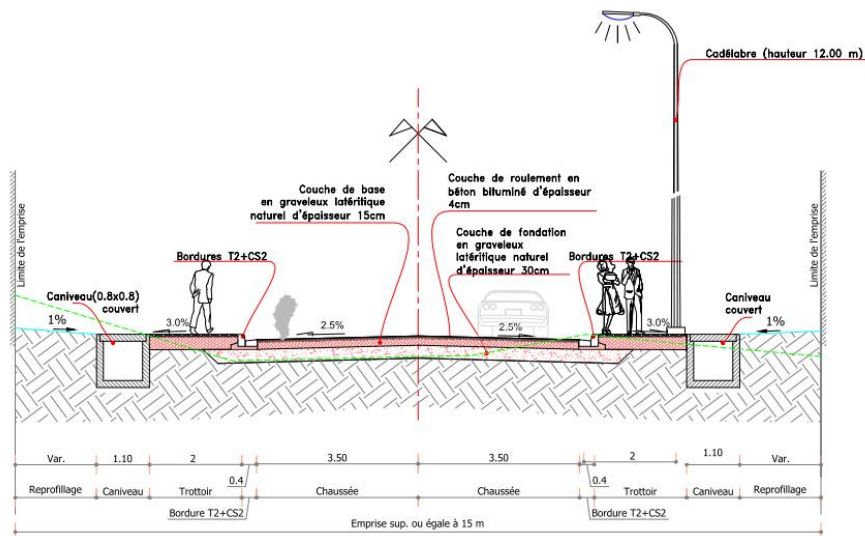
ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)



VOIE D'ACCES A L'INSSA (PROFIL EN TRAVERS SUR AIRE DE STATIONNEMENT)

Figure 9: voie d'accès à l'INSSA (profil en travers sur aire de stationnement)

La figure présente le profil en travers des voies interne de l'INSSA



PROFIL EN TRAVERS DES VOIES INTERNES DE L'INSSA BOBO-DIOULASSO

Figure 10: Profil en travers de la voie interne de l'INSSA

2.8. Conclusion

La norme utilisée nous a permis de choisir la vitesse de référence de 60 km/h car la voie en étude se situe en milieu urbain. Enfin nous avons pu ressortir les paramètres cinématiques en

fonction de la vitesse de véhicule et les différents éléments des voies en étude (tracés en plan, profils en long, profils en travers).

CHAPITRE 3 : TERRASSEMENT ET CHAUSSEE.

3.1. Introduction

La conception d'une route ne saurait être menée efficacement sans que le concepteur n'ait une idée précise des propriétés physiques du sol devant recevoir le trafic. A cet effet des études géotechniques sont menées afin de déterminer les caractéristiques du sol en place et aussi des matériaux susceptibles d'être utilisés pour la mise en œuvre des couches de la chaussée.

3.2. Etudes géotechniques

3.2.1. Définition et objet

La géotechnique est l'étude des propriétés mécaniques, physiques et hydrauliques des sols en vue de leur utilisation dans la réalisation des ouvrages de génie civil.

Les essais géotechniques réalisés pour notre tronçon sont :

- l'analyse granulométrique : texture des sols ;
- les limites d'Atterberg : consistance des sols ;
- le Proctor modifié : teneur en eau optimale des sols ;
- la portance CBR : poinçonnement des sols.

3.2.2. Les résultats des essais

Les résultats de l'étude géotechnique obtenus par le Laboratoire national de bâtiment et des travaux publics du Burkina Faso (LNBTP) sont :

3.2.2.1. Résultats sur les sols de la plate-forme

La classification des sols de plateforme sont consignés dans le tableau voir annexe I.

3.2.2.2. Emprunts en graveleux latéritique

Le tableau n°7 ci-dessous récapitule les résultats des Emprunt en graveleux latéritiques.

Tableau 5: Emprunt des graveleux latéritiques

Emprunt	Analyse granulométrique				Limites d'Atterberg		Proctor Modifié		Portance CBR (%OPM)	
	< 80 µm	<2mm	<10mm	D (mm)	W _L	IP	WOPM (%)	Σd OPM (t /m³)	95	98
A	20	34	66	31,5	38	19	10 ,1	2 ,29	46	74
B	22	40	88	16	38	19	12,0	2,11	70	104

Au vu des résultats ci-dessus, énumérés pour les emprunts, l'emprunt A sera exploité pour l'exécution de la couche de fondation, alors que l'emprunt B sera réservé pour la couche de base.

3.3. Terrassements

La réalisation d'une voie de circulation nécessite toujours une modification du terrain naturel existant. Il est en effet, nécessaire :

- D'enlever la terre végétale, recouvrant le sol dans la zone d'emprise ;
- D'excaver les matériaux situés au-dessus du niveau de fondation de l'ouvrage (déblai) ;
- De déposer des matériaux d'apport (provenant des déblais ou des prélèvements extérieurs au tracé) sur le sol naturel.

3.4. Dimensionnement de la structure de chaussée

La méthode utilisée pour le dimensionnement de la structure de chaussée est celle des abaques du CEBTP avec une vérification à partir du logiciel Alizé.

3.4.1. Bilan de portance des sols de plate-forme

Par l'analyse des sols supports de la chaussée (identification et portance), la reconnaissance permet d'obtenir les caractéristiques géotechniques de la future plate-forme devant entrer dans les calculs de dimensionnement de la structure de chaussée en association avec les autres paramètres que sont la nature et les caractéristiques géotechniques des matériaux de chaussée et des données du trafic.

Cinq classes de portance sont définies d'après le « Guide de dimensionnement des chaussées

pour les pays tropicaux » du CEBTP de Paris, et correspondent à une répartition assez constante des divers types de sols rencontrés en pays tropicaux.

Ces valeurs correspondent au CBR à 95% de la densité sèche OPM et sont rappelées dans le tableau.

Tableau 6: Classes de portance des sols de plates-formes selon le CEBTP

Classe de portance	CBR à 95% de l'OPM
S1	CBR < 5
S2	5 < CBR < 10
S3	10 < CBR < 15
S4	15 < CBR < 30
S5	CBR > 30

Donc, confère les résultats du LNBTP on obtient deux sondages :

- Sondage S7 : CBR=16 à 95% —————> classe S4

- Sondage S14 : CBR=10 à 95% —————> classe S3

On retiendra la portance S3, car c'est la plus défavorable.

3.4.2. Etude du trafic

3.4.2.1. Définition

Le trafic est l'un des paramètres le plus important qui rentre dans le dimensionnement des structures de chaussées. En effet, c'est la principale charge que prend la route.

Pour donc mener à bien cette étude, il nous a fallu faire une évaluation du trafic de notre route. Dans ce cadre, il a été mené une campagne de comptage des véhicules, toutes catégories confondues et des engins à deux roues sur deux postes de comptage dans les deux sens de parcours des usagers.

3.4.2.2. Données de comptage de trafic

Dans le cadre de l'étude, une enquête de comptage de trafic a été effectuée par le consultant en charge de l'étude. Cette enquête est justifiée par l'absence de données existantes pour cette voie, car faisant partie du réseau non classé. Les données obtenues sont compilées dans les tableaux numéro 18, 19,12 et 20 dans annexe I.

3.4.2.3. Analyse des données du trafic

Il s'agira essentiellement de déterminer le trafic moyen journalier annuel des véhicules, toutes catégories confondues, et le trafic moyen journalier annuel des poids lourds.

D'après la Norme française (NF P 98-082), un poids lourd est défini comme un véhicule dont le Poids total autorisé en charge (PTAC) est supérieur à 3,5t.

Peuvent être considérés comme faisant partie des poids lourds les véhicules ci-après Camion P11, Camion P12, Semi-Remorque T11S3, Semi-remorque T11S2, Semi-remorque T12S3, autre divers.

Les résultats de la répartition du nombre des véhicules par catégorie sont consignés dans le tableau.

Tableau 7: Répartition du nombre des véhicules par catégorie

Poste	Sens	Poids lourds	Véhicules légères
Poste1 (TMJ)	Sens 1	56	380
	Sens 2	64	561
Poste2 (TMJ)	Sens 1	55	714
	Sens 2	61	713
Totale		59	592
Sous totale		651	

D'après les comptages des poids lourds et des véhicules légers effectués dans les deux (2) postes dans chacun des sens, nous obtenons le trafic moyen journalier de chaque type des véhicules mentionné dans le tableau ci-dessus.

Donc on a : $TMJ / PL = [59]$ et $TMJ / VL = [592]$

$TMJ / PL + TMJ / VL = 651$

3.4.2.4. Classification du trafic

Selon le « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ou CEBTP de 1984 », plusieurs méthodes sont utilisées pour la classification du trafic. Il s'agit entre autres :

- Trafic journalier, toutes catégories de véhicules confondues ;
- Trafic cumulé de poids lourds (véhicule/définis comme ayant un poids total, en charge, supérieur à 3 t) ;
- Trafic cumulé calculé selon les équivalences d'essieux tirées des essais AASHO par Liddle.

La méthode la plus utilisée est la méthode de classification de trafic cumulé de poids lourds. C'est cette méthode qui sera utilisée dans cette étude pour la classification du trafic.

3.4.2.5. Hypothèses de calcul

3.4.2.5.1. Durée de vie de la route : 15 ans

La durée de vie d'une route est la période qui sera écoulée depuis sa date de mise en service jusqu'à l'apparition des dommages nécessitant un entretien. La tendance est à la réalisation des routes avec une durée de vie escomptée de quinze (15) ans comme nous le suggère le guide pratique de dimensionnement.

- Année de mise en service 2018

C'est l'année dans laquelle notre route sera ouverte à la circulation.

- Taux d'accroissement : Accroissement géométrique de 7%

C'est le coefficient annuel du trafic poids lourds pris égal à 7% (Burkina/Faso).

3.4.2.5.2. Estimation du trafic cumulé en poids lourds

Le comptage de trafic a été effectué en 2014. Il s'agira de calculer le trafic à l'année de mise en service (2018).

Le trafic de poids lourds à l'année de mise en service est donné par :

$$T_0 = T_m (1+i)^{n_0-1}$$

Avec :

T_m : le trafic moyen journalier à la fin de l'année de comptage, c'est-à-dire 2014 ;

i : le taux d'accroissement du trafic ;

n_0 : le nombre d'années entre la fin du comptage et l'année de mise en service.

$$T_0 = 59(1+7\%)^3 = 73 \text{ PL.}$$

3.4.2.5.3. Calcul du trafic à l'horizon du projet

Le trafic cumulé de poids lourds à l'horizon du projet est donné par la relation suivante :

$$T_c = 365 \times \sum T_n = 365 \times \frac{T_0 \times (1+i)^n - 1}{i}$$

Avec :

T_0 : le trafic à l'année de mise en service

i : le taux d'accroissement du trafic et n : la durée de vie de la route.

$$T_c = 669563 = 6.696 \times 10^5 \text{ PL}$$

Le tableau de classification du trafic en fonction du nombre cumulé de poids lourds donne cinq classes de trafic décrites ci-dessous :

On en ressort avec un trafic cumulé de poids lourds, $T_c = 0.6696 \times 10^6 \text{ PL}$

Le tableau nous conduit à un choix de classe de trafic de type T2

Tableau 8: Classes de trafic

Trafic cumulé	Classe
$T < 5.10^5$	T1
$5.10^5 < T < 1,5.10^6$	T2
$1,5.10^6 < T < 4.10^6$	T3
$4.10^6 < T < 10^7$	T4
$10^7 < T < 2.10^7$	T5

$5.10^5 < T < 1,5.10^6$ Donc le Trafic est de **classe T2**.

Les récapitulatif de la classe de portance, du trafic du projet et des matériaux disponibles sont présenté dans le tableau.

Tableau 9: Récapitulatif de la classe de portance, du trafic du projet et des matériaux disponibles.

Classe de trafic	Classe de portance	Matériaux disponibles
T2	S3	Graveleux latéritique naturel

3.4.3. Détermination de la structure selon la méthode des abaques du CEBTP

C'est une méthode de dimensionnement empirique qui met à la disposition du projeteur des tableaux qui regroupent des structures pré-calculées. Par ailleurs, elle tient compte de 2 critères essentiels :

La relation entre l'intensité du trafic et la portance de la plate-forme, pour déterminer les épaisseurs des différentes couches.

La relation entre le trafic et la nature des matériaux, afin de vérifier leur spécification technique face à leur utilisation.

En rappel, le trafic sollicitant notre chaussée est de classe T2 pour un sol support de classification S3.

Les variantes de chaussées proposées par le guide du CEBTP sont résumées dans le tableau :

Tableau 10: Différentes variantes obtenues à partir du CEBTP

Variantes d'aménagement	Structure de la chaussée	Couche de roulement	Couche de base	Couche de fondation
V1	Matériaux	4E ou TC (enduit superficiel tri-couche)	Graveleux latéritique naturel	Graveleux latéritique naturel
	Epaisseur	4 cm	15 cm	30 cm
V2	Matériaux	4E ou TC (enduit superficiel tri-couche)	Grave naturelle améliorés au ciment	Graveleux latéritique naturel
	Epaisseur	4 cm	15cm	25cm

V3	Matériaux	4E ou TC (enduit superficiel tri-couche)	Grave bitume	Graveleux latéritique naturel
	Epaisseur	4 cm	12cm	15cm

Ces trois variantes seront vérifiées avec le logiciel ALIZE.

3.4.4. Vérification de la structure calculée par le logiciel ALIZE

3.4.4.1. Description du logiciel

Le programme de calcul Alizé permet de déterminer à partir d'un modèle multicouche élastique fondé sur l'hypothèse de BURMISTER, les contraintes et déformations ($\sigma_t, \varepsilon_z, \sigma_z$) à différents niveaux de la structure. La charge prise en compte est une charge unitaire correspondant à un demi-essieu de 13 tonnes, représentée par une empreinte circulaire. Les données à rentrer dans le modèle pour les différentes simulations sont :

- Les épaisseurs de chaque couche ;
- Les modules d'Young (E) et les coefficients de poisson (ν) de chaque couche, y compris le sol support ;
- Les types d'interface entre les couches (conditions de collage).

Le tableau présente les caractéristiques des matériaux des trois variantes retenues :

Tableau 11: Caractéristiques des matériaux des différentes variantes(LNBTP).

Matériaux caractéristiques	Module de Young	Coefficient de poisson
Béton bitumineux à 30 ⁰ C	1300	0,35
Grave bitume à 30 ⁰ C	2000	0.35
Graveleux latéritique naturel (couche de base)	400	0,35
Graveleux latéritique naturel (couche de fondation)	150	0,35
Graveleux latéritique amélioré au ciment	600	0,35

La vérification des variantes 1,2 et 3 sont respectivement représenté les figures numéros 11 ; 12 et 13(voir Annexe I).

3.4.4.2. Structure finale retenue

Après vérification, on constate que tous ces trois variantes sont vérifiées avec ALIZE, c'est-à-dire que la déformation verticale et la contrainte verticale sont inférieures aux valeurs admissibles calculées.

Toutefois, on retiendra la variante (1), car les matériaux disponibles à proximité du site du projet sont du graveleux latéritique. On obtient donc :

- ❖ **Couche de roulement** : béton bitumineux d'épaisseur 4 cm ;
- ❖ **Couche de base** : graveleux latéritique naturel d'épaisseur 20 cm ;
- ❖ **Couche de fondation** : graveleux latéritique naturel d'épaisseur 30 cm.

3.5. Conclusion

Au terme de cette étude les données géotechniques et les données de trafic nous ont permis de définir les profils en travers types et les matériaux à mettre en œuvre pour les différentes couches de la chaussée, ainsi que leurs dimensions.

CHAPITRE 4 : ASSAINISSEMENT DE LA ROUTE

4.1. Introduction

Sur toutes ses formes, il est connu que l'eau constitue une des causes premières des diverses dégradations rencontrées sur une route. Il devient donc primordial d'assainir le plus efficacement possible la route, afin de la maintenir hors eau.

Pour mener à bien ce volet essentiel du projet, l'étude diagnostic de l'état des lieux des voies en étude a permis d'évaluer le niveau d'assainissement de la localité. Il n'existe pratiquement pas d'ouvrages dignes d'assainissement longitudinaux le long des voies existantes. En plus, plusieurs passages d'eau ont été recensés sur les voies.

4.2. ETUDE HYDROLOGIQUE

4.2.1. Données pluviométriques

Cette phase s'est déroulée en deux (2) principales étapes. Dans un premier temps, les documents existants sur le projet sont réunis auprès de la Structure d'accueil DGER. En effet, une étude APD sur les voies de l'INSSA avait déjà été faite. Cette étude avait abouti au choix de la construction d'une voie de 2×2 qui mène à l'INSSA, ainsi que de trois autres voies à aménager au sein de ses bâtiments.

La seconde phase en consisté à la recherche des données pluviométriques, notamment les pluies maximales journalières et les pluies moyennes mensuelles à BOBO-DIOULASSO pour la période de 1961-2011. Ces données proviennent également de la DGR.

4.2.2. Analyse fréquentielle des pluies

4.2.2.1. Contrôle des données

Comme il se doit avant toute analyse de données, nous avons d'abord procédé au contrôle des données afin de vérifier leur homogénéité et de détecter les périodes douteuses. Pour cela, nous avons utilisé des moyennes mobiles sur 5 ans, 11 ans et 25 ans de la série pluviométrique, aussi bien les pluies maximales journalières que les pluies moyennes mensuelles. Ensuite, en représentant les graphes des différentes moyennes et par comparaison avec la moyenne de chaque série, nous avons décelé les périodes douteuses (périodes pour lesquelles les hauteurs de pluies s'écartent de la moyenne).

