Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra-Tronçon - Antula Bono – Quidè - Guinée-Bissau (5.387 km)

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER
SÉPCIALITÉ Génie Civil – Bâtiment et Travaux Publics

Présenté et soutenu publiquement le 19 Janvier 2026 par

Francisco Junior CAMALA (20220395)

Encadrant 2iE : Professeur Abdou **LAWANE GANA,** Enseignant-Chercheur, Département Génie Civil, Institut 2iE

Maître de stage : Oral **KY**, Ingénieur en Génie civil, **AGEIM-IC**

Structure d'accueil du stage : **A**gence d'**E**tudes d'**I**ngénierie et de **M**aîtrise d'œuvre **I**ngénieurs **C**onseils (**AGEIM-IC**)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr. Adamah **MESSAN**

Membres : Dr**.** Philbert **NSHIMYMANA**

M. Sidiki **KABRE**

Promotion [2025- 2026]

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma famille, avec tout mon amour et mon respect. Merci pour tous les sacrifices que vous avez faits pour moi que le seigneur ne cesse de vous combler de ses grâces.

REMERCIEMENTS

À l'issue de ce stage pour l'obtention du diplôme d'ingénieur. Il nous tient à cœur de remercier vivement tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail. Nous les remercions particulièrement pour leur disponibilité, les conseils et effort consentis à notre égard tout au long de notre stage pratique.

Nos remerciements vont particulièrement à :

- **M. Tiraogo Hervé OUEDRAOGO**, Directeur Général de l'Agence d'Etudes d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC) pour m'avoir permis d'effectuer ce stage au sein de son bureau d'étude ;
- **Ing. Oral KY**, notre Maître de stage, pour son professionnalisme, sa disponibilité pour apporter des orientations éclairées dans le but d'aboutir à des résultats fiables ;
- **Ing. Sama Mountarou BAWA**, Chef du département, Infrastructures de Transports à AGEIM-IC, pour ses conseils techniques précieux pour m'avoir transmis des valeurs et connaissances essentielles, je vous suis vraiment reconnaissant ;
- **Pr Abdou LAWANE GANA**, Enseignant Chercheur à 2iE, pour sa disponibilité et son soutien durant la rédaction de notre mémoire malgré ses multiples occupations ;
- **L'ensemble du personnel d'AGEIM Ingénieurs-Conseils**, pour leur accueil chaleureux et la mise à notre disposition d'un environnement de travail convivial ;
- **Pr El Hadji Bamba DIAW**, le Directeur Général de l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE), l'Administration, et tout le corps enseignant pour tous les efforts consentis à faire de nous des acteurs clés et utiles pour le développement de la société ;
- À tous mes camarades de promotion et amis pour l'ambiance fraternelle qui a prévalu les considérations tout au long de ces années passées ensemble.

ABREVIATIONS ET SIGLES

Le tableau I-1 présente toutes les abréviations et sigles utilisés dans notre document.

Tableau 1: Abréviation et Sigles

2iE	:	Institut International de l'Eau et de l'Environnement
AGEIM-IC	:	Agence d'Etude d'Ingénierie de Maitrise d'œuvre-Ingénieurs Conseils
APD	:	Avant-Projet Détaillé
ARP	:	Aménagement des Routes Principales
BA	:	Béton Armé
BAEL	:	Béton Armé aux Etats Limites
BB	:	Béton Bitumineux
BCEOM	:	Bureau d'Etudes pour les Equipements d'Outre-Mer
BTP	:	Bâtiment et Travaux Publics
BV	:	Bassin Versant
CAM	:	Coefficient d'Agressivité Moyen
CBR	:	Californian Bearing Ratio
CEBTP	:	Centre Expérimental de Recherche et d'Etude de Bâtiment et travaux publics
CIEH	:	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
DQE	:	Devis Quantitatif et Estimatif
ELS	:	Etat Limite de Service
ELU	:	Etat Limite Ultime
EPI	:	Equipement de Protection Individuelle
FAO	:	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
GC	:	Génie Civil
GL	:	Graveleux Latéritiques
GLa		Graveleux latéritique améliorée au ciment
GNT	:	Grave Non Traitée
HA	:	Haute adhérence
HT	:	Hors Taxe
ICTARN	:	Instruction sur les conditions Techniques d'Aménagement des Routes Nationales
LCPC	:	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
NE	:	Nombre d'essieux Equivalents
NPL	:	Nombre de Poids Lourds

ODD	:	Objectif de Développement Durable
ORSTOM	:	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer
PGES	:	Plan de Gestion Environnementale et Sociale
PK	:	Point Kilométrique
PL	:	Poids Lourds
PRAD	:	Ponts routes à poutres préfabriquées précontrainte par adhérence
PSI-BA	:	Passage Supérieur ou Inférieur en Béton Armé
PT	:	Profil en Travers
RN	:	Route Nationale
SARL	:	Société à Responsabilité Limitée
SETRA	:	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
SRTM	:	Shuttle Radar Topographie Mission
TDR	:	Termes de Références
TMJA	:	Trafic Moyen Journalier Annuel
TN	:	Terrain Naturel
TPC	:	Terre-Plein Central
TTC	:	Tout Taxe Compris
TVA	:	Taxe sur la Valeur Ajoutée
UEMOA	:	Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
UTM	:	Universal Transverse Mercator (Projection universelle de Mercator)

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: LES PILES MURS SOURCE COURS CONCEPTION PONT 3
FIGURE 2: LES PILES COLONNES : SOURCE COURS CONCEPTION PONT 3
FIGURE 3: CULEE SOURCE COURS CONCEPTION PONT 4
FIGURE 4: EQUIPEMENTS DES PONTS SOURCE COURS CONCEPTION PONT 5
FIGURE 5: APPAREIL D'APPUIS EN ELASTOMERE FRETTE (SOURCE COURS CONCEPTION PONT) 6
FIGURE 6: CHAUSSEE SOUPLE SOURCE COURS ROUTE2 7
FIGURE 7: ORGANIGRAMME DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL 10
FIGURE 8: SITUATION DE LA GUINEE-BISSAU 13
FIGURE 9: LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (GOOGLE EARTH PRO) 13
FIGURE 10: REPRESENTATION SECTORIEL DE LA GUINEE-BISSAU 13
FIGURE 11: APERÇU DE LA ZONE DE FRANCHISSEMENT DU RIO OIO PAR LE TRACE 14
FIGURE 12: DEBUT DU TRONÇON AU DROIT DU CARREFOUR A FEUX D 'ANTULA 14
FIGURE 13: DOMAINE CLOTURE EXISTANT SUR LE TRACE, OBSTRUANT 14
FIGURE 14: LA FIGURE CI-DESSUS REPRESENTE UNE PARTIE DU FOND TOPOGRAPHIQUE DE NOTRE TRONÇON (SOURCE AGEIM-IC) 18
FIGURE 15: REPRESENTATION DU CARREFOUR GIRATOIRE 21
FIGURE 16: DIFFERENTES TYPES DU PONT 22
FIGURE 17: RALENTISSEUR TYPE DOS D'ANE 25
FIGURE 18: REPRESENTATION DU PROFIL EN TRAVERS TYPE 27
FIGURE 19: REPRESENTATION DU PROFIL EN TRAVERS COURANT 28
FIGURE 20: REPRESENTATION DU CARREFOUR A FEUX 29
FIGURE 21 : REPRESENTATION DU CARREFOUR A SENS GIRATOIRE 29
FIGURE 22: DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS 37
FIGURE 23: VERIFICATION DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE 69
FIGURE 24: VERIFICATION DE LA STRUCTURE DE L'ANNEAU DU GIRATOIRE 70
FIGURE 25: GAMME DE PORTEE SELON LE DOCUMENT CONCEPTION DU PONT (CALGARO) 71
FIGURE 26: PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PONT A POUTRE 73
FIGURE 27: COURBE HYPSOMETRIQUE (SOURCE DONNEE HYDROLOGIQUE DU PROJET) 80
FIGURE 28: LES DIFFERENTS MARQUAGES HORIZONTAUX 125
FIGURE 29: REPRESENTATION DE RALENTISSEUR TYPE DOS D'ANE 126

TABLE DES MATIERES

Dédicace ii
Remerciements iii
Table des matières vii
Abréviations et sigles iv
Liste des figures vi
Liste des tableaux ix
Résumé x
Abstract xi
Introduction générale 1
Chapitre I. Revue de la littérature sur les ponts et routes 2
I.1 Revue de la littérature du pont 2
I.1.1 Les fondations 2
I.1.2 Les équipements ou superstructures 4
I.1.3 Le tablier 5
I.1.4 Les appareils d'appuis 5
I.2 Revue de la littérature de la route 6
I.2.1 Généralités sur la conception routière 6
I.2.2 Composantes d'itinéraire (Géométrie) 6
I.2.3 Structure de la chaussée 6
I.2.4 Assainissement des itinéraires 7
I.2.5 Équipement et procédure de sécurité 7
I.3 Présentation de la structure d'accueil 8
1.3.1 Historique 8
I.3.2 Domaine d'intervention 8
I.3.3 Objectifs et missions 9
I.3.4 Organigramme 9
I.4 Présentation du projet et des données liées à l'étude 11
I.4.1 Contexte du projet 11
I.4.2 Justification du projet 11
I.4.3 Localisation de la zone d'étude 12
I.4.4 Caractéristique physiques et climatiques de la zone d'étude 15
Chapitre II. MATERIELS ET METHODES 16
Introduction 16
II.1 Matériels utilisés 16
II.2 Méthodologie d'étude 16
II.2.1 Méthodologie pour les études de bases 16
II.2.2 Méthodologie de la conception et dimensionnement de la chaussée 19

II.2.3 Méthodologie d'étude du trafic et dimensionnement de la chaussée 21
II.2.4 Méthodologie de la conception du pont 22
II.2.5 Méthodologie pour l'assainissement de la route 22
II.2.7 Méthodologie pour la signalisation routière 24
II.2.8 Méthodologie pour les études d'impact 25
II.2.9 Méthodologie d'évaluation du coût du projet 25
Chapitre III. RESULTAS ET DISCUSSIONS 26
Introduction 26
III.1 Etude géotechnique 26
III.1.1 Identification de plate-forme 26
III.1.2 Classe de portance et module calculés 26
III.2 conception et dimensionnement de la route 26
III.2.1 Conception géométrique de la route 26
III.3 Dimensionnement structurel des chaussées et de l'anneau du giratoire 30
III.3.1 Etude du trafic 30
III.3.2 Dimensionnement des épaisseurs de la chaussée et de l'anneau du giratoire 30
III.3.3 Le sol support. 32
III.4 Conception du pont 35
III.4.1 Analyse multicritère et choix du type du pont entre les variantes envisagées 35
III.4.2 Pré dimensionnement des éléments du pont 35
III.5 Assainissement de la route 37
III.5.1 Etude hydrologique 37
III.5.2 Etude hydraulique 39
III.5.3 Dimensionnement structurel des ouvrages hydrauliques courant (dalots et caniveaux) 42
III.6 Impacts potentiels du projet 47
III.7 Evaluation du coût du projet 55
Conclusion générale 56
Recommandations 57
Recherche Bibliographie 58
ANNEXES 59

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: ABREVIATION ET SIGLES IV
TABLEAU 2: CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DU TRACE EN PLAN SELON L'ARP 20
TABLEAU 3: CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DU PROFIL EN LONG SELON L'ARP 20
TABLEAU 4: CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUE DU PROFIL EN TRAVERS SELON L'ARP 20
TABLEAU 5:DONNEES DE BASE POUR LE CALCUL DU TRAFIC (SOURCE AGEIM-IC) 21
TABLEAU 6: CLASSE DE PORTANCE DU SOL EN FONCTION DE LA PLAGE DU CBR 26
TABLEAU 7: CLASSIFICATION DE PLATE-FORME SELON LCPC 26
TABLEAU 8: CATEGORIE DU TRAFIC EN FONCTION DE LA PLAGE DU TRAFIC CUMULE 30
TABLEAU 9: PROPOSITION DES VARIANTES DE STRUCTURES ADAPTEES SUIVANT LE GUIDE DU CEBPT 31
TABLEAU 10: PROPOSITION DE LA VARIANTE DE STRUCTURE ADAPTE SUIVANT LE CATALOGUE DU SENEGAL 31
TABLEAU 11: CONTRAINTES ET DEFORMATIONS ADMISSIBLES 32
TABLEAU 12: CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX LE GUIDE CEBTP ET LE CATALOGUE DU SENEGAL 32
TABLEAU 13: CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT DE GB2 32
TABLEAU 14: VALEURS DES CONTRAINTES ET DEFORMATION CALCULEES DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE 33
TABLEAU 15: VALEURS DES CONTRAINTES ET DEFORMATIONS CALCULEES APRES AJUSTEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE 33
TABLEAU 16: VARIANTE ADOPTEE POUR LA STRUCTURE DE LA CHAUSSEE 34
TABLEAU 17: VALEURS DES CONTRAINTES ET DEFORMATIONS CALCULEES DE L'ANNEAU DU GIRATOIRE 34
TABLEAU 18: VALEURS DES CONTRAINTES ET DEFORMATIONS CALCULEES APRES AJUSTEMENT DE L'ANNEAU DU GIRATOIRE 34
TABLEAU 19: VARIANTE DE CHAUSSEE RETENUE DU GIRATOIRE 35
TABLEAU 20: PRE DIMENSIONNEMENT DES POUTRES DE LA VARIANTE OPTIMALE 35
TABLEAU 21 : LES ENTRETOISES 35
TABLEAU 22: PRE DIMENSIONNEMENT DU HOURDIS 35
TABLEAU 23: PRE DIMENSIONNEMENT DES AUTRES ELEMENTS (CHEVETRE, APPAREILS D'APPUIS. BOSSAGE, PILE, SEMELLE ET FONDATION) 36
TABLEAU 24: CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS 37
TABLEAU 25: RESULTATS METHODE D'ORSTOM 38
TABLEAU 26: RESULTATS METHODE CEIH 38
TABLEAU 27: RESULTATS METHODE CAQUOT 38
TABLEAU 28: RESULTATS METHODE RATIONNELLE 38
TABLEAU 29: RECAPITULATIF DU DEBIT Q10 ET Q100 39
TABLEAU 30: RESULTATS OBTENUS DU DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DALOTS 39
TABLEAU 31: SECTIONS DES DALOTS RETENUS 40
TABLEAU 32: PARAMETRAGE DE CALCUL DE SECTIONS DES CANIVEAUX 41
TABLEAU 33: CARACTERISTIQUES DU DALOT 42
TABLEAU 34: HYPOTHESES DE CALCUL POUR LE DIMENSIONNEMENT DU DALOT 42
TABLEAU 35: RECAPITULATIFS DES CHARGES PERMANENTES 43
TABLEAU 36: RECAPITULATIF DES CHARGES D'EXPLOITATION 43
TABLEAU 37: CHARGE D'EXPLOITATION RETENUE 44
TABLEAU 38: RECAPITULATIF DES DIMENSIONNEMENT DES CANIVEAUX 44
TABLEAU 39: SOLLICITATION ET MOMENT FLECHISSANT SUR LA DALLETTE 45
TABLEAU 40: SOLLICITATION ET MOMENT FLECHISSANT SUR LES PIEDROITS 45
TABLEAU 41: SOLLICITATION ET MOMENT FLECHISSANT SUR LE RADIER 46
TABLEAU 42: RESULTAT DE L'ETUDE STRUCTURELLE DU CANIVEAU 140X140 46
TABLEAU 43: RECAPITULATIF DES IMPACTS POTENTIELS NEGATIFS ET DES MESURES D'ATTENUATION DU PROJET 47
TABLEAU 44: RECAPITULATIF DU DEVIS ESTIMATIF DU PROJET 55
TABLEAU 45: CLASSIFICATION DU TYPE DE CATEGORIE DE LA ROUTE SELON L'ARP 63
TABLEAU 46: ANALYSE DES VARIANTES PROPOSEES 71
TABLEAU 47: ANALYSE DES VARIANTES RETENUES 72

RESUME

La présente étude porte sur les travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon Antula Bono – Quidè- Guinée-Bissau. Il s'inscrit dans le cadre de Projet d'Urgence de Modernisation des Voiries de la ville de Bissau et ses environs, qui a pour objectif principal de contribuer à l'amélioration de la sécurité routière et soutenir le développement socio-économique de la Guinée-Bissau.

Pour mener à bien ce projet, nous avons appuyé sur plusieurs études techniques qui ont été réalisées, notamment les études topographiques, géotechniques, hydrologiques et géométriques. Ces études ont été complétées par un dimensionnement rigoureux de la structure, ont permis de définir une route de catégorie R60 en zone urbaine et T100 en rase campagne, intégrant l'aménagement de deux giratoires respectifs de 20 et 15 mètres de rayon. Pour répondre aux contraintes du trafic, le projet prévoit l'installation d'une chaussée souple composée d'une couche de roulement en béton bitumineux (5 cm) ; d'une couche de base en grave bitume GB2 (10 cm) ; d'une couche de fondation en graveleux latéritique amélioré au ciment (20 cm), et enfin, d'une couche de forme en graveleux naturel (15 cm). Parallèlement, le giratoire bénéficiera d'une structure de chaussée rigide, constituée d'une couche de base en béton ciment BC5 (17 cm) reposant sur une couche de fondation en béton ciment BC2 (16 cm).

L'étude hydrologique a permis d'estimer le débit maximal à évacuer servant de base pour le calcul hydraulique des ouvrages d'assainissement. Pour assurer cette évacuation, le projet prévoit l'installation de deux dalots de sections différentes (2x2.00x1.50m et 1x1.50x1.50m), ainsi que des caniveaux de différentes sections (80x80cm, 100 x100cm, 120 x120cm et 140 x140cm). Enfin, des fossés latéraux de forme triangulaire ont été prévus de part et d'autre de la chaussée en rase campagne.

Sur la base d'une analyse multicritère, le choix s'est porté sur un pont à poutre en béton armé de longueur 180 mètres composé de neuf travées indépendantes de longueur 20 mètres chacune. Enfin, une évaluation des impacts environnementaux potentiels du projet a été réalisée, accompagnée de mesures d'atténuation des impacts négatifs et complétée par une estimation du coût du projet. Le coût global du projet est estimé à huit milliards quatre-cents neufs millions neuf cent treize mille quatre cent soixante-dix-neuf franc **8 409 913 479** (FCFA TTC). Soit un coût kilomètre de un milliard cinq cent soixante et un millions cent quarante-neuf mille sept cent huit Franc CFA (**1 561 149 708** FCFA).

Mots clés :

-Désenclavement

-Environnement

-Pont

-Sécurité routière

-Structure de chaussée

ABSTRACT

This study focuses on the development work on the Bissau-Nhacra road – Antula Bono – Quidè section in Guinea-Bissau. It is part of the Emergency Road Modernization Project for the city of Bissau and its surroundings, whose main objective is to contribute to improving road safety and supporting the socio-economic development of Guinea-Bissau.

To carry out this project, we relied on several technical studies that were conducted, including topographical, geotechnical, hydrological, and geometric studies. These studies were supplemented by rigorous structural design, enabling us to define an R60 category road in urban areas and a T100 category road in rural areas, incorporating two roundabouts with radii of 20 and 15 meters, respectively. To meet traffic constraints, the project involves the installation of a flexible pavement consisting of a 5 cm layer of asphalt concrete, a 10 cm layer of GB2 bituminous gravel base, a 20 cm layer of cement-treated lateritic gravel foundation, and finally a 15 cm layer of natural gravel sub base. (15 cm). At the same time, the roundabout will benefit from a rigid pavement structure, consisting of a base layer of BC5 cement concrete (17 cm) resting on a foundation layer of BC2 cement concrete (16 cm).

The hydrological study made it possible to estimate the maximum flow rate to be drained, which served as the basis for the hydraulic calculation of the drainage structures. To ensure this drainage, the project plans to install two culverts of different sizes (2x2.00x1.50m and 1x1.50x1.50m), as well as gutters of different sizes (80x80cm, 100x100cm, 120x120cm, and 140x140cm). Finally, triangular side ditches have been planned on either side of the road in open countryside.

Based on a multi-criteria analysis, the choice fell on a 180-meter reinforced concrete beam bridge composed of nine independent spans, each 20 meters long. Finally, an assessment of the project's potential environmental impacts was carried out, accompanied by measures to mitigate negative impacts and supplemented by an estimate of the project's cost. The total cost of the project is estimated at eight billion four hundred and nine million nine hundred and thirteen thousand four hundred and seventy-nine francs 8,409,913,479 (FCFA including taxes). This represents a cost per kilometer of one billion five hundred and sixty-one million one hundred and forty-nine thousand seven hundred and eight CFA francs (1,561,149,708 CFA francs).

Keywords:

-Improving access

-Environment

-Bridge

-Road safety

-Road structure

INTRODUCTION GENERALE

Le développement des infrastructures de transport constitue un levier majeur de la croissance socio-économique, particulièrement en milieu urbain où un réseau routier structuré favorise la fluidité du trafic et le désenclavement des quartiers. En facilitant la mobilité des biens et des personnes, de tels aménagements renforcent les échanges commerciaux à l'échelle nationale et internationale. Pour les zones urbaines et périurbaines, cette ouverture stimule l'économie locale par la valorisation de la production agro-sylvo-pastorale et l'essor du tourisme, tout en améliorant l'accès des populations aux services de base.

C'est dans cette perspective que l'État de Guinée-Bissau, avec l'appui financier de la Banque Arabe pour le Développement Économique en Afrique (BADEA), a initié le projet d'Urgence de Modernisation des Voiries de la ville de Bissau et de ses environs. Ce programme ambitieux vise à transformer durablement le paysage urbain pour répondre aux défis croissants de la mobilité dans la capitale.

Notre projet d'étude de fin de cycle s'inscrit dans ce cadre et a pour thème : « **Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau Nhacra : Tronçon Antula Bono – Quidè - Guinée-Bissau »**.

L'objectif général de ce projet consiste à réaliser les études techniques détaillées de la route Bissau-Nhacra, spécifiquement sur le tronçon Antula Bono-Quidè, ainsi que la conception du pont sur la rivière Oio. La réalisation de cet objectif repose sur plusieurs volets spécifiques : d'abord, la conception géométrique et le dimensionnement de la chaussée basés sur les données de trafic et les résultats géotechniques ; ensuite, la conception de l'ouvrage d'art et d'un système d'assainissement adapté pour garantir la pérennité de l'infrastructure ; puis, l'élaboration d'une synthèse des impacts environnementaux couplée à la planification de la signalisation routière ; et enfin, l'établissement de l'avant-métré détaillé et du devis estimatif pour fixer le budget global des travaux.

Le présent mémoire s'articule autour de trois chapitres complémentaires. Le premier chapitre est consacré à la **revue de la littérature**, exposant le cadre théorique ainsi que les recherches existantes sur le sujet. Le deuxième chapitre détaille la **méthodologie et le matériel**, décrivant avec précision la démarche scientifique et les outils techniques mobilisés pour l'étude. Enfin, le troisième chapitre est dédié à l'**exposition des données**, aux calculs effectués ainsi qu'à l'interprétation des résultats finaux obtenus.

Chapitre I. REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES PONTS ET ROUTES

Ce chapitre s'ouvre sur la revue de la littérature suivie d'une présentation de la structure AGEIM-IC, chargée des études du projet, il se concentre ensuite sur la description détaillée du projet d'aménagement de la route Bissau-Nhacra, incluant spécifiquement la conception de l'ouvrage d'art de 180 mètres sur la rivière Oio. Il expose ensuite l'état actuel de la route et détaille la méthodologie de travail utilisée pour réaliser cette étude technique.

I.1 REVUE DE LA LITTERATURE DU PONT

Le pont est un ouvrage d'art pour lequel une voie de circulation (dite voie portée) franchit un obstacle naturel ou une voie de circulation terrestre, fluviale ou maritime. Il sera question ici de proposer une typologie d'ouvrage ainsi qu'une conception de celui-ci aussi bien sur le plan technique qu'économique, tout en répondant de manière satisfaisante aux différentes attentes du maitre d'ouvrage vis-à-vis des préoccupations et objectifs mentionnées dans le contexte du projet.

Un pont comporte en générale les catégories d'éléments suivantes :

I.1.1 Les fondations

C'est la partie visible ou non, en contact avec le sol et sur laquelle se fondent les appuis du pont et transmettent les différentes charges du pont au sol support [1]. Il existe trois types de fondations et leur choix dépend d'un certain nombre de facteurs dont le plus important est la portance des sols sous-jacent. Ce sont :

- Les fondations superficielles qui peuvent aller jusqu'à 4m de profondeur dans le sol ;
- Les fondations semi profondes ou puits qui varient entre 4 à 10 m de profondeur ;
- Les fondations profondes ou fondations sur pieux qui vont au-delà de 10m de profondeur.

Dans ce présent projet, nous n'entrerons pas en profondeur en ce qui concerne les fondations

a. Les appuis (culées et piles)

Ils supportent l'ouvrage jusqu'au niveau des fondations. On distingue deux principaux types : les culées, qui sont des appuis d'extrémités et les piles, qui sont les appuis intermédiaires. Un appui peut être composé par un ou plusieurs voiles ou par des colonnes surmontées par un chevêtre.

- **Les piles** : en fonction de la typologie des ouvrages et de conception architecturale, on distingue plusieurs morphologies de piles (les piles murs, les piles colonnes)[2]

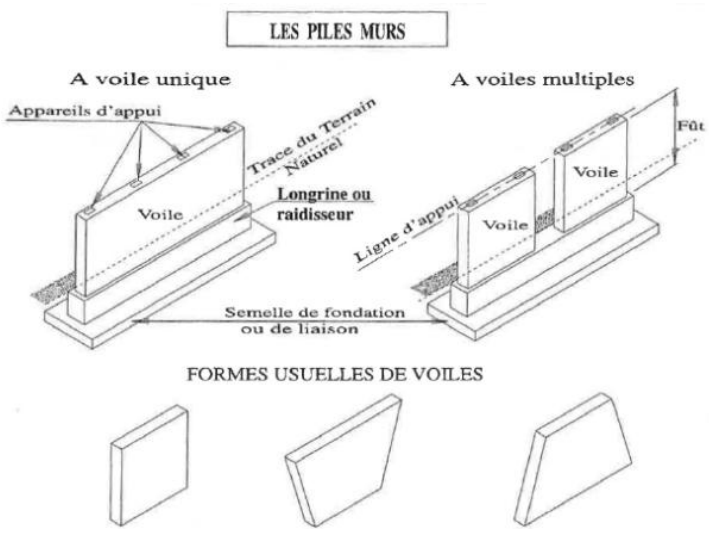


Figure 1: les piles murs source cours conception pont

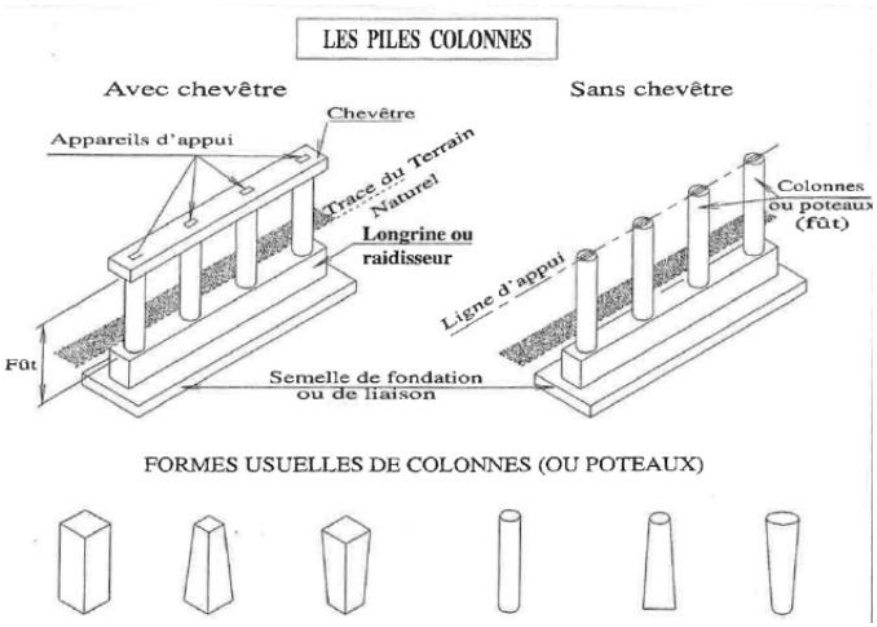


Figure 2: les piles COLONNES : source cours conception pont

- **Les culées** : elles sont généralement enterrées et protégées. Elles sont constituées de murs en retours ou en aile, muret-cache, mur garde grève, chevêtre ou sommier, mur de front, de dalle de transition et d'appareil d'appuis.[3]

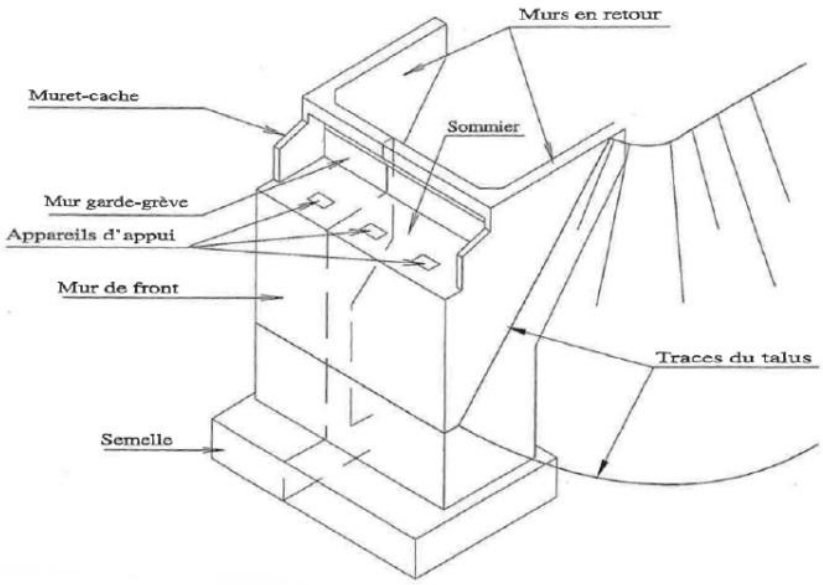


Figure 3: Culée source cours conception pont

I.1.2 Les équipements ou superstructures

Ils désignent l'ensemble des éléments qui participent à la pérennité du pont et à la sécurité des usagers. On distingue :

- **Les dispositifs de retenu :** sont des éléments métalliques disposés aux extrémités dans le sens de la longueur du pont pour protéger les usagers (les véhicules, et /ou les piétons) ;
- **Les joints de chaussée :** sont des éléments transversaux placés entre la culée et le tablier, ou entre deux tronçons du tablier, pour permettre les déplacements relatifs, dus principalement aux variations de température, en assurant la continuité de la surface de la chaussée ;
- **Les gargouilles ou dispositifs d'assainissement du tablier :** sont des tubes de diamètre variable par lesquels les eaux de ruissellement sont évacuées hors du tablier. Elles sont placées verticalement ou horizontalement dans le tablier ;
- **Les corniches :** sont des éléments en béton qui permettent la fixation des gardes corps et de cacher les irrégularités du tablier ;
- **Les trottoirs :** c'est la partie de la surface du tablier réservée au passage des piétons ;
- **La couche d'étanchéité :** ce sont des membranes étanches qui servent à drainer les eaux et qui évite les infiltrations d'eau qui sont susceptibles d'oxyder les aciers du tablier ;
- **La couche de roulement :** c'est la partie aménagée du pont qui permet la circulation et participe à la protection du tablier.

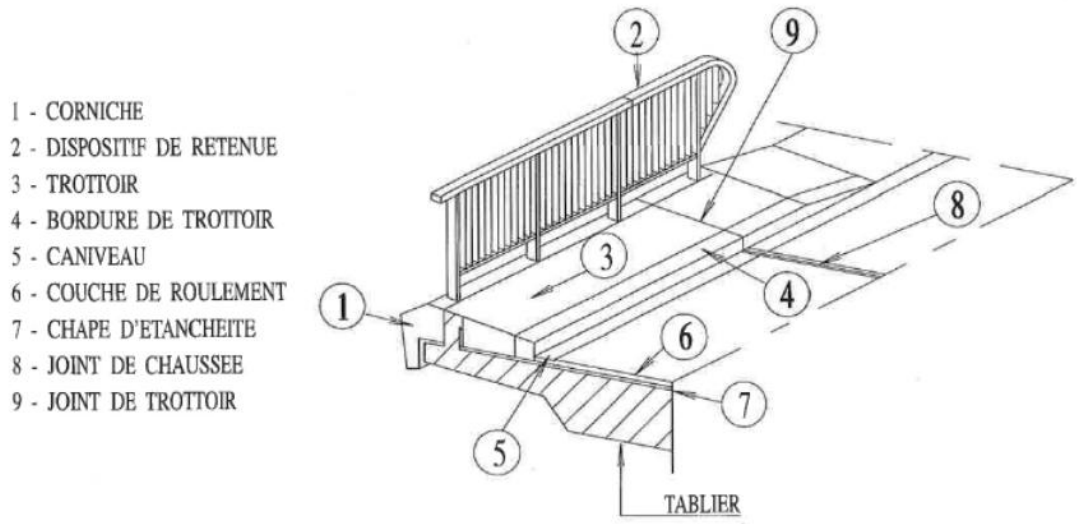


Figure 4: équipements des ponts source cours conception pont

I.1.3 Le tablier

Le tablier est la partie horizontale du pont qui supporte le trafic par l'intermédiaire de la couche de roulement et qui repose sur les appuis. Il est généralement en béton armé mais il existe des tabliers en béton précontraint, en bois, en métalliques, en caissons, à nervures, etc…

La partie comprise entre deux appuis constitutifs est appelée travée. Un pont peut comporter un ou plusieurs travées qui peuvent être continues ou indépendantes (travées isostatiques)

- **L'intrados :** désigne la face inférieure du tablier et l'extrados la face supérieure ;
- **La dalle ou hourdis :** est la structures pleine ou évidée qui supporte la chaussée ;
- **Les poutres :** sont les éléments préfabriqués ou non qui supportent la dalle. Elles sont en bétons armé ou précontraintes ;
- **Le balancement d'un pont :** c'est le rapport entre la travée de rive et la travée adjacente ;
- **L'élancement d'un pont :** c'est le rapport entre l'épaisseur du tablier et la portée dominante ou principale ;
- **La portée de la travée :** est la distance entre deux points d'appuis consécutifs des éléments porteurs principaux ;
- **L'ouverture de la travée :** est la distance mesurée entre nus intérieures de deux appuis consécutifs

I.1.4 Les appareils d'appuis

Le tablier repose sur les appuis à l'aide des appareils d'appuis qui permettent les déplacements horizontaux et verticaux du tablier sous l'effet des charges. On distingue :

- Des appareils d'appuis en élastomère fretté (le plus utilisé) ; [4]
- Des appareils d'appuis à lot ;

- Des appareils d'appuis fixes à balanciers (moins répandus) ;
- Des appareils d'appuis mobiles à rouleau simple ou à balancier et rouleaux multiples (moins répandus).

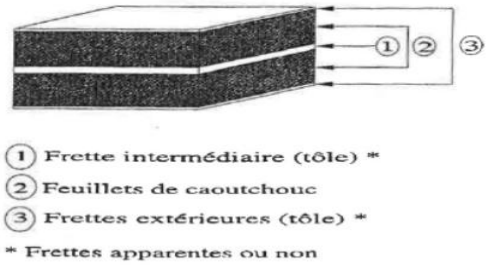


Figure 5: appareil d'appuis en élastomère fretté (source cours conception pont)

I.2 REVUE DE LA LITTERATURE DE LA ROUTE

I.2.1 Généralités sur la conception routière

L'itinéraire est une infrastructure de transport terrestre conçue pour assurer la circulation des véhicules et des personnes dans des conditions de sécurité et de confort optimal. Cette conception répond à des exigences techniques (stabilité, durabilité) et économiques, tout en respectant l'environnement traversé.

I.2.2 Composantes d'itinéraire (Géométrie)

La géométrie d'une route est définie pour trois éléments fondamentaux qui permettent de modéliser l'espace occupé par l'infrastructure [5] :

- **Le Tracé en Plan :** C'est la projection horizontale de l'axe du parcours sur le terrain. Il est composé d'alignements droits, de courbes circulaires et de courbes de raccordement progressif (clothoïdes) pour assurer une transition fluide de la force centrifuge.[6]
- **Le Profil en Long :** C'est la coupe verticale suivant l'axe du tracé. Il alterne entre des déclivités (combs et rampes) et des raccordements circulaires ou paraboliques (saillants ou entrants).
- **Le Profil en Travers :** Il représente une coupe transversale perpendiculaire à l'axe. Il définit la largeur de la chaussée, les accotements, les dévers (combs transversal pour l'évacuation des eaux et la stabilité en courbe) et les entreprises.

I.2.3 Structure de la chaussée

Une chaussée est un ensemble de couches de matériaux superposés, destiné à répartir les charges du trafic sur le sol support afin de ne pas dépasser la capacité portante de ce dernier, ce qui nous amène aux distinctions générales suivantes :

- **Le Corps de chaussée :**
  - **La couche de roulement :** En contact direct avec les pneus, elle assure l'étanchéité et la sécurité (adhérence).

- **La couche de base :** Elle reprend les efforts verticaux et les répartit sur les couches inférieures.
- **La couche de fondation :** Elle apporte la rigidité nécessaire à l'ensemble de la structure.
- **La Partie Supérieure des Terrassements (PST) :**
- **La couche de forme :** Elle sert d'interface entre le sol naturel et la chaussée. Il permet à la portance du soleil d'être homogène.

➢ **Classement des chaussées**

Selon le comportement mécanique des matériaux, on distingue trois grandes familles :[7]

- **Chaussées souples** : Constituantes de couches de granulats non traités recouverts d'un revêtement bitumineux mince.
- **Chaussées bitumineuses épaisses** : Composées de matériels traités aux liants hydrocarbonés.
- **Chaussées rigides** : Constituées d'une dalle en béton de ciment qui reprend l'essentiel des efforts pour sa traction propre.

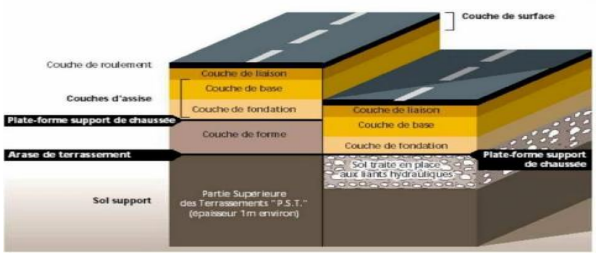


Figure 6: chaussée souple source cours route2

I.2.4 Assainissement des itinéraires

L'eau est le principal facteur de dégradation des routes. L'assainissement a pour rôle de collecteur et d'évacuer les eaux pour protéger l'ouvrage :[8]

➢ **Assainissement superficiel :** Composé de fossés (trapézoïdaux ou triangulaires), de caniveaux et de descendants d'eau pour l'évacuation des eaux de pluie.

➢ **Assainissement interne :** Composé de drains et de couches drainantes pour évacuer l'eau infiltrée dans le corps de chaussée.

➢ **Ouvrages d'art hydrauliques :** Dalots et bus permettant le passage de l'eau sous la route pour rétablir la continuité des écoulements naturels.

I.2.5 Équipement et procédure de sécurité

Comme pour les ponts, la route nécessite des équipements pour la pérennité et la sécurité :

➢ **Signalisation horizontale :** Marquages au sol (lignes, flèches).

➢ **Signalisation verticale :** Panneaux de police et de direction.

- **Dispositifs de sécurité :** Glissières de sécurité métalliques ou barrières en béton pour empêcher les sorties de route.

I.3 PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1.3.1 Historique

L'entreprise **AGEIM-IC**, créée en **janvier 2000** dans un esprit de perspective pluridisciplinaire, représentée par son **Directeur Général, Monsieur Tiraogo Hervé OUEDRAOGO**, est un bureau spécialisé dans les études d'ingénierie et la gestion des projets, sous un statut juridique de **SARL (Société à Responsabilité Limitée)** avec un capital social estimé à **200.000.000 FCFA**. Son siège social est situé à l'adresse :

Cité 1200 Logements, 64 Rue 14.10 Villas n^{0}205 et 206

10 BP 13478 Ouagadougou 10 – Burkina Faso

Téléphones : (+226) 50 36 91 98 / 50 36 97 11

Fax : (+226) 50 36 34 03

E-mails : ageim@fasonet.bf / ageim@ageim-ic.com

Site web : www.ageim-ic.com

I.3.2 Domaine d'intervention

Dans son processus de contribution au développement de la société, le Bureau d'études AGEIM-IC intervient dans trois grands secteurs : les infrastructures de transport, les aménagements hydrauliques et environnementaux, ainsi que les bâtiments et ouvrages d'art.

Infrastructures de transport :

Intervient en faisant des études de contrôles et de surveillances pour :

- les routes, voiries et réseaux divers ;
- les pistes rurales ;
- la réhabilitation d'infrastructures de transport.

Aménagement hydraulique et environnement :

L'agence propose son expertise dans :

- les aménagements hydro-agricoles ;
- les barrages ;
- la gestion environnementale ;
- l'hydrologie et l'hydrogéologie.

Bâtiments et ouvrages d'art :

AGEIM-IC apporte son expérience dans la conception des ouvrages fiables et durables. Elle Intervient donc sur :

- les structures métalliques ;
- les bâtiments publics ;

- les ouvrages d'art ;
- la réhabilitation.

Agissant dans plusieurs pays d'Afrique tels que le Benin, le Burkina Faso, la Cote d'Ivoire, la Guinée Bissau, la Guinée Conakry, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal, le Tchad, et le Togo. Elle est composée d'une équipe de 21 ingénieurs et environs 40 techniciens spécialisés, et jouit également d'une reconnaissance auprès des bailleurs de fonds et institutions internationales.

