



**ÉTUDES TECHNIQUES DE LA CONSTRUCTION DE 33KM DE
ROUTE BITUMÉE ALLANT DE LA VILLE D'AWAE (intersection N10)
AU VILLAGE D'ESSE (carrefour NKOMDJONG) AU CAMEROUN
(LOT 7A)**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2IE
AVEC GRADE DE MASTER**

Spécialité : GÉNIE CIVIL -BTP

Option : TRANSPORTS

Présenté et soutenu publiquement par :

DOCGNE DJONA Rodrigue Baudouin

Matricule : 20190627

Date : Juillet 2022

Directeur de mémoire : Dr DJOUBISSIE DENOUWE Decroly,

(Enseignant Chercheur en Génie Civil)

Maitre de stage : M. DJIMGUIN Chrétien, Directeur de Projet à SUPER CONFORT BTP

(Ingénieur de Conception Génie Civil)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Pr Dial NIANG

Membres et correcteurs : Dr Seick Omar SORE

M. Georges KIBALO TCHAMIE

STRUCTURE D'ACCUEIL :

SUPER CONFORT SARL Bâtiment et Travaux Publics

BP : 8324 Yaoundé Tél : (237) 674 76 70 29

Tél : (237) 6 94 38 40 14 Cameroun

Promotion : 2021/2022

DÉDICACES

Je dédie ce travail

*À Mon oncle **KAMDEM IRENE,***

*À mon père **DOCGNE RIGOBERT,***

*Et à ma mère **MESSIMO Marie Joséphine***

*Afin qu'ils trouvent en cette dédicace ma reconnaissance pour leur amour, soutien
et tous leurs sacrifices sans cesse consentit à mon égard.*

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont tout d'abord à Dieu tout puissant, pour sa miséricorde sa bonté et ses bénédictions durant ces deux (02) ans passés au sein de l'Institut 2iE.

En particulier, mes sincères remerciements à l'endroit de :

- ✓ L'administration, les enseignants et tout le corps pédagogique de l'institut 2iE, pour l'encadrement de qualité ;
- ✓ Dr DJOUBISSIE DENOUWE Decroly, Enseignant chercheur au département du Génie Civil-BTP de 2iE, Directeur de mémoire, qui malgré ses multiples occupations a toujours trouvé le temps pour m'accompagner dans mes travaux ;
- ✓ A l'entreprise SUPER CONFORT, pour la confiance accordée et l'opportunité d'effectuer mon stage de fin de cycle en son sein ;
- ✓ M. DJIMGUIN Chrétien, Directeur de Projet à SUPER CONFORT BTP, qui était mon encadreur professionnel, pour sa disponibilité, sa modestie et le sérieux avec lequel il a supervisé ce travail ;
- ✓ M. HAMKOE MATI Cyrille, Ingénieur d'Etudes et Ouvrage d'art, pour sa disponibilité, bien qu'étant très sollicité, et pour avoir grandement contribué à la rédaction de ce document de par son suivi sans faille et sa disponibilité quand j'avais des préoccupations ainsi que mon insertion au sein de l'entreprise ;
- ✓ Mes sœurs et frères, Gaëtan, Patrick, Francine et Léonce pour leurs conseils, leurs encouragements, leurs motivations leurs interventions multiples et variées dans ma vie ainsi que leur aide inestimable et précieuse ;
- ✓ Tous mes camarades de promotion pour ces belles années de fraternités et de solidarité lors de notre parcours ;
- ✓ Toute la communauté Camerounaise de 2iE ;
- ✓ Ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à mon épanouissement à l'institut 2iE.

RÉSUMÉ

Le document ici présent est un mémoire de fin d'étude de master en Génie-Civil BTP. Le projet étudié s'inscrit tout particulièrement dans le programme du Plan d'Urgence Triennal (PLANUT) du gouvernement Camerounais, qui vise les besoins immédiats des populations et à relancer de manière durable l'économie du pays, en passant par la construction d'infrastructures sur toute l'étendue du territoire Camerounais, et porte sur l'étude technique de la construction de 33km de route bitumée allant de la ville d'Awae (intersection n10) au village d'Esse (carrefour Nkomdjong) au Cameroun, qui devrait faciliter la liaison entre les villages de la région. L'étude en question a pour but de faire une actualisation des résultats obtenus par le bureau d'études techniques. L'objectif est d'obtenir une route durable, confortable, sécuritaire et respectant des critères environnementaux et sociaux. Pour y parvenir nous avons travaillé suivant les recommandations des guides de dimensionnement (ARP, CEBTP, BAEL...). Celles-ci nous ont permis d'aboutir à une route de catégorie R80 en agglomération et T100 en rase campagne dont la structure de chaussée est constituée d'un revêtement en béton bitumineux de 5cm, d'une couche de base en grave concassé de 20cm et d'une couche de fondation de 25 cm en GLN. En ce qui concerne l'assainissement, il est assuré longitudinalement par environ 4450 ml de caniveaux de section 60×60 en agglomération et d'environ 27500 ml des fossés triangulaires en terre de section $1,25 \times 0,5$ en rase campagne, et transversalement par quarante-cinq (45) dalots de section variable de $1 \times 1000 \times 1000$ à $1 \times 3000 \times 3000$. Pour assurer la sécurité routière, 110 panneaux de signalisation en verticalité et un système d'éclairage constitué de 520 candélabres simples cross ont été prévus uniquement en agglomération et dans les traversées importantes des villages se trouvant sur le tronçon. Un aperçu du volet environnemental et social de l'impact du projet a également été abordé.

Le coût estimatif des travaux après établissement de l'avant métré et en application des prix moyens de la mercuriale pour les ouvrages de même genre est de, **15 299 831 932 Franc CFA** (Quinze milliards deux cent quatre-dix-neuf millions huit cent trente et un mille neuf cent trente-deux francs CFA toutes taxes comprises) soit 463 millions de Fcfa/km.

Mots clés :

- PLANUT
- Etudes techniques
- Dimensionnement

ABSTRACT

The present document is a graduate these in Civil Engineering BTP. The project studied is in particular part of the program of the Three-Year Emergency Plan of the cameroonian government, wich aims at the immediate needs if the populations and to relaunch in a sustainable way the economy of the country, trough the construction of infrastructure throughout the cameroonian territory, The technical study of construction of 33Km of asphalt road from the city of Awae (intersection N10) to the village Esse (Nkomdjong crossroads) in cameroon, wich should facilite liaison between vilages in the région. The purpose of this study is to provide a counter-assessment of the results obtained by the technical design office. The goal is to achieve a sustainable, comfortable, safe and environmentally and soxially responsible road. To achieve this we worked according to the recommendations of the sizing guides (SESTRA, ARP, CEBTP, BAEL...). The these allowed us to arrive at category R60 road in agglomeration an T100 in open country with a pavement structure consisting of asphalt concrete coating of 5cm, a 20cm crushed base laayer and 25cm GLN foubdation layer. As far as sanitaton is concerned, approximately 4450ml of section gutters of 60×60 in agglomeration and approximately 27500 ml of triangular eart ditches of section 1.25×0.5 in open country and transverly by Forty-five (45) variable section culverts from $1 \times 1000 \times 1000$ to $1 \times 3000 \times 3000$. To ensure road safety, 110 vertical signs and a lighting system consisting of 520 simple cross-country lights have been planned only in the agglomeration and in the mayor crossings of the village on the stretch. An overview of the environemental and social impact of the project was also discussed. The estimated coast of the work after the pre-setting and applicatio of the average area prices for similar works is, **15,299,831,932 CFA** francs (15 billions two hundred and ninety-nine million eight hundred and thrity-one thousand nine hundred and thrity-two CFA francs) including all taxes or 463 millions FCFA/km.

KEYWORDS :

- Three-Year Emergency Plan
- Technical studies
- Counter-expertise
- Sizing

SOMMAIRE

DÉDICACES	ii
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES ABREVIATIONS	6
INTRODUCTION GÉNÉRALE :	7
CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET	9
Introduction	9
I.1 Présentation de la structure d'accueil	9
I.2 Présentation du projet	10
I.2.1 Présentation générale et justification du projet	10
I.2.2 Informations sur le projet	11
I.2.3 Rappel des objectifs définis par le T.D.R.	11
I.2.4 Localisation et Zone d'Influence du Projet (ZIP)	12
I.2.5 Environnement géographique du projet	14
I.3 Méthodologie globale et données techniques	14
I.3.1 Méthodologie globale de l'étude	14
I.3.2 Données Techniques de l'étude	16
Conclusion partielle	19
CHAPITRE II. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE	20
Introduction	20
II.1 Conception géométrique	20
II.1.1 Choix des caractéristiques générales du type de route	20
II.1.2 Conception de l'axe en plan	22
II.1.3 Conception du profil en long	23
II.1.4 Profil en Travers	24
II.1.5 Conception de carrefour et aménagement de la route	24
II.2 Dimensionnement structurel de la chaussée	27
II.2.1 Les différentes couches du corps de la chaussée	27
II.2.2 Les épaisseurs des différentes couches de la chaussée	28
II.2.3 Vérification de la structure avec le logiciel ALIZE	29

II.2.4 Comparaison de la structure obtenue avec celle du BET	31
Conclusion partielle.....	32
CHAPITRE III. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUE ET D'ASSAINISSEMENT	33
Introduction	33
III.1 Études hydrologique.....	33
III.1.1 Caractéristique de la zone du projet	33
III.1.2 Délimitation des bassins versants et estimation des débits.....	34
III.2 Études hydraulique.....	40
III.2.1 Méthode de calcul hydraulique des dalots.....	41
III.2.2 Résultats.....	42
III.3 Protection des ouvrages.....	44
III.4 Dimensionnement béton arme.....	44
CHAPITRE IV. SIGNALISATION, SECURITE ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC, NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES) ET AVANT METRE.....	47
Introduction	47
A- SIGNALISATION, SECURITE ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC.....	47
IV.1 Sécurité routière.....	47
IV.2 Signalisation routière.....	48
IV.2.1 Signalisation provisoire ou temporaire	48
IV.2.2. Signalisation permanente ou définitive	49
IV.3 Eclairage public.....	52
IV.3.1 Paramètre de l'implantation des luminaires	52
IV.3.2 Choix pour le projet.....	53
B- NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES).....	54
Introduction	54
IV.4. Cadre juridique et institutionnel	54
IV.5. Description des alternatives au projet.....	55
IV.6. Présentation de la situation existante avant le projet	56
IV.7. Récapitulatif de l'indentification et de l'analyse des impacts environnementaux et sociaux du projet	58
IV.8. MESURES ENVIRONNEMENTALES IDENTIFIÉES PAR PHASE	61
C- AVANT METRE ET COUT TRAVAUX	62
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATION :	65
BIBLIOGRAPHIE	67



ANNEXES	68
---------------	----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiche signalétique.....	9
Tableau 2: Intervenants du projet d'étude	11
Tableau 3 : Estimation du trafic	17
Tableau 4 : Classification du trafic	17
Tableau 5 : Tableau de localisation Carrière rocheuse.....	19
Tableau 6 : Caractéristiques des types de routes choisies.....	21
Tableau 7 : Caractéristiques géométriques du tracé en plan	22
Tableau 8 : : Caractéristiques géométriques du profil en long.....	23
Tableau 9 : Caractéristique du profil en travers	24
Tableau 10 : Aménagements adaptés aux routes de type R et leurs conditions générales d'emploi.	25
Tableau 11 : Paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT, 1998).....	26
Tableau 12 : paramètres de construction des îlots séparateurs (DUPONT, 1998).....	27
Tableau 13 : Tableau des structures de chaussée choisies	28
Tableau 14 : Tableau de la structure retenue pour la route à bitumer.....	29
Tableau 15 : Caractéristiques des GLN acceptables pour notre corps de chaussée.....	29
Tableau 16:Tableau de comparaison des contrainte et déformation	31
Tableau 17 : résultat de calcul de la pluie maximale journalière	34
Tableau 18 : Coefficient de Montana.....	36
Tableau 19: Temps de concentration	36
Tableau 20 : Estimations des débits	38
Tableau 21 : ouvrages hydraulique obtenue.....	42
Tableau 22:Résultat du dimensionnement béton armé du dalot 1*3*3	46
Tableau 23: Signalisation horizontale	49
Tableau 24 : Signalisation verticale	50
Tableau 25 : Tableau du cadre physique.....	56
Tableau 26 : Identification des impacts.....	58
Tableau 27 : Caractéristiques des impacts	60
Tableau 28 : mesures d'atténuation prisent	61
Tableau 29 : devis quantitatif et estimatif de la route	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de Super Confort BTP (source : super confort).....	10
Figure 2 : Localisation du projet et du tronçon étudié	13
Figure 3 : Méthodologie générale de l'étude	15
Figure 4 : Principaux éléments d'un carrefour giratoire (Centre de la sécurité, 1994)	26
Figure 5 : Exemple d'une structure de chaussée	28
Figure 6: définition de la structure et calcul des valeurs admissibles.	30
Figure 7: contrainte, déformation et vérification de la structure de chaussée.....	31
Figure 8 : délimitation des bassins versant (Global Mapper).....	35
Figure 9: candélabre à simple cross	53

LISTE DES ABREVIATIONS

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

ARP : Aménagement des Routes Principales

BET : Bureau d'études techniques

BTP : Bâtiments et Travaux publics

BV : Bassin Versant

CBR : Californian Bearing Ratio (indice de portance californien)

CAM : Coefficient d'Agressivité Moyen

CEBTP : Centre expérimental des recherches et d'Etude du Bâtiment et des Travaux Publics

EIES : Études d'Impact Environnemental et Social

ELS : État limite de Service

ELU : État limite Ultime

GLN : Graveleux Latéritique Naturel

ICTAAL : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes Liaison

ICTAVRU : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines

MINADER : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural ;

MINPMEESA : Ministère des Petites et Moyennes Entreprises, de l'Économie et de l'Artisanat ;

MINTOUL : Ministère du Tourisme et du Loisir ;

MINTP : Ministère des Travaux Publics

ODD : Objectifs du Développement Durable

ONU : Organisation des Nation Unies

OPM : Optimum Proctor Modifié

PGES : Plan simplifié de Gestion Environnementale et Sociale.

PLANUT : Plan d'Urgence Triennal

PK : Point Kilométrique

RN10 : Route National 10

SARL : Société A Responsabilité Limitée

SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

TDR : Termes De Références

TPC : Terre-Plein Central

TN : Terrain Naturel

ZIP : Zone d'Influence du Projet

INTRODUCTION GÉNÉRALE :

Le Gouvernement Camerounais, pour palier à de multiples problèmes qu'il rencontre, a donc mis sur pieds le PLANUT (Plan d'Urgence Triennal) qui est un programme visant les besoins immédiats des populations. C'est un programme qui touche plusieurs domaines tels que la santé, l'aménagement urbain, l'agriculture, les travaux publics etc... et étalé initialement sur une durée de trois ans. Dans le cadre des travaux publics, il est envisagé pour l'exercice 2020, des projets d'exécutions de certaines routes dans les régions du Centre. Parmi ces projets, nous avons le **Marché N°79/M/MINTP/CSPM-PLANUT/2020** portant sur « **L'exécution des travaux de construction de la route AWAE-ESSE-SOA, Lot 7-A Travaux de construction du tronçon de route AWAE - ESSE : 33km** ». En effet, la situation d'enclavement de ces localités constitue une contrainte primordiale, au point où la problématique réside dans la recherche de voies pour relever le défi qui handicape les échanges entre des partenaires économiques. La réalité se traduit par un système fragile de ravitaillement des populations en produits de première nécessité, en raison d'absence de route pleinement praticable en toute saison. En outre, au-delà de sa fonction de désenclavement, la route projetée doit contribuer à l'amélioration de la mobilité des populations ainsi qu'au développement desdites localités, sans oublier l'accessibilité en zone urbaine, la réduction des coûts de transport ainsi que le relais avec la RN10. Nous nous proposons donc de faire les **ÉTUDES TECHNIQUES DE LA CONSTRUCTION DE 33KM DE ROUTE BITUMÉE ALLANT DE LA VILLE D'AWAE (intersection N10) AU VILLAGE D'ESSE (carrefour NKOMDJONG) AU CAMEROUN (LOT 7A)**. Ce mémoire a pour objectif principal de concevoir une route avec toutes les commodités de sécurité et respectant les critères environnementaux et sociaux. De façon spécifique, il s'agit d'effectuer les études routières et l'assainissement, de donner une estimation du coût des travaux et d'évaluer les impacts environnementaux et sociaux induits par le projet. Ce travail sera organisé comme suit :

- Le chapitre 1, « Généralité sur le projet », sera un bref aperçu de la structure d'accueil, de la présentation du projet d'étude et de sa zone d'étude en passant par la méthodologie globale d'étude ;
- Le chapitre 2, « Conception géométrique et Dimensionnement structural de la chaussée », permettra de faire une conception et un dimensionnement de la chaussée pour analyse différée avec celle faite par le BET antérieurement, en fonction des relevés topographiques, des essais géotechniques, des informations sur le trafic

actualisé, des critères environnementaux et des contraintes fixées par les normes de conception et des solutions envisagées.

➤ Le chapitre 3, « Dimensionnement structural des ouvrages d'assainissement », rassemblant les études hydraulique et hydrologique, le dimensionnement des dalots et buses si nécessaire ;

➤ Le chapitre 4 « Signalisation, sécurité routière et éclairage public, Notice d'impact environnemental et social (EIES) et Avant métré et études financières du coût travaux » ce chapitre permettra de mettre en évidence les mesures prises en vue d'améliorer ou de maintenir le niveau de sécurité qui devra être effectué sur le site ainsi que l'éclairage à venir sur la future route, l'EIES permettra d'apprécier le niveau d'impacts directs ou indirects, à court, moyen et long terme des activités liées au projet sur l'environnement, et s'assurer que les mesures nécessaires sont prises en vue de maintenir les impacts potentiels dudit projet à des niveaux de seuils environnementaux acceptables et pour pouvoir faire une appréciation des quantités à réaliser ainsi que du montant global qui devra être arrêté pour l'exécution du projet ;

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET

Introduction

Ce travail a été effectué sur la base des exigences de formation d'un ingénieur 2iE qui recommande à tout étudiant en fin de formation d'effectuer un stage en entreprise ou en laboratoire afin de rédiger un mémoire de fin d'études. C'est dans ce sens que le travail ici exposé est le fruit de l'accompagnement minutieux de l'entreprise SUPER CONFORT BTP, présentée ci-dessous, sur le projet objet de notre mémoire.

I.1 Présentation de la structure d'accueil

La création de SUPER CONFORT BTP a été actée en 1999 avec comme directrice générale Mme **WANKI FONGU Augustine**. Cet établissement avait pour mission la construction des bâtiments et la location d'engins de construction. En juillet 2000, elle migre d'établissement en société à responsabilité limitée (SARL) spécialisée dans le BTP et le commerce générale.

Le Tableau 1 donne une présentation brève de ladite structure :

Tableau 1 : Fiche signalétique

Raison social	SUPER CONFORT BTP
Forme Juridique	SARL
Siège social	Yaoundé
Localisation	En face de la pharmacie Nkoldongo
Adresse	B.P : 8324 Yaoundé
Téléphone	+237 674 767 029/ 694 384 014
N° R.C	2000Q356 du 11 aout 2000 à Yaoundé
N° CONTRIBUTUABLE	M 070000010984Z
Domaine d'interventions	Infrastructures et transports, Import – Export, location des engins en génie civil.
Partenaires :	L'État du Cameroun, LABOGENIE, MATGENIE, BEC la Routière...

Dans le cadre de ce projet, elle a été contrainte de déporter une partie de ses employés (environs 100 employés), des engins (environ 30) et des camions (environ 24), tous installés à la base comportant des bureaux administratifs, logements, parkings, restaurants et magasins de l'entreprise et de la mission de contrôle dans la ville d'ESSE.

➤ Organisation générale de SUPER CONFORT BTP

Pour mener à bien leurs missions, SUPER CONFORT a mis en place une équipe de professionnels bien structurée. L'organigramme ci-dessous nous donne un aperçu de son organisation structurelle :

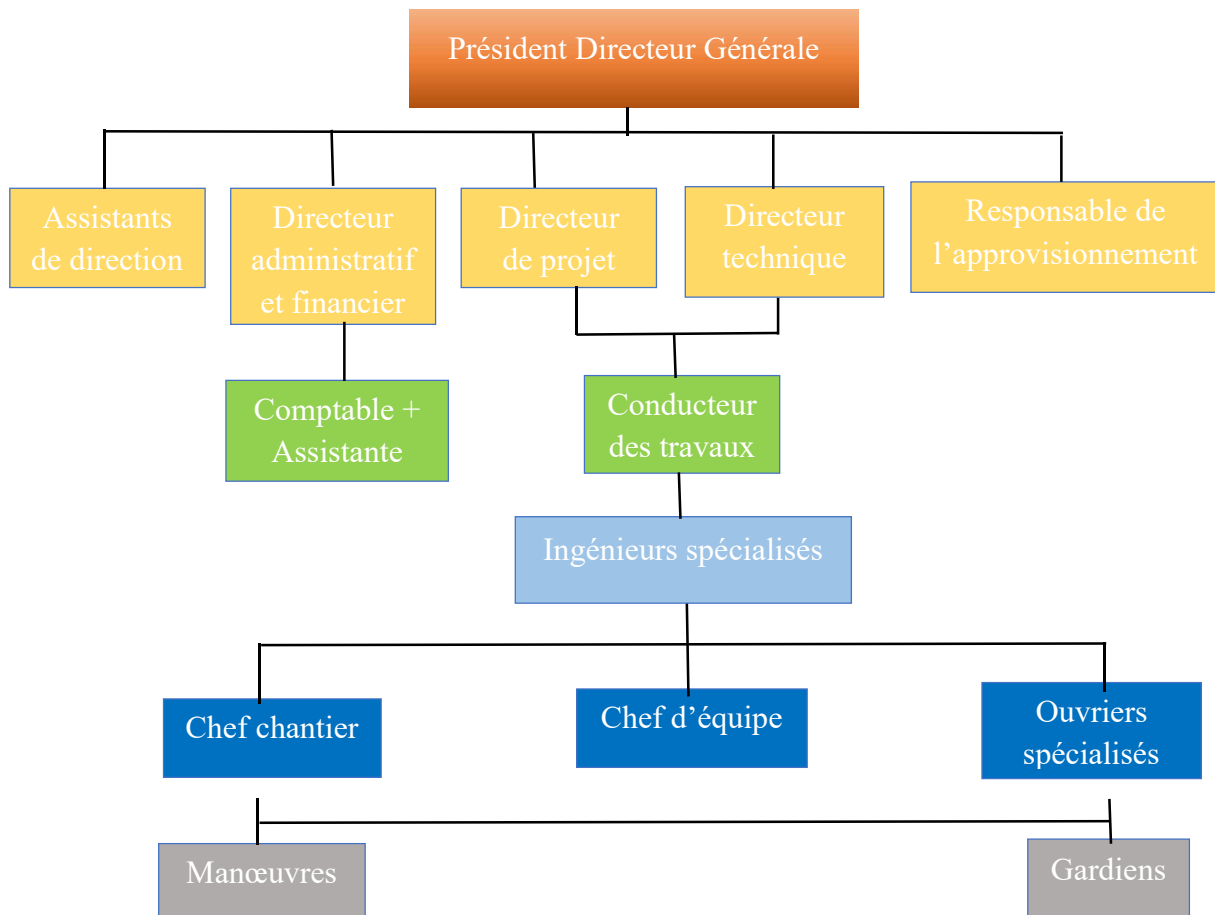


Figure 1: Organigramme de Super Confort BTP (source : super confort)

I.2 Présentation du projet

I.2.1 Présentation générale et justification du projet

Le présent projet permettra à son terme de résoudre les problèmes suivants :

- L'enclavement de la zone ;
- Les mauvaises conditions du trajet de la route en toute saison ;
- L'isolement et par conséquent le manque de cohésion entre les communautés des deux arrondissements (AWAE et ESSE).

I.2.2 Informations sur le projet

Ce marché signé le 18 mars 2020 a une durée de vingt-quatre (24) mois calendaire selon le marché N° 79/M/MINAP/CSPM-PLANUT/2020 pour « **L'exécution des travaux de construction de la route AWAE-ESSE-SOA, Lot 7-A Travaux de construction du tronçon de route AWAE- Carrefour AHAN- ESSE : 33km** » dont les différents intervenants ainsi que les données de base sont présentés dans le tableau 2 ci-après :

Tableau 2: Intervenants du projet d'étude

INTITULÉ DU MARCHÉ	L'exécution des travaux de construction de la route AWAE-ESSE-SOA, Lot 7-A Travaux de construction du tronçon de route AWAE - Carrefour AHAN - ESSE : 33km
MAITRE D'OUVRAGE	Ministère des Travaux Publics (MINTP)
TITULAIRE DU MARCHÉ	SUPER CONFORT BTP
FINANCEMENT	Budget du Plan d'Urgence Triennal
DÉLAI D'EXÉCUTION	Vingt Quatre (24) mois

I.2.3 Rappel des objectifs définis par le T.D.R

Ledit projet a pour objectif global de soutenir la croissance économique du Cameroun par le désenclavement de zones à fort potentiel économique, afin d'améliorer les échanges entre les régions et départements voisins. Le but de ce travail est de faire les études d'exécution détaillées du tronçon afin de les comparer aux résultats obtenus par le bureau d'études. Les travaux à effectuer porteront sur la conception et le dimensionnement de la voie partant de son tracé à la constitution des différentes couches en des matériaux et épaisseurs appropriés pour supporter le trafic correspondant en passant par les ouvrages connexes permettant le franchissement des obstacles dans les zones de fortes dépressions et l'évacuation de l'eau en périodes d'écoulement.

Les objectifs spécifiques seront de :

- Effectuer l'implantation de l'axe du tracé ;
- Effectuer la conception et le dimensionnement de la chaussée ;
- Effectuer la conception et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques permettant le passage et l'évacuation des eaux de ruissellement ;
- Évaluer le coût des aménagements et des travaux à effectuer ;

- Réaliser l'ensemble des plans d'exécution du projet ;
- Proposer une notice d'impact environnemental et social du projet.

I.2.4 Localisation et Zone d'Influence du Projet (ZIP)

Le projet se trouve dans la région du Centre-Cameroun plus précisément dans le département de la Mefou et Afamba dont les coordonnées sont 3°57'09'' Nord, 11°55'20'' Est. Il permet de relier les différents arrondissements d'Esse et de Awae pour ainsi desservir l'arrondissement d'Esse à la RN10.

D'une superficie de 3 338 km², la Zone d'Influence du Projet (ZIP) a un relief qui appartient au domaine du plateau Sud-Cameroun, vaste plateau vallonné de 650 m d'altitude moyenne. Elle est couverte par une végétation dense et se situe dans le prolongement de la forêt congolaise. La ZIP comporte une aire protégée : le Parc National de la Mefou.

La Figure 2 ci-contre présente la localisation de la route et la zone d'influence du projet.

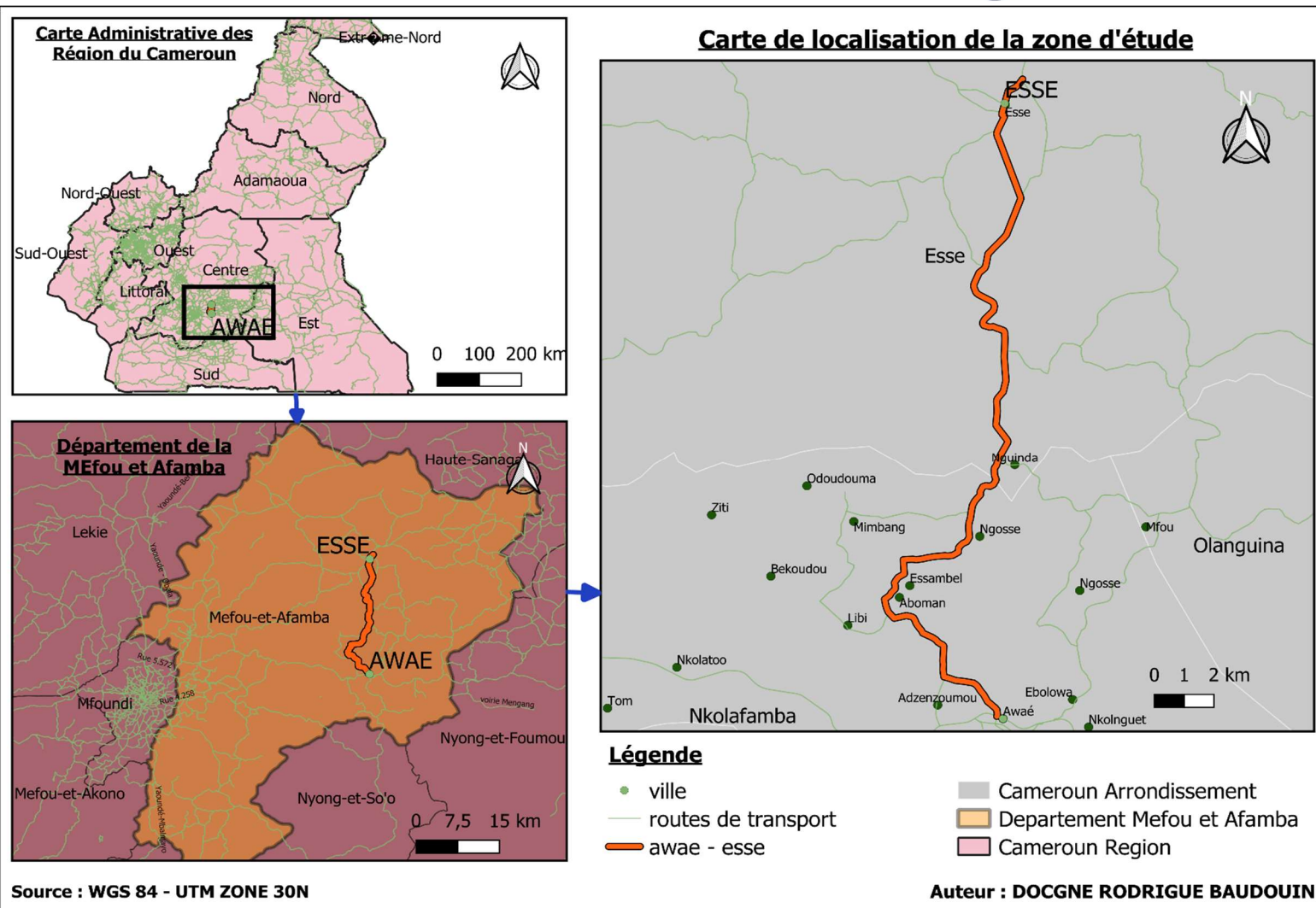


Figure 2 : Localisation du projet et du tronçon étudié

I.2.5 Environnement géographique du projet

A. Pluviométrie

La zone reçoit en moyenne 1 700 mm de pluie par an. La répartition moyenne des précipitations est la même sur toute l'étendue du Sud Cameroun, avec deux saisons pluvieuses bien marquées, encadrées par des saisons sèches d'importance variable. Les maximas de précipitations moyennes mensuelles se situent en octobre (293 mm) pour la grande saison de pluie et les minimas en juillet (121 mm).

B. Humidité

L'humidité relative a des maximas compris entre 97 et 99%, observables généralement en Octobre ; les minimas étant compris entre 52% en février à Akonolinga et 75% en Juillet-Août à Yaoundé. L'amplitude annuelle de l'humidité relative diminue avec la latitude sont : 17% à Yaoundé et 12 % à Ebolowa.

C. Températures

La température annuelle est de l'ordre de 24°C. Les moyennes mensuelles oscillent entre 23,4°C et 26,5°C. L'amplitude thermique observée est en moyenne de 2,1°C.

D. Le Régime de vent

Les vents sont modérés à cause de la disposition du relief qui présente des vallées couvertes par les forêts galeries. Cependant, en début et en fin de saison pluvieuse, les températures occasionnent des chutes d'arbres (Anonyme 2010). Suivant les informations obtenues des riverains, ces vents sont en majorité orientés vers le Nord-Sud.

E. Géologie et Séisme

Selon le site web <http://thinkhazard.org/fr/report/45Cameroun/EQ>, la zone du projet est de faible sismicité comprise entre 0,1 et 0,02 de magnitude. Les conséquences du séisme sont donc négligées dans le projet même si, d'après les informations de l'IRGM, un séisme d'ondes primaires et secondaires de magnitude 5,7 capté à Edéa ayant pour épicentre l'océan atlantique au large de Sao Tomé et Principe a été ressenti par les habitants le 19/12/2019.

I.3 Méthodologie globale et données techniques

I.3.1 Méthodologie globale de l'étude

Afin de combler et respecter les attentes du cahier de charges, nous nous devons d'effectuer une étude minutieuse des différentes composantes de ce projet. Il s'agit des études techniques de base, de la conception proprement dite, de l'EIES et de l'estimation du coût du projet.

- Les études techniques de base consistent en la collecte et au traitement des données issues des relevés topographiques, des essais géotechniques, des campagnes de comptages routier ;
- La conception proprement dite est effectuée à partir des données de la phase précédente. À cette étape, il sera effectué la conception géométrique, le dimensionnement de la chaussée, les études hydrologiques et hydrauliques, le dimensionnement structural des ouvrages hydrauliques, l'étude de la sécurité routière et l'EIES ;
- L'estimation du coût du projet est effectuée sur la base des dispositions précédemment adoptées. Un quantitatif est effectué et évalué sur la base des prix de la mercuriale des prix en République du Cameroun.