La Figure n° 11 ci-après présente la Moyenne mobiles- pluie annuelle.

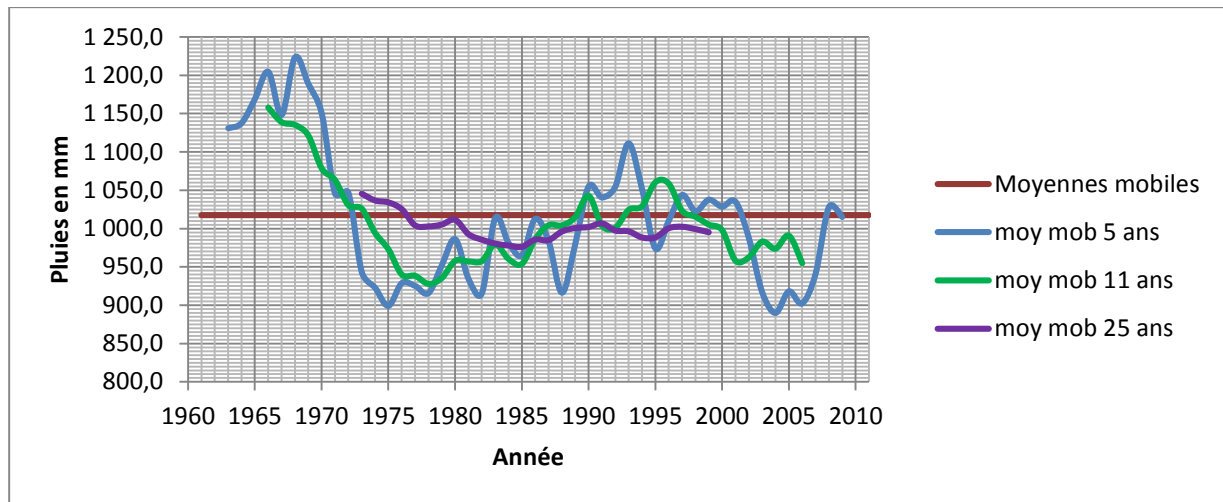


Figure 11: Moyenne mobiles pluie annuelle (la période douteuse se situe entre 1973 et 1983)

La Figure n° 12 ci-après présente la Moyenne mobile_ pluie maximale journalière

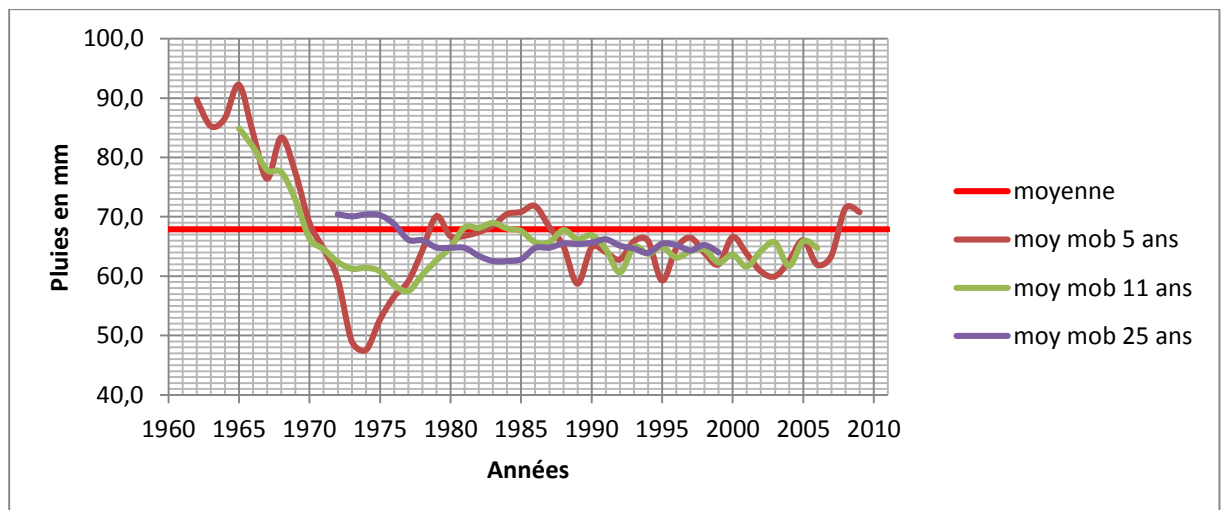


Figure 12: Moyenne mobile_ pluie maximale journalière (la période douteuse se situe entre 1972 et 1976)

De cette analyse nous pouvons conclure que les données de la station de Bobo-Dioulasso sont assez homogènes pour être utilisées de façon judicieuse dans cette étude. Nous avons enfin calculé les paramètres empiriques de chaque série, à savoir la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation.

Le tableau suivant présente les caractéristiques empiriques des deux échantillons de pluie (max journalières, Pluies mensuelles)

Tableau 12: Caractéristiques empiriques des deux échantillons de pluie

	Maximum	Minimum	Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation
Pluie max journalières (mm)	121.1	43.0	66.8	18.3	27.20%
Pluies mensuelles (mm)	1412.9	775.4	1017.6	171.27	16.83%

4.2.2.2. Analyse des pluies mensuelles

Pour l'estimation de la pluie moyenne annuelle, nous avons utilisé la loi normale ou loi de Gauss qui est plus adaptée pour les valeurs moyennes. Le calcul des fréquences empiriques sera effectué avec la formule de HAZEN :

$$Fi = \frac{i-0,5}{N}$$

L'ajustement nous a permis de déterminer une pluie annuelle d'une hauteur de 1017.61 mm valeur connue à 90%. (Voir calculs en annexe 1).

4.2.2.3. Analyse des pluies maximales journalières

Les pluies maximales journalières étant des valeurs extrêmes, la loi de Gumbel est la plus adaptée et les fréquences empiriques seront calculées avec la formule de WEIBULL : $Fi = \frac{i}{N+1}$

L'ajustement nous a permis de déterminer la pluie journalière, décennale et centennale sèche et humide. Les pluies décennales et centennales humides pour aller dans le sens de la sécurité de l'ouvrage sont retenues. En effet un ouvrage dimensionné sur la base d'une pluie décennale ou centennale humide résistera plus facilement aux pluies de hauteur inférieures. Nous retiendrons donc les valeurs suivantes qui seront récapitulé dans le tableau :

Tableau 13: Résultats de l'analyse des pluies

Station de Bobo-Dioulasso		Pluie décennale (mm)	Pluie cinquantennale	Pluie centennale (mm)
	Humide	96.2	122.6	133.8

(Voir détails de calculs en annexe II)

4.2.3. Etude des bassins versants

Le bassin versant est caractérisé par son écoulement, sa longueur, sa pente et par les crêtes. Dans le cas de ce présent projet on a délimité notre bassin versant par des sous bassins versants qui sont au nombre de six (6) (pour les calculs des débits des caniveaux) et quatre (4) sous bassins (pour les calculs des débits des dalots) de quelque dizaine d'hectare à quelques kilomètres carrés de superficie.

- Les caractéristiques physiques des sous bassins versant, sont déterminées à l'aide des outils suivants : Google Earth Global Mapper, Excel, Auto CAD.

La figure présente le Bassin versant de la zone d'étude.

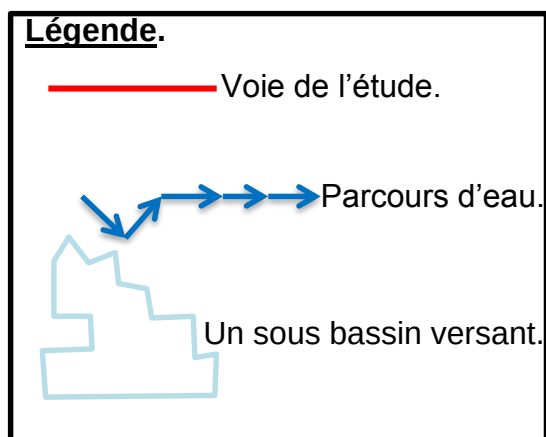
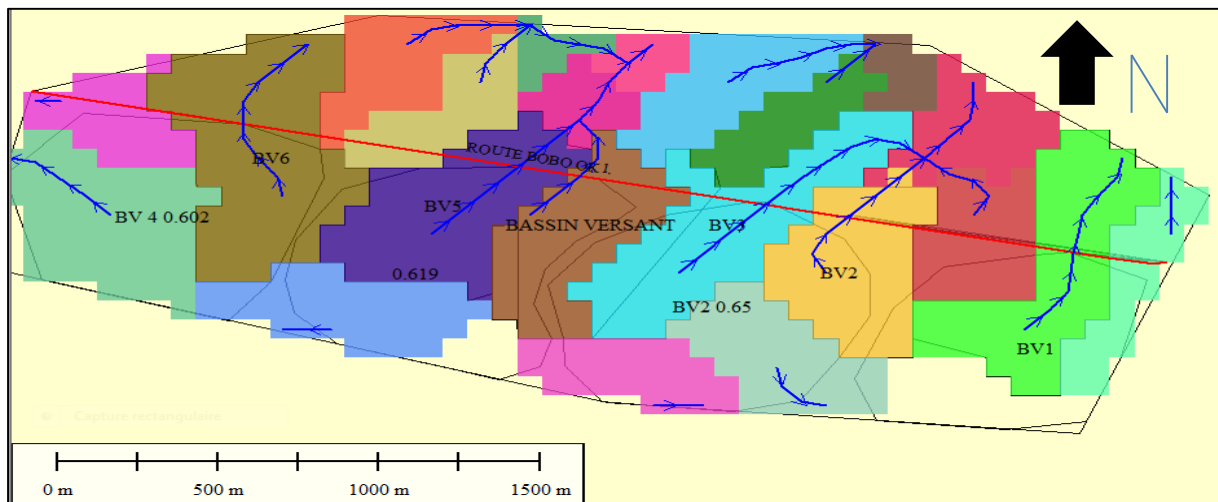


Figure 13 : Bassin versant de la zone d'étude

D'après l'analyse au niveau du bassin versant, on remarque l'importance de six parcours d'eau qui traversent notre voie en étude, donc nous avons prévu quatre ouvrages de franchissement pour lesquels il faudra déterminer le débit maximal à véhiculé dans chaque ouvrage. Ils seront respectivement positionnés au PK0+295 ; PK2+900, PK 1+290 et au PK 1+890 ; les valeurs caractéristiques des bassins versants sont dans l'annexe I

4.2.4. Paramètres entrant dans les calculs des débits

4.2.4.1. Le temps de concentration

Nous estimons le temps de concentration à partir de la formule de KIRPICH et vérifié par la formule de RICHARDS, les détails de calculs sont dans l'annexe I

$$TC = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1,15}}{H^{0,38}}$$

Avec :

Tc, Temps de concentration en mn ;

L, distance en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant ;

H, le dénivelé en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant.

4.2.4.2. Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement exprime le rapport entre la partie des précipitations qui ruisselle et les précipitations totales.

Ce coefficient qui caractérise la couverture de chaque bassin versant, intégrant la nature du sol, le couvert végétal, le type d'urbanisation, est obtenu par pondération des coefficients de différentes surfaces élémentaires (sol nu, espace vert, rue bitume, rues latéritiques, toiture cours ...) dans les conditions indiquées dans le tableau n°15 :

Tableau 14: Coefficient de ruissellement suivant les surfaces élémentaires

Surface élémentaires	Coefficient de ruissellement
Rue et trottoirs bitumés	0,80
Rues et trottoirs en latérite compacte	0,60
Rue et trottoirs non compactés	0,30
Terrain de jeu, terrain vague, nu ou similaire	0,20
Jardins, surface plantée ou boisée	0,10
Toitures métalliques à faible pente	0,75

Toitures métalliques à forte pente	0,90
Cours imperméables d'immeubles	0,60
Cours perméables d'immeubles	0,30

Source : l'assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical Sud-Africain : Alin Morel A l'UISSIER, Noisy-le-Grand, 1996

Pour notre site, le coefficient pour l'ensemble des unités de drainage, obtenu par pondération des coefficients de ruissellement élémentaires ci-dessus, présentés se situent entre 0,6 et 0,8.

Partant de ce fait, on va considérer la plus grande valeur pour le coefficient de ruissellement soit 80% afin de se mettre dans une plus grande sécurité.

4.2.4.3. Intensité de la pluie

L'intensité des pluies (I), est estimée grâce à la formule de Montana, encore appelée formule monôme ci-dessous :

$$I = a \times t^{-b}$$

Avec t, le temps de concentration en minutes ;

a et b nombre sans dimensions données.

Les coefficients de Montana pour la zone d'Afrique de l'Ouest sont donnés en fonction du temps de retour de :

- 5 ans a=39 et b= -0,86
- 10 ans a=62 et b= - 0,1

Pour les dimensions, on prend généralement une durée de retour de 5 ans pour les caniveaux et 10 ans pour les dalots.

Les calculs des différents paramètres cités ci-dessus, qui entrent dans le calcul des débits des caniveaux et des dalots seront récapitulés respectivement dans les tableaux n° 16 et 17.

Tableau 15 : Paramètres entrant dans les calculs des débits des dalots.

Bassins versants	Coeff rui	Tc (mn)	I (mm /h)
BV1.D1	0,8	21,49	45,80
BV2.D2	0,8	21,76	45,60
BV3.D3	0,8	16,19	47,13
BV4.D4	0,8	21,35	45,80

Tableau 16: Paramètres entrant dans les calculs des débits des caniveaux.

Bassins versants	Coeff rui	Tc (mn)	I (mm /h)
SBV1g	0,8	5,34	9,23
SBV2g	0,8	4,19	11,38
SBV3g	0,8	5,71	8,72
SBV4g	0,8	3,56	13 ,10
SBV5g	0,8	6,87	7 ,44
SBV6g	0,8	7,19	7,15
SBV1d	0,8	3	15,16
SBV2d	0,8	3,24	14 ,19
SBV3d	0,8	4	11,84
SBV4d	0,8	5,28	9,32
SBV5d	0,8	3,48	13,34
SBV6d	0,8	3,83	12,29

4.2.5. Détermination des débits de projet

Enfin, après adoption des différents paramètres, et l'un des caractéristiques physiques (superficie) qui entrent directement dans la détermination des débits, calculons les débits du projet par la méthode rationnelle améliorée , d'une part, pour sa simplicité et d'autre part, pour sa fiabilité.

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times (A)^{1-\epsilon} \quad \text{Avec Epsilon coeff d'abattement 0.05}$$

Q le débit en m³/s ; **C** le coefficient de ruissellement ; **I** est l'intensité de l'averse en mm/h et **A** la superficie du BV en km². Les tableaux n° 18 et 19 suivants donnent les débits maximaux des dalots et des différents tronçons des caniveaux.

Tableau 17: Débits des tronçons des caniveaux.

.N° Réf	tronçons	Coeff rui	I (mm /h)	Bassin versant	A (km2)	Débits m3/s
1	Caniveau C1g	0,8	9,23	SBV1g	0.34	0,697
2	Caniveau C2g	0,8	11,38	SBV 2g	0.27	0,683
3	Caniveau C3g					
4	Caniveau C4g	0,8	13 ,10	SBV 4g	0.26	0.757
5	Caniveau C5g	0,8	7 ,44	SBV 5g	0.32	0,529
6	Caniveau C6g	0,8	7,15	SBV6g	0.44	0,699
7	Caniveau C1d	0,8	15,16	SBV1d	0,075	0,254
8	Caniveau C2d	0,8	14,19	SBV2d	0,048	0,153
9	Caniveau C3d	0,8	11,84	SBV3d	0,0800	0,211
10	Caniveau C4d	0,8	9,32	SBV4d	0,136	0,281
11	Caniveau C5d	0,8	13,34	SBV5d	0,135	0.269
12	Caniveau C6d	0,8	12,29	SBV6d	0,0730	0,216

Tableau 18: Débits des dalots

N° Réf	tronçons	Coeff rui	I (mm /h)	Bassin versant	A (km2)	ε	Débits m3/s
1	Dalot 1	0,8	45,8	BV1.D1	0,20	0,05	1.82
2	Dalot 2	0,8	45,6	BV2.D2	0.34	0,05	2.86
3	Dalot 3	0,8	47,13	BV3.D3	0.18	0,05	1.70
4	Dalot 4	0,8	45,8	BV4.D4	0.26	0,05	2.26

4.3. ETUDE HYDRAULIQUE

Cette étude permet d'élaborer les différentes possibilités de choix d'ouvrages de franchissement en fonction du débit de projet, d'étudier le fonctionnement des ouvrages choisis et enfin, de déterminer la section hydraulique ou section géométrique des ouvertures de l'ouvrage.

4.3.1. Méthode utilisée

Les méthodes utilisées pour les dimensionnements hydrauliques des ouvrages d'art sont :

- La méthode de Manning Strickler (pour les caniveaux).
- La méthode des grandeurs réduites du BCEOM (pour les dalots) ;

4.3.2. Etude hydraulique des ouvrages d'assainissement longitudinal

Les débits étant connus, nous utiliserons principalement la formule de Manning-Strickler pour déterminer les dimensions des différents tronçons des caniveaux.

$$Q = K_S S R_H^{2/3} \sqrt{I}$$

K_S : Coefficient de Strickler ($m^{1/3}/s$); pour des ouvrages en béton, on prend $ks= 70$

S : La section mouillée ; $S= b \times h$ car la section est rectangulaire.

$$R_H(m) \text{ étant le rayon hydraulique de l'ouvrage ; } R_H = \frac{S}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

I étant la pente de fond ; $j = ks \times (b \times h)^{5/3} / (b + 2h)^{2/3}$

La méthode utilisée est celle de la débitance : c'est une méthode qui consiste à varier la valeur de h et b , on calcule j , puis on compare avec $Q/\sqrt{I}$, la valeur de j doit être légèrement supérieur

ou égale à $Q/\sqrt{I}$ puis on retiendra la valeur de h et b qui permettront d'avoir j sensiblement supérieur ou égal à $Q/\sqrt{I}$.

