ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU-SINEMATIALI (31,768 KM) SITUEE DANS LA REGION DU PORO (CÔTE D'IVOIRE)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
OPTION : GENIE CIVIL BTP

Présenté et soutenu publiquement le 22 Janvier 2026 par

I'Sié-Ni Japhet N'GORAN (20230256)

Directeur de mémoire : Pr Adamah MESSAN Enseignant-chercheur, 2IE

Encadrant 2iE : Dr Seick Omar SORE Enseignant-chercheur,2IE

Maître de stage : M. Tiékoura COULIBALY, Chef du Service Infrastructure Routière et Géomatique, Infratp Ingénieur Conseil

Structure d'accueil : Infratp Ingénieur Conseil

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr (MC). Angelbert Chabi BIAOU**

Membres et correcteurs : **Dr. Césaire HEMA**
Dr. Arnaud OUEDRAOGO

Promotion [2025/2026]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à Dieu tout-puissant et à toute ma famille, pour leur soutien tout au long de notre cursus académique.

REMERCIEMENT

Ce mémoire couvrant les activités qui ont jalonné notre cursus académique n'aurait pas été possible sans les efforts conjugués de certaines personnes envers lesquelles nous tenons à exprimer notre profonde gratitude. Ainsi, il est capital, avant même d'aborder sa rédaction, de leur consacrer les premières lignes.

Nous voulons exprimer notre profonde reconnaissance à l'endroit de :

- Pr Adamah MESSAN, notre Directeur mémoire pour ses conseils et encadrement ;
- Dr Seick Omar SORE, notre Co-Directeur pour son accompagnement et sa disponibilité à notre égard durant la rédaction de ce mémoire ;
- L'ensemble du personnel d'INFRATP pour leurs accueils et particulièrement merci au Directeur Général M. Seydou COULIBALY et au Directeur Général Adjoint M. Zoumana COULIBALY de nous avoir accordé ce stage au sein de leurs structures ;
- Mr Tiékoura COULIBALY Chef du Service Infrastructure Routière et Géomatique à INFRATP, notre maître de stage pour son professionnalisme, sa disponibilité, et pour son apporter considérable durant la réalisation des tâches en entreprise et pendant la rédaction du mémoire.
- A toute la promotion GC-BTP- transport 2025-2026 ;
- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement.

RESUME

Ce mémoire présente une étude technique détaillée des travaux d'aménagement et de bitumage de la route Komborodougou-Sinématiali, d'une longueur d'environ 32 km, située dans la région du Poro en Côte d'Ivoire. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national d'aménagement et de bitumage de 2 500 km de routes interurbaines, avec un accent particulier sur la région du Nord.

L'objectif principal est de concevoir une route conforme aux normes en vigueur. La conception géométrique a été réalisée selon la norme ARP, définissant une route de type R80. Les caractéristiques retenues sont une largeur de 3,5 m en configuration 2x1 voies, avec une vitesse de référence de 80 km/h en rase campagne et de 60 km/h en agglomération.

Pour la conception structurale, le dimensionnement s'est appuyé sur le catalogue du LBTP, avec une vérification de la structure de chaussée effectuée via le logiciel Alizé LCPC. La structure finale retenue, pour une plateforme de classe PPF2, une région géotechnique R5 et une classe de trafic TC2, se compose de 5 cm de béton bitumineux en couche de roulement, reposant sur 20 cm de grave non traité en couche de base et 20 cm de grave non traité en couche de fondation.

L'étude hydrologique et hydraulique, menée selon la méthodologie BCEOM, a permis de déterminer les besoins en ouvrages de drainage, soit 10 dalots, 60 buses et 7 types de caniveaux. Tous ces ouvrages ont été dimensionnés sur la base d'une période de retour de 10 ans. Leurs structures ont été calculées à l'aide du logiciel CYPE CAD afin d'obtenir les sections d'armatures nécessaires. Une notice d'impact environnemental a également été réalisée pour identifier les effets positifs et négatifs du projet sur la population, la faune et la flore, et pour proposer des mesures d'atténuation appropriées.

Enfin, le coût d'exécution total du projet est estimé à **seize milliards deux cent soixante-huit millions trois cent trente-cinq mille deux cent trente (16 268 335 230) francs CFA toutes taxes comprises (TTC).**

Mots Clés :

1 - Aménagement

2 - Bitumage

3 - Environnement

4 – Réseau routier

5 - Ouvrages

ABSTRACT

This thesis presents a detailed technical study of the development and asphalting works on the Komborodougou-Sinématiali road, approximately 32 km long, located in the Poro region of Côte d'Ivoire. This project is part of the national programme to develop and asphalt 2,500 km of interurban roads, with a particular focus on the northern region.

The main objective is to design a road that complies with current standards. The geometric design was carried out in accordance with the ARP standard, defining an R80 type road. The characteristics selected are a width of 3.5 m in a 2x1 lane configuration, with a reference speed of 80 km/h in the countryside and 60 km/h in built-up areas.

For the structural design, the dimensions were based on the LBTP catalogue, with the road structure verified using Alizé LCPC software. The final structure selected, for a PPF2 class platform, an R5 geotechnical region and a TC2 traffic class, consists of a 5 cm layer of asphalt concrete for the wearing course, resting on 20 cm of untreated gravel for the base course and 20 cm of untreated gravel for the foundation course.

The hydrological and hydraulic study, conducted according to the BCEOM methodology, determined the drainage requirements, namely 10 culverts, 60 pipes and 7 types of gutters. All these structures were dimensioned on the basis of a 10-year return period. Their structures were calculated using CYPE CAD software to obtain the necessary reinforcement sections. An environmental impact statement was also produced to identify the positive and negative effects of the project on the population, fauna and flora, and to propose appropriate mitigation measures.

Finally, the total cost of the project is estimated **at sixteen billion two hundred and sixty-eight million three hundred and thirty-five thousand two hundred and thirty (16,268,335,230) CFA francs including tax.**

Key words:

1 - Upgrading

2 - Asphalting

3 - Environment

4 – Road network

5 – Structures

LISTES DES ABREVATIONS

% : Pourcentage

ARP : Aménagement des Routes Principales

BCEOM : Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre- Mer

BB : Béton bitumineux

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

CAM : Coefficient d'agressivité moyen

CEBTP : Centre d'Expertise du Bâtiment et des Travaux Publics

CBR : Califormia Bearing Ratio

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

Ep : Epaisseur

ELS : Etat Limite de Service

ELU : Etat Limite Ultime

GLn : Graveleux latéritique naturel

GLa1 : Graveleux latéritique amélioré au ciment à un pourcent

GLa2 : Graveleux latéritique amélioré au ciment à deux pourcents

GNT : Grave non traité

HA : Haute Adhérence

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

LBTP : Laboratoire de Bâtiment et de Travaux Publics

PPFi : Plateforme de portance de la chaussée

TCi : Trafic cumulé

TMJ : Trafic Moyen Journalier

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuelle

NE : Nombre d'essieu

NPL : Trafic cumulé pendant la durée de vie

Mpa : Mégapascal

SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

HT : Hors Taxe

SOMMAIRE

DEDICACES i

REMERCIEMENT ii

RESUME iii

ABSTRACT iv

LISTES DES ABREVATIONS v

LISTE DES TABLEAUX viii

LISTE DES FIGURES x

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET . 3

I.1. Présentation de la structure d'accueil 3

I.2. Présentation du projet 5

I.2.1. Contexte du projet 5

I.2.2. Présentation de la zone d'étude 5

I.2.3. Donnée de base 6

Conclusion Partielle 8

CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE L'ETUDE 9

II.1. Conception géométrique 9

II.1.1. Choix du type et catégorie de la route 9

II.1.2. Tracé en plan 9

II.1.3. Profil en long 9

II.1.4. Profil en travers 10

II.2. Etude structurale des couches de chaussée 10

II.2.1. Estimation du trafic de dimensionnement 11

II.2.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme 11

II.2.3. Calcul des sollicitations admissibles et vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC 12

II.3. Etude hydrologique 13
II.3.1. Organigramme de l'étude hydrologique 13
II.3.2. Délimitation des bassins versants 14
II.3.3 Caractéristiques des bassins versants 14
II.3.4. Méthodes de calcul des débits aux exutoires 15
II.4. Etude hydraulique 19
II.4.1. Hypothèses de dimensionnement 19
II.4.2. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages d'assainissement transversaux 20
III.4.3. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages longitudinaux 24
II.5. Etudes structurales des ouvrages hydrauliques 24
III.5.1. Normes et règlements 24
III.5.2. Hypothèses de calcul 25
Conclusion Partielle 28
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS 29
III.1. Conception géométrique 29
III.1.1. Choix du type et catégorie de la route 29
III.1.2. Tracé en plan 29
III.1.3. Profil en long 31
III.1.4. Profil en travers 31
III.2. Etude structurale des couches de chaussée 32
III.2.1. Estimation du trafic de dimensionnement 32
III.2.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme 33
III.2.3. Détermination de la nature et de l'épaisseur des différentes couches de chaussées 34
III.2.4. Calcul des sollicitations admissibles et vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC 36
III.3. Etude hydrologique 37
III.4. Etude hydraulique 37
III.4.1. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages d'assainissement transversaux

..... 38
III.4.2. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages longitudinaux 40
III.5. Etudes structurales des ouvrages hydrauliques 40
III.5.1. Ouvrages transversaux 40
Conclusion partielle..... 48
CHAPITRE 4 : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL SIGNALISATION ROUTIERE ET ESTIMATION FINANCIERE DU PROJET 49
IV.1. Notice d'impact environnemental et signalisation routière 49
IV.1.1. Notice d'impact environnemental du projet..... 49
IV.1.2. Signalisation routière 51
IV.2. Estimation financière 51
IV.2.1 Devis quantitatif..... 51
IV.2.2 Devis estimatif 52
Conclusion partielle..... 53
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 54
BIBLIOGRAPHIE 55
ANNEXES I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I - 1 : Données climatiques..... 7

Tableau II - 1 : Caractéristiques géométriques minimale du profil en long..... 10
Tableau II - 2 : Valeurs des dévers en fonction des catégories de routes..... 10
Tableau II - 3 : Caractéristiques physiques des bassins versants..... 15
Tableau II - 4 : Coefficient de ruissellement..... 17
Tableau II - 5 : Classe d'exposition de l'ouvrage..... 25
Tableau II - 6 : Classe de béton en fonction de la classe d'exposition..... 26
Tableau II - 7 : Détermination de l'enrobage..... 26
Tableau II - 8 : Caractéristiques mécaniques du béton..... 27

Tableau III - 1 : Caractéristiques géométriques minimales en plan de la route selon la norme ARP..... 29
Tableau III - 2 : Analyse du tracé en plan..... 30
Tableau III - 3 : Caractéristiques de la chaussée..... 32
Tableau III - 4 : Trafic du dimensionnement..... 32
Tableau III - 5 : Classes de trafic poids lourds cumulé exprimé en nombre d'essieux équivalents de 130 KN..... 33
Tableau III - 6 : Classes de portance à long terme de la plate-forme support de chaussée..... 33
Tableau III - 7 : Proposition des structures de chaussées..... 34
Tableau III - 8 : Critère de notation..... 35
Tableau III - 9 : Analyses multicritères..... 36
Tableau III - 10 : Sollicitations admissibles..... 36
Tableau III - 11 : Caractéristiques de la structure de chaussée de la variante 1..... 36
Tableau III - 12 : Vérification de la structure de chaussée..... 37
Tableau III - 13 : Structure de chaussée adoptée..... 37

Tableau III - 14 : Types d'ouvrages 38
Tableau III - 15 : Section finale des dalots 39
Tableau III - 16 : Section finale des buses 39
Tableau III - 17 : Descentes des charges 41
Tableau III - 18 : Classe de pont 42
Tableau III - 19 : Coefficient de dégressivité transversal 42
Tableau III - 20 : Coefficient de pondération 43
Tableau III - 21 : Choix de la charge d'exploitation 44
Tableau III - 22 : Inventaire des charges 45
Tableau III - 23 : Récapitulatifs des aciers 47

LISTE DES FIGURES

Figure I - 1 : Organigramme de la structure 4

Figure II - 1 : Organigramme de l'étude hydrologique 13
Figure II - 1 : Organigramme de l'étude hydrologique 13
Figure II - 2 : Représentation des bassins versants 14

Figure III - 1 : Répartition des pourcentages de tracé d'alignement droit et de raccordement 31
Figure III - 2 : Section de caniveau 40
Figure III - 3 : Modélisation statique du dalot 45
Figure III - 4 : Représentation des charges sur le dalot 46
Figure III - 5 : Sollicitations sur le dalot 46

INTRODUCTION

L'accessibilité à un réseau routier, sécuritaire et confortable constitue une nécessité indéniable pour notre société, la route se présente désormais comme un élément important et indissociable de notre civilisation. Il est de loin le premier système de transport permettant d'assurer cette mobilité, que ce soit par son ampleur ou par le nombre de personnes et de biens qui l'empruntent. En effet, le réseau routier représente, pour une économie forte, les infrastructures de base pour le démarrage du processus de la croissance économique. Il joue un rôle important dans le sentier du développement en établissant les liaisons entre les régions productrices et celles qui ne le sont pas. Cependant, compte tenu de l'intérêt considérable des infrastructures routières pour le développement socio-économique, la route ne peut plus se contenter d'être seulement ouverte. Elle doit répondre à un certain nombre d'exigences, notamment celles liées à sa fonctionnalité : la résistance, la rapidité, la durabilité et la sécurité qu'elle doit offrir aux usagers. Conscient de toutes ces exigences et de l'importance de la route, l'Etat de Côte d'Ivoire a lancé depuis 2016 un vaste programme de développement du réseau routier national au profit des chefs-lieux de district, de région et de département. Ainsi, le gouvernement de Côte d'Ivoire a identifié un ensemble de routes majeures pour l'établissement d'une politique économique circulaire s'inscrivant dans le programme d'aménagement et de bitumage de 2 500 km de routes interurbaines, particulièrement celle de la région du Nord, au nombre duquel figure la route Komborodougou - Sinématiali. C'est dans ce cadre que le bureau d'études INFRA-TP a été désigné pour proposer une « *Étude technique détaillée des travaux d'aménagement et de bitumage de la route Komborodougou-Sinématiali d'environ 32 km, située* ***dans la région du Poro (Côte d'Ivoire)*** ». Devant un tel sujet, de nombreuses questions nous viennent à l'esprit à savoir :

- Quelles solutions techniques pouvons-nous proposer pour optimiser le coût des travaux ?
- Quels sont les impacts potentiels de la réalisation de ce projet sur l'environnement et sur la vie sociale de la population ?

Ces différentes questions nous ont permis de nous fixer un objectif global : mener une étude technique détaillée des travaux de bitumage et d'aménagement de la route Komborodougou-Sinématiali, longue d'environ 32 km. De façon spécifique, il s'agira de :

- Concevoir la géométrie de la route suivie d'une étude structurale des couches de la chaussée ;
- Concevoir et dimensionner les ouvrages hydrauliques sélectionnés ;
- Elaborer la notice d'impact environnemental et social du projet ;
- Evaluer le coût estimatif du projet.

Ce présent mémoire sera axé sur 4 grands chapitres différents à savoir :

- Le premier chapitre portera sur la présentation de la structure d'accueil et du projet ;
- Le deuxième chapitre traitera tout ce qui est question de conception géométrique et d'étude structurale de la chaussée ;
- Le troisième chapitre parlera de la conception et de l'étude structurale des ouvrages d'assainissement ;
- Le quatrième chapitre portera sur la notice d'impact environnemental et social du projet, sur la signalisation routière et sur l'estimation financière du projet.

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

La structure d'accueil dans laquelle nous avons effectué notre stage est INFRA-TP. C'est une structure au service du développement technique des grands projets de génie civil en Côte d'Ivoire. Dans cette partie, il s'agira de présenter INFRA-TP, de donner ses missions, ses objectifs et aussi de présenter le projet soumis à notre étude.

I.1. Présentation de la structure d'accueil

INFRA-TP Ingénieur Conseil, créée en 2014, est un Bureau d'Etudes composé d'une élite d'ingénieurs et de techniciens expérimentés qui ont l'expertise. La structure a pour mission :

- L'étude et la conception ;
- La supervision et le contrôle des travaux ;
- L'assistance à la maitrise d'ouvrage ;
- La formation.

La structure est immatriculée au registre du commerce et du crédit mobilier d'Abidjan sous le no CI-ABJ-2014-B-15313, dont le siège social se situe à Abidjan, Cocody Riviera Faya, Cité ATCI, 08 BP3772 Abidjan 08, République de Côte d'ivoire. Elle est représentée par son Directeur Générale, M. COULIBALY Seydou. INFRATP Ingénieur Conseil intervient dans plusieurs domaines que sont :

- Infrastructures Hydrauliques (IH)
  - Approvisionnement en Eau Potable (AEP)
  - Drainage des eaux pluviales
  - Gestion des eaux usées (domestiques, industrielles …)
- Infrastructures Routières (IR)
  - Aménagement des routes urbaines et interurbaines
  - Etudes géotechniques
  - Etudes topographiques
  - Etudes bathymétriques
  - Etude de trafic
  - Voiries et Réseaux Divers (VRD)
- Environnement et Energie (2E)

- Etudes d'impact Environnemental et Social (EIES)
- Plans d'actions de Réinstallation (PAR)
- Qualité Hygiène Sécurité Environnement (QHSE)
- Gestion des déchets Etudes électriques des installations (HT/BT)
- Bâtiments et Ouvrages d'Art (BOA)
- Etudes architecturales des bâtiments
- Etudes structurales des bâtiments
- Etudes des ouvrages d'art
- Etude des ouvrages hydrauliques

L'organigramme de la structure est présenté à la figure I-1 :

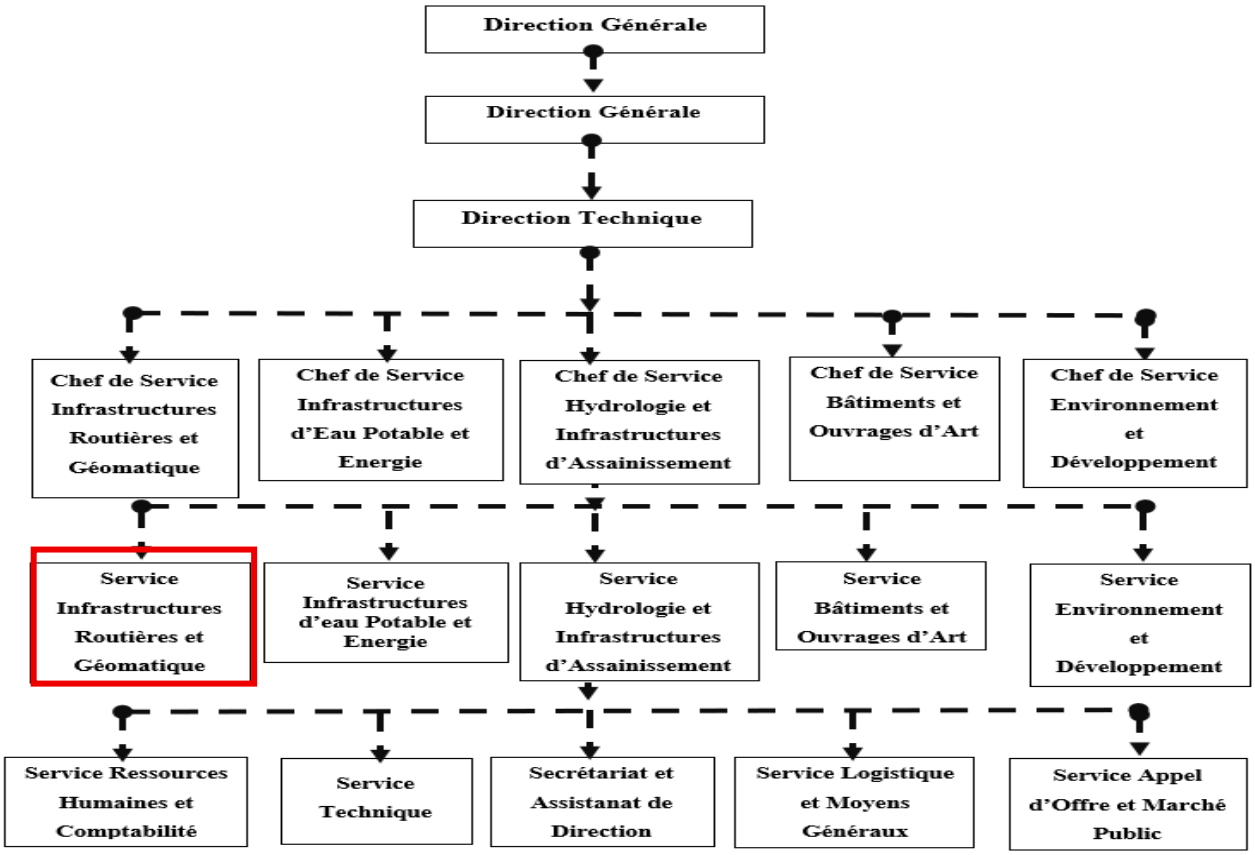


Figure I - 1 : Organigramme de la structure

Durant notre stage, nous avons été affectés au service de l'infrastructure routière et géomatique.

I.2. Présentation du projet

I.2.1. Contexte du projet

Dans le cadre de sa politique générale de développement du réseau routier national, l'Etat de Côte d'Ivoire a identifié un ensemble de routes prioritaires constituant le programme d'aménagement et de bitumage de 2500 km de routes interurbaines. Au nombre duquel s'inscrit le projet d'aménagement et de bitumage de la route Komborodougou-Sinématiali longue d'environ 32 km avec une largeur de 3,5 m en 2x1 voie.

Ce projet devrait permettre de :

- Assurer une bonne structuration du réseau national et lui permettre de soutenir pleinement la croissance économique du pays ;
- Maintenir le réseau dans un bon état pour diminuer les coûts d'exploitation des véhicules, accroître la sécurité des usagers et faciliter la circulation des personnes et des biens ;
- Désenclaver les régions qui ont des potentialités importantes en matière de productions agropastorales, de richesses touristiques ou minières, contribuant ainsi à la lutte contre la pauvreté ;
- Lutter durablement contre la pauvreté en milieu rural ;
- Favoriser l'accès des populations rurales aux infrastructures socio-économiques de base ;
- Accroitre les revenus des populations à travers l'augmentation de leurs productions agricoles et la facilitation de l'évacuation des produits vers les centres de commercialisation et/ou d'exportation ;
- Accroître la mobilité des biens et des personnes dans les zones rurales.

a. Contraintes du projet

Afin de s'assurer de la bonne exécution du projet les contraintes suivantes ont été émises à savoir : éviter les destructions massives des plantations, des cimetières, des lignes hautes tensions et des habitations présentent sur tracé.

I.2.2. Présentation de la zone d'étude

Le projet soumis à notre étude est situé en Côte d'Ivoire, dans la région du Poro, limité au nord par la République du Mali, au sud par la région du Béré, à l'Est par les régions du Tchologo et du Hambol et à l'Ouest par la région de la Bagoué. Ce projet débute dans la ville

de Komborodougou (9° 20′ 00″ N, 5° 26′ 00″ O) situé à 585 km d'Abidjan avec une population estimée à 16703 habitants et prend fin dans la ville de Sinématiali (9° 35′ N, 5° 23′ O) situé à 638 km d'Abidjan avec une populations estimé à 51 929 habitants. [1]

Ces différentes villes, Komborodougou et Sinématiali, ont une végétation composée de savane arborée, caractérisée par des arbres et arbustes tels que les flamboyants, les hibiscus, les fromagers, etc. Le relief de ces deux villes est composé de plaines, de quelques collines, de hauteurs rocheuses et de monts. Le climat offre principalement deux saisons, une pluvieuse et une sèche. Il est constitué d'une saison pluvieuse allant de mai à septembre et d'une saison sèche allant d'Octobre à avril. Il est à cheval entre le climat Baouléen et le climat Soudanien avec une prédominance du climat soudanien. Les précipitations sont variables et inégalement répartie sur toute l'année [1].

I.2.3. Donnée de base

a. Fond topographique

Le fond topographique est une représentation graphique de la surface terrestre qui montre les variations d'altitude et de relief d'une zone particulière. Il représente les caractéristiques physiques du terrain. Ce fond a été réalisé sur la base d'un levé topographique et numérisé sous forme de fichier au format DWG. Il servira à faire l'étude géométrique de notre route.

b. Données pluviométriques

Les donnes pluviométriques proviennent de la station de Korhogo situé à 30 Km de Komborodougou et 31 Km de Sinématiali. [2].

Cette station nous a fourni :

- Les hauteurs de pluies maximales annuelles de la zone du projet ;
- Les hauteurs de pluies annuelles de la zone de projet ;
- Les coefficients de Montana de la zone de projet (a, b).

Les précipitations étant une source majeure d'eau s'écoulant sur la route il est donc important de prévoir des ouvrages qui pourront gérer efficacement l'écoulement d'eaux pluviales. Ainsi, ces données seront regroupées dans le tableau I-1.

Tableau I - 1 : Données climatiques

Ville	Période de retour (T)	Coefficient de Montana		Hauteur de pluie maximales (Pjm)	Hauteur de pluie annuelle (Pan)
		a	b		
Korhogo	T= 2ans	613	-0,62	92,1	1638 mm/An
	T= 5 ans	664	-0,56	109	
	T= 10 ans	656	-0,54	128	
	T = 20 ans	670	-0,51	135	
	T= 50 ans	685	-0,49	159	
	T= 100 ans	702	-0,47	187	

c. Données de comptage de trafic

Le comptage du trafic a été réalisé en 2024. Il tient compte d'un paramètre clé qui est le nombre de poids lourds. Cette donnée aura pour but principal de faciliter le dimensionnement de notre route en permettant de déterminer les différentes couches d'épaisseur de notre structure de chaussée. De ce qui précède, le trafic moyen journalier est estimé à 35 poids lourds[3].

d. Données de géotechnique

L'intégration des données géotechniques dans le dimensionnement des structures de chaussées est essentielle, car elle permet de concevoir une structure adaptée à la portance réelle du sol et aux conditions du terrain. Sans cette connaissance préalable du sol support, le dimensionnement risquerait d'être inadapté, entraînant ainsi plus anomalies sur la chaussée comme les affaissements, les bourrelets et les surélévations etc., provoquant aussi des surcoûts inutiles dus à un surdimensionnement excessif. Pour notre projet, la valeur moyenne du CBR prescrit par le CCTP est de 15 [4].

Conclusion Partielle

Au terme de cette première partie, nous retenons que la structure INFRA-TP Ingénieur Conseil joue un rôle déterminant dans le développement des infrastructures en Côte d'Ivoire, notamment à travers ses missions d'études, de conception, de supervision et d'assistance technique dans les domaines du génie civil. Son expérience et son expertise font d'elle un acteur majeur dans la mise en œuvre des projets structurants du pays. Le projet d'aménagement et de bitumage de la route Komborodougou – Sinématiali objet de notre étude s'inscrit pleinement dans la politique nationale de désenclavement et de développement du réseau routier ivoirien. Il contribuera à améliorer les conditions de vie des populations, à faciliter la mobilité des biens et des personnes, et à renforcer la dynamique économique régionale. Ainsi, cette présentation nous a permis de mieux comprendre le cadre institutionnel et technique dans lequel s'insère notre stage, tout en introduisant les bases nécessaires à la poursuite de l'étude technique du projet.

CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Dans ce chapitre, nous effectuerons la description des différentes méthodes utilisées pour mener à bien notre étude cela passe d'abord par la conception géométrique, l'étude structurale de la chaussée, l'étude hydrologique, l'étude hydraulique puis terminer par l'étude structurale des ouvrages d'assainissement.

II.1. Conception géométrique

II.1.1. Choix du type et catégorie de la route

Pour déterminer le type de route, nous nous sommes appuyés sur plusieurs contraintes, telles que la topographie, les implications financières, l'usage prévu, la capacité de circulation et les normes de sécurité afin d'effectuer le choix du type et catégorie de la route.

II.1.2. Tracé en plan

Le tracé en plan est la représentation de la projection de la route sur un plan horizontal. Autrement dit il constitue un chevauchement de courbes et d'alignements droits séparés ou non par des clothoïdes (Courbes de raccordements progressif) [6].

Pour effectuer de le tracé de l'axe en plan, nous avons adopté la méthodologie suivante :

- Identification du début et la fin du projet ;
- Calcul d'un modèle de terrain numérique (MNT) pour une représentation topographique ;
- Choix de la vitesse de référence [6] ;
- Création d'un axe en plan (tracé des alignements droits, raccordement des alignements droits en respectant les rayons adéquats).