I.3.3 Objectifs et missions

L'objectif premier du Bureau est de garantir une satisfaction vis-à-vis de sa clientèle, se tenant au cœur de ses préoccupations. C'est dans cette vision que l'entreprise contribue modestement au développement des pays où elle intervient. Ces principales missions sont :

- Identification et évaluation des projets ;
- Reconnaissances de sites ;
- Études préliminaires et techniques approfondies ;
- Préparation des dossiers pour consultations ;
- Étude d'impact environnemental des projets ;
- Proposition de solutions pour une gestion durable des ressources naturelles ;
- Étude de diagnostics conjoints ;
- Aménagement forestier ;
- Étude sur les énergies nouvelles et renouvelables et la cartographie ;
- Formations intra-entreprises ;
- Organisation de séminaires ;
- Étude et définition de programmes ;
- Formations théoriques et pratiques.

I.3.4 Organigramme

L'organigramme d'AGEIM-IC est structuré comme suit :

- Une direction générale ;
- Une Direction de la communication et de Ressources Humaine ;
- Une Direction Administrative et Financière regroupant un Département Administratif et un Département Financier ;
- Une Direction Technique comprenant plusieurs départements spécialisés, notamment en transport, hydraulique, structure et recherche et développement durable.

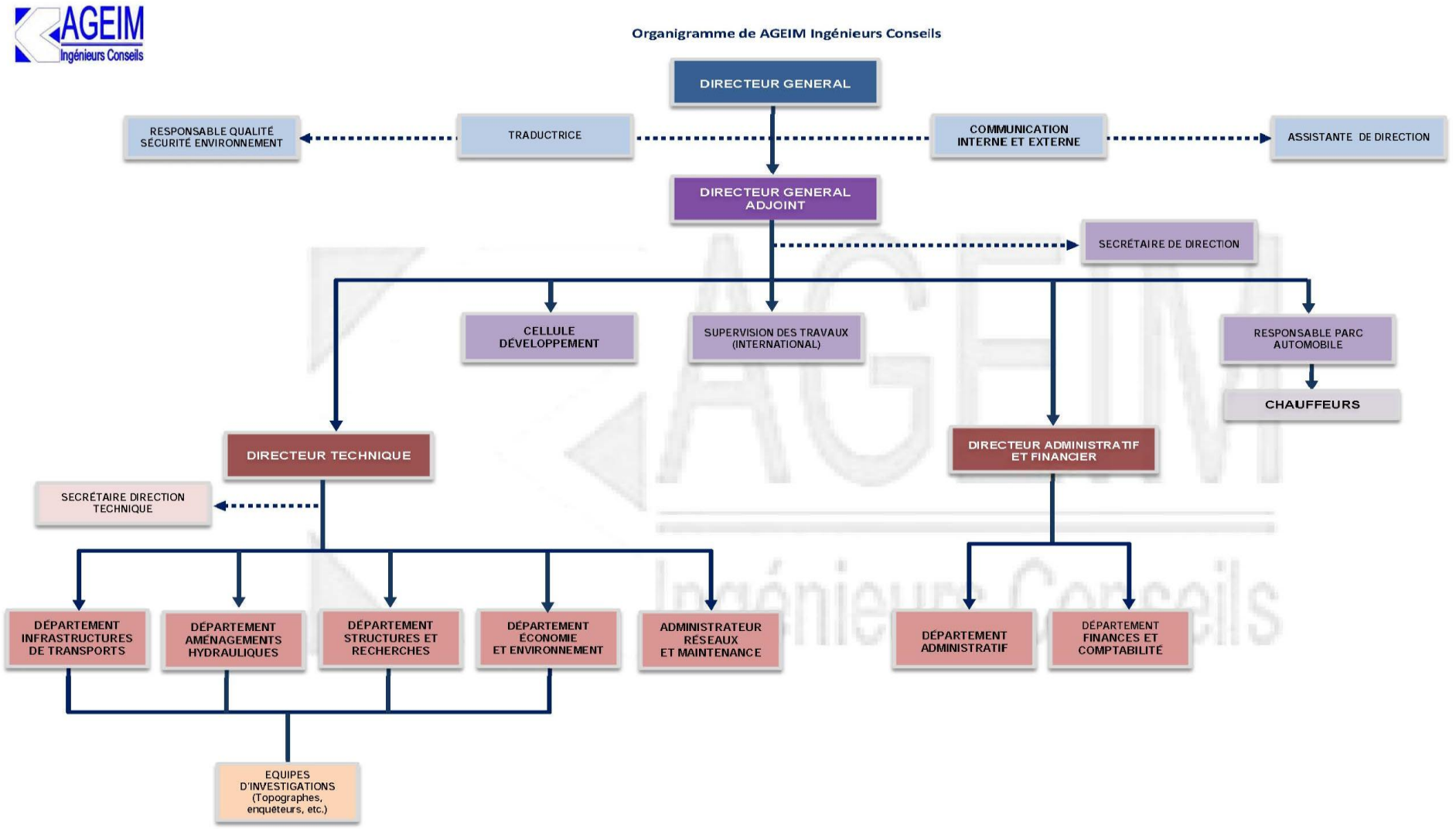


Figure 7: Organigramme de la structure d'accueil

I.4 PRESENTATION DU PROJET ET DES DONNEES LIEES A L'ETUDE

I.4.1 Contexte du projet

Le développement d'infrastructures de transport modernes est essentiel pour stimuler la croissance économique et améliorer durablement le bien-être de la population. Dans cette optique, la Guinée-Bissau s'est engagée dans le **Projet d'Urgence de Modernisation des Voiries de la ville de Bissau et de ses environs**, grâce à un financement stratégique de la Banque Arabe pour le Développement Économique en Afrique (BADEA). Cette initiative vise non seulement à transformer la mobilité urbaine et à créer une deuxième voie de sortie pour la capitale, mais aussi à améliorer significativement le cadre de vie des usagers. Enfin, ce projet s'inscrit pleinement dans l'atteinte de l'Objectif de Développement Durable (ODD) n°9, en favorisant la construction d'infrastructures résilientes, une industrialisation inclusive et le soutien à l'innovation.

I.4.2 Justification du projet

Le projet d'aménagement de la route et la conception du pont Bissau–Nhacra vise à répondre aux contraintes liées au développement des infrastructures de connectivité et de mobilité entre les centres urbains et leurs périphéries rurales, tout en permettant aux capitales régionales de mieux valoriser leurs fonctions économiques selon leurs potentialités. Dans cette perspective, il apportera un appui à la mise en œuvre de la stratégie nationale de développement du secteur des transports en Guinée-Bissau, identifiée comme prioritaire dans les schémas Directeurs d'infrastructures de transport, il a mis en exergue la problématique de la relation centres Urbains et hinterlands (campagnes) dans le processus de croissance économique. Ces préoccupations de liens fonctionnels ont été soulevées au cours des consultations entreprises par la Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique (BADEA), dans le cadre de la préparation de la stratégie d'appui en Guinée-Bissau. Le projet comporte deux composantes majeures :

- la construction d'une route rocade sud de Bissau, d'une longueur de 12,9 km, avec deux chaussées dans chaque sens d'une largeur de 7 mètres, séparées par un TPC d'un mètre de largeur, et des bandes d'arrêts d'urgence de chaque côté d'une largeur de 2,00 mètres chacune, deux trottoirs pour piétons de chaque côté d'une largeur de 2,5 mètres chacun, la fourniture de candélabres pour l'éclairage public, la fourniture d'une station mobile de contrôle des poids à l'essieu ;
- la construction d'une route entre "Bissau" et "Nhacra" d'une longueur de 5.387 km en deux voies de 3.5 mètres chacune, deux accotements de 1.50 mètre de large en rase compagne et de 2.00 mètres en agglomération. La construction d'un pont d'environ 180 mètres de long et 8 mètres de large sur la rivière Oio.

  Il vise en particulier à :

  - Améliore la mobilité urbaine : en reliant les communes de l'agglomération au centre-ville de Bissau ;
  - Fluidifier le trafic vers le Nord afin de désengorger l'unique axe routier menant vers le nord du pays et le Sénégal ;

- Dynamiser les échanges commerciaux entre la capitale, les régions de l'Est et du Sud, ainsi qu'avec les pays frontaliers ;
- Optimiser la gestion des flux pour faciliter les accès au centre-ville de Bissau, particulièrement lors des pics de circulation aux heures de pointe ;
- Désenclaver la région en connectant la ville de Bissau à la province de l'Oio grâce à la construction d'un pont sur la rivière Oio.

I.4.3 Localisation de la zone d'étude

Ce projet d'aménagement de la route et la conception du pont débute au carrefour à feux d'Antula-Bono, dans le secteur autonome de Bissau et prend fin dans le village de Quidè à Nhacra dans la région d'Oio. Le tronçon étudié porte sur un linéaire de 5.387 Km, allant du PK 0+00 à (Antula) au PK 5+387 à (Quidè), et traverse à la fois une zone urbaine en agglomération et une en rase campagne. Les coordonnées géographiques de début de tronçon sont de 11° 53'57.41" latitude Nord et 15° 35'6.75" longitude Ouest en longitude, tandis que celles de fin sont de 11° 55'38.72" latitude Nord et 15° 33'3.40" Longitude Ouest en longitude. La figure ci-dessous présente la localisation de la zone de projet.

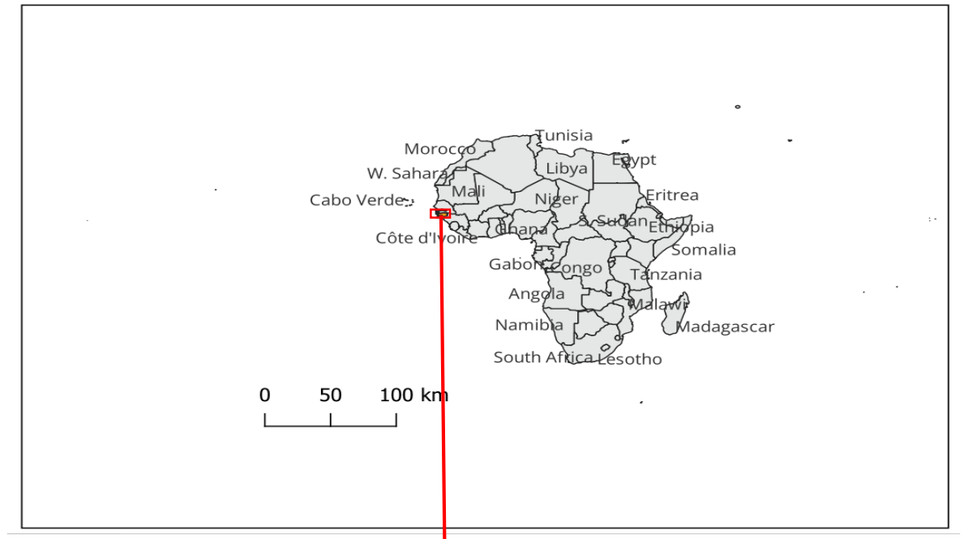


Figure 8: Situation de la Guinée-Bissau

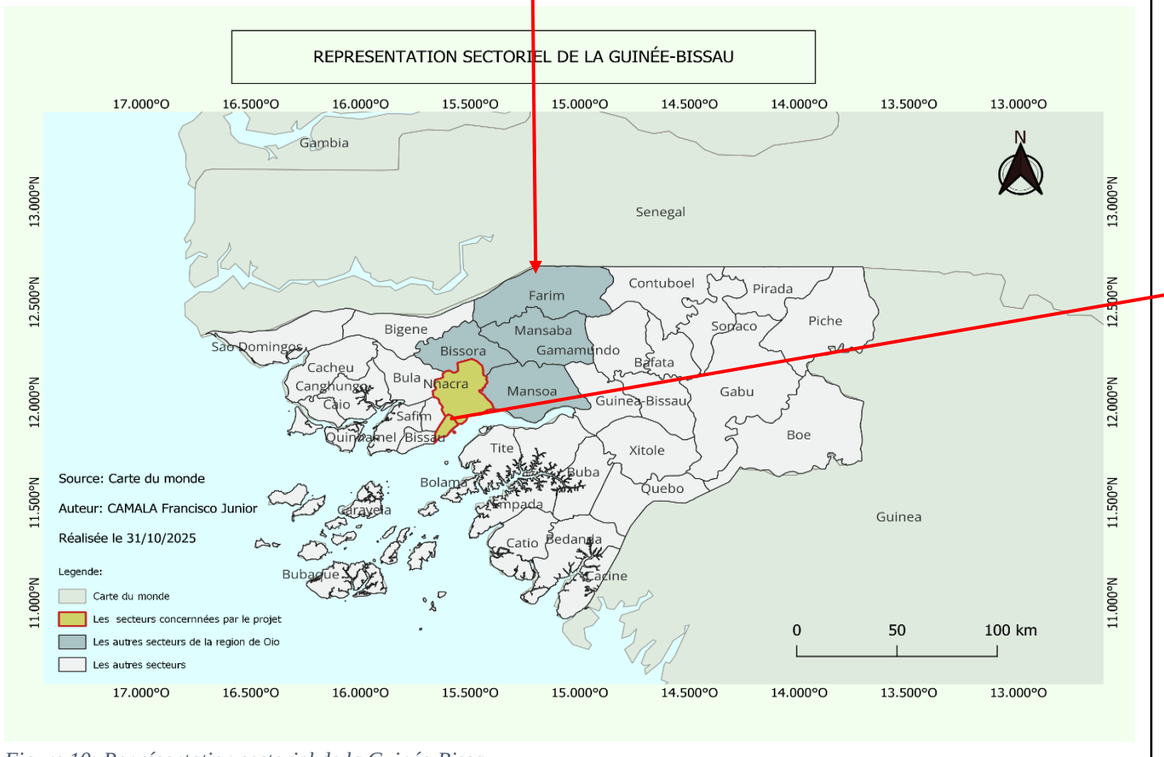


Figure 10: Représentation sectoriel de la Guinée-Bissau

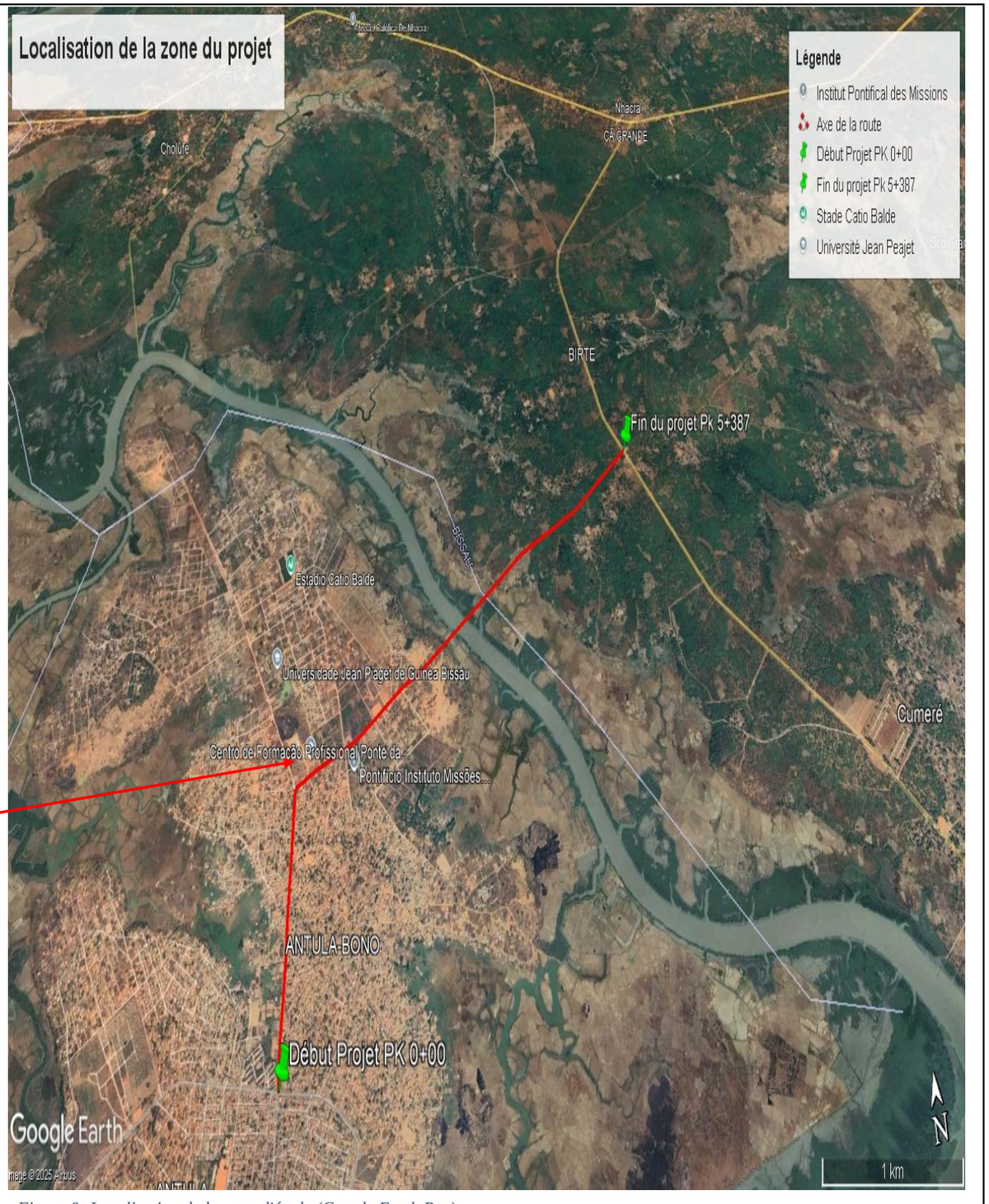


Figure 9: Localisation de la zone d'étude (Google Earth Pro)

- **Etat des lieux**

La route en projet est un axe reliant la ville Bissau et le secteur de Nhacra, elle débute dans le quartier d'Antula Bono au niveau du carrefour à feux et se prolonge jusqu'au village de Quidè (Nhacra), en traversant la rivière d'Oio. Le tracé actuel fait face à des défis majeurs en matière de capacité et de sécurité en raison de l'augmentation significative du trafic.



Figure 11: Aperçu de la zone de franchissement du Rio Oio par le tracé



Figure 12: Début du tronçon au droit du carrefour à feux d 'Antula



Figure 13: Domaine clôturé existant sur le tracé, obstruant l'accès à la rive sud du fleuve Oio.

(Crédit photo : AGEIM-IC)

I.4.4 Caractéristique physiques et climatiques de la zone d'étude

- **La population :** selon les données de l'institut National de Statistique (INE) de Guinée-Bissau, le dynamisme démographique de secteur autonome de Bissau à une population totale de 520 000 habitants, tandis que le secteur de Nhacra compte environ 25 000.
- **Relief :** D'une manière générale, la zone du projet s'étendant d'Antula-Bono (secteur autonome Bissau) jusqu'à Quidè (secteur de Nhacra), est globalement constitué d'un plateau latéritique légèrement ondulé. Cette topographie se caractérise par des pentes faibles à modérées, régulièrement interrompues par talwegs (ligne de drainage) qui canalisent les eaux de ruissellement vers l'exutoire.
- **Climat :** La Guinée-Bissau est située dans la zone de convergence intertropicale. Elle subit l'influence de la **Mousson** (air chaud et humide de l'océan Atlantique) pendant la saison humide et de l'**Harmattan** (air chaud et sec qui provient du Sahara) pendant la saison sèche.
- **Ethnies :** Le pays est composé de plus de 20 ethnies, dans la localité du projet, on observe une grande diversité dominée par les Balantas, les Peuls (Fulas), et les Mandingas etc.
- **Religion :** La religion est principalement le christianisme et l'islam, avec une forte présence de pratiques traditionnelles.

Conclusion partielle

En somme, ce chapitre a permis d'effectuer une revue de la littérature relative aux ponts et aux routes, toute en présentant en détail la structure d'accueil AGEIM-IC. En nous mettant en évidence ses domaines d'intervention, ses objectifs et ses missions. Cela confirme son rôle essentiel dans le développement des infrastructures de la Guinée-Bissau et dans la sous-région. Elle intervient dans plusieurs secteurs, notamment les infrastructures de transport, les aménagements hydrauliques, et les constructions des bâtiments.

Dans cette perspective, nous avons présenté **le Projet d´Urgence de Modernisation de la Voirie de la ville de Bissau et ses Environs** qui s'inscrivent dans une stratégie globale visant à répondre aux défis de mobilité urbaine, à la sécurité routière et au développement socio-économique. Enfin, les données fournies par la structure d'accueil notamment le terme de référence du projet, le fond topographique, le comptage du trafic, ainsi que les données géotechniques et les données de la marée, se sont relevées indispensables à la réussite de cette étude.

Dans la suite de notre exposé, nous présenterons la démarche méthodologique ainsi que les différents outils et matériels mobilisés pour réaliser nos travaux.

Chapitre II. MATERIELS ET METHODES

INTRODUCTION

Ce chapitre présente le matériel utilisé, notamment les supports physiques et numériques ainsi que les logiciels de traitement de données. Nous y détaillons également notre méthodologie de travail, qui comprend l'étude de base, l'étude géométrique de la route, l'analyse du trafic et le dimensionnement de la chaussée. Pour finir, nous expliquerons les approches retenues pour les études hydrologique et hydraulique, ainsi que pour la conception du pont.

II.1 MATERIELS UTILISES

- **Supports numériques et physiques**

L'ensemble des documents consultés et les données recueillies ont servi de base à notre travail, nous permettant ainsi de réaliser cette étude et de produire cette mémoire.

- **Outils de traitement des données**

Différents outils informatiques ont été mobilisés pour le traitement des données, notamment :

Alizé LCPC : calcul, vérification et le choix des structures de chaussées ; **AutoCAD :** conception et la réalisation des différents plans techniques ; **CypeCAD :** dimensionnement des ouvrages d'assainissement courant (dalot) ; **Global Mapper :** délimitation des bassins versants ; **Google Earth** : localisation du site du projet ; **Hyfran Plus :** détermination du débit centennale ; **Pack office :** rédaction et la présentation des données ; **Piste 5 :** conception géométrique routière ; **PyBar** : modélisation de structure ; **QGIS :** cartographie de du projet ; **Zotero :** gestion de la bibliographie.

II.2 METHODOLOGIE D'ETUDE

II.2.1 Méthodologie pour les études de bases

a. Données de base

Dans le cadre de notre étude, nous présentons les données collectées auprès de la structure d'accueil AGEIM-IC. Ces éléments comprennent notamment :

- les termes de référence du projet ;
- le fond topographique de la zone ;
- le comptage du trafic ;
- Données géotechniques ;
- les informations de la marée.

b. Synthèse du TDR

Ce projet consiste à moderniser les accès à Bissau en assurant l'actualisation des études réalisées en 2014 par le bureau d'étude TED du Burkina Faso, la préparation du marché et la surveillance des travaux pour deux axes majeurs. Le premier volet porte sur la création d'une rocade sud de 12,9 km en 2x2 voies avec

éclairage et trottoirs pour désengorger le centre-ville, tandis que le second volet prévoit l'aménagement d'une route de 14,1 km vers Nhacra et Cuméré incluant un pont de 180 mètres sur la rivière Oio. L'objectif final est de fluidifier le trafic vers le Sénégal et l'intérieur du pays tout en protégeant les routes grâce à l'installation de systèmes de pesage et d'assainissement des eaux.

c. Etude Topographique

Travaux menés par l'équipe topographique ont permis de collecter toutes les données de terrain nécessaires à la conception du projet. Cette étape a consisté à relever les points d'altitude et à localiser les éléments naturels ou construits situés dans la zone de la route. Les principaux éléments identifiés sont : Des arbres, Des bas-fonds, Des candélabres, Les caniveaux existants, Chaussée existante, Champs de rizière, Champs d'anacardier, Le cours d'eau (fleuve Oio), Des fontaines publiques, Des habitations, Des écoles, Des murs de clôture, Des panneaux de signalisations, Des regards de l'EAGB, Des sites d'empruntes, Terrain de football.

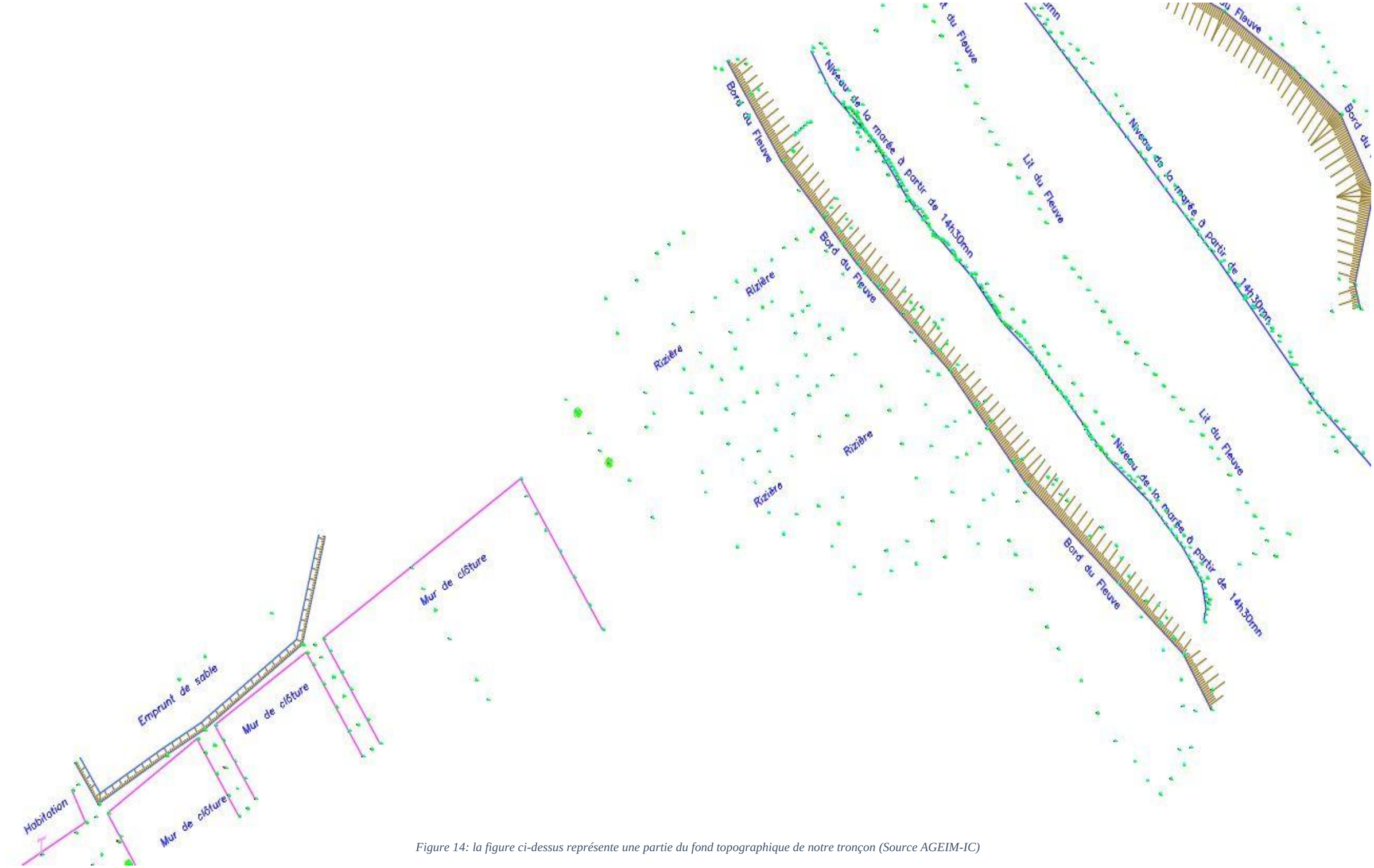


Figure 14: la figure ci-dessus représente une partie du fond topographique de notre tronçon (Source AGEIM-IC)

d. Comptage du trafic

Le comptage permet de connaître le trafic sur l'axe du projet, le nombre de véhicules, leur type, leur origine et leur destination afin de prévoir l'évolution du trafic et assurer le confort et la sécurité des usagers. Selon les études actualisées en 2014, par le bureau d'étude TED Burkina le trafic moyen journalier a été estimé à 297 poids lourds un avec des taux d'accroissement estimé à 7.7 % et 2.7 %.

e. Données de la marée

Elles nous permettront de faire une analyse fréquentielle et un ajustement de la marée sur une période retour de 100 ans. Ces données ont été établies par le service météorologique de la Guinée-Bissau. Le détail des données de la marée sera présenté en annexe 4.

f. Etude géotechnique

L'étude géotechnique constitue une étape primordiale pour garantir le dimensionnement optimal d'une structure de chaussée. Ce chapitre expose ainsi la méthodologie adoptée pour l'analyse des sols de plateforme, préalable indispensable au calcul de la structure. Dans cette optique, la démarche de dimensionnement consiste à déterminer avec précision la classe de trafic ainsi que la portance du sol de fondation, afin de proposer différentes variantes de couches de chaussée. L'objectif final est de définir les épaisseurs les plus adaptées pour assurer la stabilité et la pérennité de l'ouvrage face aux sollicitations futures.

g. Classe de portance

Les résultats des essais géotechniques révèlent deux classes de portance pour la plateforme du projet de S1 (CBR inférieur à 5) et S4 (CBR compris entre 15 à 30), conformément aux cinq catégories définies par le Guide dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux. Bien que le rapport géotechnique présente des valeurs CBR de 92%, CBR 95% et CBR de 98% de compacité, nous avons retenus l'indice à 95% pour le dimensionnement. Ce choix constitue un gage de sécurité et de prudence technique car il permet de garantir la stabilité de la route même en cas de légères variations de compactage sur le chantier ou des contraintes climatiques locales, assurant ainsi que la portance minimale requise sera effectivement atteinte par l'entreprise de travaux.

II.2.2 Méthodologie de la conception et dimensionnement de la chaussée

a. Conception géométrique

L'étude géométrique d'une infrastructure routière consiste à définir précisément ses caractéristiques structurelles, telle que le tracé en plan de l'axe de la voie, le profil en long et le profil en travers. Ces éléments sont élaborés en stricte conformité avec les normes de conception géométrique, lesquelles permettent de définir le type de route approprié. Ce choix est déterminant, car il fixe non seulement les règles de conception pour les carrefours, les points d'échange et les accès, mais il précise également la catégorie de la route qui à l'intérieur de chaque type, dicte les principales caractéristiques technique du tracé. Dans notre cas, nous avons utilisé la norme de l'Aménagement des Routes Principales (ARP) et les caractéristiques géométriques des différents tracés sont données dans les tableaux suivant :

- **Tracé en plan**

Tableau 2: caractéristiques géométrique du tracé en plan selon l'ARP

Catégorie de route	R60	T80 R80	T100
Vitesse de référence (en km/h)	60	80	100
Rayon minimal : Rm (en m)	120	240	425
Rayon au devers minimal : Rdm (en m)	450	650	900
Rayon non déversé : Rnd (en m)	600	900	1300

Ce tableau présente les déclivités maximales à ne pas dépasser ainsi que les rayons maximaux en angle saillant et entrant à respecter selon le type de route lors de la réalisation du profil en long.

- **Profil en long**

Tableau 3: Caractéristique géométrique du profil en long selon l'ARP

Catégorie de route	R60	T80 R80	T100
Déclivité maximale (en %)	7	6	5
Rayon minimal en angle saillant (en m)	1500	3000	6000
Rayon minimal en angle rentrant (en m)	1500	2200	3000

- **Profil en travers**

Tableau 4: Caractéristiques géométrique du profil en travers selon l'ARP

Catégorie de route	R60	T80 R80	T100
Dévers maximal (en %)	7	7	7
Dévers Minimal (en %)	1500	3000	

b. Aménagement routière

✓ **Carrefour à feux**

C'est une intersection régulée par des feux de signalisation lumineux pour gérer les flux de circulation**.** Le choix des carrefours à feux est particulièrement adapté au milieu urbain dense où de nombreux conflits doivent être gérés entre véhicules, Piétons, vélos et transports en commun, dans un espace souvent contraint et difficilement transformable. Dans notre cas cet aménagement se situé au Pk 0+00 le plan d'aménagement sont présentés en annexe.

✓ **Carrefour à sens giratoire**

Le carrefour à sens giratoire est un aménagement plan comportant un îlot central ceinturé par une chaussée circulaire. Parcouru en sens unique, il collecte les trafics des voies aboutissant à l'intersection et redistribue ces trafics entre ces mêmes voies. Les véhicules se retrouvent ainsi dans le même courant de circulation, quelle que soit leur provenance et leur destination. Les conflits entre véhicules sont limités à ceux liés à l'insertion des entrants dans le courant commun et à ceux liés à la séparation des sortants. Insertion et séparation s'effectuent l'une et l'autre par la droite. Ainsi, tout véhicule entrant sur un giratoire tourne deux fois à droite, y compris en cas de "tourne-à-gauche". Tous les itinéraires sont ainsi interrompus et tous les trafics qui aboutissent au carrefour perdent leur prépondérance, quelle qu'elle soit. Au bénéfice du courant commun sur l'anneau en application du régime de la priorité aux véhicules circulant sur la chaussée annulaire. C'est dans notre cadre qu'il a été prévu l'aménagement de deux carrefours à sens giratoire au PK (1+471 Km) et au PK (5+387 Km), nous avons appuyé sur le document Guide des carrefours interurbains sur les routes principales **(SETRA 1998)**[9]**.** La figure ci-dessous issue du guide d'aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales**.**

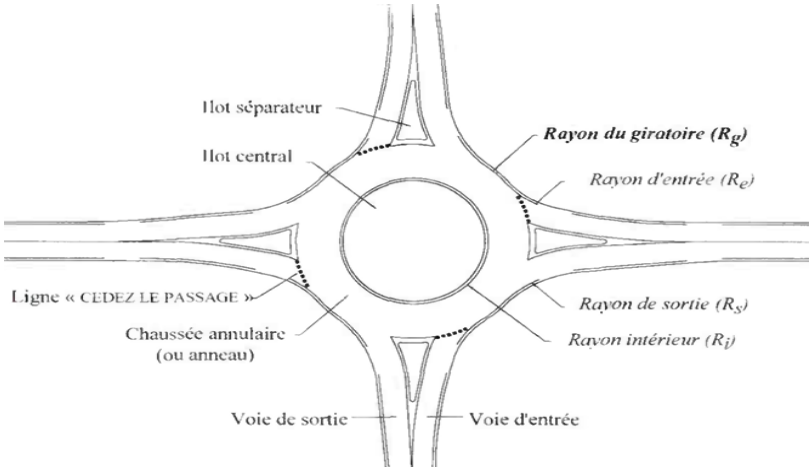


Figure 15: Représentation du carrefour giratoire

II.2.3 Méthodologie d'étude du trafic et dimensionnement de la chaussée

L'étude du trafic consiste à déterminer le nombre de poids lourds en nombre d'essieu équivalent en vue de déterminer la catégorie de trafic. Le dimensionnement de la chaussée consiste à proposer différentes variantes de structures de chaussée (nature des matériaux et l'épaisseur des couches consécutives de la chaussée) à partir de la catégorie du trafic et la classe du sol support. Par ailleurs, la déformation verticale.

Tableau 5:Données de base pour le calcul du trafic (source AGEIM-IC)

Désignation	Valeurs
Année de comptage	2014
Année de mise en service	2027

Durée de service	15 ans
Taux de croissance géométrique-voyageurs (Bissau-Nhacra)	7.70%
Taux de croissance géométrique-marchandises (Bissau-Nhacra)	2.70%
Année de fin de service	2042
Coefficient de répartition transversale 1x2 voies (largeur supérieure à 6m)	0.75
Coefficient d'agressivité moyen (CAM)	1
TMJA voyageurs en 2014 (dans 2 sens)	40
TMJA marchandises (dans 2 sens)	257
TMJ total (dans les 2 sens)	297

II.2.4 Méthodologie de la conception du pont

La méthodologie adoptée pour la conception du pont repose sur une démarche visant à proposer une structure optimale alliant performances techniques et efficience économique. Cette approche débute par la définition précise des critères de franchissement, suivie de l'identification et de la comparaison de plusieurs types d'ouvrages adaptés aux spécificités du site. Une fois ces variantes retenues, une analyse multicritère sera menée afin de sélectionner celle qui répond le mieux aux besoins du projet. Tout en s'adaptant aux contraintes du site et aux normes de conception.

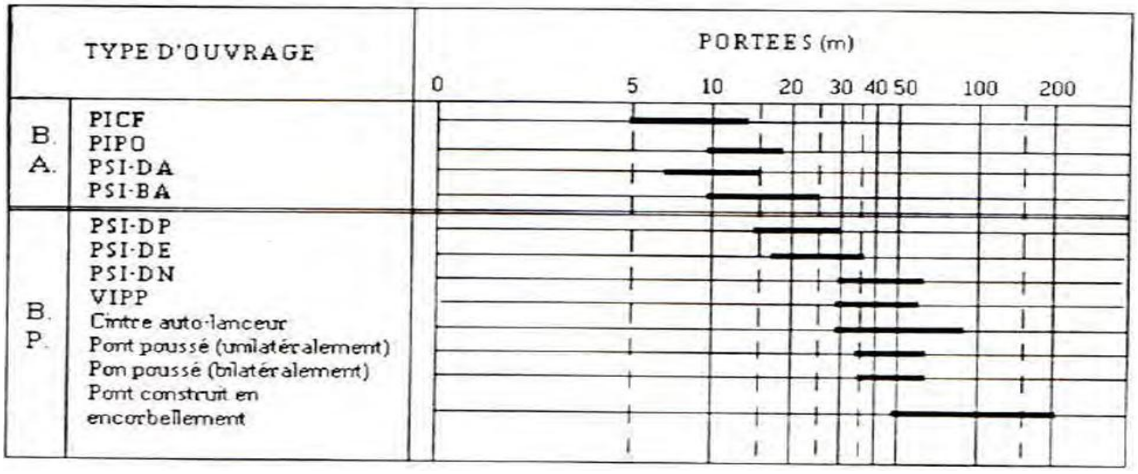


Figure 16: différentes types du pont

II.2.5 Méthodologie pour l'assainissement de la route

a. Etude hydrologique

L'étude hydrologique a pour but d'estimer les débits de crue afin de garantir le bon dimensionnement des ouvrages d'assainissement et du pont sur la rivière Oio. La démarche repose d'abord sur la délimitation précise des bassins versants à l'aide des logiciels **Global Mapper** et **Google Earth**. Ces outils ont permis de

déterminer les données topographiques et satellitaires en une cartographie détaillée des réseaux de drainage. Une fois les bassins versants identifiés, leurs caractéristiques physiques (superficie, périmètre et pente) ont été extraites pour servir de base aux calculs. Enfin, l'application de méthodes hydrologiques adaptées a permis de transformer ces données en débit de projet, assurant ainsi une protection optimale de la route contre les risques d'inondation. Dans le cadre de notre projet, nous avons appliqué les méthodes **ORSTOM** et **CIEH** pour le bassin versant conformément au manuel '**Crue et Apports FAO'.** En ce qui concerne les sous-bassins versants nous avons utilisé la méthode de **Caquot** en zone urbaine et **rationnelle** en rase campagne.

- **Méthode d'ORSTOM**

C'est une méthode qui s'applique à des bassins dont la superficie est située entre quelques dizaines d'hectares et plus de 1500 km². Elle permet de calculer le débit de pointe lié au ruissellement d'une crue décennale à l'aide de la formule suivante.

$$Q_{r10} = A * P_{10} * K_{r10} * \alpha_{10} * \frac{S}{T_{b10}} \ [20]$$

- **Méthode CIEH**

C'est une méthode statistique, proposé par **Puech et Chabi-Gonni** en 1983, connue depuis sous le nom de la méthode CIEH et basée sur 162 bassins versants dont l'origine vient essentiellement du recueil de Dubreuil (1972) sur les bassins expérimentaux. Elle s'applique aux bassins versants dont la superficie est comprise entre 10 km^2 et 1500 km^2 en zone sahélienne et ceux dont la superficie est inférieure à 1500 km^2 en zone tropicale sèche. La formulation retenue pour retrouver l'expression du débit de pointe $\boldsymbol{Q_{10}}$ est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme.

$$\boldsymbol{Q_{10} = a * S^s * P_{an}^p * I_g^i * Kr_{10}^k * \ Dd^d}$$

- **Méthode de Caquot**

C'est une méthode modifiée de la méthode rationnelle, elle est utilisée pour déterminer les débits des sous bassins versants en zone urbanisée de petite superficie généralement inférieure à 20 hectares. Elle prend en compte des effets propres à l'environnement urbain, notamment la diminution des vitesses de ruissellement et le stockage transitoire des eaux dans les réseaux d'assainissement. Elle repose sur la formule présentée ci-après :

$$Q_P = K^{\frac{1}{u}} * C^{\frac{1}{u}} * I^{\frac{v}{u}} * A^{\frac{w}{u}}$$

- **Méthode Rationnelle**

Cette méthode s'applique uniquement aux sous bassins versants dont la superficie est inférieure à 4 km².

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times i \times A \ [m^3/s]$$

b. Etude hydraulique

- **Méthodologie du dimensionnement des ouvrages transversaux**

Le dimensionnement des ouvrages transversaux repose sur une analyse multicritère visant à assurer le franchissement des écoulements sous la chaussée. Le choix technique s'opère entre l'installation d'une buse ou d'un dalot en fonction du débit de projet et de la hauteur de remblai disponible. Dans le cadre de cette étude, bien que les débits soient inférieurs au seuil de $10m^3/s$, l'utilisation de dalots cadres en béton armé a été imposée par la faible hauteur de remblai 66 cm, insuffisante pour garantir la couverture minimale de sécurité de 80 cm requise pour une buse.

- **Méthodologie du dimensionnement des ouvrages longitudinaux**

Pour le dimensionnement des caniveaux, notre démarche méthodologique s'appuie sur la formule de Manning-Strickler Qp = Ks x S x RH^2/3 x I^1/2. Appliquée à des sections rectangulaires en béton caractérisées par un fruit de berge nul (m=0) et un coefficient de rugosité Ks de 67. L'approche consiste à fixer une largeur **B** et à ajuster le tirant d'eau **y** pour que la débitance D, définie par le produit de la surface mouillée **S** et du rayon hydraulique **Rh** (rapport de la surface sur le périmètre mouillé P), réponde à l'exigence du débit de projet sous une pente longitudinale de 1 %. Afin de garantir la pérennité et la sécurité de l'ouvrage, nous intégrons une revanche **r** calculée selon la formule de **Lacey** $r = 0.2+0.15*Q^{1/3}$ et nous vérifions que la vitesse d'écoulement reste inférieure à la limite admissible de 3 m/s pour éviter l'érosion. Enfin, la caractérisation du régime d'écoulement est complétée par le calcul du nombre de Froude$Fr = \frac{U}{\sqrt{g}*ym}$, aboutissant à la définition de quatre types de sections standardisées allant de (80*80 cm, 100*100 cm, 120*120 cm et 140*140 cm).