Une vérification de la vitesse dans l'ouvrage est indispensable, car une grande valeur pourrait entraîner une érosion des berges ou du fond et une valeur faible pourrait entraîner des dépôts au fond de l'ouvrage. Pour les ouvrages en béton, on fixe $V_{\max} = 3,5$ m/s et $V_{\min} = 0,5$ m/s.

Le récapitulatif des dimensions des ouvrages latéraux est donné dans les tableaux n° 30 et 31 voir annexe I.

D'après les résultats consignés dans le tableau, on remarque que l'intervalle de $V_{\max}$ fixée est vérifié ; on a prévu aussi pour les caniveaux, une revanche de 0,20m, afin d'éviter des débordements dans les conditions extrêmes de débit ou de perturbation de l'écoulement par des objets de charriage.

4.3.3. Etude hydraulique des ouvrages d'assainissement transversal

Dans le présent projet, il s'agit d'une étude des dalots.

La méthode utilisée pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages d'art est la méthode des grandeurs réduites du BCEOM.

Les dalots sont des ouvrages en béton armé de section rectangulaire ou carrée qui permettent d'assurer le passage de l'eau sous la chaussée. Ils sont constitués de murs verticaux appelés piédroits sur lesquels repose une dalle en béton armé continue ou formée de juxtaposition d'éléments préfabriqués. Les piédroits peuvent être fondés soit sur des semelles distinctes, soit sur une semelle unique, appelée radier général. Ce sont des ouvrages adaptés à des débits excédant 10m³/s. La plupart ne nécessite pas de joints de chaussée, ni d'appareil d'appui d'où leur facilité d'entretien.

Notons que l'ouvrage sera dimensionné, ici en sortie libre, en considérant que le niveau d'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage est en-dessous du bord supérieur de l'ouvrage.

4.3.3.1. Vérification de la hauteur d'eau à l'amont de l'ouvrage.

La formule $Q^* = \frac{q}{s} \times \frac{1}{\sqrt{2gH}}$ permet de déterminer la hauteur d'eau à l'amont immédiat de l'ouvrage.

4.3.3.2. Vérification de pente critique

La vérification de la pente critique dans l'ouvrage est donnée par l'expression suivante :

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{(g \times l^5)}}$$

4.3.3.3. Vérification de la vitesse dans l'ouvrage

Il est enfin, nécessaire de vérifier la vitesse d'écoulement à l'intérieur de l'ouvrage. Cette

vérification est faite à partir de la formule $Q^* = \frac{q}{K L^{8/3} \sqrt{I_c}}$

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau n° 20 :

Tableau 19: Dimensionnement hydraulique des ouvrages (dalots)

Désignation des ouvrages	Qp (m3/s) débit projet	n alvéoles	Hauteur (D) en m	Largeur (B) en m	H1(m)	IC	V (m3/s)	Section adoptée S(mx m)
Voie d'accès à l'INSSA de Bobo- Dioulasso								
PK0+295	0,81	1	1,00	1,500	0,6	0,005	1,87	1,5x1
PK1+290	0,91	1	1,00	1,50	0,7	0,006	2,06	1,5x1
PK1+890	1,63	1	1,00	1,50	0,95	0,006	2,34	1,5x1
PK2+900	0,87	1	1,00	1,50	0,6	0,006	2,03	1,5x1

H1(m) : hauteur d'eau en amont de l'ouvrage

IC (sans dimension) : pente critique de l'ouvrage

v (m3/s): vitesse de l'eau dans l'ouvrage

Les détails de calcul sur le programme EXCEL sont à l'ANNEXE V (Dimensionnement hydraulique des ouvrages).

4.4. Conclusion

Au terme de ce volet essentiel du projet nous pouvons affirmer que les objectifs fixés sont atteints. Nous avons pu concevoir les ouvrages d'assainissement longitudinaux (de dimensions relativement moyennes) de part et d'autre de la chaussée ainsi que les ouvrages transversaux au niveau des importants passages d'eau.

CHAPITRE 5 : ETUDE STRUCTURALE DES OUVRAGES

5.1. Introduction

Dans cette partie, il est question de la détermination des sections d'armatures qui logeront dans les dimensions hydrauliques des ouvrages (caniveaux et dalots) précédemment définis. Le calcul du ferrailage se fera suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé selon la méthode des états limites dites règles B.A.E.L 91 modifié 99, mais aussi par plusieurs hypothèses sur les différents matériaux.

5.2. Hypothèses générales

Les calculs et les justifications ont été menés conformément aux prescriptions des documents suivants :

- le Fascicule 61-titre II du C.C.T.G. « conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art » portant règlement des charges ;
- les règles de calcul aux états limites BAEL91, modifiée 99 ;
- le Fascicule 61-titre V du C.P.C-Circulaire n° 78-33 ET 79-115 ;
- le Fascicule 62-titre V du C.C.T.G « Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil » ;

5.3. Charges et surcharges

Les calculs sont menés en considérant les actions suivantes :

- Poids propre ;
- Poussées des terres d'origines pondérables ;
- Pressions et sous-pressions hydrostatiques ;
- Charges statiques en tenant compte du poids du remblai sur les dalles de couverture des parties enterrées ;
- Déformations linéaires en différé et en instantané (retrait, fluage, dilatation, freinage...)

Les actions à prendre en compte dans les calculs sont définies conformément aux titre 2 du fascicule 61 conception, calcul et épreuves des ouvrages. [A(l) ; Bc ; Bt ; Br et MC 120].

5.4. Hypothèses des matériaux

➤ Caractéristiques du béton

- La fissuration sera considérée comme préjudiciable ;
- Béton C25/C30 de poids volumique= 25 KN/m³ pour les dalots ;
- Résistance à la compression à 28 jours : $f_{c28} = 25$ MPa ;
- Résistance à la traction à 28 jours : $f_{tj} = 0,6 + 0,06f_{c28} = 2,10$ MPa ;
- La contrainte à l'état limite du béton :

$$\sigma_{bu} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0,85 \times 25}{1,5} = 14,17 \text{ MPa Avec } \gamma_b = 1,5 ;$$

- La contrainte limite du béton à l'ELS : $\sigma_{bu} = 0,6f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15$ MPa
- L'enrobage : $e = 3$ à 4 cm

➤ Caractéristique de l'acier

- Nuance : acier haute adhérence Fe E 400
- Contrainte de calcul de l'acier :

$$\sigma_s = F_e / \gamma_s$$

$$\sigma_s = 347,83 \text{ MPa avec } \gamma_s = 1,15$$

- Contrainte de l'acier :

$$\sigma_s = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e ; \max (0,5 f_e ; 110 \sqrt{f_{c28}}) \right\} = 201,6 \text{ MPa.}$$

5.5. Hypothèses du terrain

L'ouvrage est supposé posé sur un appui élastique dont le module de réaction est considéré dans le calcul égal à 10000 t/m² (sol argilo-limoneux normalement consolidé ou serré).

Il supporte des matériaux de remblai et une couche de roulement aux caractéristiques ci-après :

- Nature = latéritiques ;

Poids volumique = 2 t/m³ ;

- Angle de frottement interne = 30 degrés ;
- Angle de transmission des charges = 45 degrés

5.6. Calcul des ouvrages longitudinaux

Pour la section de caniveau, obtenue à l'issue de l'étude hydraulique, les calculs de sollicitations ont été effectués en vue de déterminer les sections d'armatures requises. Les

notes de calculs détaillés de ces caniveaux sont présentées en annexes 1.

Calcul des ouvrages transversaux de type dalot cadre ferme

5.7. Calcul des ouvrages transversaux de type dalot cadre ferme

5.7.1. Typologie des ouvrages

Les sections d'ouvrages issues du calcul hydraulique sont de type rectangulaire, constituant soit des dalots mono-cadres sous-chaussée à réaliser en béton armé.

Les dalots dimensionnés dans le cadre de cette étude sont répertoriés dans le tableau n° 21 :

Tableau 20: Décomposition des dalots en section types

tronçons	PK	Section hydraulique	Répartition en cellules
Voie d'accès à l'INSSA de Bobo- Dioulasso			
Dalot 1	PK0+295	1,5x1	1
Dalot 2	PK1+290	1,5x1	1
Dalot 3	PK1+890	1,5x1	1
Dalot 4	PK2+900	1,5x1	1

Les sections étant identiques pour les quatre (4) dalots, le calcul sera mené sur un seul dalot cadre de section 1mx1m.

5.7.2. Pré dimensionnement de l'ouvrage

L'épaisseur du dalot est donnée par la relation :

$$\frac{L}{15} \leq e \leq \frac{L}{10} \quad \text{où } L \text{ désigne la plus grande dimension de l'ouverture hydraulique.}$$

Ici, L=100 cm. On retient une épaisseur e=20 cm pour s'assurer d'éviter des aciers comprimés dans l'ouvrage

L'épaisseur du dalot est consignée dans le tableau n° 22 ci-après.

Tableau 21: Epaisseurs du dalot

Section hydraulique	Répartition en cellules	Epaisseurs (m)
1,5x1	1,5x1	0,20

5.7.3. CAS DE CHARGES ET SURCHARGES

➤ Les charges permanentes

Les charges permanentes sont dues au poids propre de l'ouvrage et de ses équipements, et au poids du remblai reposant sur l'ouvrage.

➤ **Surcharges sur remblai**

En vue de la justification des éléments ou structures susceptibles d'être soumis à des efforts de la part des remblais d'accès, on considère que ces remblais sont susceptibles de recevoir une charge d'une tonne par mètre carré, répartie sur toute la largeur de la plate-forme. Une surcharge de 1t/m² sera considérée comme surcharge sur le remblai.

➤ **Poussée hydrostatique**

La poussée hydrostatique est négligée, car elle a tendance à stabiliser l'ouvrage.

➤ **Surcharges routières**

Les surcharges sont définies conformément au titre II du fascicule 61 du cahier des prescriptions communes françaises en la matière.

Les systèmes de charge utilisés sont les surcharges à caractère normal, constituées des systèmes A et B (Bc, Bt, Br).

- $L_r \geq 7 \text{ m} \rightarrow$ on a un ouvrage de classe 1

- nombre de voies

$n = E (L_r/3) = 2$ voies.

❖ **Système A**

Pour les ouvrages comportant des portées unitaires atteignant au plus 200 m, la chaussée supporte une charge uniforme dont l'intensité est égale au produit de la valeur A (l), donnée ci-après, par les coefficients a1 et a2 :

$$A(l) = 230 + \frac{36000}{(l+12)} \text{ en Kg/m}^2 ;$$

Avec l : portée de l'ouvrage (travée considérée) ;

$A = a_1 \times a_2 \times A(l)$; avec $a_2 = v_0/v$ et $v = L/n$ (L : Largeur chargeable, n=nombre de voies).

Le tableau n° 23 donne la Valeur du coefficient v0 en fonction de la classe de pont

Tableau 22: Valeur du coefficient v0 en fonction de la classe de pont

Classe du pont	V ₀
1 ^{er}	3,5
2 ^{ème}	3
3 ^{ème}	2,75

Le tableau n° 28 donne la Valeur du coefficient a1 en fonction de la classe de pont

Tableau 23: Valeur du coefficient a1

Nombre de voies chargées			1	2	3	4	>5
a ₁	Classe du pont	Première	1	1	0,90	0,75	0,70
		Deuxième	1	0,90	*	*	*
		Troisième	0,90	0,80	*	*	*

Les dalots étant de première classe avec 3 voies, nous prendrons $a_1=0,9$

Ce système est composé de charges uniformément réparties d'intensité variable suivant la longueur de la travée surchargée et qui correspondent à une ou plusieurs files de véhicules à l'arrêt sur l'ouvrage.

❖ Système B

- Convoi Bc

Le sous-système Bc est composé de camions de poids individuel égal à 300 KN. On dispose autant de files de camions que de voies de circulation. Ce système est composé longitudinalement de deux camions types par file.

- Convoi Bt

Le sous-système Bt est composé de deux tandems à deux essieux de quatre roues chacun, le poids de chaque essieu étant de 160 KN. Il s'applique aux ponts de première et de deuxième classe. Le nombre de camions est limité à deux dans le sens transversal.

- Convoi br

Le sous-système Br est composé d'une roue isolée transmettant un effort de 100 kN à travers une surface d'impact rectangulaire de 0,60 x 0,30m.

Les éléments du système B sont schématisés dans la figure n°14 ci-après, les longueurs étant exprimées en mètres et les masses, en tonnes.

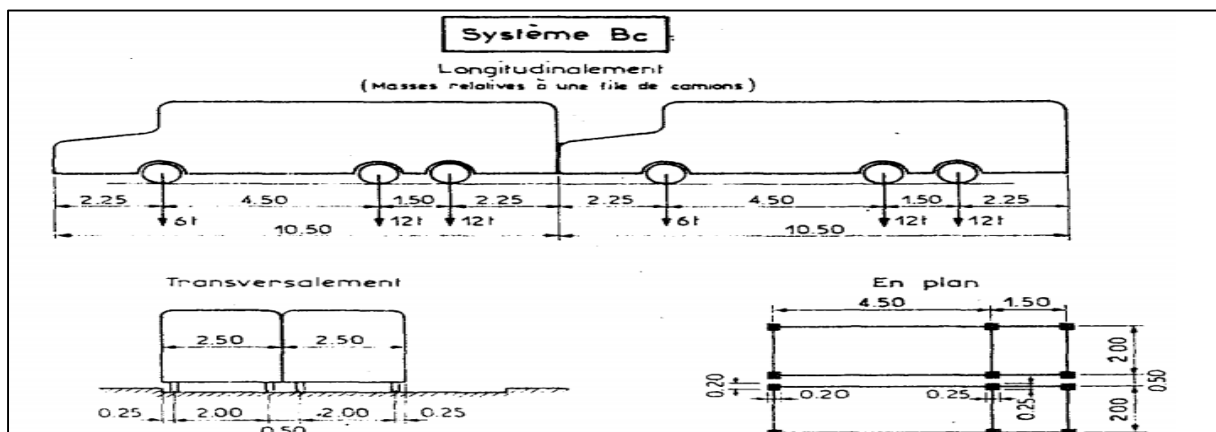


Figure 14:Eléments du système BC

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

Les éléments du système B_t sont schématisés dans la figure n°15 ci-après.

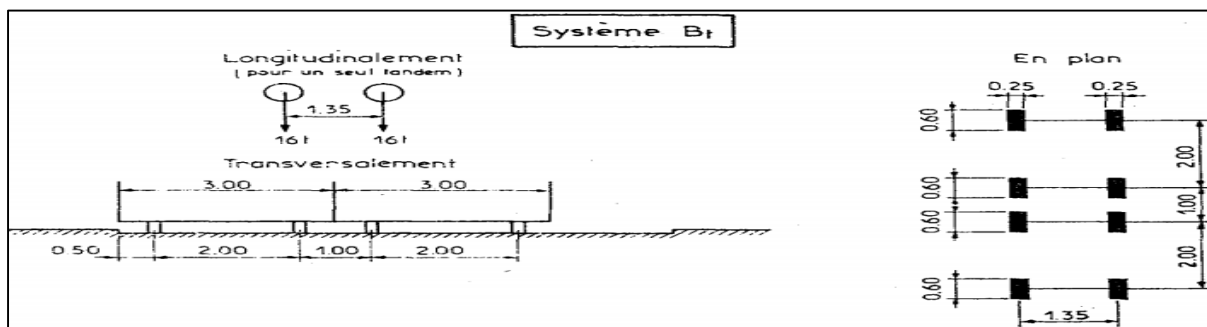


Figure 15:Eléments du système Bt

Les éléments du système Br sont schématisés dans la figure n°17 ci-après

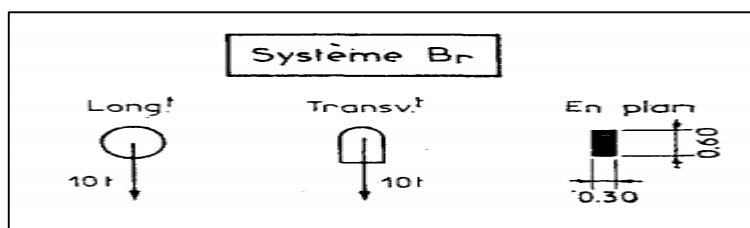


Figure 16:Eléments du système Br

Le tableau n° 25 donne la Valeur du coefficient bc en fonction de la classe de pont

Tableau 24: Valeur du coefficient bc

Classe du pont	Nombre de file				
	1	2	3	4	>4
1 ^{ère}	1,2	1,1	0,95	0,8	0,7
2 ^{ème}	1	1	-	-	-
3 ^{ème}	1	0,8	-	-	-

Le tableau n° 26 donne la Valeur du coefficient bt en fonction de la classe de pont

Tableau 25: Valeur du coefficient bt

Classe du pont	bt
1 ^{ère}	1
2 ^{ème}	0,9

- les valeurs de S majorées du coefficient bc sont données dans le tableau n°27 ci-dessous :

Tableau 26: Valeur du coefficient dynamique δ

Type de chargement	S(T)	δ
Bc, trois files	68,4	1,21
Bt deux tandems	64	1,21
Br, une roue	10	1,19

5.7.4. Calcul des sollicitations et des sections d'armatures

Les pondérations, les combinaisons des charges automatiques permettent d'obtenir les efforts dimensionnant (effort maxi e mini) pour chaque élément de la structure.