Dans le souci de répondre aux différentes contraintes liées à notre projet et aussi dans le souci de répondre aux normes de confort et de sécurité des usagers nous avons conçu notre tracé en plan tout en respectant les précautions suivantes :

- Eviter les alignements droits de plus de 1,1 Km ;
- Eviter les alignements droits de moins de 100 m ;
- Réaliser des raccordements ayant un rayon minimal de 120 m en agglomération et d'un rayon minimal de 900 m en rase campagne.

II.1.3. Profil en long

On appelle un profil en long une représentation d'une coupe verticale passant par l'axe

du projet. Il est composé en général d'éléments rectilignes (pentes ou rampes) caractérisés par leur déclivité et de raccordements circulaires caractérisés par leur rayon. Selon la catégorie retenue, le guide Aménagement des routes principales fournit les valeurs en fonction de la nature du rayon et de la déclivité. Ces valeurs sont résumées dans le tableau II-1.

Tableau II - 1 : Caractéristiques géométriques minimale du profil en long

Catégorie	R80	R60	Routes en relief difficile
Rayon minimal en angle saillant	3000 m	1500 m	1500 m
Rayon minimal en angle rentrant	2200 m	1500 m	700 m
Déclivité maximale	6 %	7 %	8 % (10 % en l'absence de neige ou verglas)

II.1.4. Profil en travers

Pour la conception d'un projet routier, le profil en travers d'une route est représenté par une coupe perpendiculaire à l'axe de la route [6]. En général, le profil en travers nous permet d'avoir des informations comme : la largeur de la chaussée, la largeur des accotements, les talus, la section des ouvrages latéraux et des dévers et la structure de la chaussée. Pour chaque type de catégorie de route, nous avons des valeurs minimales et maximales de dévers qui sont regroupées dans le tableau II-2.

Tableau II - 2 : Valeurs des dévers en fonction des catégories de routes

Catégorie	R80	R60	Routes en relief difficile
Dévers maximal	7%	7%	6%
Dévers minimal	2,5%	2,5%	2,5 %

II.2. Etude structurale des couches de chaussée

Le dimensionnement d'une structure routière désigne le processus d'ingénierie consistant à déterminer de manière rationnelle la composition, les épaisseurs et les propriétés mécaniques des différentes couches de la chaussée en fonction des sollicitations prévues (trafic, conditions climatiques, nature des sols). Il vise à garantir la durabilité, la sécurité et la performance de la route tout au long de sa durée de vie, tout en optimisant les coûts de construction et d'entretien. Dans un premier temps, un prédimensionnement a été réalisé en s'appuyant sur le catalogue de dimensionnement des chaussées élaboré par le LBTP [7] (Norme ivoirienne utilisée pour effectuer le dimensionnement de notre structure de chaussée) . Ce document, tout en reprenant les principes essentiels issus du manuel du CEBTP [8] les enrichit et les adapte aux réalités

spécifiques de la Côte d'Ivoire. Ces adaptations tiennent compte de trois paramètres clés : la zone géographique, la nature des sols et l'intensité du trafic. Par la suite, une vérification du dimensionnement sera effectuée à l'aide du logiciel ALIZE LCPC afin de s'assurer que la structure sera apte à supporter les charges du trafic prévu. Cette vérification s'articule autour des étapes suivantes :

- Caractérisation des matériaux, des épaisseurs et des modules des différentes couches de chaussée selon les prescriptions de la méthode LBTP ;
- Définition de plusieurs variantes d'épaisseurs pour le corps de chaussée ;
- Calcul des contraintes et des déformations admissibles dans chaque couche ;
- Evaluation des contraintes et déformations réelles générées dans la structure sous l'effet du trafic.

Ainsi, pour le dimensionnement de la chaussée, nous avons utilisé la méthode du catalogue LBTP [7], cette méthode définit trois (3) paramètres d'entrée à savoir : la région géotechnique que traverse l'itinéraire concerné, paramètre caractérisé par la lettre (R), la classe de trafic poids lourds cumulé (TCi), et la classe de portance de la plate-forme support de chaussée (PPFi).

II.2.1. Estimation du trafic de dimensionnement

La conception de la structure de chaussée repose essentiellement sur l'intensité du trafic attendu au cours de la période de service définie[9]. La prise en compte du trafic dans le dimensionnement de la chaussée nous permet de créer une infrastructure routière efficace, sure, durable pour les usagers de la route.

a. Différentes classes de trafic

On distingue sept (07) classes de trafic qui couvrent toute la gamme de trafic depuis les trafics très faibles jusqu'aux trafics très forts[7].

II.2.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme

Selon le catalogue de dimensionnement, c'est la portance à long terme sur la plateforme de support de chaussée qui est ainsi considérée. Nous disposons de cinq (05) classes de portance, calculées en fonction du module de Young (E) [7].

a. Détermination de la région géotechnique

Ce découpage, fondé sur la considération des cartes géologiques, pédologiques, climatiques et topographiques, a conduit à distinguer un certain nombre de régions présentant

chacune des caractéristiques relativement homogènes sur le plan des ressources en matériaux, du relief ou du climat. Ces régions, au nombre de sept (07), sont dénommées respectivement R1, R1, R3, R4, R5, R6, R7.

II.2.3. Calcul des sollicitations admissibles et vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC

Ce procédé vise à déterminer la valeur des contraintes et des déformations, puis à les comparer aux valeurs admissibles. Pour que cette structure de chaussée puisse être acceptable il faille que :

- La déformation verticale epsilon t_{adm} (ε_{tadm}), soit inférieure à la valeur admissible ;
- La déformation verticale epsilon zadm (ε_{zadm}), soit inférieure à la valeur admissible ;
- La contrainte sigma t_{adm} (σ_{tadm}), soit inférieure à la valeur admissible.

L'annexe 1 détaillera davantage cette partie.

a. Calcul des sollicitations admissibles

Les différentes formules qui nous permettent de déterminer les valeurs admissibles des matériaux sont les suivantes :

- Matériaux bitumineux :

$$\varepsilon_{tadm} = \varepsilon_{\sigma}(10°C; 25Hz) \times \sqrt{\frac{E(10°C;25Hz)}{E(\theta_{eq};25Hz)}} \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_r \times k_c \times k_s \quad \text{(Equation 1)}$$

- Matériaux traités aux liants hydrauliques :

$$\sigma_{tadm} = \sigma_{\sigma} \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_r \times k_c \times k_s \times k_d \quad \text{(Equation 2)}$$

- Matériaux granulaires non liés :

$$\varepsilon_{zadm} = A \times (NE)^{-0,222} \quad \text{(Equation 3)}$$

Avec:

- Coefficient de risque (k_r = 0,815) ;
- Coefficient de calage (k_c = 1,1) ;
- Coefficient de plateforme (k_s = 1/1,1) ;
- Coefficient de discontinuité (k_d = 1).

b. Explication de la méthode de vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC

La méthode utilisée ci-dessus étant semi-empirique, il est pertinent, pour une plus grande fiabilité de l'étude, de vérifier, par une méthode rationnelle, la tenue de la structure

adoptée sur le sol de fondation. C'est dans ce sens que le logiciel ALIZE LCPC a été utilisé. Les paramètres permettant d'effectuer cette vérification sont les suivantes :

- Le trafic journalier moyen annuel : 43 PL/j ;
- La durée de vie de la chaussée : 15 ans ;
- Le taux d'accroissement géométrique : 7% ;
- Le coefficient d'agressivité moyen (CAM) : 0,8 ;
- La température : 35°C ;
- L'épaisseur des différentes couches ;
- Le module de Young (E) des différentes couches ;
- Le coefficient de poisson (υ) des différentes couches ;
- Le sol support.

II.3. Etude hydrologique

II.3.1. Organigramme de l'étude hydrologique

L'organigramme de l'étude hydrologique permet de mettre au point une méthode d'évaluation des débits de pointe des crues exceptionnelles sur les bassins versants interceptés par le tracé routier, et ceci afin de proposer des éléments de calcul rationnels pour la construction des ouvrages de drainage. Une analyse multicritère des problèmes hydrauliques dans le contexte particulier de la présente route a permis d'élaborer la figure II-1.

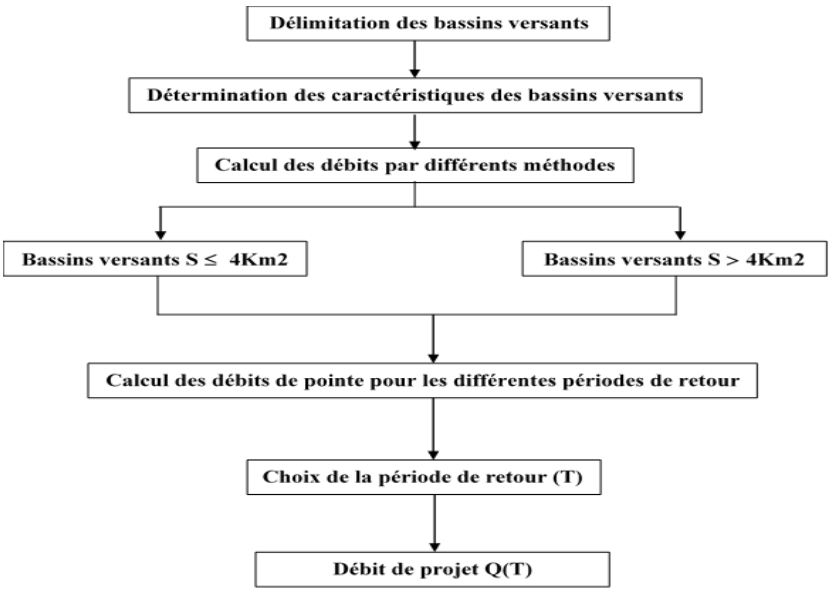


Figure II - 1 : Organigramme de l'étude hydrologique

II.3.2. Délimitation des bassins versants

L'étude des bassins versants consiste à la délimitation des bassins versants des cours d'eau qui coupe l'axe de notre route. Pour réaliser cette étude nous avons importé l'axe de la route sur le logiciel Global Mapper, ainsi la délimitation des bassins versants fait à l'aide du logiciel nous a donné soixante- dix (70) bassins, illustré par la figure II-2.

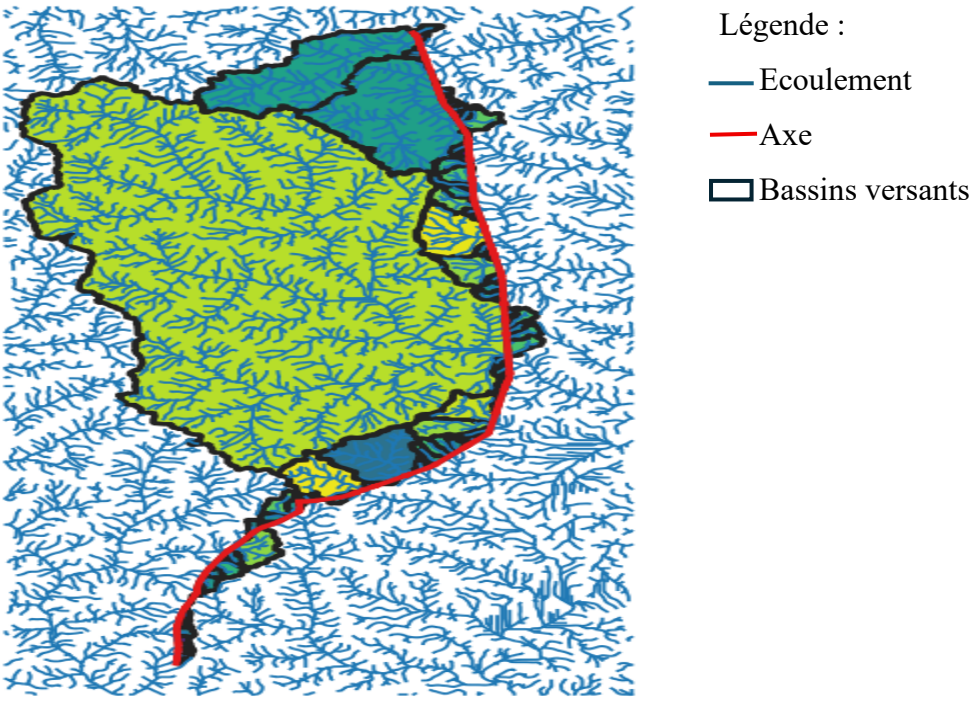


Figure II - 3 : Représentation des bassins versants

II.3.3 Caractéristiques des bassins versants

Les caractéristiques physiques des bassins versants ont été déterminées à l'aide des données planimétriques et altimétriques, fournies par le logiciel global mapper. Ainsi, les caractéristiques physiques obtenues sont les suivantes : la surface, le périmètre, les altitudes maximales et minimales, la pente, et la longueur. Le tableau II-3 présentera un exemplaire des différentes caractéristiques du bassin et le tableau global sera en annexe 2.

Tableau II - 3 : Caractéristiques physiques des bassins versants

Route KOMBORODOUGOU – SINEMATIALI						
Caractéristiques physiques des bassins						
Numéro de bassin versant	**Aire (Km²)**	**Périmètre (Km)**	**Pente (m/m)**	**Longueur (Km)**	**Altitudes maximales (m)**	**Altitude minimales (m)**
Bassin versant 1	0,1072	1,759	0,053	0,152	348	327
Bassin versant 2	0,0596	1,391	0,047	0,062	353	337
Bassin versant 3	0,083	1,606	0,044	0,067	355	339
Bassin versant 4	0,1631	2,038	0,047	0,072	351	333
Bassin versant 5	0,0555	1,405	0,061	0,064	352	335
Bassin versant 6	0,0806	1,454	0,055	0,06	352	337
Bassin versant 7	0,2275	2,676	0,047	0,092	347	328
Bassin versant 8	0,1454	2,103	0,046	0,079	351	329
Bassin versant 9	0,3699	3,337	0,053	0,106	360	329
Bassin versant 10	0,1908	2,905	0,044	0,111	360	325
Bassin versant 11	1,267	6,266	0,045	0,271	363	324
Bassin versant 12	0,1657	2,217	0,051	0,08	369	344
Bassin versant 13	0,0627	1,216	0,056	0,051	361	347
Bassin versant 14	0,2062	2,259	0,043	0,076	363	341
Bassin versant 15	0,4835	4,854	0,041	0,158	370	340
Bassin versant 16	0,1786	2,511	0,044	0,093	364	337
Bassin versant 17	0,02388	0,96	0,046	0,049	358	349
Bassin versant 18	0,1057	1,798	0,056	0,072	374	353
Bassin versant 19	0,0609	1,422	0,051	0,064	365	351

II.3.4. Méthodes de calcul des débits aux exutoires

Trois méthodes de calcul des débits ont été retenues, qui sont : Pour les bassins versants dont la superficie (S) est inférieure à 4 Km²,l'estimation des débits est basée sur la méthode rationnelle[10].Pour les bassins versants dont la superficie (S) est supérieure à 4 Km² et comprise entre 4 km² et 200 km², l'estimation des débits est basée sur la méthode ORSTOM élaborée dans le cadre de l'estimation des débits des crues décennales, pour les petits bassins en Afrique tropicale [11]. Et pour les bassins versants dont la superficie (S) est inférieure à 4Km² en zone urbaine, l'estimation des débits est basée sur la méthode de Caquot [10].

a. Méthode rationnelle

Pour les petits bassins versants, dont la superficie est inférieure à 4 Km^2[10], la méthode utilisée est la méthode rationnelle.

$$Q_{max} = 0{,}278\ CIA[10] \quad \text{(Equation 4)}$$

Avec :

- Q : Débit (m^3/s) ;

- C : Coefficient de ruissellement ;
- I : Intensité de la pluie relative au temps de concentration (en mm/h) ;
- A : Superficie du bassin versant (Km^2).

L'intensité de la pluie : La formule de détermination de l'intensité de pluie est la suivante.

$$I(t) = a \times t_c^{-b} [10] \text{ (Equation 5)}$$

Avec :

- a et b : Coefficients de Montana ;
- t_c : Temps de concentration du bassin versant.

Le temps de concentration : Il représente l'intervalle requis pour qu'un écoulement issu de la zone la plus reculée du bassin atteigne l'exutoire. Divers modèles empiriques permettent son estimation à savoir la formule de KIRPICH et la formule de RICHARDS.

Formule de KIRPICH : $T_C = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1,15}}{H^{0,38}} [10]$ (Equation 6)

Avec :

- T_C : le temps de concentration (min) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique (m) ;
- H : La dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin (m).

Formule de Richards : $\frac{T^3_C}{T_C+1} = 9.8 \frac{K \times L^2}{CR \times P} [10]$ (Equation 7)

Avec :

- T_C : le temps de concentration (h) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique (km) ;
- K : Coefficient fonction du produit CR ;
- C : le coefficient de ruissellement du bassin versant ;
- P : la pente du bassin versant ;
- $R = H + \frac{H}{T_C} [10]$ (Equation 8) ;
- (H = Hauteur d'eau tombée en min pendant ma durée T_C en heures).

Pour ce projet, la formule de KIRPICH a été utilisée pour effectuer les calculs de débit.

La période de retour : **C'**est un paramètre qui a pour but d'estimer la fréquence avec laquelle un événement hydrologique particulier peut survenir sur une durée donnée. Dans le cadre de la conception d'ouvrages hydrauliques, il est primordial de considérer les phénomènes hydrologiques extrêmes. Cette notion permet de déterminer l'intensité probable de ces événements et de dimensionner les infrastructures en conséquence. Ainsi pour notre projet nous avons décidé de prendre une période de retour de 10ans

Coefficient de ruissellement : La valeur du coefficient (C) est extrêmement variable. Ce coefficient dépend essentiellement de la morphologie, de l'occupation du sol, du relief et de la perméabilité des terrains constituant les bassins versants[10]. Le tableau II-4 présente les valeurs du coefficient de ruissellement.

Tableau II - 4 : Coefficient de ruissellement

Nature	Valeur de C							
	Petits bassins de 0 à 10Ha présentant une pente de				Bassins moyens de 10 à 400Ha présentant une pente de			
	Moins de 5%	de 5 à 10%	de 10 à 30%	Plus de 30%	Moins de 5%	de 5 à 10%	de 10 à 30%	Plus de 30%
Plateformes et chaussées de routes ; cours	0,95	-	-	-	-	-	-	-
Terrains dénudés, ou à végétation non couvrante	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,75	0,80	0,85
Terrains déjà attaqués par l'érosion	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,75	0,80	0,85
Labours frais	0,80	0,85	0,90	0,95	0,70	0,75	0,80	0,85
Culture couvrantes, céréales hautes	0,75	0,80	0,85	0,90	0,52	0,60	0,72	0,80
Terrains de parcours, chiendent ras	0,75	0,80	0,85	0,90	0,52	0,60	0,72	0,80
Petite brousse clairsemée	0,75	0,80	0,85	0,90	0,52	0,60	0,72	0,80
Prairies	0,70	0,75	0,80	0,85	0,30	0,36	0,42	0,50
Brousse dense savane à sous-bois	0,70	0,75	0,80	0,85	0,30	0,36	0,42	0,50
Forêt ordinaire en futaie	0,30	0,50	0,60	0,70	0,13	0,20	0,25	0,30
Sous-bois touffus	0,30	0,50	0,60	0,70	0,13	0,20	0,25	0,30
Grande forêt primaire	0,20	0,25	0,30	0,40	0,15	0,18	0,22	0,25

b. Méthode d'ORSTOM

Pour les bassins versants, dont la superficie est supérieure à 4 km², la méthode utilisée

est celle d'ORTSOM.La formule de calcul est la suivante :

$$Q_{r10} = A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{T_{b10}} [11] \text{ (Equation 9)}$$

Avec :

- A : Le coefficient d'abattement ;
- P_{10} : La hauteur de pluie journalière décennale (mm) ;
- K_{r10} : Le coefficient de ruissellement correspondant ;
- α_{10} : Le coefficient de pointe correspondant à la crue décennale ;
- S : La superficie du bassin versant (km²) ;
- T_{b10}: Le temps de base correspondant à la crue décennale (h).

Le coefficient d'abattement A : Il est établi à partir de l'expression simplifiée de G. Vuillaume[11]:

$$A = 1 - \frac{(161-0{,}042.P_{an}).logS}{1000} [11] \text{(Equation 10)}$$

Avec :

- S : Superficie du bassin versant (Km²) ;
- Pan : Précipitation moyenne annuelle (mm).

Le temps de base T_{b10}: Il est estimé à l'aide d'abaque en fonction des caractéristiques géomorphologiques de chaque bassin versant. Dans ce processus de détermination du temps de base, les auteurs de cette méthode ont classé les bassins versants en six catégories en fonction des pentes transversales et longitudinales en leur affectant un indice R[10].

Les coefficients de ruissellement K_{r10}: Ils sont estimés à l'aide d'abaque, ils sont fonctions de la classe de la perméabilité, de la pente et de la superficie du bassin versant. On classifié cinq catégories de bassins[10].

Le coefficient de pointe α_{10}: Il a été déterminé par des auteurs à partir des crues unitaires ou voisines à très forts ruissèlements et cette valeur est égale à 2,6 [10].

La pluie journalière décennale : C'est la quantité de pluie qui peut être attendue en moyenne sur une période de retour.

c. Méthode de Caquot

Pour les bassins versants, dont la superficie est inférieure à 4 km² en zone urbaine, la méthode utilisée est celle de Caquot. L'équation 11 de calcul est la suivante :

$$Q_P = m \times K^{(1/u)} \times I^{(v/u)} \times C^{(1/u)} \times A^{(w/u)}[10] \text{ (Equation 11)}$$

Avec :

- $K = \frac{0,5^{b \times a}}{6,6}$ (Equation 12);
- $u = 1 + 0,287b$ (Equation 13);
- $v = -0,41b$ (Equation 14);
- $w = 0,95 + 0,507b$ (Equation 15);
- $u = \frac{0,84b}{(1+0,287b)}$ (Equation 16);
- $M = \frac{L}{\sqrt{A}}$ si $M \neq 2$ (Equation 17);
- $Q_{Cor} = m \times Q_{brut}$ (Equation 18);
- $m = (\frac{M}{2})^{0,7 \times b}$ (Equation 19) ;
- Q (m^3/s) : Débit maximal à l'exutoire ;
- I (m/m) : Pente moyenne du BV ;
- C : Coefficient de ruissellement ;
- A : Superficie du BV en ha (en m^2 pour le calcul de l'allongement), a, b : coefficients de Montana, k, u, v, w : coefficients d'ajustement ;
- M : Allongement du BV, m : facteur correctif en fonction de la morphologie du BV.

II.4. Etude hydraulique

II.4.1. Hypothèses de dimensionnement

Le dimensionnement hydraulique de chaque ouvrage s'est fait sur la base des méthodes développées par le BCEOM [10]. Ces méthodes permettent de calculer la section de l'ouvrage à partir des caractéristiques hydrologiques du bassin versant. Pour les ouvrages hydrauliques (buses, dalots, caniveaux, fossés etc..), les sections d'ouverture seront calculées en sortie dénoyée ou noyé avec un écoulement à la surface libre (profondeur d'eau en amont de l'ouvrage inférieure ou égale à 1,25 fois le diamètre ou la hauteur de l'ouvrage) et une vitesse de sortie inferieure à 4m/s [12]. Les dimensions de ces ouvrages prennent en compte les enquêtes des côtés des plus hautes eaux effectuées sur le terrain et l'influence de la perturbation d'écoulement de certaines rivières.

a. Choix des types d'ouvrage transversale

Pour effectuer le choix de type d'ouvrages transversaux à savoir les dalots et les buses, le manuel ont établies un certain nombre de règle à suivre qui sont les suivantes :

- Les buses seront choisies dans le cas où les débits obtenus sont inférieurs à 10 m^3/s, aussi la hauteur minimale de remblai pour la mise en œuvre sera de 80 cm[10].
- Quant aux dalots, ils seront choisis dans le cas où les débits obtenus sont supérieurs ou égaux à 10 m^3/s [10] ; ils ne nécessitent aucune spécification sur la hauteur de remblai.

II.4.2. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages d'assainissement transversaux

a. Dalot

Le dimensionnement de l'ouvrage passe par des calculs intermédiaires pour la détermination des variables adimensionnelles Q*, H*, Ic* dont les expressions sont les suivantes :

- **Niveau d'eau en amont**

Le niveau d'eau amont (H1) est déterminé à l'aide des formules et des variables adimensionnelles suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{S\sqrt{2gD}} [10] \text{ (Equation 20)}$$

$$H^* = \frac{H1}{D} [10] \text{ (Equation 21)}$$

$$q = \frac{Q}{N} [10] \text{ (Equation 22)}$$

Avec :

- D : Hauteur interne du dalot en (m) ;
- S : Section interne de l'ouvrage en (m^2) ;
- H1 : Tirant d'eau en amont de l'ouvrage (m) ;
- g : Accélération de la gravité (m/s^2) ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m^3/s). Il est fonction du débit de projet Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser ;
- N : Nombre de cellule.

Connaissant le débit (q) à évacuer par une section d'ouvrage, on se donne une première valeur hauteur (D) en fonction des caractéristiques du dalot au droit de l'ouvrage. Cela permet

d'estimer la largeur interne (B) du dalot. On déduit la valeur de la variable (Q*) à partir du débit (q) et des dimensions du dalot.

La détermination de (H*) se fait à l'aide de l'abaque figure 77, du manuel BCEOM page 248[10]. Connaissant (H*), on déduit le niveau d'eau en amont (H1) grâce à l'expression de l'équation 21.

Si H* > 1,25 alors il faudra reconsidérer la valeur de la largeur interne du dalot et reprendre la procédure énoncée précédemment jusqu' à obtenir une valeur H* ≤ 1,25.

- **Pente critique longitudinale**

La pente critique longitudinale a été déterminée à l'aide des variables adimensionnelles Q* et Ic* suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{gB^5}} [10] \text{ (Equation 23)}$$

$$I_c^* = \frac{Ic}{\frac{g}{(Ks^2\, B^{1/3})}} [10] \text{ (Equation 24)}$$

Avec :

- B : Largeur interne du dalot en (m) ;
- Ic : Pente critique longitudinale du dalot ;
- g : Accélération de la gravité (m/s²) ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m^3/s). Il est fonction du débit de projet Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser.
- Ks : 70 pour les dalots en béton
- Q* est calculé dans le premier temps. Ic* est obtenu à l'aide de l'abaque figure 82, du manuel BCEOM page 258 [10]. Connaissant Ic*, on déduit la pente critique Ic grâce à l'expression de l'équation 24.

- **Vitesse d'écoulement**

La vitesse d'écoulement a été déterminée à l'aide des variables adimensionnelles Q* et V* suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{K_s I^{1/2} B^{8/3}} [10] \text{ (Equation 25)}$$

$$V^* = \frac{V}{K_s I^{1/2} B^{2/3}} [10] \text{ (Equation 26)}$$

$$V = V^{*}K_{s}I^{1/2}B^{2/3}[10] \text{ (Equation 27)}$$

Avec :

- B : Largeur interne du dalot en (m) ;
- I : Pente longitudinale du dalot ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m^3/s). Il est fonction du débit de projet
- Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser.
- Ks : 70 pour les dalots en béton

Q* est calculé dans le premier temps. V* est obtenu à l'aide de l'abaque figure 84, du manuel BCEOM page 263[10].

Connaissant V*, on déduit la vitesse V grâce à l'expression de l'équation 27.

b. Buses

Le dimensionnement de l'ouvrage passe par des calculs intermédiaires pour la détermination des variables adimensionnelles Q*, H*, Ic* dont les expressions sont les suivantes :

- **Niveau d'eau amont**

Le niveau d'eau amont (H1) est déterminé à l'aide des formules et des variables adimensionnelles suivantes :

$$Q^{*} = \frac{q}{\sqrt{2gD^{5}}}[10] \text{ (Equation 28)}$$

$$H^{*} = \frac{H1}{D} \text{ (Equation 29)}$$

$$q = \frac{Q}{N} \text{ (Equation 30)}$$

Avec :

- D : Diamètre de la buse en (m) ;
- H1 : Tirant d'eau en amont de l'ouvrage (m) ;
- g : Accélération de la gravité ($m.s^2$) ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m^3/s). Il est fonction du débit de projet Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser.
- N : Nombre de buse.

Connaissant le débit (q) à évacuer par une section d'ouvrage, on se donne une première valeur du diamètre (D). On déduit la valeur de la variable (Q*) à partir du débit (q) et des dimensions de la buse.

La détermination de (H*) se fait à l'aide de l'abaque figure 72, du manuel BCEOM page 237[10]. Connaissant (H*), on déduit le niveau d'eau en amont (H1) grâce à l'expression de l'équation 29.

Si H* > 1,25 alors il faudra choisir une valeur du diamètre de la buse ou du nombre de buse et reprendre la procédure énoncée précédemment jusqu' à obtenir une valeur H* ≤ 1,25.