II.2.6 Méthodologie pour le dimensionnement structural des ouvrages hydrauliques courant (dalots et caniveaux)

Ouvrages transversaux dalot, ce sont des structures disposées perpendiculairement à l'axe de la voie, dans notre étude, il s'agira des deux dalots. La méthodologie de dimensionnement combine une approche analytique et numérique, nous ferons un calcul manuel du dalot le plus grand (OH1) selon les recommandations et prescriptions en vigueur, puis nous avons vérifié les résultats via le logiciel cypeCAD. Pour le second ouvrage (OH2), le dimensionnement est réalisé uniquement via le logiciel cypeCAD. Parallèlement, le calcul des ouvrages longitudinaux, notamment le caniveau de grande section (140x140 cm²), est réalisé par tranches d'un mètre linéaire afin d'en détailler précisément chaque étape de conception.

II.2.7 Méthodologie pour la signalisation routière

La signalisation routière regroupe l'ensemble des dispositifs mis en place pour garantir la sécurité des travailleurs pendant les travaux et celle des usagers après leur achèvement. Elle joue un rôle fondamental dans l'organisation de la circulation. En permettant d'informer de prévenir de diriger et de réguler les comportements des conducteurs et des piétons.

a. L'éclairage public

L'éclairage public en milieu urbain est indispensable. Il assure la sécurité des piétons et des conducteurs la nuit, facilite leurs déplacements et rend la ville plus agréable à vivre.

Différentes options d'électrification possibles :

- L'éclairage par centrales thermiques :
- L'éclairage solaire ;

Nous adaptons pour notre projet l'éclairage solaire, car cette option offre des coûts d'entretien et de maintenance faibles et ne nécessite pas une grande expertise pour l'entretien, en plus c'est une technologie peu polluante. Il repose sur une source d'énergie renouvelable et gratuite (soleil). Le choix du type d'implantions en annexe.

b. La sécurité routière

Afin de limiter les risques d'accidents, notre méthodologie repose sur l'aménagement d'une route sécurisée garantissant une bonne visibilité et une cohérence du tracé. L'objectif est de modérer la vitesse et de réduire la gravité des chocs grâce à des dispositifs ciblés : des glissières de sécurité sont installées au niveau du giratoire, tandis que des ralentisseurs en béton bitumineux sont placés aux endroits stratégiques pour inciter les usagers à ralentir.

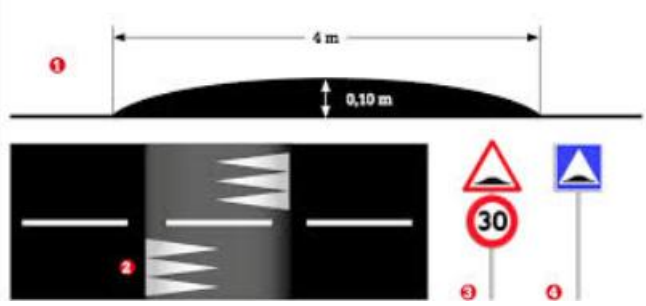


Figure 17: ralentisseur type dos d'âne

II.2.8 Méthodologie pour les études d'impact

L'étude d'impact environnemental évalue les conséquences positives et négatives de la route sur le sol, l'eau, l'air et la population. Cela nous permet également de proposer des solutions pour réduire les impacts négatifs.

II.2.9 Méthodologie d'évaluation du coût du projet

L'évaluation du coût du projet s'appuie sur le calcul des quantités de matériaux et de travaux nécessaires. Cette démarche permet de créer une description et une estimation en multipliant les métrés par les prix unitaires en vigueur. L'objectif est de définir avec précision le budget global requis pour la réalisation et l'entretien de l'infrastructure.

Chapitre III. RESULTAS ET DISCUSSIONS

INTRODUCTION

Ce chapitre nous donnerons les résultats de nos études techniques obtenus en commençant par l'étude géotechnique, la conception géométrique routière, l'étude de trafic et le dimensionnement de la chaussée, ensuite les solutions retenues pour l'assainissement et la conception du pont, avant d'aborder l'impact environnemental pour finir par l'évaluation du coût globale du projet.

III.1 ETUDE GEOTECHNIQUE

III.1.1 Identification de plate-forme

Sur l'ensemble de l'axe Bissau - Nhacra, vingt sondages ont été effectués sur la plate-forme. Concernant spécifiquement notre tronçon du Pk 0+00 km à (Antula Bono) au PK 5+387 km à (Quidè), les caractéristiques géotechniques des matériaux issus des sondages seront présentées en annexe.

III.1.2 Classe de portance et module calculés

Selon le catalogue du LCPC, le module de Young (E) est calculé avec la formule suivante :

E= 5 x CBR

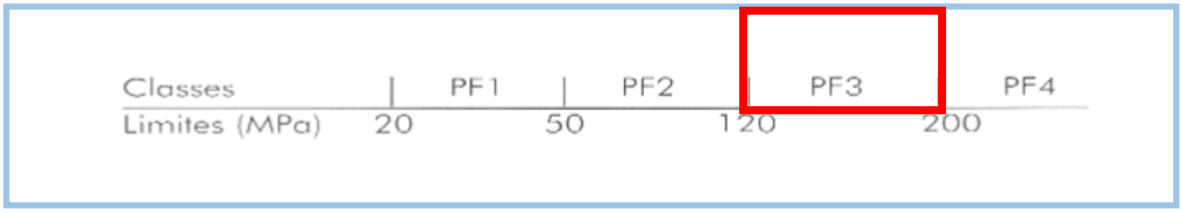
Pour la classe de portance S1, avec un CBR de 5, le module est de 25 MPa.

Pour la classe S4, avec un CBR de 26. E= 26 x 5 = 130 MPa.

Tableau 6: Classe de portance du sol en fonction de la plage du CBR

S1	S2	S3	S4	S5
CBR < 5	5 < CBR < 10	10 < CBR < 15	15 < CBR < 30	CBR < 30

Tableau 7: Classification de plate-forme selon LCPC



III.2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DE LA ROUTE

III.2.1 Conception géométrique de la route

Dans le cadre de notre projet, une route nationale, nous avons opté pour une route de type R60 et T 100

a. Tracé en plan

Le résultat du tracé en plan ce trouve en annexe 2 du document (tableau des paramètres du tracé en plan).

b. Profil en long

C'est une représentation graphique du profil en long de la route illustrant les variations d'altitude le long de l'axe principal. Mettant en évidence une succession horizontale, associés par des raccordements paraboliques. Le rayon raccordement parabolique a été pris égal à 5000. Les paramètres géométriques du profil en long recommandés sont présentés en Annexe.

c. Profil en travers

Il représente la coupe transversale perpendiculaire au profil en long. Illustrant la configuration topographique du terrain à un point donné ou sur une section spécifique. Il permet de définir à la fois géométrie de la chaussée (largeurs, pentes, accotements, trottoir, piste cyclable, etc.) et sa structure (couches de matériaux, Caniveaux, faussées, talus). Les spécifications détaillées relatives au profil en travers consignés sont présentées dans l'annexe.

On distingue deux (02) types de profil en travers :

d. Profil en travers type

C'est un profil standardisé qui représente les dimensions et la disposition d'une section transversale typique d'une route. Il inclut les éléments constructifs de la nouvelle route que ce soit en agglomération ou en rase campagne (Remblais. Déblais). Les différents profils en travers types sont présentés en annexe.

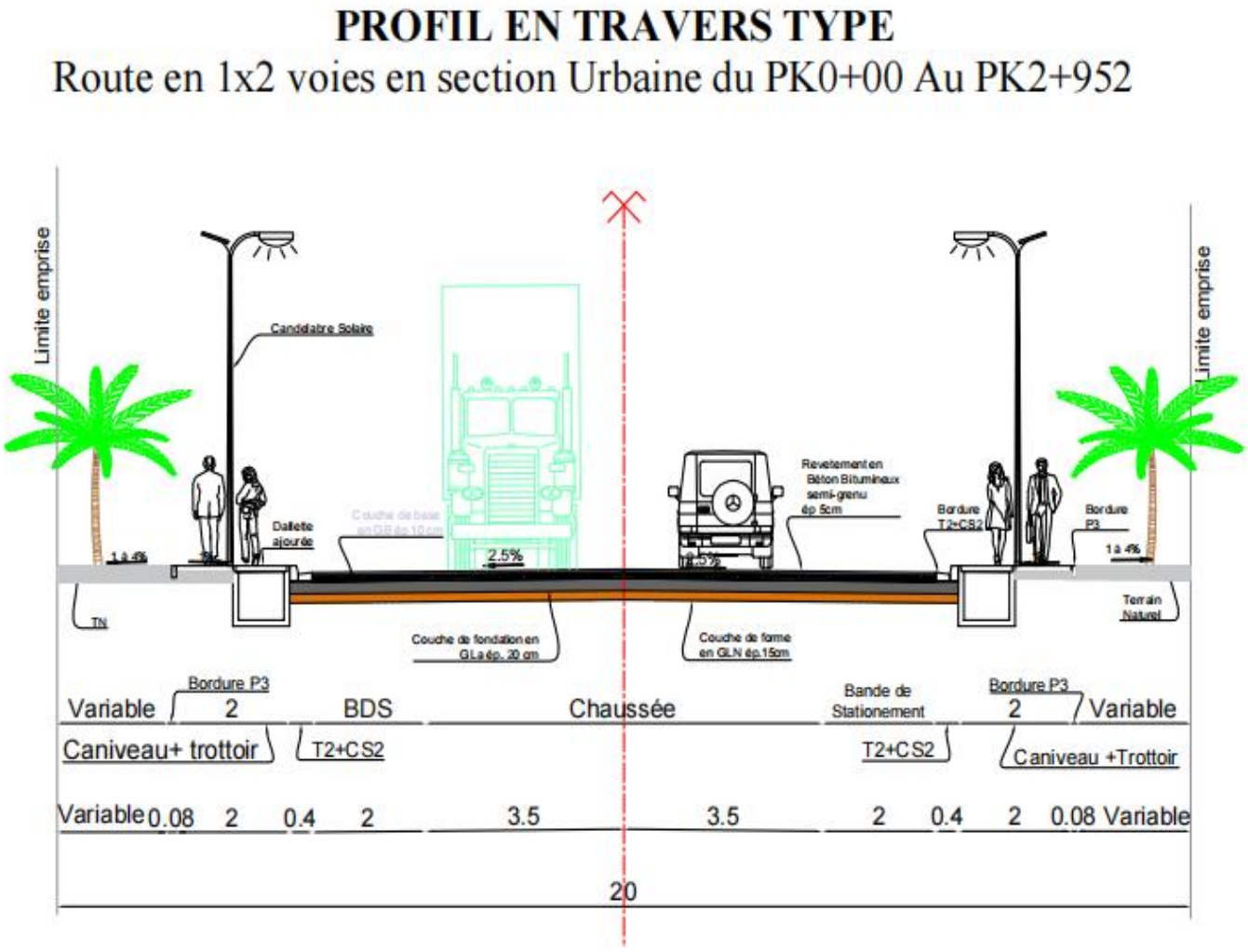


Figure 18: Représentation du profil en travers type

f. Profil en travers courant

Il montre la configuration réelle du terrain pour le tronçon spécifique, c'est l'application du profil en travers type au terrain naturel à des équidistances bien définies ou suivant des profils topographies imposé. Dans notre projet, nous avons opté pour des profils équidistances avec une application au niveau des ouvrages et des points de tangences. Les détails des profils en travers courant sont présentés en annexe.

PROFIL EN TRAVERS COURANT

Route en 1x2 voies en section Urbaine du PK0+00 Au PK2+952

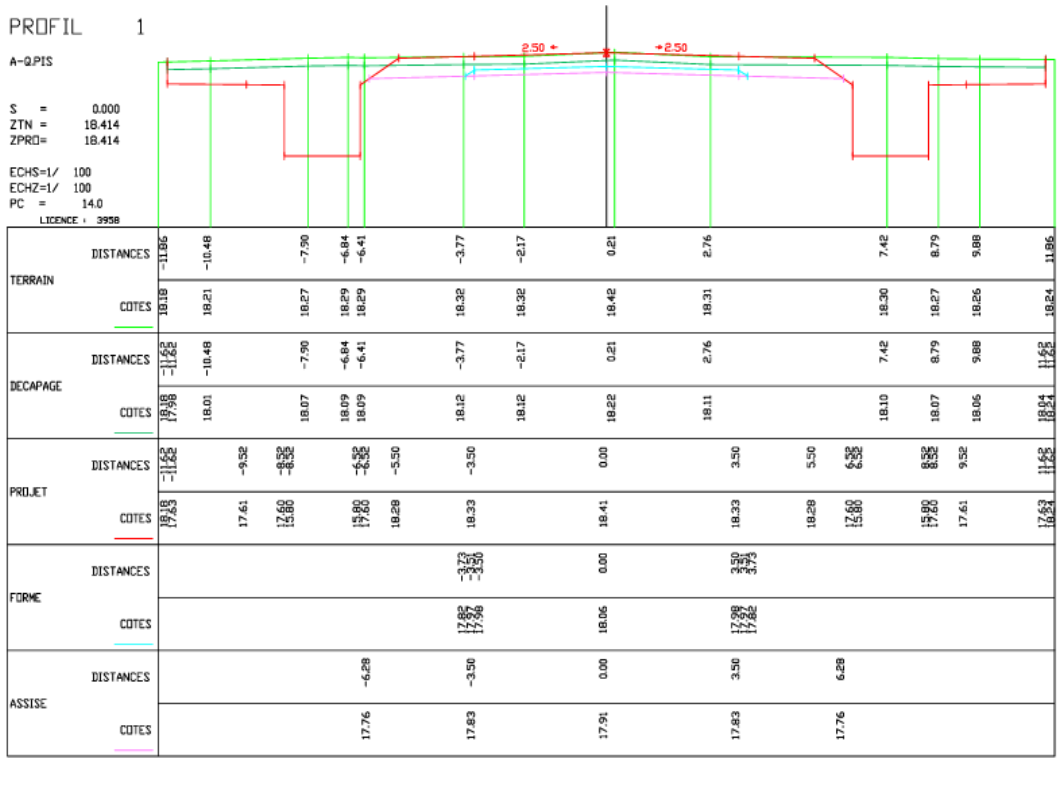


Figure 19: représentation du profil en travers courant

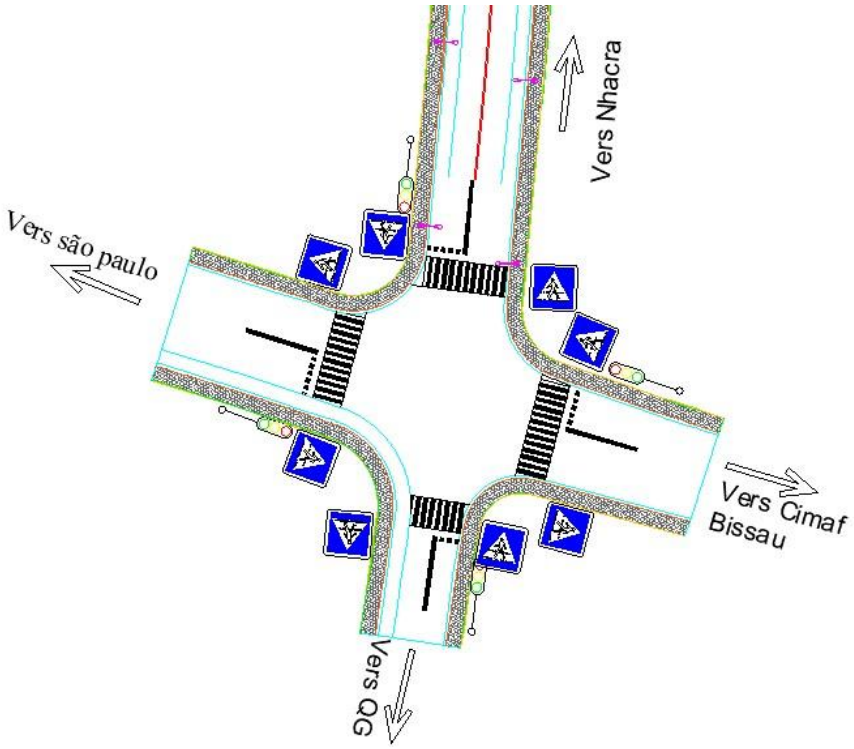


Figure 20: représentation du carrefour à feux

Carrefour à sens giratoire

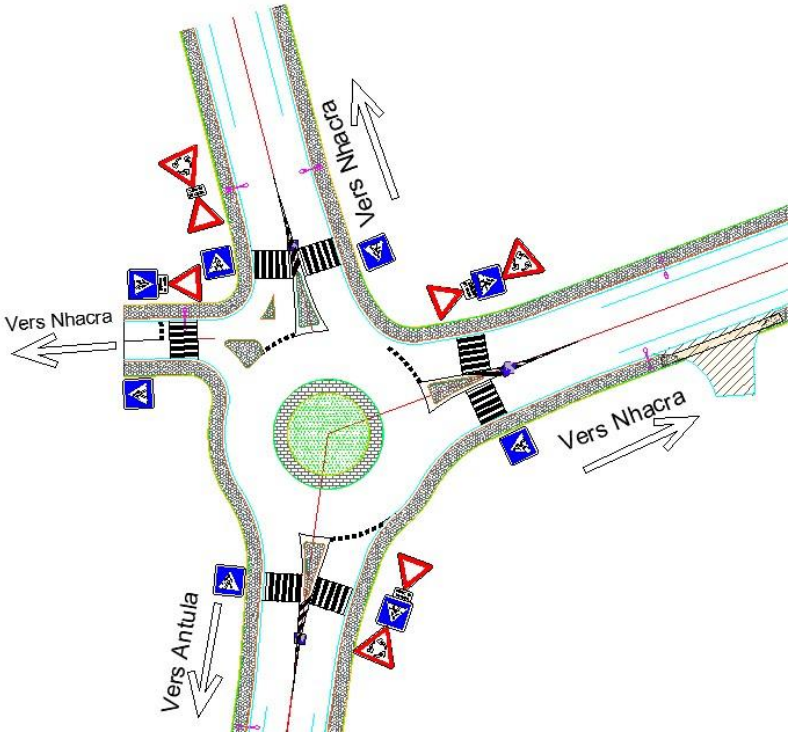


Figure 21 : représentation du carrefour à sens giratoire

III.3 DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES CHAUSSEES ET DE L'ANNEAU DU GIRATOIRE

III.3.1 Etude du trafic

- **Données du trafic**

Le comptage du trafic a été réalisé en 2014, et a permis d'estimer un trafic moyen journalier annuel de **297** Poids Lourds dans les deux sens de circulation.

- **Estimation du trafic de dimensionnement**

Etant donné que nous avons une route de 7 m de largeur, on prendra en compte 75 % du trafic dans les deux sens de circulation pour dimensionnement de la structure de chaussée pendant sa durée de vie. Pour estimer cela, nous-nous sommes appuyés sur les hypothèses présentées précédemment dans le tableau. Les calculs sont présentés en annexe 2.

À l'issue de ces calculs, le trafic cumulé (Tc) pendant la durée de vie de **2469783.88 PL** soit **$2.4.10^6$ PL**. Cette valeur se situe dans l'intervalle $1.5x\ 10^6<T<4x10^6$, ce qui correspond à un trafic **T3**. Nous pouvons donc conclure que notre trafic est de catégorie T3. Le tableau ci-joint présente la catégorie du trafic en fonction de la plage du trafic cumulé.

Tableau 8: Catégorie du trafic en fonction de la plage du trafic cumulé

Classe de trafic	Trafic cumulé en nombre de poids lourds
T1	$T < 5 \times 10^5$
T2	$5 \times 10^5 < T < 1.5 \times 10^6$
T3	$1.5 \times 10^6 < T < 4 \times 10^6$
T4	$4 \times 10^6 < T < 10^7$
T5	$10^7 < T < 2 \times 10^7$

III.3.2 Dimensionnement des épaisseurs de la chaussée et de l'anneau du giratoire

Il s'agit de définir la meilleure structure d'une chaussée (épaisseur, types de couches et matériaux afin qu'elle supporte les charges du trafic, surtout celles des poids lourds et qu'elle résiste aux conditions climatiques pendant toute sa durée de vie.

a. Détermination de la nature et de l'épaisseur des différentes couches de la chaussée

- **Proposition des variantes de chaussées selon le CEBTP et le Guide Sénégal**

Plus haut, nous avons pu classer notre plateforme en S4, et l'analyse du trafic nous a permis de le catégoriser en T3. Selon le Guide pratique de dimensionnement des chaussées CEBTP et le Guide de dimensionnement des chaussées du Sénégal, ce couplage S4 et T3 correspondant à des variantes proposées. Le tableau ci-après représente les propositions des variantes de structure.

Tableau 9: Proposition des variantes de structures adaptées suivant le guide du CEBPT

Couches de chaussée	**Variante 1**	**Variante 2**	**Variante 3**
Revêtement	5 cm de Béton Bitumineux	4 cm de Béton Bitumineux	5 cm de Béton bitumineux
Base	20 cm de Grave Latéritique naturel	15 cm de Grave Bitume (GB2)	20 cm de Grave ciment
Fondation	15 cm Grave Latéritique naturel	15 cm de Grave naturelle Améliorée au ciment	20 cm de Grave Latéritique

Tableau 10: Proposition de la variante de structure adapté suivant le catalogue du Sénégal

Couche de chaussée pour l'anneau du giratoire	Variante 4
Base	17 cm en Béton ciment BC5
Fondation	15 cm en béton ciment BC2

- **Choix et justification de la variante retenue**

Le choix de la structure de chaussée est déterminée par plusieurs critères, notamment l'aspect économique, la disponibilité des matériaux ainsi que la mise œuvre et leur performance. Conformément au manuel de dimensionnement des chaussées neuves en Afrique de l'Ouest (CEBTP, 1984), pour une plateforme de classe S4 et un trafic T3 les structures améliorées au ciment ou structures bitumineuses sont recommandées. Les assises en latérite naturel non traitée ne sont pas adaptées à ce niveau de trafic. La variante 3 est vérifiée mais l'épaisseur est élevée. Donc nous pouvons dire que la **variante 2** semble la plus avantageuse pour la structure de la chaussée. Pour l'anneau du giratoire, il est nécessaire de tenir compte de la durabilité et la résistance aux forces de freinage et de virage. Dans ce cas, une chaussée rigide en béton sera plus adaptée ce qui justifie l'adoption de la variante 4.

b. Calcul des sollicitations admissibles et vérification des contraintes et déformations sur Alizé

Ils servent à vérifier que les efforts mécaniques comme les déformations et les contraintes provoquées par le passage des véhicules restent en dessous des limites que les matériaux peuvent supporter. En d'autres termes, il s'agit de s'assurer que la chaussée choisie pourra supporter le trafic de poids lourds prévu pendant sa durée de vie qui est de 15 ans. Pour cela, trois (03) critères doivent être respectés :

- la déformation verticale epsilon z (εz), au niveau des couches en matériaux non traités et du sol support doivent être inférieure à la valeur admissible ;
- la déformation horizontale epsilon t (εt), à la base des couches bitumineuses doit rester inférieure à la valeur limite ;

- la contrainte sigma t (σt), au niveau des couches en matériaux traitées aux liants hydrauliques ou béton ne doit pas dépasser la valeur admissible.

➢ **Calcul des sollicitations admissibles**

Après le calcul on obtient les résultats suivants présentés dans le tableau ci-dessous. Les détails des calculs sont en annexe.

Tableau 11: Contraintes et déformations admissibles

𝜀z.adm	**457.1 µdef**
𝜀t.adm	176.1.3 µdef
𝜀t.adm	137.8 µdef

➢ **Vérification des variantes par la méthode rationnelle à l'aide du logiciel Alizé LCPC**

Pour les vérifications, le programme Alizé tient compte des paramètres suivant :

- Les épaisseurs des différentes couches ;
- Les modules d'Young (E) ;
- Les coefficients de poisson (υ) de chaque couche ;

III.3.3 Le sol support.

Les caractéristiques des matériaux (Module de Young et Coefficient de poisson) sont présentées dans les tableaux qui suivent.

Tableau 12: Caractéristiques des matériaux le guide CEBTP et le catalogue du Sénégal

Matériaux/Caractéristiques	**Module de Young (E) MPa**	**Coefficient de poisson**
Béton Bitumineux	1300	0.45
Béton Ciment (BC 2)	20000	0.25
Béton Ciment (BC 5)	35000	0.25
Grave de Bitume (GB2	2588	0.45
Graveleux latéritique amélioré au ciment (GLa)	800	0.35
Graveleux naturelle ou concassé	200 et 600	0.35
Sol support (Pf3)	120	0.35

Tableau 13: Caractéristiques de dimensionnement de GB2

Caractéristique	**Notations**	**GB2**
Module complexe $(34^\circ C. 20Hz)MPa$	E	2588
Module complexe $(10^\circ C. 10Hz)MPa$	E	11880
Coefficient de Poisson	v	0.45
Resistence en fatigue $(10^\circ C. 25Hz)(\mu def)$	$\mathcal{E}6$	80
Pente de la droite de fatigue	b	-1/5

Dispersion essai de fatigue	SN	0.3
Tolérance sur les épaisseurs des matériaux de la couche d'assise	Sh	2.5
Coefficient de calage	Kc	1.3

c. Vérification de la structure de la chaussée

Comme indiqué précédemment, les contraintes et les déformations doivent rester inferieures aux valeurs admissibles. Après la vérification de la variante de chaussée retenue à via logiciel Alizé LCPC, ces conditions sont bien respectées. Toutefois, nous avons choisi d'ajouter une couche de forme afin d'homogénéiser la portance. Cette disposition permet de réduire les variations de résistance du sol en place et d'améliorer la performance ainsi que la durabilité de la chaussée. Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs calculées des contraintes et des déformations.

Tableau 14: Valeurs des contraintes et déformation calculées de la structure de chaussée

Couches	Epaisseurs	Valeurs des limites admissibles		Valeurs calculées
			Déformation ε_t	
Couche de revêtement (BB)	5 cm	176.1 µdef		44.9 µdef
Couche de base (GB2)	15 cm	137.8 µdef		|-123.8| µdef
			Déformation ε_z	
Plateforme	Pf3	457.1 µdef		453.6 µdef

Tableau 15: Valeurs des contraintes et déformations calculées après ajustement de la structure de chaussée

Couches	Epaisseur	Valeurs des limites admissibles		Valeurs calculées
			Déformation ε_t	
Couche de revêtement (BB)	5 cm	176.1 µdef		47.6µdef
Couche de base (GB2)	10 cm	137.8 µdef		|-127.6| µdef
			Déformation ε_z	
Plateforme	Pf3	457.1 µdef		359.7 µdef

Tableau 16: variante adoptée pour la structure de la chaussée

Couches de chaussée	Variante 2
Revêtement	5 cm de BB
Base	10 cm de GB2
Fondation	20 cm de GLa amélioré ciment
Forme	15 cm de grave naturelle

Tableau 17: valeurs des contraintes et déformations calculées de l'anneau du giratoire

Couches	Epaisseur	Valeurs des limites admissibles		Valeurs calculées
			Déformation σ_t	
Couche de base (BC5)	17cm	1.591 µdef		-1 .593µdef
			Déformation σ_t	
Couche de fondation (BC2)	15cm	1.327 µdef		0.638 µdef
		Déformation ε_z		
Plateforme	Pf3	431 .2 µdef		147.4 µdef

La contrainte mesurée à la base de la couche en Béton de ciment **BC5** dépasse le seuil admissible. Une des conditions requises n'est pas vérifiée. Nous décidons d'ajuster la structure en modifiant la couche de forme en béton de ciment **BC2**, car elle est moins couteuse. Ensuite, nous vérifions si les conditions sont satisfaites. Le tableau ci-après montre l'ajustement réalisé.

Tableau 18: valeurs des contraintes et déformations calculées après ajustement de l'anneau du giratoire

Couches	Epaisseur	Valeurs des limites admissibles		Valeurs calculées
			Déformation σ_t	
Couche de base (BC5)	17cm	1.591 µdef		-1 .530 µdef
			Déformation σ_t	
Couche de fondation (BC2)	16cm	1.327 µdef		0.648 µdef
		Déformation ε_z		
Plateforme	Pf3	431.2 µdef		143.9 µdef

Tableau 19: Variante de chaussée retenue du giratoire

Couche de chaussée pour l'anneau du giratoire	Variante 4
Base	17 cm en Béton ciment BC5
Fondation	16 cm en béton ciment BC2

III.4 CONCEPTION DU PONT

III.4.1 Analyse multicritère et choix du type du pont entre les variantes envisagées

Pour la conception du pont nous avons proposé quelques variantes à savoir pont à poutre pont en dalle armé. Nous avons effectué une analyse multicritère des deux variantes et le pont à poutre est le plus adaptée pour notre projet. Les détails de l'analyse sont présentés en annexe 3.

III.4.2 Pré dimensionnement des éléments du pont

a. Pré dimensionnement des poutres de la variante optimale

Tableau 20: Pré dimensionnement des poutres de la variante optimale

Elément	Hauteur totale	Largeur ou base	Hauteur de talon	Nombre	Espacement de la poutre
Valeur	**1.30**	**0.60**	**0.25**	**8**	**2**

b. Pré dimensionnement des entretoises

Tableau 21 : Les entretoises

Elément	Longueur	Hauteur	Epaisseur	Nombres
Valeur	**1.4**	**1.05**	**0.35**	**3 par travées**

c. Pré dimensionnement des encorbellements

Le = bp/2 à bo/2

Le = 0.3 à 1 m

On retient Le = 0.3 m

d. Pré dimensionnement du Hourdis

Nous avons défini l'épaisseur du hourdis en fonction de l'entraxe (**a**) des poutres. D'après le tableau de Calgaro. On obtient la valeur suivante :

Tableau 22: Pré dimensionnement du Hourdis

a (m)	2	2.5	3.0	3.5
Eh (cm)	16	18	20	22

Pour notre entraxe de 2m, nous avons une épaisseur des hourdis de16cm en prenant en compte les prédalles servant de coffrage perdu (pris égale à 7cm). L'épaisseur totale à mobiliser est de **16cm + 7cm = 23cm**

e. Pré dimensionnement des appuis et appareil d'appuis

Tableau 23: Pré dimensionnement des autres éléments (chevêtre, appareils d'appuis. bossage, pile, semelle et fondation)

Appareil d'appuis	Type	Elastomère fretté
	Nombre	144
Chevêtre	Type	Chevêtre porteur en béton armé
	Nombre	08
	Hauteur	1.9 m
	Longueur	14.5 m
	Largeur	1.5 m
Bossage	Matériaux	Béton
	Epaisseur	15 cm
Pile	Type, forme et matériaux	Pile colonne de forme cylindrique en béton armé
	Diamètre	1.4 m
	Hauteur	15.5 m
	Espacement	3.5 m
Semelle	Forme et matériaux	Rectangulaire en béton arme
	Hauteur	1.2 m
	Largeur	5.5 m
	Longueur	15.5 m
Fondation	Type de fondation	Profonde par pieux
	Type de pieux	Pieux préfabriqué en béton armé
	Diamètre des pieux	1 m
	Espacement des pieux	3.5 m
	Profondeur des pieux	30 m

III.5 ASSAINISSEMENT DE LA ROUTE

III.5.1 Etude hydrologique

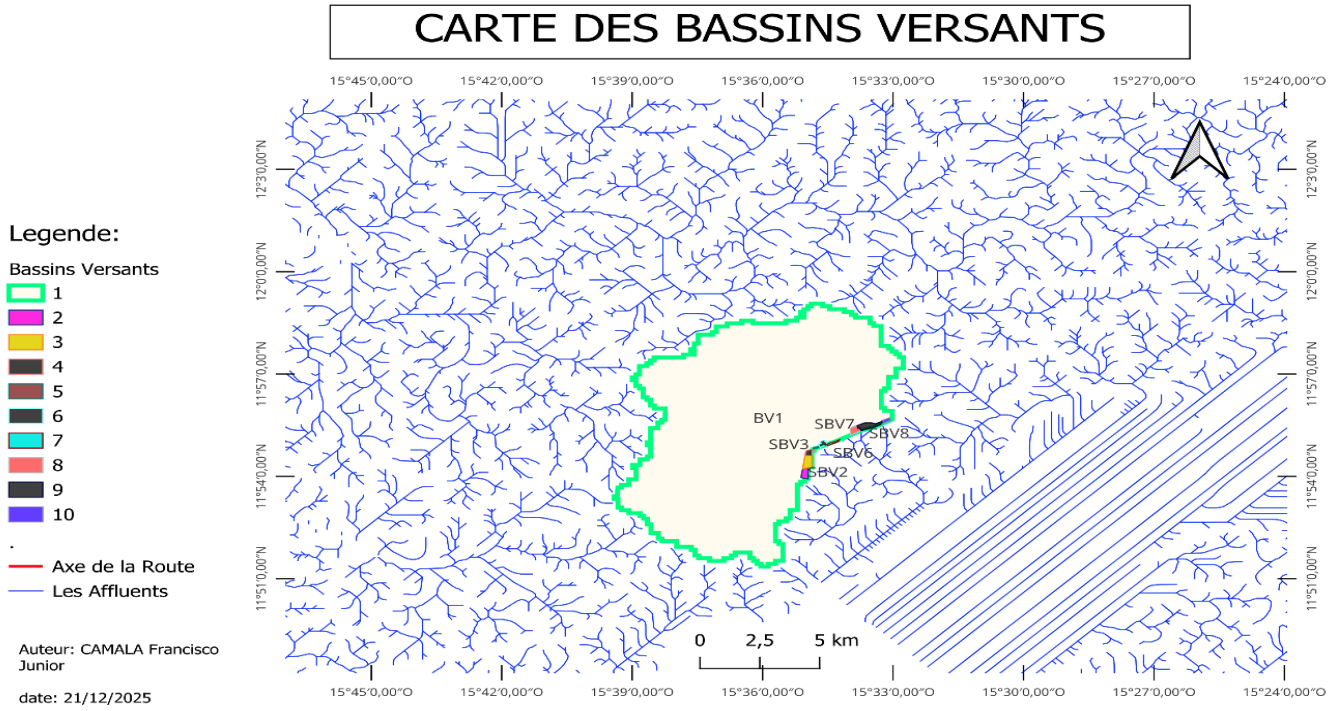


Figure 22: délimitation des Bassins Versants

Tableau 24: Caractéristiques des Bassins Versants

Bassin Versant	Superficie (km^2)	Périmètre (km)	Z max (m)	Z min (m)	Pente (%)	Longueur d'écoulement (km)
BV1	101.34	58.103	48	1	2.55	38.929
SBV1	0.1489	1.644	32	19	3.56	1.101
SBV2	0.222	2.043	34	19	3.31	1.369
SBV3	0.0902	1.357	33	28	1.45	0.909
SBV4	0.01814	0.66262	31	29	2.21	0.444
SBV5	0.0754	1.248	35	29	2.22	0.836
SBV6	0.04152	1.282	29	10	3.52	0.859
SBV7	0.1385	1.693	29	4	4.52	1.134
SBV8	0.2645	2.765	43	21	2.61	1.853
SBV9	0.04612	0.967	46	39	1.27	0.648

a. Méthode d'ORSTOM

Tableau 25: Résultats méthode d'Orstom

Bassin Versant	Superficie (Km²)	Pan (mm)	P10 (mm)	P10	Kr (10%)	Tb10 (mm)	Débit Q10 (m^3/s)	Débit Q100 (m^3/s)
BV1	101.34	1577	168	107.693	23	380.605	84.80	227.76

b. Méthode CEIH

Tableau 26: Résultats méthode CEIH

Bassin Versant	Superficie (km²)	Ig	P10 (mm)	Pm10	Kr10 (%)	Débit Q10 (m^3/s)	Débit Q100 (m^3/s)
BV1	101.34	4.63	168	107.693	22.84	68.94	185.16

c. Méthode Caquot

Tableau 27: résultats méthode Caquot

Bassin Versant	**Type d'Assemblage**	**Assemblage**	**Superficie Aj (ha)**	**Pente (%)**	**Chemin hydraulique Lj (hm)**	**Qp_5 (m3/s)**
BV1	Série 1	SBVeq1 = SBV1	6.24	0.0131	3.82	**4.22**
		SBVeq2 = SBV1+SBV2	4.708	0.0128	3.32	**7.71**
	Série 2	SBVeq3 = SBV3	5.71	0.0113	4.9	**2.22**
	Série 3	SBVeq4 = SBV4 + SBV5	6.79	0.0136	1.95	**0.65**
		SBVeq5 = SBV + SBV2-2	16.75	0.0093	4.99	**2.26**
	Série 4	SBVeq6 = SBV6	7.66	0.0093	3.47	**1.30**
	Série 5	SBVeq9 = SBV9	9.88	0.0131	3.03	**0.95**
		SBVeq8 = SBV9+SBV8	15.64	0.0083	3.94	**3.49**
		SBVeq7 = SBVeq8+SBV7	10.29	0.0123	4.84	**4.70**

d. Méthode Rationnelle

Tableau 28: Résultats méthode Rationnelle

Bassin Versant	**Type d'Assemblage**	**Assemblage**	**Superficie Aj (Km²)**	**Coefficient de ruissellement C**	**Temps de concentration Tc (mn)**	**Longueur équivalent (km)**	**Débit Q projet Q5(m^3/s)**
BV1	Série 1	SBVeq1 = SBV1	0.1489	0.4	1.192	0.55	2.891
		SBVeq2 = SBV1+SBV2	0.222	0.4	1.267	0.71	4.310
	Série 2	SBVeq3 = SBV3	0.0902	0.4	0.854	0.50	1.827

	Série 3	SBVeq4 = SBV4 + SBV5	0.01814	0.4	0.494	0.26	0.483
		SBVeq5 = SBV + SBV2-2	0.0754	0.4	0.959	0.46	1.862
	Série 4	SBVeq6 = SBV6	0.04152	0.4	1.077	0.57	0.749
	Série 5	SBVeq9 = SBV9	0.04612	0.4	0.535	0.72	3.545
		SBVeq8 = SBV9+SBV8	0.2645	0.4	1.579	1.25	4.540
		SBVeq7 = SBVeq8+SBV7	0.1385	0.4	1.334	0.40	2.377

e. Résultats passage de débit décennale a centennale Q_{10} et Q_{100}

Tableau 29: Récapitulatif du débit Q10 et Q100

Bassin Versant	Surface (km2)	Débit Q10 (m3/s)	Débit Q100 (m3/s)	Méthode
BV_1	103.34	84.80	227.77	ORSTOM

III.5.2 Etude hydraulique

a. Ouvrages Transversaux

Tableau 30: Résultats obtenus du dimensionnement hydraulique des dalots

Dimensionnement Hydraulique des Dalots		
Sous Bassin Versant	SBV1-2	SBV3
	OH1	**OH2**
Débit à évacuer Q10 (m3/s)	9.636	2.775
Pesanteur g (m²/s)	9.81	9.81
Vitesse admissible Vadm (m/s)	3	3
Nombre de Cellule n	2	1
Débit par cellule Q10/n (m3/s)	4.818	2.775
Hauteur du dalot D(m)	1.5	1.5
Largeur d'une cellule B(m)	2	1.5
Calcul de la hauteur d'eau en amont H1 (m)		
Débit réduit Q*(m3/s)	0.30	0.23
Hauteur réduite H* (abaque 77 du BCEOM) (m)	**0.53**	**0.7**
Hauteur d'eau en amont H1(m)	0.795	0.68
Vérification (H1/D≤1.25)	Vérifiée	Vérifiée
Revanche r (≥ 0.5) = (D - H1) (m)	0.71	0.45

Dimensionnement Hydraulique des Dalots		
Sous Bassin Versant	SBV1-2	SBV3
Détermination de la pente longitudinale critique Ic (I du projet ≥ Ic trouvée)		
Débit réduit Q*(m3/s)	0.27	0.32
Pente critique réduite Ic* (abaque 82 du BCEOM) (m)	**2.7**	**3.2**
Coefficient de rugosité Ks	67	67
Pente critique Ic	0.005	0.006
Détermination de la vitesse d'écoulement Vmax		
Débit réduit Q*(m3/s)	0.17	0.18
Vitesse réduite V* (abaque 84 du BCEOM) (m/s)	**0.28**	**0.38**
Vitesse de sortie V (m/s)	2.038	2.608
Vérification de la vitesse	Vérifiée	Vérifiée
Section retenue	**2 x 2 x 1.5**	**1 x 1.5 x 1.5**

Tableau 31: Sections des dalots retenus

Sous bassins versants	**Débit projet (m3/s)**	**Nombre de cellules**	**Hauteur du dalot D (m)**	**Largeur de cellule B (m)**	**Vitesse de sortie V (m/s)**
SBV1- SVB2	9.636	2	1.50	2.00	2.038
SBV3	2.775	1	1.50	1.50	2.118

b. Ouvrages longitudinaux

Tableau 32: paramétrage de calcul de sections des caniveaux

Ouvrage longitudinal : Caniveaux																	
		Qp=Ks*S*Rh^(2/3)*I^(1/2)								Débitance D		Variation	section S		revanche	vitesse	vitesse adm
Bassin versant	Assemblage SBV	Ks	B (m)	Y (m)	S(m²)	P (m)	Rh (m)	I	Qp (m3/s)	D1=Ks*S*R^(2/3)	D2=Q/I^(1/2)	K=D1-D2	B(m)	H(m)	r (m)	V (m/s)	0,5 < V(m/s) < 3
BV1	SBVeq1 = SBV1	67	1,20	1,01000	1,21	3,22	0,38	0,01	4,22	42,33	42,23	0,10	1,20	1,20	0,44	2,3	Condition vérifiée
	SBVeq2 = SBV-2+SBV-1	67	1,50	1,37220	2,06	4,24	0,48	0,01	7,71	85,12	77,09	8,03	1,40	1,40	0,50	2,7	Condition vérifiée
	SBVeq3 = SBV3-1	67	1,20	0,61200	0,73	2,42	0,30	0,01	2,22	22,20	22,20	0,00	1,20	1,20	0,40	1,8	Condition vérifiée
	SBVeq4= SBV-4	67	0,80	0,36450	0,29	1,53	0,19	0,01	0,65	6,47	6,47	0,01	0,80	0,80	0,33	1,2	Condition vérifiée
	SBVeq5 =SBV-4+SBV-5	67	1,20	0,62030	0,74	2,44	0,30	0,01	2,26	22,60	22,60	-0,01	1,20	1,20	0,40	1,9	Condition vérifiée
	SBVeq6 =SBV-6	67	0,80	0,62260	0,50	2,05	0,24	0,01	1,30	13,01	13,01	0,01	1,00	1,00	0,36	1,6	Condition vérifiée

III.5.3 Dimensionnement structurel des ouvrages hydrauliques courant (dalots et caniveaux)

a. Ouvrages transversaux

- **Pré dimensionnement**

Les épaisseurs du tablier, radier et celui de piédroit sont déterminées grâce à la formule suivante tirée du document pont cadre et portique :

$$E = \max\left(\frac{l}{32} + 0.125; 0.3\right) = 30\text{cm})[10]$$

L : Longueur d'une cellule.