Après cette opération, le dimensionnement des éléments de structures est effectué automatiquement par le logiciel de calcul **CYPE** suivant la réglementation BAEL 91 MOD 99 en fonction des efforts maxi et mini développés, donnant ainsi les sollicitations et les sections d'acier. Les détails de calcul sont donnés à l'annexe n° 6

Le récapitulatif des sections d'acier sont résumés dans le tableau n° 28 et 29 :

Tableau 27: Récapitulatif du ferrailage des caniveaux

B (m)	H (m)	Épaisseur (m)	Ferrailage				
			Dallettes (50cm)	voiles face extérieure	voiles face intérieure	Radiers	Acier de répartition
0,8	0,8	0,15	HA10 esp=0,15m	HA8 esp=0,15m	HA8 esp=0,15m	HA10 esp=0,15m	HA8 esp=0,20 m
0,6	0,6	0,15	HA10 esp=0,15m	HA8 esp=0,15m	HA8 esp=0,15m	HA8 esp=0,15m	HA8 esp=0,20 m

Tableau 28: Récapitulatif du ferrailage des dalots

B(m)	H(m)	Epaiss eur en (m)	Ferrailage					
			Tablier (nappe inf)	Tablier (nappe sup)	Piédroits	Radier (nappe sup)	Radier (nappe inf)	Acier de répartiti on
1,5	1	0,2	HA10 esp=0,15 m	HA12 esp=0,15 m	HA10 esp=0,15 m	HA12 esp=0,15 m	HA10 esp=0,15 m	HA8 esp=0,2 0m

5.8. Conclusion

A la fin de l'étude menée dans ce chapitre en se basant sur les règles techniques de conception et certaines hypothèses nous ont conduits à des sections d'armatures des ouvrages (caniveaux et dalots) récapitulées dans les tableaux n° 36 et 37.

CHAPITRE 6 : AMENAGEMENTS CONNEXES DE LA ROUTE

6.1. Introduction

La plupart des accidents observés sur les routes se produisent au niveau des intersections, elles peuvent être causées par le manque de signalisation ou l'absence des éclairages publics. Il devient donc indispensable d'aménager les carrefours, d'éclairer et de procéder à une étude de signalisation pour améliorer les conditions de sécurité des usagers.

6.2. Signalisation et sécurité routière

6.2.1. Signalisation temporaire

La signalisation temporaire a pour objet d'avertir et de guider l'utilisateur, afin d'assurer sa sécurité et celle des agents intervenant sur la voirie, tout en favorisant la fluidité de la circulation pendant les travaux.

La signalisation permanente existante doit être masquée provisoirement pour éviter des contradictions.

Généralement en fond jaune, elle comprend les messages suivants :

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

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

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

6.2.2. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, tous les différents marquages au sol.

Les marques sur chaussée ont pour fonction de guider l'utilisateur. Elles donnent quatre types d'information :

- La répartition des espaces de déplacement ;
- Les règles de conduite ;
- Le jalonnement ;
- Le stationnement.

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

- **Section courante** : (hors points singuliers) : Le trafic et la largeur de la chaussée sont les critères déterminants de la mise en place du marquage ;

- **Points singuliers** : Il s'agit des sections où la distance de visibilité se trouve réduite et constitue un danger pour le dépassement. Ils peuvent être dus à la présence d'un virage, d'un dos d'âne, de caractéristiques géométriques particulières (rétrécissement, intersections, etc.)

Il existe plusieurs catégories de marques applicables en rase campagne et en agglomération. Selon la terminologie de la convention internationale sur la signalisation routière conclue à Vienne le 8 novembre 1968, on distingue :

Les marques longitudinales

Les différents types de marquages longitudinaux retenus sont :

- T1 utilisés pour le marquage des lignes axiales en zones courantes
- T2 (2U) qui est des traits discontinus utilisés pour le marquage des lignes de rive.
- T3 qui sont des lignes discontinues d'annonce d'une ligne continue ou de délimitation des voies en agglomération,
- BBC (2U) qui sont des lignes axiales continues utilisées aux points singuliers.

U représente la largeur unité et est fonction du type de route et est pris égal à 6 cm dans ce projet.

6.2.3. Les marques transversales

Pour notre projet, nous admettons comme marque transversale :

- La ligne continue d'arrêt ;

- La ligne discontinue de « Cédez le passage ».

6.2.4. Signalisation verticale

La signalisation verticale regroupe les panneaux, les balises, les bornes kilométriques servant à informer les usagers des dangers, des directions à suivre, des zones d'arrêt ou d'obligatoire à travers leur emplacement, leur couleur et leur forme.

La signalisation à mettre en place sera constituée en grande partie de panneaux de stop de type AB4. Ces panneaux seront implantés au niveau des croisements des rues. Il est prévu en outre, des panneaux de type A, de type B et de type J.

6.3. Eclairage public

L'éclairage public répond dans un premier temps, à un besoin sécuritaire. Si sa nécessité peut faire sujette à discussion pour des raisons économiques, ses avantages restent nombreux et importants. L'éclairage public remplit également une fonction d'aide à l'orientation nocturne : l'alignement des poteaux d'éclairage structure l'espace et participe à sa lisibilité en renforçant le tracé de la voirie et en améliorant la perception de l'utilisateur. Il participe en outre à la convivialité et à l'embellissement des espaces publics.

Certaines des rues sont équipées d'éclairage public. La ville est alimentée en réseaux haute tension et basse tension, ainsi l'éclairage des voies sera raccordé à ce réseau.

6.3.1. Choix des types luminaires

Le choix a été porté sur le luminaire à sodium basse pression SBP ; ce choix s'est aussi fait pour des raisons économiques, car il est peu onéreux par rapport aux autres types de luminaires. La méthode utilisée pour la vérification de l'éclairage est la méthode du rapport R.

6.3.2. Choix des types des implantations

Les différents choix possibles de types d'implantation de luminaires sont présentés sur la figure n°17.

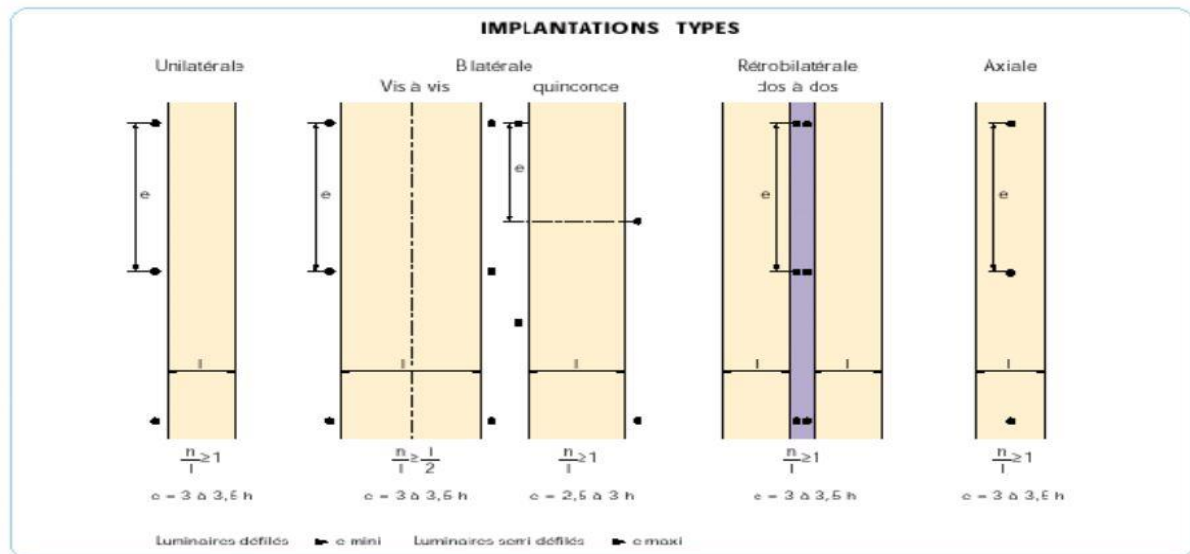


Figure 17: Différents types d'implantation de luminaires

Compte tenu des caractéristiques des voies, les calculs ont été menés en considérant une implantation rétro bilatérale dos à dos.

Pour ce type d'implantation, on a $h/l \geq 1$. Pour une largeur éclairée de 12m, on fixe la hauteur pour les candélabres à 12m.

6.3.3. Calcul de l'espacement des candélabres

$$e = 3 \text{ à } 3,5h$$

$$e = 3 \times 12 = 36 \text{ m}$$

On calcul l'espacement maximale $E_{\max} = 3,5 \times 12 = 42\text{m}$. On choisit un espacement $e=40 \text{ m}$.

6.3.4. Puissance nominale

$$\Phi = \frac{L_m \times R \times l \times e}{f_n \times V_{la} \times V_{lu}}$$

On trouve une puissance $P=730 \text{ w}$

Les détails de calcul sont joints à l'annexe n° 3.

6.4. Aménagement des carrefours et des amorces

6.4.1. Aménagement des carrefours

La plupart des accidents observés sur les routes se produisent au niveau des intersections. Il devient donc indispensable d'aménager les carrefours pour améliorer les conditions de sécurité des usagers.

Les types de carrefours envisagés sont des carrefours-plans avec ou sans feux tricolores.

6.4.2. Aménagement des amorces

Les amorces routières sont des aménagements qui raccordent les branches secondaires à la route principale, permettant ainsi aux véhicules d'accéder sans difficultés à la route.

6.5. Conclusion

Au terme de cette étude nous avons fait ressortir les différents équipements de signalisation (les panneaux, les balises, les bornes kilométriques) servant à informer les usagers des dangers, des directions à suivre. Aussi on a prévu pour les éclairages, des candélabres rétro bilatérale dos à dos. Nous pouvons conclure que nos usagers peuvent circuler dans les conditions de confort et de sécurité.

CHAPITRE 7 : ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)

7.1. Introduction

L'étude d'impact environnemental et social est un outil de gestion visant à s'assurer que les questions environnementales sont prises en compte au début du processus de planification d'un projet, tout comme le sont de façon traditionnelle, les aspects techniques et économiques. Les évaluations environnementales préalables des projets, programmes et politiques de développement apparaissent aujourd'hui, comme le moyen incontournable de s'assurer que les effets environnementaux et sociaux potentiels ou actuels sont maîtrisables. Elles permettent aussi d'identifier les mesures permettant d'assurer leur durabilité.

Le Burkina Faso évolue, en matière d'étude d'impact environnemental, selon la considération environnementale de la BAD, ainsi que les lois et décrets pris au niveau national.

Conformément à ces textes et dans l'esprit de maîtriser ses impacts négatifs et de pérenniser ceux qui sont positifs, des mesures d'atténuation ont été proposées tout en passant par une description succincte de la méthode utilisée.

7.2. Zone d'influence du projet

La zone d'influence environnementale est déterminée de manière à faciliter la prise en compte de tous les éléments du milieu naturel et humain pouvant être touchés de près ou de loin par le projet d'aménagement des tronçons des voies d'accès. Ainsi, elle peut être décomposée en deux zones :

- Le site du projet qui couvre une emprise de 30 m, soit un couloir de 15 m de part et d'autre de l'axe du tronçon de la route d'accès à l'INSSA et l'intérieur de l'INSSA. Ce zonage correspond à l'espace où les habitations, les activités socio-économiques, la végétation, les cours d'eau, etc. pourraient être directement affectés par les travaux. Elle comprend également les zones d'emprunt, les carrières et leurs pourtours immédiats ;
- Une zone d'influence diffuse ou zone d'étude élargie, s'étendant à l'ensemble de la commune de l'arrondissement N°7, de la ville de Bobo Dioulasso et les localités voisines directement concernées par les retombées socio-économiques, ainsi que les impacts environnementaux du

projet. En somme, les communes limitrophes, la province du Houet, la région du Hauts- bassins et tout le Burkina Faso sont concernés par les retombées économiques du projet.

Cependant, dans le cadre de notre étude, nous nous limiterons à l'analyse des données biophysiques et socio-économiques de la commune de Bobo Dioulasso qui sera directement concernées par le projet.

7.3. Identification et évaluation des impacts du projet

7.3.1. Méthode d'identification et d'évaluation

La méthodologie porte sur la détermination et l'évaluation des impacts au cours des différentes phases de réalisation. La méthode retenue est l'évaluation de l'importance de l'impact anticipé. Elle s'inspire largement des méthodes proposées par Hydro-Québec.

Cette importance repose sur l'utilisation des cinq (5) critères ci-dessous :

- Nature de l'impact ;
- Durée de l'impact ;
- Intensité de la perturbation ;
- Étendue de l'impact ;
- Valeur ou importance de la composante touchée.

Le tableau n° 30 récapitule la qualification retenue pour ces critères.

Tableau 29: Qualifications des critères retenus pour l'évaluation des impacts

NATURE	DUREE	INTENSITE	ETENDUE	IMPORTANCE
positive	permanente	forte	régionale	forte
négative	temporaire	moyenne	locale	moyenne
indéterminée	temporaire	faible	ponctuelle	faible

Nous allons établir la grille d'évaluation des impacts négatifs, en se basant sur la qualification retenue ci-dessus pour les critères :

7.3.2. Les impacts positifs

Les principaux impacts positifs potentiels identifiés sont les suivants :

- L'amélioration des conditions de vie et d'accès aux étudiants à leurs lieux d'étude ;
- L'amélioration de l'assainissement et de la santé (réduction de risque d'inondation et des maladies hydriques comme le paludisme) des populations riveraines due à l'aménagement de caniveaux ;

- La création d'emplois du fait de l'embauche de main-d'œuvre pour les travaux ;
- L'amélioration de la fluidité du trafic des véhicules légers, des véhicules de transport de personnes, ainsi que des deux-roues sur le tronçon à bitumer ;
- Le désenclavement de l'arrondissement N°7 ;
- Le développement des activités socio-économiques dans la zone d'influence directe du projet ;
- L'amélioration des conditions de vie, suite aux Activités génératrices de revenus (AGR) qui se développeront le long des tronçons ;
- Facilitation des évacuations sanitaires dans les quartiers traversés ;

7.3.3. Les impacts négatifs

Les principaux impacts négatifs potentiels identifiés sont les suivants :

- La destruction et/ou le déplacement d'infrastructures socio-économiques dans les emprises des tronçons : un marché, hangars, boutiques, arbres, kiosques, poteaux électriques de la SONABEL, poteaux téléphoniques de l'ONATEL, les regards de l'ONEA, bouche d'incendie, panneaux (publicitaires et d'indication) ;
- La perte momentanée de location de bâtiments et de hangars ;
- La perte de revenus par les populations affectées par le projet ;
- La contamination par les IST et le VIH/SIDA due aux comportements sexuels à risque du personnel de chantier et de la population féminine ;
- Les interruptions temporaires des réseaux de concessionnaires (ONEA, SONABEL et ONATEL) provoquant des désagréments pour les populations locales ;
- La perturbation temporaire des activités économiques le long de l'emprise de la voie ;
- La destruction des sols dans les zones d'emprunt et carrières, les sites de dépôt de matériaux, la base-vie, le parking.

7.4. Les mesures d'atténuation

Pour minimiser les dommages prévisionnels du projet sur l'environnement, un certain nombre de mesures préventives et correctives sont nécessaires à donner au projet sa raison d'être et d'atteindre ses objectifs de développement socioéconomique et environnemental.

- L'arrosage systématique des sites de travaux et déviations, situés à proximité des habitations ;

- La limitation de vitesse de circulation des engins et véhicules de chantier ;
- Le réglage de la combustion des moteurs des engins de terrassement et la préparation du bitume loin des zones d'habitation, afin d'éviter les nuisances (odeurs et fumées) ;
- Recommander à chaque ouvrier, responsable, chauffeur, etc., l'utilisation des poubelles, bacs, et sanitaires provisoires ;
- La mise en état, après les travaux, des zones d'emprunt, des carrières ;
- La collecte des déchets usés de chantiers (huiles, pièces usées, aliments avariés...) pour recyclage ;
- Les arbres abattus seront compensés par des plantations d'arbres d'alignement pour l'embellissement ; ...
- Faire vidanger périodiquement les fosses septiques et puisards, afin d'éviter des débordements et l'insalubrité ;
- Remettre en état les zones des sanitaires provisoires à la fin des travaux ;

7.5. Plan de gestion environnementale et sociale (PGES)

Pour la réalisation de la fiche d'action environnementale à mener dans le cadre de la construction et du bitumage des voies d'accès à l'INSSA, nous avons considéré les points suivants :

- Identification de l'action environnementale à mener ;
- Objectif(s) de l'action (= Résultats à atteindre par l'action) ;
- Différentes tâches de l'action ;
- Acteurs chargés de la mise en œuvre (réalisation de l'action) ;
- Lieu(x) de la mise en œuvre de l'action ;
- Calendrier (période) de la mise en œuvre de l'action ;
- Indicateurs de suivi de l'efficacité de l'action ;
- Acteurs de suivi de l'efficacité.

7.6. Conclusion

Bien que le projet présente un certain nombre d'impacts négatifs d'importance moyenne, l'on peut apporter des mesures d'atténuation permettant de les minimiser et de ne laisser que les impacts résiduels d'importance mineure.