- **Pente critique longitudinale**

La pente critique longitudinale a été déterminée à l'aide des variables adimensionnelles Q* et Ic* suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{\sqrt{g(D/2)^5}} [10] \text{ (Equation 31)}$$

$$I_c^* = \frac{\text{Ic}}{\frac{\text{g}}{(\text{Ks}^2 (\frac{D}{2})^{1/3})}} [10] \text{ (Equation 32)}$$

Avec :

- D : Diamètre de la buse en (m) ;
- Ic : Pente critique longitudinale de la buse ;
- g : Accélération de la gravité (m.s²) ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m3/s). Il est fonction du débit de projet Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser.
- Ks : 70 pour les buses en béton

Q* est calculé dans le premier temps. Ic* est obtenu à l'aide de l'abaque figure 79, du manuel BCEOM page 254 [10].

Connaissant Ic*, on déduit la pente critique Ic grâce à expression de l'équation 32.

- **Vitesse d'écoulement**

La vitesse d'écoulement a été déterminée à l'aide des variables adimensionnelles Q* et V* suivantes :

$$\text{Q}^* = \frac{\text{q}}{\text{K}_\text{s}\text{I}^{1/2}(\frac{\text{D}}{2})^{8/3}} [10] \text{ (Equation 33)}$$

$$\text{V}^* = \frac{\text{V}}{\text{K}_\text{s}\text{I}^{1/2}(\frac{\text{D}}{2})^{2/3}} [10] \text{ (Equation 34)}$$

$$\text{V} = \text{V}^*\text{K}_\text{s}\text{I}^{1/2}\text{B}^{2/3} [10] \text{ (Equation 35)}$$

Avec :

- D : Diamètre de la buse en (m) ;

- I : Pente longitudinale de la buse ;
- q : débit de dimensionnement de l'ouvrage en (m^3/s). Il est fonction du débit de projet Qp et du nombre de section d'ouvrage à réaliser.
- Ks : 70 pour les buses en béton

Q* est calculé dans le premier temps. V* est obtenu à l'aide de l'abaque figure 83, du manuel BCEOM page 261. Cet abaque est joint en annexe. Connaissant V*, on déduit la vitesse V grâce à l'expression de l'équation 35.

Les résultats issus de tout cet argumentaire seront consignés dans le tableau III-5 et les détails des calculs seront en annexe 2.

III.4.3. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages longitudinaux

Le principe de dimensionnement, qui est relativement simple, consiste à déterminer les dimensions de l'ouverture hydraulique de nos ouvrages ceci en fonction des contraintes relatives à l'espace disponible ainsi que les difficultés de mise en œuvre, tout en veillant à ce que la vitesse de l'écoulement au sein de l'ouvrage ne soit ni trop faible, ni trop importante. Dans le cadre de notre projet, la canalisation sera réalisée en béton ,on veillera donc à ce que la vitesse de l'écoulement soit inférieur à 4 m/s[12]. La formule utilisée est celle de Manning-Strickler qui se présente comme suit :

$$Q = K_s \times S \times R^{2/3}{}_h \times \sqrt{I}[10] \text{ (Equation 36)}$$

Avec :

- Q : le débit dans le caniveau (m^3/s) ;
- S : la section mouillée du caniveau (m) avec S = b*y en m^2 ;
- P : le périmètre mouillé (m) ;
- R : le rayon hydraulique (m) avec Rh = S/P ;
- Ks : le coefficient de Manning-Strickler (égal 70 pour le béton armé) ;
- I : la pente longitudinale du collecteur en m/m.

II.5. Etudes structurales des ouvrages hydrauliques

III.5.1. Normes et règlements

L'ouvrage sera dimensionné conformément aux normes définies :

- Fascicule 62 titre V : Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de Génie civil [13];
- Fascicule 61 titre II : Conception, calcul et épreuves des Ouvrages d'Arts [14] ;

- Guide de conception des ponts-cadre et portique (SETRA) [15].
- BAEL 91 modifié en 99 [16]

III.5.2. Hypothèses de calcul

a. Béton

Dans le souci de garantir la stabilité de l'ouvrage, les questions portant sur certaines règles de durabilité des ouvrages ont été prises en compte dans la détermination de la classe du béton, de la formulation et l'enrobage.

Ce processus commence d'abord par la détermination de la classe d'exposition de l'ouvrage en fonction de l'environnement immédiat. Le tableau II-5 montre ces différentes classes.

Tableau II - 5 : Classe d'exposition de l'ouvrage

Classe d'exposition		Caractéristiques de l'environnement
Pas de risque d'attaque ni de corrosion	X0	Très sec, taux d'humidité très faible
Carbonatation provoquant la corrosion du béton	XC1	Toujours sec ou humide
	XC2	Plus souvent humide, quelque fois sec
	XC3	Modérément humide
	XC4	Alternativement humide ou sec
Exposition au gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage	XF1	Faible exposition au gel sans agents antigel
	XF2	Faible exposition au gel avec agents antigel
	XF3	Forte exposition au gel sans agents antigel
	XF4	Forte exposition au gel avec agents antigel

Notre ouvrage est situé dans un environnement ayant comme caractéristiques alternativement humide et sèche, ce qui donne une classe d'exposition XC4. Le tableau II-6 permet de déterminer la classe du béton en fonction de la classe d'exposition.

Tableau II - 6 : Classe de béton en fonction de la classe d'exposition

Désignation	X0	XC1/XC2	XF1, XC3, XC4, XD1	XF2	XF3	XF4
Eeff/liant éq maxi	-	0,65	0,60	0,55	0,55	0,45
Résistance mini	-	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Liant éq, mini	150	260	280	300	315	340
Air mini	-	-	-	4	4	4
Additions maxi	0,3	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Nature ciment	-	-	-	-	-	-

Pour la détermination de l'enrobage, on utilise les expressions s regroupées dans le tableau II-7.

Tableau II - 7 : Détermination de l'enrobage

Désignation	Formule	Résultat
HR : humidité relative de la zone concernée (%)	-	85 [17]
$f(HR)$	$f(HR) = -3{,}5833HR^2 + 3{,}4833HR + 0{,}2$[18]	0,62
t : la durée de vie (an)	-	30
γ : Le coefficient d'exposition à la carbonatation	-	0,9[18]
Rc28 (MPa)	-	25
K	$K = \sqrt{365}\left(\frac{1}{2{,}1\sqrt{Rc28}} - 0{,}06\right)$[18]	0,67
X(t) : La profondeur de carbonatation ou encore l'enrobage min (cm)	$X(t) = \gamma \times f(HR) \times k \times \sqrt{t}$[18]	3

Le tableau II-8 présente les caractéristiques mécaniques du béton.

Tableau II - 8 : Caractéristiques mécaniques du béton

Désignation	Formule	Résultat
f_{c28} : Résistance à la compression à 28 jours (MPa)	-	25
f_{t28} : Résistance à la traction à 28 jours (MPa)	$0,6 + 0,06 * f_{c28}$	2,1
f_{bu} : Contrainte admissible du béton à l'ELU (MPa)	$\frac{0,85 * f_{c28}}{\gamma_b}$	14,17
σ_{bc} : Contrainte admissible du béton à l'ELS (MPa)	$0,6 * f_{c28}$	15
Le diamètre du plus gros granulats (mm)	-	25
Le coefficient de sécurité (γ_b)	-	1,5

b. Acier

- Type : HA (Haute Adhérence) ;
- Nuance : FeE400 ;
- Coefficient de sécurité γ_s=1,15 ;
- Coefficient d'adhérence η=1,6 ;
- Contrainte limite des aciers à L'ELS σ_{st}=min $\{\frac{2}{3}Fe; max(\frac{1}{2}Fe; 110\sqrt{\eta Ftj})\}$= 250 MPa.

c. Matériaux de remblai et sol support

- Poids volumique du remblai : γd = 20 KN/m^3 ;
- Angle de frottement interne : $\emptyset$ = 30° ;
- Coefficient de poussée des terres : Ka = 0,33.

d. Surcharges routières

Nous considérerons les surcharges suivantes : les surcharges du système A, les surcharges de système B (Bc, Bt, Bc Niger) et le système Mc120.

Conclusion Partielle

Ce chapitre a permis d'établir les bases techniques essentielles du projet, depuis le choix du type et de la catégorie de la route jusqu'au dimensionnement des différents éléments constitutifs de l'infrastructure. La conception géométrique a été réalisée dans le respect des normes en vigueur, quant au dimensionnement de la structure de chaussée, elle est fondée sur la méthode du catalogue LBTP et vérifié à l'aide d'ALIZE LCPC afin de garantir la capacité portante et la durabilité de la route face au trafic projeté. Aussi des études hydrologiques et hydraulique ont été menées de manière à dimensionner les ouvrages hydrauliques pouvant assurer une gestion efficace des eaux et la pérennité de l'ouvrage.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans Ce chapitre, il sera question de présenter les différents résultats obtenus lors de notre étude.

III.1. Conception géométrique

III.1.1. Choix du type et catégorie de la route

Pour ce projet, nous avons opté pour une route de type R qui correspond à la catégorie des routes régionales ou départementales définie dans la norme ARP [5]. Pour les types de routes R, on distingue deux catégories à savoir :

- La catégorie R60 qui, en relief vallonné, permet généralement de réaliser un bon compromis entre les coûts et le confort ;
- La catégorie R80 qui est généralement bien adaptée lorsque les contraintes de relief sont faibles [5].

Pour chaque type de catégorie de route, nous avons des valeurs minimales de rayon qui sont regroupées dans le tableau III-1.

Tableau III - 1 : Caractéristiques géométriques minimales en plan de la route selon la norme ARP

Catégorie	R80	R60	Routes en relief difficile
Rayon non déversé (Rnd)	900 m	600 m	400 m
Rayon au dévers minimal (Rdm)	650 m	450 m	250 m
Rayon minimal (Rm)	240 m	120 m	40 m ou moins

Nous opterons pour une catégorie de route (R80) en rase campagne avec un rayon non déversé de 900 m et une catégorie de route (R60) en agglomération avec un rayon minimal de 120 m.

III.1.2. Tracé en plan

Notre axe en plan comptera au total 59 alignements et 58 raccordements circulaires. Le ratio d'alignement droit et de raccordement circulaire obtenu pour notre projet est consigné dans le tableau III-2, et le listing de l'axe en plan sera en annexe 1.

Tableau III - 2 : Analyse du tracé en plan

Nom du projet	Caractéristique	Valeur du rayon (m)	Nombre d'utilisation	Longueur développée (m)	Pourcentage	Interprétation
Route Komborodougou – Sinématiali	Plus petit rayon	120	2	158,29	1 % par rapport au linéaire courbe	Tracé en plan acceptable car il respecte les prescriptions de la norme ARP qui recommande que le pourcentage d'alignement droit doit être supérieur ou égal à 50 % et que le pourcentage d'alignement droit doit supérieur au pourcent de raccordement circulaire
	Autres rayons	15000	1	1087,08	2.,1 % par rapport au linéaire courbe	
		20000	1	1070,81	2,2 % par rapport au linéaire courbe	
	Plus grand rayon	25000	3	802,54	7,5 % par rapport au linéaire courbe	
	Rayon Moyen	8589	-	-	-	
	Total raccordement circulaire (courbe)	-	-	10828,83	34,1 % par rapport au linéaire total de la route	
	Total alignement droit	-	-	20939,57	65,9 % par rapport au linéaire total de la route	
	Plus grand alignement droit	1040,57	1	1040,57	5 % par rapport au linéaire d'alignement droit	
	Pourcentage totale par rapport au linéaire total de la route : 100 %					
	Linéaire totale : 31768,40 m					

La figure III-1 illustre la répartition des pourcentages de tracé d'alignement droit et de raccordement circulaire.

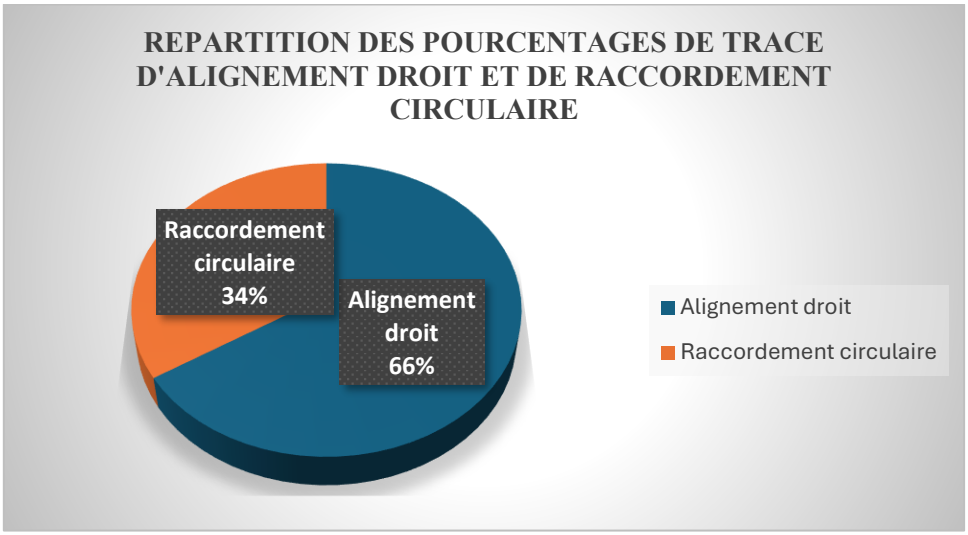


Figure III - 1 : Répartition des pourcentages de tracé d'alignement droit et de raccordement

III.1.3. Profil en long

Nous opterons pour la catégorie R80 avec un rayon minimal en angle saillant de 3000 m et un rayon minimal en angle rentrant de 2200 m. De ce fait, le calage de la ligne rouge de notre projet a été réalisé tout en tenant compte de la hauteur des différents ouvrages hydrauliques (Dalots, buses etc.) et aussi des valeurs minimales et maximales des pentes et rampes (comprise entre 0,5% et 6 %) [5]. Ainsi, nous avons obtenu pour notre projet un volume de remblai égale à 314 448 (Trois cent quatorze mille quatre cent quarante-huit) m^3 et un volume de déblai égale à 263 046 (Deux cent soixante-trois mille quarante-six) m^3.

III.1.4. Profil en travers

On utilise les devers maximal dans le cas des chaussées non-bidirectionnelle et les devers minimal dans le cas des chaussées bidirectionnelle.

Pour ce projet, on a utilisé un devers minimal de 2,5 % pour la chaussée comme pour l'accotement. Aussi, la chaussée réalisée est en toit c'est-à-dire bidirectionnelle avec pour caractéristiques suivantes consignés dans le tableau III-3. Le profil en travers sera détails dans l'annexe 1.

Tableau III - 3 : Caractéristiques de la chaussée

	Agglomérations	En rase-campagne
Types de voies	2 x 1 voie (3,5 m/ voie)	2 x 1 voie (3,5 m/ voie)
Largeurs de la chaussée	7 m	7 m
Largeurs de l'accotement	1,5 m	1,5 m

III.2. Etude structurale des couches de chaussée

III.2.1. Estimation du trafic de dimensionnement

Les données d'estimation du trafic seront récapitulées dans le tableau III-4.

Tableau III - 4 : Trafic du dimensionnement

Désignation	Formule	Valeur
Année de comptage	-	2024
Année de mise en service	-	2027
Durée de service (n)	-	15
Année de fin de service	-	2042
Taux d'accroissement géométrique(i)	-	7%
Coefficient d'agressivité moyen (CAM)	-	0,8
TMJ en 2024	-	35
TMJA en 2027	$T_{MJA} = T_{MJ} \times (1+i)^{2027-2024}$[9]	43
Trafic cumulé pendant la durée de vie (NPL)	$N_{PL} = 365 \times T_{MJA} \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$[9]	0,39440 x 10^6
NE pendant la durée de vie	$NE = CAM \times NPL$[9]	0,31552 x 10^6

Justification du choix de certains paramètres : En nous référant au manuel pour la conception et le dimensionnement des chaussées neuves en Côte d'Ivoire, version révisée de juin 2022, le choix du coefficient d'agressivité moyen (CAM) a porté sur la valeur de 0,8 [7]. Cette valeur est prise en tenant compte des valeurs d'agressivité observées annuellement sur le réseau routier national. Quant à la durée de vie de 15 ans, elle a été prise parce que nous sommes dans le cas d'une voie interurbaine. Pour le taux d'accroissement géométrique, la valeur prise en compte est de 7 %, car en Côte d'ivoire les règles de dimensionnement préconisent un taux généralement compris entre 5% et 7% [7].

La valeur du trafic à considérer est celle du trafic poids lourds cumulé sur la durée de dimensionnement exprimée en nombre d'essieux équivalents (NE) de 130 kN, l'essieu de référence étant l'essieu isolé à roues jumelées[9].

a. Différentes classes de trafic

Ainsi, la valeur du trafic lourd cumulé exprimé en nombre d'essieux nous permet de conclure que nous sommes dans le cas d'un trafic TC2 car 0,31552 x 10^6est compris entre 0,2 x 10^6 et 0,5 x 10^6.Le tableau III-5 présente les différentes classes de trafic.

Tableau III - 5 : Classes de trafic poids lourds cumulé exprimé en nombre d'essieux équivalents de 130 KN

	TC1	TC2	TC3		TC4		TC5		TC6		TC7	
			TC3$^-$	TC3$^+$	TC4$^-$	TC4$^+$	TC5$^-$	TC5$^+$	TC6$^-$	TC6$^+$	TC7$^-$	TC7$^+$
NE(x10^6)	0,07 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 0,9	0,9 à 1,5	1,5 à 2,5	2,5 à 4,0	4,0 à 6,5	6,5 à 10	10 à 16	16 à 25	25 à 35	35 à 50

III.2.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme

Etant donné que nous sommes dans une zone où nous rencontrons des sols grenus, le module E sera estimé à cinq (05) fois la portance CBR (E= 5CBR) [8]. Nous obtenons un module de Young (E) de 75 MPa ce qui nous donne une classe de portance PPF2.

Le tableau III-6 présente ces différentes classes.

Tableau III - 6 : Classes de portance à long terme de la plate-forme support de chaussée

Classe	PPF1	PPF2	PPF3	PPF4	PPF5
Module (MPa)	20 à 50	50 à 80	80 à 120	120 à 200	>200

a. Détermination de la région géotechnique

Étant donné que notre projet se situe dans la zone nord du pays, nous serons dans la région géotechnique 5 (R5) avec comme matériaux de chaussée présents dans cette zone la GNT et du graveleux ferrugineux de G1 et G2. La carte représentative de ces différentes régions ainsi que le tableau des matériaux de chaussée seront en annexe 1.

III.2.3. Détermination de la nature et de l'épaisseur des différentes couches de chaussées

a. Proposition des variantes de structures de chaussées selon le catalogue LBTP

A partir du catalogue de dimensionnement, nous avons proposé trois (3) structures de chaussées en tenant compte des paramètres d'entrée de notre projet qui sont : la région géotechnique (R5), la classe de la plateforme (PPF2) et le trafic poids lourds (TC2). Les fiches justificatives des structures de chaussée sont consignées en annexe 1. Les propositions de structures sont référées dans le tableau III-7 et l'annexe 1 présentera la carte des régions géotechniques en Côte d'Ivoire, y compris les ressources de chaque région et les différentes structures de chaussée de chaque variante.

Tableau III - 7 : Proposition des structures de chaussées

Région géotechnique	Classe de plateforme	Classe de trafic	Couche de chaussée	Variante 1	Variante 2	Variante 3
R5	PPF2	TC2	Revêtement	5cm de BB	5cm de BB	5cm de BB
			Base	20 cm de GNT 0/20	10 cm de GNT 0/20	15 cm de GLa2
			Fondation	20 cm de GNT 0/20	30 cm de GLa1	30 cm de GLn

Le tableau III-7 présente trois variantes de structure de chaussée étudiées pour une route située en région géotechnique R5, reposant sur une plateforme de classe PPF2 et destinée à un trafic de catégorie TC2. Les trois variantes de structure de chaussée ont un revêtement identique constitué de 5 cm de béton bitumineux (BB), ce qui est cohérent avec les exigences d'un trafic moyen. Concernant les matériaux des autres couches de chaussée situées au niveau de la fondation et de la base, elles ont été sélectionnées en tenant compte de la disponibilité des matériaux dans la zone à savoir la grave non traité (GNT) et le graveleux latéritique (GL).

En effet, la variante 1 propose de la grave non traitée (GNT 0/20), avec une épaisseur de 20 cm en couche de base et en fondation. Cette solution technique offre une bonne capacité portante et une excellente stabilité à la structure de chaussée. La Variante 2 propose du graveleux non traité (GNT 0/20), avec une épaisseur de 10 cm en couche de base et du graveleux latéritique amélioré à 1% de ciment (GLa1), avec une épaisseur de 30 cm en couche de fondation. Le matériau graveleux latéritique amélioré à 1% de ciment offre une bonne compatibilité avec les couches supérieures, et diminue les risques de fissurations de la chaussée

tandis que la grave non traitée (GNT 0/20) offre une bonne capacité portante et une excellente stabilité. Par terminer, la Variante 3 propose exclusivement des matériaux latéritiques, avec une épaisseur de 15 cm de graveleux latéritique amélioré 2% de ciment (GLa2) en base et une épaisseur de 30 cm de graveleux latéritique naturel (GLn) en fondation. Le graveleux latéritique naturel (GLn) assure une bonne résistance en fondation tandis que le graveleux latéritique amélioré 2% de ciment (GLa2) offre une bonne compatibilité avec les couches supérieures, et diminue les risques de fissurations de la chaussée

b. Critère de notation

Afin d'établir le choix définitif de notre structure de chaussée une analyse a été mené sur certains nombre de critères noté sur une échelle de 0 à 3. Le tableau III-8 présente les critères de notation des structures de chaussées.

Tableau III - 8 : Critère de notation

Critères	Critère de notation			
	0	1	2	3
Coût de réalisation	Très cher	Cher	Moyennement cher	Pas Cher
Durabilité de l'ouvrage	Pas durable	Peu durable	Assez durable	Très durable
Impact sur l'environnement	Très impactant	Moyennement impactant	Peu Impactant	Pas impactant
Facilité de mise en œuvre	Très complexe	Moyennement complexe	Peu complexe	Pas complexe
Disponibilité des matériaux	Pas disponible	Peu disponible	Assez disponible	Très disponible
Confort et sécurité	Aucun de confort	Peu de confort	Confort	Assez de confort

c. Analyses multicritères

L'analyse multicritère est un processus qui contribue à l'évaluation et à la comparaison de plusieurs alternatives en tenant compte de différents critères de notation cités plus haut. De ce fait, notre choix définitif s'est porté sur la variante 1. Le tableau III-9 présente les détails de cette analyse.

Tableau III - 9 : Analyses multicritères

Structures de chaussée	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Coût de réalisation	1	2	3
Durabilité de l'ouvrage	3	2	2
Impact sur l'environnement	2	2	1
Facilité de mise en œuvre	3	2	2
Disponibilité des matériaux	3	3	3
Confort et sécurité	3	3	3
Total	15	14	14

III.2.4. Calcul des sollicitations admissibles et vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC

a. Calcul des sollicitations admissibles

Le tableau III-10 présente les valeurs des sollicitations admissibles.

Tableau III - 10 : Sollicitations admissibles

Désignation	Sollicitations admissibles
ε_{tadm}	256,8
ε_{zadm}	721,8

b. Explication de la méthode de vérification des contraintes et déformations sur Alizé LCPC

Les caractéristiques des matériaux de la structure de chaussée (Variante 1) sont présentées dans le tableau III-11.

Tableau III - 11 : Caractéristiques de la structure de chaussée de la variante 1

Matériaux/Caractéristiques	Module de Young (E) Mpa	Coefficient de Poisson (υ)	Epaisseur des différentes couches (cm)
Béton Bitumineux (BB)	1150	0,45	5
GNT 0/20 (Grave Non Traité)	600	0,35	20
GNT 0/20 (Grave Non Traité)	600	0,35	20
Sol support (PPF2)	75	0,35	Infini

c. Vérification de la structure de chaussée sur Alizé LCPC

La structure de chaussée choisit donne des résultats concluants car toutes les couches vérifient les valeurs admissibles. Comme nous pouvons le constater nous avons obtenu comme valeur de déformation verticale 703,4 µdef, 283,4 µdef et 569,9 µdef qui est inférieur la valeur admissible 721,8 µdef et comme valeur de déformation horizontale 66,7 µdef qui est aussi

inférieur à la valeur admissible 256,8 µdef. Le tableau III-12 présentera les différents résultats obtenus et en annexe 1 on aura les processus détaillés de la vérification.

Tableau III - 12 : Vérification de la structure de chaussée

Couches de chaussée	Epaisseur (cm)	Valeurs calculées (µdef)	Valeurs de limites admissibles (µdef)	Vérification du critère de dimensionnement
Déformation horizontale				
Couche de revêtement (BB)	5	66,7	256,8	Vérifié
Déformation verticale				
Couche de base (GNT 0/20)	20	703,4	721,8	Vérifié
Couche de fondation (GNT 0/20)	20	283,4	721,8	Vérifié
Plateforme (PPF2)	Infini	586,9	721,8	Vérifié

Après vérification de cette structure de chaussée, on constate que les critères de dimensionnement sont respectés, donc la structure de la chaussée adoptée définitivement est consignée dans le tableau III-13.

Tableau III - 13 : Structure de chaussée adoptée

Désignation	Structure de chaussée	Epaisseur de couche
Roulement	Béton bitumineux (BB)	5 cm
Base	Grave Non Traité – Type 0/20	20 cm
Fondation	Grave Non Traité – Type 0/20	20 cm
Plateforme	PPF2	Infini

III.3. Etude hydrologique

Les résultats obtenus après explication des différentes méthodes de détermination des débits, à savoir la méthode d'ORSTOM, la méthode rationnelle et la méthode de Caquot seront consignés dans l'annexe 2.

III.4. Etude hydraulique

a. Choix des types d'ouvrage transversale

Le tableau III-14 illustre l'argumentaire étayé plus haut. Le tableau global sera en annexe 2.

Tableau III - 14 : Types d'ouvrages

Numéro de bassin versant	Débit (m^3/s)	Types d'ouvrages
BV1	1,11	Buse
BV2	0,73	Buse
BV3	1,06	Buse
BV4	0,91	Buse
BV5	0,73	Buse
BV6	1,04	Buse
BV7	1,47	Buse
BV8	0,82	Buse
BV9	2,81	Buse
BV10	1,22	Buse
BV11	13,74	Dalot
BV12	1,11	Buse
BV13	0,75	Buse
BV14	1,14	Buse
BV15	3,96	Buse
BV16	1,08	Buse
BV17	0,28	Buse
BV18	0,69	Buse
BV19	0,83	Buse
BV20	0,77	Buse
BV21	49,06	Dalot
BV22	1,12	Buse
BV23	90,27	Dalot
BV24	0,64	Buse
BV25	1,9	Buse
BV26	2,33	Buse
BV27	1,78	Buse
BV28	1,14	Buse
BV29	0,68	Buse
BV30	1,46	Buse

III.4.1. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages d'assainissement transversaux

a. Dalot

Les résultats issus de tout cet argumentaire sont consignés dans le tableau III-15 et les détails des calculs seront présentés en annexe 2.

Tableau III - 15 : Section finale des dalots

Numéro de bassin versant (BV)	Débit (Q) en (m^3/s)	Nombres de cellules	Largeur (B) en mètres (m)	Hauteur du dalot (D) en mètres (m)	Section finale
BV 11	13,74	1	3	2	1x3x2
BV 21	49,06	2	4	3	2x4x3
BV 23	90,27	4	4	4	4x4x4
BV 31	14,02	1	3	2	1x3x2
BV 32	19,79	1	4	3	1x4x3
BV 46	17,12	1	3	3	1x3x3
BV 48	70,32	3	4	4	3x5x3
BV 65	129,84	4	4,5	6	4x5x4
BV 69	513,01	-	-	-	Pont
BV 70	105,51	4	4,5	3	4x5x3

b. Buses

Les résultats issus de tout cet argumentaire seront consignés dans le tableau III-16 et les détails des calculs seront en annexe 2.