Nous allons maintenir cette valeur d'épaisseur pour les piédroits.

Tableau 33: Caractéristiques du dalot

Désignations	OH1
Epaisseurs (tablier, piédroits et radier)	0.3m
Hauteur de piédroits	1.5 m
Largeur roulable	11 m
Largeur chargeable	11 m
Classe du pont	I
Ouverture	2 m

Tableau 34: hypothèses de calcul pour le dimensionnement du dalot

Catégorie	Paramètres	Symbole valeur unité
Béton	Résistance en compression	$F_{c28} = 25\ MPa$
	Résistance en traction	$F_{t28} = 2.1\ MPa$
	Contrainte admissible (ELS)	$\sigma_{bc} = 15\ MPa$
Acier	Limite élastique	$F_eE = 400$
	Coefficient de sécurité	$\gamma_S = 1.15$
	Contrainte des aciers à l'ELS	$\sigma_{bc} = 201.63\ MPa$
Sol fondation	Densité des terres	$\gamma = 20\ KN/m^3$
	Coefficient de poussée	Ka =0.33
	Contrainte admissible du sol	$\sigma sol = 0.2\ MPa$
Environnement	Classe d'exposition	XC4

Tableau 35: Récapitulatifs des charges permanentes

Charges permanentes			
Désignations	Formule	Application	Résultats obtenues
Tablier	$P_P\ tablier = F_{c28} * \ et$	$P_P\ tablier = 25 * \ 0.3$	7.5 KN/m^2
	$P_P\ remblais = \gamma_r * \ er$	$P_P\ tablier = 20 * \ 0.66$	13.20 KN/m^2
	$G_t = 20.7\ KN/m^2$		
Radier	$P_P\ piédroits = n * \ \gamma_b \ * \ ep$	$P_P\ piédroits = 3 * \ 25 * \ 0.3$	22.5 KN/m^2
	$P_P\ radiers = e * \gamma_b$	$P_P\ radiers$ =25*0.3	7.5 KN/m^2
	$G_{radier} \ = 30\ KN/m^2$		
Poussée latérales	$P_3 \ = \gamma * ka * (e_r + e_t)$	$P_3 \ = 20 * 0.33 * \ (0.66 + 0.3)$	6.336 KN/m^2
	$P_4 \ = \gamma * ka * (e_r + e_t + h)$	$P_4 \ = 20 * 0.33 * (0.66 + 0.3 + 1.5)$	16.236 KN/m^2
	$P_q \ = ka * \ 10 * (e_r + e_t + h)$	$P_q \ = 0.33 * \ 10 * (0.66 + 0.3 + 1.5)$	8.118 KN/m^2
	$G_p \ = 8.118\ KN/m^2$		

Tableau 36: récapitulatif des charges d'exploitation

Récapitulatif des charges d'exploitation				
Désignation	Tablier		Radier	
	ELS (KN/ m^2)	ELU (KN/ m^2)	ELS (KN/ m^2)	ELU (KN/ m^2)
Système A(l)	19.388	26.013	19.388	26.013
Système Bt	159,815	214,419	155,803	209,035
Système Bc	97.596	130.942	84.031	112.742
Système Mc120	78.666	105.544	76.291	102.357
Surcharge max	**159,815**	**214,419**	**155,803**	**209,035**

- **Choix du système de charge d'exploitation :**

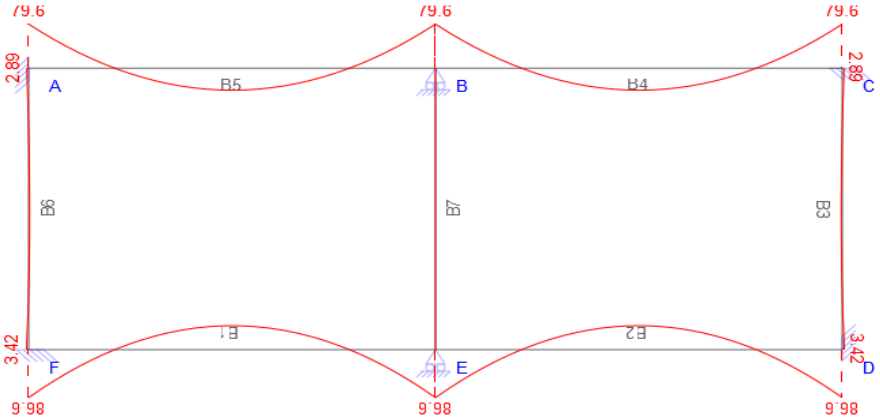
Le système de charge qui a été retenu pour le dimensionnement est celui dont les effets sont plus favorables sur l'ouvrage. Pour cela nous avons retenu Max (Al, Bc, Bt, Mc120).

C'est le système **Bt** qui présente les charges les plus défavorables, ainsi nous retenons Bt comme les charges d'exploitation. Le tableau ci-dessous représente les charges d'exploitation retenue :

Tableau 37: Charge d'exploitation retenue

Système retenue				
Bt	Tablier		Radier	
	ELS	ELU	ELS	ELU
	159,815	**214,419**	**155,803**	**209,035**

➢ **Résultat de modélisation via le logiciel Pybar**



b. Ouvrages longitudinaux

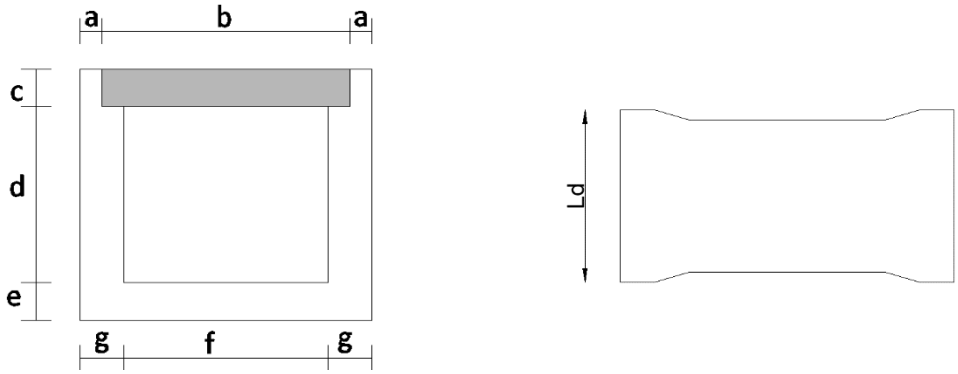


Tableau 38: Récapitulatif des dimensionnement des caniveaux

Epaisseur de la lèvre de feuillure	**a**	**0.10**	**m**
Portée de la dallette	b	1.60	m
Epaisseur de la dallette	c	0.20	m
Hauteur libre du caniveau	d	1.40	m
Epaisseur de radier	e	0.20	m
Ouverture du caniveau	f	1.40	m
Epaisseur du voile	g	0.20	m
Redan de la feuillure	(g-a)	0.10	m
Largeur d'une dallette	Ld	0.50	m

➢ **Dimensionnement de la dallette**

Il sera étudié sous une roue isolée Bc de 60t (charge défavorable), Les différentes sollicitations et moments fléchissant obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 39: Sollicitation et moment fléchissant sur la dallette

Poids propre de la dallette			**Surcharge**
G=25x 0,2x 1,60 =7 KN/ml			Bc= 60KN $Q = \frac{Bc}{L(portée\ dallette)} = 37{,}5\ KN/ml$
Combinaison des charges			
ELU	Pu	1,35*G+1,5*Q	65,7 KN,m
ELS	Pser	G+Q	44,5 KN,m
Moment de flexion			
Moment à l'ELU			$Mu = 28{,}70\ KN.m$
Moment à l'ELS			$Mser = 19{,}26\ KN.m$

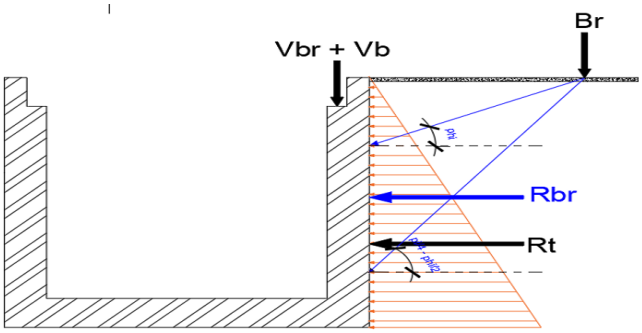
- **Dimensionnement des voiles**

Nous effectuerons le calcul des piédroits à l'ELS, La figure ci-dessous montre les forces qui agissent sur le voile, notamment celles transmises par la dallette et la poussée de de la terre,

Vbr : l'effet des poids d'une roue sur la dallette

Rt : résultante des forces de poussée de terres sur la paroi,

Le piédroit sera donc calculé en flexion composée,



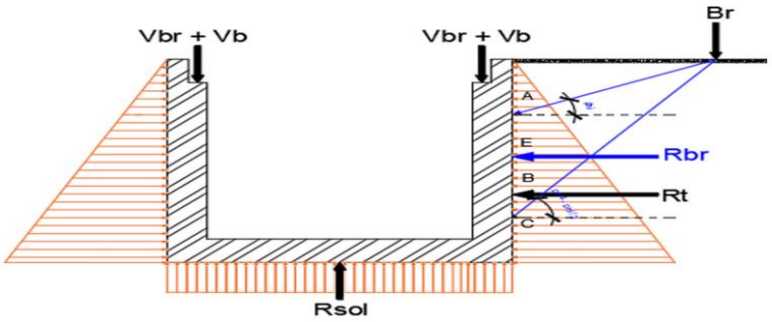
Après le calcul, nous obtenons les résultats présents dans le tableau ci-dessous

Tableau 40: Sollicitation et moment fléchissant sur les piédroits

Poids propre du piédroit	**Pp= 25 (1,40 x 0,20x 0,10x 0,20) = 7,01 KN/ml**
Charge venant de la dallette	Pd= 5,28 KN/ml
Poussée des terres	$Pt = Kx\gamma xh^2 = 0{,}5 * 20 * 0{,}33 * (1{,}4 + 0{,}20)^2 = 8{,}44\ KN/ml$
Effort normal dans le piédroit	
Effort maximal dans le piédroit : $Nser_{max} \sum P = 48{,}96\ KN/ml$	
Moments	
Moment maximum dû à la poussée des terres : $M = \frac{Pt*h}{3} = 3{,}93\ KN/ml$	
Combinaison des moments	
Moment maximum à la base du piédroit : $M_{ser} = 9{,}21\ KN/ml$	

- **Dimensionnement du radier**

Rsol : la réaction du sol
La figure ci-dessous représente la matérialisation des charges sur le radier,



Après calcul, les différentes sollicitations et les moments fléchissant obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 41: Sollicitation et moment fléchissant sur le radier

Poids propre du piédroit	**Pp= 25 x (1,40 x 0,20x 0,10x 0,20) =15 KN/ml**
Charge venant de la dallette	Pd= 8 KN/ml
Poids propre du radier	Pr= 25*0,2*1,4 =7 KN/ml
Surcharge Bc	Bc=75 KN/ml
Poids de l'eau	$\underline{\boldsymbol{Pe = 10 * 1,4 * 1,4 = 19,6\ KN/ml}}$
Réaction du sol	$R_{sol} = \sum P = 1248{,}6\ KN/ml$
Effort normal dans e piédroit	
Moments	
Moment maximum du a la poussée des terres sous le radier : $M = \frac{Ptr2}{8} = 3,93\ KN/ml$	
Combinaison des moments	
Moment maximum dans le radier : $M_{ser} = 30,52\ KN/ml$	

Tableau 42: Résultat de l'étude structurelle du caniveau 140x140

Récapitulatif des aciers du caniveau 140x140					
Partie	Dallettte		Piédroits	Radier	
Caractéristiques	b=140 cm ep=20 cm		a=20cm, b=140cm, h= 140 cm	b=140 cm ep=20 cm	
Section	Nappe inferieure	Nappe supérieure	Rive	Nappe inferieure	Nappe supérieure
Acier principaux	5HA10	5HA10	6HA10	6HA10	6HA10
Espacement	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
Acier de répartition	5HA8	5HA8	6HA8	4HA8	4HA8
Espacement	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm

III.6 IMPACTS POTENTIELS DU PROJET

Tableau 43: Récapitulatif des impacts potentiels négatifs et des mesures d'atténuation du projet

Composante affectée	Impacts potentiels négatifs	Mesures environnementales et sociales
Air	Dégradation de la qualité de l'air : la qualité de l'air sera localement ou temporairement affectée par les émissions de poussière et le rejet de fumées lors des activités du chantier (circulation des engins et véhicules de chantier, décapage des couches, terrassement, exploitation des sites d'emprunt. etc.).	-Procéder à l'arrosage régulier de l'emprise des travaux, des déviations et des voies d'accès aux zones d'emprunt pour éviter la pollution de l'ai par la poussière ; -Utiliser des engins et véhicules en bon état de fonctionnement afin de réduire les émissions atmosphériques ; -Faire des entretiens périodiques de tous les engins et véhicules du chantier ; -Doter le personnel du chantier de masque anti-poussière ; -Limiter la vitesse maximale de circulation des engins et véhicules à 20 km/h sur le chantier et les voies de déviations, à 40 km/h à la traversée des agglomérations et 60 km/h en rase campagne lors de l'exploitation des sites d'emprunt de matériaux.
Eaux de surface et eaux souterraine	Pollution de la nappe souterraine la nappe souterraine pourrait être polluée par les déchets liquide issus du chantier notamment les d'hydrocarbure, les huiles de vidanges usées, les eaux usées) ; Pollution des eaux du milieu par les déchets d'aménagement de la route	- Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ; -Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ; -Sensibiliser les ouvriers sur les bonnes pratiques environnementales

		et les risques liés à la pollution de l'eau ; -Faire des entretiens réguliers des engins et véhicules de chantier ; -Mettre en place des poubelles pour la réception des déchets dans la base de chantier ; -Collecter et évacuer les ordures ménagères issues du chantier à la décharge autorisée ; -Enfouir ou incinérer les déchets biodégradables -Entretenir et ravitailler les engins et véhicules de chantier sur des aires étanches et de fossés avec séparateurs d'hydrocarbures ; -Réaliser des plateformes étanches pour l'entreposage de produits contaminants ; -Disposer de bacs à sable afin de retenir rapidement toute contamination en cas de déversement accidentel ; -Recueillir dans des bacs pour décantation et réutilisation des eaux usées ; -S'acquitter des taxes liées aux prélèvements des eaux de surface destinées aux travaux au niveau de l'Agence de l'eau concernée ; -Éviter le lavage des engins et véhicules de chantier dans un cours d'eau.
Sol	Pollution du sol : les sols pourraient également être pollués par les rejets des déchets liquides et solides de chantier (lubrifiants.	-Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ;

	Hydrocarbures, granulats, déchets solides inertes et organiques. etc.)	-Faire une évacuation régulièrement des déchets solides vers des transits ou décharges finales ; -Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ; -Proposer une aire bétonnée pour la vidange ; -Etablir un contrat avec un établissement pour enlever les déchets ; -Faire des entretiens réguliers des engins et véhicules de chantier ; -Mettre en place des poubelles pour la réception des déchets dans la base de chantier ; -Collecter et évacuer les ordures, ménagères issues du chantier a la décharge autorisée ; -Enfouir ou incinérer les déchets biodégradables ; -Entretenir et ravitailler les engins et véhicules de chantier sur des aires étanches et de fossés avec séparateurs d'hydrocarbures ; -Réaliser des plateformes étanches pour l'entreposage de produits contaminants ; -Disposer de bacs à sable afin de retenir rapidement toute contamination en cas de déversement accidentel -Recueillir dans des bacs pour décantation et réutilisation des eaux usées ;

		-Remise en état, nivellement des sites de dépôts de matériaux, démontage et évacuation des installations non réaffectées à autres usages ; Remettre en état (y compris la plantation d'arbres) ou valoriser les sites d'emprunts.
Ambiance sonore	Nuisances sonores pendant les travaux, le niveau de bruit va augmenter dans la zone. Cela est dû au fonctionnement des engins et véhicules de chantier, les appareils de soudure et autres équipements. Ce bruit gênera la population et services riverains, le personnel, la faune locale et les usagers du tronçon de route et réduire leur confort.	-Règlementer les heures des travaux prenant en compte les heures de repos des populations riveraines et en fonction de certains services proches de la route du projet ; -Interdire aux conducteurs de véhicules de chantier et d'engins de laisser tourner inutilement les moteurs ; -Porter obligatoire de casque isolant pour les travaux brouillant ; -Faire visite mécanique des engins.
Végétation	Destruction de 1688 arbres dans l'emprise des travaux ; la libération de l'emprise des travaux occasionnera l'abattage d'arbres, ce sont 1688, arbres qui seront abattus dans l'emprise ; La superficie d'anacarde qui sera affectée par le projet est estimée à 25960m². La superficie de champs de rizière qui sera affectée par le projet est estimée à 11540m²	-Réaliser des plantations d'arbres d'alignement compensatoires (5061 arbres) le long du tronçon de route (de part et d'autre) ; -Privilégier les espèces de valeurs économiques et/ou écologiques lors du reboisement compensatoire en collaboration avec la direction générale des forêts et faunes ; -Obtenir une autorisation d'abattage d'arbres avec l'autorité compétente (Direction Générale des Flores et Faunes) à travers une convention ; -Marquer les arbres à abattre avec de la peinture avant l'abattage ; -Éviter d'éventuels abattages d'arbres en limitant les travaux dans l'emprise

		utile du projet et des zones d'emprunt de matériaux.
Activités socio-économiques et biens des populations	Perte définitive de 02 puits traditionnel, 05 murs de clôtures (65 ml), 15 commerces et 03 Atelier soudure Perturbation temporaire des activités économiques et génératrices de revenus, surtout le long du tronçon de la route par les travaux	-Indemniser, compenser et accompagner les personnes affectées par le projet afin d'éviter tout conflits et faciliter les travaux ; -Indemniser les biens qui seront détruits accidentellement afin d'éviter tout conflit ; -Respecter l'emprise utile définie pour les travaux afin d'éviter toute destruction accidentelle de biens ; -Maintenir et faciliter les accès aux activités économiques qui longent le tronçon de la route ; -Informer et sensibiliser les populations riveraines avant le démarrage effectif des travaux ;
Santé	**Développement de maladies respiratoires :** Au cours des travaux, des risques de maladies respiratoires peuvent survenir**,** tels que la toux ou des crises d'asthme, affectant les ouvriers, les usagers de la route ainsi que les populations riveraines. Ces affections sont principalement liées aux soulèvements de poussières provoqués par la circulation des véhicules et engins, ainsi que par les opérations de décapage et de terrassement. Risque de contamination et d'augmentation des maladies sexuelles transmissibles et risque de grossesses non désirées : L'arrivée du projet dans la zone avec ces employés pourrait engendrer des risques de contamination et d'augmentation des maladies sexuellement transmissible, telles que le VIH/SIDA, les hépatites, etc. et de grossesses non désirées.	-Faire des campagnes de sensibilisation sur les IST et VIH/SIDA, sur les grossesses non désirées, à l'endroit des populations riveraines et des personnels de chantier ; -Prévoir un poste de secours pour les premiers soins en cas d'accident de travail. -Assurer les visites médicales périodique du personnel de chantiers ; -Mettre à la disposition du personnel de chantier des préservatifs ; -Doter le personnel de l'entreprise d'eau potable ; -Doter la main d'œuvre d'équipements de protection individuelle (chaussures de sécurité,

	Puisqu'il est probable qu'il y ait des contacts (comportements sexuels à risques) entre les employés et la population locale. La population à risque est principalement les jeunes filles. Ces risques pourraient occasionner des abandons scolaires, des rejets par la famille, des avortements.	gants, masques anti-poussières, gilets …) et exiger leur port obligatoire ; -Arroser l'emprise des travaux, des déviations, des pistes d'accès aux zones d'emprunt, aux carrières et aux sites de prélèvement des eaux pour les travaux en cas de soulèvement de poussières.
Sécurité	**Risques d'accident** : Un chantier sans respect des règles de sécurité comme l'absence de signalisation, l'excès de vitesse des engins et véhicules de chantier, le manque de kits de protections pour les ouvriers, ou encore la consommation d'alcool ou de drogues par le personnel de chantier présente un risque d'accidents (blessures, chocs, accidents mortels, traumatismes. etc.). Ces dangers ne concernent pas seulement les ouvriers, mais aussi les usagers de la route et les habitants riverains	Doter le personnel et la main d'œuvre en équipements de protection individuelle (EPI) adaptés (chaussures de sécurité, masques anti-poussière, casque anti-bruit) et exiger leur port obligatoire ; Baliser le chantier et afficher les consignes de sécurité sur le chantier ; Informer les populations riveraines et les usagers de la zone des consignes de circulation et de sécurité ; Mise en place d'un plan adéquat de circulation par l'entreprise. Faciliter les accès des populations riveraines à leurs domiciles et celui des travailleurs à leurs services ; Sensibiliser le personnel du chantier et les populations riveraines du tronçon de route du projet au respect des consignes de sécurité routière et du code de la route ; Signaliser adéquatement le chantier (panneaux, balises, rubans fluorescents. etc.). Réguler la circulation par des porteurs de drapeaux pendant les travaux à proximité des zones sensibles (écoles,

		mosquées, églises, marchés, intersections de routes et tout autre lieu de rassemblement de populations) ; Imposer la limitation de vitesse des engins et des véhicules de chantier dans la zone des travaux à 20 km/h. à la traversée de zones habitées à 40 km/h selon la réglementation en vigueur en la matière ; Aménager des ralentisseurs de vitesse à la traversée de zones habitées, d'établissements scolaires, de centres de santé. etc. et à l'entrée du chantier.
Emploi	Conflits en cas de non emploi de la population locale	Prioriser le recrutement de la main d'œuvre locale non qualifiée pour certains travaux tout en respectant le code de travail ; Inviter spécifiquement les femmes à postuler pour les emplois disponibles.
Circulation et transport	-Perturbation temporaire de la circulation : Pendant les travaux, le trafic sera temporairement perturbé sur le tronçon de la route concerné par le projet et dans la zone du projet de façon générale ; -Perturbation temporaire de la circulation lors de l'entretien des ouvrages aménagés (route, dalot, caniveau, ouvrage de franchissement) ;	-Limiter la vitesse de circulation des engins et des véhicules de chantier dans la zone des travaux à 20 km/h. à la traversée de zones habitées à 40 km/h selon la réglementation en vigueur en la matière ; -Entretenir les déviations et les voies d'accès aux zones d'emprunt et de carriers ; -Réaliser des campagnes de sensibilisation sur la sécurité routière ; Mise en place d'un plan adéquat de circulation par l'entreprise.

		-Faciliter les accès des populations riveraines à leurs domiciles et celui des travailleurs à leurs services ; -Réguler la circulation par des porteurs de drapeaux pendant les travaux à proximité des zones sensibles (écoles, mosquées, églises, marchés, intersections de routes et tout autre lieu de rassemblement de populations) ; Faire des ralentisseurs au niveau des zones sensibles ; -Sensibiliser les personnels et les populations riveraines au respect du code de la route.
Condition de vie et le bien-être des populations locales	Disparition de certains biens matériels et perte d'activités économiques. Nuisances dues aux émissions de poussières, aux rejets de gaz d'échappement et aux bruits pour les populations riveraines du chantier	-Mise en place d'un mécanisme de prévention et de gestion des conflits ; -Dimensionner et réaliser adéquatement le pont et les caniveaux suivant les normes requises afin de minimiser les risques d'inondations des riverains et la vulnérabilité climatique ; -Arroser l'emprise des travaux, des déviations, des pistes d'accès aux zones d'emprunt, aux carrières et aux sites de prélèvement des eaux pour les travaux en cas de soulèvement de poussières ; -Maintenir et faciliter les accès aux activités économiques qui longent le tronçon de la route ; -Règlementer les heures des travaux prenant en compte les heures de repos des populations riveraines et en fonction de certains services proches de la route du projet ;

		-Collecter et évacuer les déchets de chantier ; -Mise en place d'un programme d'entretien courant et périodique des ouvrages aménagés afin de le pérenniser.

III.7 EVALUATION DU COUT DU PROJET

Tableau 44: Récapitulatif du devis estimatif du projet

N°	**Désignation**	**MONTANT (FCFA)**
100	Installation du chantier	325 000 000
200	Travaux préparatoires	399 250 640
300	Terrassement	1 233 516 648
400	Structure de chaussée	630 629 441
500	Assainissement et drainage	673 653 076
600	Ouvrage d'art (pont)	2 622 830 340
700	Signalisation et Sécurité	484 156 573
800	Mesures environnementaux	581 305 000
I	**Montant total HT**	**6 950 341 718**
II	**TVA (18%)**	**1 251 061 509**
III	**Imprévus (3%)**	**208 061 509**
IV	**Montant total TTC**	**8 409 913 479**
V	**Coût kilométrique**	**1 561 149 708**

CONCLUSION GENERALE

Au terme de notre étude, qui a porté sur le thème « **Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - tronçon Antula Bono-Quidè-Guinée-Bissau** », nous avons abouti à des résultats conformes aux normes techniques et intégrantes les éléments nécessaires à la réalisation du projet.

L'objectif principal de ce travail était l'élaboration d'un dossier technique d'Avant – Projet Détaillé (APD), concernant principalement la conception de la nouvelle route reliant les villes de Bissau et Nhacra. La solution retenue consiste en une chaussée de type 1x2 voies, de catégorie R60 et T100. Celle-ci se compose de 5 cm de béton bitumineux (BB) en couche de roulement. 10 cm de grave bitume (GB2) en couche de base ; 20 cm de graveleux latéritique amélioré aux ciments (GLa) en couche de fondation et 15 cm de Grave latéritique naturel en couche de forme. Par ailleurs, le carrefour giratoire d'un rayon de 15 mètres sera réalisé en chaussée rigide avec une couche de base en béton ciment (BC5) épaisseur 17cm et en couche de fondation en béton ciment (BC2) épaisseur 16cm, incluant la signalisation et la sécurité. Pour ce qui concerne les ouvrages d'assainissement. L'étude prévoit la conception d'un pont à poutre de longueur 180m, la mise en place de deux 02 dalots (2 x2.00x1.50 m et 1 x 1.50 x1.50 m) ainsi que quatre 04 caniveaux de section différentes (80x80 cm²) ; (100x100 cm²) ; 4x (120 x120 cm²) ; 3x (140 x140 cm²).

Enfin, le coût global du projet, incluant l'étude des impacts potentiels, s'élève à huit milliards quatre cent neuf millions neuf cent treize mille quatre cent soixante-dix-neuf francs CFA (**8 409 913 479 FCFA**) toutes taxes comprises (TTC). Par ailleurs, le coût unitaire par kilomètre a été évalué à un milliard cinq cent soixante et un millions cent quarante-neuf mille sept cent huit francs CFA (**1 561 149 708 FCFA**).

RECOMMANDATIONS

Afin d'assurer la performance et la durabilité de la route dans le temps, plusieurs mesures doivent être envisagées. Il est tout d'abord essentiel de contrôler la qualité des matériaux en laboratoire avant leur mise en œuvre afin de garantir leur conformité aux exigences techniques.

Ensuite un suivi rigoureux des travaux, accompagné d'un entretien régulier des ouvrages hydrauliques et de la chaussée, Constitue une condition indispensable pour préserver la fonctionnalité des infrastructures. Enfin, impliquer d'avantage la population locale dans la réalisation du projet.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIE

[1] « Bernard-Géley, J.-A. Calgaro, Conception Des Ponts Paris, France : Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Consulté le 18 décembre 2025 ». Consulté le: 18 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/doc/128093633/Conception-Des-Ponts

[2] « Ponts Courants_chap 0 ». Consulté le: 18 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.infociments.fr/sites/default/files/article/fichier/CT-T41%20(1).pdf

[3] Ministère de l'Équipement – Service Spécial des Autoroutes. (1966). *Ouvrages types pour autoroutes : Culées types C.T. 66 (Notice)*. Orly, France : Division des Ouvrages d'Art. Consulté le 18 décembre 2025

[4] Sétra. (2007). *Appareils d'appui en élastomère fretté : Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires (Guide technique)*. Bagneux, France : Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements. Consulté le 18 décembre 2025. [En ligne].

[5] Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer. (2006). *Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes*. Bagneux, France : Sétra (Service d'études techniques des routes et autoroutes). Consulté le 18 décembre 2025.

[6] Cerema, « Aménagement des routes principales (ARP) : routes ordinaires, routes à trois voies affectées ou artères interurbaines ». in Les références. Cerema. Bron, 2022. Consulté le: 18 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/592036/amenagement-des-routes-principales-arp-routes-ordinaires-routes-a-trois-voies-affectees-ou-arteres-i

[7] Fasfox, « La structure de la chaussée routière ». Consulté le: 18 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.concretedispatch.eu/blog/structure-chaussee-routiere/

[8] D. Gaillard *et al.*, « Assainissement routier ».

[9] les T. CERTU. Centre d'Etudes sur les Réseaux, « Conception structurelle d'un giratoire en milieu urbain ». in Références. CERTU, 2000. Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/14021/conception-structurelle-d-un-giratoire-en-milieu-urbain

[10] V. L. Khac, A. L. Millan, E. Faure, et J. P. Gilcart, « Ponts- Cadres et portiques ».

[11] « Catalogue V2 | PDF | Sénégal | Sciences de la terre ». Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/document/468461519/CATALOGUE-V2

[12] « Psi Ba 77 PDF | PDF ». Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/document/455857021/PSI-BA-77-pdf

[13] « Projet Et Construction Des Ponts Calgaro T1 PDF | PDF ». Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/document/489944999/PROJET-ET-CONSTRUCTION-DES-PONTS-CALGARO-T1-pdf

[14] Sétra. (2007). *Appareils d'appui en élastomère fretté : Utilisation sur les ponts, viaducs et structures similaires (Guide technique)*. Bagneux, France : Service d'études techniques des routes et autoroutes. Consulté le 15 décembre 2025

[15] « Méthode CIEH | PDF | Méthode scientifique ». Consulté le: 19 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/document/524730145/Methode-CIEH

[16] A. Morel à L'Huissier, *L' assainissement des eaux pluviales en milieu urbain tropical subsaharien*. Luxembourg: Lux-Development, 1996.

[17] « Hydraulique Routière-BCEOM | PDF », Scribd. Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.scribd.com/document/565901266/Hydraulique-Routiere-BCEOM-1

[18] « DUC22_Durabilité_des_ouvrages ».

[19] « BO n.º 11/2005 de 14 Março ». Consulté le: 15 décembre 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://faolex.fao.org/docs/pdf/gbs119624.pdf

[20] « 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 ».

ANNEXES

SOMMAIRE ANNEXES

ANNEXE 1 : ETUDE DE BASE 60
ANNEXE 2 : CONCEPTION ET DIMENSIONNENT DE LA CHAUSSEE..... 62
ANNEXE 3 : CONCEPTION DU PONT..... 70
ANNEXE 4 : ETUDE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA ROUTE ET DU PONT 79
ANNEXE 5 : DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES OUVRAGES HYDRAULIQUES COURANTS (DALOTS) 97
ANNEXE 6 : SIGNALISATIONS ROUTIERE 124
ANNEXE 7 : IMPACTS POTENTIELS DU PROJET 130
ANNEXE 8 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET 148
ANNEXE 9 : PLANS..... 153

ANNEXE 1 : ETUDE DE BASE

Tableau : *Sondages plate-forme Bissau- Nhacra (Guinée-Bissau)*

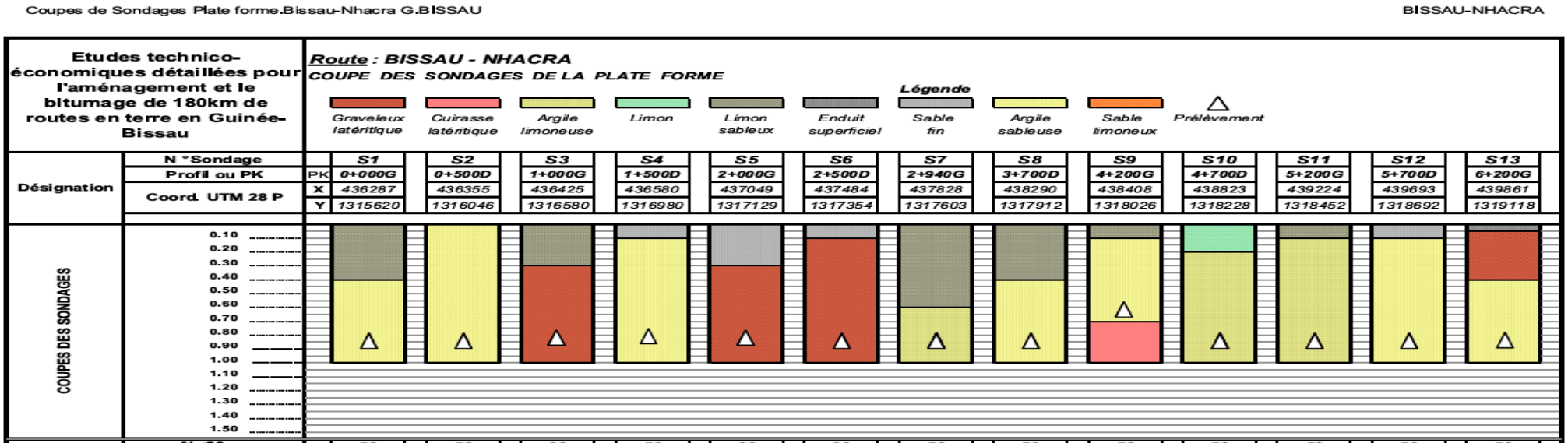
Coupes de Sondages Plate forme.Bissau-Nhacra G.BISSAU — BISSAU-NHACRA

Etudes technico-économiques détaillées pour l'aménagement et le bitumage de 180km de routes en terre en Guinée-Bissau

Route : BISSAU - NHACRA
COUPE DES SONDAGES DE LA PLATE FORME

Légende

Graveleux latéritique	Cuirasse latéritique	Argile limoneuse	Limon	Limon sableux	Enduit superficiel	Sable fin	Argile sableuse	Sable limoneux	Prélèvement



Désignation															
	N °Sondage		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
	Profil ou PK	PK	0+000G	0+500D	1+000G	1+500D	2+000G	2+500D	2+940G	3+700D	4+200G	4+700D	5+200G	5+700D	6+200G
	Coord. UTM 28 P	X	436287	436355	436425	436580	437049	437484	437828	438290	438408	438823	439224	439693	439861
		Y	1315620	1316046	1316580	1316980	1317129	1317354	1317603	1317912	1318026	1318228	1318452	1318692	1319118
PROFILS GEOTECHNIQUES	%<80µm		53	53	33	53	33	33	53	53	53	58	58	58	58
	LL		27	27	27	27	27	27	27	27	27	29	29	29	29
	IP		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	IG		6	6	1	6	1	1	6	6	6	6	6	6	6
	Classification HRB		A-6	A-6	A-2-6	A-6	A-2-6	A-2-6	A-6	A-6	A-6	A-6	A-6	A-6	A-6
	γdOPM		2,16	2,16	2,14	2,16	2,14	2,14	2,16	2,16	2,16	2,10	2,10	2,10	2,10
	W%OPM		10,2	10,2	10	10,2	10	10	10,2	10,2	10,2	8,3	8,3	8,3	8,3
	CBR 92%		9	9	11	9	11	11	9	9	9	1	1	1	1
	CBR 95%		29	29	21	29	21	21	29	29	29	5	5	5	5
	CBR 98%		44	44	62	44	62	62	44	44	44	14	14	14	14
	Classe Plate Forme		S4	S4	S4	S4	S4	S4	S4	S4	S4	S1	S1	S1	S1

GEOTECH-CONSULT Sarl

(Source AGEIM-IC)

Tableau : *Récapitulatif des essais Plate-forme Bissau-Nhacra (Guinée-Bissau)*

Tableau Récapitulatif des Essais .Plate Forme Bissau-Nhacra G.BISSAU

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS D'ESSAIS

Sondages		Analyse Granulométrique (%Passant au tamis mm)																			Limites d'Atterb.		Classe		Proctor modifié		CBR		
PK	N°des Sondage	40	31.5	25	20	12.5	10	8	6.3	5	4	3.15	2	1	0.5	0.4	0.315	0.2	0.1	0.08	LL	IP	HRB	IG	γ_d (t/m^3)	W%	92%	95%	98%
0+000/G	S1									100	99	99	99	99	97	91	90	66	55	55	25	12	A-6						
0+500/D	S2								100	99	99	99	99	98	95	88	88	66	51	50	22	13	A-6						
1+000/G	S3				100	88	81	72	65	61	59	57	56	54	50	45	45	38	31	31	33	15	A-2-6						
1+500/D	S4						100	99	99	99	99	98	98	98	88	66	65	48	41	41	27	11	A-6						
2+000/G	S5											100	99	99	87	57	57	40	34	34	32	15	A-2-6						
2+500/D	S6											100	99	99	94	71	71	45	35	34	22	11	A-2-6						
3+200/G	S7								100	99	99	99	99	98	97	93	92	84	69	68	26	12	A-6						
3+700/D	S8												100	99	84	71	70	64	61	61	28	14	A-6						
4+200/G	S9								100	99	99	99	99	98	78	54	54	44	40	40	32	13	A-6						
4+700/D	S10								100	99	99	99	99	98	95	89	88	83	76	76	36	13	A-6						
5+200/G	S11									100	99	99	99	99	97	92	92	85	72	71	31	14	A-6						
5+700/D	S12			100	99	96	92	90	88	86	85	94	83	82	80	77	76	72	66	65	27	13	A-6						
6+200/G	S13					100	99	99	98	98	97	97	96	95	94	88	88	79	62	61	28	14	A-6						
6+700/D	S14								100	99	99	99	99	98	88	59	59	54	51	51	32	13	A-6						
7+200/G	S15				100	99	99	99	99	98	98	98	98	95	79	59	59	45	39	39	24	11	A-6						
7+700/D	S16				100	99	99	98	98	97	97	97	97	95	83	63	63	48	42	41	23	11	A-6						
8+200/G	S17											100	99	99	91	79	79	43	35	34	28	14	A-2-6						
8+700/D	S18		100	99	96	93	87	83	80	77	75	74	71	65	57	49	49	40	34	33	29	14	A-2-6						
9+200/G	S19												100	99	88	54	54	44	35	35	23	11	A-2-6						
9+700/D	S20								100	99	99	99	99	98	79	57	56	40	34	33	23	11	A-2-6						
Mél n°1=S1+S2+S4+S7+S8+S9																													
									100	99	99	99	99	98	90	77	69	62	53	53	27	13	A-6	5	2.16	10.2	9	29	44
Mél n°2=S3+S5+S6+S17+S18+S19+S20																													
				100	99	97	95	94	92	91	90	90	89	88	78	69	59	41	34	33	27	13	A-2-6	1	2.14	10	11	21	61
Mél n°3=10+S11+S12+S13+S14+S15+S16																													
					100	99	98	98	98	98	98	98	96	95	88	83	75	67	58	58	29	13	A-6	6	2.10	8.3	1	5	14

(Source AGEIM-IC)

ANNEXE 2 : CONCEPTION ET DIMENSIONNENT DE LA CHAUSSEE

❖ Conception géométrique de la route

Pour une bonne conception, il sera nécessaire de faire un choix judicieux des caractéristiques générales telles que :

- ✓ Le choix du type de Route : il définit les règles de traitement des carrefours, des points d'échange, et des accès ;
- ✓ Le choix de la catégorie de la route : elle fixe caractéristiques principales du tracé pour chaque type de l'aménagement ;
- ✓ Le profil en travers : il détermine la géométrie transversale de la chaussée, notamment le nombre de voies et leur largeur ;

Cette conception s'articule autour de trois éléments fondamentaux :

- tracé en plan ;
- profil en long ;
- profil en travers.

L'aménagement doit garantir le confort, la visibilité et la sécurité des usagers.

L'ensemble de la conception est réalisée conformément au guide ARP (Aménagements des Routes Principales).

❖ Choix du type de route

Le choix du type de route vise à assurer une adéquation de la route aux fonctions que l'on veut privilégier.

Il existe trois (03) types de routes :

Les routes de type L : elle fait référence à la notion de grande liaison, ce sont principalement **des Autoroutes ;**

Les routes de type T : ce sont des routes pour lesquelles la fonction d'écoulement de trafic de transit à moyenne ou grande distance est privilégiée (ce sont **des routes express à une chaussée**) ;

Les routes de type R : constituent l'essentiel des réseaux des voies principales de rase campagne et ont plusieurs fonctions (**les artères interurbaines**).

Pour notre projet, comme une partie de la route et en agglomération et une autre en rase campagne. Il s'agit donc d'une route de type R60 et T100.

❖ Choix de la catégorie de la route

Chaque catégorie présente des différences techniques minimales concernant le tracé en plan et le profil en long, ce qui différencie légèrement les niveaux de confort principalement pour les aspects dynamiques.

Le tableau ci-dessous présente des différentes catégories de route d'après l'ARP.