Ci-après, la figure 3 présentant un résumé de la méthodologie adoptée tout au long de cette étude :

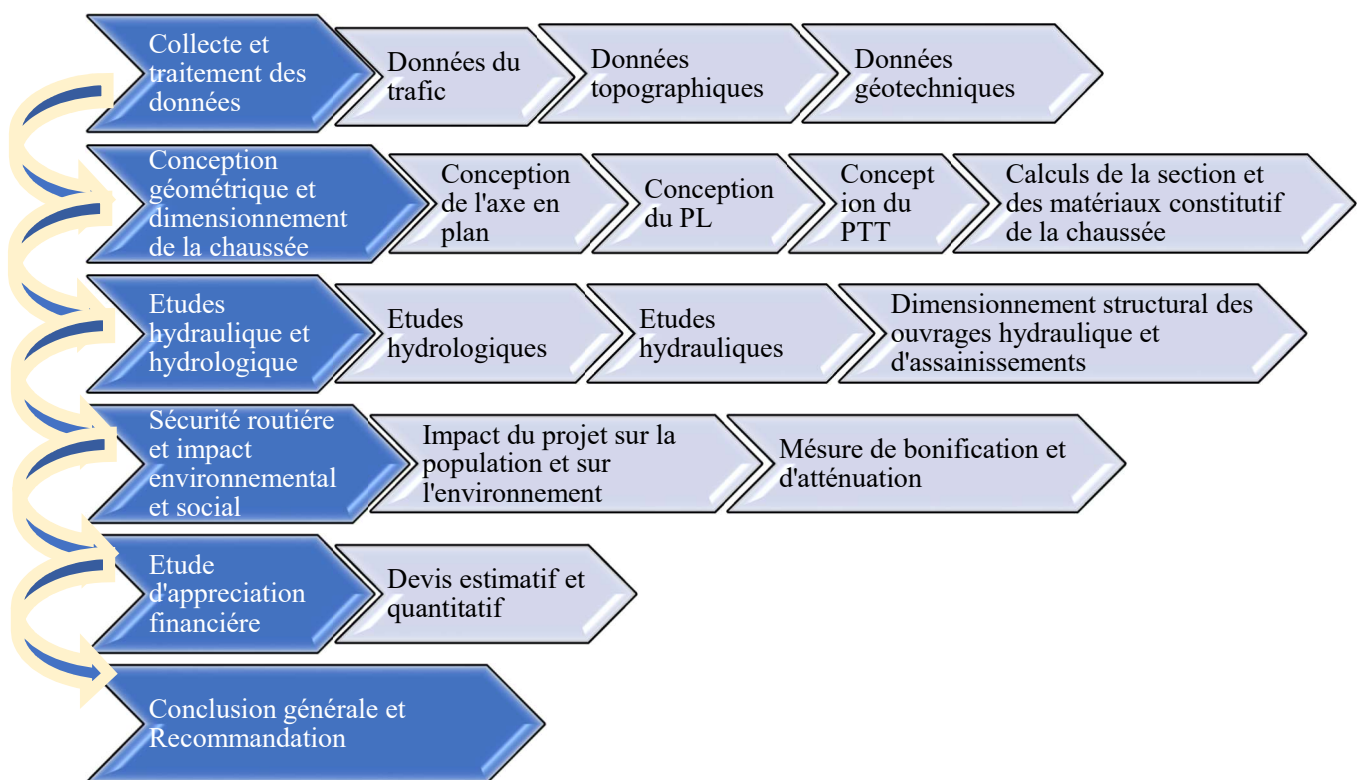


Figure 3 : Méthodologie générale de l'étude

I.3.2 Données Techniques de l'étude

A. Données liées au trafic

Nombreux sont les véhicules qui passent par la voie à dimensionner mais, seul le trafic des poids lourds intervient dans la détérioration des structures de chaussée. Le paramètre à prendre en compte est donc le nombre de poids lourds qui passeront sur la chaussée pendant la durée de service ainsi que leur agressivité.

L'étude du trafic menée en 2018 grâce au comptage des véhicules poids lourd a abouti à l'adoption du trafic T2 pour 15 ans, soit un trafic cumulé en essieux de 13 tonnes pendant la durée de vie de 15 ans calculé en additionnant les 2 sens de circulation, supérieur à 5×10^5 . Nous proposerons une structure variante en trafic T2 correspondant à un nombre de poids lourds cumulés compris entre 5×10^5 et 1.5×10^6 pour T2.

Le trafic moyen journalier à l'année de mise en service est déterminé en faisant une actualisation du trafic à partir de la formule

$$tn = t1 + (1 + i)^{n-1} \quad (\text{Équation 1})$$

Avec tn : le trafic moyen journalier à la première année de comptage

i : le taux d'accroissement géométrique annuel du trafic

n : le nombre d'années entre l'année de comptage et l'année de mise en service

Le trafic cumulé pendant la durée de vie de la chaussée est déterminé par la formule

$$365 \sum_{1}^n tn = 365 n t1 \left(\frac{2+(n-1)i}{2} \right) \quad (\text{Équation 2})$$

Avec tn : le trafic actualisé

i : le taux d'accroissement géométrique annuel du trafic

N : la durée de vie de l'ouvrage

Le nombre d'essieux équivalent de 13 t correspondant à la durée de vie de la chaussée est obtenu par $NE = CAM \times Tn$ avec CAM le coefficient d'agressivité moyen. Le tableau 3 ci-dessous présente les résultats obtenus :

Tableau 3 : Estimation du trafic

Données	
Nombre de poids lourds (N)	103
Année de mise en service	2024
Année de comptage	2018
Année de service – année de comptage	6 ans
Durée de mise en service	15ans
Coef de répartition	0.5
Coef d'agressivité moyenne (CAM)	0.89
Taux de croissance	5%
Calcul (formule CEBTP)	
Trafic Journalier Moyen à la 1 ^{er} année (T1)	109
Trafic Moyen Journalier (TN)	147
Trafic cumulé pendant la durée de vie (Tn)	$1,15 \cdot 10^6$
NE	$1,03 \cdot 10^6$

Le guide technique de dimensionnement de chaussée pour les pays tropicaux permet d'identifier cinq (05) classes de trafic comme le montre le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 : Classification du trafic

Essieu équivalent de 13t
$T1 < 5 \cdot 10^5$
$5 \cdot 10^5 < T2 < 1,5 \cdot 10^6$
$1,5 \cdot 10^6 < T3 < 4 \cdot 10^6$
$4 \cdot 10^6 < T4 < 10^7$
$10^7 < T5 < 2 \cdot 10^7$

Source : Guide Pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux (CEBTP, 1980-1984)

B. Données géologiques

a) Terrain naturel

La zone du projet présente un relief moyennement accidenté dans l'ensemble, avec quelques zones relativement planes. Les altitudes par rapport au niveau de la mer oscillent entre 640 et 670 m.

Elle présente des zones marécageuses négligeables dans certains endroits. Pour la traversée des eaux en route, des ouvrages hydrauliques (dalots, buse, exutoire) seront prévus à certains points précis de la route.

b) Plateforme (sol support)

La reconnaissance détaillée des sols de plateforme a été menée à l'aide de puits manuels implantés en moyenne tous les 250 m et descendus à des profondeurs variantes entre 0.5 et 2 mètres. Six cents (600) puits manuels ont été ainsi ouverts sur l'ensemble des tronçons jusqu'à 0.5 m en dessous de la ligne rouge permettant d'obtenir les échantillons de sols représentatifs pour les essais d'identification complète.

Les sols supports, surmontés généralement d'une couche de 0.10 à 0.40 m de terre végétale, sont identiques aux matériaux rencontrés en plateforme. Cet horizon humifère devra être préalablement décapé et mis en dépôt.

c) Matériaux d'emprunt

Les zones à priori jugées les plus favorables pour la présence des matériaux graveleux sont repérées et reconnues par cinq (05) puits manuels d'une profondeur moyenne de 1.40 à 2.60 m. En cette phase, les emprunts ont été layonnés et les surfaces notées. Les objectifs de cette reconnaissance sont les suivants :

- Déterminer l'épaisseur de la découverte et de graveleux exploitables
- Déterminer la cubature minimale de graveleux latéritique

d) Carrière de roche et gîtes de sable

Les gîtes potentiels de sable répondant aux caractéristiques exigées pour la réalisation des bétons hydrauliques ne peuvent s'obtenir qu'assez loin des tronçons étudiés (fleuve Sanaga). A défaut de provenir du concassage des roches massives de la région, on pourra s'approvisionner en sable de la rivière ASSAMBA (route AWAE – ESSE – SOA : PK46+800) de la localité Mevameboto.

Six (06) sites de roches ont été investis le long des tronçons en étude. Les essais Los Angeles, midro-Deval, de forme et d'adhésivité réalisés sur les blocs prélevés ont permis d'obtenir les résultats consignés dans le tableau 5 ci-après :

Tableau 5 : Tableau de localisation Carrière rocheuse

N°	Désignation du site	Localisation PK – GPS	Nature du matériau	Los Angeles		Micro-deval à eau		Conditions d'accès
				6/10	10/14	6/10	10/14	
1	AFAN - ETONA	À 31,45 Km de la ville de Soa	Gneiss granitique	-	-	-	-	Difficile
2	ONDOUDOU	À 32,7 Km de la ville de Soa	Gneiss granitique	-	-	-	-	Difficile
3	AKOIAFOUNA (NNOMAYOS)	À 18,72 km de la ville d'Awae	Gneiss granitique	33.3	34.3	16	10	Difficile
4	TSEME	27 Km d'Esse au village MENGOSSA	Gneiss granitique	34.7	32.5	18.2	16.2	Difficile
5	EMBAMA	10 Km d'Esse (Mvog ZE)	Gneiss granitique	33.0	30.3	20.6	17.1	Bien
6	NDJORE	PK54+500	Gneiss	33	27	24.9	19.6	5km

Conclusion partielle

La zone d'influence directe du projet se trouve dans le département de la Mefou et Afamba et couvre les arrondissements d'Awae et d'Esse. Elle s'étend sur 3 338 km² dans le domaine du plateau du sud Cameroun abritant 154 843 habitants, avec une densité moyenne de 42,9 habitants/km², un taux de croissance faible comparativement à d'autres départements de la même région et moins dense que la moyenne nationale (52%). Elle est essentiellement rurale (64,20%) et légèrement dominée par la gent féminine (50,3%). La moyenne d'élèves par classe est de 26 élèves pour la maternelle, 44 pour le primaire et 35 pour le secondaire. Elle est considérée de faible sismicité avec des vents modérés. Son climat est de type équatorial avec deux grandes saisons de pluie par an, une humidité relative moyenne de 96% et une température moyenne de 24°C. Les activités économiques des secteurs d'activités sont dynamiques. Le déplacement dans la zone est essentiellement terrestre, pratiqué sur des routes en mauvais état. Les populations sont obligées d'emprunter des trajectoires assez longues pour relier la métropole la plus proche qui est Yaoundé avec de perte de temps énormes, conséquence de l'absence d'une ligne directe traversant les contrées de la ZIP qui serait une solution au problème.

CHAPITRE II. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

Introduction

La chaussée désigne couramment la surface aménagée de la route sur laquelle circulent les véhicules. D'un point de vue structurel, la chaussée est l'ensemble des couches construites au-dessus de la plate-forme, et comprenant de bas en haut la couche de fondation, la couche de base et les couches de surface. Cette structure complète correspond à une route revêtue et se réduit à une couche de fondation et à une couche de roulement dans le cas des routes en terre.

II.1 Conception géométrique

Il existe plusieurs normes de références utilisées pour la conception dont le choix est fonction de la zone du projet. On distingue :

✓ l'ARP qui traite de la conception et de l'aménagement des routes principales situées en dehors des zones urbaines (Centre de la sécurité, des transports et de la route., 1994) ;

✓ l'ICTAVRU utilisée pour la conception des grandes voies urbaines (Centre d'études des transports urbains, 1990) ;

✓ l'ICTAAL qui traite de la conception des autoroutes interurbaines (Service d'études sur les transports les routes et leurs aménagements, 2001).

L'ARP est la norme la mieux adaptée pour ce cas car la route comprend une partie en rase campagne et une autre en traversées d'agglomération. Etant donnée que la route présente deux composantes, nous avons défini deux vitesses de référence : en traversée d'agglomération nous retiendrons une vitesse de 60 km/h par contre dans la rase campagne nous aurons une vitesse de 80 km/h ; ce qui donne lieu à deux types de route

II.1.1 Choix des caractéristiques générales du type de route

Ce choix dépend des objectifs que le maître d'ouvrage de la voirie se fixe concernant :

- la nature des "fonctions" que la voie doit assurer : usages liés à l'environnement de la voie (dessertes des territoires avoisinants, dessertes agricoles, promenades, etc.), liaisons à courte distance (liaisons domicile ↔ travail, liaisons ville ↔ site touristique proche, etc.), liaisons à moyenne ou grande distance (transports de marchandises et de voyageurs, migrations touristiques, etc.)

- le niveau de satisfaction à atteindre pour certaines de ces fonctions.

Pour définir ces objectifs, des études préalables sont nécessaires pour mettre en évidence les fonctions actuelles de la voie (cas d'une route existante), les fonctions prévisibles, les fonctions à privilégier du fait de choix politiques (aménagement du territoire, etc.), les volumes de trafic à prévoir, tout cela en relation avec l'environnement économique et géographique et la configuration du réseau.

Des études techniques et économiques permettent de définir les moyens les mieux adaptés à l'atteinte de ces objectifs.

On distingue les routes de type T, L et R.

- ✓ **Les routes de type T** : ce sont les routes de transit à moyenne ou grande distance (routes express à une chaussée)
- ✓ **Les routes de type L** : ainsi désignées par référence à la notion de grande liaison, sont les "autoroutes".
- ✓ **Les routes de type R** : qui constituent l'essentiel des réseaux des voies principales de rase campagne, sont multifonctionnelles ; ce sont les "artères interurbaines" et les "routes"

Les principales caractéristiques qui correspondent aux différents types de route sont décrites dans le tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Caractéristiques des types de routes choisies

Types De routes	R (routes multifonctionnelles)		T (transit)	L (liaison)
	Routes	Artères interurbaines	Routes express	Autoroutes
Nbre de chaussées	1 chaussée	2 chaussées	1 chaussée	2 chaussées
Carrefour	Plans ordinaires ou giratoires	Giratoires ou plans sans traversée du TPC	Dénivelés	Dénivelés
Accès	Selon les cas, sans accès ou avec accès possibles	Si accès, pas de traversée du TPC	Sans accès riverains	Sans accès riverains

Limitation de vitesse hors agglomération	90km/h	110km/h ou 90km/h	90km/h	130km/h ou 110km/h
Traversée d'agglomération	Oui, éventuellement		Non	Non
Catégories possibles	R 60 ou R 80		T80 ou T100	L100 ou L120
Domaine d'emploi	Fonction de liaison à courte ou moyenne distance, et prise en compte des usages liés à l'environnement		Fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée	Fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée
Trafic à terme	Trafic moyen	Trafic fort	Trafic moyen	Fort trafic
Types de « sécurité des routes et des rues »	Voies principales en milieu rural		Voies isolées de leur environnement	

Source : Aménagement des routes principales (SETRA, aout 1994)

II.1.2 Conception de l'axe en plan

Les normes utilisées pour le tracé en plan sont celles définies dans le TDR notamment celles recommandées pour la conception générale et la géométrie de la route du texte d'Aménagement des Routes Principales (ARP) du SETRA. La vitesse de référence pour la future voie est de 80km/h pouvant être réduite à 60 km/h si les contraintes sont fortes. Les caractéristiques géométriques des sections routières sont consignées dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7 : Caractéristiques géométriques du tracé en plan

Caractéristiques géométriques	Valeurs
Vitesse de référence	80 km/h
Rayon minimal absolu RHm (devers associé 7%)	240 m
Rayon minimal normal RHN (devers associé 5%)	425 m
Rayon au devers minimal RH'' (devers associé : BB=2,5 %)	650 m
Rayon non déversé RH' (devers associé -2,5 %)	900 m

Source : Aménagement des routes principales (SETRA, aout 1994)

Pour ce projet, le tracé en plan a été effectué de sorte à être centré le plus possible sur la piste existante afin d'éviter les casses en agglomération et des remblais ou déblai supplémentaires en rase campagne. Les éléments de la géométrie de l'axe en plan sont en annexe 1 pages ii.

Le logiciel CIVIL 3D est utilisé pour la définition de l'axe en plan, les coordonnées de points de tangence, le profil en long, la construction de profils en travers et la restitution des résultats des calculs. Ces résultats offrent tous les éléments nécessaires à l'évaluation quantitative du projet.

II.1.3 Conception du profil en long

Les paramètres géométriques du profil en long sont présentés dans le tableau 8 suivant :

Tableau 8 : : Caractéristiques géométriques du profil en long

Caractéristiques géométriques	Valeurs
Déclivité	6 %
Rayon minimal en angle saillant RVm	4500 m
Rayon minimal en angle rentrant RVm'	2200 m

Source : Cahier de clauses des techniques particulières

Après le tracé le profil en long du terrain naturel, le profil en long du projet (ligne rouge) a été conçu de sorte que :

- ❖ En agglomération, le corps de chaussée soit logé dans le TN afin d'éviter les remblais et faciliter l'accès aux concessions ;
- ❖ En rase campagne, la piste existante serve de sol support pour le corps de chaussée vu que la piste existante est déjà hors d'eau.

En plus de cela, nous avons pris en compte les contraintes dues aux ouvrages hydrauliques. Étant donné que ceux-ci sont situés en dessous de la ligne rouge, nous avons dû déterminer leur cote de calage.

- ❖ Calcul de la côte de calage des ouvrages hydrauliques

$$Z_{calage} \geq Z_f + h + et + e_{assise} + c \quad (\text{Équation 3})$$

Avec Z_f la côte fil d'eau qui représente la côte la plus basse située à l'aval de l'ouvrage

h : la hauteur de l'ouvrage

et : l'épaisseur du tablier

e_{assise} : l'épaisseur des couches d'assises de la chaussée.

c : la valeur de centrage des ouvrages sur l'axe de chaussée

II.1.4 Profil en Travers

En conception routière, une voie de circulation est « une subdivision de la chaussée ayant une largeur suffisante pour permettre la circulation d'une file de véhicules » (Code de la route, 2022). Au Cameroun, pour les routes nationales, (la loi N°96/97 du 06 avril 1996 portant du patrimoine routier national), au chapitre 1, article 3, précise l'emprise de la route telle que définie par la législation domaniale et comprenant notamment, la largeur minimale de la chaussée (7m), les fossés et systèmes de drainage les bandes d'ensoleillement, les talus, les trottoirs et accotements...

Le profil en travers permet de montrer les éléments constitutifs de la route (chaussée, accotement, remblais et déblais). Il existe donc un profil en travers type à chaque changement de configuration. Les caractéristiques de nos profils en travers type sont consignées dans le tableau 9 ci-dessous et les représentations graphiques sont en annexe 5.

Tableau 9 : Caractéristique du profil en travers

Largeur revêtement	7,00 m
Largeur des accotements	2,00m en agglomération 1.50 en rase campagne
Pente revêtement (BB)	2,50 %
Pente accotements (bicouche)	4,00 %
Pente talus en remblais	2/3
Pente talus en déblais	2/3 pour sol argileux 1/3 pour sol latéritique

Les plans donnent les différentes caractéristiques des profils en travers types.

II.1.5 Conception de carrefour et aménagement de la route

Il s'agit de présenter sur la vue en plan les différentes voies ainsi que les équipements proposés pour la réalisation du projet. Afin de gérer le trafic au niveau des carrefours, des aménagements spéciaux sont proposés. Le type d'aménagement choisi doit être adapté aux conditions particulières du site et de son fonctionnement (trafic, usages, proximité d'une agglomération...) et doit être compatible au type de route.

II.1.5.1 Conception et aménagement des carrefours

En rappel, on distingue les carrefours dénivelés des carrefours plans. Le choix du type de carrefour plan dépend surtout du volume et de la répartition des trafics ainsi que de l'importance des échanges qui existent ou que l'on crée entre les routes concernées. Les aménagements les mieux adaptés aux routes de type R sont les carrefours plans (DUPONT et al., 1998). Les différents aménagements pouvant être rencontrés sont résumés dans le tableau 10 ci-dessous :

Tableau 10 : Aménagements adaptés aux routes de type R et leurs conditions générales d'emploi.

Aménagement possibles	Conditions générales d'emploi
Carrefour giratoire	Trafic secondaire relativement important, un problème de sécurité
Carrefour plan ordinaire	Dans les autres cas ; exclure sur les routes de 2×2 voies et plus
Demi carrefour	Routes à 2×2 voies

Source : Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales-carrefours plans. (DUPONT, 1998)

Net au début de notre projet au PK0+000, au PK0+550 et au PK 4+500, nous avons une intersection de notre route avec la route ESSE-NKOTENG, avec une voirie de la ville d'ESSE et le début de la bretelle d'ESSE. Vu que toutes se situent en agglomération, le trafic sur ces voies sont jugé important. Nous optons donc pour des carrefour plan ordinaire à sens giratoire en croix et en T.

❖ Les principes d'aménagement de ce carrefour se présentent comme suit :

- Prévoir une distance suffisante entre deux carrefours successifs, limiter le nombre de carrefours sur la voie principale ;
- Signaler la présence d'un carrefour par la disposition des pré signalisations lisible et visible ;
- Éviter de disposer des objets dans l'environnement de la route ;
- Faire le choix des carrefours simples et compréhensibles par les usagers ;
- Éviter de surdimensionner les composantes de l'aménagement ;
- S'assurer que l'environnement de la route ne diminue pas la visibilité du conducteur, la signalisation verticale doit donc être hors des triangles de visibilité.

❖ Principe de conception du carrefour giratoire et des îlots séparateurs

Les dimensions d'un carrefour giratoire sont à adopter au profil en travers de la route principale, aux emprises disponibles, aux nombres de branches, etc. Les principaux éléments à prendre en compte lors du dimensionnement d'un carrefour giratoire sont présentés par la figure ci-dessous :

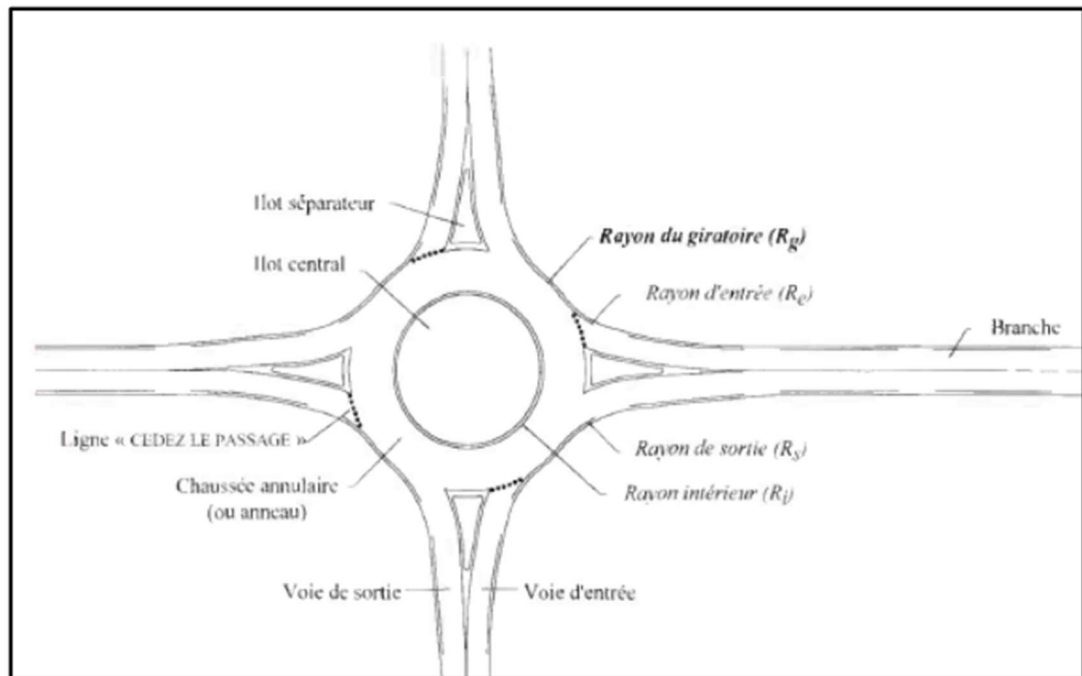


Figure 4 : Principaux éléments d'un carrefour giratoire (Centre de la sécurité, 1994)

Sur une route à une seule chaussée, il est recommandé d'avoir un rayon de giration compris entre 15 et 25 m (DUPONT, 1998). Les caractéristiques géométriques de notre carrefour sont résumées dans le tableau 11 ci-dessous :

Tableau 11 : Paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT, 1998)

Désignations	Rayon de giration	Largeur de l'anneau	Rayon intérieur	Rayon d'entrée	Largeur de la voie entrante	Rayon de sortie	Largeur de la voie sortante	Rayon de raccordement
Notation	R_g	la	ri	re	le	rs	Ls	Rr
Valeurs (m)	20	7	13	15	4	20	4.5	80

Source : Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales-carrefours plans. (DUPONT, 1998)

L'îlot séparateur a généralement une forme triangulaire évasée à la base ; son dessin est réalisé à partir du triangle de construction. Ses caractéristiques géométriques sont fonction du rayon de giration. Les valeurs obtenues sont résumées dans le tableau 12 suivant :

Tableau 12 : paramètres de construction des îlots séparateurs (DUPONT, 1998)

Désignations	Hauteur du triangle	Base du triangle	Déport de l'îlot sur l'axe	Rayon de raccordement	Largeur de la voie entrante
Notation	rg	h	b	d	r
Valeurs (m)	20	7	13	15	4

II.2 Dimensionnement structurel de la chaussée

Dimensionner une structure de chaussée revient à calculer l'épaisseur et le nombre des différentes couches constituant le corps de chaussée et de choisir le matériau adéquat pour chacune de ses couches.

II.2.1 Les différentes couches du corps de la chaussée

Un corps de chaussée comprend les couches suivantes :

- **La couche de fondation**

Cette couche a pour rôle de réduire les contraintes transmises au sol support ou à la couche de forme, si elle en existe et présente des caractéristiques permettant de résister aux contraintes engendrées par le trafic. Les matériaux constituant cette couche peuvent être traités ou non et doivent avoir un CBR au moins égal à 30 obtenu pour une densité sèche correspondant à 95% de l'OPM voir plus pour les trafics plus importants.

- **La couche de base**

Elle est soumise aux sollicitations importantes de la circulation. Son rôle est de résister aux efforts verticaux des véhicules et des surcharges. Les matériaux qui la constituent doivent avoir des qualités suffisantes notamment l'indice portant, la stabilité, la dureté de leur squelette et la résistance à la traction.

- **La couche de revêtement**

La couche de roulement ou de surface ou encore la couche de revêtement est la couche supérieure des structures de chaussée sur laquelle s'exercent directement les effets du trafic et du climat. Elle assure une fonction d'étanchéité et de protection des couches inférieures de la chaussée.

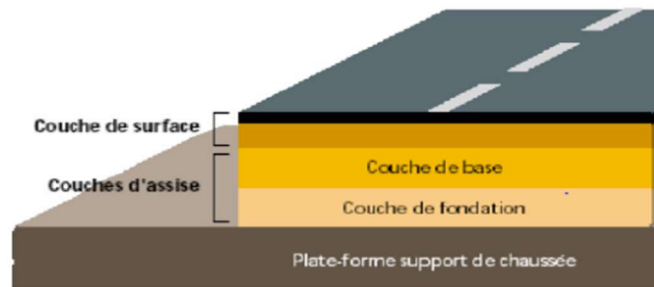


Figure 5 : Exemple d'une structure de chaussée

II.2.2 Les épaisseurs des différentes couches de la chaussée

Hypothèse de calcul

Grace aux résultats obtenus par les études géotechniques faites bien au préalable, nous avons comme hypothèses de base de calculs :

✓ CBR 95% OPM de plateforme **23,51**

✓ Sol de classe **S4**

✓ Classes de Trafic sur les structures de chaussée proposées établies en référence aux différentes variantes fournies par le guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.

Nous retiendrons les variantes données par le tableau 13 ci-dessous :

Tableau 13 : Tableau des structures de chaussée choisies

T2 –S4			
Choix 1	Revêtement	Enduit superficiel	Bicouche
	Couche de base	Concassé o/d (0/31.5)	15cm
	Couche de fondation	Graveleux latéritique naturel	20cm
Choix 2	Revêtement	Béton bitumineux	5cm
	Couche de base	Grave concassé (0/31.5)	20cm
	Couche de fondation	Graveleux latérique naturel	25cm
Choix 3	Revêtement	Béton bitumineux	5cm
	Couche de base	Grave ciment	20cm
	Couche de fondation	Grave latéritique/naturel/concassé	25cm

Après analyse, le choix se porte sur le **choix 2** pour le T2-S4. En effet, la zone de projet est riche en graveleux latéritique naturel de bonne portance. La proximité d'une bonne roche (carrière

d'AKOIAFOUNA) pouvant être exploitée et pour des raisons économiques donc, on choisit ces types de structures de chaussée car l'approvisionnement sera plus facile et à coût très bas contrairement à un dopage des matériaux devant faire appel à une addition de ciment ou de la chaux. Le tableau 14 ci-dessous présente la structure retenue pour la route à bitumer :

Tableau 14 : Tableau de la structure retenue pour la route à bitumer

T2 –S4		
Revêtement	Béton bitumineux	5cm
Couche de base	Grave concassé (0/31.5)	20cm
Couche de fondation	Graveleux latéritique naturel	25cm

➤ Condition de mise en œuvre des couches

Les matériaux constitutifs de la couche de base et de fondation sont en Graveleux Latéritique Naturel (GLN) et Grave Concassé. Sont spécifiés dans le tableau 15 ci-dessous, les critères de référence ou recommandations pour l'utilisation des graveleux latéritiques en couche de chaussée au Cameroun, région du Sud et Est (Recommandation MINTP N° 30-004-R de 1987) :

Tableau 15 : Caractéristiques des GLN acceptables pour notre corps de chaussée

Couche de chaussée	Fondation			Base	
Trafic	T1	T2	T3-T4	T1	T2-T3
Maximum de passant à 0.080mm	<35	<35	<35	<35	<35
Indice de plasticité	<30	<30	<30	<30	<30
Indice de portance CBR 95% OPM 4j imb	>25	>30	>30	≥60	≥80
Gonflement à l'essai CBR	<1.5%	<1.5%	<1%	<1%	<1%
Densité sèche OPM	>1.8T/m ³	≥1.8T/m ³	≥1.8T/m ³	≥2T/m ³	≥2T/m ³

Source : (MINTP n°30-004-R, 1987)

II.2.3 Vérification de la structure avec le logiciel ALIZE

Alizé est un logiciel qui permet de calculer, sous les charges de la circulation, les déplacements, contraintes et les déformations en différents points d'un massif semi-indéfini. La structure d'une chaussée est déterminée par **n** couches d'épaisseurs finies (sauf la dernière), infinie en plan. Chaque couche de chaussée est caractérisée par quatre paramètres de base :

- L'épaisseur **H_i** ;
- Le module d'élasticité (module de Young) du matériau **E_i** ;
- Le coefficient de poisson **ν** ;
- Les liaisons avec les couches voisines (interface collé, glissant ou demi collé).