CHAPITRE 8 : ESTIMATION DU COUT DU PROJET

8.1. Introduction

Il s'agit dans un premier temps, d'évaluer quantitativement l'ensemble des travaux nécessaires à la réalisation du projet et de procéder ensuite à l'estimation du coût du projet. Le devis quantitatif est mené sur adaptation des prix unitaires pratiqués par certaines entreprises nationales sur des projets de voiries similaires. Le récapitulatif du devis quantitatif et estimatif des travaux est donné ci-après. Pour ce faire, les travaux ont été répartis en plusieurs postes.

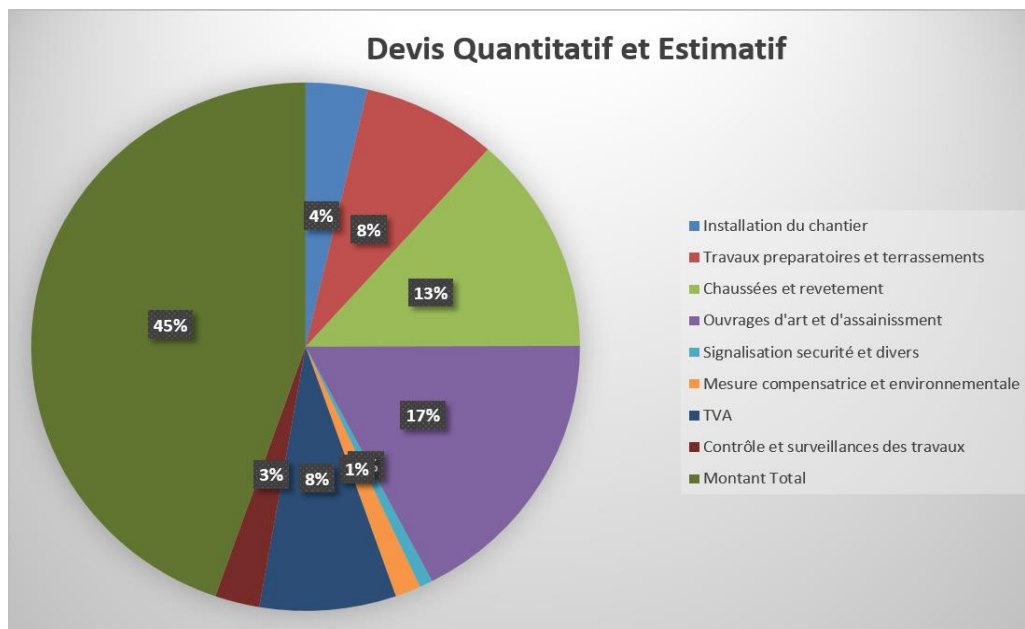
8.2. Devis quantitatif et estimatif

Tableau J : Récapitulatif du devis quantitatif et estimatif

POSTE	DESIGNATION	TOTAL (F CFA HTVA)
100	INSTALLATION DE CHANTIER	240 000 000
200	TRAVAUX PREPARATOIRES ET TERRASSEMENTS	524 244 450
300	CHAUSSÉES ET REVÊTEMENTS	882 640 000
400	OUVRAGES D'ART ET D'ASSAINISSEMENT	1 150 540 000
500	SIGNALISATION - SECURITE - DIVERS	51 130 000
600	MESURES COMPENSATRICES ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE ET TRAVAUX CONNEXES	100 000 000
A	MONTANT TOTAL TRAVAUX (F CFA HTVA)	2 948 554 450
B	TVA (18% de A)	530 739 801
C	MONTANT TOTAL TRAVAUX [A+B] (F CFA TTC)	3 479 294 251
D	CONTRÔLE ET SURVEILLANCE DES TRAVAUX [5% de C]	173 964 713
E	IMPREVUS PHYSIQUE ET FINANCIER [11% de (C+D)]	382 722 368

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

MONTANT TOTAL DU PROJET [C+D+E] (F CFATTC)	4 035 981 331
--	---------------



Le tableau des devis quantitatif et estimatif du projet voir annexe VI.

8.3. Conclusion

Le coût du projet est estimé à un montant de quatre milliards trente-six millions (4 036 000 000) FCFA.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude, nous pouvons affirmer que les objectifs fixés ont été atteints. En effet, l'étude nous a permis de faire une conception de voirie répondant aux normes techniques et aux règles de l'art.

Les données topographiques et les éléments de diagnostic nous ont permis de mener une étude géométrique faisant ressortir les tracés des voiries en fonction des contraintes de l'existant.

Ensuite les données géotechniques et les données de trafic nous ont permis de définir les profils en travers types et les matériaux à mettre en œuvre pour les différentes couches de la chaussée, ainsi que leurs dimensions. Les ouvrages d'assainissement longitudinaux de part et d'autre, ont des dimensions relativement moyennes. Les données hydrologiques et les inspections visuelles sur le terrain ont permis de déterminer les débits véhiculés par les ouvrages d'assainissement prévus, ainsi que leurs dimensions.

Il ressort de l'étude mené un aménagement s'insérant parfaitement dans le tissu paysager de la ville comprenant des voiries à une chaussée de 2x2 voies avec des trottoirs de 2 m longeant chaque côté de la chaussée. Les voies sont en outre limitées par des bordures T2 en fin de chaussée et P2 en fin de trottoirs. Elles seront éclairées par des candélabres rétro bilatéraux dos à dos distant de 40 m.

Le montant total du projet s'élève à quatre milliards trente-six millions FCFA (**4 036 000 000**). Ces aménagements sont suivis des plans nécessaires à leur exécution.

RECOMMANDATIONS

Les études d'aménagement et de bitumage effectuées doivent être nécessairement suivies d'une bonne exécution et d'une bonne politique de surveillance pendant son exploitation, ce qui permettra à la route d'atteindre réellement la durée de service pour laquelle elle a été conçue.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CERTU, **Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines (ICTAVRU)** ; 1996, 244p.
- [2] SETRA, **Aménagement des routes principales**, 1994, 148p.
- [3] CEBTP, **Guide pratique de dimensionnement des chaussées dans les pays tropicaux**, 1980
- [4] Jean BERTHIER, **Projet et construction de routes**, 39p.
- [5] Nguyen VAN TUU, Jaques POUPLARD et Bernard LEMOINE, **Hydraulique routière**, 1979, 340p.
- [6] SETRA, **Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique de routes**, janvier 2006, 30p.
- [7] CTPP, **Catalogue de dimensionnement des chaussées neuves**, Novembre 2001, 22p.
- [8] R. COQUAND, **Routes**, 288p.
- [9] JEAN PERCHAT et Jean ROUX, **Pratique du BAEL 91**, 467p.
- [10] SETRA, **Aménagement des carrefours interurbains**, Décembre 1998, 127p.
- [11] C. DUBET, **Cour élémentaire de routes**, 1972, 215p.
- [12] Ministère de l'Équipement et du Logement, **Fascicule N°61 Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, titre II**
- [13] FAO, **Crues et apport**, 1996
- [14] Alin Morel A l'UISSIER, Noisy-le-Grand, 1996, **L'assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical sub-africain :**

SITES INTERNET :

www.civilmania.com consulté le

16-02- 2016 à 17h

ANNEXE I : VERIFICATION SUR ALIZE

Vérification de la variante 1

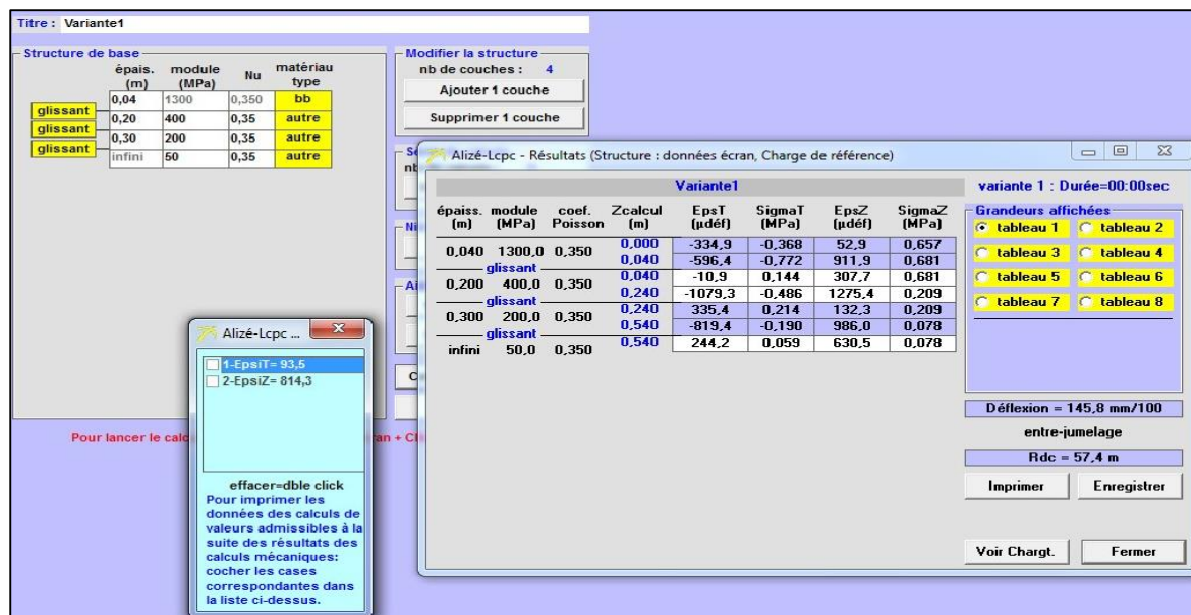


Figure 18: Variante 1 avec ALIZE

Au niveau de la variante 1, on a constaté que la déflexion est plus élevée, donc on ajoute 5 cm à la couche de base pour la réduire.

Vérification de la variante 2

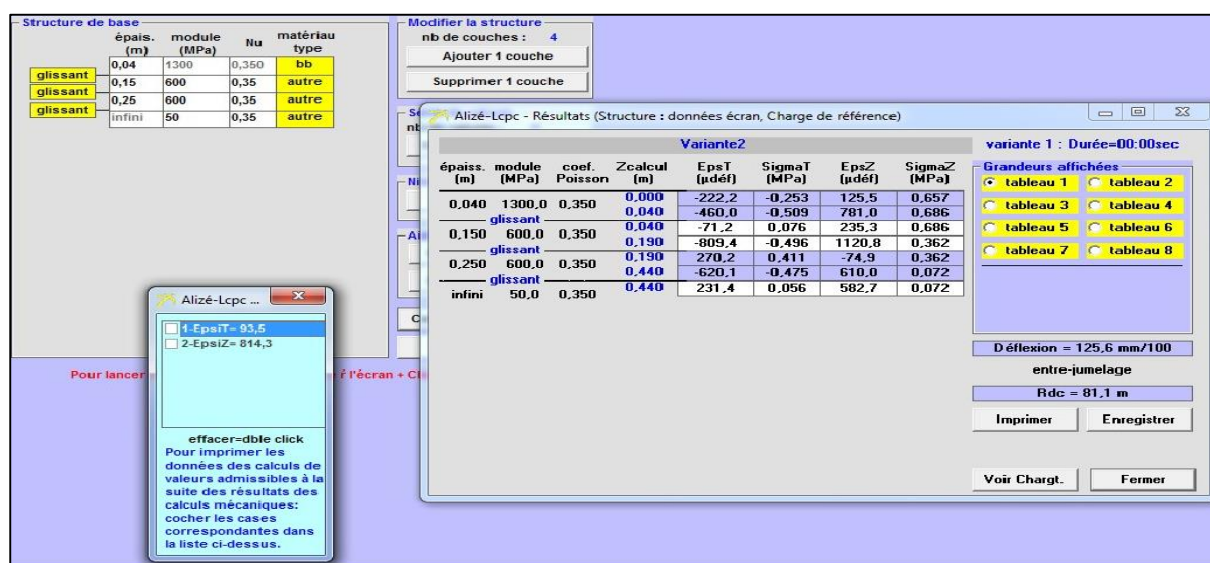


Figure 19: Variante 2 avec ALIZE

Vérification de la variante 3

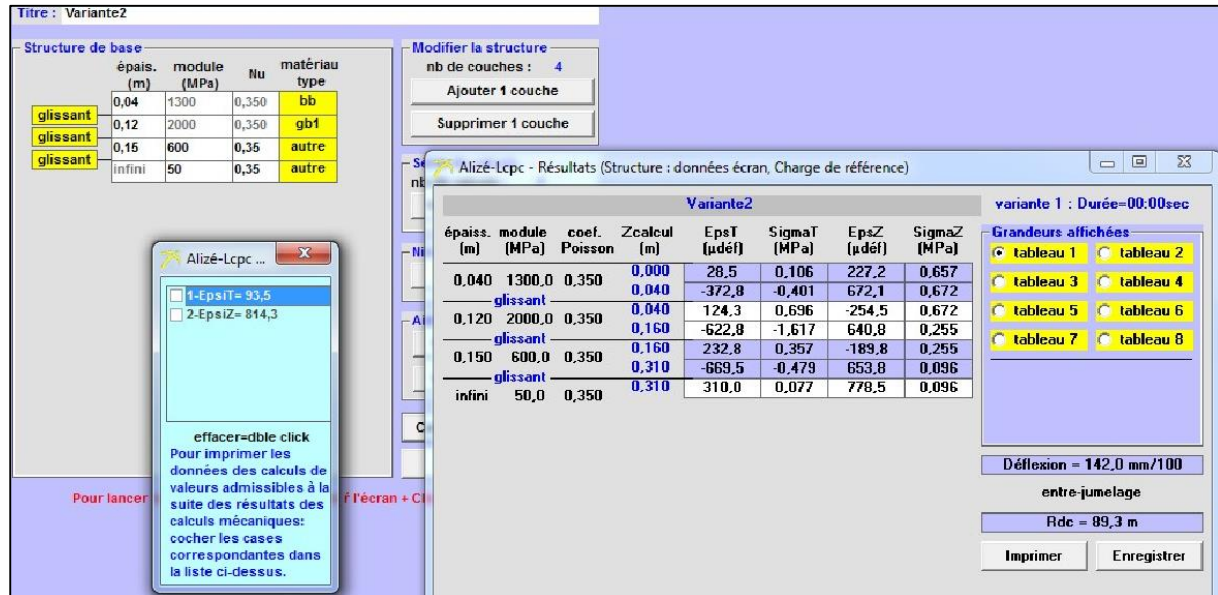


Figure 20: Variante 3 avec ALIZE.

Tableau A : Tableau de classification des sols de plateforme

Sondage	Analyse granulométrique				Limites d'Atterberg		Proctor Modifié		Portance CBR
	< 80 µm	<2mm	<10mm	D (mm)	WL	IP	WOP (%)	Xd OPM	95% OPM
S1	38	97	100	2	45	24	-	-	-
S2	49	95	97	2	38	20	-	-	-
S3	35	98	100	2	43	23	-	-	-
S4	36	94	100	2	28	12	-	-	-
S5	37	77	93	16	47	21	-	-	-
S6	45	91	98	4	47	26	-	-	-
S7	50	90	96	8	38	19	12,1	1,89	16
S8	24	58	91	12,5	39	20	-	-	-
S9	20	66	88	16	29	13	-	-	-
S10	13	42	81	16	27	11	-	-	-
S11	17	31	71	25	26	11	-	-	-
S12	10	55	81	20	41	22	-	-	-
S13	23	65	82	25	29	12	-	-	-
S14	24	65	82	25	29	12	14,5	1,94	10

Source : LNBTP(2015).

Les sondages géotechniques réalisés indiquent que les sols en place sont constitués d'argiles limoneuse et sableuse, selon la classification HBR, notamment pour les sondages S1 à S6 et

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

S13. Ces derniers sont caractérisés par un indice de plasticité $IP > 20$ à l'exception du sondage S4. Quant aux sondages S8 à S11, ils révèlent des graves argileuses latéritiques dont l'IP est inférieur à 20. L'ensemble de ces sondages présentent des courbes granulométriques n'intégrant pas le fuseau granulaire requis pour les sols de plate-forme, contrairement aux sondages S7 et S14

Tableau B: Données de comptage par catégorie de véhicules au poste n°2 après le marché.

TRAFFIC (TMJA) POSTE 2-SENS 1								
Types de véhicules	Véh part	Ctte	Véh TT	Muni Bus	Cm P11	Cm P12	Autre divers	Total
Mercredi	100	1	17	3	25	7	1	154
Jeudi	139	-	17	3	10	2	-	171
vendredi	85	2	12	1	10	1	-	111

Source : DGR(2015).

Tableau C : Données de comptage du trafic moyen journalier par catégorie de véhicules au poste n°2 après le marché.

TRAFFIC (TMJA) POSTE 2-SENS 2										
Types de véhicules	Véh part	Ctte	Véh TT	Muni Bus	Ctte P11	Cm P12	SR-T11S3	SR-T12S3	Autres Divers	Total
Mercredi	143	1	16	2	28	3	4	1	-	198
Jeudi	165	-	17	3	15	4	-	-	-	204
Vendredi	195	-	18	1	7	2	-	-	-	223

Source : DGR(2015).

Tableau D: Données de comptage par catégorie de véhicules au poste n°1 près d'aéroport.

TRAFFIC (TMJA) POSTE 1-SENS 1											
Type véhicule	Véh part	Ctte	Véh TT	Muni Bus	Cm P11	Cm P12	SM T11S3	SM T11S2	SM T12S3	Autre divers	Total
Mercredi	176	1	32	10	14	2	2	-	-	1	238
Jeudi	244	1	46	9	9	3	3	1	3	-	319

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

vendredi	166	2	23	4	14	1	1	1	-	-	212
----------	-----	---	----	---	----	---	---	---	---	---	-----

Source : DGR(2015)..