Tableau III - 16 : Section finale des buses

Numéro de bassin versant (BV)	Débit (Q) en (m^3/s)	Nombres de cellules	Hauteur de la buse (D) en mètres (m)	Section finale
BV1	1,11	2	0,80	2 x 0,80
BV2	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV3	1,06	2	0,80	2 x 0,80
BV4	0,91	2	0,80	2 x 0,80
BV5	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV6	1,04	2	0,80	2 x 0,80
BV7	1,47	2	0,80	2 x 0,80
BV8	0,82	2	0,80	2 x 0,80
BV9	2,81	2	0,80	2 x 0,80
BV10	1,22	2	0,80	2 x 0,80
BV12	1,11	2	0,80	2 x 0,80
BV13	0,75	2	0,80	2 x 0,80
BV14	1,14	2	0,80	2 x 0,80
BV15	3,96	3	0,80	3 x 0,80
BV16	1,08	2	0,80	2 x 0,80
BV17	0,28	2	0,80	2 x 0,80
BV18	0,69	2	0,80	2 x 0,80
BV19	0,83	2	0,80	2 x 0,80

III.4.2. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages longitudinaux

Les sections d'ouvrages longitudinales obtenus pour notre projet sont les suivantes : 1,00 x 1,00m, 1,00 x 1,20m, 1,00 x 1,50m, 0,50 x 0,50m, 0,80 x 0,80m, 2,00 x 2,00m. Le tableau explicatif sera en annexe 2.

La figure III-2 présente la plus grande section rectangulaire de caniveau.

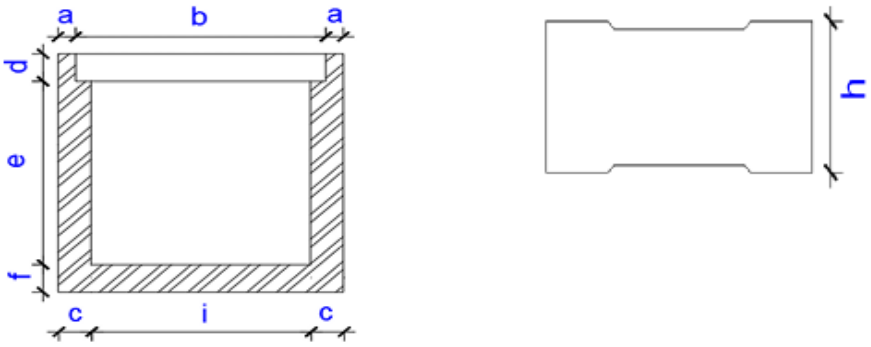


Figure III - 2 : Section de caniveau

III.5. Etudes structurales des ouvrages hydrauliques

III.5.1. Ouvrages transversaux

Pour l'étude structurale présentée dans ce mémoire, un dalot de section 4x4x4 m a été choisi comme cas d'étude. La modélisation et les plans d'exécution seront effectués avec le logiciel CYPE.

a. Prédimensionnement

- **Epaisseur**

Il est réalisé dans le but de déterminer les épaisseurs du tablier (ep1) et du radier (ep2), la formule de détermination est la suivante :

$$ep_1 = ep_2 = \frac{L}{10} + 5cm \quad \text{(Equation 37)}$$

Avec : L, correspondant la plus grande dimension de la section hydraulique du dalot

L'épaisseur obtenue est de 45 cm.

b. Détermination des actions

b.1. Charges permanentes

Elles prennent en compte les charges permanentes sur le tablier P1 (Poids propre du tablier, poids propre des guides-roues, poids propre du revêtement), les charges permanentes sur le radier P2 (Poids propre du radier, poids propre des pieds droits), et les charges permanentes des poussées des terres Pt (Poussée des terres inférieures, poussée des terres supérieures). Le tableau III-17 présente les valeurs de ces différentes charges.

Tableau III - 17 : Descentes des charges

Charges permanentes		
Tablier (P1)		Unité
Poids propre du remblai	10	KN/m^2
Poids propre du tablier	11,25	KN/m^2
Poids propre des guides roues (0,3*0,80)	15	KN/m^2
Poids du revêtement (BB)	1,25	KN/m^2
Total P1	37,50	KN/m^2
Radier (P2)		
Poids propre du radier	11,5	KN/m^2
Poids propre des pieds droits	200,00	KN/m^2
Total P2	211,25	KN/m^2
Poussée des terres (Pt)		
Poussée des terres inférieures (P3)	2,97	KN/m^2
Poussée des terres supérieures (P4)	29,37	KN/m^2
Surcharge du remblai (Pq)	13,70	KN/m^2
Total Pt	46,04	KN/m^2

b.2. Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation considérées dans le cadre de notre projet sont les suivantes :

- **Surcharges du type de système A**

- Largeur roulable (Lr) et largeur chargeable (Lc)

C'est la valeur mesurée entre la bordure ou les dispositifs de retenus quant à la largeur

chargeable il s'agit de la largeur roulable réduit de 50 cm le long de chaque dispositif de sécurité lorsqu'il existe. Pour notre projet la largeur roulable est égale à largeur chargeable et cette valeur est 7 mètres (Lr = Lc = 7 m).

- Nombres de voies n

C'est la partie entière de l'expression suivante : $n = \text{int}(\frac{Lc}{3})[14]$; $n = \text{int}(\frac{7}{3}) = 2{,}33$

Nous obtenons deux (2) voies de circulation sur notre ouvrage.

- Classe de pont

Le tableau III-18 nous présente les trois (3) classes de pont.

Tableau III - 18 : Classe de pont

Classe I	$L_r \geq 7{,}00$ m
Classe II	$5{,}00$ m $< L_r < 7{,}00\ m$
Classe III	$L_r \leq 5{,}50$ m

Notre ouvrage est de classe I car la largeur roulable est supérieure ou égale à 7 m.

- Calcul de la surcharge du type A(L)

C'est une charge uniformément repartie dont l'intensité dépend de la longueur. La formule de calcul est la suivante :

$$A(L) = 2{,}30 + \frac{360}{L+12}[14] \text{ (Equation 38)}$$

$$A(L) = 2{,}30 + \frac{360}{7+12} = 21{,}25\ KN/m^2 \text{ (Equation 39)}$$

La valeur obtenue sera multipliée par le coefficient de dégressivité transversal $\boldsymbol{a_1}$, le tableau III-19 présente ces différents coefficients.

Tableau III - 19 : Coefficient de dégressivité transversal

Nombres de voies charges		**1**	**2**	**3**	**4**	**≥ 5**
Classe du pont	**Classe I**	**1**	1	0,9	0,75	0,7
	Classe II	**1**	0,9	-	-	-
	Classe III	**0,9**	0,8	-	-	-

a_1=1 car on a un dalot de classe I avec deux voies, le calcul de la densité de charge effective q(L) se fait à l'aide de formule suivante :

$$q(L) = \text{Max}\{a_1 \times A(L), 4 - 0{,}002L\}[14] \text{ (Equation 40)}$$

$$q(L) = \text{Max}\{1 \times 21{,}25, 4 - 0{,}002 \times 7\} \text{ (Equation 41)}$$

$$q(L) = \text{Max}\{21{,}25, 3{,}986\} = 21{,}25\ KN/m^2 \text{ (Equation 42)}$$

Pour l'obtention de la charge finale Q_A,on multipliera A (L) par un coefficient a_2 décrit par :

$a_2 = \frac{V_0}{V}$ [14] (Equation 43) avec V_0= $\begin{cases} 3{,}5 \text{ m pour les ponts de classe I} \\ 3{,}00 \text{ m pour les ponts de classe II} \\ 2{,}75 \text{ m pour les ponts de classe III} \end{cases}$ et v =Largeur d'une voie

La formule de calcul de charge finale Q_A est la suivante :

$$Q_A = \gamma_q \times a_2 \times q(L)[14] \text{ (Equation 44)}$$

Avec γ_d= 1,2 à l'ELS et γ_d=1,61 à l'ELU

$$\text{ELS: } Q_A = 1{,}2 \times 1 \times 21{,}25 = 25{,}50\ KN/m^2$$

$$\text{ELU: } Q_A = 1{,}61 \times 1 \times 21{,}25 = 34{,}21\ KN/m^2$$

- **Surcharges du système B**

Sous-système Bc

Il préconise une disposition d'au plus deux camions par voies de circulation avec les spécifications suivantes : La charge individuelle de chaque camion est de 30 tonnes, la masse de chaque essieu arrière est de 12 tonnes, la masse de chaque essieu avant est de 6 tonnes, la longueur d'encombrement est de 10,5 m et la largeur d'encombrement est de 2,50 m. L'annexe 3 nous présente le sous-système Bc.

Le tableau III-20 présentera les différents coefficients de pondération bc affecté au sous-système Bc. Les détails des calculs seront en annexe 2.

Tableau III - 20 : Coefficient de pondération

Nombres de voies charges		**1**	**2**	**3**	**4**	**≥ 5**
Classe du pont	**Classe I**	1,20	1,10	0,95	0,80	0,7
	Classe II	1,00	1,00	-	-	-
	Classe III	1,00	0,8	-	-	-

- Sous-système Bt

Il est composé de tandems à deux (2) essieux ayant pour caractéristiques suivante : La charge individuelle de chaque essieu est de 16 tonnes, la distance des essieux est de 1,35 mètres et une distance d'axe en axe de deux roues d'un essieu est de 2 mètres. Il faut aussi notifier que le sous-système s'applique seulement au pont de classe I et II avec comme valeur de coefficient de pondération (classe I : Bc=1,00 et classe II : Bc=0,9) et le nombre de camion applicable dans le sens transversal est limité à deux (2) camions. L'annexe 2 présente le sous-système Bt et les détails des calculs.

- Sous-système Bc (Bc Niger espace UEMOA)

Ce sous-système est utilisé généralement dans les pays de la zone UEMOA, il a pour caractéristique suivant : la masse totale est de 42 tonnes, la masse portée par le premier essieu est de 6,5 tonnes, la masse portée par le second essieu est de 9,5 tonnes, la masse portée par chacun des deux derniers essieux est de 13 tonnes, la distance de l'essieu avant est de 3 mètres, la distance du deuxième essieu est de 4 mètres et la distance de l'essieu arrière est de 1,5 mètres. L'annexe 2 présente le sous-système Bc Niger et les détails des calculs.

Système Mc120

Il est composé de deux chenilles avec les caractéristiques suivantes :la masse totale est de 110 tonnes, la longueur d'une chenille est de 6,10 mètres, la largeur d'une chenille est de 1,00 mètre et la distance entre les axes des deux chenilles est de 3,3 mètres. L'annexe 2 présente le sous-système Mc120 et les détails des calculs.

Choix de la charge d'exploitation

Il s'agira de choisir la charge la plus défavorable des différents systèmes.
Le tableau III-21 présente ces résultats.

Tableau III - 21 : Choix de la charge d'exploitation

Désignation	A (l)	Bc	Bt	Bcn	Mc120
Q (KN/m^2)	25,50	104,79	129,59	106,96	41,70
La charge d'exploitation la plus défavorable est 129,59 KN/m^2					

c. Modélisation statique du dalot et vérification de la contrainte sur le sol

Le tableau III-22 présente les valeurs totales des charges

Tableau III - 22 : Inventaire des charges

Dalot section : 4 x 4 x 4 m			
Désignations	**Formules**	**Valeurs**	**Unité**
Charge sur le tablier			
P'_1	$P_1 + Q$	167,09	KN/m^2
Charge sur les piédroits			
P'_3	$P_3 \times \gamma_q \times K_a \times q$	11,76	KN/m^2
P'_4	$P_4 \times \gamma_q \times K_a \times q$	116,31	KN/m^2
Charge sur le radier			
P'_2	$P_2 + Q$	248,75	KN/m^2

La figure III-3 présente la modélisation statique du dalot

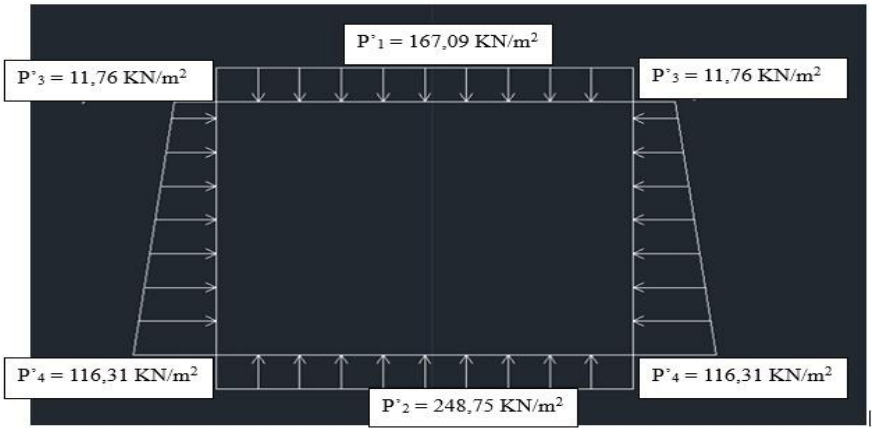


Figure III - 3 : Modélisation statique du dalot

Pour la vérification de la contrainte, on a $P'_2 \leq \sigma_{adm\ sol}$ or $\sigma_{adm\ sol}$= 0,15 MPa alors que P'_2= 248,75 KN/m^2 = 0,249 MPa La condition n'étant pas vérifié, nous sommes en présence d'un sol dont la contrainte n'est pas suffisante pour porter les efforts de notre ouvrage. La solution préconisée est d'effectuer un décapage de la surface considéré à une épaisseur d'environ 50 cm et d'un rechargement d'une couche de moellons de type latéritique et compacté car la différence de contrainte n'est pas trop grande (0,099 MPa).

d. Calcul des sollicitations sur le dalot

La détermination des sollicitations est réalisée à travers le logiciel PYBAR. Cela a permis de modéliser le dalot et recueillir les sollicitations maximales en appuis et en travée. Les figure III- 3 et III-4 présentent ces différents types de sollicitations.

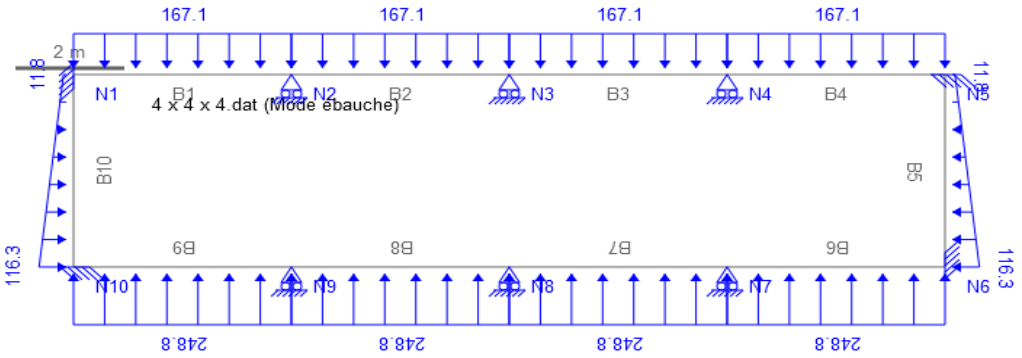


Figure III - 4 : Représentation des charges sur le dalot

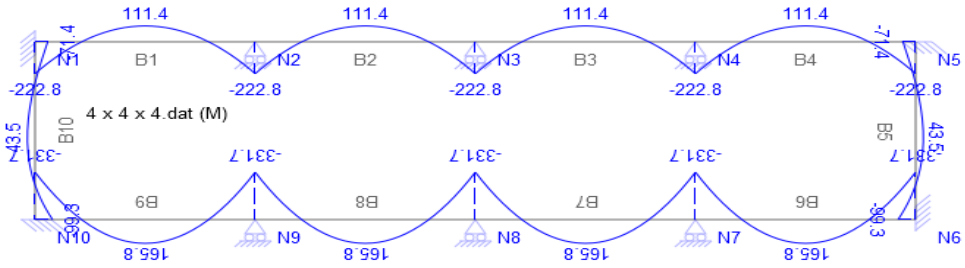


Figure III - 5 : Sollicitations sur le dalot

e. Résultats de l'étude structurale du dalot 4x4.00x4.00

Le résultat de cette étude est regroupé dans le tableau III-20, il faut notifier aussi que le logiciel CYPECAD nous a permis d'effectuer l'étude structural. L'annexe 3 nous présentera les notes de calcul et l'annexe 5 présentera les plans de ferraillage.

Tableau III - 23 : Récapitulatifs des aciers

Aciers principaux					
Corps du dalot	**Sollicitations max (KN/m)**		**Valeur à ELS (KN/m)**	**Diamètre (mm)**	**Esp (cm)**
Tablier	Moment fléchissant	Travée	111,4	HA 10	12
		Appui	222,8	HA 10	12
Radier	Moment fléchissant	Travée	165,8	HA 12	12
		Appui	331,7	HA 12	12
Piédroits	Moment fléchissant		43,5	HA 10	12
	Effort normal		99,3		
Aciers de répartition					
Corps du dalot	**Sollicitations max (KN/m)**		**Valeur à ELS (KN/m)**	**Diamètre (mm)**	**Esp (cm)**
Tablier	Moment fléchissant	Travée	111,4	HA 10	12
		Appui	222,8	HA 12	12
Radier	Moment fléchissant	Travée	165,8	HA 12	12
		Appui	331,7	HA 12	12
Piédroits	Moment fléchissant		43,5	HA 12	12
	Effort normal		99,3		

En ce qui concerne les buses et les caniveaux nous avons préconisé l'utilisation des préfabriqués car cette solution nous permet d'optimiser le temps de réalisation, néanmoins une note de calcul pour le caniveau de section 4x4x4 m sera proposer en annexe 2. Le plan d'exécution du dalot est présenté en annexe 4.

Conclusion partielle

La conception géométrique et l'étude structurale de la route ont permis de définir une infrastructure adaptée aux contraintes du projet. L'analyse initiale des paramètres géométriques a conduit au choix d'une route de type R80, particulièrement adaptée aux zones de faible relief. Ce choix s'appuie sur les prescriptions de la norme ARP, garantissant une conformité aux standards nationaux. Le tracé en plan a été conçu avec rigueur, en respectant les contraintes du terrain tout en minimisant les impacts sur l'environnement humain et naturel, incluant les plantations, les habitations et les infrastructures existantes. Cette approche a abouti à un alignement droit représentant 65,9 % du tracé et un raccordement circulaire de 34,1 %, respectant ainsi les recommandations normatives pour un tracé équilibré, sécuritaire et confortable pour les usagers. Par ailleurs, le profil en long a été calé en tenant compte des prescriptions applicables aux rayons minimaux et aux déclivités maximales de la catégorie R80.

Sur le plan structural, l'étude de dimensionnement, fondée sur le catalogue LBTP et vérifiée à l'aide du logiciel Alizé LCPC, a permis de valider la solution la plus adaptée au projet : une structure de chaussée composée de 5 cm de Béton Bitumineux (BB) en couche de roulement, 20 cm de Grave Non Traitée (GNT 0/20) en couche de base, 20 cm de GNT 0/20 en fondation, et reposant sur une plateforme de classe PPF2.

L'étude hydrologique menée a permis d'établir les bases techniques indispensables au dimensionnement des ouvrages de drainage le long de l'axe routier. Grâce à la délimitation des bassins versants, à la détermination de leurs caractéristiques physiques et à l'application de méthodes de calcul adaptées (méthode rationnelle, ORSTOM et Caquot), les débits de crue ont été évalués pour une période de retour de 10 ans. Ces analyses ont ensuite servi de fondement à l'étude hydraulique, orientant le choix optimal des ouvrages transversaux (buses ou dalots) et des ouvrages longitudinaux (caniveaux) en fonction des débits à évacuer. L'ensemble de cette démarche méthodologique garantit une conception cohérente, sécurisée et durable des infrastructures hydrauliques, assurant une maîtrise efficace des écoulements pour préserver la route et ses abords.

CHAPITRE 4 : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL SIGNALISATION ROUTIERE ET ESTIMATION FINANCIERE DU PROJET

Ce chapitre abordera trois points : la notice d'impact environnemental, la signalisation routière, et enfin l'estimation financière

IV.1. Notice d'impact environnemental et signalisation routière

IV.1.1. Notice d'impact environnemental du projet

Ce projet de construction de route a pour but général d'améliorer les conditions de vie des populations sur plusieurs volets à savoir le volet économique, le volet infrastructurel, et le volet social. Mais, force est de constater que souvent l'exécution des travaux routiers occasionne des impacts négatifs sur la vie des populations, des animaux et de la forêt.

Dès lors, il est important de se référer aux dispositions nationales [19] qui classifie les différents projets de développement en trois catégories en fonction de l'envergure des travaux et des impacts négatifs significatifs. Ainsi, au vu de la nature et de l'envergure de ces travaux, le projet est classé en catégorie de projet soumis à une notice d'impact environnemental et social selon la réglementation nationale. C'est ce qui justifie la réalisation de la présente notice d'impact environnemental et social qui permettra l'identification des différents impacts de ce projet sur le milieu récepteur, la proposition de recommandations et de mesures d'atténuation afin de permettre aux populations impactées de vivre en toute quiétude durant la réalisation des travaux.

a. Composante de l'environnement concerné

Le projet tient compte de trois zones d'étude qui sont : la zone d'influence indirecte qui est la région du PORO, la zone d'influence directe qui concerne la ville de Sinématiali et Komborodougou et pour terminer la zone d'influence immédiate qui concerne les endroits impactés directement par les travaux. De plus, les différents milieux concernés par le projet sont : le milieu physique, le milieu biologique et le milieu humain.

b. Analyse des impacts sur l'environnement

Le projet ci-dessous présente deux types d'impacts : positifs et négatifs. Le tableau IV.1 présentera ces différents impacts.

Tableau IV-1 : analyse des impacts positifs et négatifs

Impact positif	Impact négatif
Création d'emplois temporaires au profit de la population des localités bénéficiaires du projet	Nuisances sonores, Risques d'accidents des usagers de la route ;
Création d'emplois et renforcement de capacité au profit du personnel qualifié de l'entreprise et ses sous-traitants et de la mission de contrôle	Émissions des poussières, fumées et autres odeurs olfactives, Modification de l'état acoustique ;
Rétablissement de relations sociales et économiques dans la région	Déplacements économiques, Risques d'accidents des usagers de la route ;
Amélioration des revenus locatifs des propriétaires immobiliers et du foncier rural des localités bénéficiaires du projet	Exposition aux IST/VIH-SIDA et risques de grossesses non désirées, Pollution du sol et des eaux de surface par rejet d'hydrocarbures ;
Amélioration de la circulation sur l'axe routier Komborodougou - Sinématiali	Risques d'accidents, Modification du climat ;
Amélioration du cadre de vie par la suppression des ordures ménagères dans l'emprise de la route	Suspension de service d'eau potable, d'électricité et de communication

c. Mesures de bonification et d'atténuation

Pour ce projet de bitumage, certaines mesures sont proposées afin de renforcer les effets positifs et d'atténuer les effets négatifs. Le tableau IV-2 présente ces différentes mesures.

Tableau IV-2 : Mesures de bonifications et d'atténuation

Mesures de bonification	Mesures d'atténuation
Mettre en place une procédure de recrutement du personnel local au regard du code du travail ivoirien	Réduire les nuisances sonores par l'utilisation des engins en bon état
Recruter et former les jeunes diplômés par l'entreprise et ses sous-traitants	Mettre en œuvre le PGES et le plan d'urgence pour les rejets accidentels de polluants ;
Mettre en œuvre des projets de développement par les autorités locales	Respecter les dispositions prévues dans le PGES pendant l'approvisionnement et la manipulation des produits d'hydrocarbures ;

Etablir des contrats et impliquer les autorités locales pendant la recherche des sites de base vie, des bureaux et des logements du personnel	Élaborer et mettre en œuvre le plan d'urgence en cas de rejets accidentels de polluants Surveiller la limitation de la vitesse dans les quartiers traversés (30 à 40 km/h)
Organiser des campagnes de sécurité routière pour améliorer les conditions de circulation et gain de temps	Implanter des panneaux de signalisation aux endroits critiques (entrées d'établissements sanitaires ou scolaires, des lieux de culte, etc.) ;
Imposer la limitation de la vitesse dans les villages traversés et effectuer les contrôles techniques des véhicules	Affecter les emprises à d'autres réseaux, exemple : adduction d'eau ;

IV.1.2. Signalisation routière

La signalisation routière est un élément très important dans le domaine du génie civil car elle a pour but de contribuer à la sécurité des usagers, à la régulation du trafic et à donner les différentes informations et orientations. A cet effet, on distingue deux types de signalisation, à savoir : la signalisation verticale et la signalisation horizontale. L'annexe 3 nous présente les types de signalisation.

IV.2. Estimation financière

Cette section vise à évaluer le coût du projet sur la base d'un métré permettant de déterminer les volumes des matériaux nécessaires ainsi que leurs prix.

IV.2.1 Devis quantitatif

Le devis quantitatif sera effectué sur la base des éléments suivants :

- L'installation générale de chantier ;
- Les travaux préparatoires ;
- Les terrassements généraux ;
- Les signalisations routières ;
- Les protections environnementales ;
- La quantification des matériaux pour la réalisation de la structure de chaussée.

Le tableau IV-3 présente le récapitulatif des cubatures des travaux de terrassement et des différents matériaux de la structure de chaussée.

Tableau IV-3 : Cubatures des matériaux

Chaussée	
Matériaux	**Volume (m^3)**
Remblai	314 448
Déblai	26 3046
Couche de roulement	6 671
Accotement	2 859
Couche de base	3 3357
Couche de fondation	66 714

IV.2.2 Devis estimatif

Cette partie vise à estimer le coût total du projet en croisant les prix unitaires avec les quantités de matériaux prévues pour chaque composante. Le tableau IV-4 présente le récapitulatif du devis estimatif pour les différentes sections.

Le devis estimatif détaillé est présenté en annexe 3.

Tableau IV-4 : Devis estimatif

Récapitulatif général	
Désignation des travaux	**Montant en FCFA**
SECTION 000 : Installation de chantier	450 000 000
SECTION 100 : Dégagement des emprises	79 003 907
SECTION 200 : Terrassements généraux	4 984 135 624
SECTION 300 : Chaussée	5 167 328 813
SECTION 400 : Assainissement-Drainage	2 388 960 428
SECTION 500 : Signalisation	192 375 000
SECTION 600 : Protection de l'environnement	524 921 000
Total HT	**13 786 724 771**
Tva 18%	**2 481 610 459**
Total TTC	**16 268 335 230**
Coût HT au kilomètre	**430 835 149**
Coût TTC au kilomètre	**508 385 476**

En analysant le tableau IV-4 on remarque une répartition des montants des différents lots, les travaux de chaussée constituent le poste le plus important avec un montant de cinq milliards cent soixante-sept millions trois cent vingt-huit mille huit cent treize (5 167 328 813)

francs CFA hors taxe (HT). Ils sont suivis de près par les terrassements généraux, dont le coût est estimé à quatre milliards neuf cent quatre-vingt-quatre millions cent trente-cinq mille six cent vingt-quatre (4 984 135 624) francs CFA hors taxe (HT). Ces deux lots concentrent plus de 73 % du budget, ce qui traduit l'importance des travaux de structure et de mise en forme de la plateforme routière. Les travaux d'assainissement et de drainage représentent un montant de deux milliards trois cent quatre-vingt-huit millions neuf cent soixante mille quatre cent vingt-huit (2 388 960 428) francs CFA hors taxe (HT). Cette part significative témoigne de la prise en compte des contraintes hydrauliques dans notre projet. Les lots secondaires telles que l'installation de chantier, la protection environnementale et la signalisation routière, bien que représentant des montants plus modestes, demeurent essentiels au bon déroulement et à la qualité globale du projet. Le coût du projet rapporté au kilométrage est estimé à cinq cent huit millions trois cent quatre-vingt-cinq mille quatre cent soixante-seize (508 385 476) francs CFA toutes taxes Comprises (TTC), ce coût est raisonnable car il reste conforme aux référentiel des prix de la direction du contrôle financier de Côte d'Ivoire qui préconise un montant aux kilométrages compris entre cinq cent millions (5 00 000 000) de francs CFA toutes taxes Comprises (TTC) et un milliard (1 000 000 000) de francs CFA toutes taxes Comprises (TTC) pour les routes bitumées neuves [20].

Conclusion partielle

Cette section du rapport a successivement abordé la notice d'impact environnemental et social, la signalisation routière et l'estimation financière du projet. La notice d'impact avait pour objectif d'identifier les effets positifs et négatifs du projet sur les milieux physiques, biologiques et humains, tout en proposant des mesures correctrices visant à préserver l'équilibre écologique et à améliorer le bien-être des populations. La partie consacrée à la signalisation routière a souligné la nécessité d'une signalisation verticale et horizontale adaptée, essentielle pour assurer la sécurité des usagers, la fluidité du trafic et la pérennité des infrastructures. Enfin, l'estimation financière a abouti à un coût global des travaux de seize milliards deux cent soixante-huit millions trois cent trente-cinq mille deux cent trente (16 268 335 230) francs CFA, couvrant l'ensemble des composantes, depuis l'installation de chantier jusqu'aux mesures environnementales. Ce montant permet de dégager un coût unitaire au kilomètre de cinq cent huit millions trois cent quatre-vingt-cinq mille quatre cent soixante-six (508 385 476) francs CFA.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a porté sur l'analyse technique détaillée des travaux d'aménagement et de bitumage de la route Komborodougou–Sinématiali, d'une longueur d'environ 32 km dans la région du Poro, en Côte d'Ivoire. Son objectif principal était de conduire une expertise technique complète en matière de bitumage et d'aménagement de cet axe. Pour y parvenir, notre démarche s'est articulée autour de plusieurs aspects essentiels : la conception géométrique et l'étude structurelle de la chaussée, la conception des ouvrages d'assainissement, une notice d'impact environnemental et social, ainsi que la signalisation routière et l'estimation financière.