Pour les sols de plateforme et les matériaux non traités, la contrainte verticale admissible est donnée par la formule $\sigma_{Zadm}(Bars) = 0,3 \times CBR + 0,7 \times \log NE$

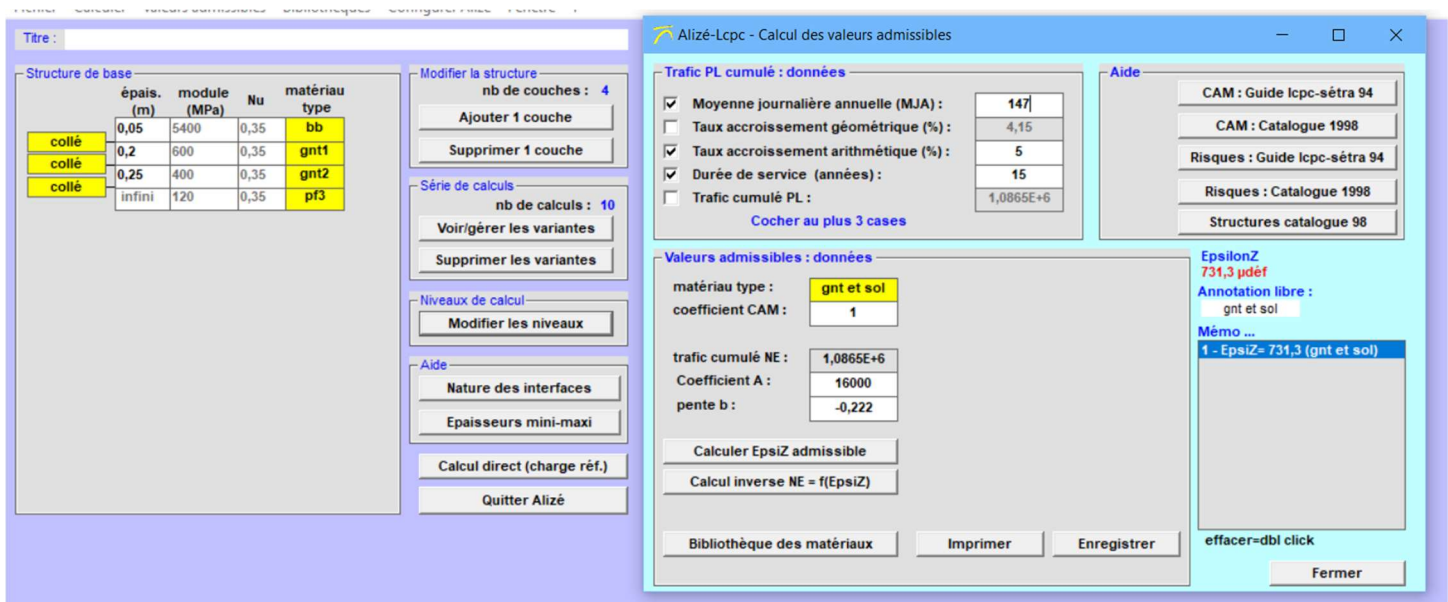
La déformation verticale admissible varie en fonction du type de trafic :

- Pour les trafics faibles $\epsilon_{Zadm} = 16000 \times NE^{-0,222}$
- Pour les trafics forts $\epsilon_{Zadm} = 12000 \times NE^{-0,222}$

• Principe

Le principe de calcul consiste à modéliser les structures de la chaussée de manière à évaluer les contraintes et les déformations provoquées par le trafic. On cherche ensuite à comparer à la contrainte maximale susceptible d'engendrer la rupture de la structure et on la compare à la limite admissible du matériau considéré pour le trafic souhaité. Si on trouve $\sigma_z \text{ calcul} \text{ dû au trafic} > \sigma_z \text{ adm}$, il faut augmenter l'épaisseur de la chaussée.

Les figures ci-dessous présentent les résultats donnés par Alizé :



The screenshot displays the 'Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles' software interface. It is divided into several panels:

- Structure de base:** A table defining the pavement layers.

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,05	5400	0,35	bb
collé	0,2	600	0,35	gnt1
collé	0,25	400	0,35	gnt2
	infini	120	0,35	pt3
- Modifier la structure:** Buttons for 'Ajouter 1 couche', 'Supprimer 1 couche', 'Série de calculs' (with 'nb de calculs : 10'), 'Voir/gérer les variantes', and 'Supprimer les variantes'.
- Niveaux de calcul:** Button for 'Modifier les niveaux'.
- Aide:** Buttons for 'Nature des interfaces', 'Epaisseurs mini-maxi', 'Calcul direct (charge réf.)', and 'Quitter Alizé'.
- Trafic PL cumulé : données:** Input fields for 'Moyenne journalière annuelle (MJA): 147', 'Taux accroissement géométrique (%): 4,15', 'Taux accroissement arithmétique (%): 5', 'Durée de service (années): 15', and 'Trafic cumulé PL: 1,0865E+6'. A checkbox 'Cocher au plus 3 cases' is also present.
- Valeurs admissibles : données:** Input fields for 'matériau type: gnt et sol', 'coefficient CAM: 1', 'trafic cumulé NE: 1,0865E+6', 'Coefficient A: 16000', and 'pente b: -0,222'. Buttons for 'Calculer Epsiz admissible', 'Calcul inverse NE = f(Epsiz)', 'Bibliothèque des matériaux', 'Imprimer', and 'Enregistrer' are provided.
- Aide (right panel):** Buttons for 'CAM : Guide lcpc-sétra 94', 'CAM : Catalogue 1998', 'Risques : Guide lcpc-sétra 94', 'Risques : Catalogue 1998', and 'Structures catalogue 98'.
- Results (bottom right):** Displays 'EpsilonZ 731,3 µdét', 'Annotation libre: gnt et sol', and 'Mémo ... 1 - Epsiz= 731,3 (gnt et sol)'. A button 'effacer=dbl click' and a 'Fermer' button are also present.

Figure 6: définition de la structure et calcul des valeurs admissibles.

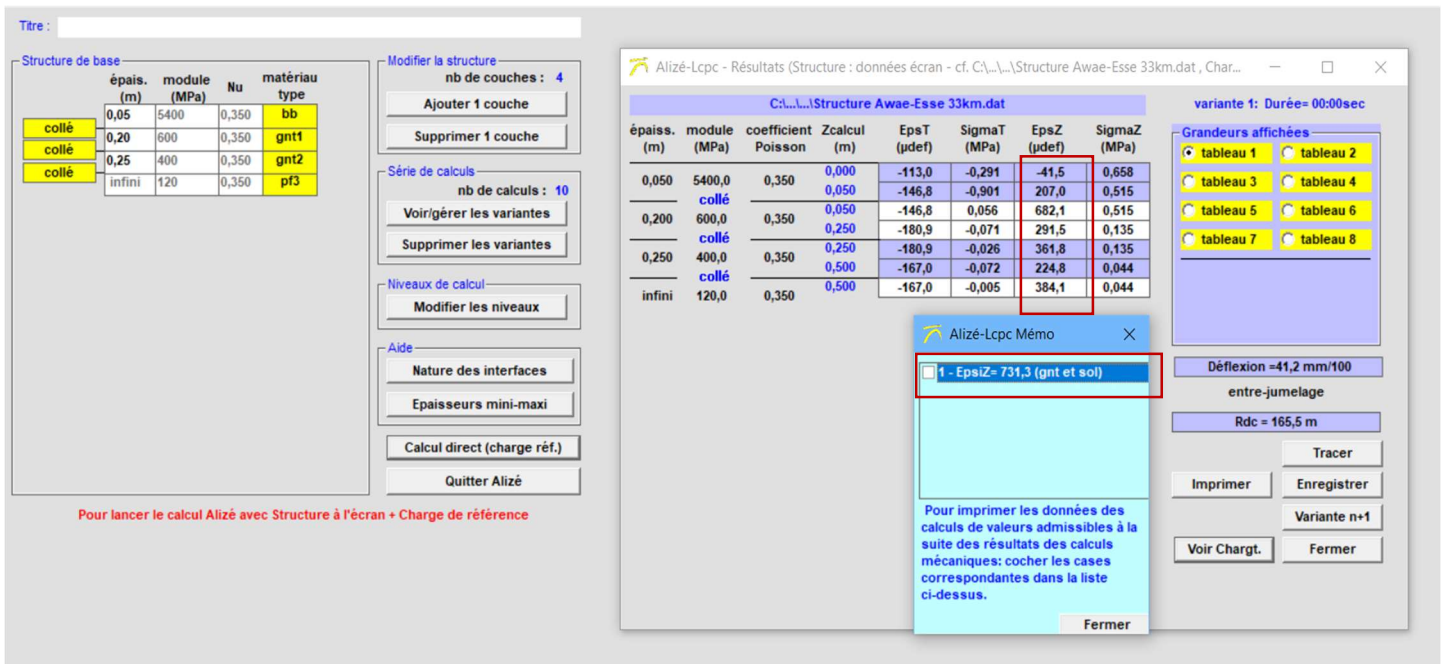


Figure 7: contrainte, déformation et vérification de la structure de chaussée

Le tableau 16 donne la comparaison des données calculées et celles admissibles avec ϵ_{zadm} en μdef et σ_{zadm} MPa

Tableau 16: Tableau de comparaison des contrainte et déformation

Couches	Épaisseur (cm)	Valeurs obtenu	Valeurs admissible	Observation
Couche de base	20cm	$\epsilon_{\text{Calcul}} = 682,1$	$\epsilon_{zadm} = 731,3$	$\epsilon_{\text{calculé}} < \epsilon_{zadm} \rightarrow \text{Bon}$
Couche de fondation	25cm	$\epsilon_{\text{Calcul}} = 361,8$	$\epsilon_{zadm} = 731,3$	$\epsilon_{\text{calculé}} < \epsilon_{zadm} \rightarrow \text{Bon}$
Plate-forme	30cm	$\epsilon_{\text{Calcul}} = 384,1$ $\sigma_{\text{calculé}} = 0,044$	$\epsilon_{zadm} = 731,3$ $\sigma_{zadm} = 1,35$	$\epsilon_{\text{calculé}} < \epsilon_{zadm} \rightarrow \text{Bon}$ $\sigma_{\text{calculé}} < \sigma_{zadm} \rightarrow \text{Bon}$

II.2.4 Comparaison de la structure obtenue avec celle du BET

Nous rappelons les résultats et dimensions obtenues par le bureau d'études technique :

- Trafic T1 pour 15ans (Soit un trafic cumulé en essieux de 13 tonnes pendant la durée de vie de 15 ans calculé en additionnant les 2 sens de circulation, inférieur à 5.105)
- Classe de sol S4
- Enduit superficiel Bicouche
- Une couche de base en Béton de sol (grave concassée + GLN) de 15cm
- Une couche de fondation en Grave Latéritique Naturelle de 20 cm

En partant de certaines hypothèses, en actualisant les données en fonction des années, et suite aux divers calculs menés, nous avons finalement aboutis aux résultats suivants :

- Trafic T2 pour 15ans soit un trafic cumulé en essieux de 13 tonnes pendant la durée de vie de 15ans de $1,03 \cdot 10^6$
- Classe de sol S3 à 30% et S4 à 70% selon les études approfondites de géotechnique
- Un revêtement au Béton Bitumineux de 5cm
- Une couche de base en grave concassée de 20cm
- Une couche de fondation en GLN de 25cm

Conclusion partielle

Les études menées dans ce chapitre nous ont permis de sélectionner l'épaisseur des différentes couches constituant notre chaussée et une variante de tracé pour une comparaison avec celles obtenues par le BET et qui fera l'objet des études hydraulique et financière aux chapitres 3 et 6. Cette sélection est basée sur une analyse multicritère des différentes solutions envisagées. C'est ainsi que le choix s'est porté sur un trafic **T2** pour l'étude de la structure de la chaussée avec une plate-forme de classe **S4** et un Nombre d'Essieux équivalents **NE= 1 302 640PL**. Après vérification des contraintes et déformations, nous avons opté pour une structure composée d'un **revêtement en Béton bitumineux de 5cm**, d'une **couche de base en grave concassé de 20 cm**, et d'une **couche de fondation en Graveleux Latéritique Nature de 25 cm**. La différence de résultat obtenu entre nos études et celles faites par le BET réside essentiellement sur le fait que, leurs études avaient été menées en 2014, ce qui fait qu'il y'a plusieurs paramètres obsolètes dans leurs calculs.

CHAPITRE III. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

HYDRAULIQUE ET D'ASSAINISSEMENT

Introduction

Le tout premier ennemi de la route c'est l'eau. Ce qui implique donc la protection de la route contre l'eau et les nombreuses dégradations qu'elle peut engendrer. Les travaux d'assainissement nécessitent au préalable une étude des bassins versants concernés. Il s'agit notamment de déterminer leurs caractéristiques et débits des bassins versants. En plus de cela, il faudra mettre en place des ouvrages capables de drainer ces eaux ; ceci passe par l'étude hydraulique. Ici, nous estimerons les débits des bassins versants, ensuite nous procéderons au dimensionnement des ouvrages hydrauliques ainsi qu'à la détermination des sections d'armatures.

III.1 Études hydrologique

III.1.1 Caractéristique de la zone du projet

La détermination du débit passe par plusieurs méthodes et dépend des spécificités de la zone et de plusieurs autres facteurs tels que le climat, le sol...

- Le climat

La température annuelle est d'ordre de 24°C. les moyennes mensuelles oscillent entre 23,4°C et 26,5°C. L'humidité relative est comprise entre 97 et 99%, observables généralement en Octobre ; les minimas compris entre 52% en février à Akonolinga et 75% en Juillet-Août à Yaoundé. L'amplitude annuelle de l'humidité relative diminue avec la latitude sont : 17% à Yaoundé et 12 % à Ebolowa. Les vents sont modérés à cause de la disposition du relief qui présente des vallées couvertes par les forêts galeries. Cependant, en début et en fin de saison pluvieuse, les températures occasionnent des chutes d'arbres (Anonyme 2010). Suivant les informations obtenues des riverains, ces vents sont en majorité orientés vers le Nord-Sud.

Les stations météorologiques sont chargées de fournir les données statistiques utiles à cette étude. Etant donné que notre tronçon est dans la commune de la Mefou-Afamba, nous avons utilisé les données provenant de la station de Yaoundé.

- Pluviométrie

La zone reçoit en moyenne 1 700 mm (2018) de pluie par an. La répartition moyenne des précipitations est la même sur toute l'étendue du Sud Cameroun, avec deux saisons pluvieuses bien marquées, encadrées par des saisons sèches d'importance variable. Les maximas de précipitations

moyennes mensuelles se situent en octobre (293 mm) pour la grande saison de pluie et les minimas en juillet (121 mm).

La pluie maximale journalière ou pluie décennale quant à elle est déterminée par l'ajustement de la loi de Gumbel et donnée par la formule

$$X_p = U_p \cdot 1/a + x_0 \text{ avec } U_p = -\ln(-\ln(F(x))) \quad x_0 = \bar{x} - 0,577/a \text{ et } 1/a = 0,78 \sigma \quad (\text{Équation 4})$$

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats obtenus :

Tableau 17 : résultat de calcul de la pluie maximale journalière

1. caractéristiques de l'échantillon	
Moyenne (X)	61,40
Ecart type (s)	19,10
Coefficient de variation (cv)	0,31
2. classement des données	
Ordre croissant	
Choix de la loi	Gumbel
3. Paramètres de la loi	
Paramètre d'échelle 1/a	14,897
Paramètre de position x_0	52,808
Variable réduite de Gumbel U_p humide	2,25
Pluie décennale	X_p 86,3 m

III.1.2 Délimitation des bassins versants et estimation des débits

A. Étude du bassin versant

Pour le découpage du bassin versant de notre zone d'étude, nous avons exploités les cartes à l'échelle 1/200 000 des villes environnantes (Bafia, Nanga-Eboko, Abong Mbang, Akonolinga et Yaoundé) ayant les courbes de niveau à l'échelle, le fond topographique du site, les logiciels global mapper et Autocad.

Sa surface est de 6 998km².

Le réseau hydrographique est généré sur la base du modèle numérique de terrain. Les lignes de partages des eaux sont tracées en partant des lignes de crête jusqu'à l'exutoire. Le résultat obtenu est présenté par la carte ci-contre.

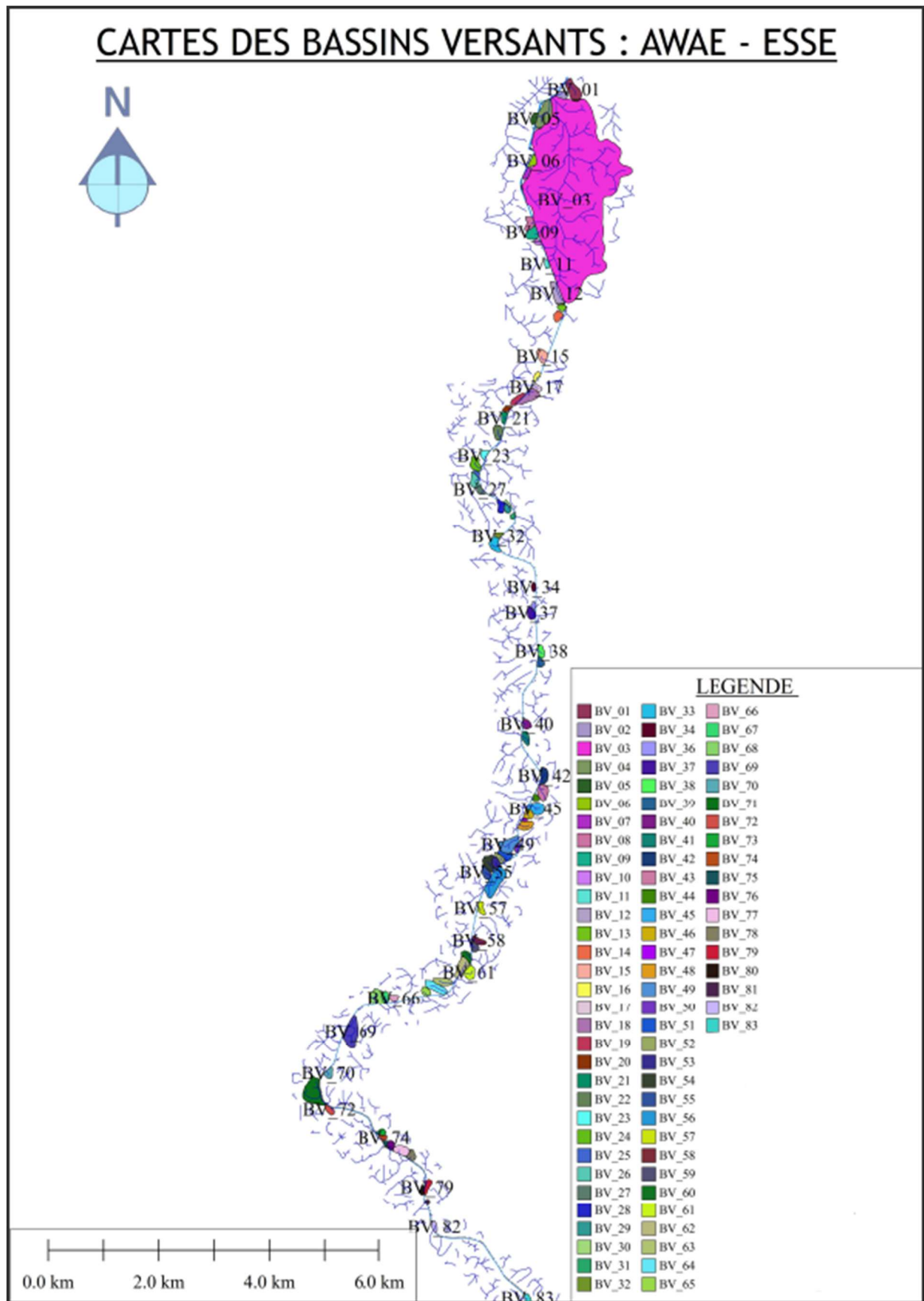


Figure 8 : délimitation des bassins versant (Global Mapper)

B. Estimation du débit du projet

Rappel des quelques méthodes d'estimation de débit

- Méthode rationnelle

Elle est beaucoup utilisée pour l'estimation des débits, mais n'est valable que pour des bassins versants de superficie inférieures à 4 km². le débit maximum est atteint si la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration T_c du bassin (*Van Tuu & Lemoine, 1981*); de ce fait nous prendrons les coefficients de Montana pour lesquels $t = T_c$.

Elle est donnée par la formule $Q(m^3/s) = 0,278 \times CIA$ (Équation 3) avec A : superficie du BV en km²

I : intensité de la pluie en mm/h ($I = a \times T_c^{-b}$) C : coefficient de ruissellement a et b sont les coefficients de Montana. Pour des averses de période de retour 10 ans.

Tableau 18 : Coefficient de Montana

$t < 1 h$		$t > 2 h$	
A	B	A	b
10	0,4	46,5	0,9

Source : (SUPER-CONFORT)

Le temps de concentration est déterminé par la formule de KIRPICH ou de RICHARDS

Tableau 19: Temps de concentration

KIRPICH	RICHARDS
$T_c(min) = \frac{1}{0,38} \frac{L^{0,77}}{52 P}$	$T_c(h) = \frac{t^3}{t_c + 1} = 9,8 \times \frac{K \cdot L^2}{C \cdot R \cdot P}$

Source : (*Van Tuu & Lemoine, 1981*)

Pour notre projet nous avons utilisé la formule de KIRPICH.

- Méthode CIEH

Cette méthode ne concerne que les bassins dont la superficie est comprise entre 10 km² et 2500km² en zone sahélienne et dont la superficie est inférieure à 1500km² en zone tropicale sèche (*Crues et apports, 1996*). L'estimation du débit de pointe est basée sur un schéma de régression multiple qui se présente sous la forme :

$$Q_{10} = a \times S^s \times \overline{P_{an}^p} \times I_g^i \times Kr_{10}^k \times Dd^d \dots \quad (\text{Équation 4})$$

a, s, p, k, d, ... sont des coefficients à déterminer

S : superficie du BV

$\overline{P_{an}}$: pluie annuelle moyenne

I_g : indice globale de pente

Kr_{10} : coefficient de ruissellement

Dd : Densité de drainage

- Méthode ORSTOM ou RODIER

Elle est utilisée pour des bassins de superficie comprise entre 10ha et plus de 1500km² dans les régions sahéliennes et tropicales sèches. Il est à noter que ces deux régions ont été traitées séparément ; ce plus il est parfois recommandé de se référer à la checklist (*Crues et apports*, 1996).

Le débit de pointe décennale est obtenu par la relation :

$$Q_{10} = m \times A \times \alpha \times P_{10} \times Kr_{10} \times \frac{S}{T_{b10}} \quad (\text{Équation 5})$$

Avec m : coefficient de majoration fonction de la classe d'infiltration du bassin et de la zone climatique.

A : coefficient d'abattement

Kr_{10} : coefficient de ruissellement

α : coefficient de pointe

P_{10} : précipitation décennale journalière

S : superficie du BV

T_{b10} : temps de base

Les méthodes de calcul ont été choisies de manière à respecter les conditions d'utilisation de chacune d'elles.

→ La méthode rationnelle a été utilisée pour les bassins versant dont la superficie est inférieure à 4km² ;

→ les méthodes ORSTOM et CIEH ont été utilisées pour les bassins versant dont la superficie est supérieure à 4km² ;

→ pour l'assainissement longitudinal en agglomération, la méthode de Caquot a été utilisée pour la détermination des débits. Les résultats obtenus sont résumés dans les tableaux ci-dessous :

Avec les courbes de tendances des deux séries, nous avons les débits du projet consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Estimations des débits

N° Bassin	Superficie [km ²]	Longueur [km]	Altitude moyenne [m]	Altitude Max [m]	Altitude Min [m]	Pente moyenne [%]	Pente Max [%]	Débit retenus [m ³ /s]
Méthode rationnelle								
1	0.08	1.52	632	646	622	7.2	14.4	4.720
2	0.03	881.24	627	639	610	9.3	16.7	0.005
3	4.17	12.85	642	679	604	8.7	33.1	45.611
4	0.11	1.77	621	640	606	6.2	13.5	7.217
5	0.02	727.92	629	636	625	6.4	11.0	0.003
6	0.02	823.93	651	658	646	6.3	12.3	0.003
7	0.03	847.65	653	661	646	8.9	16.6	0.003
8	0.03	993.67	658	672	648	8.8	25.6	0.005
9	0.05	997.22	659	674	645	12.5	25.2	0.007
10	0.01	583.19	653	662	646	8.7	15.8	0.003
11	0.02	595.43	649	660	644	8.1	12.8	0.003
12	0.06	1.38	653	660	644	7.1	12.7	4.173
13	0.02	594.79	656	660	651	6.2	11.2	0.003
14	0.03	820.05	660	667	651	7.9	13.1	0.004
15	0.04	958.19	661	666	652	6.4	15.4	0.005
16	0.02	624.86	657	664	654	4.6	9.0	0.002
17	0.02	776.62	661	668	652	6.5	11.3	0.003
18	0.06	1.50	658	671	651	9.0	23.6	0.001
19	0.03	956.19	660	672	653	7.9	19.2	0.004
20	0.02	623.25	673	679	668	5.5	11.1	0.002
21	0.02	669.27	679	688	670	7.4	12.9	0.001
22	0.04	962.07	680	688	673	6.4	9.6	0.005
23	0.02	685.98	687	693	675	8.9	12.4	0.004
24	0.04	1.04	677	686	663	8.3	13.1	4.384
25	0.01	523.52	670	680	662	9.3	13.1	0.002
26	0.03	1.05	675	688	662	11.2	22.7	3.430
27	0.02	709.88	673	684	660	14.8	25.6	0.004
28	0.03	946.15	684	702	662	14.6	28.7	0.005
29	0.02	639.97	690	704	672	18.4	31.4	0.005
30	0.01	537.67	673	682	666	7.9	15.7	0.002
31	0.01	502.04	698	704	687	10.3	20.6	0.003
32	0.01	522.26	713	725	702	13.6	27.6	0.003
33	0.04	1.01	723	735	710	13.2	27.5	4.341
34	0.02	652.36	738	744	734	7.0	14.2	0.003
35	0.01	574.29	741	749	734	14.2	25.0	0.003
36	0.03	876.89	742	754	733	9.0	15.8	0.005
37	0.03	807.16	741	753	735	7.2	14.3	0.004
38	0.02	746.27	748	752	743	5.4	10.4	0.003
39	0.02	745.67	739	744	733	7.3	14.1	0.003
40	0.04	1.02	740	749	731	7.0	19.4	3.560
41	0.05	1.16	723	732	714	8.0	15.7	0.001

42	0.06	1.21	732	744	715	10.7	22.1	5.614
43	0.02	627.47	726	743	708	17.4	26.1	0.005
44	0.06	1.19	731	744	711	10.4	20.6	6.154
45	0.03	783.26	724	734	698	15.3	34.7	0.007
46	0.01	395.88	716	731	697	23.4	30.1	0.004
47	0.04	1.03	715	736	690	15.4	28.5	5.186
48	0.08	1.41	730	749	703	11.6	27.1	7.266
49	0.02	567.34	726	737	716	14.1	24.1	0.001
50	0.03	1.08	734	748	721	8.0	20.8	3.023
51	0.02	801.32	734	746	719	11.4	23.1	0.004
52	0.02	795.45	731	745	721	11.9	21.8	0.004
53	0.05	1.27	735	745	718	7.6	14.1	4.437
54	0.03	897.07	728	739	705	11.1	26.4	0.005
55	0.13	1.96	712	730	693	10.7	20.4	7.844
56	0.03	920.45	731	742	719	9.7	15.6	0.004
57	0.03	983.23	750	773	724	15.1	26.6	0.006
58	0.03	767.46	739	752	723	17.7	26.6	0.005
59	0.03	890.57	726	738	719	8.7	18.6	0.003
60	0.05	995.10	716	734	702	10.8	22.8	0.007
61	0.06	1.18	716	739	692	15.7	36.6	6.045
62	0.04	1.03	719	737	691	10.9	22.2	5.697
63	0.06	1.34	727	747	704	10.7	27.0	5.661
64	0.03	722.23	735	744	720	13.8	25.8	0.005
65	0.02	634.70	741	750	726	14.4	24.8	0.004
66	0.03	755.79	746	755	728	10.6	24.2	0.005
67	0.06	1.34	742	754	730	8.3	21.0	4.680
68	0.11	1.76	738	763	723	10.5	30.3	7.353
69	0.03	891.21	764	790	747	16.7	34.3	0.005
70	0.13	1.86	747	762	728	8.0	21.8	8.423
71	0.03	789.68	750	763	728	16.6	29.3	0.005
72	0.02	725.83	756	769	735	16.7	29.5	0.004
73	0.02	699.33	759	769	739	14.7	29.3	0.004
74	0.01	446.43	752	766	743	16.9	26.5	0.002
75	0.02	644.15	754	766	738	16.0	24.3	0.005
76	0.04	982.20	754	767	732	16.1	33.6	0.007
77	0.03	785.56	751	767	731	18.2	38.1	0.006
78	0.03	927.32	738	750	727	11.9	27.3	0.004
79	0.02	597.35	739	745	731	5.8	9.3	0.003
80	0.01	506.69	744	749	738	9.1	12.8	0.003
81	0.02	645.28	739	747	730	8.5	14.4	0.004
82	0.02	676.23	707	713	700	6.6	12.3	0.003
Méthode ORSTOM ET CIEH								
3	4.17	12.85	642	679	604	8.7	33.1	45.611

III.2 Études hydraulique

Le choix des ouvrages est guidé par le souci permanent de la pérennité de la route, de la sécurité des usagers, du coût d'investissement et des modalités d'entretien ultérieur. Les facteurs influençant le choix sont :

- La classification de la route d'où le standard d'aménagement requis ;
- L'importance du débit à évacuer qui fixe la section d'écoulement et le type de l'ouvrage ;
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage : Coefficient de rugosité (K), coefficient d'entonnement (K_e) créant une perte de charge à l'entrée, forme de la section d'écoulement ;
- La largeur du lit. Un ouvrage unique adapté au débit à évacuer et à la largeur du lit du cours d'eau est généralement préférable à des ouvrages multiples qui augmentent les pertes de charges ;
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg (c'est-à-dire la topographie du site) ;
- La nature du sol en place et souvent des conditions climatiques ; • les conditions de fondation des ouvrages ;
- La rapidité et la facilité de mise en œuvre ;
- La résistance aux agents chimiques ; Les types d'ouvrage qui sont retenus dans le cadre de ce projet sont des dalots cadre fermés (DCF).

III.2.1 Méthode de calcul hydraulique des dalots

En ce qui concerne le dimensionnement des dalots, c'est la méthode développée dans le manuel ("HYDRAULIQUE ROUTIERE" TUU, Janvier 1979) élaboré pour le compte du ministère français de la coopération et du développement. On a opté de dimensionner ces ouvrages qui fonctionneront seulement en sortie libre avec un écoulement à surface libre, le plus fréquemment utilisé. La sortie noyée n'intervient que dans le cas où l'amont présente une situation de confluence qui fait remonter le niveau à l'aval.

Les débits à évacuer sont déjà connus par les calculs hydrologiques. La condition pour un écoulement de l'eau dans l'ouvrage à surface libre pour la sortie dénoyée est : La hauteur d'eau à l'amont (H_1) doit être inférieure ou égale à 1.25 fois la hauteur (D) de l'ouvrage (la condition $H_1/D \leq 1.25$). Pour le dimensionnement hydraulique des dalots, les étapes sont les suivantes :

Etape 1 : Calcul de la profondeur d'eau à l'amont H_1

Il s'agit de calculer la profondeur d'eau amont et de vérifier si celle-ci est conforme à la topographie de l'ouvrage. Tout d'abord il faudra estimer une valeur approchée de D et B (hauteur et largeur du dalot) en utilisant pour cela la formule de base $Q = V \cdot S \rightarrow S = Q/V$.

Dans laquelle l'on déduit S la section mouillée (avec Q connu et V la vitesse maximale fixée) et D également étant fixé.

On utilise la formule $q^* = (q/s) (1/\sqrt{2gd})$ pour calculer le débit réduit q^* . Cette valeur donne la hauteur réduite H_1^* par lecture sur l'abaque joint en annexe et permet ainsi de calculer par la relation $H_1^* = H_1/D$ la valeur de H_1 . La valeur H_1 trouvée est comparée avec la hauteur D de l'ouvrage projeté. Si elle vérifie la condition $H_1/D \leq 1.25$ on la garde. Autrement il faut changer la valeur de D et reprendre le calcul de H_1 .

Etape 2 : Calcul de la pente critique I_c

L'ouvrage projeté doit être à mesure d'évacuer le débit critique correspondant à la hauteur d'eau amont H_1 . Pour cela il faut que la pente longitudinale de l'ouvrage soit au moins égale à la pente critique (I supérieure ou égale à I_c). Donc dans cette étape on calcule la pente critique de l'ouvrage (notée I_c) qui guidera sur le choix de la pente longitudinale de l'ouvrage (notée I). On calcule, connaissant la largeur B du dalot et q le débit à évacuer, le débit réduit Q^* pour la pente critique par la formule suivante :

$$Q^* = (q/\sqrt{gB^5})$$

Connaissant K le coefficient de rugosité, après le calcul de Q^* on lit sur un abaque joint en annexe, la valeur de la pente qui permet d'avoir I_c par la formule :

$$I_c = \left(\frac{Q}{K_s B y_c \left(\frac{B y_c}{B + 2 y_c} \right)^{2/3}} \right)^2$$

On obtient la pente longitudinale de l'ouvrage supérieure ou égale à I_c la pente critique.

Etape 3 : Calcul de la vitesse dans l'ouvrage

A cette étape, il s'agit de calculer la vitesse d'écoulement dans l'ouvrage et de vérifier si celle-ci ne dépasse pas la vitesse limite admissible sur le matériau entrant dans la construction de l'ouvrage. Pour ce projet, le matériau utilisé est le béton armé et la vitesse maximale conseillée est de 3m/s. On calcule le débit à partir des formules dérivées de Manning et en fonction de la pente longitudinale retenue.

$$Q^* = (Q / k \times I_c^{1/2} \times B^{8/3})$$

Cette valeur réduite q^* donne, grâce à l'abaque joint en annexe, la valeur V^* de laquelle l'on déduit la valeur de la vitesse V recherchée

$$V = K_s \left(\frac{B y}{B + 2 y} \right)^{2/3} * \sqrt{I}$$

Etape 4 : Itération

Si la vitesse est acceptable alors le calcul est terminé sinon, il faut changer les paramètres d'ouvertures B et D et reprendre totalement tout le cheminement.