Tableau 45: Classification du type de catégorie de la route selon l'ARP

TYPES de ROUTES	R (routes multifonctionnelles)		T (transit)	L (liaison)
	Routes	Artères interurbaines	Routes express (à une chaussée	Autoroutes
Nombre de chaussées	1 chaussée (2)	2 chaussées	1 chaussée (2)	2 chaussées
Carrefours (3)	plans ordinaires. ou giratoires	Giratoires. ou plans sans traversée du TP.C.	dénivelés	dénivelés
Accès	selon les cas. sans accès. ou accès possibles.	si accès. pas de traversée du T.P.C.	sans accès riverains.	sans accès riverains.
Limitation de vitesse hors agglomération	90 km/h	110 km/h (4) ou 90 km/h	90 km/h	1.30km/h ou 110 km/h (5)
Traversée d'agglomérations	oui. éventuellement		non	non
Catégories possibles (cf.. point I.I.bi)	R 60 (6) ou R80		T80 ou T 100	L 100 ou L 120 (L80)
Domaine d'emploi (à titre indicatif)	fonction de liaison à courte ou moyenne distance. et prise en compte des usages liés à l'environnement.		fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée.	fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée.
Trafic à terme	Trafic fort Moyen (1chaussée) trafic (2chaussée)		trafic moyen	fort trafic
Types de "Sécurité des routes et des rues" (7)	Voies principales en milieu rural		Voies isolées de leur environnement	

PARAMETRES DU TRACE EN PLAN

Tableau : *paramètres du tracé en plan*

AXE EN PLAN

Elém	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
	YC= 1317918.008 R = 850.000	11.937			
			2167.249	437128.950	1317170.103
D14	ANG = 31.523g	139.231			
			2306.480	437251.458	1317236.262
C14	XC= 436847.555 YC= 1317984.168 R = 850.000	4.032			
			2310.513	437255.001	1317238.187
D15	ANG = 31.825g	97.821			
			2408.334	437340.851	1317285.077
C15	XC= 437748.297 YC= 1316539.096 R = -850.000	21.509			
			2429.842	437359.856	1317295.147
D16	ANG = 30.214g	132.901			
			2562.743	437478.068	1317355.882
C16	XC= 437532.906 YC= 1317249.145 R = -120.000	22.270			
			2585.013	437498.705	1317364.168
D17	ANG = 18.400g	98.873			
			2683.886	437593.476	1317392.348
C17	XC= 437522.223 YC= 1317631.979 R = 250.000	50.743			
			2734.629	437640.319	1317411.630
D18	ANG = 31.321g	764.679			
			3499.308	438314.301	1317772.852
C18	XC= 437841.918 YC= 1318654.245 R = 1000.000	16.749			
			3516.057	438328.997	1317780.888
D19	ANG = 32.388g	415.947			
			3932.003	438692.267	1317983.486
C19	XC= 438984.515 YC= 1317459.472 R = -600.000	110.973			
			4042.977	438793.619	1318028.294
D20	ANG = 20.613g	537.984			
			4580.961	439303.648	1318199.459

C20	XC= 439112.753 YC= 1318768.281 R = 600.000	117.677			
			4698.637	439410.836	1318247.564
D21	ANG = 33.099g	689.002			
			5387.640	440008.795	1318589.865
LONGUEUR DE L'AXE 5387.6					

PROFIL EN LONG

Elém	Caractéristiques des éléments	Longueur	Abscisse	Z
			2218.928	25.823
PAR11	S= 2222.9183 Z= 25.8247 R = -5000.00	12.143		
			2231.072	25.818
D12	PENTE= -0.163 %	216.450		
			2447.522	25.465
PAR12	S= 2439.3683 Z= 25.4718 R = -5000.00	154.957		
			2602.478	22.811
D13	PENTE= -3.262 %	143.832		
			2746.311	18.119
PAR13	S= 2909.4207 Z= 15.4587 R = 5000.00	163.123		
			2909.434	15.459
D14	PENTE= 0.000 %	452.928		
			3362.361	15.460
PAR14	S= 3362.3740 Z= 15.4599 R = -5000.00	95.698		
			3458.059	14.544
D15	PENTE= -1.914 %	243.306		
			3701.365	9.888
PAR15	S= 3797.0499 Z= 8.9726 R = 5000.00	197.270		
			3898.635	10.005
D16	PENTE= 2.032 %	142.480		
			4041.115	12.899
PAR16	S= 3939.5298 Z= 11.8674 R = 5000.00	117.770		
			4158.885	16.679
D17	PENTE= 4.387 %	183.551		
			4342.436	24.732
PAR17	S= 4561.7918 Z= 29.5433 R = -5000.00	165.127		
			4507.564	29.249
D18	PENTE= 1.085 %	455.621		

			4963.185	34.191
PAR18	S= 4908.9567 Z= 33.8967 R = 5000.00	23.630		
			4986.815	34.503
D19	PENTE= 1.557 %	400.825	5387.640	40.744
LONGUEUR DE L'AXE 5387.640				

Annexe aménagement :

Paramètre de conception géométrie du carrefour giratoire :

À partir du document relatif aux aménagements des carrefours interurbains, le tableau suivant présent les différentes configurations géométriques du carrefour giratoire.

Tableau : *Les paramétrages de construction d'ilot séparateur (Source Aménagement des carrefours interurbains)*

	Notation	Paramétrage	Valeurs courants (en m)			
Rayon giratoire	R_g		$R_g < 15$	$R_g = 15$	$R_g = 20$	$R_g = 25$
Hauteur du triangle de construction	**H**	$H = R_g$	**12 à 15**	**15**	**20**	**25**
Base du triangle de construction	**B**	$B = R_g/4$	**3 à 3.75**	**3.75**	**5.00**	**6.25**
Départ de l'ilot sur l'axe	**d**	$r = (0.5 + R_g/50)/2\ ou\ 0$	**0**	**0.40**	**0.45**	**0.50**
Rayon de raccordement des bordures	**r**	$r = R_g/50$	**0.25**	**0.30**	**0.40**	**0.50**

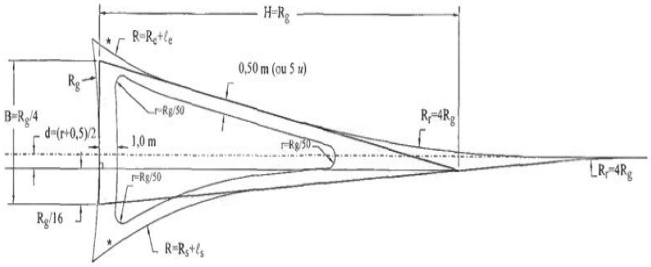
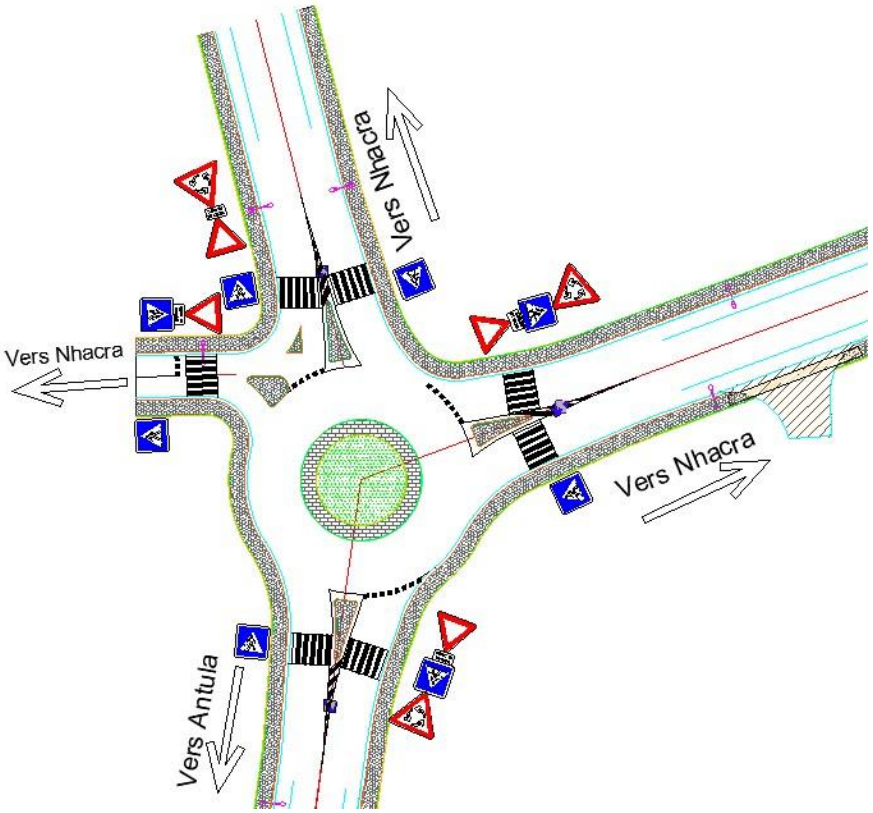


Figure : *terminologie d'un ilot séparateur*

Tableau : *Paramètres de voies de sorties et d'entrées (Source Aménagement des carrefours interurbains)*

	Notations	Paramétrage	Valeurs courantes (en m)			
Rayon du giratoire	R_g	12 m ≤ R_g ≤ 25 m	R_g = 12	R_g = 15	R_g = 20	R_g = 25
Largeur de l'anneau	l_a	6 m≤l_a ≤ 9 m	7	7	7	8
Surlargeur franchissable	sl_f	1,5 m si R_g ≤ 15 m	1,5	1,5	—	—
Rayon intérieur	R_i	R_g - l_a - sl_f	3,5	6,5	13	18
Rayon d'entrée*	R_e	10 m ≤ R_e ≤ 15 m et ≤R_g	12	15	15	15
Largeur de la voie entrante	l_e	l_e = 4 m	4	4	4	4
Rayon de sortie*	R_s	15 m ≤ R_s ≤ 30 m et > R_i	15	20	20	20
Largeur de la voie sortante	l_s	4 m ≤l_s ≤ 5 m	4	4	4,5	5
Rayon de raccordement	R_r	R_r = 4 R_g	48	60	80	100

Grace à ces différents paramètres et terminologies nous avons pu concevoir notre carrefour à sens giratoire représenté par la figure ci-dessous.



❖ **Dimensionnement de la chaussée**

Estimation du trafic de dimensionnement

➢ **Trafic moyen journalier de la date de mise en service**

$$t_n = t_1 * (1+i)^n - 1$$

$$t_{n\ voyageurs} = 40 * (1+0.077)^{13-1} = 97.42$$

$$t_{n\ marchandises} = 257 * (1+0.027)^{13-1} = 353.82$$

➢ **Trafic cumulé sur la voie la plus chargée**

$$365 \sum_{1}^{n} tn * CRT = 365 * t_n * \frac{(1+i)^{15}}{i} * CRT$$

$$voyageurs = 365 * 97.42 * \frac{(1+7.70)^{15}}{0.077} * 0.75 = 707425.9478$$

$$voyageurs = 365 * 353.82 * \frac{(1+2.70)^{15}}{0.027} * 0.75 = 1762357.932$$

➢ **Trafic en nombre d'essieux standards**

$$NE\ voyageur = 365 \sum_{1}^{n} tn * CRT * CAM$$

$$NE = 707425.9478 + 1762357.932$$

$$\boldsymbol{NE = 2469783.88\ PL}$$

Calcul des sollicitations admissibles

La déformation verticale $\mathcal{E}_{Zadm}$

Pour une couche de matériau non traité ainsi que pour le sol, la contrainte admissible correspond à la déformation verticale en surface de la couche, calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\mathcal{E}_{Zadm} = A * NE^{-1/4.5}$$

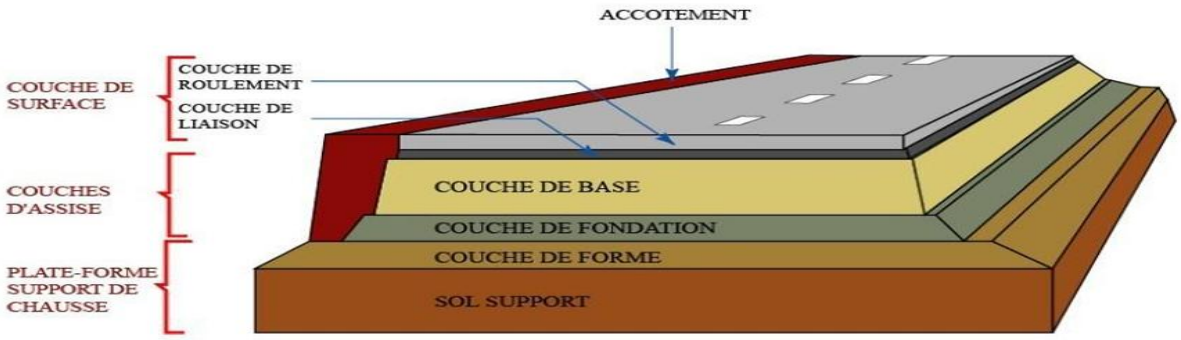
Avec : A = 0 .016 si NE $\leq$ 250 000 *et* 0.012 *si* $NE > 250\ 000$

L'allongement admissible $\mathcal{E}_{tadm}$

Pour une couche bitumineuse soumise à la déformation admissible et à la température équivalente est donnée par l'équation ci-dessous :

$$\mathcal{E}_{tadm} = \mathcal{E}6(10°\text{C}.25\text{Hz}) * \sqrt{(\text{E}(10^{\circ}\ \ \text{C}.20\text{Hz})/\text{E}(34^{\circ}\ \ \text{C}.20\text{Hz}))} * (10^6)^{\text{b}} * Kc * Kr * Ks\ [11]$$

Chaussée souple



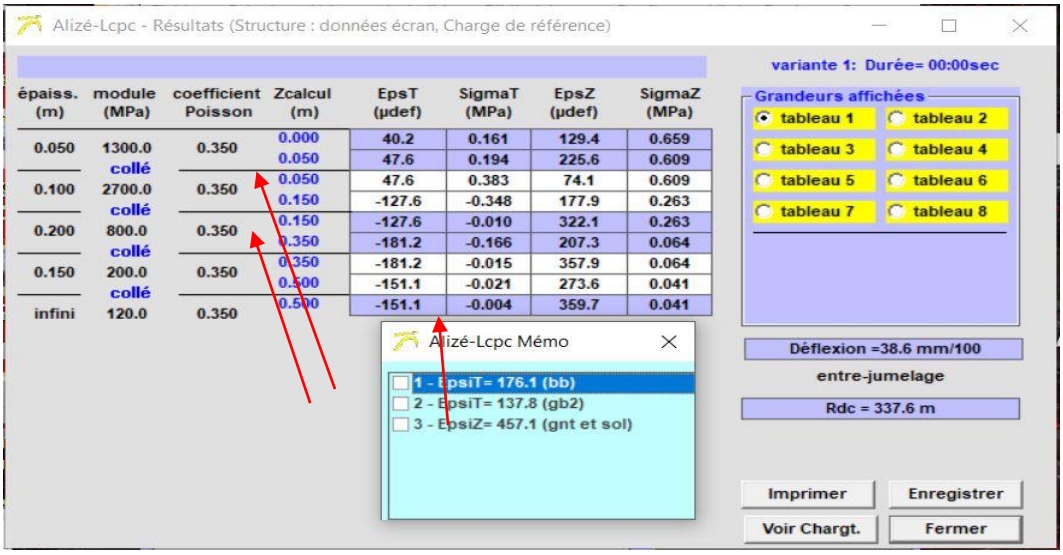
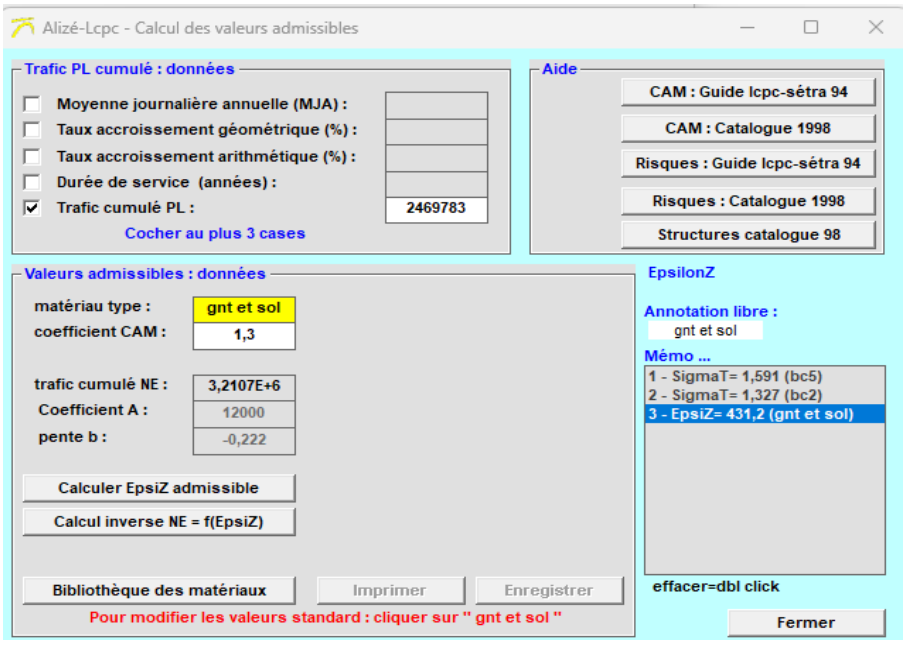
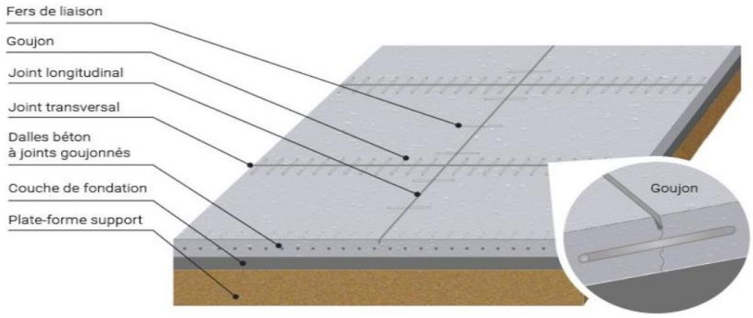


Figure 23: vérification de la structure de chaussée



Chaussée rigide du giratoire



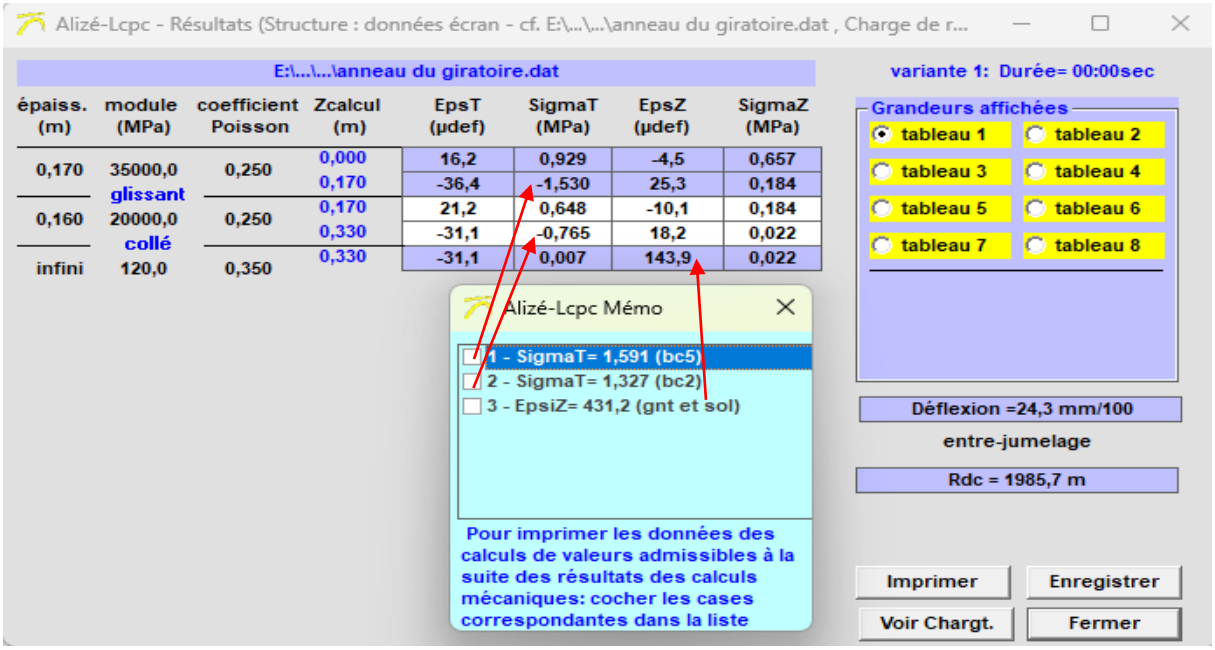


Figure 24: Vérification de la structure de l'anneau du giratoire

ANNEXE 3 : CONCEPTION DU PONT

Ce chapitre a pour but de choisir l'ouvrage les plus approprié et les plus économiques en tenant compte des exigences du terrain et du projet. Notre approche a été de définir les critères de franchissement puis d'identifier et de comparer plusieurs types d'ouvrages possibles. Une fois ces variantes retenues, une analyse multicritère sera menée afin de sélectionner celle qui répond le mieux aux besoins du projet. Tout en s'adaptant aux contraintes du site et aux normes de conception.

Caractéristique du tablier

La largeur de la brèche étant de 200 m, une portée principale de travée de 20 m, peut être envisagée. Sur cette base, nous avons procédé à l'identification des types de ponts courants qui peuvent être adaptés pour le projet.

Les solutions proposées dans la gamme de portée sont les suivantes :

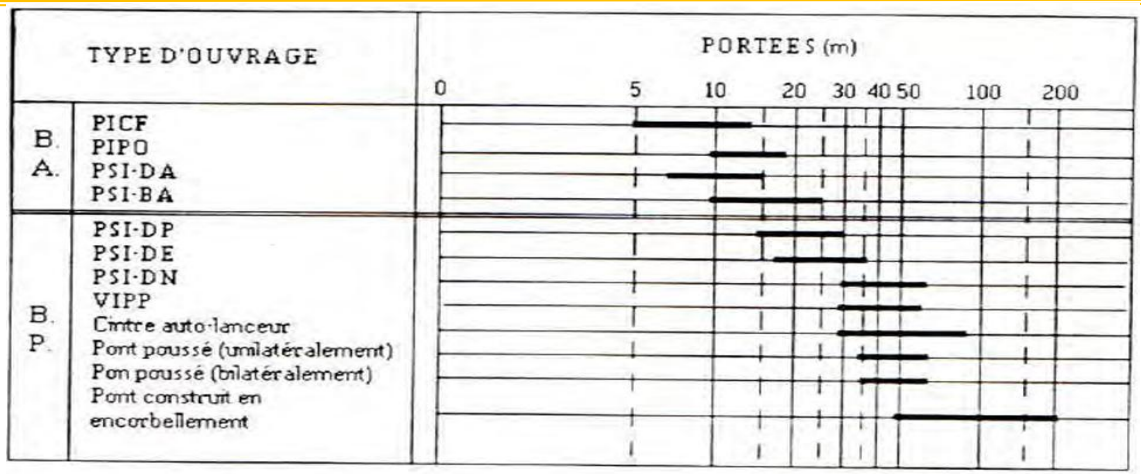


Figure 25: gamme de portée selon le document conception du pont (Calgaro)

- Poutrelle métal enrobées de Béton Armé.
- PSI-DE : Passage supérieur ou inférieur en Dalle élégies en béton précontraintes.
- PSI-BA : passage supérieur ou inférieur en béton armé.
- PSI-DA : Passage supérieur ou inférieur en dalle-armé
- PSI-DP : Passage supérieur ou inférieur dalle en béton précontraint (encorbellement).

  PRAD : pont a poutre préfabriquées précontraintes par adhérence

Analyse des variantes

Tableau 46: Analyse des variantes proposées

Typologie d'ouvrage	Analyse	Résultat
Poutrelle métal enrobées de Béton Armé	L'utilisation de l'acier courant est à éviter, car ce matériau est exclusivement cher dans nos pays.	Non retenue
PSI-BA	Ce projet présente un grand avantage économique grâce à l'utilisation de matériaux facilement disponibles et a une technique dont la maitrise est assurée.	Retenue
PSI-DA		Retenue
PSI-DP pont en dalle béton précontraint	Bien que ces constructions permettent d'atteindre de grandes portées, leur réalisation exige un équipement spécialisé et une technologie de pointe. Ce qui les rendra complexes. De plus, le cout d'entretien est assez élevé.	Non retenue
PISPAP Pont à poutrelles ajourées précontraintes		Non retenue
PRAD Pont à poutres précontraint		Non retenue

Analyse des typologies ouvrages retenue

PSI-BA

Ce tablier est constitué par une série de poutres en béton armé associées à une dalle de couverture et généralement reliées entre elles par des entretoises sur appui et en travers. Ces derniers peuvent être absent Leur travée peut être indépendantes ou continues. Les poutres sont de hauteur constante et peuvent comporter des goussets d'élargissement (talons). Par ailleurs la dalle de couverture est d'épaisseur constante. Sauf dans le cas de ponts à deux poutres ou cette épaisseur peut être variable afin de suivre le profil en travers de la chaussée.

- **PSI-DA**

  Ce type de tablier est constitué par une dalle armée d'épaisseur uniforme. Avec ou sans extensions latérales (encorbellement). Il peut être construit en travées indépendant ou continues avec un angle modéré (biais). Son domaine d'emploi est pour traverser des routes ou d'autoroutes lorsque la portée la plus longue n'excède pas 15 m voire 20 mètres. Ça devenait trop lourd au-delà de15 mètres et une section à encorbellement latéraux est toutefois préférable.

Le choix définitif de la solution à retenir se fera en examinant les avantages et les inconvénients du pont à poutre par rapport au pont-dalle.

Tableau 47: Analyse des variantes retenues

Types de ponts	Avantages	Inconvenances
PSI-BA	▪ Économie de béton ▪ Portée allant de 20-25m ▪ Plus économique ▪ Exécution très rapide	▪ Grande utilisation de coffrage ▪ Couteuse en main d'œuvre
PIS-DA	▪ Economie de coffrage ▪ Exécution aisée ▪ Minimise la quantité de remblai d'accès	▪ Consommation de béton et d'acier ▪ Portée optimale 15m ▪ Poids propre élevé.

En conclusion, la solution du pont à poutre en béton armé de type PSI-BA est considérée comme la mieux adaptée pour ce projet. Cette option est donc retenue pour la suite des études.

Conception du tablier

La variante retenue est un pont à poutre en béton armé PSI-BA à travées isostatique avec une portée principale de 20m.

Caractéristique du profil en travers

- Largeur totale du pont : 14.8 m
- Deux chaussées de 3.5m chacune avec une pente transversale en toit de 2.5% permettant l'assainissement de l'ouvrage
- Deux pistes cyclables de 1.5m chacun
- Deux trottoirs de 1.75m chacun
- Des descentes d'eau de 0.25m de part et d'autre

Type de poutre

D'après le guide SETRA de conception PSI-BA 77.[12] Pour une portée de 15 à 25 m exceptionnellement jusqu'à 30m. Le type de poutre à considérer est des poutres en I.

Constituée de deux membrures (symétriques dans notre cas) et solidarisées par une âme verticale, elle présente un meilleur rendement que les poutres rectangulaires ou trapézoïdales. Les détails de calcul sont présentés en annexe.

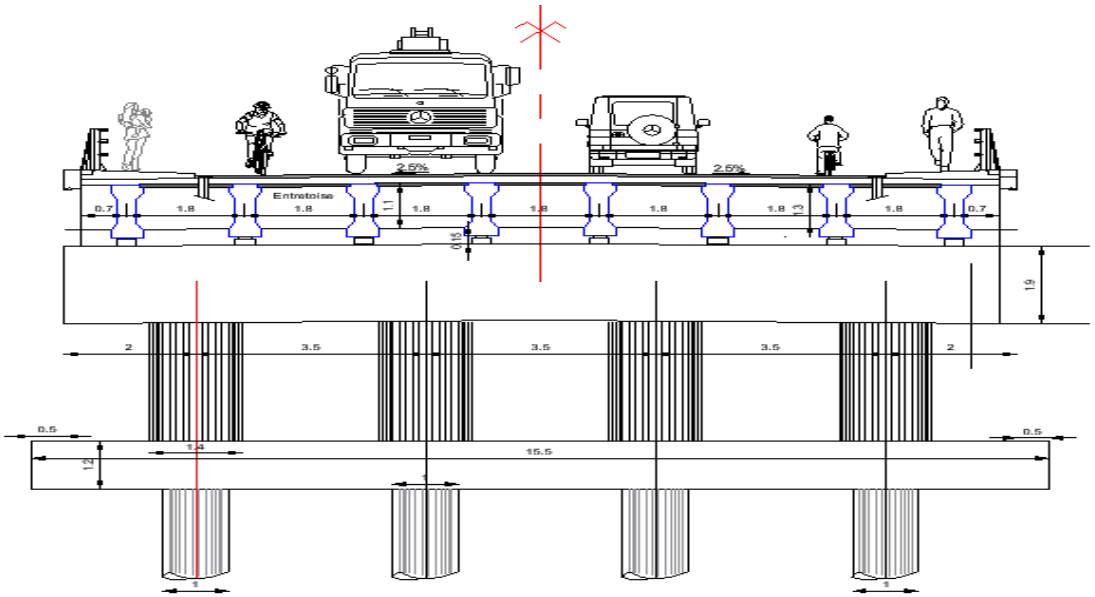


Figure 26: profil en travers type du pont à poutre

Détails de Conception des autres éléments du pont (cf PP 77)

Calcul du nombre et de la largeur des travées

D'après le guide CALGARO, la définition des travées est fonction de la portée principale et du balancement (qui dépend du type de travée)

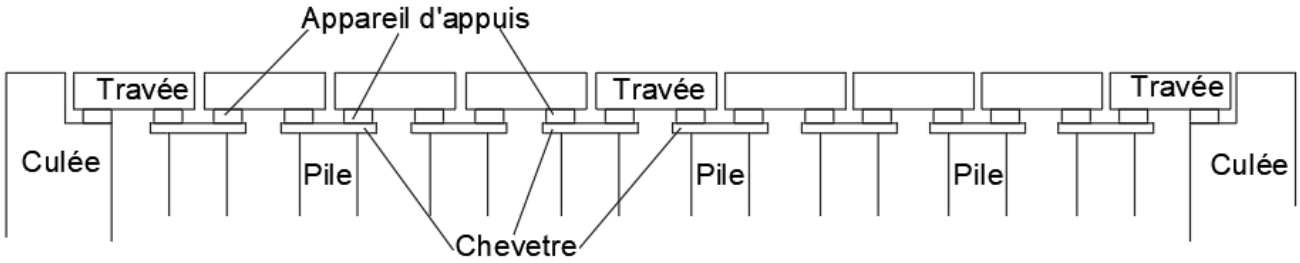
Type d'ouvrage	gamme de portée	élancement sur pile	élancement à la clé	observations	balancement optimal
ouvrages mixtes courants (acier/béton)					
Poutrelles métal enrobées de BA (élancement métal seul)	10 à 25 m 10 à 30 m	1/33 1/38	Idem Idem	travées indépendantes travées continues	1.0 0.7 à 0.8
P.S.I.P.A.P. Poutrelles ajourées précontraintes transversalement (élancement métal seul)	< 28 m < 36 m	1/38 1/38	Idem Idem	travées indépendantes travées continues	1.0 0.7 à 0.8
ouvrages types en béton construits sur cintres au sol					
P.I.C.F. - P.I.P.O. P.O.D. (Ponts cadres et portiques en BA)	< 10-12 m 8-10 à 20-22 m	1/25 1/25	Idem Idem		/ /
P.S.I.B.A. (Poutres en BA)	< 25-30 m < 20-25 m	1/15 1/20	Idem Idem	travée isostatique travées continues	1.0 0.8

Ainsi, pour des ponts à poutre en béton armé (PSIBA) à travée isostatique, on a un balancement optimal de 1.

Balancement = $\frac{\text{Longueur travée de rive}}{\text{Longueur travée principale}}$

Pour une travée principale de 20m, un balancement de1 et une longueur de pont de 180m, on obtient **09 travées identiques de 20m**

20 – 20 – 20 – 20 – 20 – 20 – 20 – 20 – 20



Pour les ponts à poutre, le nombre, l'espacement et la position des appareils d'appuis sont déterminés par un plan de poutraison. Ainsi, on obtient

- **Nombre d'appareil d'appuis : 144 appareils**
- **Nombre de chevêtre : 8 chevêtres**

1. **Pré-dimensionnement du Chevêtre**

Le chevêtre est un élément en béton armé qui reçoit les appareils d'appuis sur lesquels repose le tablier. Il sera porteur et ainsi permettra de réduire le nombre de colonne ou de poteau à utiliser (les colonnes ou poteaux ne se disposerons plus au droit des appareils d'appuis).

- **Hauteur du chevêtre**

Comme le chevêtre est porteur, il joue donc un rôle actif de transfert de charge et doit être rigide vis-à-vis du tablier. Cela se traduit par la condition :

($\mathbf{h_c \geq 1.25 \times h_t}$). Avec h_t = hauteur des poutres + hauteur du tablier

($\mathbf{h_c \geq 1.25 \times 1,51}$)

Soit une hauteur de chevêtre $\mathbf{h_c}$ = 1.9m

- **Longueur du chevêtre**

La longueur du chevêtre peut être imposé ou dépendre de quelques paramètres d'ordre géométrique ou mécanique (le type de structure, la présence d'un mur garde grève et la présence de murette latéral). Généralement, la longueur du chevêtre est au moins égale à la largeur utile du tablier.

Cependant, pour des ouvrages de largeur modérée ne nécessitant pas de joint de chaussée ouvert, bien qu'ils puissent comporter une dalle de transition de largeur réduite, nous avons : $\mathbf{Longueur_{chevetre} = n \times e + (\Phi + 0.1)}$

Avec : n – le nombre de colonne de pile

e – la distance entre les colonnes de pile

Φ – le diamètre des colonnes des piles

$Longueur_{chevetre} = 4 \times 3.5 + (1.4 + 0.1) = 15.5$

Soit une longueur de chevêtre de 15.5 m

- **Largeur du chevêtre**

$\mathbf{Largeur_{chevetre} \geq \Phi + 10cm.}$ Avec Φ le diamètre des piles

Soit une largeur de chevêtre Lc = 1.5 m

- **Vérification des dimensions (hauteur et largeur)**

La hauteur et la largeur du chevêtre doivent vérifier les conditions suivantes :

$$\begin{cases} \frac{L}{30} \leq H \leq \frac{L}{5} \\ \frac{H}{b} \leq 10 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \frac{15.5}{30} \leq H \leq \frac{15.5}{5} \\ \frac{1.9}{1.5} \leq 10 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 0.516 \leq H \leq 3.1 \\ 1.26 \leq 10 \end{cases}$$

Les conditions étant vérifiée, nous retenons donc :

$\mathbf{Largeur_{chevetre}}$ **= 1.5m**

$\mathbf{Hauteur_{chevetre}}$ **= 1.9m**

2. Appuis (pile et culée)

➢ Les piles

Etant donné que nous somme sur un cours d'eau, le PP73 préconise des piles colonne ou poteau. Nous optons donc pour des colonnes de forme cylindrique dont le diamètre minimal est de 60cm.

- **Espacement entre les colonnes**

$$\frac{Portée_{principale}}{6} \leq esp \leq \frac{Portée_{principale}}{4} \rightarrow 3.33 \leq esp \leq 5$$

Soit un espacement esp = 3.5 m

- **Diamètre des colonnes**

$$h_{semelle} = 0.5 \times (3\Phi - \frac{D_{colonne}}{2}) + d$$

Avec d l'enrobage pris égale à 5cm

on a donc : $D_{colonne} = 2 \times (3\Phi + \frac{d - h_{semelle}}{0.5})$

$= 2 \times (3 + \frac{0.05 - 1.2}{0.5})$

soit un diamètre de colonne $D_{colonne}$ = 1.4m

- **Les culées**

Le sommier d'appuis (projet de construction des ponts)

C'est un élément sur lequel repose l'about du tablier. Pour les culées remblayées comme notre cas, il est intégré aux murs de front.

- **Pente du sommier** : pente d'au moins 2% à l'arase supérieure du sommier et on recueille les eaux dans une cuvette réalisée contre le mur garde grève.
- Distance minimum absolu des appareils d'appuis au bord extérieur du sommier, de façon à disposer correctement le ferraillage : 10cm
- Sa longueur dépend de la largeur du tablier. **Soit une longueur de 14.5m**
- **Nous fixons sa largeur à 1.30 m**
- Epaisseur du sommier : pour les culées fondées sur pieux, E = 1.2 x Φ

  Soit une épaisseur de **1.2m**

a. La dalle de transition

La dalle de transition permet de récupérer les efforts (comme les efforts de freinage des véhicules) avant qu'ils n'accèdent à l'ouvrage. Elle est ancrée dans le corbeau d'appuis par l'intermédiaire de goujons (petites barres d'acier). Elle est directement coulée sur un béton de propreté (de 10cm d'épaisseur) avec **une épaisseur constante de 30cm**. Largeur de la dalle de transition : L = inf [6m ; sup (3m ; 0.6H)]

Avec H la hauteur des remblais

On obtient une largeur de 3m

- Longueur de la dalle de transition : sa longueur correspond à la largeur utile du tablier, soit une **longueur de 14.5m**
- **Pente longitudinale 5%**

b. Mur garde grève

Le mur garde grève a pour fonction de séparer physiquement le remblai de l'ouvrage. Il s'agit d'un mur en béton armé construit après achèvement du tablier par reprise de bétonnage sur le sommier.

- Sa hauteur est directement liée à celui du tablier :

  Hauteur = hauteur du tablier + hauteur appareil d'appuis et son bossage.

  Soit une hauteur d'environ 1.81m

- Son épaisseur est fonction des efforts qu'il doit supporter. À titre de redimensionnement, cette épaisseur est fonction de sa hauteur : **E = sup (0.3 ; h/8)**
  Soit une épaisseur de 0.3m

c. Mur en retour

Ce sont des voiles en béton armé encastrés sur le mur garde grève. Ils sont destinés à retenir latéralement les terres. La présence de ces murs ne correspond pas à une nécessité mécanique ou fonctionnelle mais elle résulte d'une intention architecturale de faire apparaitre partiellement la structure des appuis d'extrémité.

- Pour les ouvrages courants, sa hauteur varie de 30 à 45 cm. **nous optons pour une hauteur de 40cm**
- Sa longueur libre ne doit pas dépasser 7 à 8 m. Au-delà, il faut raidir les voiles en les reliant par un tirant en béton armé. **Nous avons une longueur d'environ 12m.**
- Sa largeur est comprise entre 2 et 6m. **nous optons pour une largeur de 4m.**

d. Mur de front

Il est constitué d'un voile frontal supportant le tablier. Il permet aussi de supporter les remblais ainsi que la transmission des charges aux semelles.

- Epaisseur : $0.80 \leq E \leq 1.20$. Soit une épaisseur de **1m ;**
- Sa hauteur est calée en fonction de la hauteur du pont et de la profondeur d'encrage des semelles dans les fondations**. Nous avons une hauteur d'environ 11m**

e. Les murets cachés

Ce sont de petits murs **d'une vingtaine de centimètre d'épaisseur (20cm)** réalisés en béton banché ou en parpaing et permettent de protéger les appareils d'appuis des terres. Ils ont une fonction esthétique car à cause des coulures d'eau, les abouts des tabliers sont assez disgracieux.

f. Le corbeau d'appuis de la dalle de transition

Il se trouve à l'arrière du mur garde grève et permet principalement de supporter la dalle de transition. **D'après le projet de construction des ponts Calgaro, sa largeur et sa hauteur sont de 30cm (dimension minimale).**

g. Le bossage

Pré dimensionnement des bossages et appareils d'appuis

Le bossage sous l'appareil d'appui est nécessaire puisque des charges concentrées assez importantes agissent sur le point de contact entre la poutre et l'appui. Il sera en béton armé et aura une section de **50 x 40 cm²** pour ce projet.

Les appareils d'appuis quant à eux seront en élastomère fretté. D'après le projet de construction des ponts Calgaro[13], les appareils d'appuis ne doivent pas être implanté trop prêt du bord extérieur du sommier de façon à pouvoir disposer correctement le ferraillage. La distance minimum est de 10cm. **Pour ce projet, nous avons une distance de 15cm.**

De plus, l'appareil d'appuis doit être bien cadré sur son bossage. Ainsi, une distance minimale de 5 cm de chaque côté est exigée entre le bord du bossage et l'appareil d'appuis. Nous avons obtenu donc une section d'appareils d'appuis de **40 x 30 cm².** D'après le guide SETRA pour les appareils d'appuis en élastomère fretté, la hauteur réglementaire pour des appuis de 40 x 30 cm² est de 47 mm[14], **soit une épaisseur de 50mm**.

h. L'about du tablier

D'après le projet de construction des ponts Calgaro, la distance de l'about du tablier à l' intérieure des appareils d'appuis dépend du type d'ouvrage et varie de 50 à 70cm pour les courants (comme les ponts dalles) à bais droit.

3. Fondation

Nous avons les fondations profondes par pieux dont la profondeur d'encrage est de 30m, les pieux seront en béton armé dont les principaux types sont : les pieux préfabriqués et les pieux exécuté en place.