De ces analyses, il ressort que la chaussée retenue est de type 2×1 voies, classée R80, avec une structure composée d'une couche de roulement en béton bitumineux (5 cm), d'une couche de base en grave non traitée (20 cm), d'une couche de fondation en GNT (20 cm) et d'une plateforme de classe PPF2. Ce dimensionnement, fondé sur un trafic de classe TC2, est prévu pour une durée de vie de 15 ans. Concernant l'assainissement, les études ont permis de définir la nécessité de 60 buses, 10 dalots et 7 types de caniveaux sur un linéaire total de 17 180 mètres, tous calculés sur une période de retour de 10 ans. Par ailleurs, des mesures d'atténuation et de bonification ont été proposées pour répondre aux impacts environnementaux et sociaux identifiés.

Le coût total d'exécution du projet s'élève à seize milliards deux cent soixante-huit millions trois cent trente-cinq mille deux cent trente (16 268 335 230) francs CFA toutes taxes Comprises (TTC), soit environ cinq cent huit millions trois cent quatre-vingt-cinq mille quatre cent soixante-seize (508 385 476) francs CFA par kilomètre toutes taxes Comprises (TTC).

Afin de garantir la durabilité et l'efficacité des infrastructures qui seront réalisées, il est recommandé de procéder au remblai avec des matériaux de bonne portance et de mettre en œuvre une procédure rigoureuse de contrôle qualité tout au long de la réalisation des travaux.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Ministère de l'économie du plan et du développement/Agence Nationale de statistique. Monographie de la région du Poro.2021

[2] Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique (SODEXAM). Données Climatiques de la région du PORO.2022.

[3] INFRATP. Etude de trafic Komborodougou-Kagbolodougou-Sinématiali.2024.

[4] AGEROUTE. Cahier des clauses techniques particulières du projet Komborodougou - Sinématiali.2024.

[5] SETRA. Aménagement des routes principales. Ministère de l'équipement direction des routes. Aout 1994.

[6] Philippe Carillo. Guide technique de conception d'un projet routier .2015.

[7] Ministère de l'équipement et de l'entretien routier. Manuel pour la conception et le dimensionnement des chaussées neuves en Côte d'ivoire version révisée 2022.

[8] CEBTP.Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux.1984.

[9] SIFFERT, M et LESCURE, B. Evaluation du trafic lourd et application au dimensionnement. Laboratoire de liaison bull ponts chaussée. Mars1988

[10] Nguyen VAN TUU. Hydraulique Routière BCEOM.1981.

[11] Crues et apports : manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche. Bulletin FAO Irrigation et Drainage no 54, 1996.

[12] D. Gaillard *et al.* Guide technique d'assainissement routier. Octobre 2006.

[13] Fascicule n° 62 – Règles techniques de conception des fondations des ouvrages de génie civil. Titre 5 : Cahier des clauses techniques générales applicables aux marchés publics de travaux. Ministère de l'Équipement et du Logement / Ministère de l'Économie et des Finances (France), Groupe permanent d'étude des marchés de travaux (Commission centrale des marchés), 28 décembre 1971.

[14] Fascicule n° 61 – Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art. Titre II : Programmes de charges et épreuves des ponts-routes ». Ministère de l'Équipement et du Logement / Ministère de l'Économie et des Finances (France), Groupe permanent d'étude des marchés de travaux (Commission centrale des marchés), 20 décembre 1993.

[15] Guide du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes. Conception ponts-

routes à poutres préfabriquées par adhérence.1996.

[16] BAEL 91 R 99. Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites. Février 2000.

[17] Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique (SODEXAM). Bulletin Agrométéorologique Décadaire. Aout 2016.

[18] Serge. KONON.Mémoire.18 Janvier 2020.

[19] Code de l 'environnement. Loi n° 96-766 du 3 octobre 1996.

[20] Reference des prix. Secrétariat d'Etat auprès du Premier Ministre chargé du budget et du portefeuille de l'Etat de Côte d'Ivoire/Direction du Contrôle financier. 3ème édition Mars 2018.

ANNEXES

Annexe 1 : Conception géométrique et étude structural de la chaussée

Annexe 2 : Conception et étude structurale des ouvrages d'assainissement

Annexe 3 : Signalisation routière et estimation financière

Annexe 4 : Tracé combiné et plan de ferraillage

Annexe 1 : Conception géométrique et étude structural de la chaussée

I. Tracé en plan

Axe en plan
20/06/2025
Affaire : Komborodougou-Sinématiali.
Axe : Axe
Projet
Type : R80 - 2 voies : Route avec faible contrainte de relief

N°	Chaînage	Longueur	PR	X	Y
1	DROITE Gis = 6.060	189.97	0,00	233126,342	1032691,064
2	ARC R = 3000.00 Centre : X = 230157.978 Y = 1033165.303	50.85	189,97	233144,397	1032880,177
3	DROITE Gis = 4.981	335.23	240,8264488	233148,801	1032930,839
4	ARC R = 2000.00 Centre : X = 231181.118 Y = 1033421.349	286.53	576,0527496	233175,001	1033265,04
5	DROITE Gis = 395.860	554.83	862,585506	233176,891	1033551,321
6	ARC R = -1000.00 Centre : X = 234138.721	247.22	1417,415629	233140,834	1034104,979

113	ARC R = -10000.00 Centre : X = 248959.702 Y = 1061796.923	299.50	30981,89124	239200,012	1059617,831
114	DROITE Gis = 387.922	220.09	31281,39294	239139,134	1059911,069
115	ARC R = 400.00 Centre : X = 238704.806 Y = 1060051.775	158.29	31501,48	239097,629	1060127,209
116	DROITE Gis = 362.730	108.63	31659,7703	239038,194	1060272,802
			31768,40351	238978,166	1060363,344
LONGUEUR TOTALE : 31768.40m					

II. Profil en long

Profils en long de l'axe
20/06/2025
Affaire : Komborodougou-Sinématiali.
Axe : Axe
Projet
Type : R80 - 2 voies : Route avec faible contrainte de relief
Projet : Projet Linéaire

N°	Chaînage	Longueur	Dist. H	PR	Z
1	DROITE Pente = 1.58	766.77	766,67	0,00	323,84
2	ARC Centre : PR = 847.48 Z = -4763.37 R = -5100.00	157.33	157,32	766,67	335,99
3	DROITE Pente = -1.50	334.33	334,29	923,99	336,06
4	ARC Centre : PR = 1334.79 Z = 5430.47 R = 5100.00	125.79	125,79	1258,28	331,04
5	DROITE Pente = 0.97	144.96	144,95	1384,07	330,71
6	DROITE Pente = 0.73	14.13	14,13	1529,02	332,11
7	DROITE Pente = 0.49	1518.88	1518,861682	1543,14804	332,2108332
8	ARC Centre :	100.79	100,78	3062,01	339,73

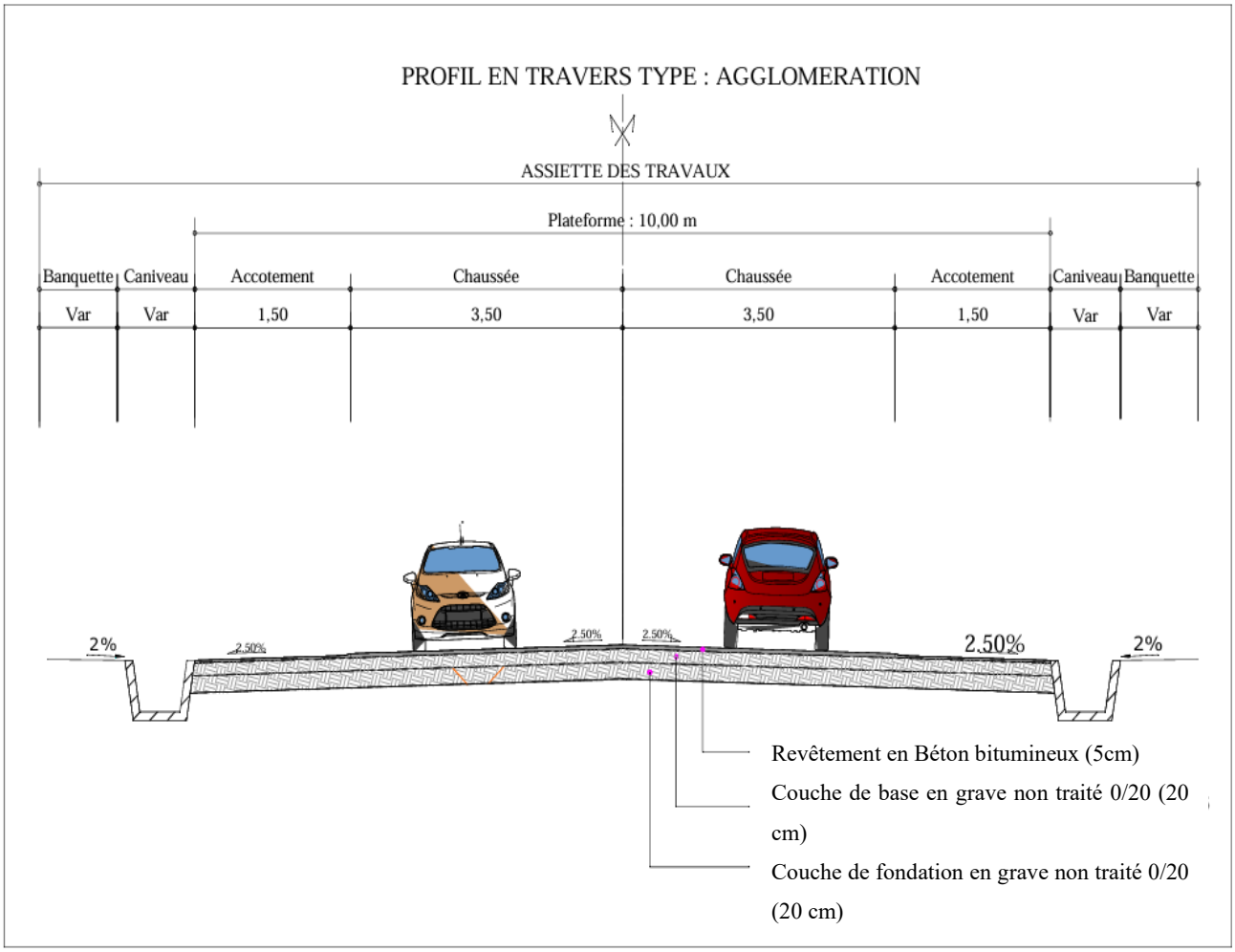
	Pente = -2.09				
122	ARC Centre : PR = 30816.21 Z = 3323.62 R = 3000.00	17.26	17,26	30753,37	324,28
123	DROITE Pente = -1.52	149.95	149,9364219	30770,6297	323,9664271
124	ARC Centre : PR = 30829.42 Z = -5677.62 R = -6000.00	64.88	64,87	30920,57	321,69
125	DROITE Pente = -2.60	18.65	18,64118431	30985,4338	320,3519462
126	ARC Centre : PR = 31160.09 Z = 6317.84 R = 6000.00	192.04	192,02	31004,07	319,87
127	DROITE Pente = 0.60	191.70	191,698874	31196,0929	317,9462258
128	ARC Centre : PR = 31333.79 Z = 9318.93 R = 9000.00	142.11	142,10	31387,79	319,10
129	DROITE Pente = 2.18	238.57	238,5136245	31529,8899	321,071016
				31768,4035	326,2691221
Longueur totale Selon la pente : 31772.59m					
Longueur totale Horizontale : 31768.40m					

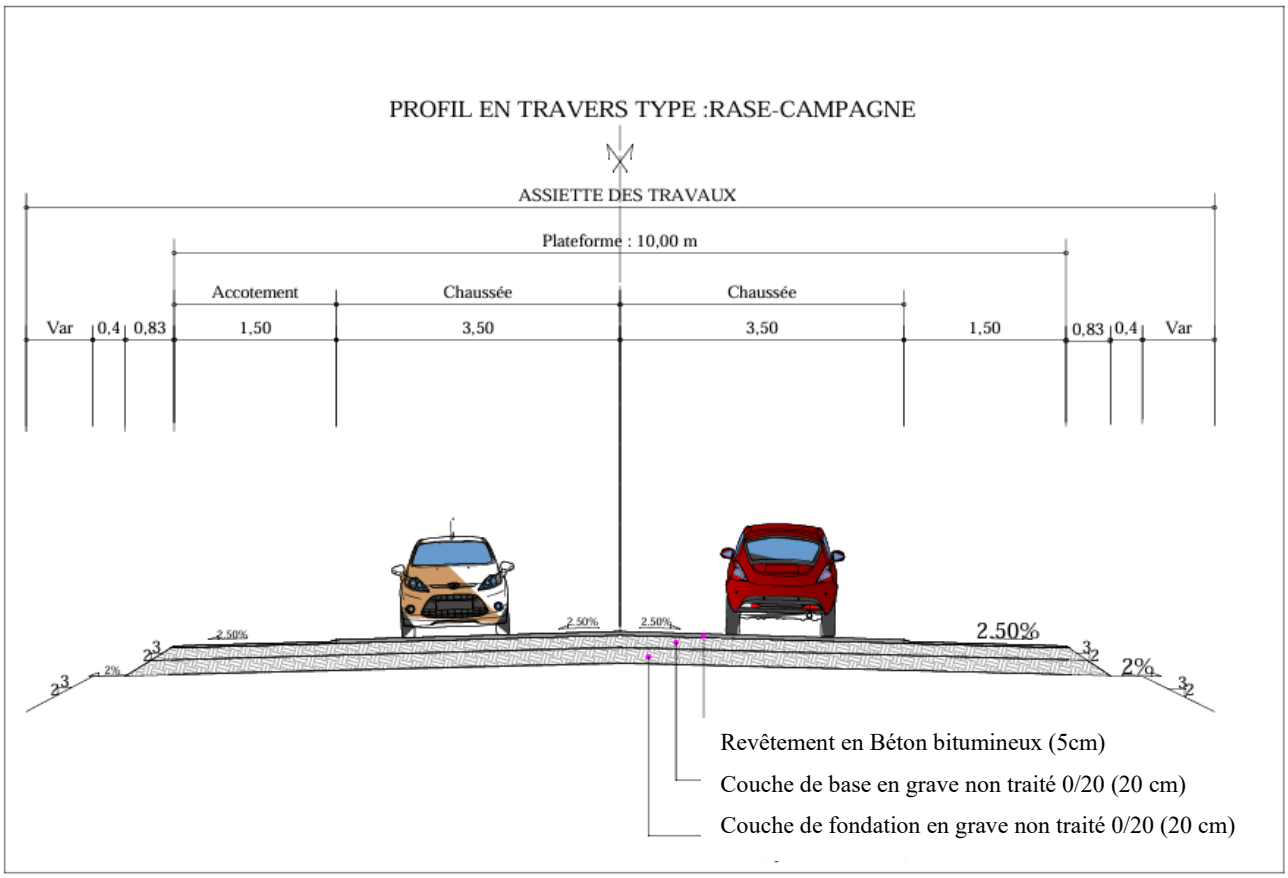
III. Profile en travers

Tabulations de l'axe
20/06/2025
Affaire : komborodougou-Sinématiali.msa copie
Axe : Axe Projet
Type : R80 - 2 voies : Route avec faible contrainte de relief
Surface : Terrain

N°	PR	X	Y	Z Projet	Z TN	Z Projet-Z TN	Gisem. (gr)	Pente (%)	Plan	Elev
P1	0,00	233126,342	1032691,064	323,84	323,84	0,00	106,060	1,58	D	D
P2	20,00	233128,243	1032710,974	324,16	324,00	0,16	106,060	1,58	D	D
P3	40,00	233130,144	1032730,883	324,48	324,35	0,13	106,060	1,58	D	D
P4	60,00	233132,045	1032750,793	324,79	324,62	0,17	106,060	1,58	D	D
P5	80,00	233133,945	1032770,702	325,11	324,67	0,44	106,060	1,58	D	D
P6	100,00	233135,846	1032790,611	325,43	325,02	0,41	106,060	1,58	D	D
P7	120,00	233137,747	1032810,521	325,75	325,56	0,18	106,060	1,58	D	D
P8	140,00	233139,648	1032830,430	326,06	325,73	0,34	106,060	1,58	D	D
P9	160,00	233141,549	1032850,340	326,38	325,96	0,42	106,060	1,58	D	D
P10	180,00	233143,450	1032870,249	326,70	326,30	0,40	106,060	1,58	D	D
P11	200,00	233145,334	1032890,160	327,01	326,70	0,31	105,847	1,58	ARC	D
P12	220,00	233147,102	1032910,082	327,33	327,02	0,31	105,423	1,58	ARC	D
P13	240,00	233148,737	1032930,015	327,65	327,25	0,40	104,998	1,58	ARC	D
P14	260,00	233150,300	1032949,954	327,96	327,32	0,64	104,981	1,58	D	D
P15	280,00	233151,863	1032969,893	328,28	327,57	0,71	104,981	1,58	D	D
P16	300,00	233153,426	1032989,832	328,60	328,16	0,44	104,981	1,58	D	D
P17	320,00	233154,989	1033009,770	328,91	328,82	0,10	104,981	1,58	D	D
P18	340,00	233156,552	1033029,709	329,23	329,11	0,12	104,981	1,58	D	D
P19	360,00	233158,115	1033049,648	329,55	329,49	0,06	104,981	1,58	D	D
P20	380,00	233159,678	1033069,587	329,87	329,94	-0,08	104,981	1,58	D	D
P21	400,00	233161,242	1033089,526	330,18	330,47	-0,29	104,981	1,58	D	D
P22	420,00	233162,805	1033109,464	330,50	330,89	-0,39	104,981	1,58	D	D
P23	440,00	233164,368	1033129,403	330,82	331,05	-0,23	104,981	1,58	D	D
P24	460,00	233165,931	1033149,342	331,13	331,42	-0,29	104,981	1,58	D	D
P25	480,00	233167,494	1033169,281	331,45	331,85	-0,40	104,981	1,58	D	D
P26	500,00	233169,057	1033189,220	331,77	332,14	-0,37	104,981	1,58	D	D

P1586	31560,00	239082,436	1060183,666	321,73	320,13	1,60	78,609	2,18	ARC	D
P1587	31580,00	239075,373	1060202,375	322,16	320,74	1,42	75,426	2,18	ARC	D
P1588	31600,00	239067,383	1060220,707	322,60	321,20	1,40	72,242	2,18	ARC	D
P1589	31620,00	239058,487	1060238,617	323,03	321,51	1,53	69,059	2,18	ARC	D
P1590	31640,00	239048,706	1060256,061	323,47	322,03	1,44	65,876	2,18	ARC	D
P1591	31660,00	239038,067	1060272,993	323,91	322,57	1,34	62,730	2,18	D	D
P1592	31680,00	239027,015	1060289,663	324,34	322,84	1,50	62,730	2,18	D	D
P1593	31700,00	239015,964	1060306,332	324,78	323,29	1,49	62,730	2,18	D	D
P1594	31720,00	239004,913	1060323,001	325,21	323,83	1,38	62,730	2,18	D	D
P1595	31740,00	238993,861	1060339,671	325,65	324,84	0,81	62,730	2,18	D	D
P1596	31760,00	238982,810	1060356,340	326,09	326,08	0,01	62,730	2,18	D	D
P1597	31768,40	238978,166	1060363,344	326,27	326,27	0,00	62,730		D	

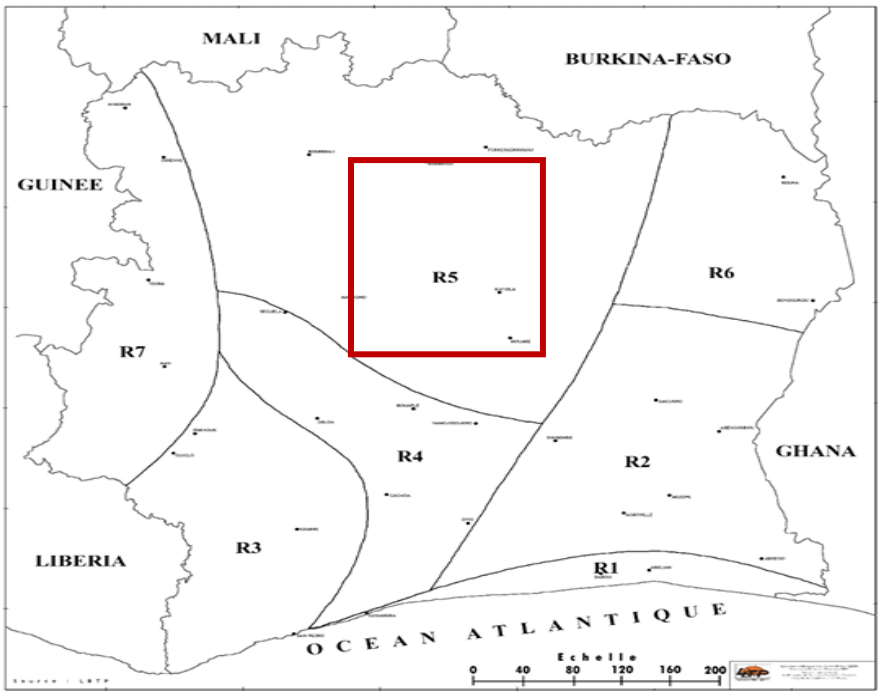




IV. Proposition des variantes de la structure de chaussées selon le catalogue LBTP

1. Carte des régions géotechniques de la côte d'ivoire

CARTE DES REGIONS GEOTECHNIQUES DE LA COTE D'IVOIRE



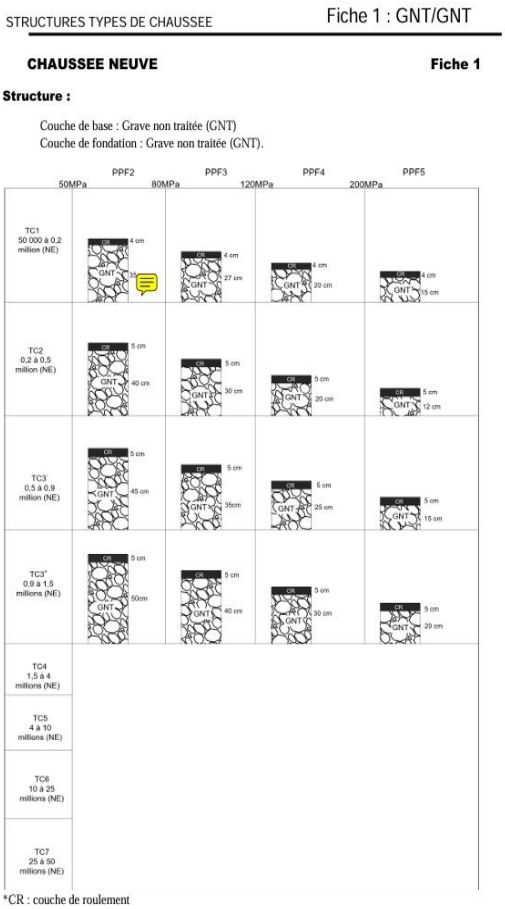
2. Les différentes ressources régionales en matériaux de chaussée

REGION	Matériaux routiers de chaque région	Principaux matériaux
R1	Région pourvue essentiellement en sables, pauvre en graveleux et en roches massives. Nappe phréatique peu profonde. Imbibition certaine des sols en saison pluvieuse. Pour la constitution des chaussées à trafic faible ou modéré, on s'orientera vers l'utilisation de sables non traités ou améliorés au ciment. Pour routes à trafic fort, les fondations en sable améliorés au ciment peuvent être avantageuses.	Sables
R2	Région pourvue essentiellement en graveleux relativement plastiques (type G2 G3). Roches schisteuses de qualité médiocre, masquées par couverture forestière. Horizons profonds de sols meubles, schisteux, à teneur en eau naturelle élevée, érodables, sensibles au remaniement. Pour les structures de chaussées, l'utilisation des graveleux naturels en couche de fondation et graveleux-ciment en couche de base (Trafic faible ou modéré) constituera une solution classique.	G2, G3 + schistes +sols meubles
R3	Région pourvue essentiellement en graveleux relativement	G2, G3 (plastiques) Granite Sable

	plastiques (type G2 G3). Roches le plus souvent granitiques avec quelques passages schisteux, généralement masqués par la couverture forestière. Horizons profonds de sols meubles (arènes ou schistes) à teneur en eau naturelle assez élevée. De même qu'en R2, l'utilisation de graveleux naturels en fondation et de graveleux-ciment en base constituera pour les chaussées à trafic faible ou modéré la solution courante. Mais, la roche granitique peut être mise à profit pour la réalisation de couches en GNT (Grave Non Traitée).	meuble en profondeur
R4	Région pourvue essentiellement en graveleux relativement plastiques (type G2 G3). Socle granitique plus masqué au Sud par la couverture forestière. Fondation en graveleux naturels, base en graveleux (au Sud) ou en graveleux naturel. La solution tout graveleuse naturel pourra être la solution classique de chaussée pour les trafics faibles ou modérés. Toutefois, la présence de roche granitique peut être une variante en GNT pour la base.	G2, G3 (sud) G1, G2 (nord) +Granite
R5	Région pourvue essentiellement en graveleux ferrugineux (type G1 G2) et en arènes sableuses. Roches granitiques avec passages schisteux peu masqués par la végétation arbustive. Présence de carapaces ferrugineuses. Sols meubles peu profonds assez souvent érodables (sables). Écarts importants de température. Pour les chaussées à trafic modéré la solution graveleux naturel en fondation et graveleux traité en base pourra être envisagée. Alternativement, la roche granitique peut être une variante en GNT pour la base.	G1, G2, sable, granite
R6	Région pourvue en graveleux ferrugineux (type G1 G2) et en arènes sableuses. Roches essentiellement granitiques avec passage schisteux à l'Ouest. Peu de couverture végétale. Socle peu profond, carapaces ferrugineuses, phénomènes d'induration. Sables souvent érodables. Ecarts importants de température. De même qu'en R5, pour les	G1, G2, sable, granite

	chaussées à trafic modéré la solution graveleuse naturel en fondation et graveleux traité en base pourra être envisagée. Ne pas exclure la possibilité d'utiliser les sables ferrugineux.	
R7	Région de montagnes pourvue de roches massives (granitiques) mais aussi en graveleux peu plastiques (notamment au nord) Drainage naturel bon, mais risques d'érosion des arènes sableuses. Écarts importants de température. La présence de roche peut rendre la GNT fortement compétitive vis à vis du graveleux. Les choix de matériaux de chaussée sont plus diversifiés	Granite +graveleux peu plastiques au nord

3. Structure de chaussée de la variante 1



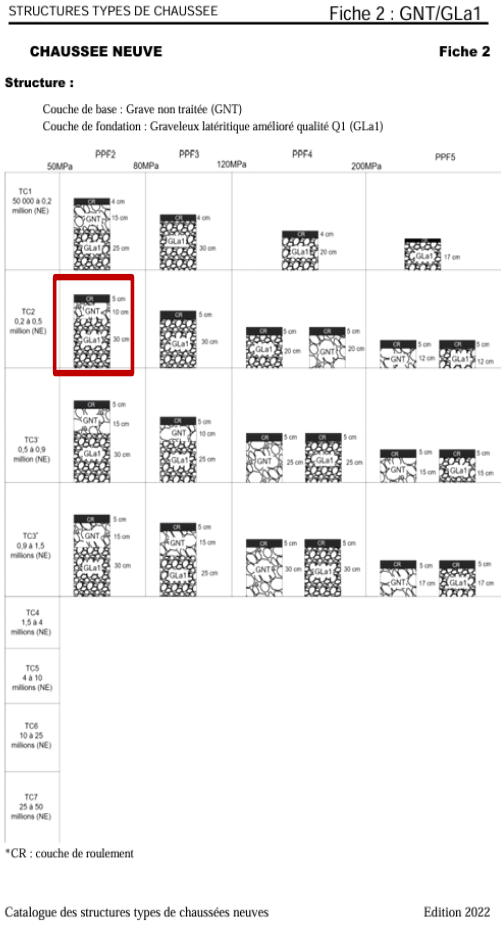
- Couche de fondation

Classe de trafic	TC1	TC2	TC3
Nb. Essieux Equivalents	0,05 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1,5
Type fuseau GNT	FUSEAU GNT 0/20 (Nouveau) TAMIS [MIN – MAX]: 31,5 90 100; 20 75 100; 10 55 82; 6 45 70; 2 30 50; 0,5 17 32; 0,08 4 10	FUSEAU GNT 0/31,5 (Nouveau) TAMIS [MIN – MAX]: 40 100; 31,5 90 99; 20 75 90; 10 55 75; 6,3 65 70; 2 30 50; 0,5 17 32; 0,2 8 20; 0,063 4 10	
Granularité	0/31.5 – 0/20		
Caractéristiques physiques	Code E	Code D	Code C
Equivalent de sable SE(10) ou Valeur de bleu MB	SE60 - MB_2		