III.2.2 Résultats

A l'issue des calculs on obtient les sections des ouvrages contenues dans le tableau de résultats suivants :

Tableau 21 : ouvrages hydraulique obtenue

No.	PT N°	PK	Matric.	Type d' Ouvrage de drainage (mm x mm)	Dimensions			Côte Projet
					h(m)	L(m)	e(m)	
1	11/12	270	OHD1	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	723,068
2	30	725	OHD2	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	727,998
3	55	1350	OHD3	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	726,230

4	89/90	2215	OHD4	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	738,558
5	143	3550	OHD5	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	742,427
6	155	3850	OHD6	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	748,936
7	167	4150	OHD7	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	751,619
8	180	4475	OHD8	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	753,235
9	200/201	4990	OHD9	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	736,165
10	233	5800	OHD10	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	745,553
11	299/300	7490	OHD11	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	737,977
12	313	7800	OHD12	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,3	739,206
13	349/350	8715	OHD13	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,3	731,019
14	388	9675	OHD14	Dalot(1x3000x3000) sur Rivière Ebosso	3	3	0,3	707,609
15	423/424	10565	OHD15	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	734,095
16	461/462	11512	OHD16	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	713,313
17	485	12100	OHD17	Dalot(1x1000x1000)	1	1	0,2	737,245
18	516	12875	OHD18	Dalot (1 x2000 x 1500) sur Rivière Bolo	1,5	2	0,3	709,008
19	614	15325	OHD19	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	737,856
20	666/667	16643	OHD20	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	750,040
21	679/680	16958	OHD21	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	751,408
22	702	17525	OHD22	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	745,668
23	737	18400	OHD23	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	731,495
24	767/768	19166	OHD24	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	735,019
25	792/793	19789	OHD25	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	671,953
26	804/805	20088	OHD26	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	677,319
27	816/817	20391	OHD27	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	683,563
28	838	20925	OHD28	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	684,821
29	870/871	21743	OHD29	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	669,226
30	883/884	22064	OHD30	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	665,819
31	909	22700	OHD31	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	668,267
32	924	23075	OHD32	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	664,231
33	943/944	23558	OHD33	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	665,485
34	967/968	24157	OHD34	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	659,514
35	982	24525	OHD35	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	657,695
36	988/989	24695	OHD36	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	654,234

37	1013/1014	25320	OHD37	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	658,979
38	1028/1029	25685	OHD38	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	660,953
39	1040/1041	26010	OHD39	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	660,589
40	1060/1061	26480	OHD40	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	663,963
41	1094/1095	27345	OHD41	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	645,848
42	1119/1120	27965	OHD42	Dalot (1 x2500 x 2000) sur Rivière Ndaze	2	2,5	0,3	625,770
43	1130	28225	OHD43	Dalot (1 x1000 x 1000)	1	1	0,2	634,755
44	1164/1165	29085	OHD44	Dalot (1 x 1000 x 1000)	1	1	0,2	616,230
x	1209/1210	30220	OHD45	Dalot (1 x2500 x 2000) sur Lac Bikoue	2	2,5	0,3	624,566

III.3 Protection des ouvrages

Les dalots et les talus de haut remblai seront protégés contre le phénomène de l'érosion afin de pérenniser le fonctionnement de ces ouvrages. Ainsi donc il est mis en place :

- La construction de murs en aile d'ouverture de 30° par rapport à l'axe de l'ouvrage (dalots) à l'aval et à l'amont pour faciliter l'entrée et la sortie de l'eau sans porter atteinte aux remblais d'accès ;
- Construction de murs de tête ou murs guide roues à l'amont et à l'aval ;
- La disposition de couches d'enrochements de moellons ou de granites d'épaisseur à l'amont ;
- La disposition de gabions à l'aval ;
- Construction de perré maçonné pour la protection des talus des remblais d'accès et des talus des zones de haut remblai

III.4 Dimensionnement béton arme

Hypothèses de base

❖ Règlements et instructions

Les calculs de ferrailage seront menés suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant **la méthode des états limites – BAEL 91 révisé 99**.

Les charges de circulation appliquées aux dalots pour les diverses justifications contenues dans cette note sont celles décrites dans le cahier des prescriptions communes « Conception, Calcul et épreuves d'ouvrages d'art », **Fascicule 61, titre II du Cahier des Prescriptions Communes**.

➤ Caractéristiques des matériaux

• Le ciment

Celui qui sera utilisé pour la réalisation de cet ouvrage devra être du CEM 42.5 N/r

• Le béton

- Résistance caractéristique du béton à 28 jours :

$$f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$$

- Résistance du béton à la traction à 28 jours :

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06f_{c28} = 2.1 \text{ Mpa}$$

- Poids volumique du béton :

$$\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$$

- Facteur de sécurité du béton : $\gamma_b = 1,5$

- Coefficient de Poisson $\nu = 0.2$

• L'acier

- Nuance de l'acier : Acier Haute Adhérence Fe E 400

- Limite d'élasticité garantie : $f_e = 400 \text{ Mpa}$

- Condition de fissuration : préjudiciable

- Module de déformation longitudinal : $E_s = 200000 \text{ Mpa}$

- L'enrobage des armatures : $e = 3 \text{ cm}$

➤ Principe de calcul des sollicitations

De manière générale, le calcul se mènera sur un mètre de long du dalot. Les valeurs de sollicitations sont déterminées sur la base d'un calcul à partir des formules provenant de l'ouvrage « **Formulaire de l'ingénieur** » pour le calcul des tuyaux fermés à une, deux et trois travées comme cadres (systèmes élastiques).

➤ Hypothèse sur les remblais

Pour le calcul des sollicitations dus aux remblais, pour chaque ouvrage type de la liste des ouvrages hydraulique, nous avons considéré la hauteur de remblai la plus défavorable.

Le coefficient de poussée des terres sera pris égal à 0.33 ;

Le poids volumique du remblai sera pris à 2 t/m³.

Le mode d'exécution des ouvrages est le coulage en place.

Voir la note de calcul à l'annexe N°3

Le tableau ci-dessous donne le récapitulatif du dimensionnement de l'ouvrage 1*3*3

*Tableau 22: Résultat du dimensionnement béton armé du dalot 1*3*3*

CONCLUSION FERRAILLAGE PAR METRE LINEAIRE DU DALOT				
Dalle supérieure				
		Nombre d'acier/ml	Diamètre	Espacement
Aciers tendus	Travée	6 HA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	6 HA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		5 HA	12	espacés de 20 cm
Dalle inférieure				
Aciers tendus	Travée	6 HA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	6 HA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		5 HA	12	espacés de 20 cm
Pieds droit gauche et droite				
Aciers tendus	Travée	6 HA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	6 HA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		5 HA	12	espacés de 20 cm

De façon analogique, les autres dalots seront dimensionnés selon le même procédé.

CHAPITRE IV. SIGNALISATION, SECURITE ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC, NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES) ET AVANT METRE

Introduction

La signalisation routière a pour but de renseigner les usagers sur les conditions d'utilisation de la route afin de leur offrir les meilleures conditions de sécurité et de confort. Tout usager de la route doit se sentir en sécurité. Il incombe donc au concepteur de prévoir des dispositifs capables d'assurer ce rôle à tout moment de la journée afin de fluidifier la circulation et de limiter les accidents. Il s'agit notamment de la signalisation et de l'éclairage. Dans cette partie du chapitre, il s'agira de présenter les mesures prises pour garantir la sécurité des usagers et des riverains.

A-SIGNALISATION, SECURITE ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC

IV.1 Sécurité routière

Les exigences concernant la sécurité de la voie ne s'expriment pas sous une forme simple. Elles doivent prendre en considération tous les aspects de fonctionnement et de dysfonctionnement des systèmes élémentaires, hommes, véhicules, environnement regroupant également les espèces animales vu la localisation de notre ouvrage en campagne et plus largement le système de circulation.

Ces exigences concernant la sécurité des voies peuvent être schématiquement organisées autour des différents points suivants :

- Visibilité ;
- Lisibilité ;
- Adéquation aux contraintes dynamiques des véhicules ;
- Possibilité de désistement et de récupération ;
- Limitation de la gravité des chocs

❖ Sécurité des travailleurs et riverains

Pendant la réalisation des travaux, il faut veiller à la sécurité et au confort des travailleurs. De ce fait, tout agent intervenant sur le domaine routier doit se revêtir **d'équipements de protection individuelle** de haute visibilité de ¹**classe 2 ou 3**. Quant aux riverains, il faut limiter leur accès à la

¹ Classe 2 et 3 EPI : catégorie en fonction des risques en cours sur un chantier. **Classe1**- Risque faible
Classe 2-risque intermédiaire **Classe 3**- risque irréversible ou mortel (Cotralab, 2022)

voie en disposant des barrières de sécurité. De plus, pour faciliter la circulation et empêcher les accidents sur la voie pendant les travaux, il faut mettre en place une signalisation temporaire.

❖ Sécurité des usagers

Nous mettrons en place des gardes corps tout au long des dalots pour protéger les usagers lors du franchissement ; de même, des guides roues de hauteur minimum 40cm délimiteront les dalots. Le revêtement de la chaussée sera en enduit superficiel bicouche et celui de l'accotement en enduit superficiel monocouche. Cette différence est faite de sorte à alerter le conducteur lorsqu'il change de voie. De plus, il faudra utiliser des panneaux de signalisation réglementaires et auto réfléchissants ainsi qu'un éclairage public en agglomération.

IV.2 Signalisation routière

Compte tenu de l'importance du développement du trafic et l'augmentation de la vitesse des véhicules, la circulation devra être guidée et disciplinée par des signaux simples susceptibles d'être compris par tous les intervenants. Ainsi, la signalisation routière est composée de la signalisation permanente, horizontale (marquage au sol) et verticale.

Elle permet d'informer les usagers des règles en vigueur et de l'orientation dans leurs déplacements. Bien conçue et réalisée, elle réduit les causes des accidents et facilite la circulation. L'aménagement routier est un processus de gestion des points particuliers (intersections, croisement) le long de l'axe, de l'ensemble des éléments apportés afin de rendre la route plus sûre pour l'utilisateur ainsi que de l'ensemble des designs effectués sur le tracé en plan de la route afin d'en apporter un maximum de détails de finition. C'est dans cette logique que la signalisation comprendra entre autres :

IV.2.1 Signalisation provisoire ou temporaire

La signalisation temporaire a pour but d'avertir et de guider l'utilisateur afin d'assurer sa sécurité et celle des travailleurs pendant la durée des travaux (France & Service d'études sur les transports, 1985). Ce type de signalisation n'est employé que pendant l'exécution des travaux pour assurer, d'une part, la sécurité des usagers (d'une sortie des engins ou d'une limitation de vitesse imposée par exemple) et, d'autre part, celle des travailleurs sur le chantier. Ainsi, nous pouvons avoir comme exemple :

- ❖ La signalisation de fin de prescription imposée : début et fin de limitation de vitesse ;
- ❖ La signalisation d'approche ou d'annonce : panneaux de risque, balises (en bois même de préférence) au niveau des zones de déblais importants ;

- ❖ La signalisation pour port des équipements individuels de protection (casques, chaussures de sécurité, gilets, gants, protections pour les yeux ...).

Ajouté aux éléments cités ci-dessus, nous proposons pour certains tronçons à forte activité des ouvriers équipés de drapeaux et de sifflets, afin de renforcer la signalisation et ainsi éviter la mauvaise compréhension par les civils des différents panneaux et leur signification.

IV.2.2. Signalisation permanente ou définitive

Comme son nom l'indique, il s'agit d'une signalisation qui restera tout au long de l'existence de la route aussi longtemps que possible et assurera la sécurité des usagers durant son exploitation. Elle rassemble essentiellement les signalisations horizontale et verticale.

1. Signalisation horizontale

Elle concerne les marquages au sol dont le choix est fonction du message à véhiculer (France & Ministère de l'équipement, 1997). Elle a une importance capitale car contribuant énormément à l'amélioration de la circulation. Le tableau ci-dessous présente une illustration des choix effectués :

Tableau 23: Signalisation horizontale

Type de ligne	Usage	Largeur(m)
Ligne longitudinale axiale		
Ligne continue	Sépare les sens de circulation	2u = 12
Ligne discontinue de type T1	Ligne axiale de voie en rase campagne	2u = 12
Ligne discontinue de T1, T'1, T3	Ligne axiale de voie en agglomération	2u = 12
Ligne discontinue de type T3	Annonce une ligne continue	2u = 12
Application : à l'axe de la chaussée, nous avons utilisé des lignes discontinues de type T1 qui, à l'approche des virages changent en lignes discontinues de type T3 complétées par les flèches de rabattement pour devenir des lignes continues infranchissables dans les virages.		
Ligne longitudinale de rive		
Ligne discontinue de type T2	Ligne de rive de chaussée	3u = 18
Ligne discontinue T'3	Ligne de rive aux approches de carrefours et dans les bretelles de raccordement	3u = 18
Lignes transversales		
Ligne continue	« STOP »	50
Lignes de type T'2	« CEDEZ LE PASSAGE »	50
Ralentisseurs de type dos d'âne	Marque la présence d'un dos d'âne	70

Bandes rectangulaires blanches, parallèles à l'axe de la chaussée, de longueur minimale 2.5m en ville et 4 à 6m en rase campagne ou dans les petites agglomérations	Passage piéton	50cm inter distant de 50 à 80 cm
Lignes délimitant les îlots		
Lignes continues	Lignes délimitant le contour des îlots	3u = 18
Flèches directionnelles		
Indiquent les directions à prendre en circulation		

Sources : (France & Ministère de l'équipement, 1997)

2. Signalisation verticale

Elle est faite à l'aide de panneaux qui transmettent des renseignements sur le trajet emprunté par l'utilisateur à travers leur emplacement, leur couleur et leur forme. Les différents types de panneaux de signalisation utilisés pourront être : (La signalisation verticale par panneaux, 1978)

Tableau 24 : Signalisation verticale

N°	Type de panneaux	Quantité cumul précédent	Usages	Illustration
1	AK 14	25	Signalisation routière de dange	
2	B14	30	Limitation de vitesse à 30km/h	
3	A13a	4	Signale un endroit fréquenté par les enfants. Il sera placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération	

4	AK2	18	Signale la présence d'un ralentisseur de type dos d'âne	
5	B21a2	12	Obligation de contourner par la gauche. Il devra être positionné sur l'îlot central du carrefour giratoire.	
6	KD 42a	3	Indique un « cédez le passage ». Il est implanté au pied du danger. Il sera positionné à l'entrée du carrefour giratoire.	
7	KD 42b	1	Route barrée, déviation vers route secondaire	
8	AB4	22	Oblige l'arrêt à l'intersection.	
9	KD10	02	Fin de bretelles	
10	AB25	3	Carrefour à sens giratoire	

11	K5b	400	Balise de sécurité	
12	A1a	8	Indique un tournant à droite.	

IV.3 Eclairage public

L'éclairage public doit assurer aux usagers de la route une circulation de nuit en toute sécurité et le plus de confort possible la journée. En d'autres mots, il s'agit d'être capable de voir tout ce qu'il pourrait exister comme obstacles sans l'aide des projecteurs de la voiture ainsi que tous les éléments de la route (les bordures de trottoir, les carrefours, les différents panneaux de signalisation etc.). C'est dans cette optique que les éléments qui suivent doivent être pris en compte.

IV.3.1 Paramètre de l'implantation des luminaires

- ❖ L'espacement (e) entre luminaires consécutifs qui varie en fonction du type de voies (dans le présent contexte les poteaux lumineux seront espacés de 15 m et seront disposés en quinconce pour une meilleure économie) ;
- ❖ La hauteur (h) du luminaire : généralement de l'ordre de 8 à 10 m et parfois 12 m pour les chaussées de grande largeur. Pour notre étude, nous utiliserons 10m ;
- ❖ La largeur (l) de la chaussée issue du dimensionnement ;
- ❖ Le porte-à-faux (p) du foyer par rapport au support ;
- ❖ L'inclinaison ou non du foyer lumineux et son surplomb par rapport au bord de la chaussée.

Toutefois les travaux d'éclairage public comprennent essentiellement :

- ❖ La réalisation des mini réseaux MT ;
- ❖ La pose et le raccordement de postes de transformateurs MT/BT au réseau de distribution d'ENEO-CAMEROON, étant donné que notre tronçon est situé en campagne et avec l'absence d'un très grand étendu d'électrification ;
- ❖ La pose de candélabres et de luminaires ;

- ❖ La pose de feux tricolores (à l'entrée du tronçon à bitumé pour permettre d'éviter le plus que possibles d'éventuels bouchons).

IV.3.2 Choix pour le projet

L'éclairage des voies à aménager sera assuré par des consoles équipées de lanternes complètes avec des lampes à vapeur de sodium haute pression montées sur des candélabres simples, double et triples crosses. Le fonctionnement de l'éclairage public sera assuré par un coffret d'éclairage normalisé. Nous pourrions opter pour un liminaire ballon et SBP car il a une durée de vie de 8000h et, pour 4h/allumage, il peut atteindre les 12000h. Et ce choix s'est aussi fait pour des raisons économiques car il est peu onéreux par rapport aux autres types de luminaires sur le marché.

La hauteur des candélabres sera de 10m environ, compte tenu de la largeur de la voie roulable (présence supplémentaire de pistes cyclables). Quant à l'inter-distance entre les candélabres, elle variera entre 30 et 40m en fonction du tronçon considéré. Et enfin, la luminance moyenne sera de 2candelas/m² car, la voie n'étant pas assez éclairée, les véhicules peineront à circuler. Le dispositif est constitué comme le montre la figure ci-dessous :

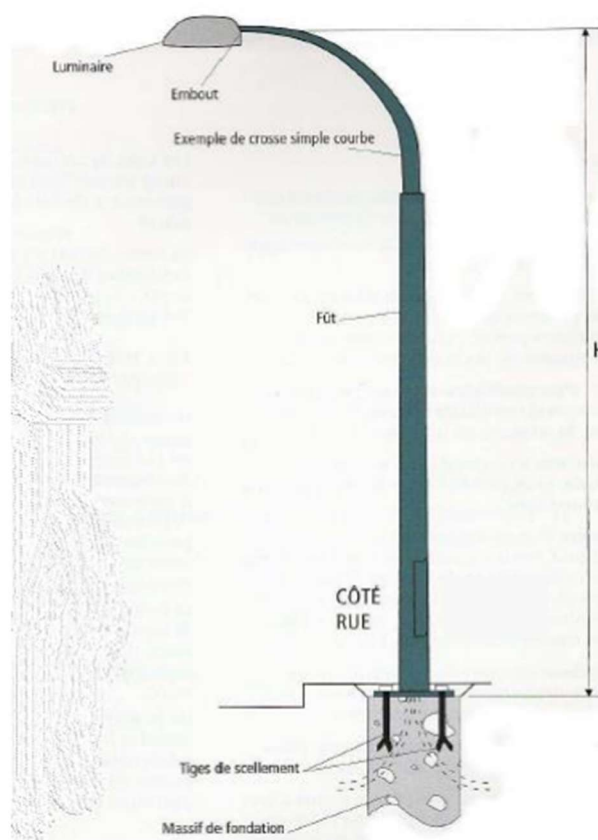


Figure 9: candélabre à simple cross

Ainsi, il est à noter ici que la partie liée à l'éclairage sera bien explicitée et mieux orientée par les experts du domaine électrique pour un meilleur rapport qualité /prix.

B-NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES)

Introduction

L'étude d'impact environnemental et social permettra d'apprécier le niveau d'impact direct ou indirect, à court, moyen et long terme des activités liées au projet sur l'environnement, et de s'assurer que les mesures nécessaires sont prises en vue de maintenir les impacts potentiels dudit projet à des niveaux de seuils environnementaux acceptables. Nous présentons ici la synthèse de cette étude selon le plan suivant :

- Cadre juridique et institutionnel ;
- Description des alternatives au projet ;
- Présentation de la situation existante avant le projet ;
- Récapitulatif des impacts environnementaux et sociaux du projet ;
- Mesures environnementales identifiées par phase ;
- Plan simplifié de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).

IV.4. Cadre juridique et institutionnel

La réalisation de cette étude est encadrée par les textes juridiques et institutionnels de la République du Cameroun.

❖ Sur le plan juridique, nous pouvons citer entre autres :

- La loi N°96/12 du 05 août 1996 portant loi cadre relative à la gestion de l'environnement ;
- Le décret N°2013/0171/PM du 14 février 2013 fixant les modalités de réalisation de l'étude d'impact environnemental et social ;
- L'arrêté N°0070/MINEP du 12 avril 2005 fixant les différentes catégories d'opérations dont la réalisation est soumise à une étude des impacts sur l'environnement (EIE).

❖ Sur le plan institutionnel, nous avons entre autres :

- Le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED) ;
- Le Ministère de la Faune et des Forêts (MINFOF) ;
- Le Ministère de l'Administration et de la Décentralisation (MINATD) ;
- Le Ministère du Domaine, du Cadastre et des Affaires Foncières (MINCAF) ;
- Etc.

IV.5. Description des alternatives au projet

Après une visite de terrain consacrée à l'exploration des options possibles, une analyse des différentes alternatives a été faite par des experts environnementaux et sociaux pour minimiser les impacts environnementaux et sociaux dans la zone du projet.

Possibilité 1 : Aucun projet

Elle consiste à laisser la route à cet endroit précis à l'état actuel. Les villages d'AWAE et ESSE seront donc traversés avec tous les risques et contraintes que cela comporte. L'avantage de cette option est qu'aucun impact environnemental ne sera produit, car le projet étant abandonné. Elle présente un frein pour le développement de la zone du projet et celui du Cameroun.

Cette possibilité est donc à écarter, car elle ne contribue pas à l'amélioration des conditions de vie des populations.

Possibilité 2 : Construction de la route Awae-Esse

Plusieurs variantes des sections de la chaussée ont fait l'objet d'analyse dans le tableau 13. Les différents avantages et impacts négatifs sur l'environnement y sont consignés.

IV.6. Présentation de la situation existante avant le projet

Tableau 25 : Tableau du cadre physique

Récepteur		Composantes	Description
Cadre physique	Environnement du projet	Relief	Le projet est situé dans les plateaux sud Cameroun. Les altitudes moyennes sont entre 650 et 900m. Il est légèrement incliné du nord vers le sud dans le sens d'écoulement des eaux.
		Climat	Climat équatorial à 04 saisons avec une moyenne de 1500 à 3000mm de pluie par an. La température moyenne est de 24°C.
		Humidité relative	97% en saison de pluies contre 80% en saison sèche.
		Régimes des vents	Vents modéré
		Hydrographie	Le principal cours d'eau de la ZIP se trouve étiré la rivière ASAMBA. On put ajouter à cela, 09 petits cours d'eaux et plus de 51 petites rivières et ruisseaux.
		Pédologie	La zone se situe dans une région classée parmi les mieux pourvues en bon sols.
	Milieu biologique	Végétation et flore	La zone est couverte d'une forêt dense riche en sterculiacées. Il existe dans cette zone des parties n'ayant pas encore subi l'action humaine.
		Faune	Elle est extrêmement diversifiée dans cette zone. L'on rencontre des reptiles, des gorilles, des singes, des rongeurs, bovin, poulaillies, etc..
		Biodiversité	Il existe des espèces animales protégées.

Cadre physique			La diversité biologique constitue pour les populations une grande ressource des produits dédiés à la consommation.
	Milieu humain	Démographie et évolution de la population	Entre 2005 et 2015, le taux de croissance de la population était aux environs de 2.48%. La population dans l'arrondissement serait de 154 843.
		Organisation des ménages	Environ 06 personnes par ménage vivent essentiellement de l'agriculture et de la chasse.
		Organisations socio-culturelle	Les us et coutumes sont valorisés dans la zone à travers les cultes aux ancêtres, la croyance aux lieux et arbres sacrés, les offrandes des animaux en sacrifice. L'islam et le christianisme sont pratiqués dans la zone.
		Habitats et tombes	Les habitats constitués des maisons en briques de terre, maisons semi dures et en parpaings sont présents le long de la route. Des tombes aménagées et non aménagées sont présentes dans la zone ce qui constitue un réel frein.
	Infrastructures	Education et formation	La zone compte 07 établissements scolaires composés de lycée, des écoles primaires et maternelles.
		Santé	Deux centres de santé sont intégrés dans la zone de projet, l'un dans le village AWAE, et l'autre dans le village d'ESSE.

IV.7. Récapitulatif de l'identification et de l'analyse des impacts environnementaux et sociaux du projet

Tableau 26 : Identification des impacts

Récepteur	Composantes	Impacts		Activités source d'impact	Causes directes de l'impact
		N°	Description		
Environnement	Relief	Imp1	- Modification du relief ; - Risque d'érosion du sol avec perte de propriétés physiques	- Exploitation des carrières ; - Travaux de purges	- Création d'emplois à la carrière ; - Risques d'accidents
	Climat	Imp2	- Réchauffement climatique ; - Nuisance sonore	- Travaux d'abattage ; - Bitumage de la route ; - Vibrations provenant des carrières et des engins de terrassement	- Déforestation et augmentation du braconnage ; - Vibrations provenant des carrières ; - Création d'emplois
	Eau de surface	Imp3	Pollution des eaux de surface	- Utilisation des engins et camions ; - Entretien des engins	- Dépôts d'huiles usagées ; - Chiffons d'entretien des engins et huile de graissage
	Air	Imp4	Pollution de l'air	- Travaux de terrassement ; - Déplacement des engins	- Émissions des poussières ; - Émission des gaz d'échappement
	Sols	Imp5	Pollution des sols	- Utilisation des engins et camions ; - Entretien des engins	- Utilisation des huiles usagées
Milieu biologique	Végétation et flore	Imp6	Déforestation	- Dégagement de l'emprise de la route ; - Exploitation des carrières	- Changement d'activités pour les populations



	Faune	Imp8	Appauvrissement de la faune	Consommation de viandes de brousse par les travailleurs de la société	- Braconnage
	La biodiversité	Imp9	Disparition des espèces animales protégées	Exploitation des carrières et gites de sable	Émission des bruits ; Modification du lit d'eau
Milieu humain	Démographie et évolution de la population	Imp10	Amélioration du niveau de revenu des producteurs et opérateurs économiques locaux	Construction du pont et ses voies d'accès	- Accès rapide et sécurisé dans la zone
	Vie communautaire	Imp11	Conflits sociaux	Construction du pont et ses voies d'accès	Conquête des femmes par les travailleurs étrangers ; Non-paiement des indemnités.
	Habitats et tombes	Imp12	Destruction des habitations et lieux sacrés		Libération de l'emprise des voies d'accès
	Organisation socioculturelle	Imp13	Modification de l'organisation socio-culturel des populations		Présence des travailleurs étrangers dans la zone; Destruction des lieux sacrés
Infrastructures	Éducation et formation	Imp14	Accident de circulation		Circulation des engins et camions
	Santé	Imp15	Manque de structures sanitaires		Augmentation de la population pendant les travaux

Tableau 27 : Caractéristiques des impacts

Impacts		Nature	Matrice d'évaluation de l'importance de l'impact			Occurrence	Réversibilité	Importance
N°	Description		Ampleur	Portée	Durée			
Imp1	Modification du relief ; Risque d'érosion du sol avec perte de propriétés physiques.	Négatif	Moyen	Locale	Longue	Certain	Irréversible	Faible
Imp2	Réchauffement climatique ; Nuisance sonore	Négatif	Moyen	Locale	Moyenne	Certain	Irréversible	Moyenne
Imp3	Pollution des eaux de surface	Négatif	Mineur	Locale	Courte	Probable	Réversible	Faible
Imp4	Pollution des eaux souterraines	Négatif	Mineur	Locale	Courte	Probable	Réversible	Faible
Imp5	Pollution de l'air	Négatif	Mineur	Locale	Courte	Probable	Réversible	Faible
Imp6	Pollution des sols	Négatif	Mineur	Locale	Courte	Probable	Réversible	Faible
Imp7	Déforestation	Négatif	Moyen	Locale	Longue	Certaine	Irréversible	Faible
Imp8	Appauvrissement de la faune	Négatif	Moyen	Locale	Moyenne	Certaine	Réversible	Faible
Imp9	Disparition des espèces animales protégées	Négatif	Moyen	Locale	Moyenne	Probable	Réversible	Faible
Imp10	Amélioration du niveau de revenu des producteurs et opérateurs économiques locaux	Positif	Moyen	Nationale	Longue	Certain	Irréversible	Important
Imp11	Conflits sociaux	Négatif	Forte	Locale	Courte	Probable	Réversible	Important
Imp12	Destruction des habitations et lieux sacrés.	Négatif	Moyen	Locale	Longue	Certaine	Irréversible	Important
Imp13	Modification de l'organisation socio-culturel des populations	Négatif	Moyen	Locale	Longue	Certaine	Irréversible	Important
Imp14	Accident de circulation	Négatif	Mineur	Locale	Courte	Probable	Réversible	Important
Imp15	Manque de structures sanitaires	Négatif	Moyen	Locale	Courte	Probable	Réversible	Moyen

IV.8. MESURES ENVIRONNEMENTALES IDENTIFIÉES PAR PHASE

Tableau 28 : mesures d'atténuation présent

Impacts		Mesures d'atténuation
N°	Description	
Imp1	- Modification du relief ; - Risque d'érosion du sol avec perte de propriétés physiques.	- Observer les règles en vigueur ; - Former et sensibiliser les ouvriers.
Imp2	- Réchauffement climatique ; - Nuisance sonore	- Évaluer les impacts résiduels
Imp3	Pollution des eaux de surface	- Laver les voitures dans les stations ;
Imp4	Pollution des eaux souterraines	- Vidanger les engins dans les lieux agréés
Imp5	Pollution de l'air	- Faire la visite technique des engins conformément à la réglementation ; - Éteindre les moteurs des engins lorsqu'ils ne sont pas en fonction
Imp6	Pollution des sols	- Récupérer les huiles usagées pour leur recyclage ; - Vidanger les engins dans les lieux agréés
Imp7	Déforestation	
Imp8	Appauvrissement de la faune	Sensibiliser les populations et employés sur la lutte contre le braconnage.
Imp9	Disparition des espèces animales protégées	
Imp10	Amélioration du niveau de revenu des producteurs et opérateurs économiques locaux	- Informer les populations sur les opportunités d'emplois qui sont offertes ; - Sensibiliser les populations à former leurs enfants dans la maintenance des engins et autres équipements.
Imp11	Conflits sociaux	- Privilégier la main d'œuvre locale ; - Sensibiliser les populations sur l'importance de projet ; - Rendre transparentes les procédures d'indemnisations.
Imp12	Destruction des habitations et lieux sacrés.	- Sensibiliser les populations sur l'importance du projet ; - Rendre transparentes les procédures d'indemnisation et d'expropriation.
Imp13	Modification de l'organisation socio-culturel des populations	Respect de la réglementation en vigueur ; Sensibiliser les employés étrangers au respect des us et coutumes des populations autochtones.
Imp14	Accident de circulation	Sensibiliser les conducteurs sur la bonne pratique du code de la route et la sécurité sur chantier.
Imp15	Manque de structures sanitaires	

Dans cette partie, nous avons fait une étude très brève de l'impact du projet sur son environnement et la société. Il ressort de cela que notre projet présente aussi bien des impacts positifs que négatifs. Toutefois, ces effets négatifs n'ont pas remis en cause la réalisation de notre route car des mesures ont été prises afin d'atténuer les effets négatifs liés au projet et de bonifier les effets positifs.

C-AVANT METRE ET COUT TRAVAUX

Comme toute construction, la réalisation d'une route nécessite une estimation bien détaillée des coûts. L'objet de ce chapitre est d'une part, d'évaluer les quantités des matériaux nécessaires à la réalisation de ce projet et d'autre part, d'estimer le coût des travaux en multipliant les quantités obtenues par leurs prix unitaires respectifs selon la mercuriale des prix applicable au Cameroun (mercuriales des prix, 2022). Il s'agit donc d'estimer le prix global du projet. Les quantités de matériaux nécessaires à la construction de ce tronçon de route sont réparties à travers plusieurs rubriques constituant le devis quantitatif estimatif des travaux de ce projet.