Tableau E: Données de comptage du trafic moyen journalier par catégorie de véhicules au poste n°1 près de l'aéroport.

TRAFFIC (TMJA) POSTE 1-SENS 2												
Type véhicule	VP	CTTE	VTT	MB	Cm P11	Cm P12	SM T11S3	SM T11S2	SM T12S2	SM T12S3	Autre divers	Total
Mercredi	170	4	32	6	17	5	7	-	-	-	-	241
Jeudi	218	1	49	4	11	-	3	-	-	1	-	287
vendredi	187	1	35	6	12	2	1	1	-	1	-	246

Source : DGR(2015).

Tableau : calcul des debits

Méthode à base physique												
BV	S [ha]	C	L _{hydrau} [km]	I	Qi [m³/s]	M	Tr [min]	Ts [min]	Tc [min]	i [mm/h]	Qc [m³/s]	Fon_Obj
1	20.8	0.8	0.370	0.570%	1.8	0.81	12.30	10.00	22.30	45.45	1,81	1.0000
2	34.0	0.8	0.390	0.560%	2.9	0.67	11.94	10.00	21.94	45.53	2,89	1.0000
3	18.8	0.8	0.25	0.590%	1.7	0.58	9.35	7.50	16.85	46.74	1,69	1.0000
4	26.1	0.8	0.35	0.510%	2.2	0.69	12.03	10.00	22.03	45.51	2,24	1.0000

Calcul du temps de concentration selon Richards

Tc [min] - Kirpich	Tc [h]	Tc [mn]	h [mm]	R	K	F_obj	Tc [min] retenue	i [mm/h]	Q [m³/s]
13,5	0,46	27,8	20,6	65,1	0,0151	1,0000	20,67	45,80	1,82
14,2	0,48	29,0	21,4	65,7	0,0150	1,0000	21,58	45,60	2,89
9,9	0,35	21,2	16,1	61,8	0,0155	1,0000	15,53	47,13	1,70
13,5	0,46	27,8	20,6	65,1	0,0151	1,0000	20,67	45,80	2,26

Tableau F: Valeurs des caractéristiques physiques des sous-bassins versants des caniveaux.

Bassin Versant	A (km2)	P (km)	P _m (%)	Z max (m)	Z min (m)	Dénivelé	L(m)
SBV1g	0.34	3.68	0,55	465	444	21	364,88
SBV2g	0.27	2.61	0,66	465	448	17	275,71
SBV3g	0.36	4.44	0,61	469	448	21	386,40
SBV4g	0.26	3.15	0,63	470	456	14	224,10
SBV5g	0.32	3.22	0,73	469	456	13	387,40
SBV6g	0.44	3.68	0,52	469	462	7	328.42
SBV1d	0,075	0,30	0,40	455	448	7	147

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE
BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

SBV2d	0,048	0,579	0,36	455	450	5	147
SBV3d	0,0800	0,542	0,41	457	453	4	165
SBV4d	0,136	0,8935	0,51	459	453	6	239
SBV5d	0,135	1,019	0,52	464	456	8	180,26
SBV6d	0,0730	0,749	0,31	464	460	4	158
SBV7d	0,119	0,641	0,35	463	452	11	121
SBV8d	0,13	0,651	0,38	468	459	9	135
SBV9d	0,088	1,161	0,53	465	458	7	146
SBV10d	0,099	1,13	0,54	454	447	7	159

Les Valeurs des caractéristiques physiques des bassins versants des dalots sont présentées dans le tableau n°24 ci-après.

Tableau G: Valeurs des caractéristiques physiques des bassins versants des dalots.

Bassin Versant (dalots)	A (km ²)	P (km)	P _m (%)	Z max (m)	Z min (m)	Dénivelé	L(m)
BV1.D1	0.3473	2,198	0,57	465	451	14	364,88
BV2.D2	0.4256	2,499	0,56	466	456	10	386,40
BV3.D3	0.3762	2,276	0,59	470	458	12	224,10
BV4.D4	0.435	2,41	0,51	470	465	5	328.42

BV : bassin versant ; **S** : surface ; **P** : périmètre ; **L** : longueur ; **H** : dénivelé

Tableau H: Dimensions hydrauliques des caniveaux.

N° Réf	caniv	Q	I	Q/√I	KS	b(m)	h(m)	S=b×h	P=b+2×h	J	V (m/s)
1	C1g	0,697	0,010	6,97	70	0,60	0,6	0,36	1,8	8,62	1,94
2	C2g	0,697	0,010	6,97	70	0,60	0,6	0,36	1,8	8,62	1,94
3	C3g	0,683	0,010	6,83	70	0,60	0,6	0,36	1,8	8,62	1,90
4	C4g	0,698	0,010	6,98	70	0,60	0,6	0,36	1,8	8,62	1,94

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE
BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

5	C5g	0,529	0,010	5,29	70	0,60	0,6	0 ,36	1,8	8,62	1,47
6	C6g	0,699	0,010	6,99	70	0,60	0,6	0 ,36	1,8	8,62	1,94
7	C1d	0,254	0,010	2,54	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,59
8	C2d	0,153	0,010	1,53	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	0,96
9	C3d	0,211	0,010	2,11	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,32
10	C4d	0,281	0,010	2,81	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,76
11	C5d	0,269	0,010	2,69	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,68
12	C6d	0,216	0,010	2,16	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,35
13	C7d	0,3540	0,010	3,54	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,88
14	C8d	0,275	0,010	2,75	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,72
15	C9d	0,231	0,010	2,38	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,49
16	C10d	0,284	0,010	2,84	70	0,40	0,40	0,16	1,2	2,92	1,78

Tableau I: Dimensions hydrauliques des caniveaux (section adoptée).

N° Réf	caniv	Q(m3/s)	b(m)	h(m)	S=b×h	V (m/s)	Revanche	S adopté bxh (m)
1	C1g	0,697	0,60	0,6	0 ,36	1,94	0,20	0,80x0, 80
2	C2g	0,697	0,60	0,6	0 ,36	1,94	0,20	0,80x0, 80
3	C3g	0 ,683	0,60	0,6	0 ,36	1,90	0,20	0,80x0, 80
4	C4g	0,698	0,60	0,6	0 ,36	1,94	0,20	0,80x0, 80
5	C5g	0,529	0,60	0,6	0 ,36	1,47	0,20	0,80x0, 80
6	C6g	0,699	0,60	0,6	0 ,36	1,94	0,20	0,80x0, 80
7	C1d	0,254	0,40	0,40	0,16	1,59	0,20	0,60x0, 60
8	C2d	0,153	0,40	0,40	0,16	0,96	0,20	0,60x0, 60
9	C3d	0,211	0,40	0,40	0,16	1,32	0,20	0,60x0, 60
10	C4d	0,281	0,40	0,40	0,16	1,76	0,20	0,60x0, 60
11	C5d	0,269	0,40	0,40	0,16	1,68	0,20	0,60x0, 60
12	C6d	0,216	0,40	0,40	0,16	1,35	0,20	0,60x0, 60

ANNEXE II : AJUSTEMENT DE LA LOI NORMALE AUX PLUIES MOYENNES

Caractéristiques empiriques

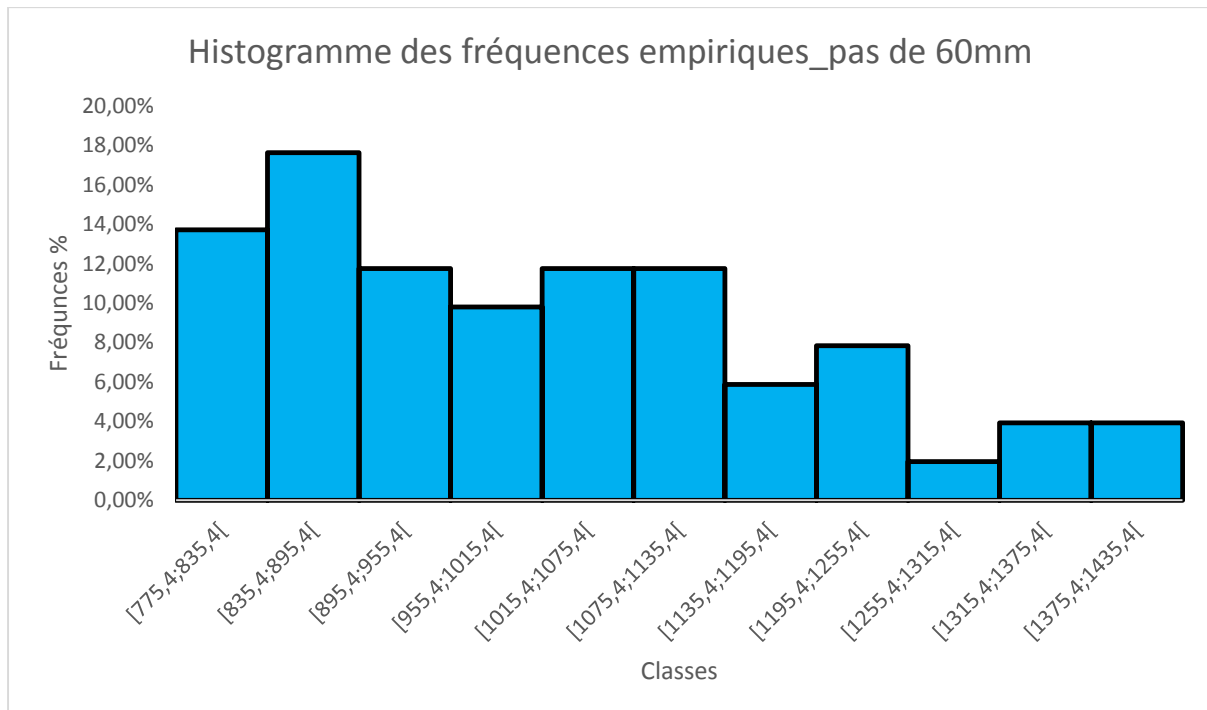
Il s'agit de déterminer les paramètres tels que la pluie maximale et minimale, la moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation. On obtient les valeurs ci-dessous :

Tableau des valeurs empiriques

Station	max	min	moyenne	Ecart-type	Coeff de var
BOBO	1412.9	775.4	1017.6	171.27	16.83%

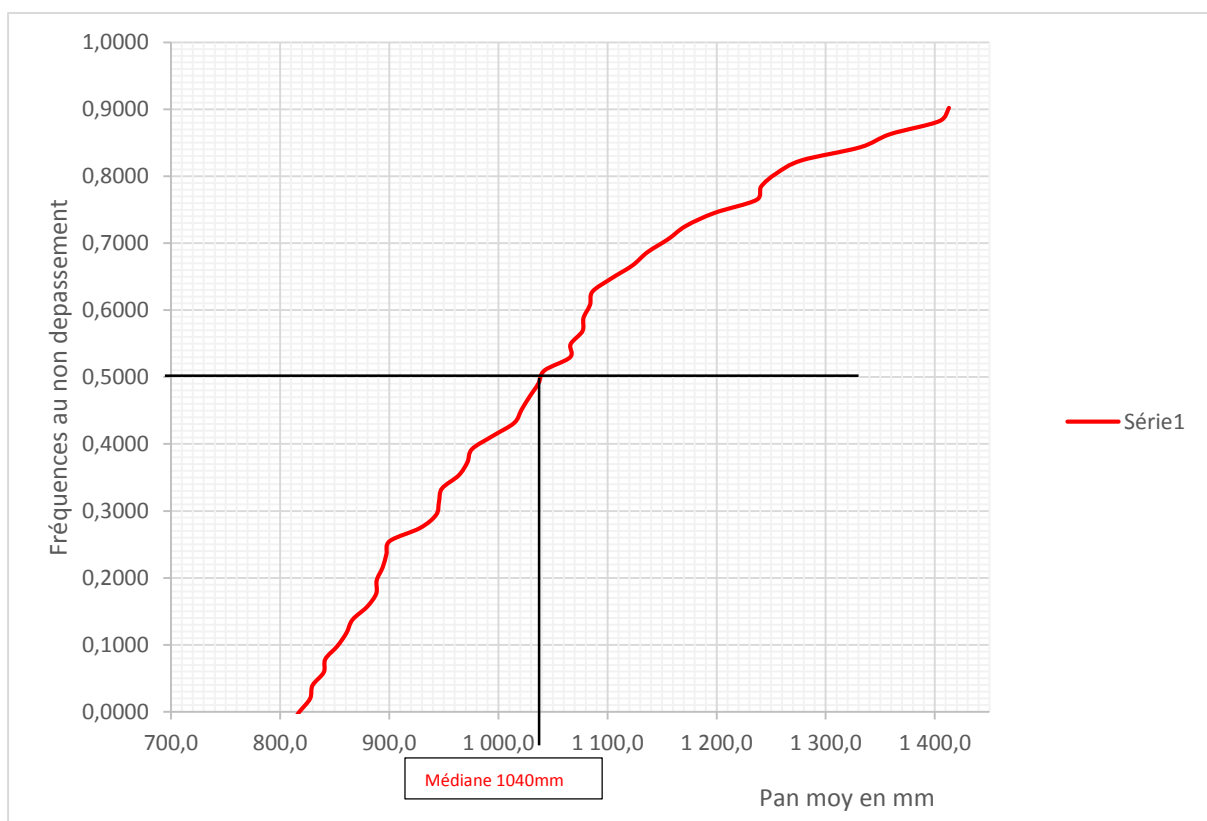
Comparaison des valeurs centrales

En adoptant un pas de 60 mm, nous avons construit l'histogramme de fréquences empiriques.



Cela nous a permis de déterminer le mode de la série.

Pour la détermination de la médiane de la série de données de BOBO, nous avons construit la courbe des fréquences cumulées.



ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

On obtient ainsi les valeurs centrales suivantes :

Moyenne	médiane	Mode
1017.6mm	1040 mm	865.4 mm

Ces valeurs étant relativement proches, alors il est raisonnable d'essayer un ajustement par une loi symétrique d'où l'utilisation de la loi normale.

Ajustement de la loi normale de manière graphique

Tableau : tableau des fréquences empiriques

rang	ordre croissant	Fi
1	775,4	0,0098
2	775,5	0,0294
3	778,1	0,0490
4	807,6	0,0686
5	817,7	0,0882
6	827,5	0,1078
7	829,7	0,1275
8	840,0	0,1471
9	841,4	0,1667
10	852,5	0,1863
11	860,8	0,2059
12	866,3	0,2255
13	879,8	0,2451
14	888,1	0,2647
15	888,5	0,2843
16	894,0	0,3039
17	897,4	0,3235
18	900,5	0,3431

19	928,4	0,3627
20	943,0	0,3824
21	945,6	0,4020
22	948,3	0,4216
23	963,6	0,4412
24	971,6	0,4608
25	975,8	0,4804
26	994,7	0,5000
27	1 014,5	0,5196
28	1 021,2	0,5392
29	1 028,6	0,5588
30	1 036,7	0,5784
31	1 042,3	0,5980
32	1 065,7	0,6176
33	1 066,2	0,6373
34	1 077,1	0,6569
35	1 078,0	0,6765
36	1 084,0	0,6961
37	1 086,2	0,7157
38	1 103,4	0,7353

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

39	1 122,9	0,7549
40	1 136,5	0,7745
41	1 155,6	0,7941
42	1 171,7	0,8137
43	1 198,1	0,8333
44	1 236,7	0,8529
45	1 240,7	0,8725

46	1 254,6	0,8922
47	1 277,7	0,9118
48	1 331,5	0,9314
49	1 359,0	0,9510
50	1 404,3	0,9706
51	1 412,9	0,9902

Pour l'estimation de la pluie moyenne annuelle nous avons utilisé la loi normale ou loi de Gauss qui est plus adaptée pour les valeurs moyennes. Le calcul des fréquences empiriques sera effectué avec la formule de HAZEN :

$$F_i = \frac{i-0,5}{N} \text{ avec :}$$

i : rang de la valeur

N : effectif de l'échantillon N=51

F_i : fréquence au nom dépassement

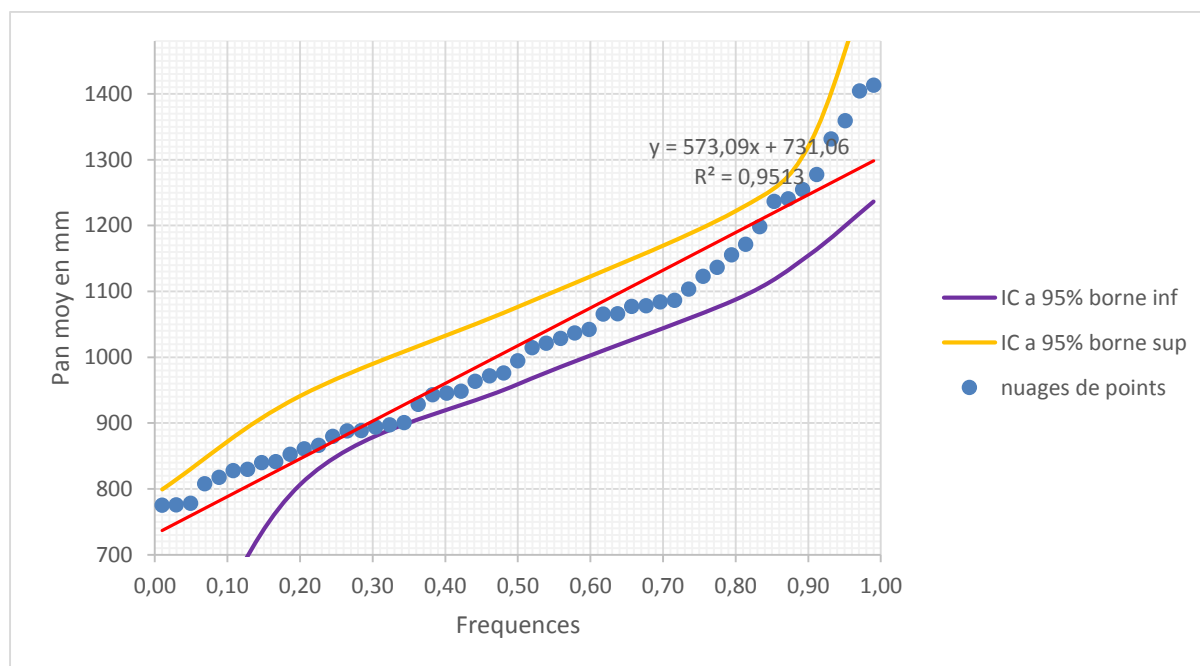


Figure : ajustement des pluies mensuelles

L'ajustement nous a permis de déterminer une pluie annuelle d'une hauteur de 1017.61 mm valeur connue à 90%.