- Couche de base

Classe de trafic	TC1	TC2	TC3
Nb. Essieux Equivalents	0,05 à 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1,5
Type fuseau GNT	FUSEAU GNT 0/20 (Nouveau) TAMIS [MIN – MAX]: 31,5 90 100; 20 75 100; 10 55 82; 6 45 70; 2 30 50; 0,5 17 32	FUSEAU GNT 0/31,5 (Nouveau) TAMIS [MIN – MAX]: 40 100; 31,5 90 99; 20 75 90; 10 55 75; 6,3 65 70; 2 30 50; 0,5 17 32; 0,2 8 20; 0,063 4 10	
Granularité	0/31.5 – 0/20		
Caractéristiques physiques	D (*)	Code C (*)	
Equivalent de sable SE(10) ou Valeur de bleu MB	SE60 - MB_2		

4. Structure de chaussée de la variante 2



STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEE Fiche 2 : GNT/GLa1

CHAUSSEE NEUVE **Fiche 2**

Structure :

Couche de base : Grave non traitée (GNT)
Couche de fondation : Graveleux latéritique amélioré qualité Q1 (GLa1)

PPF2 50MPa | PPF3 80MPa | PPF4 120MPa | PPF5 200MPa

TC1 50 000 à 0,2 million (NE)
TC2 0,2 à 0,5 million (NE)
TC3 0,5 à 0,9 million (NE)
TC3' 0,9 à 1,5 millions (NE)
TC4 1,5 à 4 millions (NE)
TC5 4 à 10 millions (NE)
TC6 10 à 25 millions (NE)
TC7 25 à 50 millions (NE)

*CR : couche de roulement

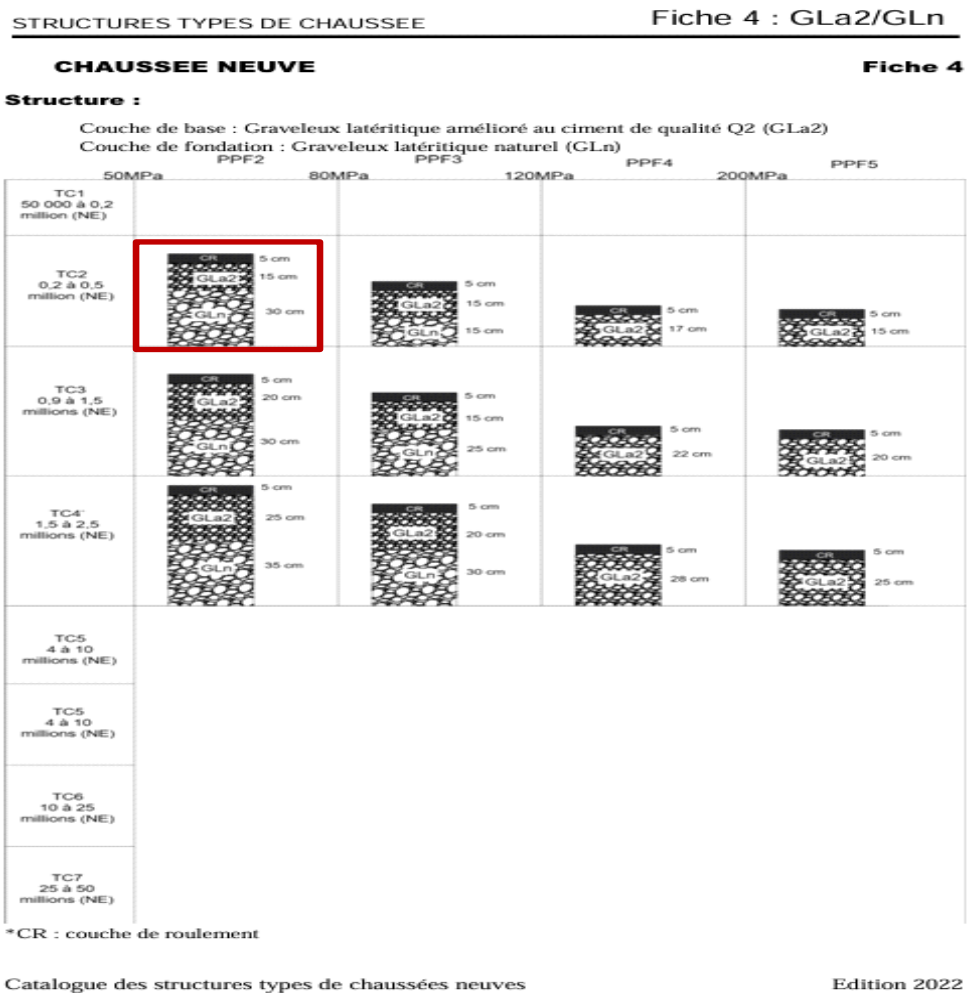
Catalogue des structures types de chaussées neuves Edition 2022

STRUCTURES TYPES DE CHAUSSEE Fiche 2 : GNT/GLa1

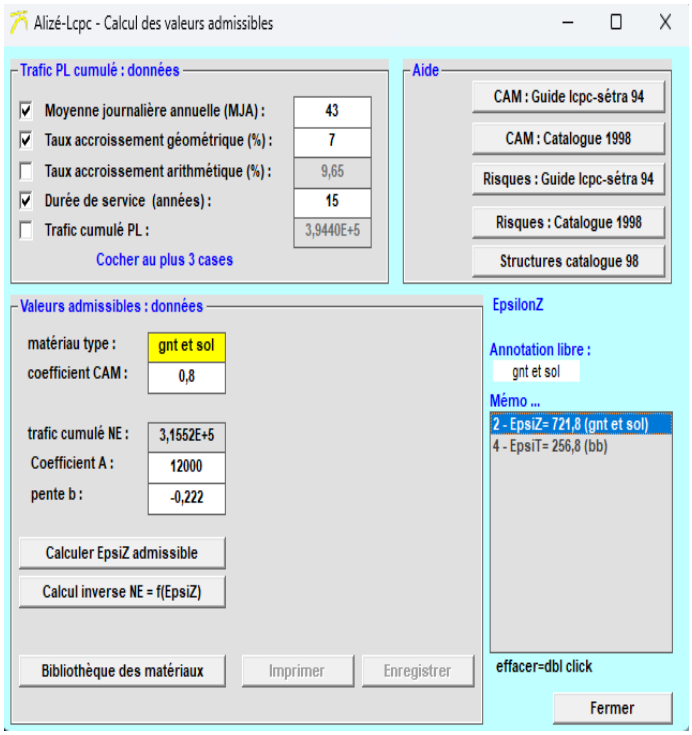
- Couche de base

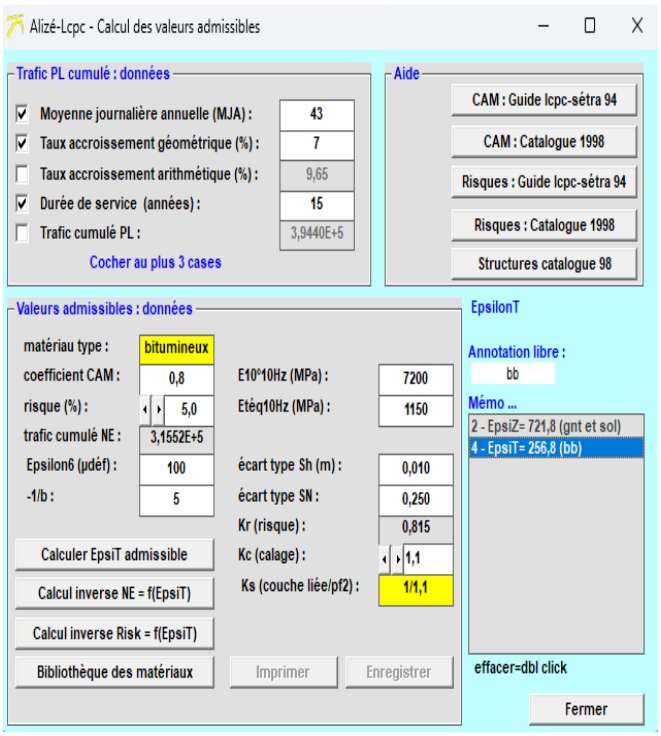
Classe de trafic	TC1			TC2			TC3		
Nb. Essieux Equivalents	0,05 à 0,2			0,2 à 0,5			0,5 à 1,5		
Type fuseau GNT	FUSEAU GNT 0/20 (Nouveau)						FUSEAU GNT 0/31,5 (Nouveau)		
	TAMIS	(MIN – MAX)					TAMIS	(MIN – MAX)	
	40		100				40		100
	31,5	90	100				31,5	90	99
	20	75	100				20	75	90
	10	55	82				10	55	75
	6	45	70				6,3	65	70
	2	30	50				2	30	50
	0,5	17	32				0,5	17	32
	0,08	4	10				0,2	8	20
							0,063	4	10
Granularité	0/31.5 – 0/20								
Caractéristiques physiques	Code D (*)			Code C (*)					
Equivalent de sable SE(10) ou Valeur de bleu MB	SE60 - MB_2								

5. Structure de chaussée de la variante 3

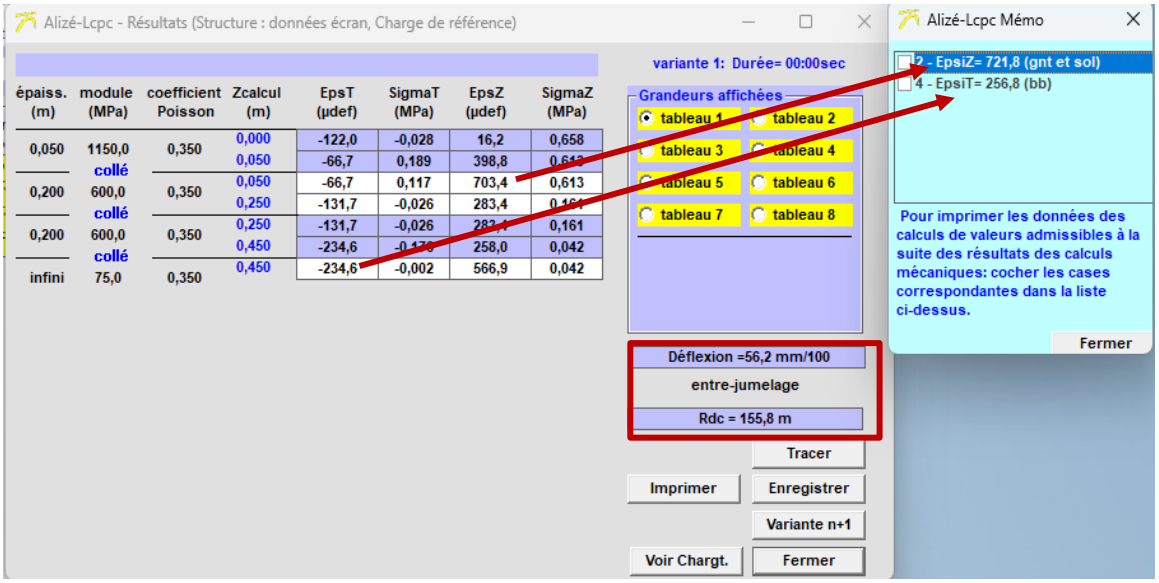


V. Calcul des sollicitations sur alizé





VI. Vérifications des contraintes et déformations la structure de chaussée sur Alizé LCPC



Annexe 2 : Conception et étude structurale des ouvrages d'assainissement

I. Etude hydrologique

Route KOMBORODOUGOU – SINEMATIALI						
Caractéristiques physiques des bassins						
Numéro de bassin versant	**Aire (Km²)**	**Périmètre (Km)**	**Pente (m/m)**	**Longueur (Km)**	**Altitudes maximales (m)**	**Altitude minimales (m)**
Bassin versant 1	0,1072	1,759	0,053	0,152	348	327
Bassin versant 2	0,0596	1,391	0,047	0,062	353	337
Bassin versant 3	0,083	1,606	0,044	0,067	355	339
Bassin versant 4	0,1631	2,038	0,047	0,072	351	333
Bassin versant 5	0,0555	1,405	0,061	0,064	352	335
Bassin versant 6	0,0806	1,454	0,055	0,06	352	337
Bassin versant 7	0,2275	2,676	0,047	0,092	347	328
Bassin versant 8	0,1454	2,103	0,046	0,079	351	329
Bassin versant 9	0,3699	3,337	0,053	0,106	360	329
Bassin versant 10	0,1908	2,905	0,044	0,111	360	325
Bassin versant 11	1,267	6,266	0,045	0,271	363	324
Bassin versant 12	0,1657	2,217	0,051	0,08	369	344
Bassin versant 13	0,0627	1,216	0,056	0,051	361	347
Bassin versant 14	0,2062	2,259	0,043	0,076	363	341
Bassin versant 15	0,4835	4,854	0,041	0,158	370	340
Bassin versant 16	0,1786	2,511	0,044	0,093	364	337
Bassin versant 17	0,02388	0,96	0,046	0,049	358	349
Bassin versant 18	0,1057	1,798	0,056	0,072	374	353
Bassin versant 19	0,0609	1,422	0,051	0,064	365	351
Bassin versant 20	0,1171	2,249	0,036	0,094	354	336
Bassin versant 21	2,583	9,718	0,046	0,689	376	333
Bassin versant 22	0,0839	1,577	0,04	0,066	347	335
Bassin versant 23	3,938	11,198	0,054	1,501	385	319
Bassin versant 24	0,1058	1,929	0,064	0,079	368	329
Bassin versant 25	0,2568	3,394	0,081	0,123	379	324
Bassin versant 26	0,3196	3,619	0,091	0,123	385	325
Bassin versant 27	0,2464	3,292	0,093	0,119	381	323
Bassin versant 28	0,1807	2,414	0,063	0,088	371	327
Bassin versant 29	0,1246	1,978	0,048	0,077	348	324
Bassin versant 30	0,1782	3,419	0,065	0,143	369	314
Bassin versant 31	1,251	6,988	0,066	0,259	384	313
Bassin versant 32	1,524	8,129	0,052	0,317	374	310
Bassin versant 33	0,054	1,379	0,041	0,063	339	329
Bassin versant 34	0,1297	2,08	0,052	0,081	328	306
Bassin versant 35	0,1074	2,108	0,041	0,089	318	299
Bassin versant 36	0,472	3,884	0,048	0,121	334	301
Bassin versant 37	0,3107	3,546	0,041	0,121	347	315
Bassin versant 38	0,1788	2,803	0,047	0,109	350	318
Bassin versant 39	0,3291	3,813	0,041	0,131	348	320

Bassin versant 40	0,0897	1,702	0,049	0,071	341	324
Bassin versant 41	0,0739	1,502	0,059	0,064	347	327
Bassin versant 42	0,0556	1,114	0,035	0,047	336	330
Bassin versant 43	0,2175	3,005	0,044	0,111	347	323
Bassin versant 44	0,2124	2,602	0,048	0,091	343	326
Bassin versant 45	0,0997	1,934	0,045	0,081	340	325
Bassin versant 46	1,454	6,829	0,042	0,319	354	311
Bassin versant 47	0,1246	2,057	0,043	0,081	338	318
Bassin versant 48	3,044	9,485	0,046	1,025	364	309
Bassin versant 49	0,0984	1,463	0,053	0,055	345	332
Bassin versant 50	0,697	5,175	0,048	0,163	372	332
Bassin versant 51	0,2547	3,126	0,044	0,11	371	342
Bassin versant 52	0,0506	1,197	0,032	0,054	357	346
Bassin versant 53	0,234	4,083	0,032	0,165	373	345
Bassin versant 54	0,522	3,992	0,037	0,125	372	346
Bassin versant 55	0,3182	3,369	0,032	0,112	372	359
Bassin versant 56	0,0827	1,587	0,026	0,066	366	359
Bassin versant 57	0,07	1,161	0,028	0,046	365	358
Bassin versant 58	0,1355	2,128	0,041	0,083	367	354
Bassin versant 59	0,616	4,63	0,039	0,145	365	342
Bassin versant 60	0,144	2,734	0,039	0,114	363	341
Bassin versant 61	0,1089	1,791	0,042	0,071	359	342
Bassin versant 62	0,0865	1,446	0,047	0,057	358	341
Bassin versant 63	0,0953	1,632	0,064	0,065	356	336
Bassin versant 64	0,01801	745,29	0,036	0,038	326	318
Bassin versant 65	12,328	22,585	0,033	0,074	374	315
Bassin versant 66	0,1391	1,982	0,041	0,055	341	328
Bassin versant 67	0,0656	1,293	0,04	0,101	333	321
Bassin versant 68	0,1732	2,633	0,053	0,152	339	326
Bassin versant 69	129,37	76,288	0,047	0,062	396	297
Bassin versant 70	10,096	23,227	0,044	0,067	388	315

1. Types d'ouvrage

Numéro de bassin versant	Débit (m^3/s)	Types d'ouvrages
BV1	1,11	Buse
BV2	0,73	Buse
BV3	1,06	Buse
BV4	0,91	Buse
BV5	0,73	Buse
BV6	1,04	Buse
BV7	1,47	Buse
BV8	0,82	Buse
BV9	2,81	Buse
BV10	1,22	Buse
BV11	13,74	Dalot
BV12	1,11	Buse
BV13	0,75	Buse
BV14	1,14	Buse
BV15	3,96	Buse
BV16	1,08	Buse
BV17	0,28	Buse
BV18	0,69	Buse
BV19	0,83	Buse
BV20	0,77	Buse
BV21	49,06	Dalot
BV22	1,12	Buse
BV23	90,27	Dalot
BV24	0,64	Buse
BV25	1,9	Buse
BV26	2,33	Buse
BV27	1,78	Buse
BV28	1,14	Buse
BV29	0,68	Buse
BV30	1,46	Buse
BV31	14,02	Dalot
BV32	19,79	Dalot
BV33	0,73	Buse
BV34	0,9	Buse
BV35	0,68	Buse
BV36	3,22	Buse
BV37	2,13	Buse
BV38	1,15	Buse
BV39	2,43	Buse
BV40	1,17	Buse
BV41	0,94	Buse
BV42	0,7	Buse
BV43	1,49	Buse
BV44	1,39	Buse

BV45	1,45	Buse
BV46	17,12	Dalot
BV47	0,73	Buse
BV48	70,32	Dalot
BV49	1,25	Buse
BV50	5,48	Buse
BV51	1,67	Buse
BV52	0,26	Buse
BV53	2	Buse
BV54	3,81	Buse
BV55	2,49	Buse
BV56	1,24	Buse
BV57	0,84	Buse
BV58	0,88	Buse
BV59	5,06	Buse
BV60	1,03	Buse
BV61	0,61	Buse
BV62	0,99	Buse
BV63	1,23	Buse
BV64	0,19	Buse
BV65	129,84	Dalot
BV66	0,84	Buse
BV67	0,78	Buse
BV68	1,27	Buse
BV69	433,39	Dalot
BV70	105,51	Dalot

II. Etude hydraulique

1. Dalot

Etude hydraulique du Dalot									
Bassins versants	**BV_1**	**BV_2**	**BV_3**	**BV_4**	**BV_5**	**BV_6**	**BV_7**	**BV_8**	**BV_9**
Débit de projet Q10 (m3/s)	49,06	90,27	14,02	19,79	17,12	70,32	105,51	513,01	129,84
Débit réels	96,00	256,00	24,00	48,00	36,00	192,00	216,00	864,00	432,00
Pesanteur g(m²/s)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
Vitesse admissible Vadm(m/s)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Nombre de cellule	2,00	4,00	1,00	1,00	1,00	3,00	4,00	6,00	4,00
Débit par cellule (m3/s)	24,53	22,57	14,02	19,79	17,12	23,44	26,38	85,50	32,46
Hauteur du dalot D(m)	3,00	4,00	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	6,00	6,00
Largeur d'une cellule B(m)	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,50	6,00	4,50
1. Calcul de la profondeur d'eau en amont									
Débit réduit Q*	0,27	0,16	0,37	0,21	0,25	0,17	0,25	0,22	0,11
Hauteur réduite H* (abaque 77 du BCEOM)	0,80	0,58	0,99	0,68	0,76	0,58	0,76	0,70	0,43
Profondeur d'eau en amont H1(m)	2,40	2,32	1,98	2,04	2,28	2,32	2,28	4,20	2,58
Vérification (H1/D≤1,25)	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié	Vérifié
2. Pente critique									
Débit réduit Q*'	0,24	0,23	0,29	0,20	0,35	0,23	0,20	0,31	0,24
Pente critique réduite Ic (abaque 82 du BCEOM)	3,00	2,98	3,10	2,85	3,20	2,98	2,85	3,15	3,00
Coefficient de rugosité K	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
Pente critique Ic	0,004164413	0,003758396	0,004925965	0,003956192	0,00444204	0,003758396	0,003956192	0,00347	0,003305297
3. Vitesse de sortie									
Débit réduit Q***	0,13	0,13	0,15	0,11	0,20	0,14	0,11	0,17	0,15
Vitesse réduite V* (abaque 84 du BCEOM)	0,35	0,35	0,37	0,33	0,40	0,36	0,33	0,37	0,36
Vitesse de sortie V (m/s)	3,98	3,78	3,78	3,66	3,88	3,89	3,96	5,04	3,95
Vérification de la vitesse	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	Vitesse vérifiée	-	Vitesse vérifiée
Section retenue	2x4x3	4x4x4	1x3x2	1x4x3	1x3x3	3x5x3	4x5x3	Pont	4x5x4

2. Buses

Numéro de bassin versant (BV)	Débit (Q) en (m^3/s)	Nombres de cellules	Hauteur de la buse (D) en mètres (m)	Section finale
BV1	1,11	2	0,80	2 x 0,80
BV2	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV3	1,06	2	0,80	2 x 0,80
BV4	0,91	2	0,80	2 x 0,80
BV5	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV6	1,04	2	0,80	2 x 0,80
BV7	1,47	2	0,80	2 x 0,80
BV8	0,82	2	0,80	2 x 0,80
BV9	2,81	2	0,80	2 x 0,80
BV10	1,22	2	0,80	2 x 0,80
BV12	1,11	2	0,80	2 x 0,80
BV13	0,75	2	0,80	2 x 0,80
BV14	1,14	2	0,80	2 x 0,80
BV15	3,96	3	0,80	2 x 0,80
BV16	1,08	2	0,80	2 x 0,80
BV17	0,28	2	0,80	2 x 0,80
BV18	0,69	2	0,80	2 x 0,80
BV19	0,83	2	0,80	2 x 0,80
BV20	0,77	2	0,80	2 x 0,80
BV22	1,12	2	0,80	2 x 0,80
BV24	0,64	2	0,80	2 x 0,80
BV25	1,9	2	0,80	2 x 0,80
BV26	2,33	2	0,80	2 x 0,80
BV27	1,78	2	0,80	2 x 0,80
BV28	1,14	2	0,80	2 x 0,80
BV29	0,68	2	0,80	2 x 0,80
BV30	1,46	2	0,80	2 x 0,80
BV33	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV34	0,9	2	0,80	2 x 0,80
BV35	0,68	2	0,80	2 x 0,80
BV36	3,22	3	0,80	2 x 0,80
BV37	2,13	2	0,80	2 x 0,80
BV38	1,15	2	0,80	2 x 0,80
BV39	2,43	2	0,80	2 x 0,80
BV40	1,17	2	0,80	2 x 0,80
BV41	0,94	2	0,80	2 x 0,80
BV42	0,7	2	0,80	2 x 0,80
BV43	1,49	2	0,80	2 x 0,80
BV44	1,39	2	0,80	2 x 0,80

BV45	1,45	2	0,80	2 x 0,80
BV47	0,73	2	0,80	2 x 0,80
BV49	1,25	2	0,80	2 x 0,80
BV50	5,48	3	0,80	2 x 0,80
BV51	1,67	2	0,80	2 x 0,80
BV52	0,26	2	0,80	2 x 0,80
BV53	2	2	0,80	2 x 0,80
BV54	3,81	2	0,80	2 x 0,80
BV55	2,49	2	0,80	2 x 0,80
BV56	1,24	2	0,80	2 x 0,80
BV57	0,84	2	0,80	2 x 0,80
BV58	0,88	2	0,80	2 x 0,80
BV59	5,06	3	0,80	2 x 0,80
BV60	1,03	2	0,80	2 x 0,80
BV61	0,61	2	0,80	2 x 0,80
BV62	0,99	2	0,80	2 x 0,80
BV63	1,23	2	0,80	2 x 0,80
BV64	0,19	2	0,80	2 x 0,80
BV66	0,84	2	0,80	2 x 0,80
BV67	0,78	2	0,80	2 x 0,80
BV68	1,27	2	0,80	2 x 0,80

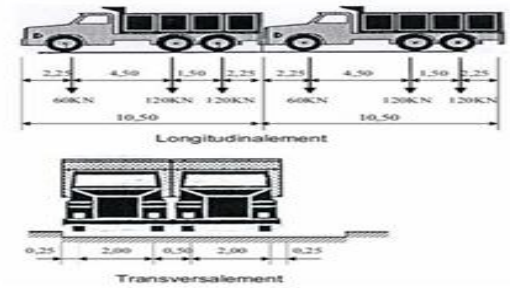
III. Méthodologie de dimensionnement des ouvrages longitudinaux

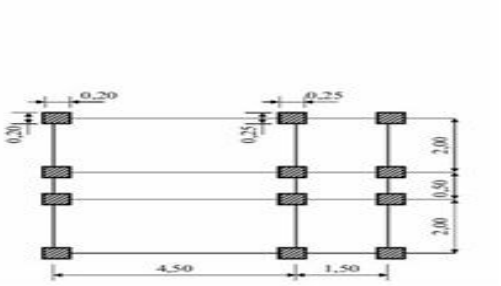
Ouvrage longitudinal : Caniveaux														
Qp=Ks*S*Rh^ (2/3) *I^ (1/2)										Section S		Revanche	Vitesse	Vitesse adm
PK début - PK fin	Ks	B (m)	Y (m)	S(m²)	P (m)	Rh (m)	I	Qp (m3/s)	Qp retenue (m3/s)	B(m)	H(m)	r (m)	V (m/s)	0,5 < V(m/s) < 4
0+000 - 0+700	70	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	0,01	2,17	3,37	1,00	1,00	0,20	3,37	Condition vérifiée
2+400 - 3+540	70	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	0,01	2,76	3,37	1,00	1,20	0,20	2,80	Condition vérifiée
3+860 - 4+600	70	1,00	1,50	1,50	4,00	0,38	0,01	4,78	5,46	1,00	1,50	0,20	3,64	Condition vérifiée
5+540 - 6+120	70	0,50	0,50	0,25	1,50	0,17	0,01	0,24	0,53	0,50	0,50	0,20	2,12	Condition vérifiée
6+960 - 8+880	70	1,00	1,50	1,50	4,00	0,38	0,01	5,30	5,46	1,00	1,50	0,20	3,64	Condition vérifiée
13+200 - 14+060	70	1,00	1,50	1,50	4,00	0,38	0,01	4,64	5,46	1,00	1,50	0,20	3,64	Condition vérifiée
14+880 - 15+520	70	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	0,01	2,28	3,37	1,00	1,00	0,20	3,37	Condition vérifiée
17+680 - 18+620	70	1,00	1,50	1,50	4,00	0,38	0,01	5,23	5,46	1,00	1,50	0,20	3,64	Condition vérifiée
19+740 - 21+120	70	1,70	1,70	2,89	5,10	0,57	0,01	12,08	13,85	2,00	2,00	0,20	3,46	Condition vérifiée
25+280 - 26+320	70	0,80	0,80	0,64	2,40	0,27	0,01	1,32	1,86	0,80	0,80	0,20	2,90	Condition vérifiée
28+880 - 29+820	70	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	0,01	3,31	3,37	1,00	1,00	0,20	3,37	Condition vérifiée

IV. Charges d'exploitation

1. Sous-système Bc

Sur ce sous-système nous pouvons disposer au plus deux (2) camions par nombre de voies et la figure de représentations est la suivante.