Tableau 29 : devis quantitatif et estimatif de la route

N° Prix	Désignation des travaux	U	Qté	P.U	Montant
			Projet d'exécution + traversée et bretelle		Projet d'exécution + traversée et bretelle d'ESSE
1	INSTALLATION ET REPLI DE CHANTIER				
1.1	Amenée et repli des installations de chantier	ft	1,00	650 000 000	650 000 000
1.2	Amenée et repli du matériel de chantier	ft	1,00	470 000 000	470 000 000
Sous-total 1				1 120 000 000	
2	DEGAGEMENTS ET PREPARATION DE TERRAIN				
2.1	Abattage d'arbres	U	49,00	50 000	2 450 000
2.2.1	Nettoyage du terrain et débroussaillage	m²	119 236,75	2 000	238 473 500
2.2.2	Nettoyage du terrain et débroussaillage en zone marécageuse	m²	686,50	2 000	1 373 000
2.3	Scarification de la route existante	m²	15 840,00	1 500	23 760 000
2.4.1	Démolition d'ouvrage hydraulique (buses) diam. < 1000	ml	12,00	83 730	1 004 760
2.4.2	Démolition de maison en dur	m²	2 737,63	10 984	30 070 073
2.4.3	Démolition de maisons simples ou granges en banco	m²	1 664,35	6 000	9 986 085
2.5	Engazonnement des talus	m²	37 625,00	2 000	75 250 000
2.6	Plantations d'arbres en zone urbaine	U	100,00	99 230	9 923 000
2.7	Libération des emprises : déplacement des tombes, réseaux téléphoniques, électriques et conduites d'eau souterraines	prov	1,00	20 000 000	20 000 000
Sous-total 2				412 290 418	
3	TERRASSEMENTS				
3.1.1	Déblais non réutilisables	m³	106 491,63	4 000	425 966 528
3.2	Déblais ripables	m³	1 963,53	12 000	23 562 300

3.3	Déblais à explosif	m ³	8 175,00	19 000	155 325 000
3.4.1	Remblais en provenance de déblais	m ³	9 342,03	5 000	46 710 150
3.4.2	Remblais en provenance d'emprunts	m ³	68 050,77	5 500	374 279 235
3.5.1	Compactage et profilage de la plate-forme des terrassements	m ²	291 723,20	1 000	291 723 200
3.5.2	Fourniture et mise en œuvre de la grave latéritique naturelle en couche de forme 30 cm	m ³	34 782,00	6 500	226 083 000
3.5.3	Couche drainante	m ³	2 500,00	14 000	35 000 000
3.5.4	Géotextile	m ²	2 000,00	30 000	60 000 000
Sous-total 3			1 638 649 413		
4	CHAUSSÉES				
4.1.1	Fourniture et mise en œuvre de la grave latéritique en couche de fondation 20 cm	m ³	60 184,40	6 500	391 198 600
4.1.2	Réhabilitation couche de fondation (+/- 5 cm)		17 366,32	5 000	86 831 600
4.2.1	Fourniture et mise en œuvre de la grave concassé 0/31.5 en couche de base sur 20 cm d'épaisseur	m ²	73 731,75	34 000	2 506 879 500
4.3	Mise en œuvre de la couche d'imprégnat° cut-back 0/1	m ²	361 440,00	900	325 296 000
4.4	Couche d'accrochage à 300 gr/m ² de bitume résiduel	m ²	256 309,39	900	230 678 451
4.5	Fourniture et mise en œuvre de matériaux pour couche de roulement en béton bitumineux de 5 cm d'épaisseur	m ²	256 309,39	10 000	2 563 093 900
4.6	Mise en œuvre d'un enduit bicouche (pour les accotements)	m ²	95 684,98	5 500	526 267 390
Sous-total 4			6 630 245 441		
5	OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT				
5.1	Exécution de fossés longitudinaux et divergents en terre	ml	9 625,00	2 500	24 062 500
5.2.1	Fossé en béton triangulaire	ml	26 975,86	45 000	1 213 913 876
PN1	Construction des caniveaux de 60 x 60	ml	4 588,00	75 000	344 100 000
PN2	Dallettes sur caniveaux de 60 x 60	ml	1 500,00	43 907	65 860 500
5.4.1	Filets d'eau (zone avec dévers sur remblais érodables)	ml	4 750,00	19 729	93 712 750
5.4.2	Bordures saillantes (traversées des agglomérations)	ml	4 620,00	15 000	69 300 000
5.4.3	Bordures saillantes T2 (au niveau des giratoires)	ml	3 395,70	15 000	50 935 500
5.4.4	Bordures A2 (agglomération au niveau des giratoires)	ml	13,00	15 000	195 000
Sous-total 5			1 862 080 126		
6	DALOTS CADRE ET BETON ARME				
6.1	Construction de dalot 1x1x1	ml	144,97	645 000	93 505 650
6.2	Construction de dalot 1x2x1.5	ml	59,38	1 500 000	89 070 000
6.3	Construction d'un dalot 1x2.5x2	ml	-	2 500 000	-
6.4	Construction d'un dalot 1x3x3	ml	15,00	3 000 000	45 000 000
6.5	Construction de tête aval ou amont pour Dalot 1x1x1	U	14,00	2 750 000	38 500 000
6.6	Construction de tête aval ou amont pour Dalot 1x2x1.5	U	10,00	3 500 000	35 000 000
6.7	Construction de tête aval ou amont pour Dalot 1x3x3	U	2,00	5 200 000	10 400 000
6.9	Béton armé pour ouvrages divers	m ³	422,50	300 000	126 750 000
Sous-total 6			438 225 650		

7	Signalisation horizontale				
7	Peinture rétroréfléchissante pour ligne axiale continue (largeur : 12 cm)		11 600,00	1 000	11 600 000
7.1.1	Peinture rétroréfléchissante pour ligne axiale discontinue (largeur : 12 cm) (espacement : 10m) longueur 3m	ml	2 900,00	1 000	2 900 000
7.1.2	Peinture rétroréfléchissante pour ligne axiale discontinue (largeur : 10 cm) (espacement : 1.33m)	ml	11 037,00	1 000	11 037 000
7.1.3	Peinture rétroréfléchissante pour ligne de rive T3 (largeur : 18 cm) (espacement : 3.5m) T3	ml	24 217,20	1 000	24 217 200
7.1.3.1	Peinture rétroréfléchissante pour ligne d'arrêt ou passage piétons	ml	750,00	1 000	750 000
7.1.4	Peinture rétroréfléchissante pour flèches de rabattement	ml	250,00	1 000	250 000
7.1.5	Marquage ilot directionnel et zebra	U	740,00	10 000	7 400 000
7.1.6	Marquage spécial zone de stationnement	m²	1 355,00	4 500	6 097 500
7.1.7	Bande stop L=50 cm	ml	1 534,00	4 500	6 903 000
7.1.9	Signalisation verticale	ml			
7.2	Fourniture et pose de panneaux de police circulaire type B	u	34,00	120 000	4 080 000
7.2.1	Fourniture et pose de panneaux de police triangulaire type A	U	91,00	150 000	13 650 000
7.2.2	Fourniture et pose de panneaux de police octogonaux type AB	U	84,00	160 000	13 440 000
7.2.3	Fourniture et pose de panneaux de localisation type EB	U	124,00	225 000	27 900 000
7.2.4	Fourniture et pose de panneaux de direction type D	U	28,00	400 000	11 200 000
7.2.5	Fourniture et pose de panneaux de pré signalisation de direction	U	18,00	400 000	7 200 000
7.4	Glissière de sécurité métallique	ml	654,00	26 000	17 004 000
Sous-total 7			165 628 700		
8	IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL				
	Impact environnemental et social	ft	1,00	150 000 000	150 000 000
	Construction de 10 forages équipés à motricité humaine y compris analyse de l'eau	Prov	1,00	100 000 000	100 000 000
Sous-total 8			250 000 000		
SOUS TOTAL GENERAL			12 517 119 748		
FRAIS DE CONTRÔLE GEOTECHNIQUE 2,5%			312 927 994		
TOTAL HTVA			12 830 047 742		
TVA 19,25%			2 469 784 190		
TOTAL TTC			15 299 831 932		
Arrêté le présent devis au montant de : QUINZE MILLIARDS DEUX CENT QUATRE VINGT DIX NEUF MILLIONS HUIT CENT TRENTE ET UN MILLE NEUF CENT TRENTE-DEUX FRANCS CFA TOUTES TAXES COMPRISES					

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATION :

Durant notre stage, nous avons travaillé essentiellement sur l'étude technique d'exécution de la route AWAE (intersection RN10) – ESSE (carrefour Nkomdjong) lot-7A. Le but de cette étude était d'effectuer une conception géométrique de la voie, une conception structurale de la chaussée pour pouvoir faire une actualisation des résultats obtenus par le BET, une proposition des infrastructures d'assainissement ; une proposition d'un aménagement adéquat et des dispositions sécuritaires. Sans toutefois oublier les impacts du projet sur l'environnement ainsi que l'estimation du coût du projet. À partir de certaines données recueillies sur site et suivant les recommandations du Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, nos études ont conduit à l'aménagement d'une chaussée à 1x2 voies de 3,5 m. Pour un sol de la classe **S4** et un trafic de la classe **T2** (trafic cumulé en essieux de 13 tonnes pendant une durée de vie de 15 ans calculé en additionnant les 2 sens de circulation, à $1,03 \cdot 10^6$), nous avons obtenu une chaussée composée d'un **revêtement en Béton Bitumineux de 5cm**, d'une **couche de base en grave concassé de 20 cm**, et d'une **couche de fondation en Graveleux Latéritique Nature de 25 cm**. Résultats bien différents de ceux proposés par le BET qui étaient pour une classe de trafic **T1** (soit un trafic cumulé en essieux de 13 tonnes pendant la durée de vie de 15 ans calculé en additionnant les 2 sens de circulation, inférieur à $5 \cdot 10^5$), un **enduit bicouche en revêtement**, une **couche de base en béton de sol (GLN + grave concassé) de 15cm** et enfin d'une **couche de fondation en GLN de 20cm**. Le justificatif fait par ce gap structural, réside sur l'obsolescence des données du BET car leur étude avait été effectuée en 2014. L'assainissement devra être assuré transversalement par 45 dalots cadres fermés dont les sections varient de $1 \times 100 \times 100$ à $1 \times 300 \times 300$, et longitudinalement par des caniveaux de section 60×60 et des fossés triangulaires en terre. À ces derniers s'ajoutent des équipements de sécurité et d'éclairage public. L'exécution de celle-ci ainsi que les démolitions, dédommagement et les aménagements proposés ont été évalués et estimés par nos soins à environ **15 290 831 932 FCFA (QUINZE MILLIARDS DEUX CENT QUATRE-DIX-NEUF MILLIONS HUIT CENT TRENTE ET UN MILLE NEUF CENT TRENTE-DEUX FRANCS CFA TOUTES TAXES COMPRISES)** environ soit 463 millions de Fcfa/km.

En outre cette étude nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques acquises pendant les deux (2) années de formation de Master à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et d'Environnement (2IE) d'une part, et de compléter nos connaissances théoriques par la maîtrise des difficultés liées à la réalité du terrain d'autre part.

En somme nous pouvons dire que l'importance d'une telle étude réside en ce qu'elle pourrait permettre de :

- ✓ Construire une belle route du point de vue architectural ;
- ✓ Faire un apport nouveau, sur un dimensionnement structural déjà déprécié.
- ✓ Étudier et de choisir le meilleur rapport qualité/coût, surtout en ce qui concerne la couche de fondation et de base ;
- ✓ D'assurer plus de sécurité possible aux éventuels usagers de la route (signalisation horizontale et verticale).

BIBLIOGRAPHIE

- CEBTP. (1980-1984). *Guide Pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*, . Ministère de la coopération.
- Centre de la sécurité, d. t. (1994). *Aménagement des routes principales (sauf les autoroutes et routes express à deux chaussées): recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route : guide technique*. . SETRA.
- Code_de_la_route. (2022). Définitions, (article R110-1 à R110-3). *Partie réglementation*.
- CotralLab. (2022, 01 31). *Changement de catégorisation des EPI, quels impacts pour votre entreprise?* Récupéré sur <https://www.cotral.fr/bllog/legislation-bruit-au-travail/changement-de-catégorisation-des-epi-quels-impacts-pour-votre-entreprise.html>
- DUPONT, P. B. (1998). *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales-carrefours plans. guide technique*.
- Fleuves et rivières du Cameroun* . (1986).
- France & Ministère de l'équipement, d. l. (1997). *Instruction interministérielle sur la signalisation routière*. (Vol. Livre 1 septième partie). Paris: Direction des journaux officiels.
- France & Service d'études sur les transports, l. r. (1985). *Signalisation temporaire : manuel du chef de chantier. Volume 4*. SETRA.
- la loi N°96/97 du 06 avril 1996 portant du patrimoine routier national*. (s.d.).
- La signalisation verticale par panneaux*. (1978). FOUCHER.
- mercuriales des prix. (2022). *Cameroun*. yaoundé.
- MINTP n°30-004-R, M. (1987). *Recommandation des graveleux latéritique naturel pour les chaussées au cameroon*.
- route, A. R.-2. (25 avril 2022). Définitions (articles R110-1 à R110-3). *code de la route français*, 103.
- SETRA, (. D. (aout 1994). *Aménagement des routes principales*. Centre de la Sécurité et des Techniques Routières.



ANNEXES

<u>ANNEXE 1 : CONCEPTION GEOMETRIQUE</u>	<u>70</u>
<u>ANNEXE 2 : ÉTUDES ET ESSAIE GEOTECHNIQUE</u>	<u>83</u>
<u>ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DU DALOT (3,00 x 3,00) m</u>	<u>88</u>
<u>ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DU CANIVEAUX</u>	<u>115</u>
<u>ANNEXE 5 : PIÈCES GRAPHIQUES</u>	<u>119</u>

ANNEXE 1 : CONCEPTION GEOMETRIQUE

I.1. TABULATION AXE EN LONG

TRONCON AWAE - ESSE P.K. 0+000 - P.K. 23+885.49 TABULATION AXE EN PLAN					
ELM	CARACTERISTIQUES	LNDR.	P.K.	X	Y
			0,000	820125,869	432065,150
DR 0	G: 2.675917	80,081			
			80,081	820129,234	432145,160
CL 0	A1 113.560	53,733			
			133,814	820129,488	432198,862
CR 0	R 240.000	166,473			
			300,287	820063,447	432348,055
CL 0	A2 113.560	53,733			
			354,019	820023,523	432383,972
DR 1	G:344.264590	264,154			
			618,173	819820,690	432553,195
CL 1	A1 113.560	53,733			
			671,906	819780,766	432589,112
CR 1	R -240.000	27,691			
			699,598	819762,813	432610,175
CL 1	A2 113.560	53,733			
			753,330	819733,674	432655,285
DR 2	G:365.863010	125,459			
			878,789	819669,578	432763,135
CR 2	R 900.000	74,63			
			953,419	819628,835	432825,637
DR 3	G:360.584200	144,226			
			1097,645	819545,136	432943,091
CR 3	R -1500.000	70,566			
			1168,211	819505,551	433001,500
DR 4	G:363.579250	164,504			
			1332,715	819416,489	433139,810
CL 4	A1 113.560	53,733			
			1386,448	819385,750	433183,846
CR 4	R 240.000	123,958			
			1510,405	819286,591	433255,918
CL 4	A2 113.560	53,733			
			1564,138	819235,218	433271,565
DR 5	G:316.445430	106,177			
			1670,315	819132,564	433298,689
CL 5	A1 75.000	14,043			
			1684,358	819118,967	433302,197
CR 5	R 400.550	111,734			

			1796,092	819008,165	433313,461
CL 5	A2 75.000	14,043			
			1810,136	818994,140	433312,762
DR 6	G:296.454770	135,639			
			1945,775	818858,711	433305,212
CL 6	A1 80.940	15,225			
			1960,999	818843,505	433304,454
CR 6	R -430.310	75,142			
			2036,142	818768,549	433308,154
CL 6	A2 80.940	15,225			
			2051,367	818753,492	433310,405
DR 7	G:309.824070	94,518			
			2145,884	818660,098	433324,933
CL 7	A1 82.230	27,585			
			2173,470	818632,928	433329,683
CR 7	R -245.120	282,146			
			2455,616	818444,388	433518,492
CL 7	A2 82.230	27,585			
			2483,201	818439,677	433545,668
DR 8	G:390.266820	237,142			
			2720,343	818403,562	433780,044
CL 8	A1 113.560	53,733			
			2774,076	818393,409	433832,779
CR 8	R 240.000	40,801			
			2814,877	818379,442	433871,062
CL 8	A2 113.560	53,733			
			2868,610	818353,250	433917,945
DR 9	G:365.190920	0,190			
			2868,801	818353,151	433918,108
CL 9	A1 113.560	53,733			
			2922,534	818326,960	433964,990
CR 9	R -240.000	99,696			
			3022,229	818304,670	434061,428
CL 9	A2 106.550	47,304			
			3069,533	818306,857	434108,661
DR 10	G: 5.036316	258,413			
			3327,946	818327,279	434366,266
CL 10	A1 113.520	53,69			
			3381,637	818329,523	434419,880
CR 10	R 240.020	196,682			
			3578,318	818247,648	434592,690
CL 10	A2 113.520	53,69			
			3632,009	818204,737	434624,910
DR 11	G:338.628600	215,075			
			3847,084	818028,055	434747,551
CL 11	A1 245.560	67			

			3914,084	817972,549	434785,068
CR 11	R 900.000	127,879			
			4041,963	817860,327	434846,158
CL 11	A2 245.560	67			
			4108,963	817798,690	434872,411
DR 12	G:324.843630	84,588			
			4193,551	817720,461	434904,589
CL 12	A1 113.560	53,733			
			4247,284	817671,592	434926,857
CR 12	R -240.000	102,364			
			4349,648	817594,912	434993,495
CL 12	A2 113.560	53,733			
			4403,381	817566,047	435038,781
DR 13	G:366.249660	3,067			
			4406,449	817564,496	435041,428
CL 13	A1 216.560	66,998			
			4473,446	817529,704	435098,675
CR 13	R 700.000	99,986			
			4573,432	817469,291	435178,239
CL 13	A2 193.940	53,732			
			4627,165	817432,808	435217,683
DR 14	G:351.666500	6,337			
			4633,502	817428,445	435222,280
CL 14	A1 113.560	53,733			
			4687,235	817392,958	435262,586
CR 14	R -240.000	91,303			
			4778,538	817352,907	435344,024
CL 14	A2 0.010	0,000			
			4778,538	817352,907	435344,024
DR 15	G:383.011900	39,972			
			4818,510	817342,366	435382,581
CL 15	A1 0.010	0			
			4818,510	817342,366	435382,581
CR 15	R 240.000	212,16			
			5030,670	817208,712	435538,441
CL 15	A2 113.560	53,733			
			5084,403	817158,179	435556,619
DR 16	G:319.608280	281,898			
			5366,301	816889,547	435642,079
CL 16	A1 113.560	53,733			
			5420,034	816837,800	435656,440
CR 16	R 240.000	11,817			
			5431,851	816826,157	435658,456
CL 16	A2 113.560	53,733			
			5485,584	816772,594	435662,329
DR 17	G:302.220640	94,562			

			5580,146	816678,090	435665,627
CL 17	A1 113.560	53,733			
			5633,879	816624,527	435669,501
CR 17	R -240.000	262,388			
			5896,267	816432,642	435828,991
CL 17	A2 113.560	53,733			
			5950,000	816419,040	435880,943
DR 18	G:386.074130	69,086			
			6019,086	816404,048	435948,383
CR 18	R 0.010	0,016			
			6019,102	816404,044	435948,403
DR 19	G:386.073820	75,974			
			6095,075	816387,557	436022,566
CL 19	A1 113.560	53,733			
			6148,808	816377,866	436075,387
CR 19	R -240.000	196,13			
			6344,938	816434,554	436257,486
CL 19	A2 113.560	53,733			
			6398,671	816472,514	436295,473
DR 20	G: 52.351940	149,671			
			6548,342	816582,184	436397,325
CL 20	A1 113.560	53,733			
			6602,075	816620,144	436435,313
CR 20	R 240.000	89,126			
			6691,201	816664,537	436512,006
CL 20	A2 113.560	53,733			
			6744,934	816678,572	436563,842
DR 21	G: 14.457407	89,185			
			6834,119	816698,652	436650,737
CR 21	R -2000.000	767,973			
			7602,091	817009,246	437347,947
DR 22	G: 38.902744	56,143			
			7658,234	817041,458	437393,930
CL 22	A1 113.560	53,733			
			7711,967	817073,889	437436,734
CR 22	R -240.000	142,786			
			7854,753	817193,808	437510,306
CL 22	A2 113.560	53,733			
			7908,486	817246,661	437519,826
DR 23	G: 91.030861	434,436			
			8342,922	817676,792	437580,830
CR 23	R 900.000	53,612			
			8396,534	817729,618	437589,934
DR 24	G: 87.238869	515,969			
			8912,503	818235,256	437692,670
CR 24	R -900.000	150,673			

			9063,176	818384,729	437710,199
DR 25	G: 97.896767	217,943			
			9281,119	818602,553	437717,398
CR 25	R 240.000	323,235			
			9604,355	818830,264	437911,718
DR 26	G: 12.156030	0,14			
			9604,494	818830,290	437911,855
CR 26	R -240.000	168,864			
			9773,358	818915,719	438053,488
DR 27	G: 56.948574	198,546			
			9971,904	819070,570	438177,753
CL 27	A1 0.010	0			
			9971,904	819070,570	438177,753
CR 27	R 240.000	203,119			
			10175,023	819160,081	438353,368
CL 27	A2 113.560	53,732			
			10228,756	819158,663	438407,052
DR 28	G:395.942930	123,23			
			10351,986	819150,815	438530,032
CR 28	R -900.000	213,413			
			10565,399	819162,484	438742,626
DR 29	G: 11.038839	463,598			
			11028,997	819242,468	439199,272
CR 29	R -900.000	116,865			
			11145,862	819270,038	439312,754
DR 30	G: 19.305454	64,602			
			11210,464	819289,329	439374,407
CR 30	R -2000.000	441,306			
			11651,770	819466,325	439777,688
DR 31	G: 33.352650	176,814			
			11828,584	819554,778	439930,787
CL 31	A1 113.560	53,732			
			11882,316	819583,360	439976,252
CR 31	R -240.000	76,479			
			11958,796	819637,734	440029,573
CL 31	A2 113.560	53,732			
			12012,528	819683,750	440057,260
DR 32	G: 67.892418	240,055			
			12252,583	819893,915	440173,263
CL 32	A1 113.560	53,732			
			12306,315	819939,931	440200,949
CR 32	R 240.000	257,999			
			12564,315	820039,469	440425,643
CL 32	A2 113.560	53,732			
			12618,047	820029,057	440478,327
DR 33	G:385.203090	106,259			

			12724,306	820004,581	440581,728
CL 33	A1 113.560	53,732			
			12778,038	819994,169	440634,412
CR 33	R -240.000	111,641			
			12889,679	820006,545	440744,355
CL 33	A2 113.560	53,732			
			12943,411	820028,409	440793,405
DR 34	G: 29.069775	231,598			
			13175,009	820130,526	441001,274
CR 34	R 900.000	110,935			
			13285,943	820173,187	441103,602
DR 35	G: 21.222721	0,001			
			13285,944	820173,188	441103,603
CR 35	R -900.000	140,693			
			13426,638	820229,410	441232,419
DR 36	G: 31.174933	325,889			
			13752,526	820382,694	441520,008
CL 36	A1 113.560	53,732			
			13806,259	820406,168	441568,309
CR 36	R 240.000	217,404			
			14023,663	820390,392	441777,763
CL 36	A2 113.560	53,732			
			14077,396	820359,948	441822,003
DR 37	G:359.253600	399,289			
			14476,685	820121,481	442142,260
CL 37	A1 113.560	53,732			
			14530,417	820091,037	442186,500
CR 37	R -240.000	124,387			
			14654,804	820058,353	442305,078
CL 37	A2 113.560	53,732			
			14708,536	820061,831	442358,668
DR 38	G: 6.501389	273,309			
			14981,845	820089,694	442630,552
CR 38	R 900.000	113,639			
			15095,483	820094,120	442744,030
DR 39	G:398.462920	321,08			
			15416,564	820086,369	443065,016
CL 39	A1 113.560	53,732			
			15470,296	820087,076	443118,714
CR 39	R -240.000	125,989			
			15596,285	820129,816	443235,699
CL 39	A2 113.560	53,732			
			15650,018	820163,891	443277,207
DR 40	G: 46.135757	92,322			
			15742,340	820225,093	443346,328
CL 40	A1 132.760	58,751			

			15801,091	820262,567	443391,543
CR 40	R 300.000	103,134			
			15904,225	820307,658	443483,734
CL 40	A2 132.760	58,751			
			15962,976	820320,343	443541,073
DR 41	G: 11.782838	233,125			
			16196,101	820363,245	443770,217
CL 41	A1 113.560	53,732			
			16249,833	820371,152	443823,334
CR 41	R 240.000	12,81			
			16262,643	820371,746	443836,129
CL 41	A2 113.560	53,732			
			16316,375	820368,801	443889,751
DR 42	G:394.131930	403,564			
			16719,940	820331,655	444291,603
CR 42	R -900.000	27,557			
			16747,496	820329,539	444319,078
DR 43	G:396.080320	21,639			
			16769,135	820328,208	444340,676
CR 43	R -0.010	0,016			
			16769,150	820328,206	444340,696
DR 44	G:396.080600	182,35			
			16951,500	820316,987	444522,701
CR 44	R -900.000	104,324			
			17055,824	820316,611	444626,965
DR 45	G: 3.460088	219,068			
			17274,893	820328,512	444845,710
CR 45	R 900.000	64,123			
			17339,016	820329,712	444909,809
DR 46	G:398.924070	388,473			
			17727,488	820323,147	445298,225
CL 46	A1 113.560	53,732			
			17781,221	820320,237	445351,849
CR 46	R 240.000	238,773			
			18019,994	820185,982	445537,426
CL 46	A2 113.560	53,732			
			18073,727	820135,961	445556,967
DR 47	G:321.334170	354,84			
			18428,566	819800,860	445673,666
CL 47	A1 99.080	49,004			
			18477,570	819755,308	445691,643
CR 47	R -200.330	363,371			
			18840,941	819690,624	446000,510
CL 47	A2 99.080	49,004			
			18889,945	819725,135	446035,253
DR 48	G: 52.381023	189,025			

			19078,971	819863,700	446163,823
CL 48	A1 113.560	53,732			
			19132,703	819901,677	446201,793
CR 48	R 240.000	402,754			
			19535,457	819856,014	446555,993
CL 48	A2 113.560	53,732			
			19589,190	819809,648	446583,089
DR 49	G:331.294250	373,975			
			19963,164	819479,955	446759,609
CL 49	A1 113.560	53,732			
			20016,897	819433,589	446786,705
CR 49	R -240.000	118,006			
			20134,902	819356,433	446874,420
CL 49	A2 113.560	53,732			
			20188,635	819335,473	446923,864
DR 50	G:376.849090	46,59			
			20235,225	819318,901	446967,407
CL 50	A1 113.560	53,732			
			20288,957	819301,685	447018,275
CR 50	R -240.000	130,26			
			20419,217	819304,215	447146,917
CL 50	A2 113.560	53,732			
			20472,949	819323,418	447197,070
DR 51	G: 25.654554	282,443			
			20755,393	819434,182	447456,889
CL 51	A1 113.560	53,732			
			20809,125	819457,070	447505,470
CR 51	R -240.000	65,947			
			20875,072	819496,976	447557,713
CL 51	A2 113.560	53,732			
			20928,805	819537,826	447592,574
DR 52	G: 57.400776	87,121			
			21015,926	819606,160	447646,617
CL 52	A1 113.560	53,732			
			21069,658	819647,010	447681,477
CR 52	R 240.000	105,242			
			21174,900	819703,387	447769,347
CL 52	A2 113.560	53,732			
			21228,633	819718,051	447821,009
DR 53	G: 15.231601	366,703			
			21595,336	819804,953	448177,266
CL 53	A1 113.560	53,732			
			21649,068	819819,617	448228,928
CR 53	R -240.000	69,469			
			21718,537	819852,558	448289,815
CL 53	A2 113.560	53,732			

			21772,270	819887,779	448330,356
DR 54	G: 47.911831	628,848			
			22401,117	820317,619	448789,361
CL 54	A1 113.560	53,732			
			22454,850	820352,839	448829,902
CR 54	R 240.000	37,918			
			22492,768	820373,013	448861,961
CL 54	A2 113.560	53,732			
			22546,500	820394,322	448911,255
DR 55	G: 23.600594	1293,951			
			23840,451	820863,099	450117,305
CR 55	R 71.730	45,045			
			23885,496	820865,612	450161,541
Longueur de l'AXE			23885,496		

I.2. TABULATION DE L'AXE EN PLAN ET DU PROFIL EN LONG (CIVIL 3D)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tabulations de l'axe							
3	Affaire : PE VOIRIE axe modifié							
8	N°	PR	X	Y	Z Projet	Z TN	Z Projet-Z TN	Gisem. (gr)
9	P1	0,00	820869,303	454245,780		636,61		343,969
10	P2	25,00	820853,377	454226,510	635,57	635,47	0,10	343,969
11	P3	50,00	820837,451	454207,239	634,44	634,13	0,32	343,969
12	P4	75,00	820821,525	454187,968	633,32	632,79	0,52	343,969
13	P5	100,00	820805,599	454168,698	632,19	631,80	0,39	343,969
14	P6	125,00	820789,672	454149,427	631,06	631,10	-0,04	343,969
15	P7	150,00	820773,746	454130,157	629,93	630,37	-0,43	343,969
16	P8	175,00	820757,820	454110,886	628,81	629,47	-0,66	343,969
17	P9	200,00	820742,328	454091,268	627,68	628,45	-0,77	340,967
18	P10	225,00	820727,834	454070,901	626,55	627,12	-0,57	337,784
19	P11	250,00	820714,229	454049,929	625,42	625,57	-0,15	336,281
20	P12	275,00	820700,740	454028,880	624,43	623,96	0,47	336,281
21	P13	300,00	820686,651	454008,244	623,76	622,67	1,09	342,555
22	P14	325,00	820669,597	453990,003	623,39	621,98	1,41	353,166
23	P15	350,00	820649,753	453974,845	623,20	622,10	1,11	363,776
24	P16	362,68	820638,796	453968,473	623,26	622,38	0,88	369,157
25	P17	375,00	820627,799	453962,917	623,53	622,94	0,60	370,355
26	P18	400,00	820605,461	453951,691	624,76	624,36	0,39	370,355
27	P19	425,00	820583,123	453940,466	626,73	626,18	0,54	370,355
28	P20	450,00	820560,764	453929,283	628,78	628,58	0,20	371,230
29	P21	475,00	820538,010	453918,933	630,83	631,00	-0,18	374,413
30	P22	500,00	820514,810	453909,620	632,87	633,12	-0,24	376,201
31	P23	525,00	820491,537	453900,490	634,92	635,03	-0,11	376,201
32	P24	545,30	820472,642	453893,078	636,40	636,22	0,18	376,201
33	P25	550,00	820468,264	453891,361	636,68	636,43	0,25	376,201
34	P26	575,00	820444,990	453882,231	637,82	637,58	0,24	376,201
35	P27	600,00	820421,717	453873,101	638,34	638,34	0,01	376,201
36	P28	625,00	820411,771	453852,216	638,66	638,58	0,08	315,828
37	P29	650,00	820405,619	453827,985	638,97	638,84	0,13	315,828
38	P30	651,59	820405,227	453826,442	638,99	638,86	0,13	315,828
39	P31	675,00	820399,467	453803,754	639,29	639,20	0,09	315,828
40	P32	700,00	820393,315	453779,523	639,60	639,36	0,24	315,828
41	P33	725,00	820387,163	453755,291	639,92	639,53	0,39	315,828
42	P34	750,00	820381,012	453731,060	640,27	639,81	0,46	315,828
43	P35	775,00	820374,860	453706,829	640,73	640,11	0,62	315,828
44	P36	800,00	820368,708	453682,598	641,20	640,51	0,69	315,828
45	P37	825,00	820362,556	453658,366	641,68	641,26	0,42	315,828
46	P38	850,00	820356,404	453634,135	642,15	641,82	0,33	315,828
47	P39	875,00	820350,252	453609,904	642,63	642,33	0,30	315,828
48	P40	900,00	820344,100	453585,672	643,19	642,80	0,39	315,828
49	P41	925,00	820337,949	453561,441	644,06	643,22	0,85	315,828
50	P42	950,00	820331,797	453537,210	645,25	644,18	1,07	315,828
51	P43	975,00	820325,645	453512,979	646,73	645,56	1,17	315,828
52	P44	1000,00	820319,493	453488,747	648,27	647,49	0,78	315,828
53	P45	1025,00	820313,341	453464,516	649,81	649,34	0,47	315,828

54	P46	1050,00	820307,189	453440,285	651,34	650,99	0,34	315,828
55	P47	1075,00	820301,038	453416,053	652,45	652,59	-0,14	315,828
56	P48	1100,00	820294,886	453391,822	653,46	652,75	0,71	315,828
57	P49	1125,00	820288,734	453367,591	654,48	653,82	0,66	315,828
58	P50	1150,00	820282,582	453343,360	655,49	654,35	1,14	315,828
59	P51	1175,00	820276,430	453319,128	656,50	655,86	0,64	315,828
60	P52	1200,00	820270,278	453294,897	657,52	657,04	0,47	315,828
61	P53	1225,00	820264,126	453270,666	658,53	659,09	-0,56	315,828
62	P54	1250,00	820257,975	453246,435	659,54	660,73	-1,19	315,828
63	P55	1275,00	820251,823	453222,203	660,55	661,46	-0,90	315,828
64	P56	1300,00	820245,671	453197,972	661,57	661,64	-0,08	315,828
65	P57	1325,00	820239,519	453173,741	662,65	662,23	0,41	315,828
66	P58	1350,00	820233,367	453149,509	663,94	662,65	1,29	315,828
67	P59	1375,00	820227,215	453125,278	665,43	664,39	1,04	315,828
68	P60	1400,00	820221,063	453101,047	667,14	666,53	0,61	315,828
69	P61	1425,00	820214,912	453076,816	668,99	668,69	0,30	315,828
70	P62	1450,00	820209,803	453052,416	670,86	670,82	0,03	298,918
71	P63	1475,00	820220,006	453030,381	672,70	672,36	0,34	245,866
72	P64	1483,52	820227,120	453025,736	673,18	672,97	0,22	227,776
73	P65	1500,00	820242,052	453018,774	673,71	673,42	0,30	227,776
74	P66	1525,00	820264,710	453008,209	673,78	673,38	0,40	227,776
75	P67	1550,00	820287,368	452997,644	673,78	673,52	0,25	227,776