- Type de pieux : le choix du pieu dépend principalement de sa longueur (profondeur d'encrage du pieu)

$$\begin{cases} 5\,m \leq L \leq 8\,m : pieux\ préfabiqués\ battus \\ 8\,m < L \leq 15\,m : pieux\ préfabiqués\ battus\ ou\ exécuté\ en\ place \\ 15\,m < L : pieux\ exécuté\ en\ place \end{cases}$$

Pour notre profondeur d'encrage de 30m, nous avons donc des pieux exécutés sur place

- **Diamètre des pieux** :

Pour les pieux coulés en place, $\Phi \geq \frac{\text{Profondeur}_{\text{pieux}}}{20}$

$$\Phi \geq \frac{30}{20} \text{ soit } \mathbf{\Phi = 1.5\ m}$$

Ce diamètre de pieux peut être ramené avant vérification au diamètre minimale des pieux préfabriqués. Ainsi, nous avons :

Pour les pieux préfabriqué, $\frac{\text{Profondeur}_{\text{pieux}}}{30} \leq \Phi \leq \frac{\text{Profondeur}_{\text{pieux}}}{35}$

$$\frac{30}{30} \leq \Phi \leq \frac{30}{35} \rightarrow 1 \leq \Phi \leq 0.857 \text{ soit } \mathbf{\Phi = 1m}$$

Nous maintenons un diamètre de pieux Φ = 1m

- Nombre de file de pieux : N = 2 files
- Distance entre les pieux : $l \geq 3\Phi$ soit une distance de 3m

Pour une bonne mise en œuvre et pour augmenter la résistance de la structure, l'axe des colonnes doit coïncider avec l'axe des pieux. **Ainsi nous retenons une distance entre axe des pieux de 3.5m**

4. **Semelle**

Nous avons une semelle rectangulaire en béton armé

D'après (projet et construction de pont Calgaro), on a :

- Hauteur de la semelle : $\text{hauteur}_{\text{semelle}} = 1.2 \times \Phi$

  Soit une hauteur de semelle $h_{semelle}$ = 1.2m

- Longueur de la semelle : $\text{Longueur}_{\text{semelle}} = \text{Largeur}_{\text{tablier}} + \Phi$

  Soit une longueur de semelle $L_{semelle}$ = 15.5m

- Largeur de la semelle

  $B = (N - 1) \times l' + 2\Phi$

  $= (2 - 1) \times 3.5 + 2$

  Soit une largeur de semelle B = 5.5 m

- **Profondeur d'ancrage des semelles dans le sol** : pour les semelles sans nervure reposant sur les pieux, **le guide préconise une profondeur d'ancrage de 50cm (cf-PP73-112 P 28).** Cependant, il est conseillé de décaper le mauvais sol de surface et éviter que la semelle soit visible à l'œil nue. **Ainsi, nous descendons d'une profondeur de 1.50m pour l'implantation de notre semelle.**
- **Présence de nervure :** pour les fondations profondes, on n'a le plus souvent pas besoin de rôle de raidisseur des nervures, en raison des épaisseurs courantes des semelles sur les pieux (épaisseur assez importante) **(cf-PP73-112 P 31)**.

ANNEXE 4 : ETUDE DE L'ASSAINISSEMENT DE LA ROUTE ET DU PONT

Etude hydrologique

Méthodologie d'estimation des débits

Dans le cadre de notre projet, nous avons appliqué les méthodes **ORSTOM** et **CIEH** pour le grand bassin versant conformément au manuel '**Crue et Apports FAO'.** En ce qui concerne les sous-bassins versants nous avons utilisé la méthode de **Caquot** en zone urbaine et **rationnelle** en rase campagne. Les détails des calculs sont présentés en annexe.

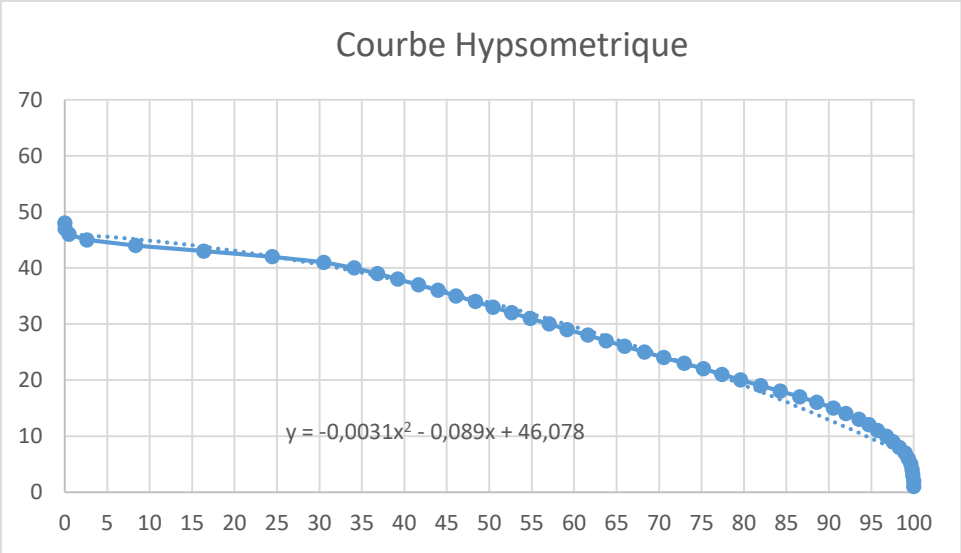


Figure 27: Courbe Hypsométrique (source donnée hydrologique du projet)

BV1	
5%	95%
49.855	11.2905
Dénivelé D (m)	38.5645

Tableau : *Paramètres de calcul kr70 (BV1)*

Paramètres de calcul kr70 (BV1)				
	lg corr.	a'	b'	c'
	7	200	20	18.5
	4.63	170.40	20	16.43
	3	150	20	15
kr70	17.83236833			

Tableau : *Paramètres de calcul kr100 (BV1)*

Paramètres de calcul kr100 (BV1)				
	lg corr	a'	b'	c'
	7	240	30	22
	4.63	216.32051	30	19.04
	3	200	30	17
kr100	20.68709063			

Tableau : *détermination de coefficient Kr10*

détermination de coefficient Kr10						
BV	superficie (km²)	indice de pente global corrigée	Kr70(%)	Kr100(%)	P10 mm	Kr10(%)
	101340000	4.63	17.83	20.69	168	22.84

lg	a	b
7	163	142
4,63	258,902	244,414
3	325	315

Méthode ORSTOM

C'est une méthode qui s'applique à des bassins dont la superficie est située entre quelques dizaines d'hectares et plus de 1500 km². Elle permet de calculer le débit de pointe lié au ruissellement d'une crue décennale à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{r10} = \frac{A * P_{10} * K_{r10} * \alpha_{10} * S}{T_{b10}}$$

A : le coefficient d'abattement
P_{10} : La hauteur de pluie journalière décennale
K_{r10}: le coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale
α_{10} : le coefficient de pointe correspondant à la crue décennale = 2.6
S : la superficie du bassin versant
T_{b10} : le temps de base correspondant à la crue décennale

Calcul du coefficient d'abattement A

Le coefficient d'abattement se calcule en utilisant l'équation simplifiée de **VUILLAUME 1974**

$$A = 1 - [\frac{161 - 0{,}042.Pan}{1000} x log S]$$

Pan : pluie moyenne annuelle (mm)

S : surface du bassin versant (km2)

$$A = 1 - [\frac{161 - 0{,}042.1577}{1000} x log 101{,}34]$$

$$\boxed{A = 0{,}81}$$

Classe d'infiltrabilité :

Le sol est évalué comme relativement perméables, ce qui le place dans la catégorie RI. Ensuite nous avons calculé le coefficient de ruissellement Kr10 par interpolation linéaire entre Kr70 et Kr100, correspondant respectivement à des précipitations de 70mm et 100m.

Ces valeurs ont été déterminées à partir de la **formule générale** présentée ci-dessous.

$$\boldsymbol{Kr10\ ou\ Kr100 = \frac{a}{S + b} + c}$$

Déterminations des coefficients a, b et c pour Kr70

$$I_g = 7 - - - - - a = 200$$

$$I_g = 4{,}63 - - - - - a = ?$$

$$I_g = 3 - - - - - a = 150$$

$$\frac{7 - 4{,}63}{7 - 3} = \frac{200 - a}{200 - 150}$$

$$nous\ avons\ les\ résultats\ des\ coefficients\ \ suivant$$

$$le\ coefficient\ a = 170{,}40$$

$$le\ coefficient\ b = 20$$

$$le\ coefficient\ c = 16{,}43$$

$$Kr70 = \frac{17{,}40}{101{,}34 + 20} + 16{,}43$$

$$\boxed{Kr70 = 17{,}83\%}$$

Détermination des coefficients a, b et c pour Kr100

$$Kr100 = \frac{216{,}32}{101{,}34 + 30} + 19{,}04$$

$$\boxed{Kr100 = 20{,}68\%}$$

Determination de Kr10

$$70mm - - - - - 17{,}83\%$$

$$168mm - - - - - kr10 = ?$$

$$100mm - - - - - 20{,}68\%$$

$$kr10 = \frac{100-70}{100-168} = \frac{20{,}68-17{,}83}{20{,}68-kr10}$$

$$kr10 = 22{,}84\%$$

Calcul de coefficient de pointe décennale α10

$$\alpha 10 = \frac{Qr10}{Qm10}$$

$\alpha 10$ *est généralement pris égale* à **2, 6**

Temps de base Tb10

Le temps de base se calcule en utilisant des formules empiriques :

$$Tb_{10} = a \,.\, S^{0,36} + b$$

Les paramètres a et b varient en fonction de la pente :

$Ig = 1$	$Tb_{10} = 560 \,.\, S^{0,36} + 400$
$Ig = 3$	$Tb_{10} = 325 \,.\, S^{0,36} + 315$
$Ig = 7$	$Tb_{10} = 163 \,.\, S^{0,36} + 142$
$Ig = 10$	$Tb_{10} = 95 \,.\, S^{0,36} + 80$
$Ig = 15$	$Tb_{10} = 75 \,.\, S^{0,36} + 55$
$Ig = 25$	$Tb_{10} = 44 \,.\, S^{0,36} + 28$
$Ig = 30$	$Tb_{10} = 35 \,.\, S^{0,36} + 20$

Figure : *les équations du temps de base*

$T_{b10} = a.S^{0.36} + b$, en fonction de l'indice de pente Ig

Les coefficients a et b ont été déterminés par interpolation linéaire des coefficients de Ig3 et Ig7 car nous avons un Ig =4,63

$$I_g = 3 \quad T_b = 325\, xS^{0,35} + 258{,}90$$

$$I_g = 7 \quad T_b = 163 xS^{0,35} + 244{,}4$$

$$\boldsymbol{T_{b10} = 1609{,}6771mn}$$

Calcul de Qr10

$$Q_{r10} = A * P_{10} * K_{r10} * \alpha_{10} * \frac{S}{T_{b10}}$$

Tableau : *Résultats de débit obtenu par la méthode ORSTOM*

Superficie (m^2)	coefficient A	kr10%	P10 mm	Coefficient de Point	Tb10 (s)	débit 10 m^3/s	débit 100m^3/s
101340000	0,81	0,23	0,168	2,6	96580,62625	84,79841284	227,76

Méthode CIEH

C'est une méthode statistique, proposé par **Puech et Chabi-Gonni** en 1983, connue depuis sous le nom de méthode CIEH et basée sur 162 bassins versants dont l'origine vient essentiellement du recueil de Dubreuil (1972) sur les bassins expérimentaux. Elle s'applique aux bassins versants dont la superficie est comprise entre 10km^2 et 1500km^2 en zone sahélienne et ceux dont la superficie est inférieure à 1500km^2 en zone tropicale sèche. La formulation retenue pour retrouver l'expression du débit de pointe $\boldsymbol{Q_{10}}$ est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme :

$$\boldsymbol{Q_{10} = a * S^s * P_{an}^p * I_g^i * Kr_{10}^k * Dd^d} \text{ [15]}$$

Avec :

a. s. p. i. k sont des coefficients à déterminer

S est la surface du bassin.

Ig est l'indice global de pente.

Pan est la pluie annuelle moyenne.

Kr10 est le coefficient de ruissellement décennal (%)

Dd est la densité de drainage $\boldsymbol{(km^{-1})}$

Les formules seront choisies en fonction des paramètres, de la position du bassin versant et du coefficient de corrélation r (on prendra les valeurs plus proches de 1). Ainsi nous avons choisi les équations 25, 26 et 27 représentées dans le tableau.

Tableau : *Equations CEIH (source Crue et Apport)*

Equations	**Position des bassins versants**	**a**	**S**	**Ig**	**PM10**	**Kr10**
25	Découpage Afrique de l'Ouest, de 10°E à 10°W	1 ,41	0,542			0,876
26		146	0,479		-0,969	0,923
27		0,560	0,619	0,279		0,887

Equation 25: $S, k_{r10} = 1{,}41 * 101{,}34^{0{,}542} * 22{,}85^{0{,}511} = 85{,}25\ m^3/s$

Equation 26: $S, k_{r10}, PM_{10} = 146 * 101{,}34^{0{,}479} * 22{,}85^{0{,}457} * (-0{,}969) = 47{,}69 m^3/s$

Equation 27: $S, k_{r10}, I_g = 0{,}560 * 101{,}34^{0{,}619} * 22{,}85^{0{,}510} * 4{,}63^{0{,}279} = 73{,}87 m^3/s$

Tableau : *résultats de débit obtenu par la méthode CEIH*

Bassin Versant	Superficie (km^2)	Ig	P10 (mm)	Kr10 (%)	Débit Q10 (m^3/s)	Débit Q100 (m^3/s)
BV1	101,34	4,63	168	22,84	68,94	185,16

Méthode Caquot

C'est une méthode modifiée de la méthode rationnelle, elle est utilisée pour déterminer les débits des sous bassin versants en zone urbanisée de petite superficie généralement inférieure à 20 hectares. Elle prend en compte des effets propres à l'environnement urbain, notamment la diminution des vitesses de ruissellement et le stockage transitoire des eaux dans les réseaux d'assainissement. Elle repose sur la formule présentée ci-après :

$$Q_P = K^{\frac{1}{u}} * C^{\frac{1}{u}} * I^{\frac{v}{u}} * A^{\frac{w}{u}} [16]$$

Avec :

A : Superficie du BV en ha (en m^2 pour le calcul de l'allongement)

C : Coefficient de ruissellement

I (m/m) : Pente moyenne du BV

M : Allongement du BV

Q (m3/s) : Débit maximal à l'exutoire

k. u. v. w : coefficients d'ajustement

a et b : coefficients de Montana

m : facteur correctif en fonction de la morphologie du BV

K	v	u	w	µ	M	m
$\frac{(0.5\text{^}b \times a)}{6.6}$	-0.41b	1+0.287b	0.95+0.507b	$\frac{0.84b}{1+0.287b}$	$\frac{L}{\sqrt{A}}$	$(\frac{M}{2})^{0.7b}$

- si M ≠ 2, Qcor = m × Qbrut
- si M < 0,8 les résultats ne sont pas satisfaisant donc, 0,8 constitue la limite inférieure de M. on prendra M=0,8

Ces différents coefficients ont été ajustés à partir des données expérimentales de collecte des bassins versants en occident (France et Etats-Unis) et en Afrique (Ouagadougou. Niamey et Abidjan). Les valeurs proposées donc sont celles issues de Sighomnou (1986) :

$\beta + \delta = 1.4$. $\mathcal{E} = 0.05$. $c = 0.41$. $d = 0.51$. $f = 0.29$.

Les coefficients de Montana choisis correspondent à une période de retour de 10 ans : a = 16,3 et b = -0,5.

La configuration de nos sous-bassins versant, nous impose à utiliser un montage en série, ce qui nous permet d'obtenir le tableau :

Tableau : *Représentation de montage en série*

Surface	**Coefficient de ruissellement**	**Pente**	**Allongement**	**Débit maximum**
Aeq = ΣAj	$C_{eq} = \frac{\sum C_{j\,x\,A_j}}{\sum A_j}$	$I_{eq} = \frac{(\sum L_J)^2}{(\sum \frac{L_j}{\sqrt{I_j}})}$	$M_{eq} = \frac{\sum L_j}{\sum \sqrt{A_j}}$	Si Qeq. > ∑(Qj) Alors Qeq= ∑(Qj) Si Qeq. < Max(Qj) Alors Qeq = Max(Qj)

Bassin Versant		**Assemblage**	**Superficie Aj (km²)**	**Superficie Aj (ha)**	**Superficie cumulée Aeq = ∑Aj (ha)**	**Pente (%)**	**Coef**	**Chemin hydraulique Lj (hm)**	**Leq = ∑Lj (hm)**	**Mj = Lj/√Aj**	**Meq = ∑Lj/√∑Aj**	**μ = 0,84b/1+0,287b**
Série 1	SVB-1	SBVeq1 = SBV1	0,149	14,89	14,89	0,0356	0,40	11,01	11,01	2,85	2,85	-0,49
	SVB-2	SBVeq2 = SBV-2+SBV-1	0,222	22,20	37,09	0,0331	0,40	13,69	24,70	2,91	4,06	-0,49
Série 2	SVB-3	SBVeq3 = SBV3-1	0,090	9,02	9,02	0,0145	0,40	9,09	9,09	3,03	3,03	-0,49
Série 3	SVB-4	SBVeq4= SBV-4	0,018	1,81	1,81	0,0221	0,40	4,44	4,44	3,30	3,30	-0,49
	SVB-5	SBVeq5 =SBV-4+SBV-5	0,075	7,54	9,35	0,0222	0,40	8,36	12,80	3,05	4,19	-0,49
Série 4	SVB-6	SBVeq6 =SBV-6	0,042	4,15	4,15	0,0352	0,40	8,59	8,59	4,22	4,22	-0,49
série 5	SVB-9	SBVeq9 =SBV-9	0,035	3,49	3,49	0,0127	0,40	6,48	6,48	3,47	3,47	-0,49
	SVB-8	SBVeq8=SBV-9+SBV-8	0,142	14,22	17,71	0,0261	0,40	18,53	25,00	4,91	5,94	-0,49
	SVB-7	SBVeq7=SBVeq8+SBV-7	0,062	6,19	23,90	0,0452	0,40	11,34	36,35	4,56	7,44	-0,49

	Coefficients de Montana			c	d	f	ϵ	β+δ				
	a		b	-0,41	0,507	-0,287	0,05	1,4				
		16,3	-0,5	Qp = m*(K^1/u) * (I^v/u)*(C^1/u)*(A^w/u)								
u = 1+0,287b	**v = -0,41b**	**w = 0,95+0,507b**	**Mj # 2 mj = (Mj/2)^(0,7*b)**	**Meq # 2 m = (Meq/2)^(0,7*b)**	**K = 0,5^b*a/6,6**	**C = Ceq =(∑Cj*Aj)/∑Aj**	**Ieq = (∑Lj)²/(∑(Lj/√Ij))²**	**Qj (m3/s)**	**∑Qj (m3/s)**	**Qeq (m3/s)**	**Qp_{10} (m3/s)**	**Qp_5 (m3/s)**
0,86	0,21	0,70	0,84	0,88	3,49	0,40	0,04	5,02	5,02	5,28	**5,28**	**4,22**
0,86	0,21	0,70	0,83	0,78	3,49	0,40	0,03	6,77	11,79	9,64	**9,64**	**7,71**
0,86	0,21	0,70	0,82	0,86	3,49	0,40	0,01	2,62	2,62	2,77	**2,77**	**2,22**
0,86	0,21	0,70	0,78	0,84	3,49	0,40	0,02	0,75	0,75	0,81	**0,81**	**0,65**
0,86	0,21	0,70	0,81	0,77	3,49	0,40	0,02	2,50	3,25	2,83	**2,83**	**2,26**
0,86	0,21	0,70	0,69	0,77	3,49	0,40	0,04	1,46	1,46	1,63	**1,63**	**1,30**
0,86	0,21	0,70	0,76	0,82	3,49	0,40	0,01	1,10	1,10	1,18	**1,18**	**0,95**
0,86	0,21	0,70	0,64	0,68	3,49	0,40	0,03	3,44	4,54	4,37	**4,37**	**3,49**
0,86	0,21	0,70	0,67	0,63	3,49	0,40	0,05	2,07	6,61	5,87	**5,87**	**4,70**

Méthode Rationnelle

Cette méthode s'applique uniquement aux sous bassins versants dont la superficie est inférieure à 4 km2.

Les débits de crue des trois sous bassin versant concernés à savoir 7, 8 et 9 seront calculés par méthode rationnelle.

$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times i \times A$ [m^3/s] [17]

- C : coefficient de ruissellement (C=0.4)
- A : superficie du bassin versant (Ha)
- i : intensité de la pluie (mm/h). $i = a \times Tc^{-b}$

Avec a=16.3 et b=0.5 ; Pour une période de retour de 10 ans

- Le temps de concentration Tc. Il est estimé selon plusieurs méthodes. Nous nous intéresserons à la formule de KIRPICH ; $T_c = T_c = \frac{1}{52}\frac{L^{1.15}}{H^{0.38}} = \frac{1}{52}\frac{L^{0.77}}{p^{0.38}} = \frac{1}{52}$
- Indice de compacité : $I_c = 0.282\ P\ S^{-1/2}$
- La longueur est la longueur du rectangle équivalent, exprimée en km ;

$L = S^{1/2}. (Ic / 1.128). [1 + (1- (1.128/ Ic)^2)^{1/2}]$

- **Passage de la crue décennale à la crue du projet**

Q100 = C x Q10

$C = 1 + \frac{P100 - P10}{P10} \cdot \frac{\left(\frac{Tb}{24}\right)^{0.12}}{Kr10}$

$C = 1 + 0.38 \cdot \frac{\left(\frac{26.83}{24}\right)^{0.12}}{0.23}$

C = 2.686

Q100 = 2.67 x 84.80

Q100 = 227.77 m^3/s

- Tb10 en heure
- Kr10 en décimale
- P100 et P10 en mm

Tableau : *Résultats du calcul de débit des sous bassins versant par la méthode Rationnelle*

Bassin Versant	Type d'assemblage des SVB	Assemblage des SVB	Superficie (km²)	Superficie (ha)	Périmètre (km)	Pente (%)	Longueur d'écoulement (m)	Indice de Compacité (Ic)	Longueur équivalent (km)	Temps de concentration Tc (mn)	a	b	Intensité I (mm/h)	Coefficient de ruissellement C	Débit Qj10 (m³/s)	Débit Qj5 (m³/s)
BV1	Série 1	SBVeq1= SBV1	0,1489	14,890	1,644	0,036	1101,480	1,20	0,55	1,192	16,3	0,5	1,927	0,4	3,191	2,553
		SBVeq2= SBV2	0,222	22,200	2,043	0,027	1368,810	1,22	0,71	1,267	16,3	0,5	1,869	0,4	4,614	3,692
	serie2	SBVeq3= SBV3	0,0902	9,020	1,357	0,022	909,190	1,27	0,50	0,854	16,3	0,5	2,277	0,4	2,284	1,827
	Série 3	SBVeq4= SBV4	0,01814	1,814	0,66262	0,022	443,955	1,39	0,26	0,494	16,3	0,5	2,993	0,4	0,604	0,483
		SBVeq5= SBV5	0,0754	7,540	1,248	0,035	836,160	1,28	0,46	0,959	16,3	0,5	2,149	0,4	1,802	1,441
	Série 4	SBVeq6= SBV6	0,04152	4,152	1,282	0,045	858,940	1,77	0,57	1,077	16,3	0,5	2,028	0,4	0,936	0,749
	série 5	SBVeq9= SBV9	0,04612	13,850	1,693	0,013	647,890	2,22	0,72	0,535	16,3	0,5	2,877	0,4	4,431	3,545

Bassin Versant	Type d'assemblage des SBV	Assemblage des SVB	Superficie (km²)	Superficie (ha)	Périmètre (km)	Pente (%)	Longueur d'écoulement (m)	Indice de Compacité (Ic)	Longueur équivalent (km)	Temps de concentration Tc (mn)	a	b	Intensité I (mm/h)	Coefficient de ruissellement C	Débit Qj10 (m³/s)	Débit Qj5 (m³/s)
		SBVeq8= SBV8	0,2645	26,450	2,765	0,026	1852,550	1,52	1,25	1,579	16,3	0,5	1,674	0,4	4,925	3,940
		SBVeq7= SBV7	0,1385	13,850	0,967	0,0452	1134,310	0,73	0,40	1,334	16,3	0,5	1,822	0,4	2,806	2,245

Cet abaque permet de faire la lecture de la hauteur H* à partir du débit obtenu.

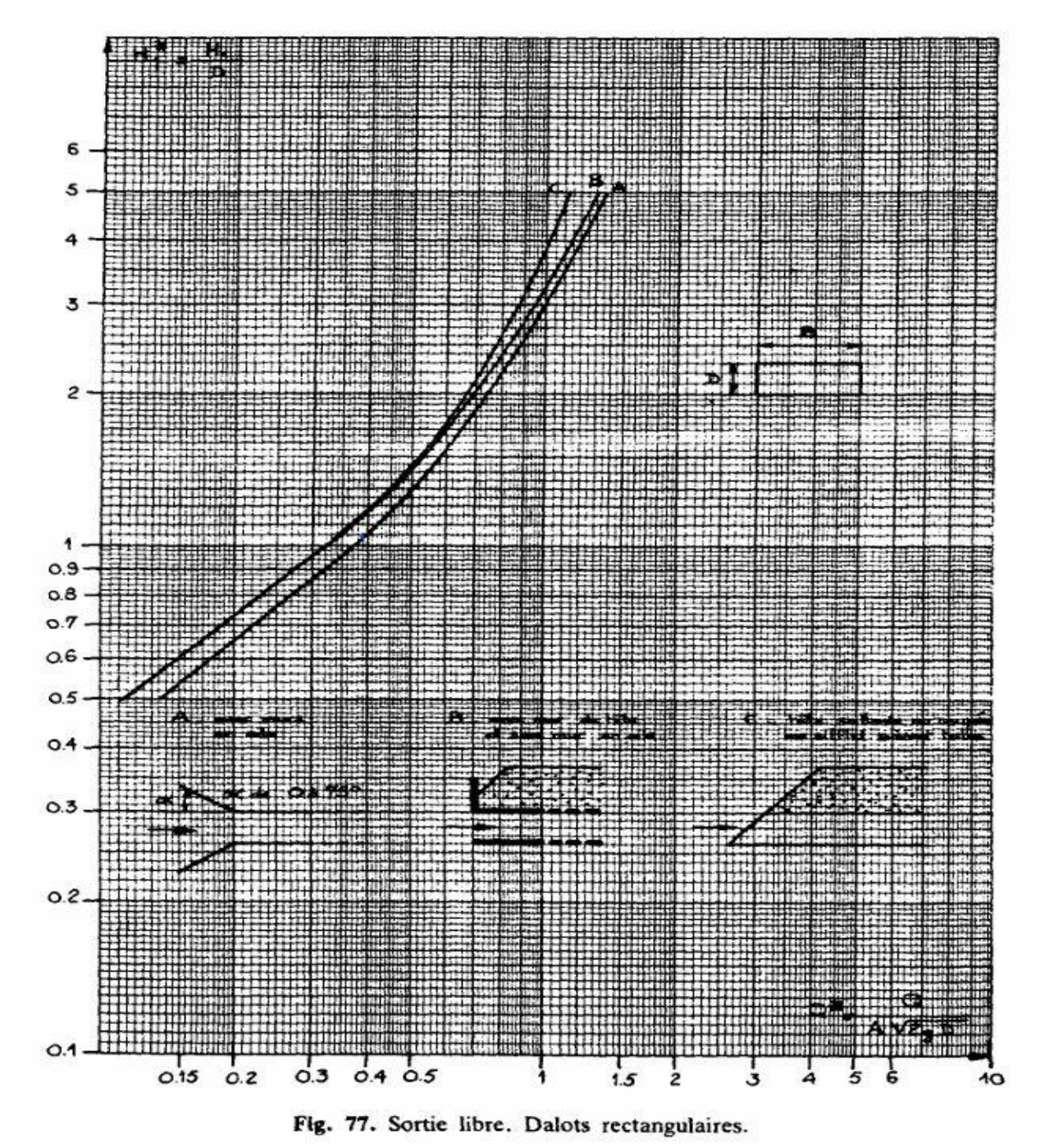


Fig. 77. Sortie libre. Dalots rectangulaires.

Figure : *sortie libre. Dalots rectangulaires (source BCEOM hydraulique Routière)*

Nous avons calculé le débit réduit à l'aide de la formule $Q^* = \frac{Q}{\sqrt{gB5}}$

l'abaque 82 du BCEOM, nous a permis de faire la lecture d I*

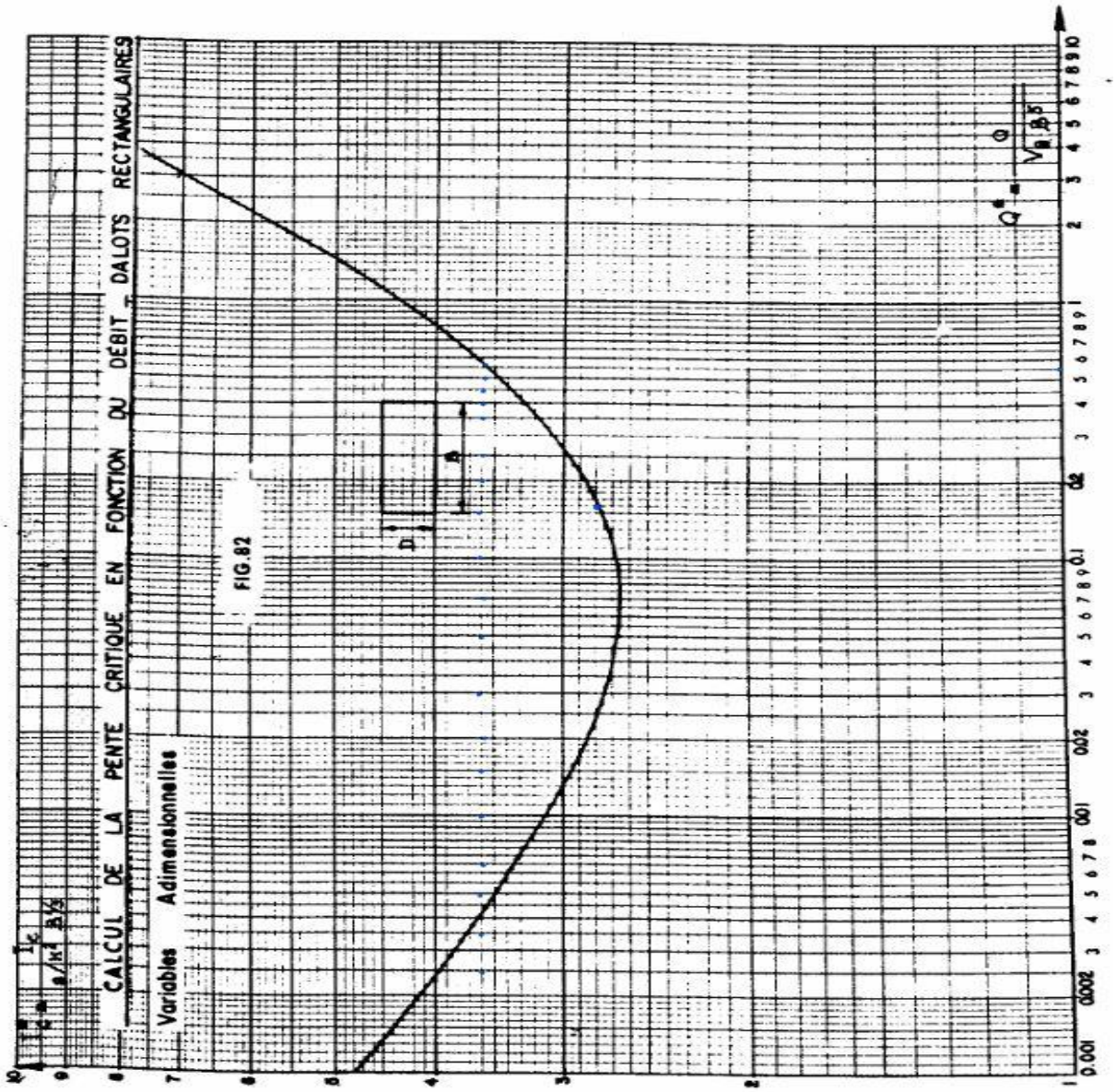


Fig. 82. Calcul de la pente critique en fonction du débit. Dalots rectangulaires.

Figure : *Abaque de pente critique Ic (source BCEOM Hydraulique routière)*

Abaque 83 nous a permis de faire la lecture de la vitesse V*

$$Q* = \frac{Q}{KB^{\frac{8}{3}}\sqrt{Ic}}$$

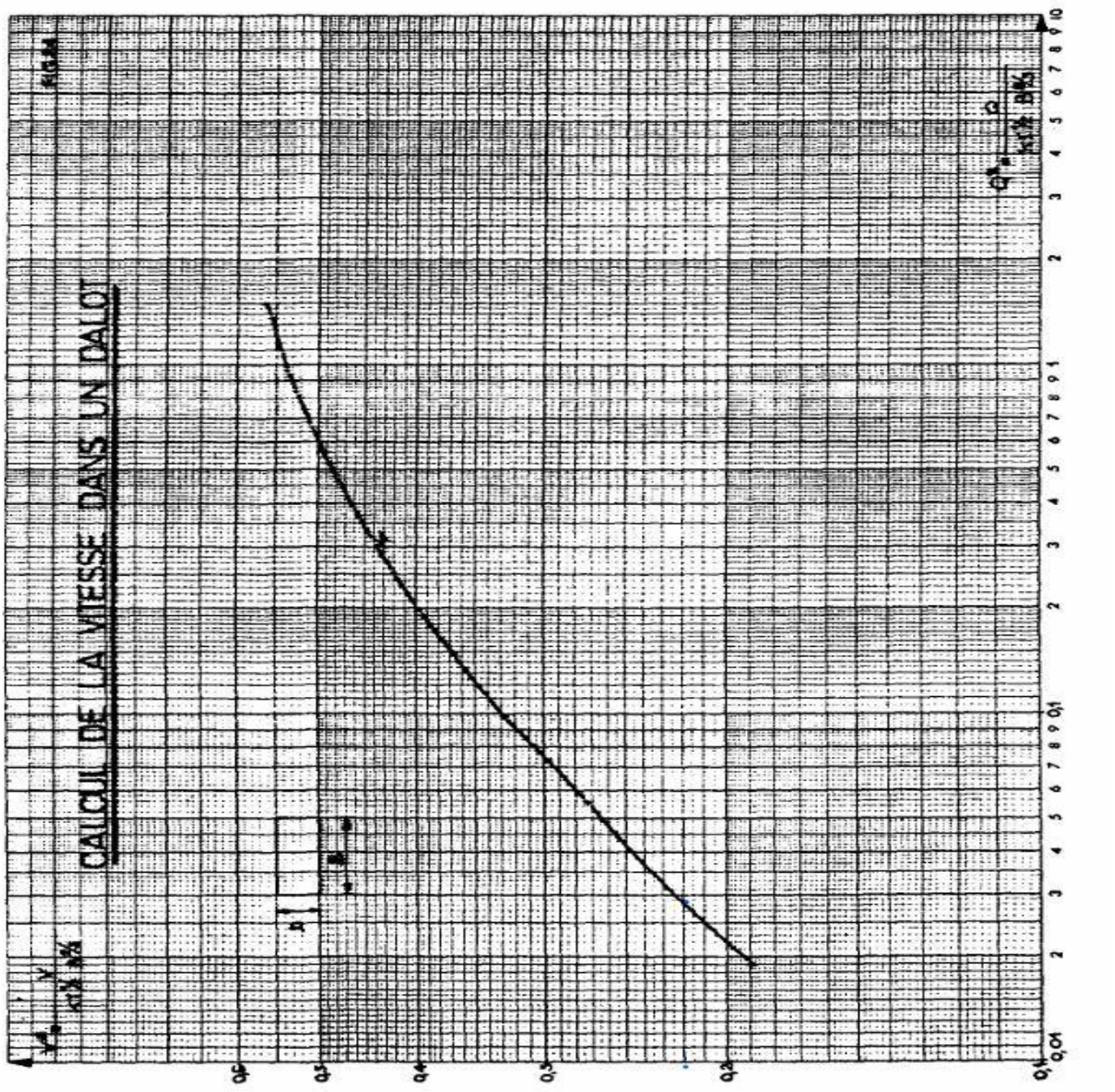


Fig. 84. Calcul de la vitesse dans un dalot.

Figure : *Abaque de calcul de vitesse dans un dalot (source BCEOM Hydraulique Routière)*

ETUDE HYDROLOGIQUE DU PONT

Pré dimensionnement hydraulique du pont

Objectif : déterminer la hauteur et la longueur de la brèche du pont

Choix de la période de retour

Nous avons retenu une période de retour de 100 ans, ce qui correspond à une durée de vie prévue pour le pont. Cette valeur est choisie car les premières études avaient déjà été réalisées sur cette base.

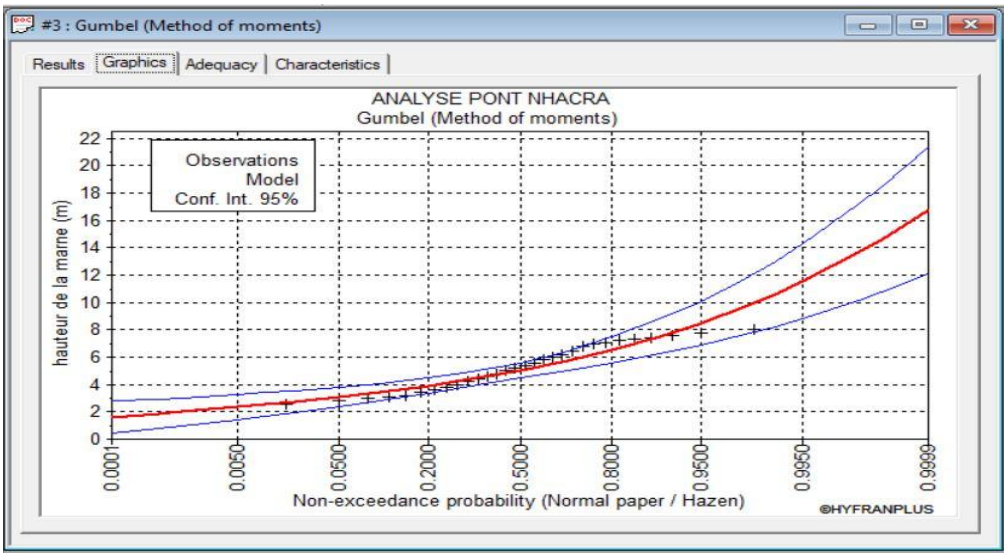
Détermination de la côte de plus hautes eaux (PHE)

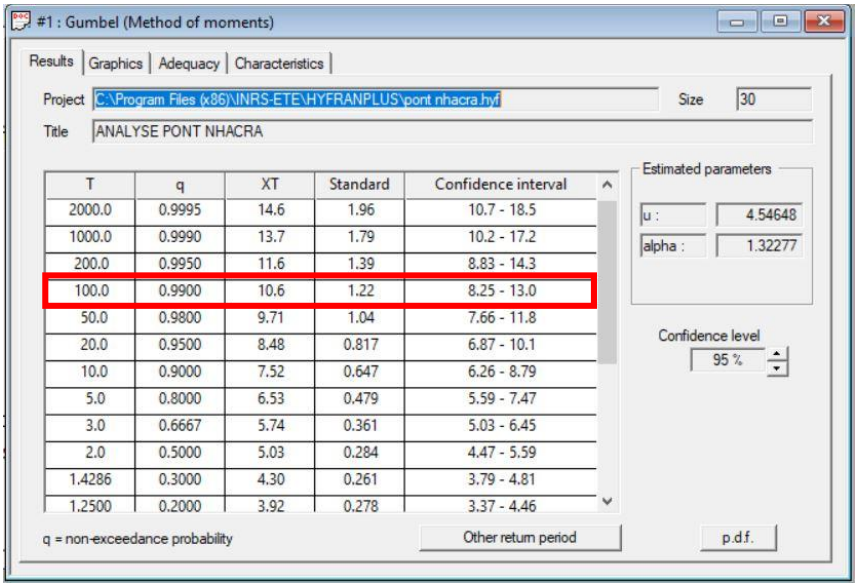
Le présent pont à construire se trouve sur une marée et connaissant les différentes côtes des hauteurs des marées au fil des années, nous allons faire une analyse fréquentielle à travers un ajustement statistique suivant la loi de Gumbel sur **Hyfran plus** pour obtenir la côte maximale des plus hautes eaux sur notre période de retour de 100 ans.

Tableau : *Données de la marée*

année	valeur de départ
2009	2,60
2008	2,80
2007	3,00
2006	3,10
2005	3,20
2004	3,40
2003	3,60
2002	3,80
2001	4,00
2000	4,20
1999	4,40
1998	4,60
1997	4,80
1996	5,00
1995	5,20
1994	5,40
1993	5,60
1992	5,80
1991	6,00
1990	6,20
1989	6,80
1988	7,00
1987	7,10
1986	7,20
1985	7,30
1984	7,40
1983	7,60
1982	7,60
1981	7,80
1980	8,00

Figure : *Résultats obtenus après l'ajustement*





T	q	XT	Standard	Confidence interval
2000.0	0.9995	14.6	1.96	10.7 - 18.5
1000.0	0.9990	13.7	1.79	10.2 - 17.2
200.0	0.9950	11.6	1.39	8.83 - 14.3
100.0	0.9900	10.6	1.22	8.25 - 13.0
50.0	0.9800	9.71	1.04	7.66 - 11.8
20.0	0.9500	8.48	0.817	6.87 - 10.1
10.0	0.9000	7.52	0.647	6.26 - 8.79
5.0	0.8000	6.53	0.479	5.59 - 7.47
3.0	0.6667	5.74	0.361	5.03 - 6.45
2.0	0.5000	5.03	0.284	4.47 - 5.59
1.4286	0.3000	4.30	0.261	3.79 - 4.81
1.2500	0.2000	3.92	0.278	3.37 - 4.46

Période de retour	**Fréquence**	**Hauteur de marée**
100 ans	0.99	10.6 m
50 ans	0.98	9.71 m
25 ans	0.95	8.48 m

Donc les plus hautes eaux peuvent aller au cours de la durée de vie jusqu'à une hauteur correspondant à la côte de : $Cote_{PHE}$ = +10.6 m

ANNEXE 5 : DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES OUVRAGES HYDRAULIQUES COURANTS (DALOTS)

Normes et règlement de calcul

- ✓ Fascicule 61 titre II du cahier des prescriptions communes (CPC)
- ✓ Sollicitations déterminées par la méthode des tranches
- ✓ Le ferraillage se fera suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé de la méthode des états limites dit règles B.A.E.L99 révisée en 99.