Détermination de l'équation de la droite de régression

Sur la droite tracer manuellement et qui passe approximativement à la même distance par rapport à tous les points du nuage, l'ajustement sur EXCEL fourni une courbe de tendance d'équation $y_i = 573.09 x_i + 731.06$ avec un coefficient de corrélation de 0.9513

4/ intervalles de confiance à 95%

Pour un seuil de tolérance $\alpha=95\%$, on a un coefficient $k_\alpha=1.96$ d'où les quantiles s'expriment par la formule suivante :

$$x_i = m + \sigma u_i \pm k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \beta(F_i) \quad \text{Avec} \quad \begin{cases} m = 1017.6 \\ \sigma = 171.3 \\ \alpha = 90\% \text{ donc } K_\alpha = 1.64 \\ n = 51 \end{cases}$$

Choisissons au moins 5 points et représentons les intervalles de confiances.

Soit $X_p = m + \sigma u_i$ et $A_p = k_\alpha \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \beta(F_i)$ on a alors $X_{sup} = X_p + A_p$ pour la borne supérieure et $X_{inf} = X_p - A_p$ pour la borne inférieure.

Tableau : intervalle de confiance à 95%

intervalle de confiance à 95%							
F	U	x _p	beta F _i	écart type	A _p	x inf	x sup
0,01	-2,33	618,55	3,84	92,09	180,50	438,04	799,05
0,2	-0,84	873,74	1,43	34,30	67,22	806,52	940,96
0,5	0	1017,61	1,25	29,98	58,76	958,85	1076,36
0,8	0,8	1154,62	1,43	34,30	67,22	1087,40	1221,84

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

0,9	1,28	1236,83	1,76	42,21	82,73	1154,10	1319,56
0,99	2,33	1416,67	3,84	92,09	180,50	1236,16	1597,17

Les deux courbes encadrent tous les points du nuage donc la loi normale est acceptée à un seuil de 95%.

Estimation des quantiles à 90%

Les quantiles s'expriment de la façon suivante

$$\hat{x}(F) = m + \sigma u_i \pm k_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \frac{u_i^2}{2}} \quad \text{Avec} \quad \begin{cases} m = 1017.6 \\ \sigma = 171.3 \\ \alpha = 90\% \text{ donc } K_{\alpha} = 1.64 \\ n = 51 \end{cases}$$

calcul des quantiles a 90%						
	F	U	Xp	Ap	X1	X2
décennal sèche	0,1	-1,28	798,38	53,05	745,33	851,43
décennal humide	0,9	1,28	1236,83	53,05	1183,78	1289,88
normal	0,5	0	1017,61	39,33	978,27	1056,94
centennal sèche	0,01	-2,33	618,55	75,80	542,74	694,35
centennal humide	0,99	2,33	1416,67	75,80	1340,86	1492,47

En choisissant l'ajustement par la méthode graphique, on obtient $P_{an} = 1017.61 \pm 3933 \text{ mm}$ donc nous retiendrons **Pan=1018mm** (valeur connue à 90%).

**ANNEXE III : AJUSTEMENT DE LA LOI DE GUMBEL AUX PLUIES MAXIMALES
JOURNALIERES**

Caractéristiques empiriques

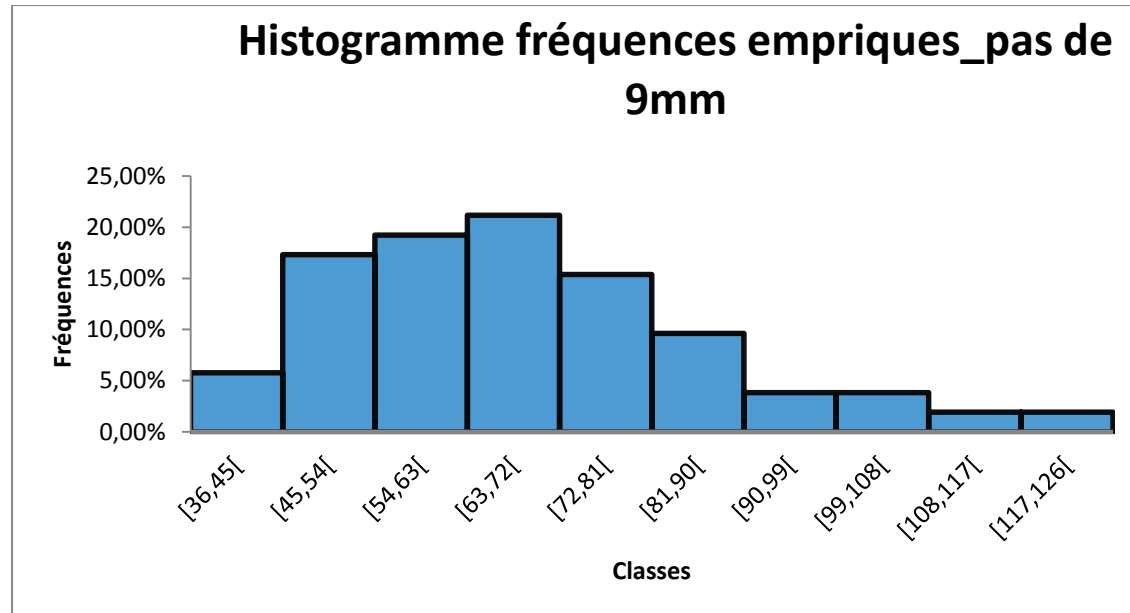
Il s'agit de déterminer les paramètres tels que les pluies maximale et minimale, la moyenne, l'écart-type, le coefficient de variation. On obtient les valeurs ci-dessous :

Tableau : tableau des valeurs empiriques

Station	max	min	moyenne	Ecart-type	Coeff de var
BOBO	121.1	36.0	67.9	18.46	27.20%

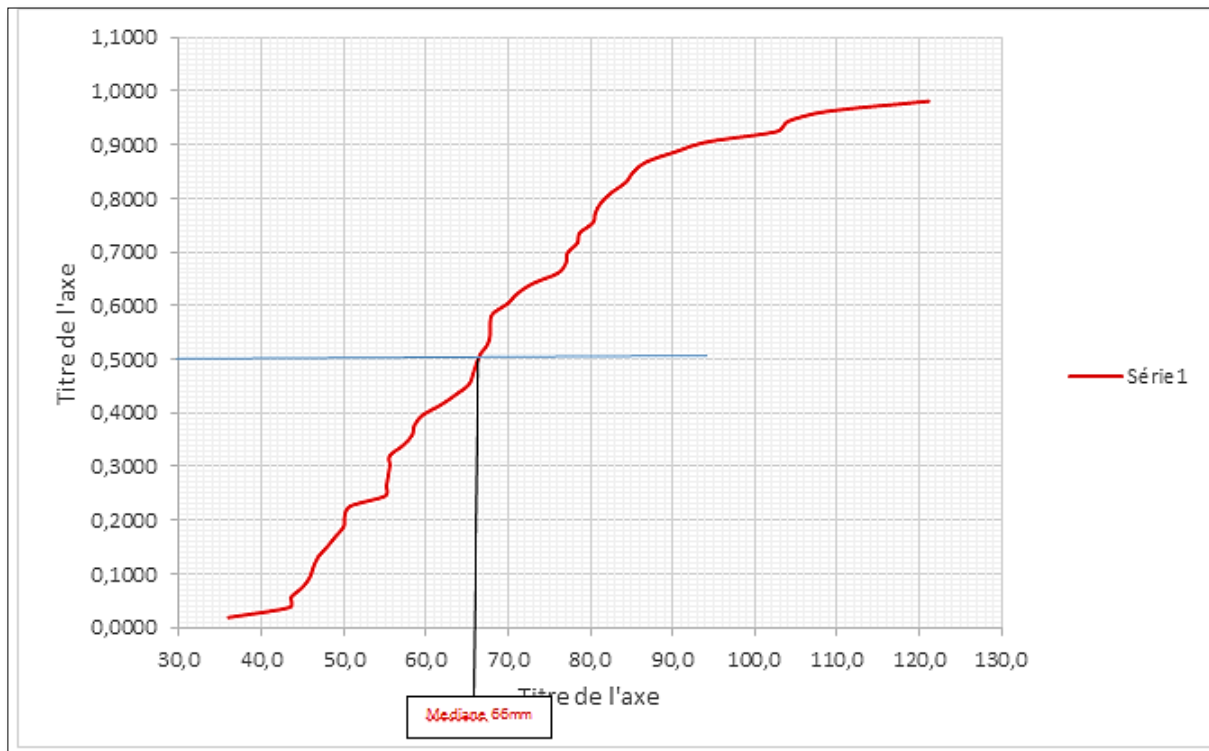
Comparaison des valeurs centrales

En adoptant un pas de 9 mm nous avons construit l'histogramme de fréquences empiriques.



Cela nous a permis de déterminer le mode de la série d'une valeur de 67.7mm.

Pour la détermination de la médiane de la série de données de BOBO, nous avons construit la courbe des fréquences cumulées.



On obtient ainsi les valeurs centrales suivantes :

Tableau : valeurs centrales de la série de pluies moyennes mensuelles

moyenne	médiane	Mode
68.9mm	66 mm	67.5mm

Ces valeurs étant relativement proches, alors il est raisonnable d'essayer un ajustement par une loi symétrique. Néanmoins, les valeurs étant extrême (pluies maximales journalières), l'ajustement sera fait avec la loi de GUMBEL.

Ajustement de la loi de Gumbel de manière graphique

ordre croissant	rang	Fi	Ui
36,0	1	0,0189	-1,3788
43,4	2	0,0377	-1,1870
43,6	3	0,0566	-1,0549

45,0	4	0,0755	-0,9493
45,9	5	0,0943	-0,8590
46,3	6	0,1132	-0,7787
46,9	7	0,1321	-0,7053
48,0	8	0,1509	-0,6370

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE
BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

49,0	9	0,1698	-0,5727
50,0	10	0,1887	-0,5114
50,1	11	0,2075	-0,4526
50,8	12	0,2264	-0,3957
55,0	13	0,2453	-0,3403
55,2	14	0,2642	-0,2861
55,4	15	0,2830	-0,2329
55,6	16	0,3019	-0,1804
55,6	17	0,3208	-0,1285
57,2	18	0,3396	-0,0769
58,3	19	0,3585	-0,0255
58,6	20	0,3774	0,0258
59,6	21	0,3962	0,0771
61,8	22	0,4151	0,1287
63,6	23	0,4340	0,1806
65,2	24	0,4528	0,2329
65,7	25	0,4717	0,2858
66,1	26	0,4906	0,3394
66,6	27	0,5094	0,3939
67,5	28	0,5283	0,4493
67,8	29	0,5472	0,5058
67,8	30	0,5660	0,5637
68,1	31	0,5849	0,6231
69,9	32	0,6038	0,6841
71,1	33	0,6226	0,7470
73,0	34	0,6415	0,8121
76,0	35	0,6604	0,8796
77,0	36	0,6792	0,9499
77,2	37	0,6981	1,0234
78,4	38	0,7170	1,1005
78,7	39	0,7358	1,1818
80,3	40	0,7547	1,2679
80,6	41	0,7736	1,3598
81,3	42	0,7925	1,4583
82,6	43	0,8113	1,5650
84,3	44	0,8302	1,6815
85,2	45	0,8491	1,8102

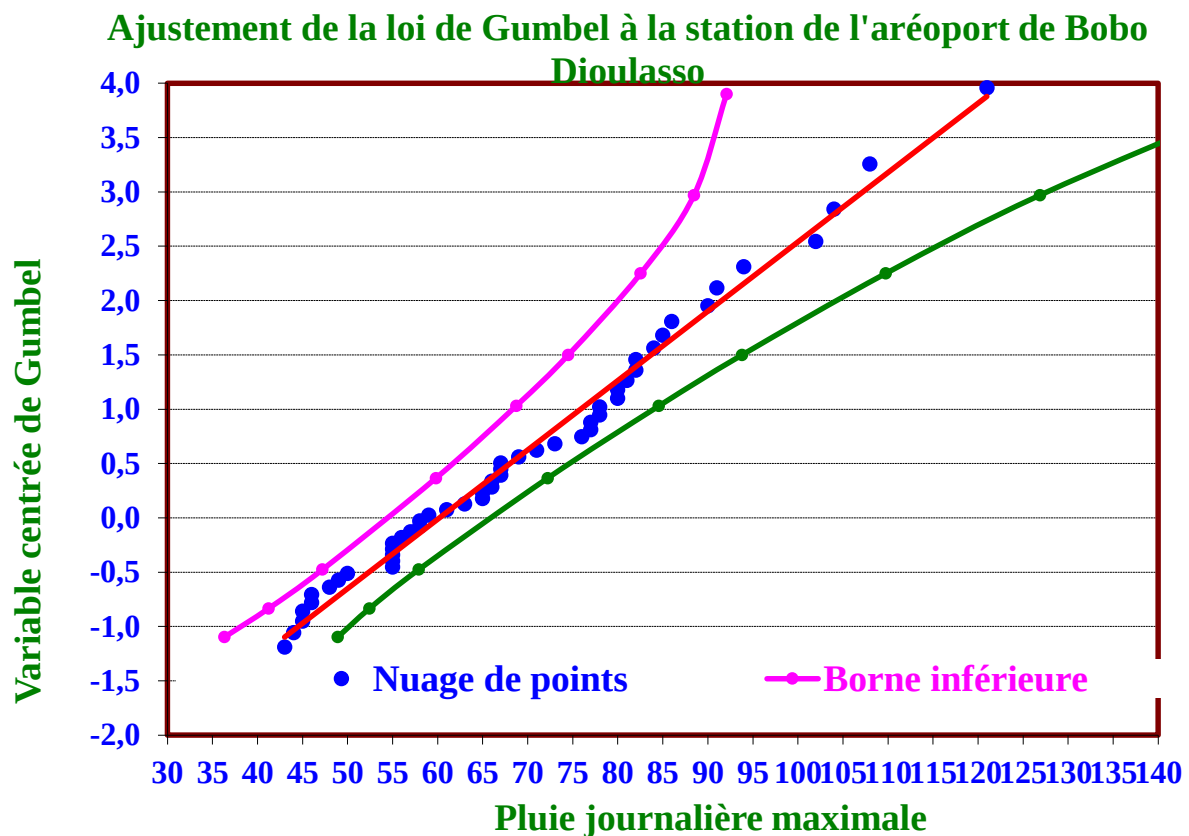
86,8	46	0,8679	1,9544
90,3	47	0,8868	2,1191
94,3	48	0,9057	2,3117
102,6	49	0,9245	2,5450
104,0	50	0,9434	2,8427
108,8	51	0,9623	3,2580
121,1	52	0,9811	3,9608

Analyse des pluies maximales journalières

Les pluies maximales journalières étant des valeurs extrêmes, la loi de Gumbel est la plus adaptée et les fréquences empiriques seront calculées avec la formule de WEIBULL : $F_i = \frac{i}{N+1}$ avec :

i : rang de la valeur
N : effectif de l'échantillon N= 52
 F_i : fréquence au nom dépassement

L'ajustement nous a permis de construire le graphe ci-dessous.



Détermination de l'équation de la droite de régression

Sur la droite tracer manuellement et qui passe approximativement à la même distance par rapport à tous les points du nuage, l'ajustement sur EXCEL fourni une courbe de tendance d'équation $y_i = 15.652x_i + 59.271$ avec un coefficient de corrélation de 0.9931

L'ajustement nous a permis de déterminer la pluie journalière, décennale et centennale sèche et humide. Les pluies décennales et centennales humides pour aller dans le sens de la sécurité de l'ouvrage sont retenues. En effet un ouvrage dimensionné sur la base d'une pluie décennale ou centennale humide résistera plus facilement aux pluies de hauteur inférieures. Nous retiendrons donc les valeurs suivantes :

Tableau : résultats de l'analyse des pluies

Intervalles de confiance à 95%

Pour un seuil de tolérance $\alpha=95\%$, on un coefficient $k\alpha=1.96$ et les quantiles s'expriment par la formule suivante :

$$x_i = x_0 + u * s \pm k_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}} B(F) \quad \text{Avec} \quad \begin{cases} m = 59.271 \\ \sigma = 15.652 \\ \alpha = 90\% \text{ donc } K_{\alpha} = 1.64 \\ n = 52 \end{cases}$$

Choisissons au moins 5 points et représentons les intervalles de confiances.