	A	B	C	D	E	F	G	H
76	P68	1575,00	820299,866	452977,837	673,58	673,42	0,17	303,887
77	P69	1600,00	820290,011	452955,056	672,26	672,36	- 0,11	330,370
78	P70	1625,00	820278,532	452932,848	670,22	670,31	- 0,10	330,370
79	P71	1650,00	820267,077	452910,627	668,17	668,08	0,09	330,063
80	P72	1675,00	820255,827	452888,301	666,37	666,00	0,37	329,367
81	P73	1700,00	820244,822	452865,854	665,19	664,74	0,45	328,671
82	P74	1725,00	820234,063	452843,287	664,55	664,01	0,54	327,974
83	P75	1750,00	820223,448	452820,653	664,17	663,54	0,63	327,916
84	P76	1775,00	820212,833	452798,018	664,04	663,39	0,65	327,916
85	P77	1800,00	820202,218	452775,384	663,98	663,72	0,26	327,916
86	P78	1825,00	820191,603	452752,749	663,93	663,21	0,72	327,916
87	P79	1850,00	820180,988	452730,114	663,88	663,46	0,41	327,916
88	P80	1875,00	820170,374	452707,480	663,82	663,96	- 0,13	327,916
89	P81	1900,00	820159,759	452684,845	663,77	663,66	0,11	327,916
90	P82	1925,00	820149,144	452662,211	663,71	663,62	0,09	327,916
91	P83	1950,00	820138,529	452639,576	663,66	663,65	0,00	327,916
92	P84	1975,00	820127,914	452616,941	663,60	663,54	0,07	327,916
93	P85	2000,00	820117,300	452594,307	663,49	663,23	0,26	327,916
94	P86	2025,00	820106,685	452571,672	663,23	663,11	0,12	327,916
95	P87	2050,00	820096,070	452549,038	662,84	662,90	- 0,06	327,916
99	P91	2150,00	820058,043	452456,742	661,26	660,58	0,68	316,258
100	P92	2175,00	820052,798	452432,306	660,87	660,19	0,68	310,666
101	P93	2200,00	820049,716	452407,505	660,57	659,85	0,72	305,074
102	P94	2225,00	820048,822	452382,529	660,32	659,58	0,74	299,483
103	P95	2250,00	820050,122	452357,571	660,18	659,31	0,87	293,891
104	P96	2264,78	820051,919	452342,903	660,16	659,17	0,98	290,585
105	P97	2275,00	820053,606	452332,823	660,17	659,28	0,89	288,299
106	P98	2300,00	820059,248	452308,476	660,21	659,49	0,72	282,708
107	P99	2325,00	820067,001	452284,717	660,25	659,39	0,86	277,441
108	P100	2350,00	820075,675	452261,270	660,29	659,62	0,67	277,441
109	P101	2375,00	820084,350	452237,823	660,33	659,99	0,34	277,441
110	P102	2400,00	820093,027	452214,378	660,37	660,25	0,13	277,294
111	P103	2425,00	820101,808	452190,970	660,41	660,57	- 0,16	277,146
112	P104	2450,00	820110,591	452167,564	660,46	660,43	0,03	277,146
113	P105	2475,00	820119,374	452144,157	660,50	660,35	0,14	277,146
114	P106	2500,00	820128,157	452120,751	660,54	660,39	0,15	277,146
115	P107	2525,00	820136,940	452097,345	660,58	660,28	0,30	277,146
116	P108	2550,00	820145,723	452073,938	660,62	660,29	0,34	277,146
117	P109	2575,00	820154,506	452050,532	660,66	660,24	0,42	277,146
118	P110	2600,00	820163,289	452027,126	660,70	660,07	0,63	277,146
119	P111	2625,00	820172,072	452003,719	660,74	660,09	0,66	277,146
120	P112	2650,00	820180,855	451980,313	660,79	660,18	0,60	277,146

121	P113	2675,00	820189,638	451956,907	660,83	660,48	0,35	277,146
122	P114	2700,00	820198,421	451933,500	660,90	660,88	0,02	277,146
123	P115	2725,00	820207,204	451910,094	661,46	661,39	0,08	277,146
124	P116	2750,00	820215,987	451886,687	662,28	662,24	0,04	277,146
125	P117	2775,00	820224,770	451863,281	662,79	662,76	0,03	277,146
126	P118	2800,00	820233,553	451839,875	662,83	662,96	- 0,13	277,146
127	P119	2825,00	820242,336	451816,468	662,38	662,33	0,06	277,146
128	P120	2850,00	820251,119	451793,062	661,46	661,76	- 0,30	277,146
129	P121	2875,00	820259,902	451769,656	660,27	659,97	0,30	277,146
130	P122	2900,00	820268,686	451746,249	659,21	658,48	0,73	277,146
131	P123	2925,00	820277,469	451722,843	658,43	658,65	- 0,22	277,146
132	P124	2950,00	820286,252	451699,437	657,92	658,38	- 0,47	277,146
135	P127	3025,00	820312,601	451629,217	658,00	658,22	- 0,22	277,146
136	P128	3050,00	820321,384	451605,811	658,38	658,57	- 0,18	277,146
137	P129	3075,00	820330,167	451582,405	658,77	659,59	- 0,83	277,146
138	P130	3100,00	820338,950	451558,998	659,15	659,92	- 0,78	277,146
139	P131	3125,00	820347,733	451535,592	659,52	660,89	- 1,37	277,146
140	P132	3150,00	820356,516	451512,186	659,78	660,99	- 1,22	277,146
141	P133	3175,00	820365,299	451488,779	659,88	660,68	- 0,81	277,146
142	P134	3200,00	820374,082	451465,373	659,82	660,34	- 0,52	277,146
143	P135	3225,00	820382,865	451441,966	659,63	659,88	- 0,25	277,146
144	P136	3250,00	820391,648	451418,560	659,41	660,59	- 1,18	277,146
145	P137	3275,00	820400,431	451395,154	659,20	661,44	- 2,24	277,146
146	P138	3300,00	820409,214	451371,747	658,89	659,35	- 0,47	277,146
147	P139	3325,00	820417,999	451348,341	658,45	659,16	- 0,71	277,116
148	P140	3350,00	820426,808	451324,945	657,90	659,12	- 1,23	277,068
149	P141	3375,00	820435,620	451301,549	657,31	657,65	- 0,34	277,068
150	P142	3400,00	820444,432	451278,154	656,72	657,17	- 0,45	277,068
151	P143	3425,00	820453,244	451254,758	656,14	656,80	- 0,67	277,068
152	P144	3450,00	820462,056	451231,363	655,55	656,27	- 0,72	277,068
153	P145	3475,00	820470,868	451207,967	654,97	655,70	- 0,74	277,068
154	P146	3500,00	820479,680	451184,572	654,38	655,25	- 0,87	277,068

ANNEXE 2 : ÉTUDES ET ESSAIS GÉOTECHNIQUES

II.1. RECAPITULATIF DES EMPRUNTS DE MATÉRIAUX POUR ESSAI

N°	LOCALISATION	Distance par rapport au Projet (m)	Volume découverte (m³)	Volume exploitable (m³)	Date d'agrément	Agrément pour	UTILISATION IN SITU	Caractéristiques mécaniques							
								% Passants tamis de 2	% Passants tamis de 0,080	LL	IP	γ^d (t/m³)	W% OPM	95% OPM	GL
1	PK 1+800 G	70	906,25	4132,5	12/0/2018	PST		35,3	20,6	56,9	26	1,972	13,1	30,4	0,38
2	PK 2+950 D	70	212,5	2592,5	16/02/2018	PST	Couche de forme: (PK 1+300 - 1+450; (PK 2+125 - 2+425); (PK 2+775 - 2+875); (PK 3+050 - 3+225)	54,7	29	56,6	25,2	1,935	12,5	17	0,48
3	PK 3+575 D	212	1 227	9966	21/04/2017	Fondation		54,4	33,8	55,4	28,0	1,970	12,2	49,8	0,57
4	PK 5+650 G	70	574	5330	16/02/2018	PST	Couche de forme: PK 2+450 - 2+775;	55,2	31,9	53,2	22,6	1,996	12,3	29,8	0,54
5	PK 5+775 G	26/09/1902	2412,50	13027,50	15/11/2017	Fondation	Couche de forme PK 3+000 - PK 6+400 ; Fondation PK 0+900 - PK 6+400	31,2	19,8	51,8	21,8	1,974	12,5	51,6	0,47
6	PK 7+700 G	50	1 279	6905	25/07/2017	Fondation	Purge PK 7+325 - PK 7+350 ; Purge PK 9+825 - PK 9+875; Couche de forme PK 7+500 - PK 9+600	31,5	19,1	48,7	20,6	2,039	11,7	51,3	0,72
7	PK 12+300 G	40	4 158	14321	25/04/2017	Fondation	Purge PK 11+425 - PK 11+575; Purge PK 9+825 - PK 9+875	46,6	28,1	50,7	20,8	1,933	13,3	41,5	0,39
8	PK 12+875 D	65	1 436	14301	21/04/2017	Fondation	Purge PK 12+825 - PK 13+050	46,7	24,1	51,0	21,4	1,979	12,9	43,5	0,53
9	PK 13+350 G	80	9 400	10000	15/03/2017	Terrassement		86,6	57,1	54,1	24,1	1,805	19,4	15,8	0,62
10	PK 14+425 G	60	8 434	10380	15/03/2017	P.S.T		38,2	23,9	51,4	22,0	1,953	15,5	32,6	0,62
11	PK 15+650 G	50	7 655	8500	15/03/2017	P.S.T		53,4	39,7	50,8	21,5	1,936	15,4	27,1	0,59
	PK 17+150 D														
	PK 17+900 D														
12	PK 18+000 G	100	23 000	26000	15/03/2017	P.S.T		40,1	23,9	45,6	18,1	1,856	17,6	36,6	0,48
13	PK 21+350 D	73	2 936	23246	24/05/2017	Fondation		32,3	20,0	48,0	23,0	2,001	12,9	64,8	0,56
14	PK 22+675 D	150	8 775	10000	15/03/2017	Fondation		47,9	21,5	49,1	24,1	1,985	13,5	42,6	0,48
15	PK 22+700 G	30	6 335	8000	15/03/2017	C.F & B.T		51,3	29,6	50,1	20,8	2,022	12,9	38,8	0,54
16	PK 25+625 D	130	6 311	8000	15/03/2017	P.S.T		47,3	26,6	48,0	21,4	2,013	12,2	34,0	0,55
17	PK 27+875 D	100	1 239	15594	15/03/2017	Fondation	Couche de forme + fondation : PK 24+050 - PK 27+875 ; Bocs techniques OH 19	45,9	25,5	48,4	21,2	1,976	12,9	39,8	0,65



II.2. TABLEAU RECAPITULATIF DES ESSAIS GEOTECHNIQUES D'IDENTIFICATION COMPLETE

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des résultats géotechniques obtenus sur 4.425km de route

TABLEAUX RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ESSAIS D'IDENTIFICATION DES MATERIAUX DE LA PLATEFORME AU LABORATOIRE.

Bretelle : Carrefour Ehan - Carrefour Nkomndjong - Carrefour Mvog Eya : 4,425 km

PK	Réf N°puits	NATURE	PROF :	W%Nat	L.A		ANALYSE GRANULOMETRIQUE				OPM		CBR 95%OPM	Gonflement linéaire <1%	TYPE DE SOL	HRB	Affectation/ traitement approprié
					LL	IP	0,08	0,5	2,0	5,0	Y _d OPM	W%OPM					
4+425 A	1	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	20,54	67,90	32,40	70,20	90,80	99,00	99,30	1,710	18,90	24,70	0,53	S4	A-7-5 (20)	Remblai
4+325 G	2	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	18,59	68,90	33,86	68,90	85,90	97,70	99,10	1,565	13,00	3,00	1,70	S1	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
4+225 A	3	Arg rougeatre	0 - 1,00 m	20,43	66,90	30,30	69,60	87,70	100,00	100,00	1,720	21,40	10,50	0,51	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
4+125 D	4	Arg rougeatre	0 - 1,40 m	8,00	63,40	30,90	60,70	81,40	95,70	100,00	1,790	17,20	15,00	0,41	S4	A-7-6 (20)	Dépôt/CF
4+025 G	5	Arg nodulaire rougeatre	0 - 2,10 m	8,22	54,60	30,67	58,30	79,60	96,60	100,00	1,830	16,50	21,50	0,81	S4	A-7-6 (20)	Remblai
3+925 A	6	Arg rougeatre	0 - 1,80 m	18,36	54,60	30,67	62,40	85,00	96,20	98,10	1,760	18,40	10,50	1,60	S3	A-7-6 (20)	Dépôt/CF
3+825 D	7	Arg rougeatre	0 - 1,60 m	8,28	66,90	32,90	55,90	83,10	99,20	100,00	1,790	18,10	11,20	1,50	S3	A-7-6 (20)	Dépôt/CF
3+725 G	8	Arg rougeatre	0 - 1,60 m	12,91	67,70	32,40	64,70	87,60	98,20	100,00	1,710	18,60	14,20	0,60	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
3+625 A	9	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	6,54	68,80	32,70	43,30	79,40	96,60	98,30	1,930	14,40	11,00	1,10	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
3+525 D	10	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	22,06	55,50	24,90	74,00	91,90	99,60	99,90	1,710	18,40	28,00	0,20	S4	A-7-5 (20)	Remblai
3+425 G	11	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	22,61	51,60	23,50	71,40	91,00	99,60	99,80	1,670	20,20	15,70	0,90	S4	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
3+325 A	12	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	22,74	56,50	26,00	72,70	91,20	99,80	100,00	1,690	17,30	18,70	0,60	S4	A-7-5 (20)	Remblai
3+225 D	13	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	27,83	64,20	32,10	73,60	92,30	99,80	100,00	1,630	21,30	18,00	0,61	S4	A-7-5 (20)	Remblai
3+125 G	14	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	24,06	59,50	29,00	73,50	90,90	99,60	100,00	1,670	19,50	14,90	0,91	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
3+025 A	15	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	26,64	43,60	20,60	68,80	90,70	99,60	100,00	1,720	19,80	18,70	0,80	S3	A-7-6 (20)	Remblai



2+925 D	16	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	17,14	56,40	26,40	64,90	87,20	98,70	99,70	1,810	17,30	23,90	0,60	S4	A-7-5 (20)	Remblai
2+825 G	17	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	19,62	51,60	23,50	51,40	70,20	81,70	90,70	1,890	15,40	12,70	1,10	S3	A-7-6 (20)	Dépôt/CF
2+725 A	18	Arg Lat rougeatre	0 - 1,50 m	16,35	56,00	27,90	50,60	75,10	86,70	93,80	1,870	15,10	26,90	0,80	S4	A-7-5 (20)	Remblai
2+625 D	19	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	18,10	64,50	31,20	56,90	82,30	93,00	96,60	1,810	17,20	20,20	0,70	S4	A-7-5 (20)	Remblai
2+525 G	20	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	8,70	42,50	18,40	62,20	87,20	96,80	98,90	1,790	19,60	17,00	0,62	S4	A-7-5 (20)	Remblai
2+425 A	21	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	15,56	63,40	29,20	59,20	80,00	94,60	100,00	1,805	17,50	12,00	1,10	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
2+325 D	22	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	16,07	38,50	16,60	52,80	83,80	95,40	97,70	1,970	12,40	23,50	0,60	S4	A-7-5 (20)	Remblai
2+225 G	23	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	15,90	65,20	28,20	66,00	85,90	97,50	100,00	1,730	17,50	10,00	1,60	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
2+125 A	24	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	16,51	45,50	21,40	65,60	89,80	99,20	99,60	1,865	17,40	27,00	0,48	S4	A-7-6 (20)	Remblai
2+025 D	25	Arg nodulaire rougeatre	0 - 1,50 m	19,95	48,90	23,50	72,80	92,30	99,10	99,60	1,690	21,20	26,00	0,40	S4	A-7-6 (20)	Remblai
1+925 D	26	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	18,87	50,10	24,70	70,10	90,90	99,20	99,60	1,780	18,50	21,00	0,50	S4	A-7-6 (20)	Remblai
1+825 G	27	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	18,46	37,50	16,90	53,30	82,70	93,50	96,80	1,755	19,90	21,00	0,65	S4	A-7-5 (20)	Remblai
1+725 A	28	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	22,36	37,10	16,90	63,10	87,50	99,40	100,00	2,055	11,60	19,00	0,80	S4	A-6 (16)	Remblai
1+628 D	29	Lat Argileuse rougeatre	0 - 1,50 m	19,69	48,30	24,20	23,40	37,00	63,00	85,20	2,120	10,60	62,00	0,10	S5	A-2-7 (4)	Remblai
1+525 G	30	Lat Argileuse rougeatre	0 - 1,50 m	7,97	40,30	21,40	18,20	40,70	67,90	92,50	2,140	7,90	48,00	0,15	S5	A-2-7 (4)	Remblai
1+425 A	31	Sable Argileuse rougeatre	0 - 1,50 m	11,31	39,40	21,90	19,30	33,80	76,30	96,20	2,095	8,00	62,00	0,10	S5	A-2-6 (4)	Remblai
1+325 D	32	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	3,98	50,50	24,30	56,40	79,60	98,80	100,00	1,89	16,70	11,50	1,04	S3	A-7-6 (20)	Dépôt/CF
1+225 G	33	latérites Argileuses rougeâtre	0 - 1,50 m	10,29	62,60	30,50	27,00	36,40	46,80	65,00	2,15	10,80	88,00	0,12	S5	A-2-7 (4)	Remblai
1+125 A	34	Arg rougeatre	0 - 1,50 m	23,95	73,70	35,30	69,40	85,10	98,30	100,00	1,71	19,00	14,00	0,82	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF



1+025 G	35	grave latéritique rougeâtre	0 - 1,50 m	8,70	71,30	37,30	19,30	25,30	36,40	51,40	2,20	11,60	35,00	0,60	S5	A-2-7 (4)	Remblai
0+925 D	36	Arg rougeâtre	0 - 1,50 m	15,05	66,00	28,30	54,10	87,90	99,40	100,00	1,77	16,80	12,00	1,50	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
0+825 G	37	Arg rougeâtre	0 - 1,50 m	27,98	74,50	29,50	70,60	88,90	99,60	100,00	1,65	22,20	15,00	1,09	S4	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
0+725 G	38	Arg rougeâtre	0 - 1,50 m	16,00	64,70	30,80	72,00	87,30	98,80	100,00	1,75	21,30	14,00	1,10	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
0+625 D	39	Argiles latéritiques rougeâtre	0 - 1,50 m	12,54	45,80	21,40	36,10	45,40	56,40	78,70	2,05	12,50	34,00	0,50	S5	A-6(16)	Remblai
0+525 G	40	Argiles latéritiques rougeâtre	0 - 1,50 m	11,34	71,60	36,50	30,20	36,80	49,50	72,80	2,02	14,10	37,00	0,40	S5	A-2-7 (4)	Remblai
0+425 D	41	Argiles latéritiques rougeâtre	0 - 1,50 m	10,51	64,70	29,60	23,60	42,80	63,50	77,30	2,04	9,90	45,00	0,38	S5	A-2-7 (4)	Remblai
0+325 G	42	Arg rougeâtre	0 - 1,50 m	20,22	69,90	34,10	70,80	88,30	99,30	100,00	1,75	18,70	11,00	1,16	S3	A-7-5 (20)	Dépôt/CF
0+225 D	43	Argiles latéritiques rougeâtre	0 - 1,50 m	23,29	69,60	34,30	71,20	91,40	99,60	100,00	1,64	21,40	22,00	0,74	S4	A-7-5 (20)	Remblai
0+125 D	44	Argiles latéritiques rougeâtre	0 - 1,50 m	20,40	60,50	28,40	70,80	90,50	98,90	100,00	1,68	17,70	16,00	1,00	S4	A-7-5 (20)	Remblai
0+025 A	45	Argiles latéritiques rougeâtre	1 - 1,50 m	21,70	45,90	21,50	68,80	85,90	92,20	97,60	1,73	19,20	15,00	0,95	S4	A-7-5 (20)	Dépôt/CF

Observations : Sur ce tronçon, nous estimons environ à **1900 ml**, le linéaire des couches de forme de **30cm**, sur les 4,425 km du tracé, une quantité de matériaux d'apport d'environ **6800 m³**. Les emprunts qui seront utilisés dans les terrassements de cette section sont des emprunts.

Nature des matériaux d'emprunt : Grave latéritique rougeâtre

II.3 Classe de portance de la plate-forme

Le choix de la classe de portance est fait suivant le module E. ce module est obtenu par la formule suivante :

$$E = 5 \times CBR$$

$$AN : E = 5 \times 23.51$$

$$E = 117.55 \Rightarrow E = 118 \text{ MPa}$$

Classes	PF1	PF2	PF3	PF4
Limites (Mpa)	20	50	120	200

II.4 Calculs des limites

Pour un meilleur dimensionnement des chaussées, il est important de déterminer d'une part, les contraintes et les déformations engendrées par les charges de la circulation sur les différentes couches de la chaussée et d'autre part, les limites admissibles de chaque matériau afin de faire un bon choix sur les différentes couches de la chaussée en ce qui concerne la plateforme, les contraintes sont caractérisées par les contraintes σ_{adm} et les déformations σ_z verticales admissibles au sommet de la couche. Elles sont calculées à partir des formules suivantes :

1. Contrainte verticale admissible σ_{adm}

Le sol de la plate-forme (sol support) est de classe S4 avec un CBR égal à 31 pour évaluer la contrainte admissible à la surface du sol support.

$$\sigma_{adm} = 0,3 \times CBR + 0,7 \times \log N$$

$$AN : \sigma_{adm} = 0,3 \times 23.51 + 0,7 \times \log (2,7E + 04)$$

$$\sigma_{adm} = 1,35 \text{ Mpa}$$

2. Déformation verticale admissible ε_{adm}

Les limites admissibles des déformations ou simplement déformations admissibles des matériaux soumis à la construction des chaussées souples sont calculées à partir des formules suivantes : $\varepsilon_{adm} = A \times NE-0222$

Avec $A = 0.016$ pour la chaussée à faible trafic

$$AN \varepsilon_{adm} = 0,016 \times (1,03 \times 10.6) - 0222$$

$$\varepsilon_{adm} = 1652,95 \mu def$$

ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DU DALOT (3,00 x 3,00) m

I) BASES DE CALCUL

Fascicule 61, Titre II du cahier des prescriptions communes pour le règlement des charges

Règlement BAEL 91 pour le béton armé

II) PRINCIPES GÉNÉRAUX

Calcul à l'ELU

Vérification à l'ELS

Vérification de la condition de non fragilité

III) DONNÉES SUR LES MATÉRIAUX

III-1 Acier

Nuance de l'acier : $f_e = 400$ Mpa

Condition de fissuration : Préjudiciable

Module de déformation : $E_s = 200000$ Mpa

gamma s : 1,15

III-2 Béton

Résistance à 28 jours : $f_{c28} = 30$ Mpa

IV) DONNÉES COMPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES AUX CALCULS

épaisseur de la dalle et des voiles : $e = 0,45$ m

hauteur intérieure du dalot : $h = 3,73$ m

largeur intérieure du dalot : 3 m

hauteur du dalot à considérer : $H = h + e = 3,45$ m

largeur du dalot à considérer : $L = 2 l + 3e = 6,75$ m

hauteur du remblai au dessus du dalot : $h_r = 2,00$ m

Angle de frottement interne du remblai : $\phi = 30^\circ$

Angle de diffusion des charges : $\theta = 45^\circ$

poids volumique équivalent pour le remblai : $\gamma = 1,96$ t/m³

pois volumique du béton : $\gamma_b = 2,5 \text{ t/m}^3$

V) CHARGES PRISES EN COMPTE POUR LE DIMENSIONNEMENT

1) Charges permanentes

pois des remblais : $Q_r = h_r \times \gamma_b = 3,92 \text{ t/m}^2$

pois propre dalot uniformément réparti sur le sol :

$Q_{pp} = ((3e_h + 2e)(2l + 3e)) / (l + 2e) \times \gamma_b = 3,851 \text{ t/m}^2$

pois propre dalle supérieure du dalot : $Q_d = 1,125 \text{ t/m}^2$

coefficient de poussée : $K_a = \tan^2(\pi/4 - \phi/2) = 0,333$

Poussée de terre au niveau de la dalle supérieure : $p_1 = K_a \times h_r \times \gamma_b = 1,307 \text{ t/m}^2$

Poussée de terre au niveau de la dalle inférieure : $p_2 = K_a \times \gamma_b \times (h_r + h + 2e) = 3,203 \text{ t/m}^2$

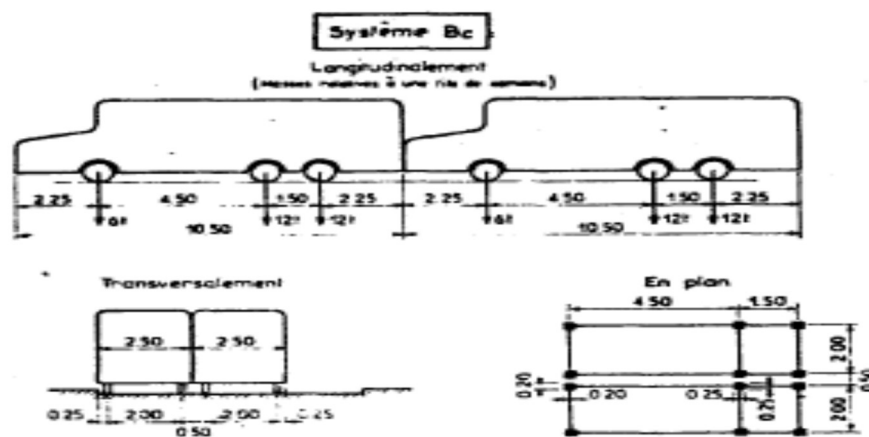
2) Surcharges d'exploitation

2-1) Système A

Surcharges constituées du système de charge A : $Q_a = 0,23 + 36/(L + 12) = 2,090 \text{ t/m}^2$

2-2) Système B

2-2-1) Système Bc



On prend en compte pour Bc les quatre roues arrière de deux camions roulant côte à côte

Charge par essieux : $T = 13 \text{ t}$

impact sens longitudinal : $a_1 = 1,5 + 2h_r \times \tan(\phi) = 5,500 \text{ m}$

impact sens transversal : $a_2 = 5 + 2h \cdot \tan(\phi) = 9,000$ m

Charge : $Q_{bc1} = 4T / (a_1 \times a_2) = 1,051$ t/m²

coefficient multiplicateur de classe : $bc = 1,100$

$G = (Q_{pp} + Q_r) \times L = 57,131$ t/m

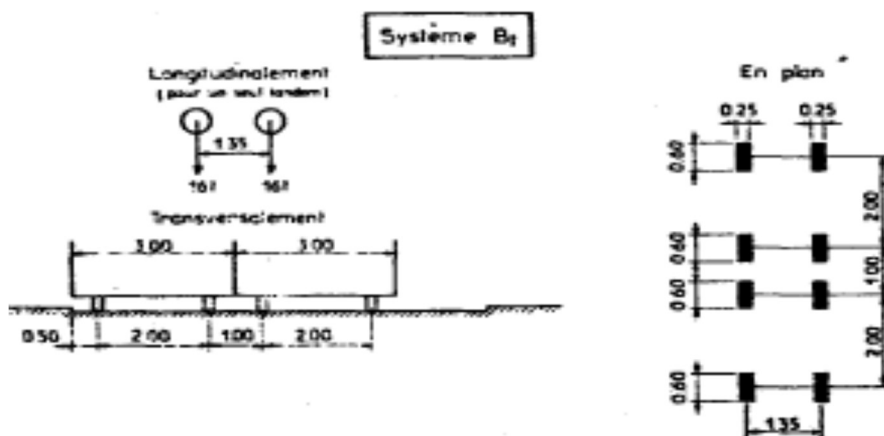
$S = bc \times Q_{bc1} \times L = 8,493$ t/m

coefficient de majoration dynamique : $\delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2L) + 0,6 / (1 + 4 \times G / S) = 1,183$

Charge à considérer : $Q_{bc} = bc \times \delta \times Q_{bc1} = 1,368$ t/m²

2-2-2) Système Bt

On prend en compte pour Bt les quatre roues centrales des deux essieux tandems roulant cote à cote



Charge par essieux : $T = 16,000$ t

impact sens longitudinal : $a_1 = 1,35 + 2h \cdot \tan(\phi) = 5,350$ m

Impact sens transversal : $a_2 = 5 + 2h \cdot \tan(\phi) = 9,000$ m

Charge : $Q_{bt1} = 4T / (a_1 \times a_2) = 1,329$ t/m²

Coefficient multiplicateur de classe : $bt = 1,000$

$G = (Q_{pp} + Q_r) \times L = 34,624$ t/m

$S = bc \times Q_{bt1} \times L = 6,513$ t/m

Coefficient de majoration dynamique : $\delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2L) + 0,6 / (1 + 4 \times G / S) = 1,229$

Charge à considérer : $Q_{bt} = b_t \times \Delta \times Q_{bc1} = 1,634 \text{ t/m}^2$

2-2-3) Système Br

Charge par essieux : $T = 10,000 \text{ t}$

impact sens longitudinal : $a_1 = 0,3 + 2h_r \tan(\phi) = 4,300 \text{ m}$

impact sens transversal : $a_2 = 0,6 + 2h_r \tan(\phi) = 4,600 \text{ m}$

Charge : $Q_{br1} = 0,506 \text{ t/m}^2$

coefficient multiplicateur de classe : $br = 1,000$

$G = 34,624 \text{ t/m}$

$S = 2,477 \text{ t/m}$

coefficient de majoration dynamique : $\Delta = 1,213$

Charge à considérer : $Q_{br} = 0,613 \text{ t/m}^2$

le système le plus défavorable du système B est le système A

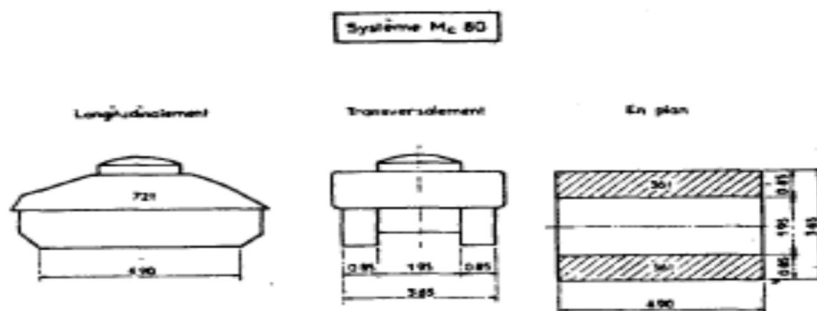
$Q = \max(Q_a, Q_{bc}, Q_{bt}, Q_{br}) = 1,634 \text{ t/m}^2$

2-3) Système MC 80 et MC 120 (charges militaires)

2-3-1) Système Mc 80

On prend en compte pour Mc80 un char de 72 t

9.2. * Convoi M 80 :



Masse d'une chenille : $M = 36 \text{ t}$

Longueur de la chenille sur le dalot sachant que $L_{max} = 4,9$

4,6

$$\text{impact sens longitudinal : } a_1 = L + 2hr \tan(\phi) = 8,600 \text{ m}$$

$$\text{impact sens transversal : } a_2 = 0,85 + 2hr \tan(\phi) = 4,850 \text{ m}$$

$$\text{Charge : } Q_{Mc1} = M / (a_1 \times a_2) = 0,810 \text{ t/m}^2$$

$$\text{coefficient multiplicateur de classe : } M = 1,000$$

$$G = (Q_{pp} + Q_r) \times L = 34,624 \text{ t/m}$$

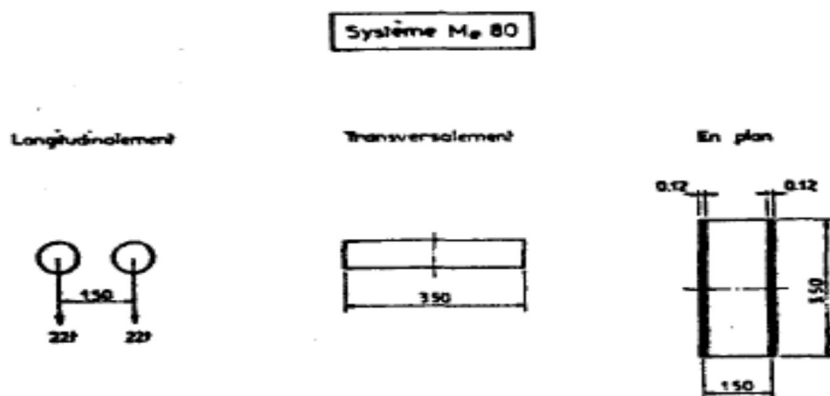
$$S = bc \times Q_{bc1} \times L = 3,970 \text{ t/m}$$

$$\text{coefficient de majoration dynamique : } \delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2L) + 0,6 / (1 + 4 \times G / S) = 1,219$$

$$\text{Charge à considérer : } Q_{bc} = bc \times \delta \times Q_{bc1} = 0,987 \text{ t/m}^2$$