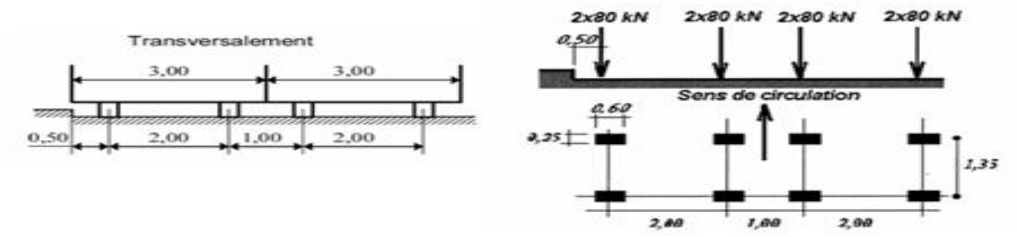




Sous-système de charge Bc			
Désignations	**Formules**	**Valeurs**	**Unité**
Charge(Q)	-	480	KN
Lx	-	1,7	m
Ly	-	4,75	m
S	$Lx \times Ly$	8,08	m^2
Bc	$\frac{Q}{S}$	59,44	m^2
G	$P_1 \times S$	118,13	KN
S_{bc}	-	480	KN
Coefficient de majoration dynamiqueδ_{bc}	$1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{S}}$	1,47	-
Coefficient de pondération bc	-	1,10	-
Q_{B_c}	$1,2 \times bc \times \delta_{bc} \times Bc$	104,79	KN/m^2

2. Sous-système Bt

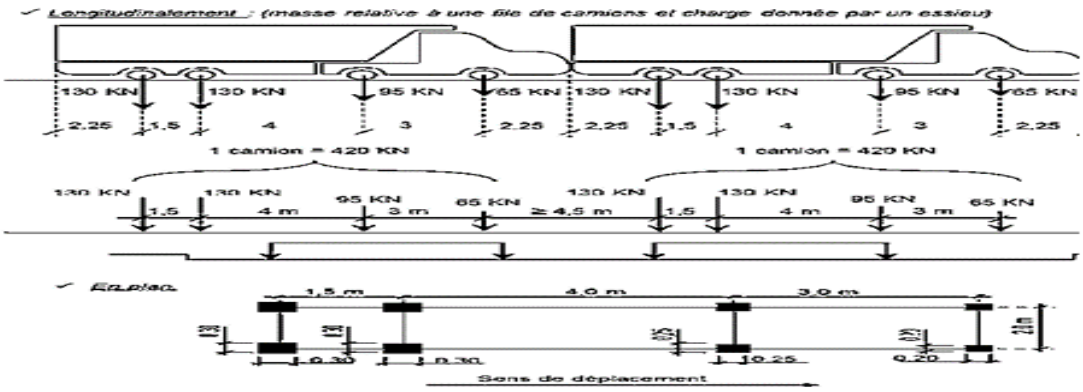
Sur ce sous-système nous pouvons disposer au plus deux (2) camions par nombre de voies et la figure de représentations est la suivante.



Sous-système de charge Bt			
Désignations	**Formules**	**Valeurs**	**Unité**
Charge(Q)	-	640	KN
Lx	-	1,6	m
Ly	-	5,6	m
S	Lx × Ly	8,96	m^2
Bc	$\frac{Q}{S}$	71,43	m^2
G	$P_1 \times S$	118,13	KN
S_{bt}	-	640	KN
Coefficient de majoration dynamiqueδ_{bt}	$1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{S}}$	1,51	-
Coefficient de pondération bt	-	1	-
Q_{B_t}	$1,2 \times bt \times \delta_{bt} \times Bt$	129,59	KN/m^2

3. Sous-système Bc Niger (Bc Niger espace UEMOA)

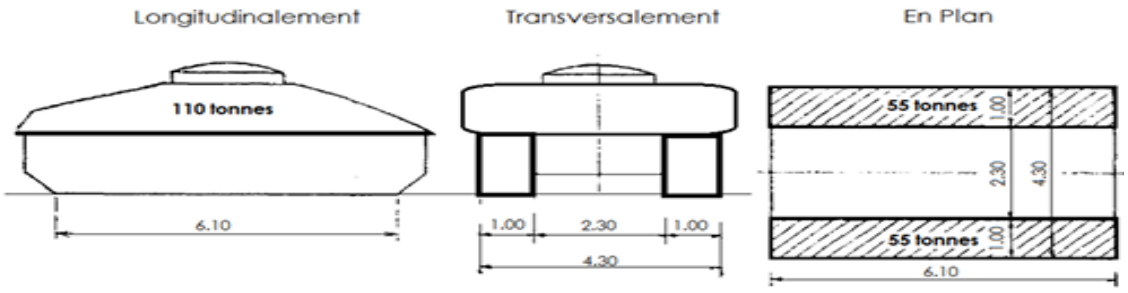
Sur ce sous-système nous pouvons disposer au plus deux (2) camions par nombre de voies et la figure de représentations est la suivante.



Sous-système de charge Bcn			
Désignations	**Formules**	**Valeurs**	**Unité**
Charge(Q)	-	520	KN
Lx	-	1,8	m
Ly	-	4,8	m
S	$Lx \times Ly$	8,64	m^2
Bcn	$\frac{Q}{S}$	60,19	m^2
G	$P_1 \times S$	118,13	KN
S_{bCN}	-	520	KN
Coefficient de majoration dynamiqueδ_{bCN}	$1+\frac{0,4}{1+0,2L}+\frac{0,6}{1+4\times\frac{G}{S}}$	1,48	-
Coefficient de pondération bcn	-	1,1	-
$Q_{B_{CN}}$	$1,2 \times bt \times \delta_{bt} \times Bt$	106,96	KN/m^2

4. Système Mc120

La figure de représentations du système est la suivante.



Système de charge Mc120			
Désignations	**Formules**	**Valeurs**	**Unité**
Charge(Q)	-	670	KN
Lx	-	4	m
Ly	-	6,1	m
S	$Lx \times Ly$	24,40	m^2
Mc120	$\frac{Q}{S}$	27,46	m^2
G	$P_1 \times S$	118,813	KN
S_{Mc120}	-	670	KN
Coefficient de majoration dynamiqueδ_{Mc120}	$1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{S}}$	1,68	-
Q_{Mc120}	$\delta_{Mc120} \times Mc120$	41,70	KN/m^2

V. Résultats de l'étude structurale du dalot

1. Notes de calcul

Norme et matériaux

- Norme : BAEL-91 (R-99) (France)
- Béton : B25
- Acier des barres : Fe E400
- Enrobage extérieur : 3.0 cm
- Enrobage intérieur : 3.0 cm

2.

Description de l'armature

MODULE

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Renfort	
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10e=12, crosse=35cm		
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10e=12, crosse=11cm	Renforts 1 : HA10 - Murs 1 à 1 - Longueur ini. = 1.57m - Longueur fin. = 1.57m Renforts 2 : HA10 - Murs 2 à 2 - Longueur ini. = 1.57m - Longueur fin. = 1.12m Renforts 3 : HA10 - Murs 3 à 3 - Longueur ini. = 1.62m - Longueur fin. = 1.86m	
	Inférieur	Longitudinal	HA10e=12, crosse=35cm		
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=12, crosse=13cm	Renforts 1 : HA10 - Cellules 4 à 4 - Longueur ini. = 2.03m - Longueur fin. = 1.44m	
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA12e=12, crosse=42cm		

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Renfort	
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=12, crosse=13cm	Piédroit gauche : HA12 - Longueur=1.82 m, crosse=13 cm	Renforts 1 : HA12 - Murs 2 à 2 - Longueur ini. = 1.19m - Longueur fin. = 1.67m
	Supérieur	Longitudinal	HA12e=12, crosse=42cm		
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=12, crosse=13cm		
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm	Renfort inférieur : HA12 - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm	
		Horizontal	HA10e=12, crosse=35cm		
	Avant	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=12, crosse=35cm		
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=12, crosse=35cm		
	Avant	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=12, crosse=35cm		

Panneau	Position	Direction	Armature de base	Renfort	
Mur intermédiaire 1	Gauche	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		
	Droite	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		
Mur intermédiaire 2	Gauche	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		
	Droite	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		
Mur intermédiaire 3	Gauche	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		
	Droite	Vertical	HA12e=12, crosse=13cm - Attente=0.25 m - Longueur crosse en pied=13 cm		
		Horizontal	HA10e=10, crosse=35cm		

Mur en aile d'entrée gauche

Armature horizontale : HA10e=10 Armature longitudinale inférieure : HA12e=12, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure : HA12e=12, crosse=13cm		
Tronçon	Armature verticale	Armature semelle
1	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m - Renfort : HA10 - Longueur=1.50m - Crosse =20cm Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
2	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
3	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm
4	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm

Mur en aile d'entrée droite

Armature horizontale : HA10e=10 Armature longitudinale inférieure : HA12e=12, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure : HA12e=12, crosse=13cm		
Tronçon	Armature verticale	Armature semelle
1	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m - Renfort : HA10 - Longueur=1.50m - Crosse =20cm Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
2	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
3	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm
4	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm

Mur en aile de sortie gauche

Armature horizontale : HA10e=10 Armature longitudinale inférieure : HA12e=12, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure : HA12e=12, crosse=13cm		
Tronçon	Armature verticale	Armature semelle
1	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m - Renfort : HA10 - Longueur=1.50m - Crosse =20cm Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
2	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
3	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm
4	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm

Mur en aile de sortie droite

Armature horizontale : HA10e=10 Armature longitudinale inférieure : HA12e=12, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure : HA12e=12, crosse=13cm		
Tronçon	Armature verticale	Armature semelle
1	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m - Renfort : HA10 - Longueur=1.50m - Crosse =20cm Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
2	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 Transversal supérieur : HA12e=12
3	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm
4	Armature verticale arrière : HA10e=12 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m Armature verticale avant : HA10e=12 - Recouvrement =0.25m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.34m	Transversal inférieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm Transversal supérieur : HA12e=12 -Longueur crosse arrière=13cm -Longueur crosse avant=13cm

	Fe E400 (kg)			Béton (m³)
Élément	HA10	HA12	Total	B25
Référence : Mur en aile d'entrée gauche	1122.70	885.20	2007.90	27.30
Référence : Mur en aile d'entrée droite	1122.70	885.20	2007.90	27.30
Référence : Module (Tablier, Piédroits, Radier)	2897.80	5106.99	8004.79	99.74
Référence : Mur en aile de sortie gauche	1122.70	885.20	2007.90	27.30
Référence : Mur en aile de sortie droite	1122.70	885.20	2007.90	27.30
Total	7388.60	8647.79	16036.39	208.96

VI. Résultats de l'étude structurale d'un caniveau

NOTE DE CALCUL				
Norme utilisée : Fascicule 61 Titre II du BAEL 99 modifié				
DONNEES DE L'ETUDE				
GEOMETRIE		**Formule**	**Caniveau 200x200**	**Unité**
Ouverture du caniveau	e	-	2	m
Hauteur libre	i	-	2	m
Epaisseur de voile	d	i/32 +0,125	0,2	m
Epaisseur de radier	c	e/32 +0,125	0,2	m
Epaisseur de la lèvre de feuillure	a	d/2	0,1	m
Largeur de la dallette	h	-	0,5	m
Epaisseur de la dallette	c	e/32 +0,125	0,2	m
Longueur de la dallette	L	e + (2 x a)	2,2	m
Portée de la dallette	b	L-(2 x a)	2,18	m
Hauteur du piédroit	H	i+c	2,2	m
Epaisseur du piédroit	c'	-	0,2	m
Longueur de flambement	lf	0,5*H	1,1	m
MATERIAUX				
BETON				
Resistance à la compression à 28jrs	fc28	-	25	MPa
Poids volumique du Béton	Yb	-	25	KN
Resistance caractéristiques du béton à 28 jrs	ft28	0,6+0,06 x fc28	2,1	KN
Resistance minimale du béton	fbu	0,85 x fc28/1,5	14,17	Mpa
Contrainte à la compression	σbc	0,6 x fc28	15	Mpa
ARMATURES				
Type	-	-	HA	-
Nuance	FeE		400	MPa
Limite d'élasticité	Fe	-	400	MPa
Contrainte de calcul de l'acier	σs	fe/1,15	347,83	MPa
Contrainte limite de l'acier	σst	-	250	MPa
Enrobage des armatures	e	-	3	Cm
SOL				
Poids volumique du sol	Ys	-	20	KN/m³
Angle de frottement	ϕ	-	30	°

DALLETTE				
DESCENTE DES CHARGES				
Charge permanentes (P1)	Poids propre de la dallette	c x L x Yb	11	KN/ml
Charge d'exploitations (Q1)	Roue isolée	Br	100	KN
PIEDROIT				
DESCENTE DES CHARGES				
Charge permanentes (P1)	Poids propre de la dallette	c x L *Yb	11	KN/ml
Charge permanentes (P2)	Poids propre du piédroit	c x H x Yb	7,48	KN/ml
Charge permanentes (P3)	Poussée des terres	1/2 x Ka x H^2 x Ys	15,97	Mpa
Charge d'exploitations (Q1)	Roue isolée	Br	100	KN
RADIER				
Charge permanentes (P1)	Poids propre de la dallette	c x L x Yb	11	KN/m^2
Charge permanentes (P2)	Poids propre du radier	c x L x Yb	11	KN/m^2
Charge permanentes (P3)	Poids propre du piédroit	(2 x c x L x Yb)/2	7,48	KN/m^2
Charge d'exploitations (Q1)	Roue isolée	Br	100	KN

Dallette			
Sollicitations			
Efforts tranchant	$V_{ser}\ (KN/ml)$	$\frac{P_1 \times l}{2} + \frac{Q_1}{2}$	122,100
Moment	$M_{ser}\ (KN/ml)$	$\frac{P_1 \times l^2}{8} + \frac{Q_1}{4} l$	61,655
Efforts tranchant	$V_u\ (KN/ml)$	$1{,}35 \times \frac{P_1 \times l}{2} + 1{,}61 \times \frac{Q_1}{2}$	193,435
Moment	$M_u\ (KN/ml)$	$1{,}35 \times \frac{P_1 \times l^2}{8} + 1{,}61 \times \frac{Q_1}{4} l$	97,534
Ferraillage			
Moment réduit	μ_u	$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bu}}$	0,021
Moment réduit limite	μ_{ul}	-	0,186
Conclusion	$\mu_u < \mu_{ul}$	**Pivot A il n'y a pas d'aciers comprimés**	
Alpha	$\propto_u$	$1{,}25 \times (1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$	0,027
Bras de levier	Z_u	$d \times (1 - 0{,}4 \times \propto_u)$	0,17 m
Section d'aciers	A_{st}	$\frac{M_u}{Z_u \times \sigma_{st}}$	14,343 cm^2

Condition de non fragilité	A_{stmin}	$\frac{0,23 \times b \times d \times f_{tj}}{f_e}$	4,347 cm^2
Acier	As	Max (A_{st}; A_{stmin})	14,343 cm^2
Choix	**10HA14**		
Espacement minimal	e_{ht}	Max [$\emptyset_l$; 1,5G$_g$]	3,75 cm
Espacement réel	e_h	$\frac{b - (\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	9,00 cm
Aciers de répartition	A_r	$\frac{A_{st}}{3}$	4,781 cm
Espacement réel	e_h	$\frac{l - (\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	20,00 cm
Acier	**7HA10 ; esp=20cm**		

Piédroit			
Sollicitations			
Effort normal à l'ELS	N$_{ser}$ (KN/ml)	$P_1 + P_2 + Q_1$	118,480
Effort tranchant à l'ELS	V$_{ser}$ (KN/ml)	$\frac{P_3}{3}$	5,320
Moment à l'ELS	M$_{ser}$ (KN/ml)	$\frac{P_{3 \times H}}{3} + 1,2 \times \frac{Q_{2 \times H}}{2}$	143,710
Effort normal à l'ELU	N$_u$ (KN/ml)	$1,35(P_1 + P_2) + 1,61Q_1$	185,95
Effort tranchant à l'ELU	V_U (KN/ml)	$1,35\frac{P_3}{3}$	7,190
Moment à l'ELU	M_u (KN/ml)	$1,35 \times \frac{P_{3 \times H}}{3} + 1,61 \times \frac{Q_{2 \times H}}{2}$	192,91
Ferraillage			
Excentricité du premier ordre	e$_1$	$\frac{M_{ser}}{N_{ser}}$	1,22 m
Excentricité due aux effets secondaires	e$_2$	Max ($2cm$; $L/250$)	0,02 m
Alpha	α	$10 \times (1 - \frac{Mu}{1,5\ Mser})$	1,05

Excentricité additionnelle	e	$\frac{3L_f^2}{10000h}(2+\alpha\varphi)$	0,340
Excentricité	e	$d \times (1 - 0{,}4 \times \propto_u)$	0,20
Effort de compression max supportable par le béton	N_{bmax}	$b \times h \times f_{bc}$	2,83 MN
Coefficient de remplissage	ψ_1	$\frac{N_{ser}}{N_{bmax}}$	0,042
$\psi_1 <$ 0,81 $d'ou\ e_{NC}$ $=\zeta\ x\ h$	ζ= 0,1654	$e_{NC} =\zeta\ x\ h$	0,033
Conclusion	$e > e_{NC}$	La section est partiellement comprimée	
Excentricité (A)	e_A	$e + (d - 0{,}5h)$	0,46 m
Moment fictif	M_{serb}	$N_{ser} \times e_a$	54,501 KN/m
	α_{ser}	$\frac{n_{\sigma bc}}{n_{\sigma bc} + \sigma_{st}}$	0,577
Position de l'axe neutre Yser	Y_{ser}	$d - \alpha_{ser}$	1,423 m
	z_{ser}	$d - \frac{Y_{ser}}{3}$	1,526 m
Moment réduit	M_{serf}	$M_{serb}\ \frac{1}{2} b_0 \times z_{ser} \times \sigma_{bc} \times Y_{ser}$	88,716 KN/m
Conclusion	**$M_{serf} < M_{serb}$**	**Pas d'acier comprimé**	
Section d'acier fictive	A_{stf}	$\frac{M_{serf}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$	14,534 cm^2
Section d'acier théorique	A_s	$A_{stf} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$	9,804 cm^2
Condition de non fragilité	A_{stmin}	Max $(\frac{bh}{100}; \frac{0{,}23 \times b \times d \times f_{tj}}{f_e})$	4,347 cm^2
Choix	**A_{st}**	**Max (A_s; A_{stmin})**	**9,804** cm^2
Acier		7HA14 ; esp=20cm	

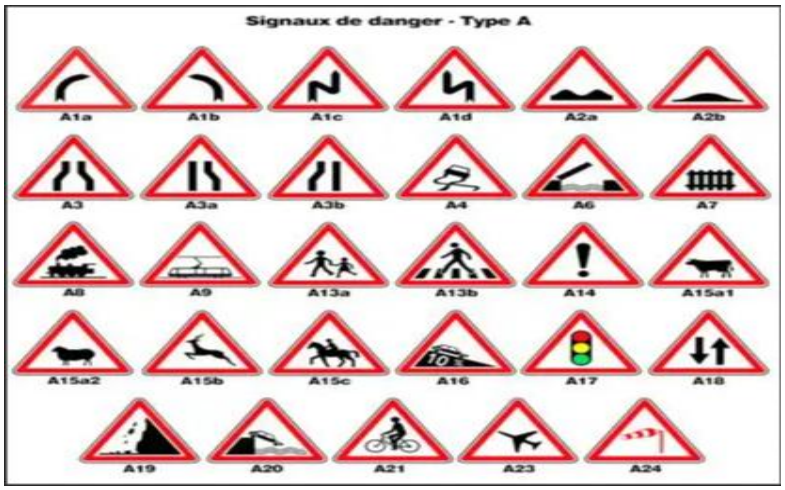
Espacement minimal	e_{ht}	Max [$\emptyset_l$; 1,5G_g]	3,75 cm
Espacement réel	e_h	$\frac{b\ -(\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	9,00 cm
Acier de répartition	A_r	$\frac{A_{st}}{3}$	3,27 cm^2
Espacement réel	e_h	$\frac{l\ -(\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	20,00 cm
Acier	**7HA10 ; esp=20cm**		

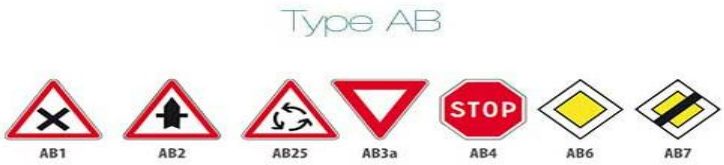
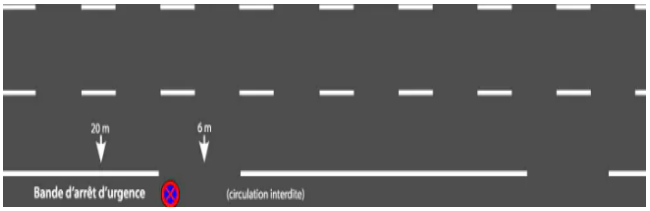
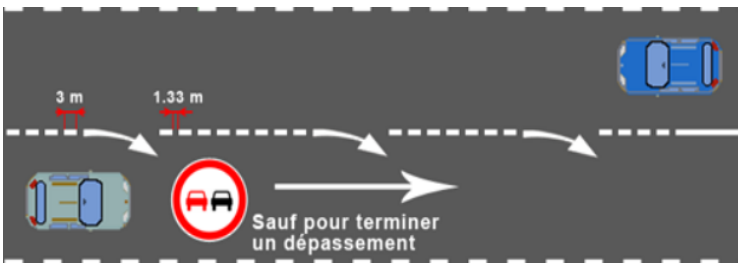
Radier			
Sollicitations			
Effort normal à l'ELS	N_{ser} (KN/ml)		-
Effort tranchant à l'ELS	V_{ser} (KN/ml)	$\frac{G\ \times l}{2} + 1{,}2 \times \frac{Q}{2}$	92,428
Moment à l'ELS	M_{ser} (KN/ml)	$\frac{G\ \times l^2}{8} + 1{,}2 \times \frac{Q \times l}{4}$	83,835
Effort normal à l'ELU	N_u (KN/ml)		-
Effort tranchant à l'ELU	V_U (KN/ml)	$1{,}35\frac{G\ \times l}{2} + 1{,}61 \times \frac{Q}{2}$	124,129
Moment à l'ELU	M_u (KN/ml)	$1{,}35\frac{G\ \times l^2}{8} + 1{,}61 \times \frac{Q \times l}{4}$	112,628
Ferraillage			
Moment réduit	μ_u	$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bu}}$	0,085
Moment réduit limite	μ_{ul}	-	0,186
Conclusion	$\mu_u < \mu_{ul}$	Pivot A il n'y a pas d'aciers comprimés	
Alpha	$\propto_u$	$1{,}25 \times (1 - \sqrt{1 - 2\mu_u}\ )$	0,111
Bras de levier	Z_u	$d \times (1 - 0{,}4 \times \propto_u)$	0,343 m
Section d'aciers	A_{st}	$\frac{M_u}{Z_u \times \sigma_{st}}$	8,185 cm^2
Condition de non fragilité	A_{stmin}	$\frac{0{,}23 \times b \times d \times f_{tj}}{f_e}$	4,347 cm^2
Acier	As	Max (A_{st}; A_{stmin})	8,185 cm^2

Choix	**7HA14**		
Espacement minimal	e_{ht}	Max [$\emptyset_l$; 1,5G_g]	3,75 cm
Espacement réel	e_h	$\frac{b\ -(\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	9,00 cm
Aciers de répartition	A_r	$\frac{A_{st}}{3}$	4,093 cm
Espacement réel	e_h	$\frac{l\ -(\emptyset \times n + enr \times 2)}{n-1}$	20,00 cm
Acier	**6HA10 ; esp=20cm**		

Annexe 3 : Signalisation routière et estimation financière

1. Signalisation routière

Signalisation verticale	Image
Panneaux de danger de type A de forme triangulaires	
Panneaux de prescription de type B de forme circulaires ou carrés	

Panneaux d'intersection de type AB de forme triangulaires, carrés ou orthogonaux	
Signalisation horizontale	Image
Les lignes continues infranchissables et utilisées dans les zones de visibilités, notamment dans les virages et les zones à fortes rampes	
Les lignes discontinues de délimitation des voies, utilisées pour la séparation des voies	
Les lignes discontinues d'avertissement, utilisées pour prévenir la rencontre d'une ligne infranchissable.	

2. Devis estimatif

ETUDE TECHNIQUE DETAILLE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU-SINEMATIALI (Environ 32 KM)
DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

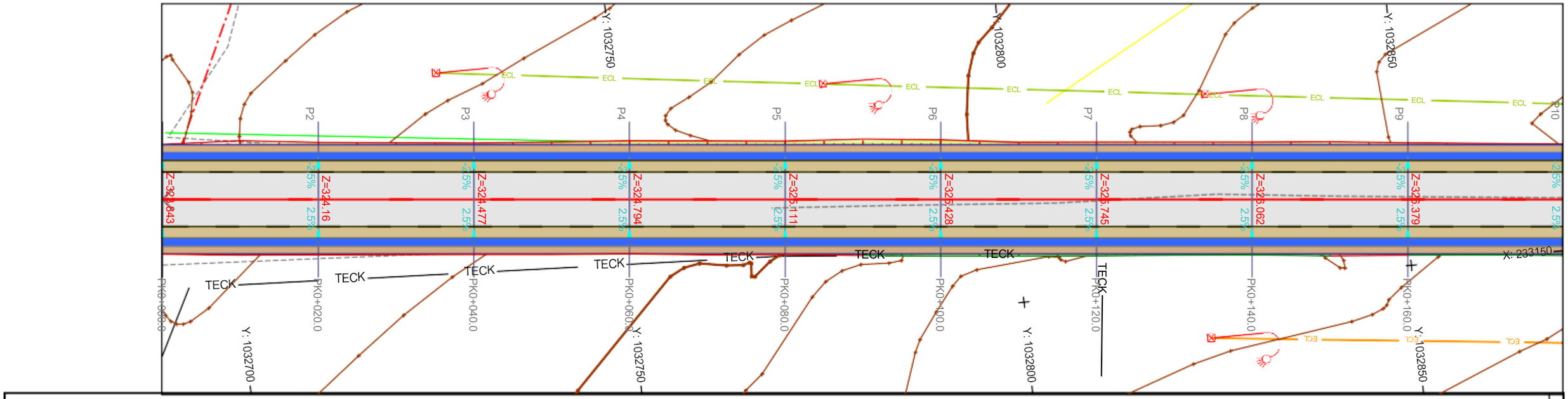
N°	DESIGNATION DES OUVRAGES	U	QUANTITES	PRIX UNITAIRE	T O T A L
	SECTION 000 : INSTALLATION GENERAL DE CHANTIER				
1	Installation générale de chantier et des services généraux de l'entreprise y compris amenée et repli du matériel	ff	1	450 000 000	450 000 000
TOTAL SECTION N°000					**450 000 000**
	SECTION 100 : DEGAGEMENT DES EMPRISES				
101	Abattage, dessouchage et évacuation des arbres de circonférence comprise entre 1 et 3 se trouvant sur l'emprise de la route et sur le site d'emprunt	u	15	32 000	480 000
102	Décapage de la terre végétales	m	98 155	800	78 523 907
TOTAL SECTION N°100					**79 003 907**
	SECTION 200 : TERRASSEMENTS GENERAUX				
201	Déblai pour travaux de terrassement	m^3	263 046	7 500	1 972 844 625
202	Remblais provenant d'emprunts pour travaux de terrassement	m^3	314 448	8 750	2 751 418 784