Hypothèses de calcul

Tableau : *Hypothèses de calcul*

Béton	**Acier**	**Sol**
• Béton B25 poids volumique $\rho = 2{,}5t/m^3$ • Contrainte de calcul du béton en compression à l'ELU $\boldsymbol{f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{1,5}}$ $\boldsymbol{f_{bu} = 14,17\ MPa}$ Avec $\theta = 1\ et\ \gamma_b = 1{,}5$ • Contrainte de calcul du béton en compression a l'ELS $\boldsymbol{\sigma_{bc} = 0,6 * 25 = 15\ MPa}$ • Dosage 350 Kg/m^3 • Facteur d'équivalence contrainte acier et béton n=15 • Fissuration considérée préjudiciable (FP) • $Resistance\ a\ la\ compressior$ $\boldsymbol{f_{c28} = 25\ MPa}$ • Résistance a la traction a 28 jours	• Nuance haute adhérence HA FeE400 • Limite d'élasticité $\boldsymbol{f_e = 400\ MPa}$ • Contrainte de calcul de l'acier $\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma s} \leftrightarrow \frac{f_e}{1,15} = 347,83\ MPa$ $\sigma_{st} = \min \frac{2}{3} * fe; \max(\frac{fe}{2}; 110\sqrt{\eta * ft28})$ $\boldsymbol{\sigma_{st} = 201,63 MPa}$ • $\eta = 1{,}6$	La masse volumique du sol est supposée égale a $\gamma = 20KN/m^3$ L'angle de frottement est fixé à 30° Le coefficient de poussée des sols est fixé à k= 0,33 La contrainte admissible du sol est de 0,20 MPa

$f_{t28} = 0,6 + 0,06 * f_{c28}$ $\leftrightarrow f_{t28} = 2,1\ MPa$ • Enrobage 3cm		

Tableau : *Classe d'exposition du béton*

	X0	XC1/XC2	XF1 XC3. XC4. XD1	XF2	XF3	XF4
E_{eff} / liant Equivalent max	-	0.65	0.60	0.55	0.55	0.45
Résistance mini	-	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Liant Eq. mini	150	260	280	300	315	340
Air mini	-	-	-	4	4	4
Additions maxi Ex : cendre volantes	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Nature ciment	-	-	-	-	-	-

Tableau : *classe d'exposition en fonction de l'environnement*

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

Tableau : *coefficient d'exposition à la carbonations*

Type d'ouvrage	**Coefficient d'exposition à la carbonatation (γ)**
Structures soumises aux hautes concentrations de CO2	**1.5**
Structures abritées contre la pluie	**1.2**
Structures particulièrement exposées à la pluie	**0.9**

Calcul d'enrobage selon le modèle de LEO : [18]
Il est obtenu à partir de la formule suivante :

$$X_{(t)} = \gamma * fHR * k * \sqrt{t}$$

$$K = \sqrt{365} * \frac{1}{2.1 * R_{c28}} - 0.06)$$

$$\boldsymbol{K = 0.5147}$$

$$f_{(HR)} = -3.5833 * (HR)^2 + 3.4833 * HR + 0.2$$

$$f_{(HR)} = -3.5833 * (0.7)^2 + 3.4833 * 0.7 + 0.2$$

$$\boldsymbol{f_{(HR)} = 0.882493}$$

$$X_{(t)} = 0.9 * 0.882493 * 0.5147 * \sqrt{10}$$

$$\boldsymbol{X_{(t)} = 1.29cm}$$

$ainsi. X_{(t)} = 1.29cm$. Pour $R_{C28} = 25\,MPa$ correspondant à une durée de vie de 10ans. Donc nous retiendrons un enrobage de $X_{(t)} = 3\ cm$.

Charges d'exploitation (surcharges routières):

• Le système de charge A

Elle correspond à une charge uniformément répartie, dont l'intensité varie en fonction de la longueur chargée L.

$$\boldsymbol{A(L) = 2.30 + \frac{360}{(L + 12)}}\ \text{(kN/m}^2\text{)}$$

La valeur obtenue est ensuite pondérée par un coefficient de réduction transversale a1 et a2.

Le tableau ci-après donne les valeurs de a1.

Etant donné que l'ouvrage est de classe I avec deux voies chargées, donc nous prendrons le coefficient a_1 est égal à 1. Pour les grandes longueurs chargée $a_1 A(L)$ est limitée par :

(4 - 0.002L) en kN/m².

De sorte que la densité de charge effective q(L) soit mise sous la forme :

q(L) = Sup {a_1A(L) ; (4 - 0.002L)} en kN/m².

La valeur de calcul de la surcharge A vaut alors :

$Q_A = \Upsilon q * a_2 * q(L)$. $\Upsilon q = 1.2$ à l'ELS

v_0 et $\Upsilon q = 1.61$ à l'ELU. Le coefficient a_2 est défini par :

$a2 = \frac{V0}{V}$. V étant la largeur d'une voie et V0 ayant les valeurs suivantes :

3.5 m pour les ponts de première classe

3.0 m pour les ponts de deuxième classe

2.75 m pour les ponts de troisième classe

Dans le cadre de notre étude la valeur de v est égale à 3.5m.

Etant donné que notre ouvrage appartient à la classe I. V_0=3.5.

Nous obtiendrons une valeur de $a2 = \frac{3.5}{3.5} = 1$.

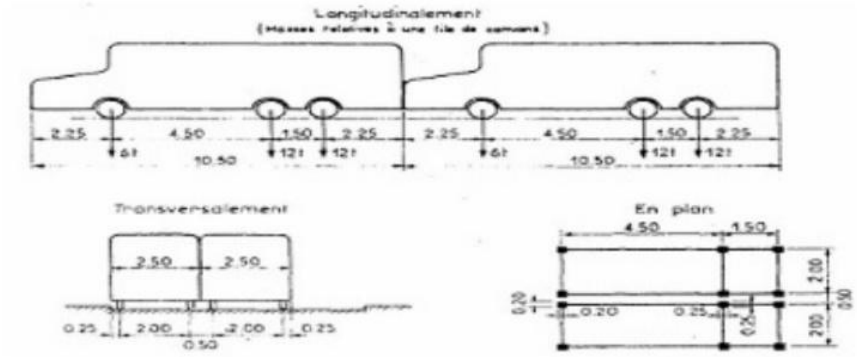


Tableau : *Sous-système Bc*

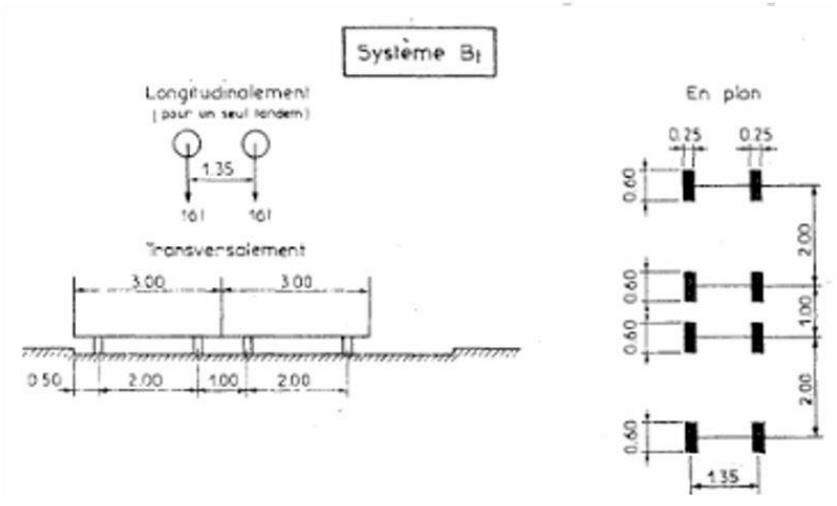
Sous-système Bc pour 3 voies chargées			
Données de base			
Symbole	Désignation		Valeur
S_{Bc}	Poids total des essieux qui s'applique sur l'ouvrage (120 *2) * 3)		720 KN
Gt	Charge permanente du tablier		20.7 kN/m²
Gr	Charge permanente du radier		30 KN/m²
bc	Coefficient de pondération du système Bc		0.95
Lr	Largeur roulable		11 m
a	Largeur de la cellule		2.00 m
e	Epaisseur de la cellule		30 cm
Charge d'exploitation liée au sous-système Bc			
Désignation	Application Latérales	Application numérique	Résultats obtenues
Surface d'encombrement	$S_c = largeur\ suivant\ X * largeur\ suivant\ y$	$S_c = (1.5 + 0.25) * (2x3 + 2 * 0.5 + 0.25)$	$12.6875\ m^2$
Charge surfacique	$P = \frac{S_{Bc}}{Sc}$	$P = \frac{720}{12.6875}$	$56.749\ KN/m^2$
Ensemble des Charge permanente sur le tablier	G= Gt* surface du tablier Avec : Surface tablier = Lr x (2 *a + e)	G =20.7*(11*(2*2 + 0.3))	$980.2452 KN/m^2$
Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.21
Q_{bc} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} *$ bc $* \gamma_q$	$Q_{bc} = 56.749 * 1.21 * 0.95 * 1.2$	$78.27\ KN/m^2$
Q_{bc} à $l'ELU$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} *$ bc $* \gamma_q$	$Q_{bc} = 56.749 * 1.21 * 0.95 * 1.61$	$105.025 KN/m^2$
Ensemble des charges de répartition sur le radier	$G = G_r * l_r * (2 * a + e)$	$G = 30 * (11 * (2 * 2 + 0.3)$	$1419 KN/m^2$

Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.19
Q_{bt} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 56.749 * 1.19 * 0.95 * 1.2$	$76.985 KN/m^2$
Q_{bt} à $l'ELU$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 56.749 * 1.19 * 0.95 * 1.61$	$103.289 KN/m^2$

Le sous-système Bt

Il comprend deux essieux de 16t (160KN) tous deux à roues simple.

La figure ci-après présente le système Bt.



Masse portée par essieu =16t distance des 2 essieux 1.35m

Distance d'axe en axe de 2 roues d'un essieu =2m.

La surface d'impact de chaque roue de 8t (80 KN) est un rectangle de 0.60m transversal x0.25m longitudinal. Chaque tandem est supposé rouler dans l'axe d'une bande longitudinale de 3 m de large. Pour les ponts à une voie, un seul tandem est disposé pour le calcul. Pour les ponts à 2 voies ou plus, deux tandems au plus sont disposés de front. Les 2 bandes longitudinales pouvant être contigües ou séparées de façon à obtenir l'effet plus défavorables de l'élément considéré. La disposition des bandes longitudinales par rapport aux bords de la largeur chargeable (Lc) ou roulable (Lr) respecte les mêmes règles que les camions Bc. Les sollicitations sous chargement du convoi sont pondérées par un coefficient bc, exprimé en fonction de la classe du pont :

Classe du pont	Première.	Deuxième.
Coefficient	1.0	0.9

Tableau : Sous système Bt

	Sous-système Bt pour 3 voies chargées		
	Données de base		
Symbole	Désignation		Résultat obtenu
S_{Bc}	Poids total des essieux qui s'applique sur l'ouvrage (160 *2*3)		960
Gt	Charge permanente du tablier		20.7 kN/m²
Gr	Charge permanente du radier		30 KN/m²
bt	Coefficient de pondération du système Bt		1
Lr	Largeur roulable		11
a	Largeur de la cellule		2
e	Epaisseur de la cellule		0.3
Charge d'exploitation liée au sous-système Bt			
Surface d'encombrement	$S_c = largeur\ suivant\ X * largeur\ suivant\ y$	$S_c = (1.35 + 0.25)x(2 + 1 + 2 + 0.60)$	8.96 m^2
Charge surfacique	$P = \frac{S_{Bc}}{Sc}$	$P = \frac{960}{8.96}$	107.1428 KN/m^2
Ensemble des Charge permanente sur le tablier	$G = G_t * surface\ du\ tablier$ Avec : Surface tablier = Lr x (2 *a + e)	$G = 20.7 * (11(2 * 2 + 0.3))$	980.2452KN/m^2
Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.24
Q_{bt} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bt * \gamma_q$	$Q_{bt} = 107.1428 * 1.24 * 1 * 1.2$	159.428KN/m^2
Q_{bt} à $l'ELU$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bt * \gamma_q$	$Q_{bt} = 107.1428 * 1.24 * 1 * 1.61$	213.899 KN/m^2
Ensemble des charge de répartition des sur le radier	$G = G_r * l_r * (2 + a * e)$	$G = 30 * (11 * (2 * 2 + 0.3))$	1419 KN/m^2

Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.21
Q_{bt} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bt * \gamma_q$	$Q_{bt} = 107.1428 * 1.21 * 1 * 1.2$	$155.5713\ KN/m^2$
Q_{bt} à $l'ELU$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bt * \gamma_q$	$Q_{bt} = 107.1428 * 1.21 * 1 * 1.61$	$208.7249 KN/m^2$

Convoi Mc120

Il comporte 2 chenilles et est décrit comme suit :
Masse Totale : 110t
Longueur d'une chenille : 6.10 m
Largeur d'une chenille : 1.00 m
Distance entre axe des 2 chenilles : 3.3 m

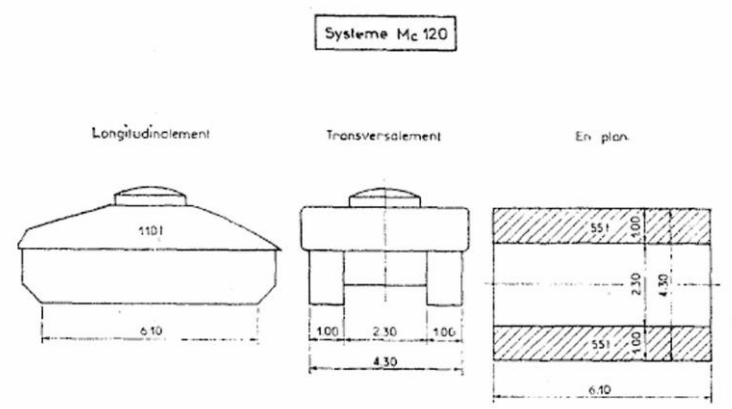


Tableau : Sous système Mc120

Sous système Mc120			
Symbole	Désignation		Résultat obtenu
S_{Bc}	Poids total des essieux qui s'applique sur l'ouvrage (550*2)		1100 KN/m²
Gt	Charge permanente du tablier		20.7 kN/m²
Gr	Charge permanente du radier		30 KN/m²
bt	Coefficient de pondération du système Bc		1
Lr	Largeur roulable		11
a	Largeur de la cellule		2
e	Epaisseur de la cellule		0.3
Surface d'encombrement	$S_c = largeur\ suivant\ X * largeur\ suivant\ y$	$S_c = (4.3 * 6.1)$	$26.23\ m^2$
Charge surfacique	$P = \frac{S_{Bc}}{Sc}$	$P = \frac{1100}{Sc}$	$41.94\ KN/m^2$
Charge permanente	$G = G_t * surface\ du\ tablier$ Avec : Surface tablier = Lr x (2 *a + e)	$G = 20.7 * (11(2 * 2 + 0.3))$	$980.2452 KN/m^2$
Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.25
Q_{bt} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 41.94 * 1.25 * 1 * 1.2$	$62.91\ KN/m^2$
Q_{bt} à $l'ELU$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 41.94 * 1.25 * 1 * 1.61$	$84.40 KN/m^2$
Ensemble des charges de répartition sur le radier	$G = G_t * l_r * (2 * a + e)$	$G = 30 * (11 * (2 * 2 + 0.3))$	$1419\ KN/m^2$

Coefficient de majoration dynamique	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	$\delta_{bc} = 1 + \left(\frac{0.4}{1 + 0.2 * lr}\right) + \left(\frac{0.6}{1 + (4 * \frac{G}{S_{Bc}})}\right)$	1.22
Q_{bt} à $l'ELS$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 41.94 * 1.22 * 1 * 1.2$	$61.40 KN/m^2$
Q_{bt} à $l'EL$	$Q_{bt} = P * \delta_{bc} * bc * \gamma_q$	$Q_{bt} = 41.94 * 1.22 * 1 * 1.61$	$82.378 KN/m^2$

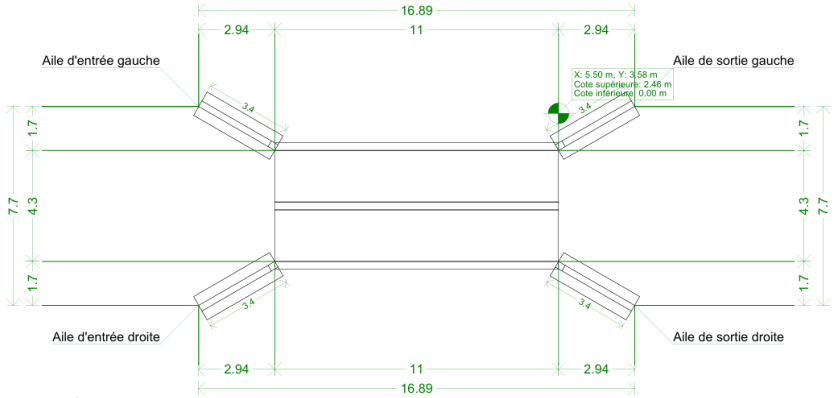
Etude de dimensionnement d'un dalot par le logiciel CYPE CAD

Le logiciel Cype CAD, est un programme utilisé pour faire des calculs sur des éléments d'une structure, comme ceux en béton armé ou métallique. Il permet d'établir des plans avec les dimensions etles sections d'acier. Il fournit également un rapport incluant les données utilisées et les résultats de calculs.

1.- 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.- GÉOMÉTRIE



Plan supérieur module: Par gabarit (1.50 m)

MODULE

Épaisseurs	Piédroits: 30 cm Tablier/radier: 30 cm
Cellule 1	Mesure de la portée: Perpendiculairement à la paroi gauche Portée à l'entrée: 200 cm Portée en sortie: 200 cm
Mur intermédiaire	Épaisseur: 30 cm

MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Longueur totale: 3.40 m
Longueur supérieure: 0.30 m
Épaisseur en extrémité: 0.50 m
Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur: 0.25 m
Épaisseur de la semelle: 0.45 m
Débords semelle:
- Arrière: 0.40 m
- Avant: 0.40 m

MUR EN AILE D'ENTRÉE DROITE

Longueur totale: 3.40 m
Longueur supérieure: 0.30 m
Épaisseur en extrémité: 0.50 m
Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur: 0.25 m
Épaisseur de la semelle: 0.45 m
Débords semelle:
- Arrière: 0.40 m
- Avant: 0.40 m

MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE

Longueur totale: 3.40 m
Longueur supérieure: 0.30 m
Épaisseur en extrémité: 0.50 m
Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur: 0.25 m
Épaisseur de la semelle: 0.45 m
Débords semelle:
- Arrière: 0.40 m
- Avant: 0.40 m

MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Longueur totale: 3.40 m
Longueur supérieure: 0.30 m
Épaisseur en extrémité: 0.50 m
Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur: 0.25 m
Épaisseur de la semelle: 0.45 m
Débords semelle:
- Arrière: 0.40 m
- Avant: 0.40 m

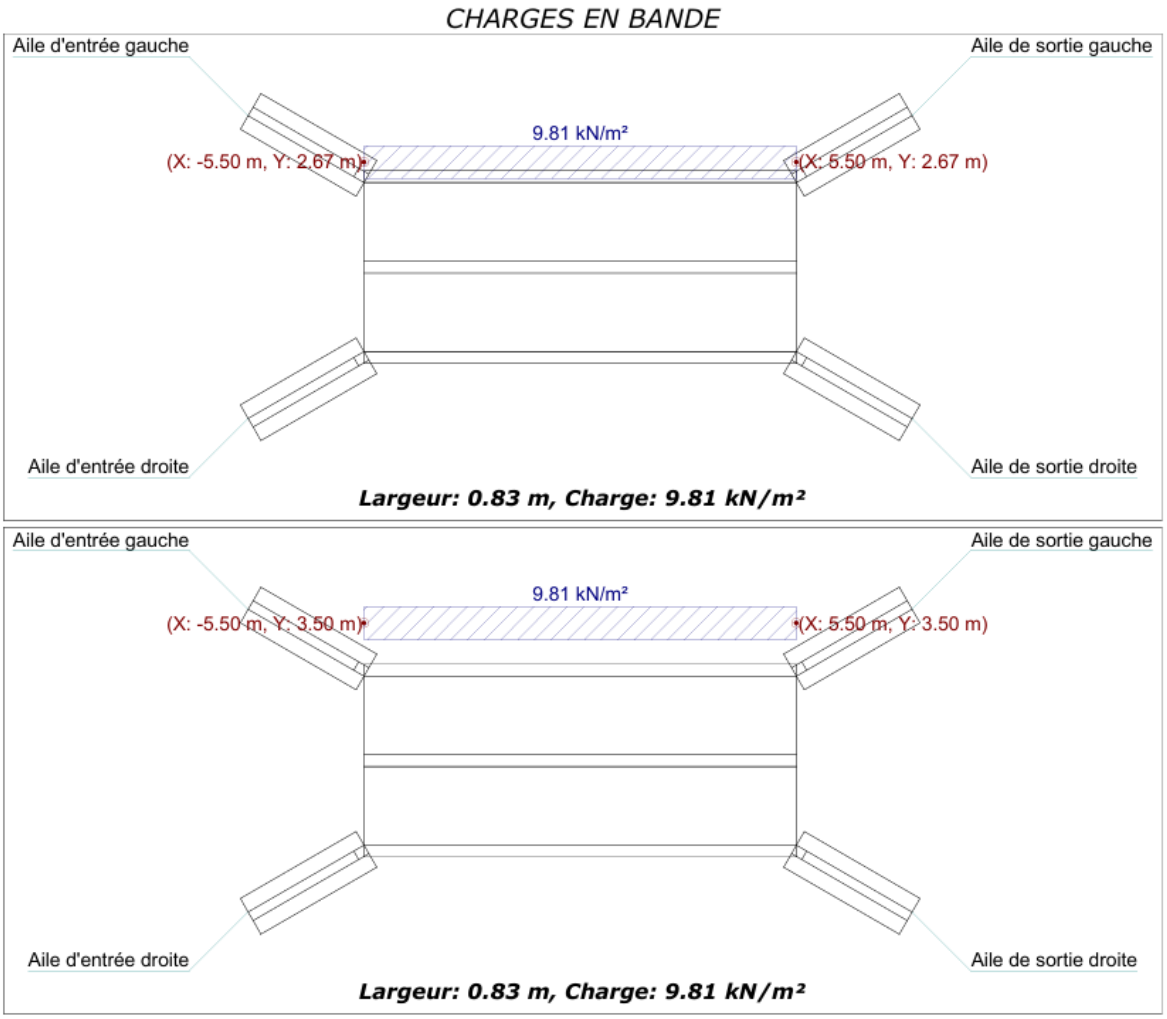
3.- TERRAINS

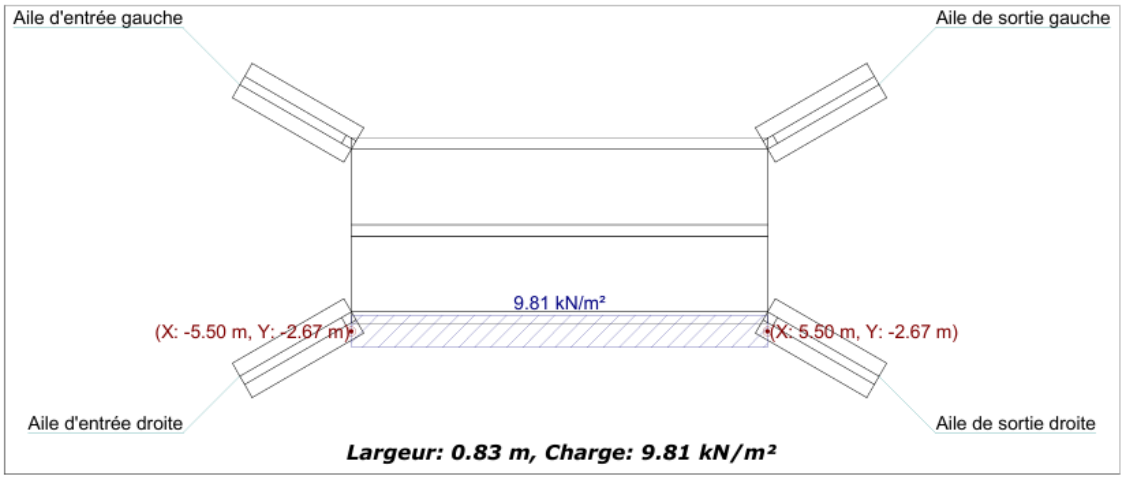
Module de réaction: 90000.0 kN/m³
Contrainte admissible sol d'assise: 200.00 kN/m²
Poids volumique: 20.0 kN/m³
Angle de frottement interne: 37 degrés
Cohésion: 0.00 kN/m²
Pourcentage de frottement terrain-mur: 0 %
Angle de transmission des charges: 45 degrés

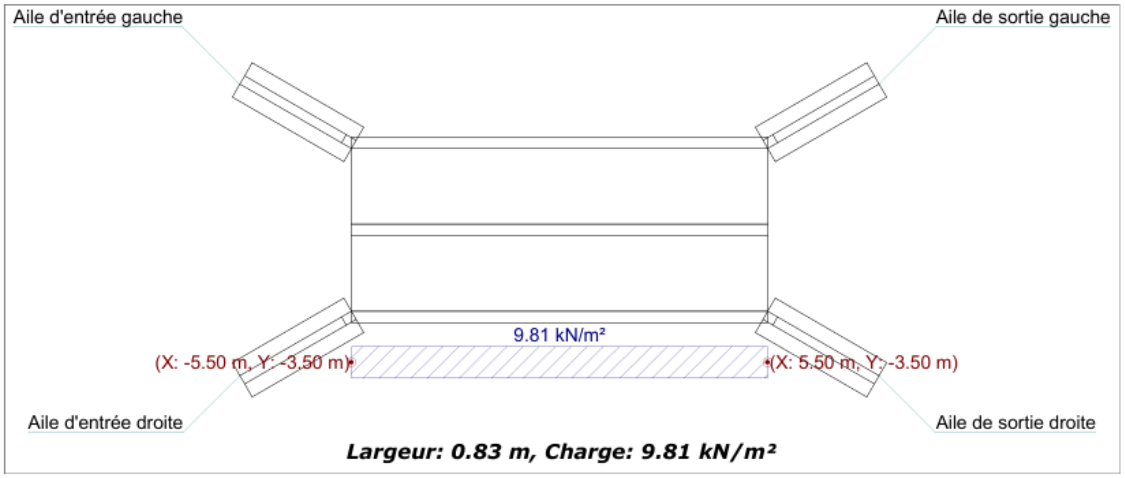
4. -ACTIONS

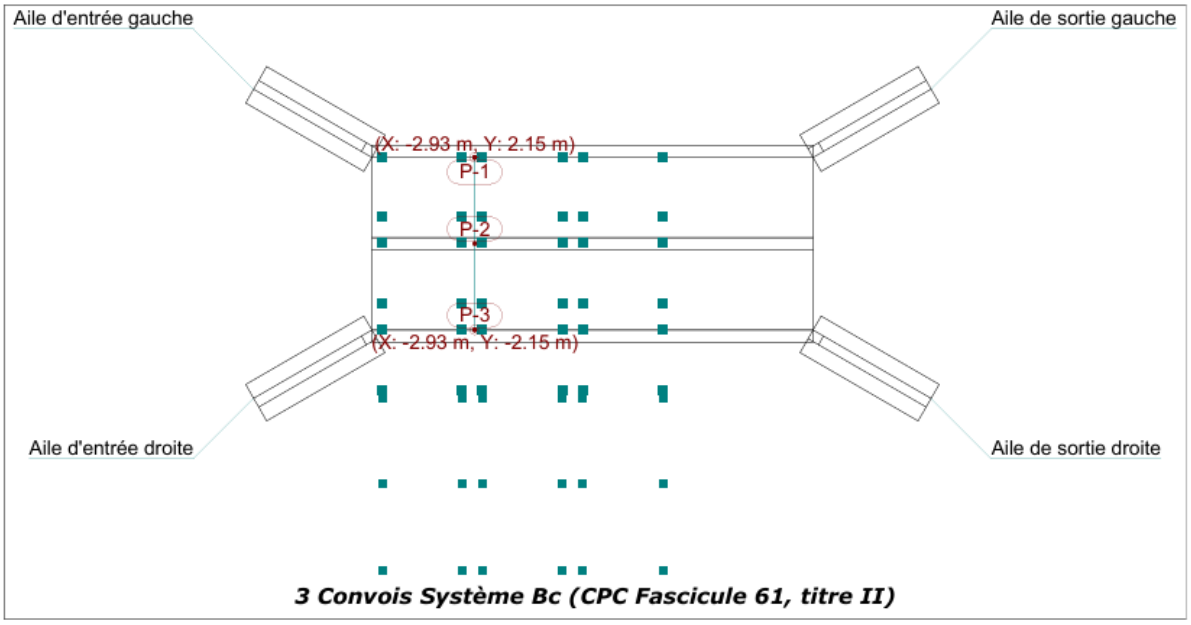
Surcharge uniforme supérieure : 100 KN/m^2
Sans surcharge inferieure
Surcharge hydraulique

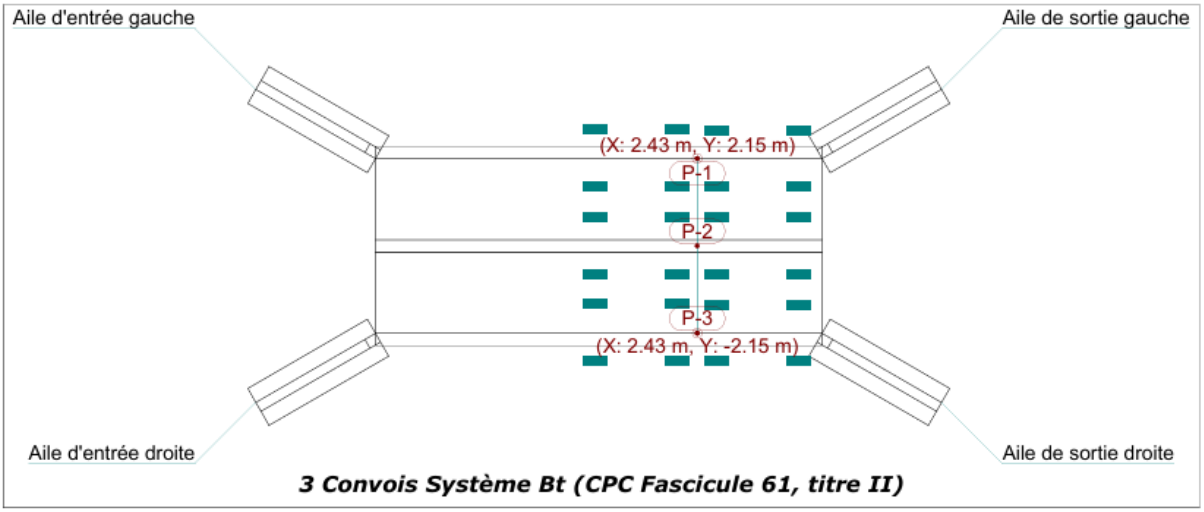
CHARGE EN BANDE


CHARGES EN BANDE
Aile d'entrée gauche
Aile de sortie gauche
9.81 kN/m²
(X: -5.50 m, Y: 2.67 m)
(X: 5.50 m, Y: 2.67 m)
Aile d'entrée droite
Aile de sortie droite
Largeur: 0.83 m, Charge: 9.81 kN/m²
Aile d'entrée gauche
Aile de sortie gauche
9.81 kN/m²
(X: -5.50 m, Y: 3.50 m)
(X: 5.50 m, Y: 3.50 m)
Aile d'entrée droite
Aile de sortie droite
Largeur: 0.83 m, Charge: 9.81 kN/m²


Aile d'entrée gauche
Aile de sortie gauche
9.81 kN/m²
(X: -5.50 m, Y: -2.67 m)
(X: 5.50 m, Y: -2.67 m)
Aile d'entrée droite
Aile de sortie droite
Largeur: 0.83 m, Charge: 9.81 kN/m²

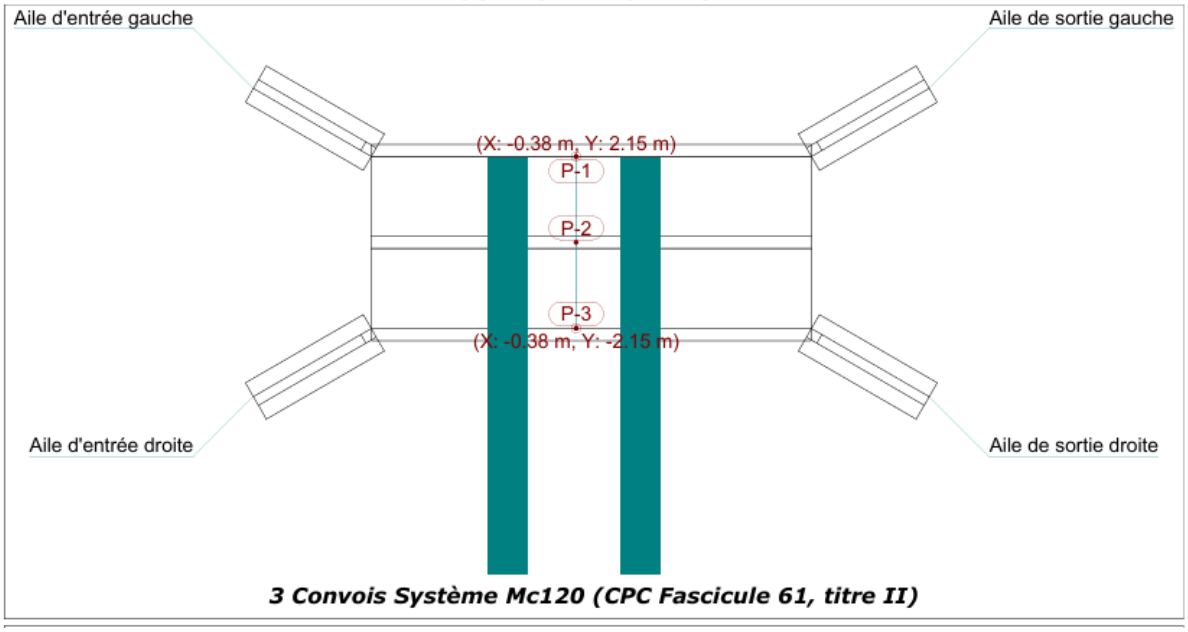

Aile d'entrée gauche
Aile de sortie gauche
9.81 kN/m²
(X: -5.50 m, Y: -3.50 m)
(X: 5.50 m, Y: -3.50 m)
Aile d'entrée droite
Aile de sortie droite
Largeur: 0.83 m, Charge: 9.81 kN/m²


Aile d'entrée gauche
Aile de sortie gauche
(X: -2.93 m, Y: 2.15 m)
P-1
P-2
P-3
(X: -2.93 m, Y: -2.15 m)
Aile d'entrée droite
Aile de sortie droite
3 Convois Système Bc (CPC Fascicule 61, titre II)



3 Convois Système Bt (CPC Fascicule 61, titre II)

CONVOI DE CHARGE



3 Convois Système Mc120 (CPC Fascicule 61, titre II)

5.- METHODE DE CALCUL

Le modèle de calcul utilisé consiste en éléments fins triangulaires du type lamelle épaisse tridimensionnelle, qui considère la déformation par l'effort tranchant. Chaque élément est constitué de six nœuds, aux sommets et aux milieux des côtes, avec six degrés de liberté chacun. Le maillage du pont-cadre est réalisé en fonction de ses dimensions (épaisseur et portée). Sur chaque nœud, après une analyse élastique et linéaire, huit efforts sont obtenus, avec lesquels la section de béton et l'armature sont dimensionnées et vérifiées. À partir des déplacements sont vérifiés la flèche, les pressions sur le terrain, le soulèvement du radier, etc

MODULE

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA12e=20, crosse=55cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=20, crosse=55cm
	Inférieur	Longitudinal	HA12e=20, crosse=55cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=20, crosse=55cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA12e=15, crosse=55cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=15, crosse=55cm
	Supérieur	Longitudinal	HA12e=15, crosse=55cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=15, crosse=15cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA10e=15, crosse=25cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=25 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=55cm
	Avant	Vertical	HA10e=15, crosse=15cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=25 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=45cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA10e=15, crosse=25cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=30 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=55cm
	Avant	Vertical	HA10e=15, crosse=15cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=25 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=45cm
Mur intermédiaire	Gauche	Vertical	HA10e=15, crosse=15cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=45cm
	Droite	Vertical	HA10e=15, crosse=11cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HA10e=15, crosse=45cm

MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Armature horizontale: HA10e=20 Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure: HA12e=20, crosse=13cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA10e=15 - Recouvrement =0.45m - Crosse =40cm - Ancrage face supérieure =0.15m Armature verticale avant: HA10e=15 - Recouvrement =0.35m - Crosse =40cm - Ancrage face supérieure =0.15m	Transversal inférieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm Transversal supérieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm

MUR EN AILE D'ENTRÉE DROITE

Armature horizontale: HA10e=20 Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA12e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA10e=15 - Recouvrement =0.45m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.15m Armature verticale avant: HA10e=15 - Recouvrement =0.35m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.15m	Transversal inférieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm Transversal supérieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm

MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE

Armature horizontale: HA10e=20 Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA12e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA10e=15 - Recouvrement =0.45m - Crosse =50cm - Ancrage face supérieure =0.15m Armature verticale avant: HA10e=15 - Recouvrement =0.35m - Crosse =50cm - Ancrage face supérieure =0.15m	Transversal inférieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm Transversal supérieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm

MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Armature horizontale: HA10e=20 Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA12e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA10e=15 - Recouvrement =0.45m - Crosse =50cm - Ancrage face supérieure =0.15m Armature verticale avant: HA10e=15 - Recouvrement =0.35m - Crosse =50cm - Ancrage face supérieure =0.15m	Transversal inférieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm Transversal supérieur: HA12e=20 -Longueur crosse arrière=15cm -Longueur crosse avant=15cm

Annexe ouvrage longitudinaux (Caniveau) :

Dimensionnement des caniveaux

Hypothèse de calcul

Norme et règlement de calcul :

- ✓ Fascicule 61 titre II du cahier des prescriptions communes (CPC)
- ✓ Sollicitations déterminées par la méthode des tranches
- ✓ Le ferraillage se fera suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé de la méthode des états limites dit règles B.A.E.L 99 révisée en 99.

CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

Béton	Acier	Sol
• Béton B25 poids volumique $\rho = 2{,}5t/m^3$ • Contrainte de calcul du béton en compression à l'ELU $$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{1,5}$$ $$f_{bu} = 14,17\ MPa$$ Avec $\theta = 1\ et\ \gamma_b = 1{,}5$ • Contrainte de calcul du béton en compression a l'ELS $$\sigma_{bc} = 0,6 * 25 = 15\ MPa$$ • Dosage 350 Kg/m^3 • Facteur d'équivalence contrainte acier et béton n=15 • Fissuration considérée préjudiciable (FP) • Résistance à la compression à 28 jours $$f_{c28} = 25\ MPa$$ • Résistance à la traction à 28 jours $$f_{t28} = 0,6 + 0,06 * f_{c28}$$	• Nuance haute adhérence HA FeE400 • Limite d'élasticité $f_e = 400\ MPa$ • Contrainte de calcul de l'acier $$\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma s} \leftrightarrow \frac{f_e}{1,15} = 347,83\ MPa$$ $$\sigma_{st} = \min\frac{2}{3} * fe; \max(\frac{fe}{2}; 110\sqrt{\eta * ft28})$$ $$\sigma_{st} = 201,63 MPa$$ • $\eta = 1{,}6$	La masse volumique du sol est supposée égale a $\gamma = 20KN/m^3$ L'angle de frottement est fixé à 30°C Le coefficient de poussée des sols est fixé à k= 0,33 La contrainte admissible du sol est de 0,20 MPa

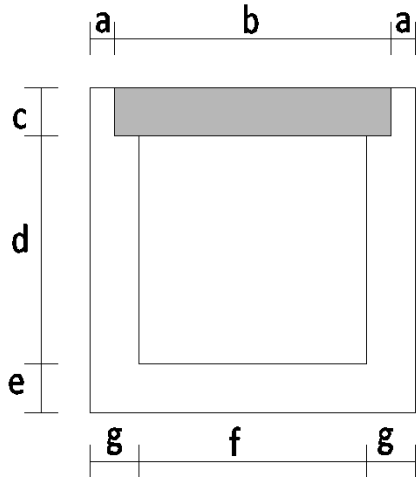
Béton	Acier	Sol
$f_{t28} = 2,1\ MPa$ • Enrobage 3cm		

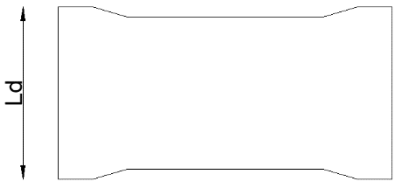
Cas de chargement étudiés

Dallette : considérées comme une dalle pleine, elle sera étudiée comme soumise à une roue de 6T en stationnement.

Piédroit et voile : soumis aux efforts transmis par la dallette et aux poussées induites par une roue de 10T stationnée à fleur avec la paroi du piédroit,

Radier : étudie sous les efforts qui lui sont transmise par le voile et par la réaction du sol.

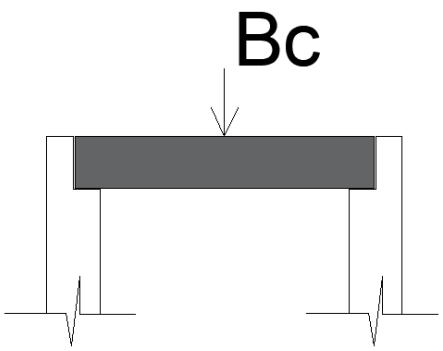




Epaisseur de la lèvre de feuillure	a	0,10	m
Portée de la dallette	b	1,60	m
Epaisseur de la dallette	c	0,20	m
Hauteur libre du caniveau	d	1,40	m
Epaisseur de radier	e	0,20	m
Ouverture du caniveau	f	1,40	m
Epaisseur du voile	g	0,20	m
Redan de la feuillure	(g-a)	0,10	m
Largeur d'une dallette	Ld	0,50	m

Calcul de la dallette

Cette étude consiste à vérifier la résistance de la dallette lorsqu'une seule roue de 6T est posée dessus.