2-3-2) Système Me 80

On prend en compte pour Me80 les deux rouleaux de 22 tonnes



Charge par essieux : T22,000t

$$\text{impact sens longitudinal : } a_1 = 0,12 + 2hr \tan(\phi) = 4,120 \text{ m}$$

$$\text{impact sens transversal : } a_2 = 3,5 + 2hr \tan(\phi) = 7,500 \text{ m}$$

$$\text{Charge : } Q_{Me} = T / (a_1 \times a_2) = 0,712 \text{ t/m}^2$$

$$\text{coefficient multiplicateur de classe : } M = 1,000$$

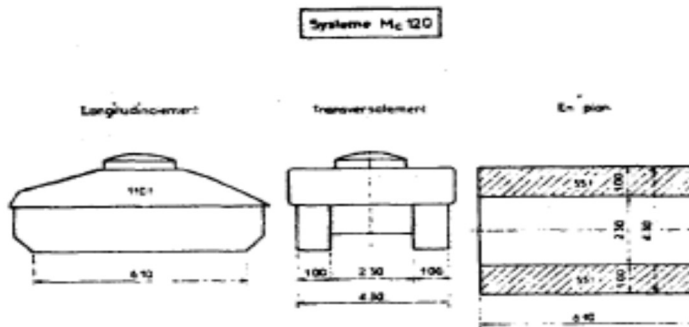
$$G = (Q_{pp} + Q_r) \times L = 34,624 \text{ t/m}$$

$$S = bc \times Q_{bt1} \times L = 3,489 \text{ t/m}$$

$$\text{coefficient de majoration dynamique : } \delta = 1 + 0,4 / (1 + 0,2L) + 0,6 / (1 + 4 \times G / S) = 1,217$$

Charge à considérer : $Q_{bt} = b_t \times \Delta \times Q_{bc1} = 0,866 \text{ t/m}^2$

2-3-3) Système MC 120



Masse d'une chenille : $M = 55,000 \text{ t}$

Longueur de la chenille sur le dalot sachant que $L_{max}=6,10$ 4,6

impact sens longitudinal : $a_1 = L+2hr \times \tan(\phi) = 8,600 \text{ m}$

impact sens transversal : $a_2 = 1+2hr \times \tan(\phi) = 5,000 \text{ m}$

Charge : $Q_{Mc1} = M/(a_1 \times a_2) = 0,965 \text{ t/m}^2$

coefficient multiplicateur de classe : $M = 1,000$

$G = (Q_{pp}+Q_r) \times L = 34,624 \text{ t/m}$

$S = 4,726 \text{ t/m}$

coefficient de majoration dynamique : $\Delta = 1 + 0,4/(1+0,2L) + 0,6/(1+4 \times G/S) = 1,222$

Charge à considérer : $Q_{bc} = \Delta \times Q_{bm} = 1,178 \text{ t/m}^2$

2-3-2) Système Me 120

Charge par essieux : $T = 33,000 \text{ t}$

impact sens longitudinal : $a_1 = 0,15+2hr \times \tan(\phi) = 4,150 \text{ m}$

impact sens transversal : $a_2 = 4+2hr \times \tan(\phi) = 8,000 \text{ m}$

Charge : $Q_{Me} = T/(a_1 \times a_2) = 0,994 \text{ t/m}^2$

coefficient multiplicateur de classe : $M = 1,000$

$$G = (Q_{pp} + Q_r) \times L = 34,624 \quad \text{t/m}$$

$$S = Q_{bt1} \times L = 4,870 \quad \text{t/m}$$

$$\text{coefficient de majoration dynamique : } \delta = 1 + 0,4/(1+0,2L) + 0,6/(1+4 \times G/S) = 1,222$$

$$\text{Charge à considérer : } Q_{bt} = b_t \times \delta \times Q_{bc1} = 1,215 \quad \text{t/m}^2$$

le système le plus défavorable des charges militaires est le système Me 120

$$Q = \max(Me80, MC80, Me120, MC120) = 1,178 \quad \text{t/m}^2$$

le système le plus défavorable des charges est le système

$$MC120 \quad Q = 1,178 \quad \text{t/m}^2$$

VI) Coefficients de pondération (BAEL 91 - ANNEXE D)

$$\text{Surcharges de chaussée à l'ELU} = 1,6$$

$$\text{Surcharges de chaussée à l'ELS} = 1,2$$

$$\text{Charges permanentes à l'ELU} = 1,35$$

$$\text{Charges permanentes à l'ELS} = 1$$

VII) CALCULS DES MOMENTS

Nous utilisons ici la théorie des tuyaux entièrement encastrés de Paul MROZOWICZ

$$\text{poussée due aux surcharges : } q = K_a(Q + Q_r) = 1,700 \quad \text{t/m}^2$$

$$\text{Charge permanente } G = Q_r + Q_{pp} = 7,066 \quad \text{t/m}^2$$

NB: on néglige l'action de l'eau qui est non seulement une charge très variable mais aussi une charge favorable au système. Aussi, le poids propre total du dalot est considéré comme une charge uniformément répartie s'appliquant sur la dalle, ce qui est tout aussi une approximation défavorable (charge surestimée au niveau de la dalle et réaction du sol sur le radier aussi)

Charges (t/m ²)	ELU	ELS
Q	2,614	1,960
G	9,539	7,066
G	9,539	7,066
p _l	1,765	1,307

p2	4,059	3,007
q	2,720	2,040

	p (KN/m)	Combinaisons			Nom
		ELU	ELS		
Charge permanente verticales	7,77	1,35	1		G
Charge permanente horizontale	1,307	1,35	1,35		P1
Charge permanente triangulaire	1,896	1,35	1,35		P2-P1
Charges d'exploitation verticale	1,138	1,5	1,5		Q
Charges d'exploitation horizontale	1,687	1,5	1,5		q
Charge due au trafic verticales	3	1,35	1,35		r1
Charge due au trafic horizontale	2	1,35	1,35		r2

1) Charges verticales

a) Cas I

$$K(I) = (k+3)/(k^2+4k+3) = 1,000 \quad \text{t/ml}$$

ELU

$$p = Q + G = 12,153 \quad \text{t.m/ml}$$

$$MA = MB = MC = MD = -pL^2/12 \cdot K(I) = -24,316 \quad \text{t.m/ml}$$

$$MtAD = MtBC = MA = -24,316 \quad \text{t.m/ml}$$

$$MtAB = MtDC = MA + pL^2/8 = 12,158 \quad \text{t.m/ml}$$

ELS

$$p = Q + G = 9,026 \quad \text{t/ml}$$

$$MA = MB = MC = MD = -pL^2/12 \cdot K(I) = -18,060 \quad \text{t.m/ml}$$

$$MtAD = MtBC = MA = -18,060 \quad \text{t.m/ml}$$

$$MtAB = MtDC = MA + pL^2/8 = 9,030 \quad \text{t.m/ml}$$

b) Cas II

$$K1(I) = k/(k^2+4k+3) = 0,000 \text{ t/ml}$$

$$K2(I) = (2k+3)/(k^2+4k+3) = 1,000 \text{ t/ml}$$

ELU

$$p = G - G1 = 0,000 \text{ t/ml}$$

$$MA = MB = pL^2/12*K1(I) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MC = MD = -pL^2/12*K2(I) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtDC = MD + pL^2/8 = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtAD = MtBC = \text{si}(\text{abs}(MA) > \text{abs}(MD); MA; MD) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtAB = MA = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

ELS

$$p = G - G1 = 0,000 \text{ t/ml}$$

$$MA = MB = pL^2/12*K1(I) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MC = MD = -pL^2/12*K2(I) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtDC = MD + pL^2/8 = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtAD = MtBC = \text{si}(\text{abs}(MA) > \text{abs}(MD); MA; MD) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtAB = MA = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

1) Charges horizontales

a) Cas I

$$K(I) = k/(k+1) = 0,00 \text{ t/ml}$$

ELU

$$p = p1 + q = 4,485 \text{ t/ml}$$

$$MA = MB = MC = MD = -pH^2/12*K(I) = 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$MtAD = MtBC = MA + pL^2/8 = 13,461 \text{ t.m/ml}$$

$$M_{tAB} = M_{tDC} = M_A \quad 0,000 \text{ t.m/ml}$$

ELS

$$p = p_1 + q = 3,347 \text{ t/ml}$$

$$M_A = M_B = M_C = M_D = -pL^2/12 * K(I) \quad 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$M_{tAD} = M_{tBC} = M_A + pL^2/8 \quad 10,047 \text{ t.m/ml}$$

$$M_{tAB} = M_{tDC} = M_A \quad 0,000 \text{ t.m/ml}$$

b) Cas II

$$K_1(I) = k(2k+7)/(k^2+4k+3) = 0,000 \text{ t/ml}$$

$$K_2(I) = k(3k+8)/(k^2+4k+3) = 0,000 \text{ t/ml}$$

ELU

$$p = p_2 - p_1 = 2,294 \text{ t/ml}$$

$$M_A = M_B = -pH^2/60 * K_1(I) \quad 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$M_C = M_D = -pH^2/60 * K_2(I) \quad 0,000 \text{ t.m/ml}$$

$$M_{tAB} = M_A = 0,000 \text{ Résultante}$$

$$M_{tDC} = M_D = 0,000$$

$$M_{tAD} = M_{tBC} = pH^2/8 + (M_A + M_D)/2 = 1,517 \text{ -24,316}$$

$$\text{ELS} \quad -18,060$$

$$p = p_2 - p_1 = 1,700 \text{ -24,316}$$

$$M_A = M_B = -pH^2/60 * K_1(I) \quad 0,000 \text{ -18,060}$$

$$M_C = M_D = -pH^2/60 * K_2(I) \quad 0,000 \text{ -24,316}$$

$$M_{tAB} = M_A = 0,000 \text{ -18,060}$$

$$M_{tDC} = M_D = 0,000 \text{ -24,316}$$

$$M_{tAD} = M_{tBC} = pH^2/8 + (M_A + M_D)/2 = 1,124 \text{ -18,060}$$

$$\text{3) Recapitulatif des moments} \quad 12,158$$

		Charges verticales	Charges horizontales	
		Cas I	Cas I	Cas II
MA	ELU	-58,600	0,000	0,000
	ELS	-43,512	0,000	0,000
MB	ELU	-58,600	0,000	0,000
	ELS	-43,512	0,000	0,000
MC	ELU	-58,600	0,000	0,000
	ELS	-43,512	0,000	0,000
MD	ELU	-58,600	0,000	0,000
	ELS	-43,512	0,000	0,000
MtAB	ELU	29,300	0,000	0,000
	ELS	21,756	0,000	0,000
MtBC	ELU	-58,600	30,142	1,920
	ELS	-43,512	22,496	1,422
MtDC	ELU	29,300	0,000	0,000
	ELS	21,756	0,000	0,000
MtAD	ELU	-58,600	30,142	1,920
	ELS	-43,512	22,496	1,422

ELU

Moment max sur appui = **58,600 t.m/ml**

Moment max en travée = **29,300 t.m/ml**

ELS

Moment max sur appui = **43,512t.m/ml**

Moment max en travée = **21,756 t.m/ml**

VII) EFFORTS TRANCHANTS

Les charges sont prises à l'ELU

Au droit des appuis de la dalle supérieure

$p = (Q+G1) = 13,017 \text{ t/ml}$

$VA = pL/2+(MB-MA/L) = 47,837 \text{ t/ml}$

$$V_B = pL/2 + (M_A - M_B/L) = 47,837 \text{ t/ml}$$

$$V_u = \max(V_A, V_B) = 47,837 \text{ t/ml}$$

Au droit des appuis de la dalle inférieure

$$p = (Q + G) = 12,153 \text{ t/ml}$$

$$V_C = pL/2 + (M_D - M_C/L) = 47,837 \text{ t/ml}$$

$$V_B = pL/2 + (M_A - M_B/L) = 47,837 \text{ t/ml}$$

$$V_u = \max(V_A, V_B) = 47,837 \text{ t/ml}$$

Au droit des appuis des béquilles droite et gauche

$$V_A = V_B = (3(p_1 + q) + (p_2)) * H/6 + (M_C - M_B)/H = 7,233 \text{ t/ml}$$

$$V_D = V_C = ((p_1 + q) + 2(p_2 + q)) * H/6 + (M_B - M_C)/H = 8,999 \text{ t/ml}$$

$$V_u = \max(V_A, V_D) = 47,837 \text{ t/ml}$$

VIII) DIMENSIONNEMENT

A) DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE SUPÉRIEURE

1) ELU

$$\text{Résistance du béton : } f_{c28} = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Contrainte limite du béton : } f_{bc} = 0,85 f_{c28} / (\gamma_s * \gamma_m) = 17,000 \text{ Mpa}$$

A-1) Armatures en travée

$$\text{Moment en travée à l'ELU : } M_u = \max(M_{tAB}) = 0,122 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{Section du béton } b = 1 \text{ m}$$

$$e = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Hauteur utile de la section : } d = 0,9 * e = 0,405 \text{ m}$$

$$\mu = M_u / (f_{bc} * b * d^2) = 0,105 \text{ t.m/ml}$$

On est au pivot A et LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

Cas où on est au pivot A

test = 1

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,139$$

$$\text{Section des armatures tendues : } A_s = 0,8 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 22,025 \text{ Cm}^2$$

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B) = 0

$$\alpha = 1,202(1 - \sqrt{1 - 2,055\mu}) = 0,139$$

$$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 * 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{maess} * E_s)) + 3,5 * 10^{-3} = 0,668$$

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent) = 1

$$\text{Section des armatures tendues : } A_s = 0,81 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 0,000$$

$$A_s = 22,025 \text{ cm}^2$$

A-2) Armatures des appuis =

$$\text{Moment aux appuis à l'ELU : } M_u = \text{abs}(M_A) = \text{abs}(M_B) = 0,243 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{Section du béton } b = 1 \text{ m}$$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Hauteur utile de la section : } d = 0,9 * e = 0,27 \text{ m}$$

$$\mu = M_u / (f_{bc} * b * d^2) = 0,196 \text{ t.m/ml}$$

Si $\mu < 0,187$ alors on est au pivot A, sinon on est au pivot B

On est pivot B

Cas où on est au pivot A

test (vérifie qu'on est bien au pivot A) = 1

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,276$$

$$\text{Section des armatures tendues : } A_s = 0,8 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 29,101 \text{ cm}^2$$

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B)= 1

$$\alpha = 1,202(1 - \text{RACINE}(1 - 2,055\mu))$$

$$0,273$$

$$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 \cdot 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{\text{maess}} \cdot E_s) + 3,5 \cdot 10^{-3}) = 0,668$$

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent)= 1

$$\text{Section des armatures tendues : } A_s = 0,81 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{maess}}) = 29,226 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = 29,226 \text{ cm}^2$$

A-3) Dimensionnement à l'effort tranchant

$$\text{Contrainte conventionnelle : } \tau = V_u / (L \cdot d) = 0,225 \quad \text{Mpa}$$

$$\text{Fissuration préjudiciable : } \tau_{\text{limite}} = \min(0,10 f_{c28}; 4 \text{ Mpa}) = 3 \quad \text{Mpa}$$

Si $\tau \leq \tau_{\text{limite}}$ alors vérifié

CONDITION VERIFIEE

Armature transversale constituée de cadres HA de diamètre : $\phi_{\text{ité}} = 12 \quad \text{mm}$

$$\text{Section d'un cadre de diamètre } \phi_{\text{ité}} : A_{st} = 2 \cdot \phi_{\text{ité}}^2 \cdot 3,1416 / 4 = 2,262 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{Espacement des cadres : } S_t = \text{Ent}(\min(A_{st} \cdot 0,8 f_e / (b \cdot \tau); A_{st} \cdot f_e / (0,4 \cdot b))) = 22 \quad \text{cm}$$

2) ELS

Contrainte limite à la compression du béton : $\sigma_{\text{abcbar}} = 0,6 f_{c28} = 18 \quad \text{Mpa}$

Contrainte de rupture de l'acier: fissuration préjudiciable : $\sigma_{\text{maessbar}} = 240 \quad \text{Mpa}$

A-4) Armatures en travée

$$\text{Moment de service: } M_{\text{ser}} = \text{abs}(M_{tAB}) = 0,090 \quad \text{t.m/ml}$$

$$\text{Section du béton } b = 1 \quad \text{m}$$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

On détermine α à partir de l'équation -

$$\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2/3 \cdot \alpha^3 + \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha^2 + 2n \cdot M_{\text{ser}} \cdot \alpha - 2n \cdot M_{\text{ser}} = 0$$

$$a = -\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2/3 = -5,832$$

$$c = \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 = 17,496$$

$$e = 2n \cdot M_{\text{ser}} = n = 15 \, 2,709 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n \cdot M_{\text{ser}} = -2,709 \text{ t.m/ml}$$

On obtient $\alpha = 0,232$

Position de l'axe neutre : $y_s = \alpha \cdot d = 0,06264$

Contrainte de compression du béton : $\sigma_{\text{abc}} = y_s \cdot \sigma_{\text{ess}} / (n \cdot (d - y_s)) = 4,833 \text{ Mpa}$

si $\sigma_{\text{abc}} \leq \sigma_{\text{abcbar}}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

$$\text{test} = 1$$

Section d'aciers tendus : $A_s = b \cdot y_s^2 / (2 \cdot n \cdot (d - y_s)) = 6,308$

A-5) Armatures des appuis

Moment de service: $M_{\text{ser}} = \text{abs}(M_A) = \text{abs}(M_B) = 0,181 \text{ t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

On détermine α à partir de l'équation -

$$\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2/3 \cdot \alpha^3 + \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha^2 + 2n \cdot M_{\text{ser}} \cdot \alpha - 2n \cdot M_{\text{ser}} = 0$$

$$a = -\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2/3 = -5,832$$

$$c = \sigma_{essbar} * b * d^2 = 17,496$$

$$e = 2n * M_{ser} = \quad n = 15 \quad 5,418 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n * M_{ser} = -5,418 \text{ t.m/ml}$$

On obtient $\alpha = 0,223$

Position de l'axe neutre : $y_s = \alpha * d = 0,060$

Contrainte de compression du béton : $\sigma_{abc} = y_s * \sigma_{essbar} / (n * (d - y_s)) = 4,592 \text{ Mpa}$

si $\sigma_{abc} \leq \sigma_{abcbar}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

$$test = 1$$

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = b * y_s^2 / (2 * n * (d - y_s)) \quad 5,760 \text{ cm}^2$$

A-6) Sections d'aciers retenues

Armatures en travée

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = \max (A_s(ELU); A_s(ELS)) = 13,652 \text{ cm}^2$$

Diamètre des aciers : $D = 14 \text{ mm}$

$$\text{Nombre d'armatures par mètre linéaire : } n = \text{Ent}(A_s / (\pi * D^2 / 4)) + 1 = 6$$

$$\text{Espacement des armatures} = 100 \text{ cm} / n = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Section réelle des armatures tendues : } A_s = n * \pi * D^2 / 4 = 9,236 \text{ cm}^2$$

Armatures des appuis

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = \max (A_s(ELU); A_s(ELS)) = 29,226 \text{ cm}^2$$

Diamètre des aciers : $D = 14 \text{ mm}$

$$\text{Nombre d'armatures par mètre linéaire : } n = \text{Ent}(A_s / (\pi * D^2 / 4)) + 1 = 6$$

$$\text{Espacement des armatures} = 100 \text{ cm} / n = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Section réelle des armatures tendues : } A_s = n * \pi * D^2 / 4 = 9,236 \text{ cm}^2$$

A-7) Vérification de la condition de non-fragilité

Résistance caractéristique du béton à la traction : $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} (\text{Mpa}) = 2,4 \text{ Mpa}$

$$0,23 * f_{t28} * b * d / f_e = 3,726 \quad \text{MNm/ml}$$

si $A_s > 0,23 * f_{t28} * b * d / f_e$ alors la condition est respectée

Armatures en travée

condition respectée

Armatures des appuis

condition respectée

B) DIMENSIONNEMENT DE LA DALLE INFÉRIEURE

1) ELU

Résistance du béton : $f_{c28} = 30 \quad \text{Mpa}$

Contrainte limite du béton : $f_{bc} = 0,85 f_{c28} / (\gamma_{bt} * \gamma_{mb}) = 17,000 \quad \text{Mpa}$

B-1) Armatures en travée

Moment en travée à l'ELU : $M_u = \text{abs}(M_{tDC}) = 0,122 \quad \text{t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \quad \text{m}$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 * e = 0,27 \text{ m}$

$$\mu = M_u / (f_{bc} * b * d^2) = 0,098 \quad \text{t.m/ml}$$

On est au pivot A et LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

Cas où est au pivot A

$$\text{test} = 1$$

$$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,129$$

Section des armatures tendues : $A_s = 0,8 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 13,652 \text{ cm}^2$

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B) = 0

$\alpha = 1,202(1 - \text{RACINE}(1 - 2,055\mu)) = 0,000$

$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 * 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{maess} * E_s) + 3,5 * 10^{-3}) = 0,668$

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent) = 1

Section des armatures tendues : $A_s = 0,81 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 0,000 \text{ cm}^2$

$A_s = 13,652 \text{ cm}^2$

B-2) Armatures des appuis =

Moment aux appuis à l'ELU : $M_u = \text{abs}(M_D) = \text{abs}(M_C) = 0,243 \text{ t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$e = 0,3 \text{ m}$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 * e = 0,27 \text{ m}$

$\mu = M_u / (f_{bc} * b * d^2) = 0,196 \text{ t.m/ml}$

Si $\mu < 0,187$ alors on est au pivot A, sinon on est au pivot B

On est pivot B

Cas où on est au pivot A

test (vérifie qu'on est bien au pivot A) = 1

$\alpha = 1,25(1 - \text{RACINE}(1 - 2\mu)) = 0,276$

Section des armatures tendues : $A_s = 0,8 * \alpha * d * b * f_{bc} / (f_e / \gamma_{maess}) = 29,101 \text{ cm}^2$

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B) = 1

$\alpha = 1,202(1 - \sqrt{1 - 2,055\mu})^{0,273}$

$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 \cdot 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{\text{maess}} \cdot E_s) + 3,5 \cdot 10^{-3}) = 0,668$

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent) = 1

Section des armatures tendues : $A_s = 0,81 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{maess}}) = 29,226 \text{ cm}^2$

$A_s = 29,226 \text{ cm}^2$

B-3) Dimensionnement à l'effort tranchant

Contrainte conventionnelle : $\tau = V_u / (L \cdot d) = 0,225 \text{ Mpa}$

Fissuration préjudiciable : $\tau_{\text{limite}} = \min(0,10 f_{c28}; 4 \text{ Mpa}) = 3 \text{ Mpa}$

Si $\tau \leq \tau_{\text{limite}}$ alors vérifié

CONDITION VÉRIFIÉE

Armature transversale constituée de cadres HA de diamètre : $\phi_{\text{ité}} = 12 \text{ mm}$

Section d'un cadre de diamètre $\phi_{\text{ité}}$: $A_{st} = 2 \cdot \phi_{\text{ité}}^2 \cdot 3,1416 / 4 = 2,262 \text{ cm}^2$

Espacement des cadres : $S_t = \text{Ent}(\min(A_{st} \cdot 0,8 f_e / (b \cdot \tau); A_{st} \cdot f_e / (0,4 \cdot b))) / 22 \text{ cm}$

2) ELS

Contrainte limite à la compression du béton : $\sigma_{\text{abcbar}} = 0,6 f_{c28} = 18 \text{ Mpa}$

Contrainte de rupture de l'acier: fissuration préjudiciable : $\sigma_{\text{maessbar}} = 240 \text{ Mpa}$

B-4) Armatures en travée

Moment de service: $M_{\text{ser}} = \text{abs}(M_{\text{tDC}}) = 0,090 \text{ t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

On détermine α à partir de l'équation -
 $\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^{2/3} \cdot \alpha^3 + \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha^2 + 2n \cdot M_{\text{ser}} \cdot \alpha - 2n \cdot M_{\text{ser}} = 0$

$$a = -\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2/3 = -5,832$$

$$c = \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 = 17,496$$

$$e = 2n \cdot M_{\text{ser}} = \quad n = 15 \quad 2,709 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n \cdot M_{\text{ser}} = \quad -2,709 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{On obtient } \alpha = \quad 0,2305$$

$$\text{Position de l'axe neutre : } y_s = \alpha \cdot d = \quad 0,062$$

$$\text{Contrainte de compression du béton : } \sigma_{\text{abc}} = y_s \cdot \sigma_{\text{ess}} / (n \cdot (d - y_s)) \quad 4,793$$

si $\sigma_{\text{abc}} \leq \sigma_{\text{abcbar}}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

$$\text{test} = 1$$

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = b \cdot y_s^2 / (2 \cdot n \cdot (d - y_s)) \quad 6,214 \text{ cm}^2$$

B-5) Armatures des appuis

$$\text{Moment de service: } M_{\text{ser}} = \text{abs}(M_D) = \text{abs}(M_C) = \quad 0,181 \text{ t.m/ml}$$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

On détermine α à partir de l'équation -
 $\sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^{2/3} \cdot \alpha^3 + \sigma_{\text{ess}} \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha^2 + 2n \cdot M_{\text{ser}} \cdot \alpha - 2n \cdot M_{\text{ser}} = 0$

$$a = -\sigma_{essbar} \cdot b \cdot d^2 / 3 = -5,832$$

$$c = \sigma_{essbar} \cdot b \cdot d^2 = 17,496$$

$$e = 2n \cdot M_{ser} = \quad n = 15 \quad 5,418 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n \cdot M_{ser} = \quad -5,418 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{On obtient } \alpha = \quad 0,2239$$

$$\text{Position de l'axe neutre : } y_s = \alpha \cdot d = 0,060$$

$$\text{Contrainte de compression du béton : } \sigma_{abc} = y_s \cdot \sigma_{essbar} / (n \cdot (d - y_s)) = 4,616 \text{ Mpa}$$

si $\sigma_{abc} \leq \sigma_{abcbar}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

$$\text{test} = \quad 1$$

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = b \cdot y_s^2 / (2 \cdot n \cdot (d - y_s)) = 5,813 \text{ cm}^2$$

B-6) Sections d'aciers retenues

Armatures en travée

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = \max (A_s(\text{ELU}); A_s(\text{ELS})) = 13,652 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diamètre des aciers : } D = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Nombre d'armatures par mètre linéaire : } n = \text{Ent}(A_s / (\pi \cdot D^2 / 4)) + 1 = 7$$

$$\text{Espacement des armatures} = 100 \text{ cm} / n = 16 \text{ cm}$$

$$\text{Section réelle des armatures tendues : } A_s = n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = 10,776 \text{ cm}^2$$

Armatures des appuis

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = \max (A_s(\text{ELU}); A_s(\text{ELS})) = 29,226 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diamètre des aciers : } D = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Nombre d'armatures par mètre linéaire : } n = \text{Ent}(A_s / (\pi \cdot D^2 / 4)) + 1 = 7$$

$$\text{Espacement des armatures} = 100 \text{ cm} / n = 16 \text{ cm}$$

Section réelle des armatures tendues : $A_s = n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = 10,776 \text{ cm}^2$

B-7) Vérification de la condition de non-fragilité

Résistance caractéristique du béton à la traction : $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} (\text{Mpa}) = 2,4 \text{ Mpa}$

$0,23 \cdot f_{t28} \cdot b \cdot d / f_e = 3,726 \text{ MNm/ml}$

si $A_s > 0,23 \cdot f_{t28} \cdot b \cdot d / f_e$ alors la condition est respectée

Armatures en travée

condition respectée

Armatures des appuis

condition respectée

C) DIMENSIONNEMENT DES PIEDS DROIT

1) ELU

Résistance du béton : $f_{c28} = 30 \text{ Mpa}$

Contrainte limite du béton : $f_{bc} = 0,85 f_{c28} / (\gamma_{\text{béton}}) = 17,000 \text{ Mpa}$

C-1) Armatures en travée

Moment en travée à l'ELU : $M_u = \text{abs}(M_{tBC}) = \text{abs}(M_{tAD}) = 0,093 \text{ t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$e = 0,3 \text{ m}$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

$\mu = M_u / (f_{bc} \cdot b \cdot d^2) = 0,075 \text{ t.m/ml}$

On est au pivot A et LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

Cas où est au pivot A

$\text{test} = 1$

$\alpha = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0,098$

Section des armatures tendues : $A_s = 0,8 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{acier}}) = 10,349 \text{ cm}^2$

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B)= 0

$\alpha = 1,202(1 - \text{RACINE}(1 - 2,055\mu))$ 0,000

$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 \cdot 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{\text{aess}} \cdot E_s) + 3,5 \cdot 10^{-3})$ 0,668

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent)= 1

Section des armatures tendues : $A_s = 0,81 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{aess}}) =$ 0,000 cm²

$A_s = 10,349$ cm²

C-2) Armatures des appuis =

Moment aux appuis à l'ELU : $M_u = \max(\text{abs}(M_B); \text{abs}(M_C)) =$
0,243 t.m/m

Section du béton $b = 1$ m

$e = 0,3$ m

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27$ m

$\mu = M_u / (f_{bc} \cdot b \cdot d^2) = 0,196$ t.m/ml

Si $\mu < 0,187$ alors on est au pivot A, sinon on est au pivot B

On est pivot B

Cas où on est au pivot A

test (vérifie qu'on est bien au pivot A)= 1

$\alpha = 1,25(1 - \text{RACINE}(1 - 2\mu)) = 0,276$

Section des armatures tendues : $A_s = 0,8 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{aess}}) = 29,101$ cm

Cas où on est au pivot B

test (vérifie qu'on est bien au pivot B)=1

$\alpha = 1,202(1 - \text{RACINE}(1 - 2,055\mu))$ 0,273

$$\alpha_{\text{limite}} = 3,5 \cdot 10^{-3} / (f_e / (\gamma_{\text{aess}} \cdot E_s) + 3,5 \cdot 10^{-3}) = 0,66$$

Si $\alpha \leq \alpha_{\text{limite}}$, alors les aciers tendus seuls suffisent

LES ACIERS TENDUS SEULS SUFFISENT

test (vérifie que seuls les aciers tendus suffisent) = 1

Section des armatures tendues : $A_s = 0,81 \cdot \alpha \cdot d \cdot b \cdot f_{bc} / (f_e / \gamma_{\text{aess}}) = 29,226 \text{ cm}^2$

$$A_s = 29,226 \text{ cm}^2$$

C-3) Dimensionnement à l'effort tranchant

Contrainte conventionnelle : $\tau = V_u / (L \cdot d) = 0,225 \text{ Mpa}$

Fissuration préjudiciable : $\tau_{\text{limite}} = \min(0,10 f_{c28}; 4 \text{ Mpa}) = 3 \text{ Mpa}$

Si $\tau \leq \tau_{\text{limite}}$ alors vérifié

CONDITION VÉRIFIÉE

Armature transversale constituée de cadres HA de diamètre : $\phi_{\text{ité}} = 12 \text{ mm}$

Section d'un cadre de diamètre $\phi_{\text{ité}}$: $A_{st} = 2 \cdot \phi_{\text{ité}}^2 \cdot 3,1416 / 4 = 2,262 \text{ cm}^2$

Espacement des cadres : $S_t = \text{Ent}(\min(A_{st} \cdot 0,8 f_e / (b \cdot \tau); A_{st} \cdot f_e / (0,4 \cdot b))) = 22 \text{ cm}$

2) ELS

Contrainte limite à la compression du béton : $\sigma_{\text{abcbar}} = 0,6 f_{c28} = 18 \text{ Mpa}$

Contrainte de rupture de l'acier: fissuration préjudiciable : $\sigma_{\text{aessbar}} = 240 \text{ Mpa}$

C-4) Armatures en travée

Moment de service: $M_{\text{ser}} = \text{abs}(M_{\text{tAD}}) = \text{abs}(M_{\text{tBC}}) = 0,069 \text{ t.m/ml}$

Section du béton $b = 1 \text{ m}$

$$e = 0,3 \text{ m}$$

Hauteur utile de la section : $d = 0,9 \cdot e = 0,27 \text{ m}$

On détermine α à partir de l'équation -

$$\sigma_{\text{aessbar}} \cdot b \cdot d^2 / 3 + \sigma_{\text{aessbar}} \cdot b \cdot d^2 \cdot \alpha^2 + 2n \cdot M_{\text{ser}} \cdot \alpha - 2n \cdot M_{\text{ser}} = 0$$

$$a = -\sigma_{\text{aessbar}} \cdot b \cdot d^2 / 3 = -5,832$$

$$c = \sigma_{essbar} * b * d^2 = 17,496$$

$$e = 2n * M_{ser} = n = 15 \quad 2,067 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n * M_{ser} = -2,067 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{On obtient } \alpha = 0,08$$

$$\text{Position de l'axe neutre : } y_s = \alpha * d = 0,032$$

$$\text{Contrainte de compression du béton : } \sigma_{abc} = y_s * \sigma_{essbar} / (n * (d - y_s)) = 1,391$$

si $\sigma_{abc} \leq \sigma_{abcbar}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

$$test = 1$$

$$\text{Section d'aciers tendus : } A_s = b * y_s^2 / (2 * n * (d - y_s)) \quad 0,939 \text{ cm}^2$$