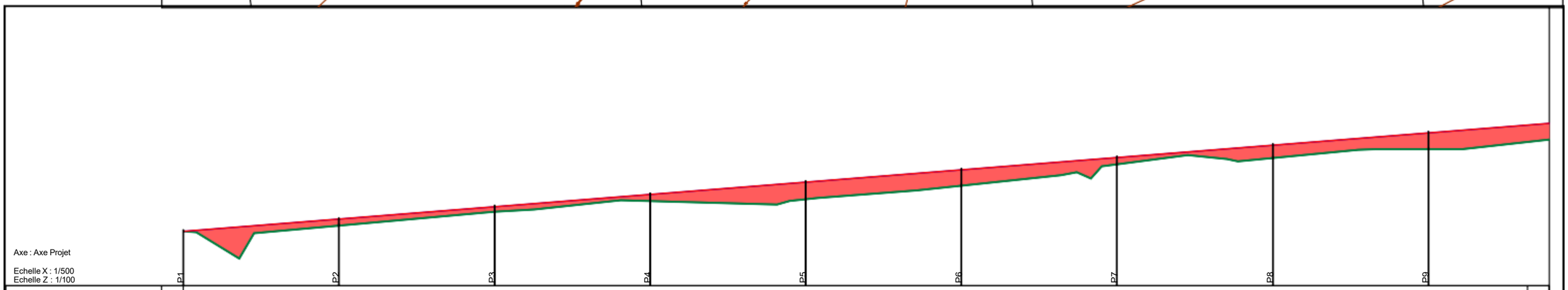
203	Réglage et compactage de l'arase de terrassements	m^3	577494	450	259 872 215
TOTAL SECTION N°200					**4 984 135 624**
	SECTION 300 : CHAUSSEE				
301	Fourniture et mise en œuvre de GNT 0/20 pour couche de fondation ep 20 cm	m^3	66 714	49 875	3 327 342 795
302	Fourniture et mise en œuvre de GNT 0/20 pour couche de base ep 20 cm	m^3	33 357	49 875	1 663 671 398
303	Fourniture et mise en œuvre de béton bitumineux pour l'accotement ep 3 cm	m^3	2 859	18 500	52 894 386
304	Fourniture et mise en œuvre de béton bitumineux pour la couche de roulement ep 5 cm	m^3	6 671	18 500	123 420 234
TOTAL SECTION N°300					**5 167 328 813**
	SECTION 400 : ASSAINISSEMENT-DRAINAGE				
	CANIVEAUX PREFABRIQUE				
401	Fourniture et pose de caniveaux 100 x 100	ml	8 580	106 300	912 054 000
402	Fourniture et pose de caniveaux 100 x 120	ml	1 140	135 000	153 900 000
403	Fourniture et pose de caniveaux 100 x 150	ml	4 460	195 850	873 491 000
405	Fourniture et pose de caniveaux 50 x 50	ml	580	40 000	23 200 000
406	Fourniture et pose de caniveaux 80 x 80	ml	1 040	69 000	71 760 000
407	Fourniture et pose de caniveaux 200 x 200	ml	1 380	215 000	296 700 000
	BUSES PREFABRIQUE				
408	Fournitures et pose de buses de diamètre 800 mm	u	60	155 000	9 300 000
	DALOT				
409	Exécution des fouilles	m^3	363	5 500	1 996 500
410	Béton de propreté C150	m^3	36	11 000	399 300
411	Béton de qualité Q350 au ciment CPA 350	m^3	209	135 000	28 209 600
410	Aciers haute adhérence pour les ouvrages	Kg	15 609	1 150	17 950 028
TOTAL SECTION N°400					**2 388 960 428**
	SECTION 500 : SIGNALISATION				
501	Marquage en peinture blanche des lignes axiale et de rive discontinu	ml	40 000	4 500	180 000 000

503	Panneaux de signalisations de type A de forme triangulaires	u	32	225 000	7 200 000
504	Panneaux de signalisations de type B de forme circulaires ou carrés	u	13	225 000	2 925 000
505	Panneaux de signalisations de type AB de forme triangulaires, carrés ou orthogonaux	u	10	225 000	2 250 000
TOTAL SECTION N°500					**192 375 000**
	SECTION 500 : PROTECTION ENVIRONNEMENTALE				
601	Sensibilisation et information à la sécurité routière	ff	1	47 090 000	47 090 000
602	Gestion des découverte fortuite	ff	1	92 000 000	92 000 000
603	Plan de gestion environnementale et sociale (PGES)	ff	1	385 831 000	385 831 000
SOUS TOTAL LOT N°600					**524 921 000**
MONTANT GLOBAL HT					**13 786 724 771**
TVA 18%					**2 481 610 459**
MONTANT GLOBAL TTC					**16 268 335 230**

Le présent devis est arrêté à la somme de : Seize milliards deux cent soixante-huit millions trois cent trente-cinq mille deux cent trente (16 268 335 230 FCFA)

Annexe 4 : Tracé combiné et plan de ferraillage





Plan de comparaison	322.40		322.40
Terrain	323.84	324.00	324.35	324.62	324.67	325.02	325.56	325.73	325.96
Ecart entre Projet - Terrain	0.00m	0.16m	0.13m	0.17m	0.44m	0.41m	0.18m	0.34m	0.42m
Projet Linéaire Z	323.84	324.16	324.48	324.79	325.11	325.43	325.75	326.06	326.38
Projet Linéaire D	0.00	20.00	40.00	60.00	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00
	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Pentes et rampes	L = 766.77m								
Alignts. et courbes	L = 189.97m								

Mensura Genius

Indices	Date	Modification	Etabli par	Vérifiée par
A	21/06/2025	Edition originale		

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'ENTRETIEN ROUTIER

INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE)

BUREAU D'ETUDE

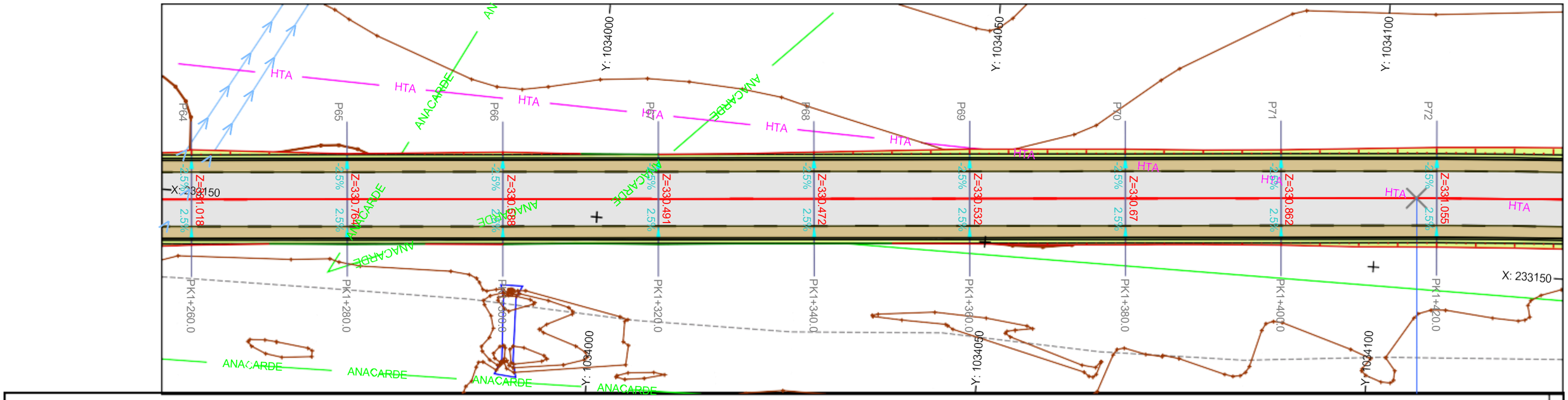
ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU - SINEMATIALI (31,769 KM) SITUE DANS LA REGION DU PORO (CÔTE D'IVOIRE)

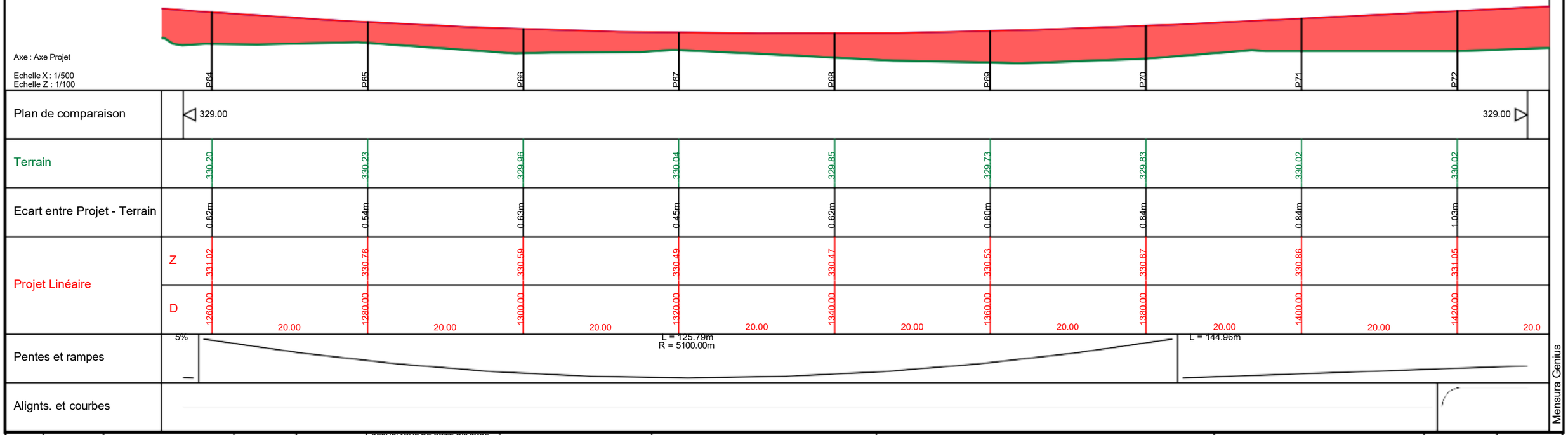
LINEAIRE DU PK00+000 AU PK31+768.4
TRAVERSEE (PK00+000 - PK00+000)

PHASE DE L'ETUDE
AVANT PROJET SOMMAIRE

TRACE EN PLAN et PROFIL EN LONG

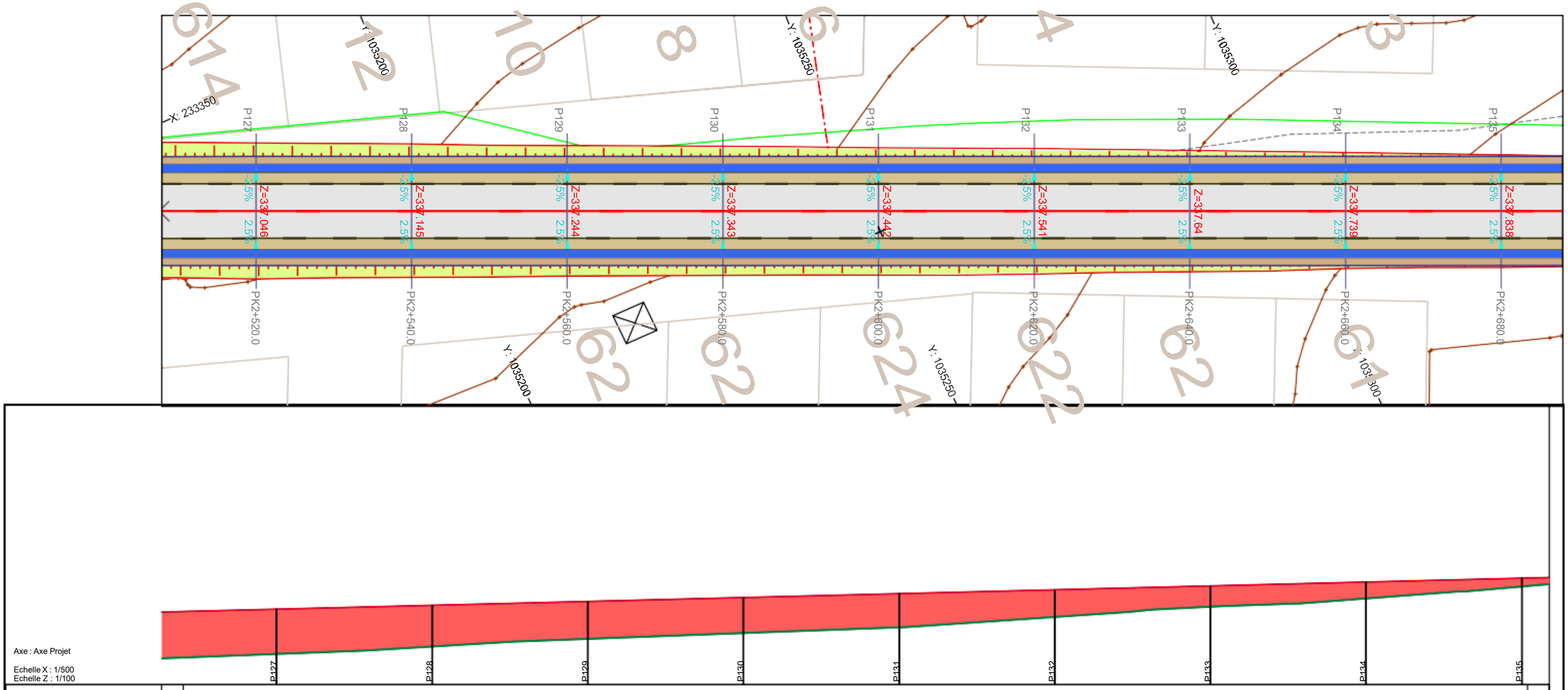
ECHELLE
X = 1/500
Z = 1/100





					REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE			ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU - SINEMATIALI (31,769 KM) SITUE DANS LA REGION DU PORO (CÔTE D'IVOIRE)	PHASE DE L'ETUDE		
					MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'ENTRETIEN ROUTIER	INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE)	BUREAU D'ETUDE	**LINEAIRE DU PK00+000 AU PK31+768.4** TRAVERSEE (PK00+000 - PK00+000)	AVANT PROJET SOMMAIRE	ECHELLE	X = 1/500 Z = 1/100
A	21/06/2025	Edition originale						TRACE EN PLAN et PROFIL EN LONG			
Indices	Date	Modification	Etabli par	Vérifiée par							

Mensura Genius



Axe : Axe Projet

Echelle X : 1/500
Echelle Z : 1/100

	P127	P128	P129	P130	P131	P132	P133	P134	P135
Plan de comparaison	335.10								335.10
Terrain	335.89	336.08	336.28	336.42	336.58	336.84	337.11	337.31	337.62
Ecart entre Projet - Terrain	1.15m	1.07m	0.97m	0.92m	0.86m	0.70m	0.53m	0.43m	0.22m
Projet Linéaire Z	337.05	337.14	337.24	337.34	337.44	337.54	337.64	337.74	337.84
Projet Linéaire D	2520.00	2540.00	2560.00	2580.00	2600.00	2620.00	2640.00	2660.00	2680.00
	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
Pentes et rampes									
Alignts. et courbes									

Mensura Genius

Indices	Date	Modification	Etabli par	Vérifiée par
A	21/06/2025	Edition originale		

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'ENTRETIEN ROUTIER

INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE)

BUREAU D'ETUDE

ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU - SINEMATIALI (31,769 KM) SITUE DANS LA REGION DU PORO (CÔTE D'IVOIRE)

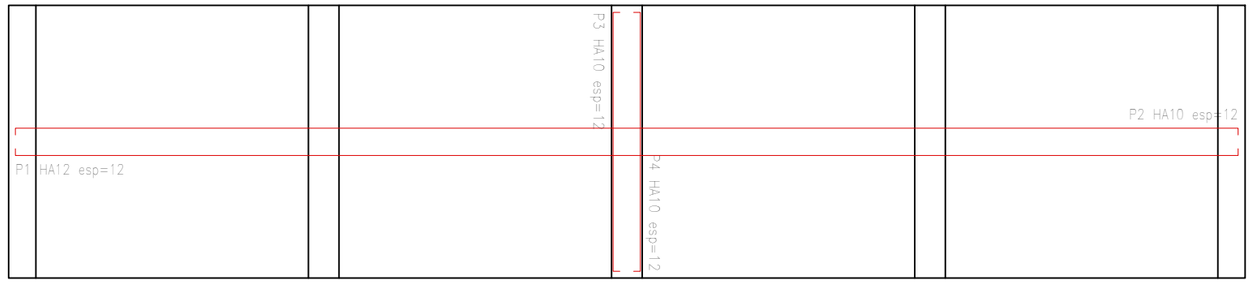
LINEAIRE DU PK00+000 AU PK31+768.4
TRAVERSEE (PK00+000 - PK00+000)

PHASE DE L'ETUDE
AVANT PROJET SOMMAIRE

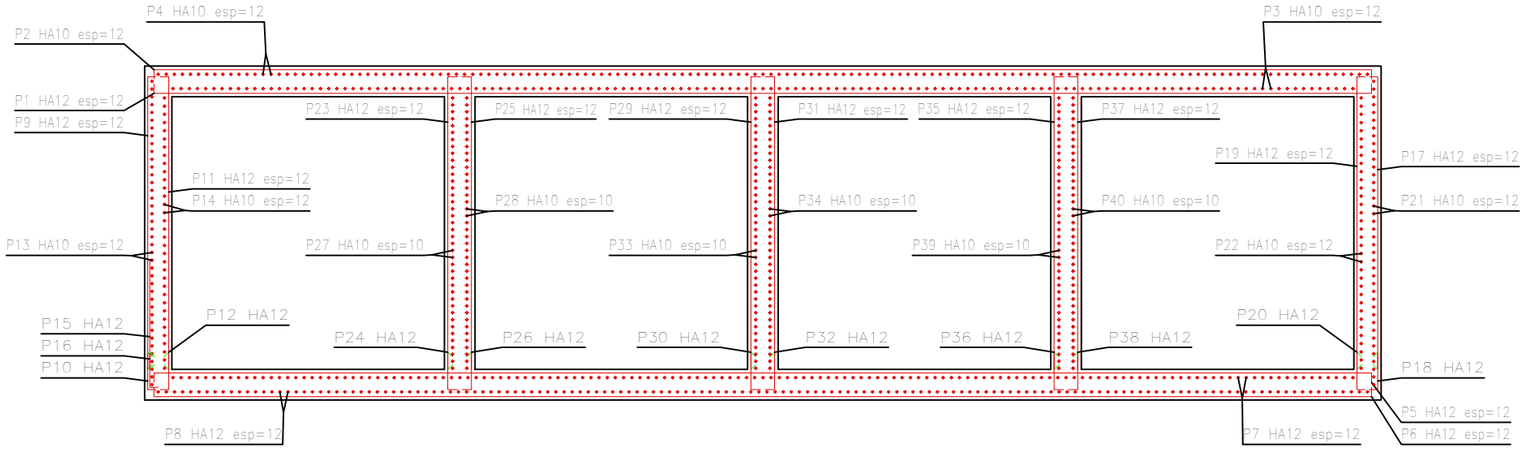
TRACE EN PLAN et PROFIL EN LONG

ECHELLE
X = 1/500
Z = 1/100

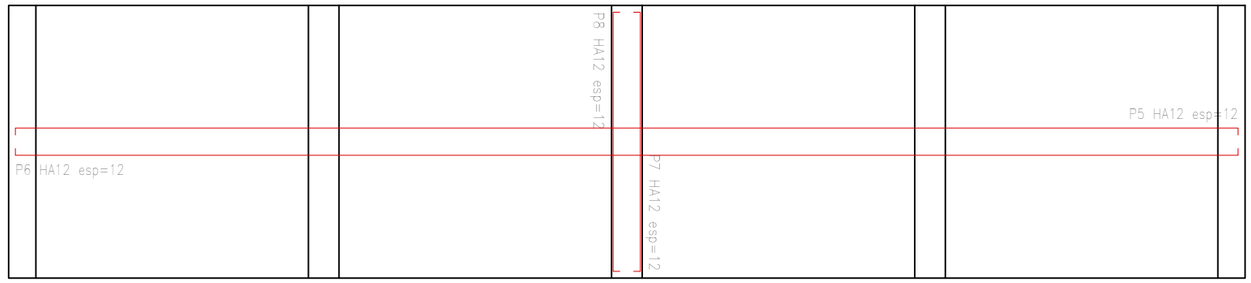
Ferraillage du Tablier



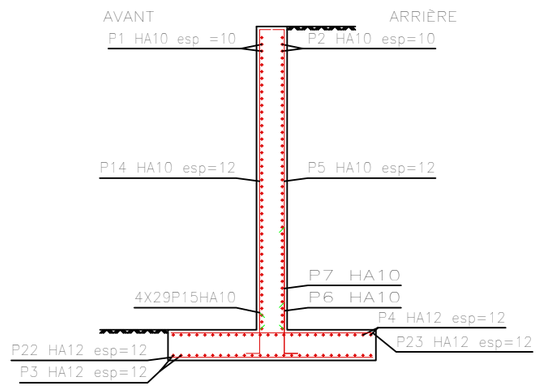
Ferraillage du Module



Ferraillage du Radier



Ferraillage des Murs en aile



Module

POSITION	ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m
1	12	33	18.30	13 1803 13	603.83
2	10	33	18.26	11 1804 11	602.45
3	10	145	4.82	34 11 393 11 34	699.19
4	10	151	4.64	35 11 393 11 35	699.96
5	12	33	18.30	13 1803 13	603.83
6	12	33	18.30	13 1803 13	603.83
7	12	145	4.85	33 13 393 13 33	703.54
8	12	150	4.88	34 13 393 13 34	731.40
9	12	33	4.53	13 440 13	149.56
10	12	33	0.78	13 64 13	25.61
11	12	33	4.53	13 440 13	149.56
12	12	33	0.78	13 64 13	25.61
13	10	40	4.74	30 11 393 11 30	189.68
14	10	34	4.72	28 11 393 11 28	160.41
15	12	32	1.60	160	51.33
16	12	32	0.78	13 64 13	24.83
17	12	33	4.53	13 440 13	149.56
18	12	33	0.78	13 64 13	25.61
19	12	33	4.53	13 440 13	149.56
20	12	33	0.78	13 64 13	25.61
21	10	40	4.74	30 11 393 11 30	189.68
22	10	34	4.72	28 11 393 11 28	160.41
23	12	33	4.53	13 440 13	149.56
24	12	33	0.78	13 64 13	25.61
25	12	33	4.53	13 440 13	149.56
26	12	33	0.78	13 64 13	25.61
27	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
28	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
29	12	33	4.53	13 440 13	149.56
30	12	33	0.78	13 64 13	25.61
31	12	33	4.53	13 440 13	149.56
32	12	33	0.78	13 64 13	25.61
33	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
34	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
35	12	33	4.53	13 440 13	149.56
36	12	33	0.78	13 64 13	25.61
37	12	33	4.53	13 440 13	149.56
38	12	33	0.78	13 64 13	25.61
39	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
40	10	40	4.84	35 11 393 11 35	193.68
				HA10	3863.86
				HA12	5074.29

Fe E400

Mur en aile

POSITION	ø mm	NBRE. PIÈCES	LONGUEUR m	FAÇONNAGE L=cm	LONGUEUR TOTAL m
1	10	176 (4x44)	14.06	37 82 - 1333 37	1469.16
2	10	176 (4x44)	14.06	37 85 - 1333 37	1474.30
3	12	104 (4x26)	14.06	13 328 - 1333 13	877.57
4	12	104 (4x26)	14.06	13 328 - 1333 13	877.57
5	10	116 (4x29)	4.76	34 361 - 442	513.65
6	10	116 (4x29)	0.99	20 79	114.96
7	10	112 (4x28)	2.09	20 189	234.19
8	10	112 (4x28)	3.90	34 257 - 356	380.86
9	10	112 (4x28)	0.99	20 79	110.99
10	10	112 (4x28)	2.86	34 152 - 252	264.17
11	10	112 (4x28)	0.99	20 79	110.99
12	10	112 (4x28)	1.82	34 48 - 148	147.47
13	10	112 (4x28)	0.99	20 79	110.99
14	10	116 (4x29)	4.76	34 361 - 442	513.65
15	10	116 (4x29)	0.84	20 64	97.56
16	10	112 (4x28)	3.90	34 257 - 356	380.86
17	10	112 (4x28)	0.84	20 64	94.19
18	10	112 (4x28)	2.86	34 152 - 252	264.17
19	10	112 (4x28)	0.84	20 64	94.19
20	10	112 (4x28)	1.82	34 48 - 148	147.47
21	10	112 (4x28)	0.84	20 64	94.19
22	12	116 (4x29)	2.99	299	346.84
23	12	116 (4x29)	2.99	299	346.84
24	12	116 (4x29)	2.19	219	254.04
25	12	116 (4x29)	2.19	219	254.04
26	12	116 (4x29)	1.64	13 138 13	190.47
27	12	116 (4x29)	1.64	13 138 13	190.47
28	12	116 (4x29)	1.24	13 98 13	144.07
29	12	116 (4x29)	1.24	13 98 13	144.07
				HA10	6618.01
				HA12	3625.98

Fe E400

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union - Discipline - Travail

PROJET ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU - SINEMATIALI, PORO (32,7 km).

PHASE ETUDES D'EXECUTION — OCTOBRE 2025

BUREAU D'ETUDE INFRA TP

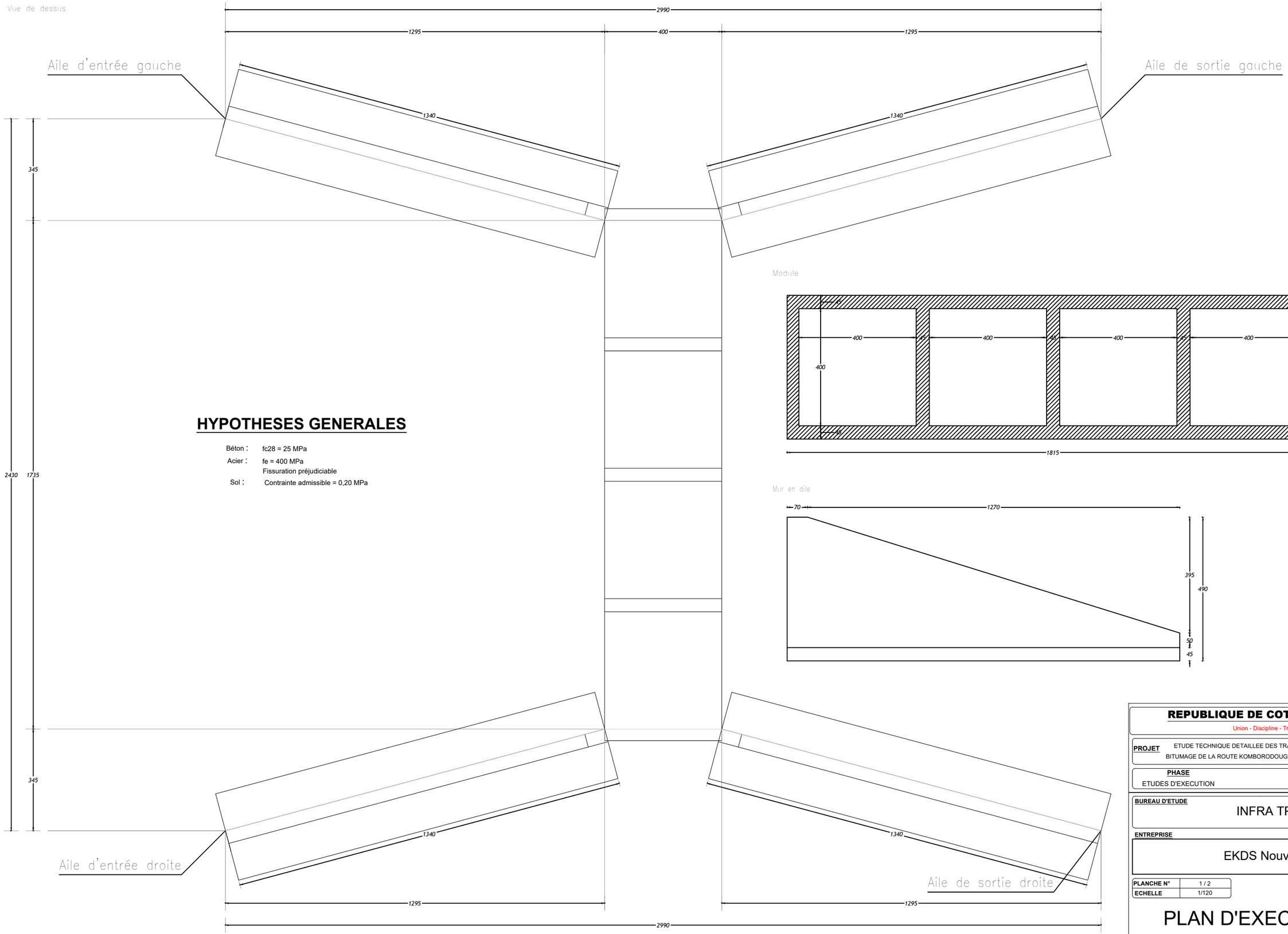
ENTREPRISE EKDS Nouvelle

PLANCHE N°	2 / 2
ECHELLE	1/90

PLAN D'EXECUTION

IND	DATE	MODIFICATIONS

Vue de dessus



HYPOTHESES GENERALES

Béton : fc28 = 25 MPa

Acier : fe = 400 MPa
Fissuration préjudiciable

Sol : Contrainte admissible = 0,20 MPa

Module

Mur en aile

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

Union - Discipline - Travail

PROJET ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE KOMBORODOUGOU - SINEMATIALI, PORO (32,7 km).

PHASE
ETUDES D'EXECUTION — OCTOBRE 2025

BUREAU D'ETUDE
INFRA TP

ENTREPRISE
EKDS Nouvelle

PLANCHE N°	1 / 2
ECHELLE	1/120

PLAN D'EXECUTION

IND	DATE	MODIFICATIONS