Soit $X_p = x_i = x_0 + u * s$ et $A_p = \frac{s}{\sqrt{n}} B(F)$ on a alors $X_{sup} = X_p + A_p$ pour la borne supérieure et $X_{inf} = X_p - A_p$ pour la borne inférieure.

Tableau : intervalle de confiance à 95%

F(xi)	u _i	x ₀ + u _i x s	β[F(xi)]	k σ F / (n) ^{0.5}	x _{min}	x _{max}
0,05	-1,10	42,6	1,46	6,3	36,3	48,9
0,1	-0,83	46,8	1,3	5,6	41,2	52,4
0,2	-0,48	52,6	1,24	5,3	47,2	57,9
0,5	0,37	66,0	1,44	6,2	59,8	72,2
0,7	1,03	76,7	1,84	7,9	68,7	84,6
0,8	1,50	84,2	2,24	9,6	74,5	93,8
0,9	2,25	96,2	3,16	13,6	82,6	109,8
0,95	2,97	107,7	4,46	19,2	88,5	126,9

0,98	3,90	122,6	7,08	30,5	92,1	153,1
------	------	-------	------	------	------	-------

On constate que tous les 52 points du nuage sont à l'intérieur de la bande de confiance à 95%, donc la loi de Gumbel est acceptée à hauteur de 95%.

Quantiles à 90%

On peut estimer n'importe quel quantile et lui associer un intervalle de confiance. L'estimation des quantiles est distribuée autour de la moyenne suivant la loi de Student :

$$\text{Moyenne de } \hat{x}(F) = x_0 + u^* s$$

$$\text{Ecart-type de } \hat{x}(F) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} A(f, n)$$

Le quantile se calcule donc par la formule suivante

$$\hat{x}(F) = x_0 + u^* s \pm t(\alpha, n-1) \frac{\sigma}{\sqrt{n}} A(f, n)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_0 = 59.271 \\ \sigma = 15.652 \\ \alpha = 90\% \text{ donc } p = \frac{1+\alpha}{2} = 0.95 \\ \gamma = n = 52 \text{ donc on a } n-1 = 51 \text{ degrés de liberté} \end{array} \right.$$

La valeur de T (p,γ) se lit dans la table de Student. Pour un seuil de confiance α=90% et p=0.95, nous avons interpolé entre les degrés de liberté 40 et 60.

Tableau : détermination de la variable de Student pour n-1=51

P=0.95	Degrés de liberté (n-1)	40	Interpolation pour 51	60
	t (p,γ)	1.684	1.677	1.671

Les valeurs de A (f,n) sont déterminées à partir du tableau ci-dessous :

Tableau : valeurs de A (f,n)

T [ans]	Fnd	u_x	P_x [mm]	t(95%;35)	A(f;35)	Ecartype
10	0,9	2,250	96,2	2,01	2,295	11,7
50	0,98	3,902	122,6	2,01	3,765	19,2
100	0,99	4,600	133,8	2,01	4,40	22,4

Pour aller dans le sens de la sécurité de l'ouvrage, nous retiendrons les valeurs des pluies correspondant aux fréquences de dépassement. Ainsi, on obtient une pluie décennale humide $P_{10}=149.03\pm4.86$ mm et une pluie centennale humide $P_{100}=288.31\pm9.31$ mm

Nous retiendrons les valeurs suivantes (connues à 90%) :

$P_{10}=96,2$ mm

$P_{100}=122,6$ mm

ANNEXE IV : VERIFICATION DE L'ECLAIRAGE PUBLIC

Largeur de la chaussée et des trottoirs : 12 m

Type d'implantation : Rétro bilatérale dos à dos.

Hauteur des candélabres : pour une implantation rétro bilatérale dos à dos $h \geq l$; on prend $h = 12$ m.

Espacement, on a $e_{\max} \geq 3,5 \times h = 42$ m ; on prend des espacements de 40 m.

Paramètre de choix du type de luminaires :

- **détermination du rapport**

Revêtements	Installation semi-défilée
Béton propre	8
Béton sale	10
Enrobés éclaircis	10
Enrobés moyens	14
Enrobés sombres	18
Pavés	13
Valeurs de R à majorer de 40% si installation défilées	

Abaque1 : rapport R

Rapport R = 14

- **Luminance moyenne**

Classe de la voie	Luminance moyenne en service Lm	Coeff.unit.de luminance		Indice de confort G
		Unit.génér. Ug	Unit.long Ul	
A Autoroutes Voies express Voies rapides	2 cd/m ²	0,4	0,7	6
B Routes important	1,2 cd/m ²	0,4	0,7	5-6

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE
BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

Route secondaires à trafic important et rapide				
C Routes à trafic mixte important Voies urbaines importantes	1,2 cd/m ²	0,4	0,7	5-6
D Voies reliant des ensembles résidentiels aux voies de classes A et B	2 cd/m ²	0,4	0,7	4
E Voies de desserte Voies résidentielles	0,5-1 cd/m ²		0,5	4-5
Point singuliers Voies principales Voies annexes	1,5-2 cd/m ² 1-1,5 cd/m ²			

Abaque2 : Luminance moyenne

Luminance moyenne $L_m = 2 \text{ cd/m}^2$

• **Facteur d'utilisation**

L/h Lampe	0	0,5	1	1,5	2
S.B.P	0	0,14	0,24	0,28	0,31
B.F	0	0,20	0,34	0,39	0,4
S.H.P	0	0,23	0,40	0,45	0,48

Abaque3 : facteur d'utilisation

On a $l/h = 1$. D'après l'abaque suivant, on a $f_n = 0,24$

• **Facteur de vieillissement.**

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

Lampe 3.F.-S.H.P.-S.B.P.	0,90
Lampes : coulaies fluo.	0,85
Lampes aux halogénures métalliques.	0,95

Abaque2 : facteur de vieillissement Vla

Classe de l'appareil	Luminaires ouverts IP 23	Luminaires fermés	
		IP 43 Etanchéité moyenne	IP 55 Etanchéité très bonne
Atmosphère polluée	0,65	0,70	0,85
Atmosphère non polluée	0,90	0,95	0,95

Abaque3 : facteur de vieillissement Vlu

D'après l'abaque 2 et 3 ; on déduit les facteurs de vieillissement ci-dessous :

Type de lampe	Facteur de vieillissement Vla	Facteur de vieillissement Vlu
SBP	0,90	0, 95

Calcul du flux de la source lumineuse

$$\Phi = \frac{Lm \times R \times l \times e}{fn \times Vla \times Vlu} = \frac{1 \times 14 \times 12 \times 40}{0,24 \times 0,95 \times 0,90}$$

$$\Phi = 32748.53 \text{ lm.}$$

Φ : flux de la source lumineuse ;

Lm : luminance moyenne ;

R : Rapport entre éclairage moyen et luminance moyenne ;

e: espacement entre points lumineux ;

fn : facteur d'utilisation ;

Vla, Vlu : facteurs de vieillissement.

D'après le tableau des caractéristiques des sources lumineuses, le choix se porte sur des lampes SBP de puissance 730 watts.

Tableau : caractéristiques des luminaires

**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE
BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)**

Ballon fluorescent			Lampe S.B.P.			Lampe S.H.P			Lampes aux halogénures		
Puissance nominale en Watt	Puissance avec appareillage	Flux Lm	Puissance nominale en Watt	Puissance avec appareillage	Flux Lm	Puissance nominale en Watt	Puissance avec appareillage	Flux Lm	Puissance nominale en Watt	Puissance avec appareillage	Flux Lm
50	60	2000	18	70	1800						
80	90	3800	35	85	4600	70	105	6500			
125	135	6200	55	127	7000	150	180	14500			
250	265	13500	90	181	12500	250	285	25500	375	420	31000
400	420	23000	135	227	21500	400	450	47000	2000	2060	190000
700	730	40000	180		31500	1000	1060	120000			
1000	1030	55000									
2000	2060										

Les luminaires seront fixés sur des candélabres rétro bilatéraux dos ados de 12 m de hauteur, encastré en fondation dans un massif de béton.

ANNEXE V : Grille d'évaluation des impacts potentiels négatifs du projet

Récepteur d'impact	Impacts négatifs	Critère				
		Nature	Durée	Intensité	Etendue	Importance
les sols, la végétation	Dégradation de la qualité du sol par excavation et l'exploitation des carrières et emprunts	négative	permanente	faible	locale	moyenne
	Destruction d'une partie de la végétation et de quelques arbres situés dans l'emprise de la route	négative	permanente	faible	locale	faible
la population et les animaux éventuellement	Modification locale de la qualité de l'air et de l'ambiance sonore	négative	temporaire	faible	ponctuelle	faible
Les sols, la végétation et la population	Diminution de la quantité et de la qualité de la ressource en eau	négative	temporaire	faible	ponctuelle	faible
Petite faune terrestre, les oiseaux, les grands reptiles	Mortalité par écrasement	négative	permanente	moyenne	locale	forte

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

Les ouvriers du Chantier de la Route, les résidents	Augmentation du Nombre d'accidents liés à la construction et à la circulation	négative	temporaire	moyenne	locale	moyenne
--	---	----------	------------	---------	--------	---------

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

FICHE D'ANALYSE DE TRAFIC				
OBSERVATIONS <i>Près station SORUCOP</i>		Localisation		Controleur
Sens 1	emb.RR18-INSSA	Région de:		EQUIPE N° II
Sens 2	INSSA-emb.RR18	Période		<i>Du 24 au 26</i>
Sens 3	emb.RR18-INSSA-emb.RR18			
Date: <i>26/09/2014</i> 10H-18H 13H-21H 06H-13H				
Type de véhicule	Mercredi	Jeudi	Vendredi	TOTAL
SENS 1				
Voitures Particulières	100	139	85	
Camionnettes	01	00	02	
Véhicules Tous Terrains	17	17	12	
Mini Bus	23	03	01	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	25	10	10	
camions P12	07	02	01	
camions P13	00	00	00	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S3	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	00	00	00	
Autres-Divers	01	00	00	
SOUS TOTAL1	154	171	111	
Charrettes	59	24	38	
Motocyclettes	1125	1436	998	
Bicyclettes	338	521	369	
Tricycle	56	42	41	
TOTAL SENS 1	1578	2023	1446	
SENS 2				
Voitures Particulières	143	165	195	
Camionnettes	01	00	00	
Véhicules Tous Terrains	16	17	18	
Mini Bus	02	03	01	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	28	15	07	
camions P12	03	04	02	
camions P13	00	00	00	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S3	04	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	01	00	00	
Autres-Divers	196	204	223	
Charrettes	34	22	40	
Motocyclettes	1193	1221	1399	
Bicyclettes	319	424	520	
Tricycle	57	44	51	
TOTAL SENS 2	1603	1711	2026	
SENS 3				
Voitures Particulières	243	304	280	
Camionnettes	02	00	02	
Véhicules Tous Terrains	33	34	30	
Mini Bus	05	06	02	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	53	25	17	
camions P12	20	06	03	
camions P13	00	00	00	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S3	04	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	01	00	00	
Autres-Divers <i>(01) Sous Total 3</i>	<i>352</i>	<i>375</i>	<i>334</i>	
Charrettes	93	46	84	
Motocyclettes	2318	2657	2397	
Bicyclettes	657	945	889	
Tricycle	113	86	102	
TOTAL SENS 3	3181	3734	3472	

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

FICHE D'ANALYSE DE TRAFIC Poste N°01 Embranchement avec R.R.1801				
OBSERVATIONS <i>Réel d'ascendant</i>		Localisation	Contrôleur	
Sens 1	emb.RR18-INSSA	Région de:	EQUIPE N°	
Sens 2	INSSA-emb.RR18	Période	24-26/09/2014	
Sens 3	emb.RR18-INSSA-emb.RR18			
Date:	10H-18H	13H-21H	16H-13H	
Type de véhicule	Mercredi	Jeudi	Vendredi	TOTAL
SENS 1				
Voitures Particulères	176	244	166	
Camionnettes	01	01	02	
Véhicules Tous Terrains	32	46	23	
Mini Bus	10	09	04	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	14	09	14	
camions P12	02	03	01	
camions P13	00	00	06	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	01	01	
SEMI-REMORQUE-T11S3	02	03	01	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	00	03	00	
Autres-Divers	01	00	00	
SOUS TOTAL 1	238	317	211	
Charrettes	23	41	10	
Motocyclettes	1748	1268	975	
Bicyclettes	183	205	142	
Tricycle	58	78	40	
TOTAL SENS 1	1442	1592	1167	
SENS 2				
Voitures Particulères	170	218	187	
Camionnettes	04	01	01	
Véhicules Tous Terrains	32	29	35	
Mini Bus	06	04	06	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	17	11	12	
camions P12	05	00	02	
camions P13	00	00	00	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	00	01	
SEMI-REMORQUE-T11S3	07	03	01	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	00	00	01	
Autres-Divers	242	288	246	
<i>Sous Total 2</i>				
Charrettes	32	11	06	
Motocyclettes	1319	1268	1509	
Bicyclettes	273	205	524	
Tricycle	68	78	60	
TOTAL SENS 2	1692	1592	2099	
SENS 3				
Voitures Particulères	346	462	353	
Camionnettes	02	02	03	
Véhicules Tous Terrains	64	95	58	
Mini Bus	16	13	09	
Bus-Cars-Autocars	00	00	00	
Camions avec Remorque	00	00	00	
camions P11	31	20	26	
camions P12	07	04	03	
camions P13	00	00	00	
camions P21	00	00	00	
camions P22	00	00	00	
camions P23	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T11S2	00	01	02	
SEMI-REMORQUE-T11S3	09	06	02	
SEMI-REMORQUE-T12S1	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S2	00	00	00	
SEMI-REMORQUE-T12S3	00	02	01	
Autres-Divers	480	605	457	
<i>Sous total 3</i>				
Charrettes	53	59	16	
Motocyclettes	2467	2683	2484	
Bicyclettes	456	500	096	
Tricycle	126	138	00	
TOTAL SENS 3	3104	3380	3266	

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées

Selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : Voie de l'INSSA Bobo

Données Chargement :

- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

Unités : m, MN et MPa ; déformations en $\mu\text{déf}$; déflexions en mm/100

Notations :

X=axe transversal Y=axe longitudinal Z=axe vertical
R=axe vertical roue J=axe vertical entre-jumelage

Tableau 1+2 (synthèse) :

Tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et

Compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,030 m	0,000m	-228,7 X-J	-0,158 X-J	-67,8 Z-J	0,657 Z-R
E= 1300,0 MPa					
nu= 0,350	0,030m	-28,6 X-R	0,292 Y-J	326,9 Z-R	0,653 Z-R
----- <i>collé (z=0,030m)</i> -----					
h= 0,200 m	0,030m	-28,6 X-R	0,101 Y-J	1031,0 Z-R	0,653 Z-R
E= 400,0 MPa					
nu= 0,350	0,230m	-273,0 Y-R	-0,055 Y-R	521,8 Z-R	0,180 Z-R
----- <i>collé (z=0,230m)</i> -----					
h= 0,200 m	0,230m	-273,0 Y-R	-0,020 Y-J	615,3 Z-R	0,180 Z-R

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

$E = 300,0 \text{ MPa}$

$\nu = 0,350$ $0,430\text{m}$ $-290,3 \text{ Y-J}$ $-0,086 \text{ Y-J}$ $390,7 \text{ Z-J}$ $0,065 \text{ Z-J}$

----- *collé ($z=0,430\text{m}$)* -----

$h \text{ infini}$ $0,430\text{m}$ $-290,3 \text{ Y-J}$ $-0,005 \text{ Y-J}$ $660,9 \text{ Z-J}$ $0,065 \text{ Z-J}$

$E = 100,0 \text{ MPa}$

$\nu = 0,350$

Déflexion maximale = $58,5 \text{ mm/100}$ (entre-jumelage)

Rayon de courbure = $99,1 \text{ m}$ (entre-jumelage)

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (supplément)

données de trafic :

MJA = $50 \text{ pl/j/sens/voie}$

accroisst géom. = $5,10\%$

période de calcul = $15,0 \text{ années}$

trafic cumulé NPL = $396\,790 \text{ PL}$

donnée déduite :

accroisst arith. = $6,42\%$

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = $0,80$

trafic cumulé NE = $317\,430 \text{ essieux standard}$

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DES VOIES D'ACCES A L'INSSA DE BOBO-DIOULASSO (4KM)

ANNEXE V : Dimensionnement hydraulique des ouvrages

Désignation des ouvrages	Qp (m3/s) débit projet	n alvéoles	Qa(debit par alvéole en m ³ /s)	Hauteur (D) en m	Largeur (B) en m	Vitesse moy (V) en m/s	V (m3/s)	Section adoptée S(m)	Q*	H1*	H1 (m)	Q*Pc	I*c	K	Ic	Q*v	V*	V (m ³ /s)
Voie d'accès à l'INSSA de Bobo- Dioulasso																		
OA1 : PK 0+295	0,81	1	0,81	1,00	1,00	0,81	1,87	1x1	0,18	0,614	0,6	0,259	2,700	70	0,005	0,164	0,377	1,87
OA1 : PK 0+295	0,91	1	0,91	1,00	1,00	0,91	2,06	1x1	0,21	0,659	0,7	0,291	2,850	70	0,006	0,168	0,379	2,06
OA1 : PK 0+295	1,63	1	1,63	1,00	1,00	1,63	2,34	1x1	0,37	0,954	0,95	0,520	2,820	70	0,006	0,301	0,432	2,34
OA1 : PK 0+295	0,87	1	0,87	1,00	1,00	0,87	2,03	1x1	0,20	0,644	0,6	0,278	2,800	70	0,006	0,160	0,375	2,03