C-5) Armatures des appuis

$$\text{Moment de service: } M_{ser} = \text{Max}(\text{abs}(M_B); \text{abs}(M_C)) = 0,435 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{Section du béton } b = 1 \text{ m}$$

$$e = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Hauteur utile de la section : } d = 0,9 * e = 0,405 \text{ m}$$

On détermine α à partir de l'équation

$$\sigma_{essbar} * b * d^2 / 3 * \alpha^3 + \sigma_{essbar} * b * d^2 * \alpha^2 + 2n * M_{ser} * \alpha - 2n * M_{ser} = 0$$

$$a = -\sigma_{essbar} * b * d^2 / 3 = -13,122$$

$$c = \sigma_{essbar} * b * d^2 = 39,366$$

$$e = 2n * M_{ser} = n = 15 \quad 13,054 \text{ t.m/ml}$$

$$f = -2n * M_{ser} = -13,054 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{On obtient } \alpha = 0,225$$

$$\text{Position de l'axe neutre : } y_s = \alpha * d = 0,091$$

Contrainte de compression du béton : $\sigma_{mabc} = y_s \cdot \sigma_{maessbar} / (n \cdot (d - y_s))$ 4,645

si $\sigma_{mabc} \leq \sigma_{mabcbar}$ alors pas besoin d'aciers comprimés

pas besoin d'aciers comprimés

Cas où on ne met pas les aciers comprimés

test = 1

Section d'aciers tendus : $A_s = b \cdot y_s^2 / (2 \cdot n \cdot (d - y_s))$ **8,819 cm²**

C-6) Sections d'aciers retenues

Armatures en travée

Section d'aciers tendus : $A_s = \max (A_s(ELU); A_s(ELS)) =$ **19,832 cm²**

Diamètre des aciers : $D = 16$ mm

Nombre d'armatures par mètre linéaire : $n = \text{Ent}(A_s / (\pi \cdot D^2 / 4)) + 1 = 8$

Espacement des armatures = $100 \text{ cm} / n = 15$ cm

Section réelle des armatures tendues : $A_s = n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = 12,315 \text{ cm}^2$

Armatures des appuis

Section d'aciers tendus : $A_s = \max (A_s(ELU); A_s(ELS)) =$ **47,458 cm²**

Diamètre des aciers : $D = 16$ mm

Nombre d'armatures par mètre linéaire : $n = \text{Ent}(A_s / (\pi \cdot D^2 / 4)) + 1 = 7$

Espacement des armatures = $100 \text{ cm} / n = 15$ Cm

Section réelle des armatures tendues : $A_s = n \cdot \pi \cdot D^2 / 4 = 10,776 \text{ cm}^2$

C-7) Vérification de la condition de non-fragilité

Résistance caractéristique du béton à la traction : $f_{t28} = 0,6 + 0,06 f_{c28} (\text{Mpa}) = 2,4$ Mpa

$0,23 \cdot f_{t28} \cdot b \cdot d / f_e = 5,589$ MNm/ml

si $A_s > 0,23 \cdot f_{t28} \cdot b \cdot d / f_e$ alors la condition est respectée

Armatures en travée

condition respectée

Armatures des appuis

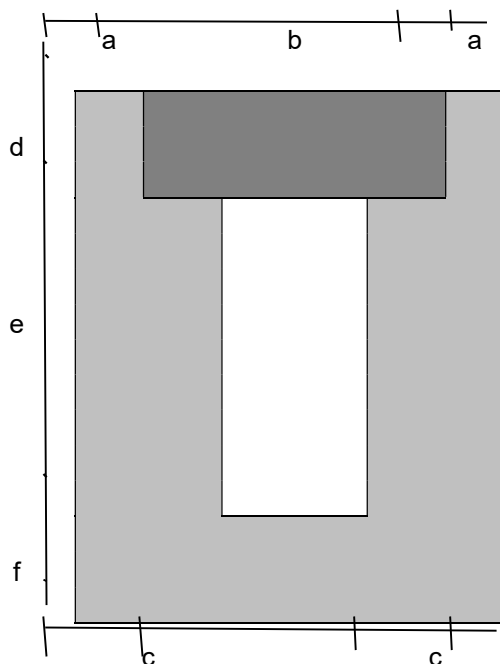
condition respectée

CONCLUSION FERRAILLAGE PAR METRE LINEAIRE DU DALOT				
Dalle supérieure				
Aciers tendus	Travée	nHA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	nHA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		nHA	12	espacés de 20 cm
Dalle inférieure				
Aciers tendus	Travée	nHA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	nHA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		nHA	12	espacés de 20 cm
Pieds droit gauche et droite				
Aciers tendus	Travée	nHA	16	espacés de 15 cm
	Appuis	nHA	16	espacés de 15 cm
Aciers transversaux		nHA	12	espacés de 20 cm

ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DU CANIVEAUX

NOTE DE CALCULS_DALLETTE SUR CANIVEAUX (EP:15cm)

I/ SCHEMAS DE PRINCIPE:



III/ HYPOTHESES:

- 1/ Les chargements à considérer sont ceux définis dans le Titre II du fascicule 61 (Conception, Calcul et Epreuves des ouvrages d'Art) du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics de l'Etat Français.
- 2/ Les règles de calcul béton armé sont celles définies dans le BAEL 91 modifié 99
- 3/ Fissuration considérée préjudiciable

III/ LES CAS DE CHARGEMENT A ETUDIER:

III-1/ DALLETES:

La dalle sera étudiée sous une roue isolée de 10T (Br) en stationnement.

III-2/ VOILES:

- a/ Efforts à lui transmis par la dalle chargée;
- b/ Poussées dues à la roue de 10T concentrée stationnée sur la chaussée à fleur de la paroi du piedroit, les dalles n'étant pas encore posées.

III-3/ RADIER:

Le radier est à étudier sous les efforts qui lui sont transmis par les voiles dans

les différents cas de chargement

IV/ DONNEES DU PROBLEME:

A/ GEOMETRIE:

Epaisseur de la lèvre de feuillure	a	0,075 m
Portée de la dalle	b	1,97 m
Epaisseur du voile	c	0,15 m
Epaisseur de la dalle	d	0,15 m
Hauteur utile de la dalle	e	0,81 m
Ouverture du caniveau	l	1,65 m
Epaisseur du radier	f	0,15 m
Redant de la feuillure	g	0,075 m
Largeur d'une dalle	h	0,6 m
Enrobage		3 cm

B/ MATERIAUX:

Béton:

Fc28	25 Mpa
E	200000
Ft28	2,1 Mpa
f _{bu}	14,17 Mpa
σ _{bc}	15 Mpa
ρ _b	2,5 T/m ³
N _u (ELS)	0,2
γ	20
ω	25
ν	0,2

Armatures:

Fissuration Très préjudiciable (oui/non)	non
Fissuration préjudiciable (oui/non)	oui
Fissuration peu préjudiciable (oui/non)	non
Fe E...	400 Mpa
f _{ed}	347,83 Mpa
σ _s	201,63 Mpa
Enrobage	3 cm

Sol:

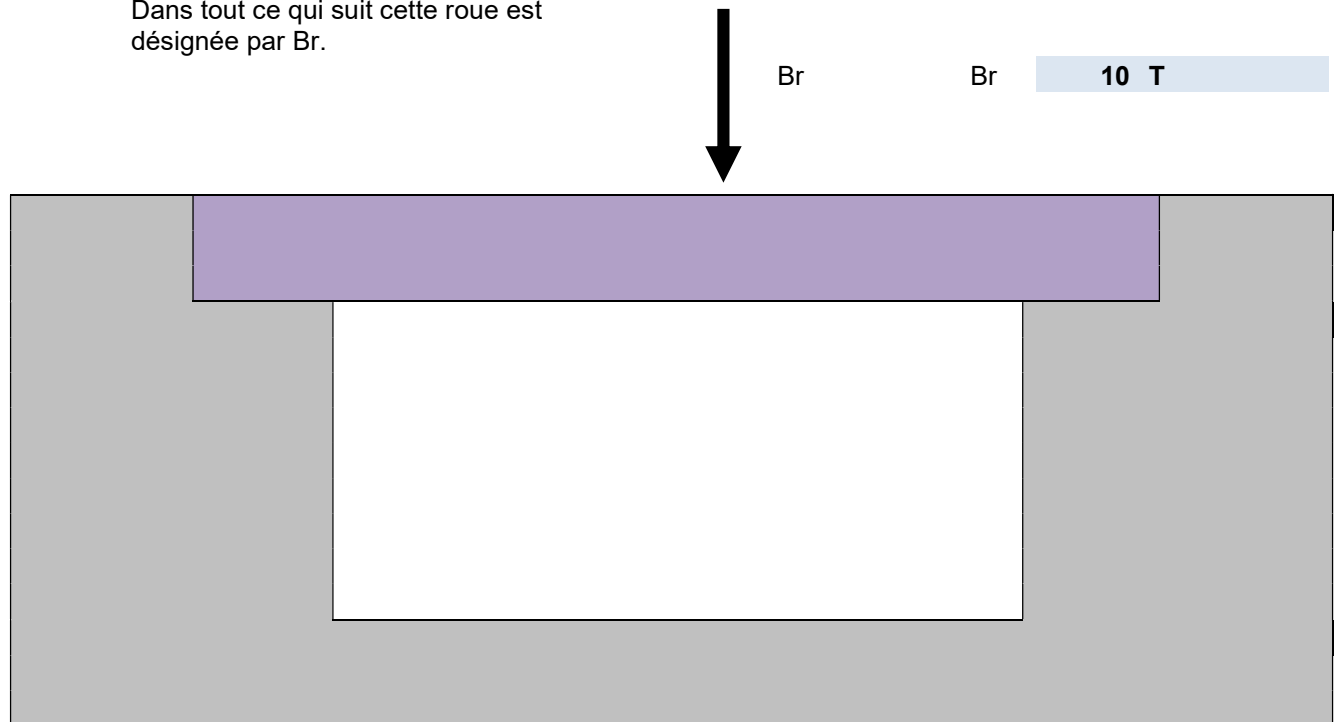
ρ _s	1,8 T/m ³
Angle de frottement interne:	30 dg
Coefficient de poussée:	0,33
Contrainte admissible:	1 bar

V/ CALCULS :

A/ DALLETTES :

Charge concentrée d'une roue isolée de 10T (voir Titre II de Fascicule 61):

Dans tout ce qui suit cette roue est désignée par Br.



Poids au ml de la dalle	0,225	T/ml
Le moment de flexion dû à la roue Br	4,55	T.m
Le moment de flexion dû au poids propre de la dalle	0,093	T.m
Effort tranchant dû à Br	0,627	T
Effort tranchant dû au poids propre	0,013	T

a/ ELEMENTS DE REDUCTION DE CALCULS:

ELU :	Mu	6,95	T.m
	Tu	0,96	T
ELS :	Ms	4,64	T.m
	Ts	0,64	T

b/ CALCUL DES ACIERS DE FLEXION A L'ELU:

Moment réduit de l'acier	Nul	0,392	
Moment de calcul à l'ELU	Mu	6,95	T.m
Largeur de section	bo	0,6	m
Hauteur utile des aciers	d1	0,81	m
Moment réduit du béton	Nub	0,012	

Alpha	α	0,016
Bras de levier des aciers	Zb	0,805 m
Section d'armature comprimée	A'u	0 cm ²
Section d'armature tendue	Au	2,48 cm²

c/ CALCUL DES ACIERS D'EFFORT TRANCHANT A L'ELU:

Effort tranchant de calcul	Tu	0,96 T
Contrainte tangentielle	To	0,02 Mpa
Contrainte tangentielle limite	Tol	2,5 Mpa

Acier transversal At et espacement St

$$At/St \geq 0,0011 \text{ m}$$

Pour un cadre HA10, on a: At 1,00 cm²

$$\text{donc } St \leq 8,74 \text{ cm}$$

Ferrailage retenu pour la dalle:			
Sens longitudinal :	4 cadres HA12, esp=12cm /dalle de largeur 50cm		
Sens transversal :	HA10, esp=15 cm (nombre variable selon longueur de la dalle)		

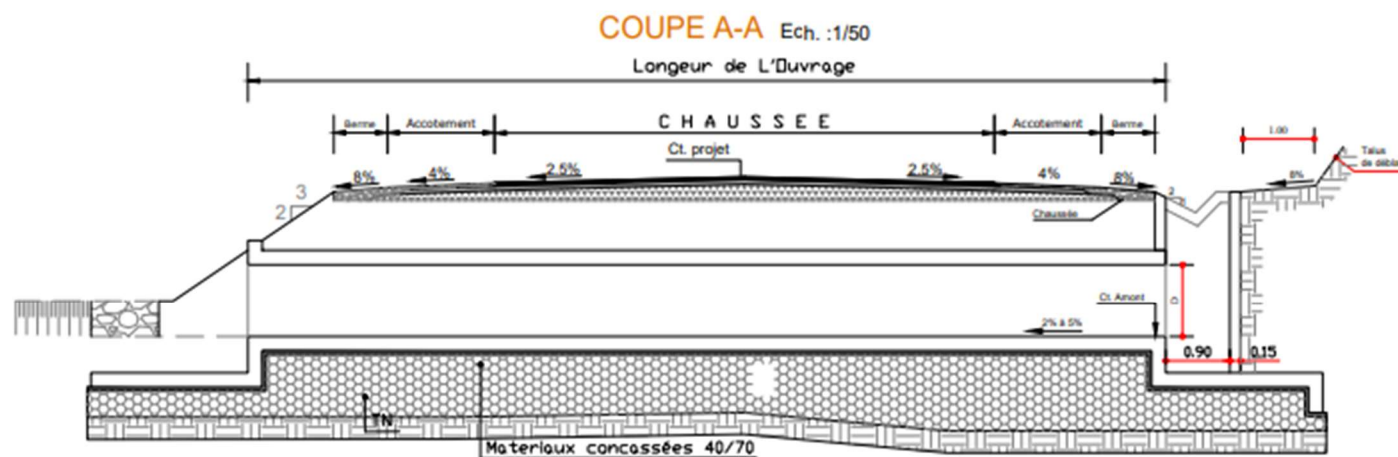
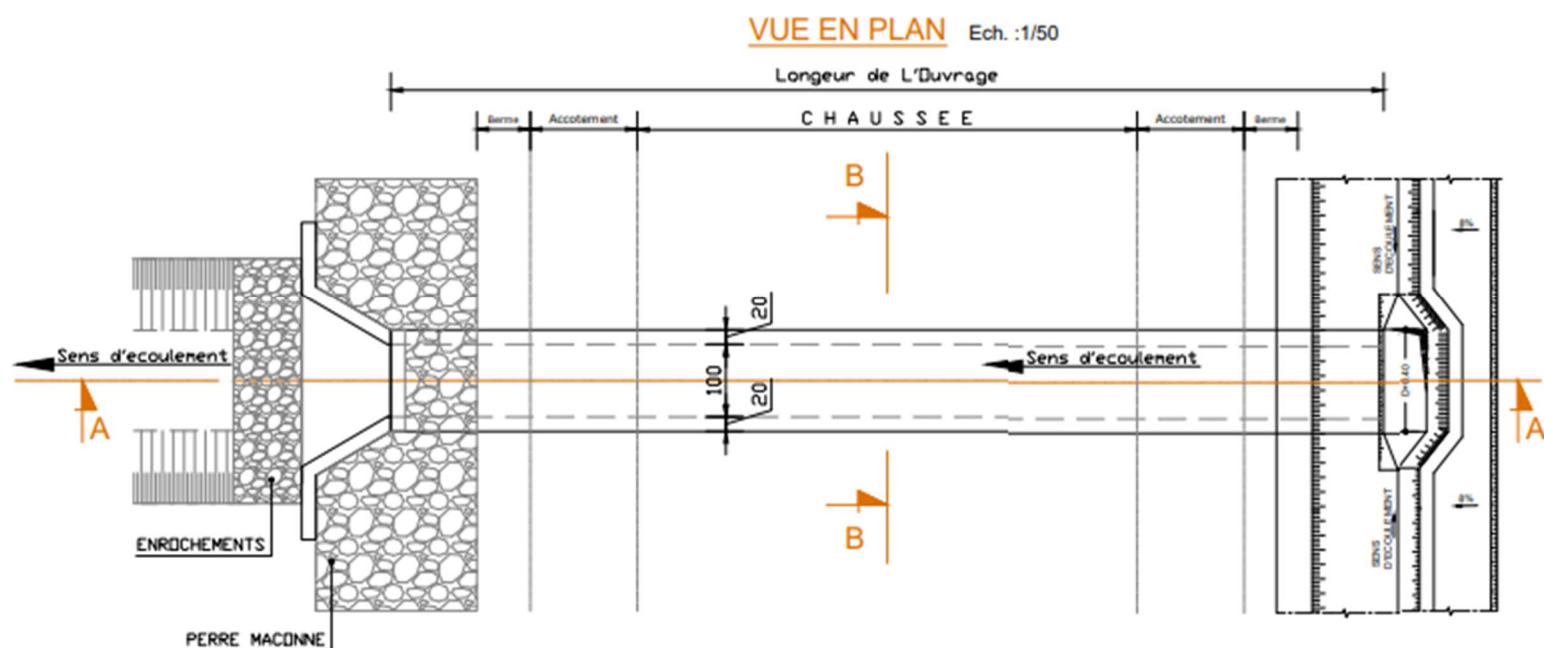
ANNEXE 5 : PIÈCES GRAPHIQUES

LISTES DES PLANS

N° PLAN	INTITULE DU PLAN	FORMAT
I	PLANS D'OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	A3
I.1	Plans détaillés du puisard	A3
I.2	Plans de coffrage et de ferrailage des dalots	A3
II	PLANS TYPES	
II.1	Profil en travers type	A3
II.2	Plans types de bordures et pose	A3
III	TRACÉS EN PLAN ET PROFIL EN LONG	A3
IV	PROFIL EN TRAVERS COURANT	A4

I. PLANS D'OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

1. Plans détaillés du puisard



Vérification:	Modification:

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland

**PROJET D'EXECUTION DES TRAVAUX DE
CONSTRUCTION DE LA ROUTE AWAE-ESSE-SOA,
LOT 7-A TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU
TRONCON: AWAE- ESSE : 33km**

SUPER CONFORT
Bâtiment et Travaux Publics
BP : 8324 Yaoundé Tél : (237) 674 70 70 29
Tél : (237) 6 94 38 40 14 Cameroun



PLAN TYPE OUVRAGE HYDRAULIQUE

PUISSARD

**LOT 7-A TRONCON:
AWAE- ESSE**

MAITRISE D'OEUVRE:



**INSTITUT
INTERNATIONALE
D'INGENIERIE DE
L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

Ech. : Plan : 1/50
Coupe : 1/20
Ferrailage : 1/20

**Format : ISO full bleed
A3 (420.00 x 297.00 mm)**

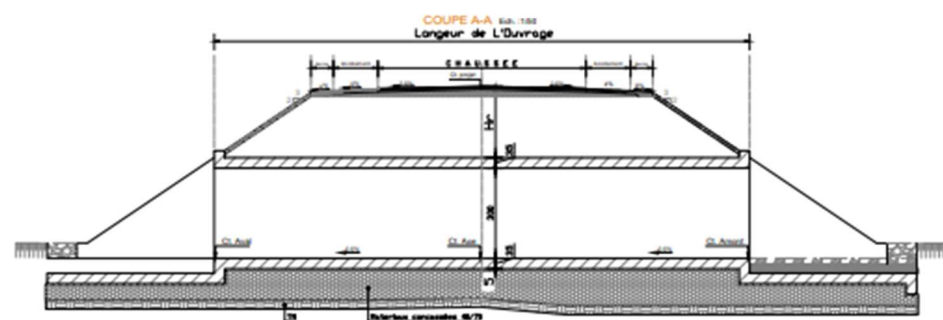
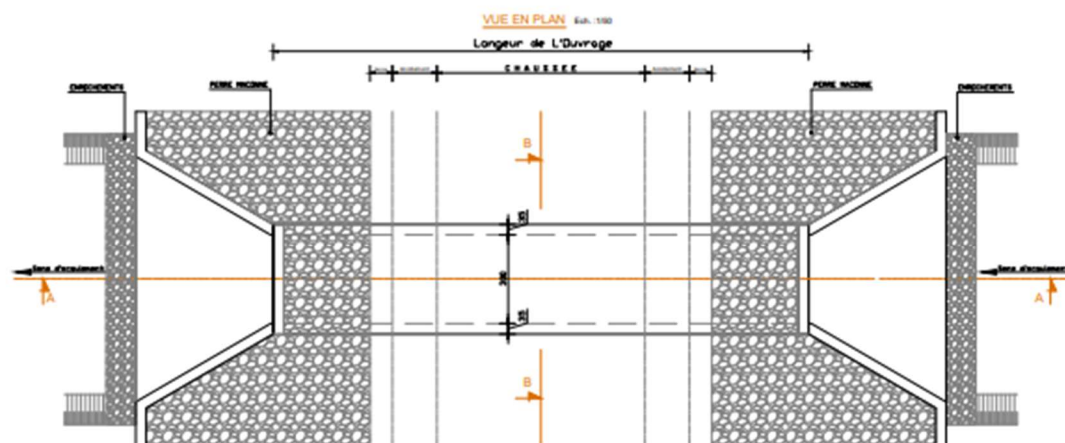
Etudié par Rodrigue DOGNE

Vérifié par Dr Désiré DJOUBISSIE

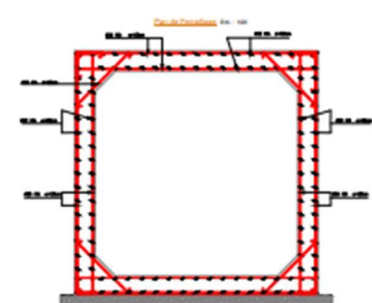
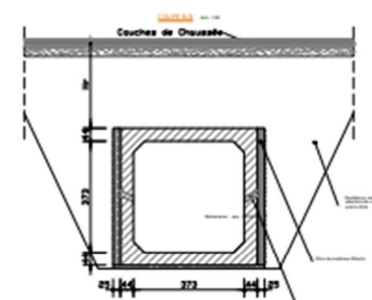
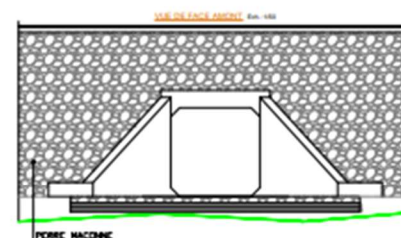
Date d'impression : 19 Juin 2022



2. Plans de coffrage et de ferrailage des dalots



DALOT 1 X 3,00 x 3,00
Sur Rivière Ebosso



Vérification:	Modification:

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie



REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland

**PROJET D'EXECUTION DES TRAVAUX DE
CONSTRUCTION DE LA ROUTE AWAE-ESSE-SOA,
LOT 7-A TRAVAUX DE CONSTRUCTION DU
TRONCON: AWAE- ESSE : 33km**

SUPER CONFORT
Bâtiment et Travaux Publics
BP : 8324 Yaoundé Tél : (237) 674 76 70 29
Tél : (237) 6 94 35 40 14 Cameroun



PLAN TYPE OUVRAGE HYDRAULIQUE
DALOT 1x300x300
**LOT 7-A TRONCON:
AWAE- ESSE**

MAITRISE D'OEUVRE:



**INSTITUT
INTERNATIONALE
D'INGENIERIE DE
L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

Ech. : Plan : 1/50
Coupe : 1/20
Ferrillage : 1/20

Format : ISO full bleed
A3 (420.00 x 297.00 mm)

Etudié par Rodrigue DOGNE

Vérifié par Dr Décoré DJOUBISSIE

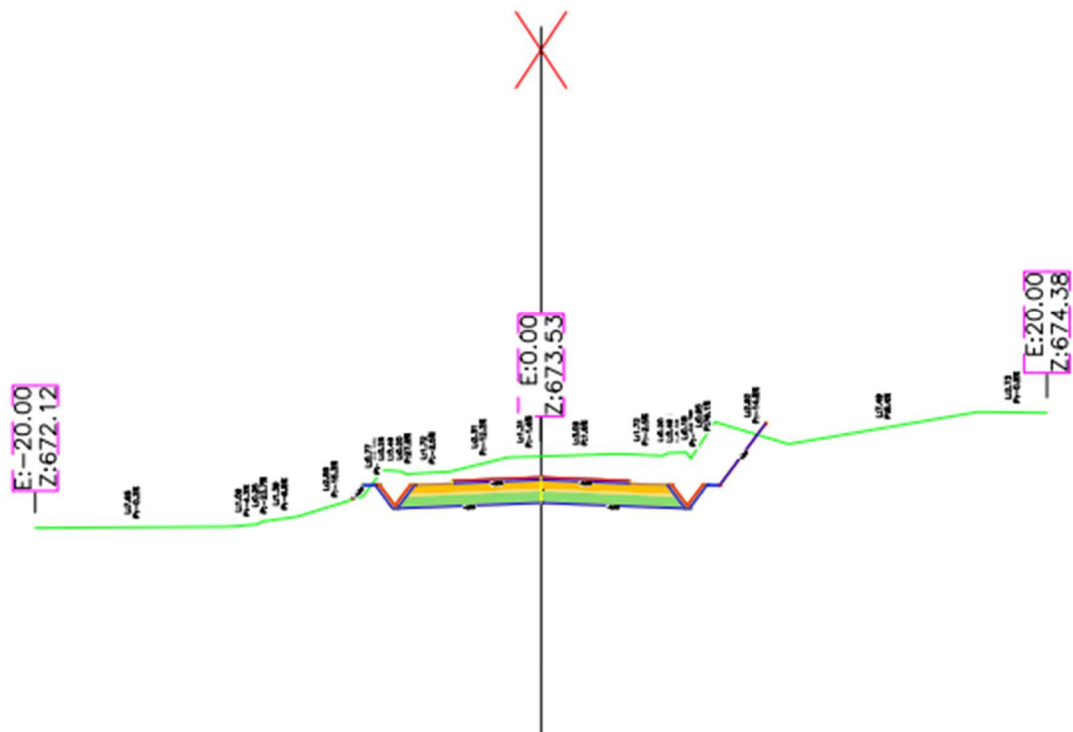
Date d'impression : 19 juin 2022



II. PLANS TYPES

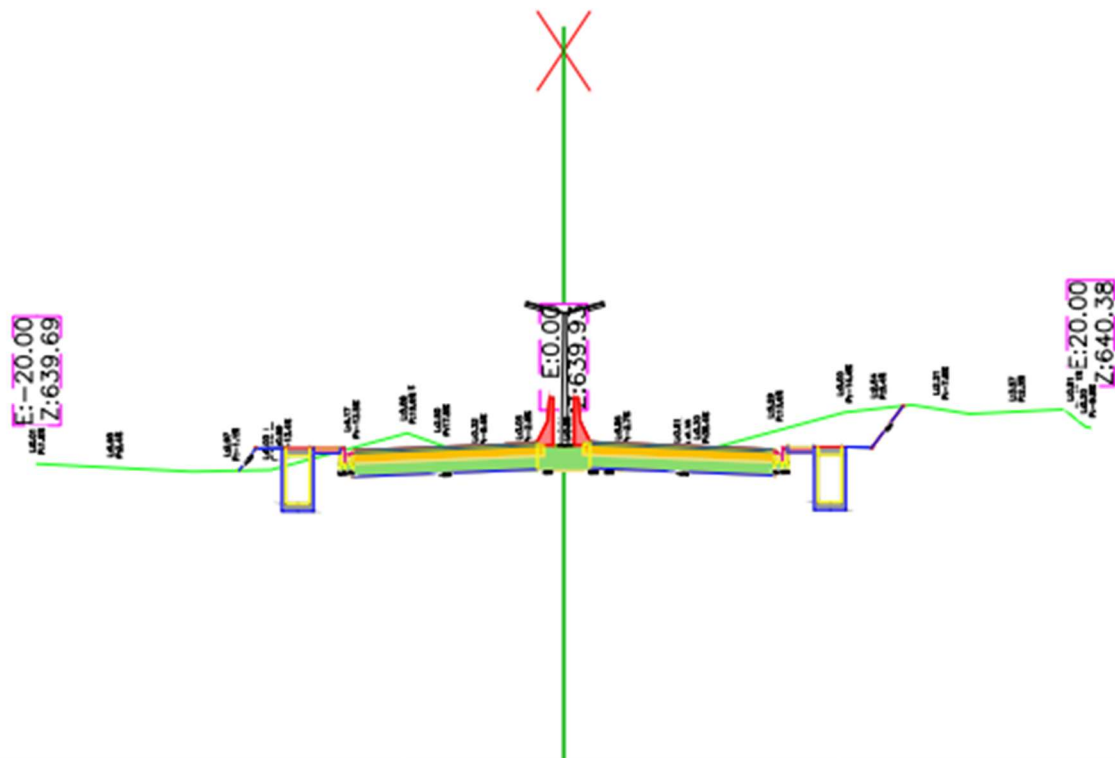
1. Profil en travers type

PL : Axe principale (2)
PT : P61
PK : 1475.00m
Ech H : 1/200
Ech V : 1/100
PC : 668.0

[illegible]

Profil en travers type Rase campagne

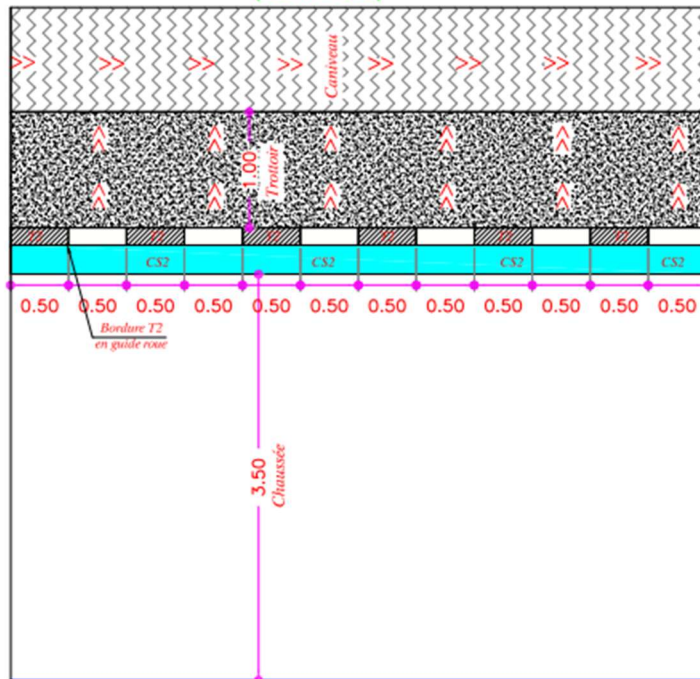
PL : Axe double ZU
PT : P29
PK : 700.00m
Ech H : 1/200
Ech V : 1/100
PC : 634.0

[illegible]

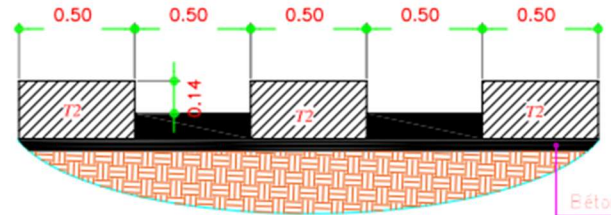
Profil en travers type agglomération

2. Plans types de bordures et pose

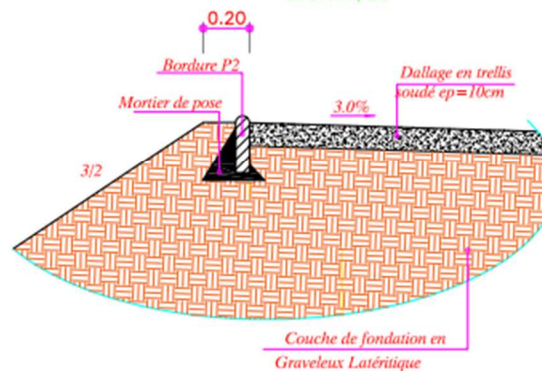
Vue en plan
Bordure T2 en guide roue
(Ech: 1/50)



DISPOSITION GUIDE ROUE T2
Ech : 1/25



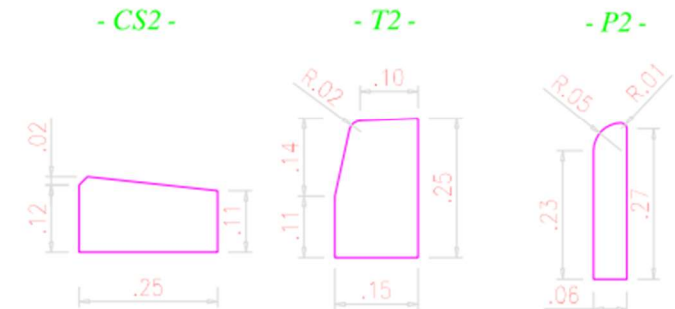
Detail "A"
Ech:1/25



APPLICATION DES PROFILS EN TRAVERS

- * DU PK:0+00 AU PK:0+550 "T1"
- * DU PK:0+550 AU PK:0+650 "carrefour"
- * DU PK:0+650 AU PK:0+1+480 "T3"
- * DU PK:1+480 AU PK:1+590 "T2"
- * DU PK:1+590 AU PK:4+520 "T1"

**** DETAILS BORDURES **** *Ech : 1/10*





III. TRACÉS EN PLAN ET PROFIL EN LONG



IV. PROFIL EN TRAVERS COURANT