Estimation des charges (G)

Poids volumique du béton : 25T/m^3

Charges d'exploitation (Q)

Poids total en charge d'un camion de 3 essieux PTCA= 32 tonnes : B c = 60 KN

Calcul des sollicitations

- **Poids propre de la dallette**

$$\boldsymbol{P_d = ed * \gamma b * b}$$

$$\boldsymbol{P_d = 0,20 * 25 * 1,40 = 7KN/ml}$$

Moment due au poids de la dallette

$$MPd = Pd\frac{(b - 2 * g)^2}{8}$$

$$MPd = 7 * \frac{(1{,}40 - 2 * 0{,}10)^2}{8} = 1{,}26\ KN.m$$

Moment due à la charge Bc

$$MBc = Bc\frac{(b - 2 * g)}{4}$$

$$MBc = 60 * \frac{(1{,}4 - 2 * 0{,}10)}{4} = 18KN.m$$

- **Combinaison des charges**

A l'ELU

$$Mu = 1{,}35\ MPd + 1{,}35 * MBc$$

$$Mu = 1{,}35 * 1{,}26 + 1{,}5 * 18 = \boldsymbol{28,701KN.m}$$

A l'ELS :

$$Mser = MPd + MBc = 1{,}26 + 18$$

$$\boldsymbol{Mser = 19,26\ KN.m}$$

- **Détermination de la section d'acier**

A l'ELU

Calcul de μ_u:

$$\mu_u = \frac{Mu}{b0 * d^2 * fbu}\ ;$$

Avec b0=1m ; d=0,9*h (0,9*0,2= 0,18m)

$$\mu_u = \frac{0{,}028701}{1 * 0{,}18^2 * 14{,}17} = 0{,}0625$$

On a $\mu_{AB} = d'ou\ \mu_u 0,0625 < 0,186\ \mu_{AB}$

donc nous sommes en zone de pivot A

$$\alpha u = 1{,}25 * (1 - \sqrt{1} - 2 * \mu_u)$$

$$\alpha u = 1{,}25 * \left(1 - \sqrt{1} - 2 * 0{,}0625\right) = 0{,}065$$

$$Zu = 0{,}18 * (1 - 0{,}4 * \alpha u)$$

$$Zu = 0{,}18 * (1 - 0{,}4 * 0{,}065) = 0{,}17m$$

- **Calcul de la section (Ast) :**

$$A_{st} = \frac{Mu}{Zu * fsu}$$

$$A_{st} = \frac{0{,}028701}{0{,}17 * 347{,}83} = 4{,}85m^2$$

Avec $A_{stmin} = 0{,}23b0d\frac{f_{t28}}{f_e}$

$$A_{stmin} = 0{,}23 * 1 * 0{,}18 * \frac{2{,}1}{400} = 2{,}17\ cm^2$$

Vérification a l'ELS :

$$\alpha_{ser} = \frac{n * \sigma bc}{n * \sigma bc * \sigma s}$$

$$\alpha_{ser} = \frac{15 * 15}{15 * 15 * 201{,}63} = 0{,}527$$

- **Calcul de la fibre neutre :**

$$y_{ser} = \alpha_{ser} * d = 0{,}527 * 0;18 = 0{,}095m$$

- **Calcul du moment résistant (Mserb) :**

$$Mserb = \frac{1}{2} * \sigma bc * b0 * d^2 * \alpha ser\left(1 - \frac{1}{3}\alpha ser\right)$$

$$Mser = \frac{1}{2} * 15 * 1 * 0{,}18^2 * 0{,}527\left(1 - \frac{1}{3}0{,}527\right) = 0{,}11\ MN,m$$

Mserb > Mser donc pas d'aciercomprimés

$$Zser = \left(1 - \frac{1}{3} * \alpha ser\right) = Zser = \left(1 - \frac{1}{3} * 0{,}527\right) = 0{,}15\ m$$

- **Calcul de la section (Ast) :**

$$Ast = \frac{Mser}{Zser * \sigma s}$$

$$Ast = \frac{0{,}01926}{0{,}15 * 201{,}63} = 6{,}37 cm^2$$

- **Condition de non fragilité**

$$Asmin = 0{,}23 * b * d * \frac{ft28}{fe}$$

$$Asmin = 0{,}23 * 1{,}4 * 0{,}18 * \frac{2{,}1}{400} = 3{,}04 cm^2$$

$$\boldsymbol{Asmin = 3{,}04 cm^2 < Ast}$$

$$\boldsymbol{donc\ nous\ prenons\ Ast\ comme\ section\ d'acier},$$

Nous considérons cependant la section d'acier à l'ELS pour le ferraillage de la dallette, L'épaisseur de la dallette égale à 20 cm donc nous disposons de deux nappes de ferraillage

$$\frac{Ast}{nappe} = \frac{6{,}37}{2} = 3{,}19 cm^2$$

- **Choix des aciers :**

Nous convenons de prendre 5HA10 avec une section de 3,93 cm² équilibrant la section théorique de 3,19cm²

Espacement $S_t = (b0 - ((1 * Nbr) + en * 2)))/Nbr - 1)$

$$S_t = \frac{100 - ((1\ * 5) + 3 * 2)}{5 - 1} = 22{,}25\ cm, on\ prendra\ S_t = 20cm$$

- **Acier de répartition :**

$$\boldsymbol{Ar = \frac{As}{3}} = \frac{3{,}19}{3} = 1{,}06 cm^2$$

$$nous\ convenos\ de\ prendre\ 5HA8\ totalisant\ une\ section\ de\ 2{,}51 cm^2,$$
$$équilibrant\ la\ section\ théorique\ de\ 1{,}06\ cm^2$$
$$S_t = 20cm$$

CALCUL DES PIEDROITS

- **Le poids propre de la dallette sur piédroit :**

$$P_{pd} = \frac{Pd}{2} = \frac{7}{2} = 3{,}5\ KN/ml$$

- **Effort d'une roue sur le piédroit :**

$$P_{pd}Bc = \frac{Bc}{2} = \frac{60}{2} = 30KN/ml$$

- **Poids propre du piédroit :**

$$P_{pdt} = \gamma b * h(h * e + a * e) * 1ml$$

$$P_{pdt} = 25 * (1{,}40 * 0{,}20 + 0{,}10 * 0{,}20) = 7{,}02\ KN/ml$$

- **Poussée des terres :**

$$P_t = 0{,}5 * \gamma sol * Ka * (h + e)^2$$

$$P_t = 0{,}5 * 20 * 0{,}33 * (1{,}4 + 0{,}20)^2 = 8{,}44KN/ml$$

- **Surcharge sur le remblai :**

$$q = Ka * \gamma q * (h + e)$$

$$q = 0{,}33 * 10 * (1{,}4 + 0{,}2) = 5{,}28\ KN/ml$$

- **Calcul des sollicitations à l'ELS :**
- **Calcul de Nser :**

$$N_{ser} = P_{pd} + P_{pd}Bc + P_{pdt} + Pt$$

$$N_{ser} = 3{,}5 + 30 + 7{,}02 + 8{,}44 = 48{,}96\ KN/ml$$

- **Calcul de Mser :**

$$M_{ser} = \frac{Pt * h^2}{3} + \frac{q * h}{2}$$

$$M_{ser} = \frac{8{,}44 * 1{,}4^2}{3} + \frac{5{,}28 * 1{,}4}{2} = 9{,}21KN,m$$

- **Calcul de l'excentricité e :**

$$e = \frac{Mser}{Nser} + \frac{9{,}21}{48{,}96} = 0{,}19m$$

$$\boldsymbol{Si\ e < \frac{B}{6}, la\ section\ est\ entierement\ comprimée}$$

$$\boldsymbol{Si\ e > \frac{B}{6}, la\ section\ est\ partiellement\ comprimée}$$

$$\frac{B}{6} = \frac{2}{6}0{,}033\ et\ 0{,}19\ > 0{,}33m,$$

donc la section est partiellement comprimée.

- **Calcul de e_A**

$$e_A = e + (d - 0{,}5 * ei)$$

$$e_A = 0{,}19 + (0{,}18 - 0{,}5 * 0{,}20) = 0{,}27m$$

- **Calcul du moment de flexion fictif**

Mfictif

$$Mfictif = Nser * e_A$$

$$Mfictif = 48{,}96 * 0{,}27 = 13{,}2192\ MN,m = 0{,}0132192\ MN,m$$

- **Calcul de la fibre neutre :**

$$y_{ser} = \alpha_{ser} * d = 0{,}527 * 0{,}18 = 0{,}095m$$

- **Calcul du bras de levier :**

$$Zser = \left(1 - \frac{1}{3} * \sigma ser\right) Zser = \left(1 - \frac{1}{3} * 0{,}527\right) = 0{,}15\ m$$

- **Calcul du moment résistant**

$$Mserb = \frac{1}{2} * \sigma bc * b0 * yser * Zser$$

$$Mserb = \frac{1}{2} * 15 * 1 * 0{,}095 * 0{,}15 = 0{,}11\ MN,m$$

Mserb > Mser donc pas d'aciercomprimés

- **Calcul de la section d'acier :**

$$Ast = \frac{Mserfictif}{Zser * \sigma s} - \frac{Nser}{\sigma s}$$

$$Ast = \frac{0{,}01321922}{0{,}15 * 201{,}63} - \frac{48{,}96}{201{,}63} = -0{,}24cm^2$$

- **Condition de non fragilité**

$$\boldsymbol{Asmin} = 0{,}23 * b * d * \frac{ft28}{fe}$$

$$\boldsymbol{Asmin} = 0{,}23 * 1{,}6 * 0{,}18 * \frac{2{,}1}{400} = 3{,}48cm^2$$

$$\boldsymbol{Asmin} = 3{,}48\ cm^2$$

$$Asmin > Ast, donc\ nous\ prenons\ Asmin\ comme\ section\ d'acier$$
$$nous\ convenons\ de\ prendre\ 6HA10\ totalisant\ une\ section\ de\ 4{,}71cm^2,$$
$$c'estqui\ équilibre\ la\ section\ théorique\ de\ 3{,}48cm^2$$

$$espacement\ S_t$$
$$S_t = (b0 - ((1 * Nbr) + en * 2)))/Nbr - 1)$$
$$S_t = (100 - ((1\ * 6) + en * 2))/(6 - 1) = \ 17{,}6\ cm, on\ prendra$$

$$S_t = 20cm$$

- **Acier de répartition :**

$$Ar = \frac{As}{3} = \frac{3{,}48}{3} = 1{,}16\ cm^2$$

Donc nous convenons de prendre 4H8 totalisant une section de 2,01cm², équilibrant la section théorique de 1,16 cm² espacement cm.

Calcul du radier :

- **Poids propre du radier**

$$Prd = e_d * \gamma d * Lradier$$

$$Prd = 0{,}2 * 25 * 1{,}4 = 7\ KN/ml$$

- **Poids propre d'un piédroit :**

$$Ppdt = 2 * \gamma d * (ep\ radi * e + a * e) * 1$$

$$Ppdt = 2 * 25 * (1{,}4 * 0{,}20 + 0{,}1 * 0{,}20) * 1 = 15\ KN/ml$$

- **Poids propre de la dallette :**

$$Pd = ed * \gamma d * Ldall$$

$$Pd = 0{,}2 * 25 * 1{,}60 = 8\ KN/ml$$

Poids de l'eau :

$$Pe = 10 * 1{,}4 * 1{,}4 = 19{,}6\ KN/ml$$

Surcharge Bc :

$$PBr = \frac{Bc}{0{,}8}$$

$$PBr = \frac{60}{0{,}8} = 75\ KN/ml$$

Réaction du sol :

$$R = Prd + Ppdt + Pd + Pe + PBr$$

$$R = 7 + 15 + 8 + 19{,}6 + 75 = 124{,}6\ KN/ml$$

Calcul du moment fléchissant Mser

$$Mser = \frac{R * L^2}{8} = \frac{124{,}6 * 1{,}4^2}{8} = 30{,}52KN, m$$

Calcul du moment résistant :

$$\boldsymbol{Mserb = 0,11\ MN, m, On\ a\ Mserb < Mser\ pas\ d'acier\ comprimée}$$

Calcul des sections d'acier :

$$Ast = \frac{Mser}{Zser * \sigma s} - \frac{0{,}03052}{0{,}15 * 201{,}63} = 1{,}47cm^2$$

Condition de non fragilité

$$\boldsymbol{Asmin = 0,23 * b * d * \frac{ft28}{fe} = cm^2}$$

$$\boldsymbol{Asmin = 0,23 * 1,6 * 0,18 * \frac{2,1}{400} = 3,48cm^2}$$

$$\boldsymbol{Asmin = 3,48cm^2, Asmin > Ast,}$$

donc nous prenons Asmin comme sectiond'acier

L'épaisseur du radier est égale à 20 cm donc nous allons disposer de deux nappes de ferraillage.

$$\boldsymbol{\frac{As}{nappe} = \frac{3,48}{2} = 1,74cm^2}$$

Nous avons fait le choix d'utiliser 4HA8 totalisant une section de 2 ,01cm², ce qui équilibre la section théorique de 1,74cm²

Espacement

$$S_t = (b0 - ((1 * Nbr) + en * 2)))/Nbr - 1)$$

$$S_t = (b0 - ((1\ * Nbr) + en * 2)))/Nbr - 1) = 20cm, on\ prendra$$

$$S_t = 20cm$$

Acier de répartition :

$$Ar = \frac{As}{3} = \frac{3{,}48}{3} = 1{,}16cm^2$$

Nous avons fait le choix d'utiliser **4HA8**, ce qui donne une section totale de 2,87cm², cette quantité est pour couvrir la section théorique minimale requise de 1,16 cm, espacés de 20 cm.

ANNEXE 6 : SIGNALISATIONS ROUTIERE

La signalisation routière regroupe l'ensemble des dispositifs mis en place pour garantir la sécurité des travailleurs pendant les travaux et celle des usagers après leur achèvement. Elle joue un rôle fondamental dans l'organisation de la circulation. En permettant d'informer de prévenir de diriger et de réguler les comportements des conducteurs et des piétons.

La signalisation temporaire

La signalisation temporaire est destinée à une utilisation provisoire. Elle est principalement mise en place lors des travaux de voirie en cas de situation d'urgence telle que les accidents, inondations ou les déviations. Dans le cadre de notre projet les dispositifs suivants seront utilisés :

- Panneaux de début et de fin de chantier ;
- Limitation de vitesse dans les zones de travaux ;
- Flèches de déviation pour le contournement des zones en chantier.

La signalisation définitive

La signalisation définitive est mise en place de manière permanente dans le but d'assurer la circulation continue sur le réseau routier. On distingue deux (02) catégories principales :

- Une signalisation verticale (panneaux de danger, de priorité, de prescription) ;
- Une signalisation horizontale (marquages au sol directionnels, passages piétons, zébra).

La signalisation verticale

La signalisation verticale se matérialise par des panneaux classés en différentes catégories selon leurs fonctions. Dans le cadre de notre projet les types suivants seront utilisés :

- ✓ Panneaux de danger **A ;**
- ✓ Panneaux de prescription de type **B** ;
- ✓ Panneaux d'intersection et priorité type **AB ;**
- ✓ Panneaux de prescription de type **C ;**
- ✓ Panneaux de prescription de type **E.**

Ces panneaux seront placés dans des zones ou la visibilité est de bonne qualité afin d'assurer une perception optimale y compris de nuit. Pour garantir leur efficacité dans toutes conditions, des dispositifs ou matériaux

rétro-fléchissant seront intégrés afin de garder leur lisibilité en journée ainsi que la nuit. Les différents types de panneaux prévus dans le cadre de notre projet seront présentés en annexe.

La signalisation horizontale

La signalisation horizontale, représentée par des bandes blanches continue ou discontinue a pour fonction de guider les automobilistes tout au long de leur trajet. Conformément aux normes internationales on distingue :

- Les lignes longitudinales : discontinues axiales ou de délimitation des voies, discontinue de bord de chaussée ;
- Les lignes transversales continues (STOP) ou discontinues (cédez le passage) ;
- Les autres marquages spéciaux : pour le stationnement, zébra et pour passage de piétons.

La largeur des lignes :

Elle est définie par le paramètre " u ", et dépend du type route.

Nous adapterons les valeurs suivantes pour ''u''

- u =7.5 cm sur autoroute et voies rapides (route express) ;
- u= 6 cm sur les routes nationales ;
- u= 5 cm sur les autres routes ;

Dans le cadre de notre projet, étant donné qu'il ne s'agit pas d'une autoroute mais d'une route à trafic fort (route national), la largeur de la ligne **u** sera fixée à 6 cm.

La ligne de délimitation de voie en agglomération ou en rase campagne :

- Ligne de type T1 : trait plein de largeur " 2u ", et de longueur 3 m. l'intervalle entre deux traits est de 10 m. Elle est située au niveau de l'axe et sépare la chaussée en deux ;
- La ligne de rive simple ou la ligne de type T2 : trait plein de largeur " 3u ", et de longueur 3 m. l'intervalle entre deux traits est de 3.5 m. Elle est située de part et d'autre de la route la chaussée.

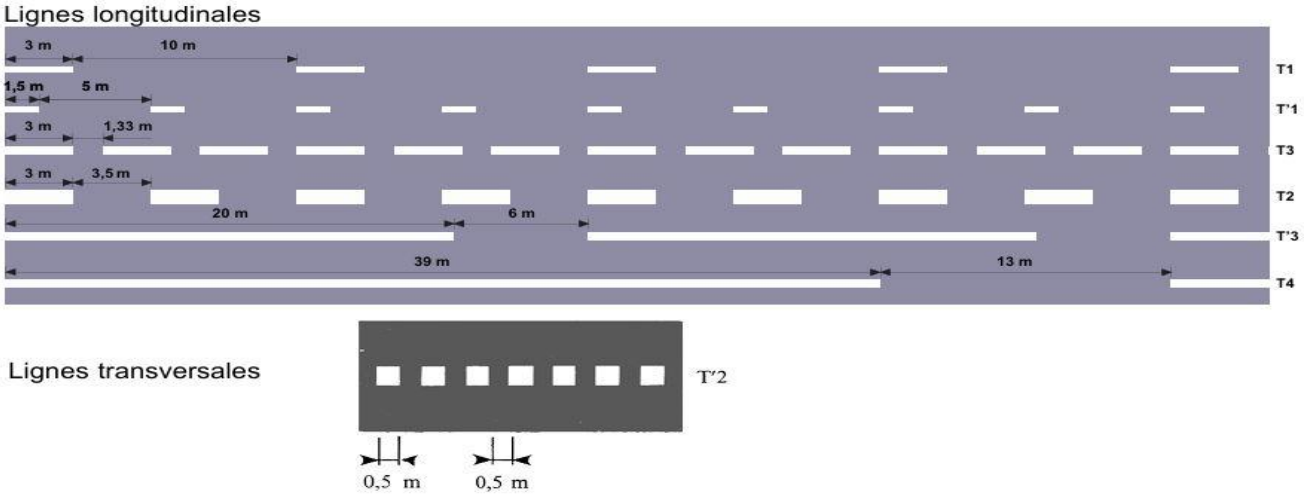


Figure 28: les différents marquages horizontaux

La sécurité routière

Le but est d'aménager la route pour limiter les risques d'accidents. Il faudra donc assurer une bonne visibilité, une cohérence entre les éléments de la route et limiter la gravité des chocs. Les différents dispositifs de sécurité utilisés pour notre projet sont :

- ✓ La glissière de sécurité au niveau du giratoire ;
- ✓ Les ralentisseurs type de dos d'âne en béton bitumineux, installés aux endroits importants pour modérer la vitesse.

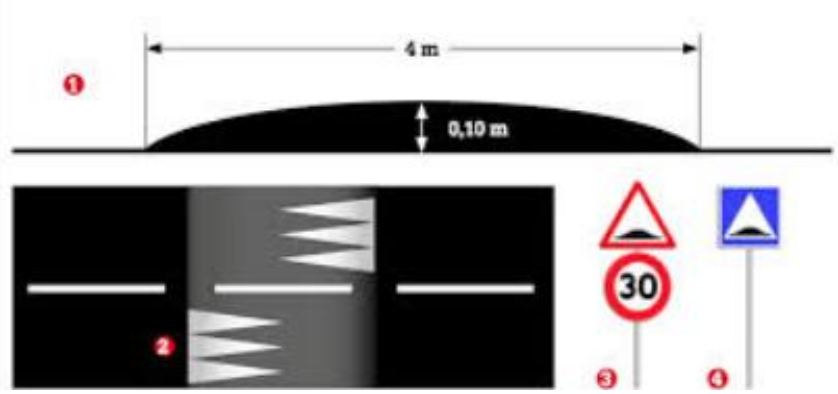


Figure 29: représentation de ralentisseur type dos d'âne

L'éclairage public

L'éclairage public en milieu urbain est indispensable. Il assure la sécurité des piétons et des conducteurs la nuit, facilite leurs déplacements et rend la ville plus agréable à vivre.

Différentes options d'électrification possibles :

- L'éclairage par centrales thermiques
- L'éclairage solaire ;

Nous adaptons pour notre projet l'éclairage solaire, car cette option offre des coûts d'entretien et de maintenance faibles et ne nécessite pas une grande expertise pour l'entretien, en plus c'est une technologie peu polluante. Il repose sur une source d'énergie renouvelable et gratuite (soleil). Le choix du type d'implantions en annexe.

- **Signalisation verticale**

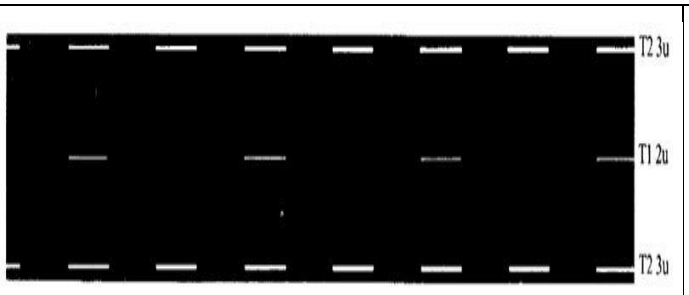
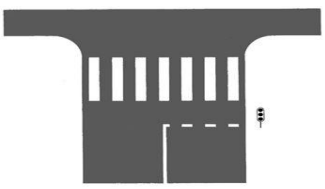
Type de panneau	Description
	Cédez le passage à l'intersection. Signal de position

Type de panneau	Description
	Carrefour à sens giratoire
	Localisation d'un cours d'eau
	Borne kilométrique utilisé sur l'autoroute et route national. présentant le nom de l'itinéraire sur le fond rouge et des indications de repérage longitudinal sur le fond blanc
	Ralentisseur type dos d'âne
	Limitation de vitesse.
	Passage pour piétons.
	Signalisation des têtes d'ilots directionnels à contournement par la droite.
	Obligation de tourner à droite avant le panneau.
	Lieu aménagé pour le stationnement.

Type de panneau	Description
	Arrêt à l'intersection dans les conditions définies à l'article R. 415-6 du code de la route. Signal position.
	Virage à gauche
	Virage à droite
	Signaux tricolores directionnels

(Source Aménagement des carrefours interurbains)

- **Signalisation horizontale :**

	Ligne de délimitation de voies sont de type T1 de largeur 2u.
	Point de divergence. de convergence de séparation de courants de sens opposés
	La ligne de cédez le passage.

(Source Aménagement des carrefours interurbains)

Signalisation temporaire

	Attention travaux
	Signalisation de position d'une déviation ou d'un rétrécissement temporaire de chaussée Déviation temporaire
	Cône de signalisation de position des limites d'obstacles temporaires ou de chantier.
	Barrages Signalisation de position de travaux ou de tout autre obstacle de caractère temporaire

(Source Aménagement des carrefours interurbains)

Eclairage public

Choix du type d'Implantation des candélabres

En s'appuyant sur le document guide d'éclairage public, implantation unilatérale (gauche ou droite) : sont utilisé principalement lorsque la largeur de la route est inférieure ou égale à la hauteur des candélabres.

Implantation bilatérale en quinconce : sont recommandées principalement lorsque la largeur de la route est comprise entre 1 et 1.5 fois la hauteur des candélabres.

Implantation bilatérale **vis**-à-vis : sont applicables principalement lorsque la largeur de la route est supérieure à 1.5 fois la hauteur des candélabres.

Implantation axiale (retro-bilatérale) : les luminaires sont plantés au-dessus de la zone centrale.

le tableau ci-après synthétise les principaux types d'implantation des points lumineux en fonction de la hauteur des feux et la largeur de la chaussée.

Type d'implantation recommandé	Rapport entre h et L	Type de chaussée	Observations
Implantation unilatérale	L ≤ h	Chaussée simple à double sens de circulation	La luminance de la partie de la chaussée située loin des luminaires est plus faible que celle située du même côté
Implantation bilatérale en quinquonce	H < L ≤ 1,5 h		Un soin particulier doit être apporté à l'uniformité de luminance de la chaussée
Implantation bilatérale vis-à-vis	1,5 < h		
Implantation axiale (rétro-bilatérale)	L ≤ h	Chaussée double à deux sens de circulation	

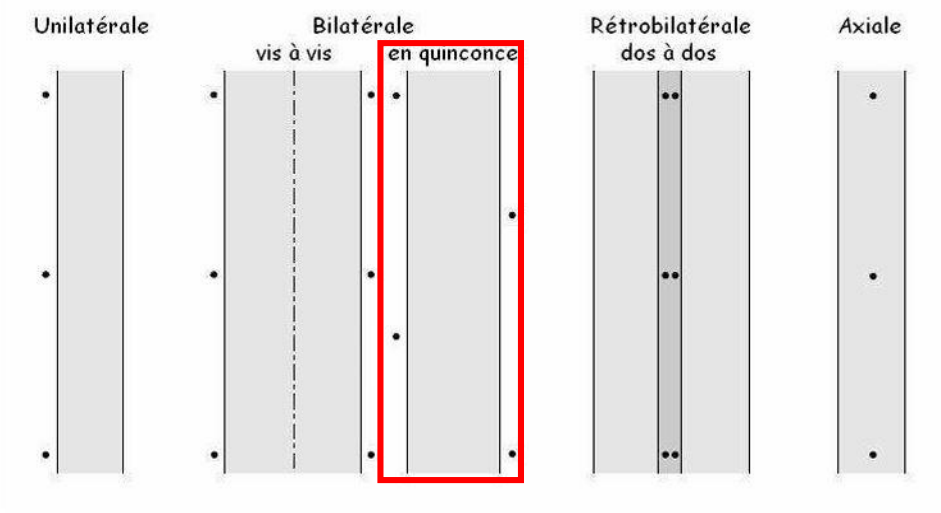


Figure : *représentation des types d'implantation des dispositifs d'éclairage*

La largeur de la chaussée (L) peut être égale à la hauteur de feux (H). Donc L=H

Avec une largeur de la route de 11m, nous optons pour une hauteur de candélabres égale à 12 mètres.

L'inter-distance est comprise entre 3.5 x H et 4 x H.

$3.5 \times 12 \leq d \leq 4 \times 12$

$42m \leq d \leq 48m$

Donc on retient d=45m, comme la distance entre les équipements concernant la partie de notre tronçon en agglomération 29820m, nous avons prévus une section de 0.50m x 0.50m avec un dosage de 350kg/m3 afin de servir de support aux équipements.

ANNEXE 7 : IMPACTS POTENTIELS DU PROJET

PRINCIPAUX IMPACTS POTENTIELS ET RISQUES DU PROJET ET MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

Introduction

Dans le cadre de notre projet d'aménagement de la route et la conception du pont reliant la ville de Bissau et Nhacra. Il est nécessaire d'examiner les impacts et les risques potentiels du projet liés à sa mise en œuvre. Ce chapitre vise à identifier les effets potentiels du projet sur l'environnement naturel et humain afin d'en évaluer l'ampleur, puis proposer des mesures d'atténuation et de bonification dans le but de garantir un aménagement routier durable et aussi respectant l'écosystème et bénéfique pour la population locale.

Définition de quelques mots clés :

Environnement : C'est l'ensemble des éléments physiques, chimiques et biologiques naturels ou artificiels et des facteurs économiques, sociaux, politiques et culturels qui ont un effet sur le processus de maintien de la vie, la transformation et le développement du milieu les ressources naturelles ou non et les activités humaines.

Impact : Il désigne l'effet ou la conséquence qu'une action, un projet ou un évènement peut avoir sur un environnement, une personne, une communauté ou un système.

Impact négatif : ce sont des effets d'une action ou d'un projet qui peuvent causer de dégâts des nuisances ou des problèmes pour les personnes ou l'environnement.

Impact positif : ce sont les effets d'un projet ou d'une action qui peuvent apporter des avantages ou des bénéfices.

Risque : C'est la possibilité d'un dommage ou d'un inconvénient plus ou moins probable ou encore le fait de s'exposer à un danger pour obtenir un avantage (*source Larousse*).

Mesures environnementales : Les mesures environnementales sont des actions, politiques ou dispositifs mis en place pour protéger, restaurer ou améliorer l'environnement. Elles visent à réduire les impacts négatifs des activités humaines sur la nature.

Mesures sociales : ce sont des actions destinées à préserver le bien être des communautés (santé, sécurité, emploi et culture) à éviter les conflits ou les injustices.

Composante environnementale : elle désigne l'ensemble des facteurs naturels et écologiques susceptible d'être affecté par une activité humaine. Autrement dit, c'est la partie de l'environnement que l'on analyse pour comprendre comment un projet interagit avec la nature.

Cadre politique, législatif, réglementaire et institutionnel

La Guinée-Bissau dispose d'un cadre législatif, réglementaire et institutionnel pertinent pour la mise en œuvre de projet. Sur le plan législative et réglementaire, plusieurs instruments légaux existant permettent de définir et d'harmoniser les règles de gestion des ressources en eaux, des terres et de l'environnement, ainsi que de définir les règles et procédures des évaluations environnementales et sociales et de réglementer tout autre domaine lié aux secteurs d'intervention du projet. Il s'agit notamment de :

Quelques politiques environnementales en relation avec votre projet :

- Plan National de Gestion Environnementale (PNGE) ;
- Politique nationale de gestion des ressources naturelles et des terres ;
- Études d'impact environnemental et social (EIES) ;
- Plans d'action de réinstallation (PAR) ;
- Cadre légal et institutionnel de l'OMVG (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie) ;

- La loi de base n°1/2011 du 2 mars 2011 sur l'environnement : Cette loi prévoit au paragraphe 2 de son Article 32 l'obligation des plans, projets, programmes, travaux et actions pouvant affecter l'environnement d'être accompagnée d'une Étude d'Impact Environnemental (EIE) et détermine que l'évaluation environnementale et le contenu de sa procédure soient réglementés par la législation ;
- La loi n°10/2010 du 24 septembre 2010 sur l'évaluation environnementale qui en son article 7 classe les projets dans 3 catégories A. B et C du risque le plus élevé au plus bas ;

- Le Décret n°5/2017 du 28 juin 2017 approuvant et réglementant la participation publique dans le processus d'évaluation environnementale ;
- Le Décret n°6/2017 du 28 juin 2017 approuvant et réglementant le fonds pour l'environnement ;
- Le Décret n°7/2017 du 28 juin 2017 approuvant et réglementant les étapes de l'étude d'impact environnemental et social ;
- Le Décret n°8/2017 du 28 juin 2017 approuvant et réglementant la licence environnementale (agrément) ;

Au titre de la législation environnementale et sociale nationale, l'article 7 de la loi n°10/2010 du 24 septembre 2010 sur l'évaluation environnementale classe les projets par catégorie : Projets de la catégorie A ; Projets de la catégorie B ; Projets de la catégorie C. les travaux de catégorie A sont soumis à la réalisation préalable d'une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES). Dans le cadre de notre présent mémoire, nous ferons juste un streaming environnemental et social. [19]

Cadre institutionnel en relation avec notre projet

- ✓ Ministère des travaux publics, de l'Habitat et de l'Urbanisme ;
- ✓ Ministère en charge des ressources Naturelles ;
- ✓ Ministère en charge de l'Agriculture et de l'élevage ;
- ✓ Ministère chargé de la santé ;
- ✓ Secrétaire d'état à l'environnement ;
- ✓ Direction Générale de l'environnement ;
- ✓ Direction de la forêt et de la faune.

1. IMPACTS NÉGATIFS POTENTIELS ET RISQUES DU PROJET

-Sur le milieu naturel

- **Impact sur le sol :**

-**Pollution du sol :** les sols pourraient également être pollués par les rejets des déchets liquides et solides de chantier (lubrifiants, hydrocarbures, granulats, déchets solides inertes et organiques. etc.) ;

- **Impact sur les eaux souterraines :**

-**Pollution de la nappe souterraine** : la nappe souterraine pourrait être polluée par les déchets liquide issus du chantier notamment les déchets d'hydrocarbure, les huiles de vidanges usées, les eaux usées) ;

- **Impacts sur les eaux de surface :**

-**La pollution des eaux de surface** : Elle a lieu d'une part à cause des déchets liquide (hydrocarbures, les huiles de vidange, Usagées, les eaux usées. etc.), et les déchets solide (pneus usés, gravats, sachets plastiques, morceaux de fer et de bois. etc..) du chantier ;

-La pollution des eaux de surface, d'autre part est due aux rejets de déchets dans les caniveaux et

l'environnement de la route aménagée par les riverains et les usagers de la route.

- **Impact sur la qualité de l'air :**

-**Dégradation de la qualité de l'air** : la qualité de l'air sera localement ou temporairement affectée par les émissions de poussière et le rejet de fumées lors des activités du chantier (circulation des engins et véhicules de chantier, décapage des couches, terrassement et l'exploitation des sites d'emprunt. etc.)

- **Impact sur l'ambiance sonore :**

-**Nuisances sonores :** pendant les travaux, le niveau de bruit va augmenter dans la zone. Cela est dû au fonctionnement des engins et véhicules de chantier, les appareils de soudure et autres équipements. Ce bruit gênera la population et services riverains, le personnel, la faune locale et les usagers du tronçon de route et réduire leur confort.

- **Impacts sur la végétation :**

-Destruction de 1688 arbres dans l'emprise des travaux : la libération de l'emprise des travaux occasionnera l'abattage d'arbres, ce sont au total 1688 arbres qui seront abattus dans l'emprise ;
-La superficie d'anacarde qui sera affectée par le projet est estimée à 25960m².
-La superficie de champs de rizière qui sera affectée par le projet est estimée à 11540 m².

- **Impact sur la faune :**

-Perturbation et destruction des habitats de la faune : Les travaux entraineront dans une moindre mesure, la destruction de niches écologiques dans l'emprise de la route, des zones d'emprunt de matériaux dues à la destruction de la végétation et au tassement des sols. Aussi, il y'aura une perturbation du déplacement ou de la migration de la faune aquatique due aux travaux sur le fleuve notamment les travaux de construction du pont

- **Impact sur le Paysage :**

-**Détérioration du paysage :** les rejets anarchiques des déchets solides et liquides dans l'environnement du tronçon de la route aménagée provoqueront une détérioration du paysage.

<u>Sur le milieu humain :</u>

- **Impacts sur les infrastructures et biens des populations :**

-Destruction d'infrastructures socio-économiques dans l'emprise du projet (02 puits traditionnel, 65m de murs de clôtures, 15 commerces et 03 Atelier soudure)
-Déplacement de 40 poteaux électrique).

-Destruction d'habitations et déplacements involontaires des personnes : la construction du tronçon de la route entrainera l'expropriation d'habitats dans l'emprise et un déplacement involontaire de la population. En

effet, ce sont au total 12 habitations qui seront affectées par la mise en œuvre du projet.

Déplacement temporaire d'infrastructures économiques : la réalisation du projet entrainera le déplacement temporaire de kiosques, de hangars, de boutiques, etc.

- **Impacts sur la santé :**

-Développement de maladies respiratoires : Au cours des travaux, des risques de maladies respiratoires peuvent survenir**,** tels que la toux ou des crises d'asthme, affectant les ouvriers, les usagers de la route ainsi que les populations riveraines. Ces affections sont principalement liées aux soulèvements de poussières provoqués par la circulation des véhicules et engins, ainsi que par les opérations de décapage et de terrassement.

-Risque de contamination et d'augmentation des maladies sexuellement transmissibles (MST) et risque de grossesses non désirées : L'arrivée du projet dans la zone avec ces employés pourrait engendrer des risques de contamination et d'augmentation des maladies sexuellement transmissible, telles que le VIH/SIDA, les hépatites, etc. et de grossesses non désirées. En effet il est fort probable qu'il y ait est des contacts (comportements sexuels à risques) entre les employés et la population locale. La population à risque est principalement les jeunes filles. Ces risques pourraient occasionner des abandons scolaires, des rejets par la famille et des avortements.

- **Impact sur la sécurité :**

-Les risques d'accident : Un chantier sans respect des règles de sécurité comme l'absence de signalisation, l'excès de vitesse des engins et véhicules de chantier, le manque de kits de protections pour les ouvriers, ou encore la consommation d'alcool ou de drogues par le personnel de chantier présente un risque d'accidents (blessures, chocs, accidents mortels, traumatismes. etc..). Ces dangers concernent non seulement les ouvriers, mais aussi les usagers de la route et les habitants riverains.

- **Impacts sur le transport et la circulation :**

-Perturbation temporaire de la circulation : Pendant les travaux, le trafic sera temporairement perturbé sur le tronçon de la route concernée par le projet et dans la zone du projet de façon générale ;

-Perturbation temporaire de la circulation lors de l'entretien des ouvrages aménagés (route, dalot, caniveau, ouvrage de franchissement) ;

- **Impact sur les activités commerciales :**

-Perturbation temporaire des activités économiques et génératrices de revenus, surtout le long du tronçon de la route par les travaux ;

- **Impact sur le patrimoine culturel :**

-Destruction ou profanation de lieux de culte et des sites sacrés : Les travaux pourraient entrainer des risques de dégradation ou de profanation de sites culturels (lieux de culte, lieux sacrés, tombes, etc.**),** par les personnels de chantier.

Risque de conflits dû au non-respect des us et coutumes locaux : un risque de perturbation des habitudes sociales et culturelles des populations locales pouvant conduire à une altération des mœurs pourrait survenir lors des travaux.

2. PRINCIPAUX IMPACTS POSITIFS DU PROJET

La construction de la route apportera plusieurs avantages dans les zones qu'elle traverse. Ces effets positifs seront visibles aussi bien pendant les travaux que pendant l'exploitation du tronçon de la route et du pont.

Sur le milieu naturel

- **Impact sur la qualité de l'air :**

-Amélioration de la qualité de l'air : la mise en œuvre du bitumage de la route contribuera à l'arrêt des émissions de poussières par la circulation des véhicules et à la réduction des maladies respiratoires et oculaires.

- **Impact sur la végétation :**

-Plantation de 5061 arbres : la réalisation de plantation de 5061 arbres le long du tronçon de la route contribuera à améliorer le contexte végétal de la zone du projet

- **Impact sur le climat**

- La plantation d'arbres proposée dans le cadre du projet contribuera à l'absorption du CO2 dégagé dans la zone.

- **Impact sur la faune** :

- La valorisation des zones d'emprunt en tant que points d'eau, favorisera l'accès à l'eau pour les animaux.

- **Impact sur le paysage**

-Amélioration de l'aspect esthétique du paysage de la zone du projet due à la présence des aménagements, etc.

Sur le milieu humain

- **Impact sur les infrastructures et autres biens** :

-Aménagement des infrastructures socio-économique le long de la route, de meilleur standing à la traversée des localités riveraines.

- **Impacts sur les activités économiques :**

-Facilitation de l'évacuation des productions agro-sylvo-pastorales ;

-Développement d'activités économiques le long de la route bitumée, amélioration des retombées économiques pour les commerçants et réduction du niveau de pauvreté ;

- **Impacts sur l'emploi :**

-La création d'emplois : Pendant les travaux, le projet apportera des bénéfices importants, notamment en créant des emplois pour les habitants locaux à travers le recrutement de la main d'œuvre locale et aussi lors de l'entretien périodique des ouvrages aménagés. De plus il encouragera le développement de petites activités

le long du tronçon de la route comme la restauration et le petit commerce, ce qui profitera particulièrement aux femmes.

- **Impacts sur la santé :**

-Il faut noter la réduction des maladies respiratoires et oculaires chez les populations riveraines par la réduction de soulèvement de la poussière ;

-L'amélioration de la santé et du cadre de vie des populations riveraines par la réduction de la prolifération des vecteurs de maladies due à l'évacuation des eaux par les caniveaux aménagés.

- **Impacts sur la sécurité :**

-On note l'augmentation de la sécurité routière pendant la nuit grâce à l'éclairage du tronçon de la route aménagée ;

- **Impacts sur le transport et la circulation :**

-La facilitation de la circulation : Une fois que l'aménagement de la route et du pont est terminé, les déplacements des personnes et des marchandises entre les zones deviendront plus faciles. Cela permettra de réduire le coût et le temps de transport, le coût de consommation du carburant, etc.

-Désenclavement des localités de Nhacra à travers l'aménagement du pont.

- **Impacts sur le patrimoine culturel :**

-Les activités culturelles dans la zone du projet se verront mieux développées et mieux organisées grâce aux nouvelles infrastructures mises place. C'est - à - dire la nouvelle route et le nouveau pont.

- **Impacts sur la condition de vie et le bien-être des populations locales :**

- La santé et le de cadre de vie des populations riveraines connaitront une amélioration et cela par la réduction de la prolifération des vecteurs du paludisme et aussi grâce à la réalisation des ouvrages d'assainissement ;

-Facilitation de la circulation et réduction des pertes de temps pour les usagers.

-Réduction des émissions de poussière par la circulation des véhicules et des maladies respiratoires et oculaires due au bitumage du tronçon de la route ;

-Amélioration du cadre de vie et de la qualité de vie puis du bien-être des populations locales grâce aux retombées économiques et une réduction du niveau de pauvreté.

3. PROPOSITION DE MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

De nombreuses mesures environnementales et sociales doivent être prises pendant les travaux de construction de la route :

Les mesures de protection et de maintien de la qualité de l'air :

- ✓ Procéder à l'arrosage régulier de l'emprise des travaux, des déviations et des voies d'accès aux zones d'emprunt pour éviter la pollution de l'air par la poussière ;
- ✓ Utiliser des engins et véhicules en bon état de fonctionnement afin de réduire les émissions atmosphériques ;

- ✓ Faire des entretiens périodiques de tous les engins et véhicules du chantier ;
- ✓ Doter le personnel du chantier de masque anti-poussière ;
- ✓ Limiter la vitesse maximale de circulation des engins et véhicules à 20 km/h sur le chantier et les voies de déviations, à 40 km/h à la traversée des agglomérations et 60 km/h en rase campagne lors de l'exploitation des sites d'emprunt de matériaux.

Les mesures de protection des ressources en eau :

- ✓ Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ;
- ✓ Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ;
- ✓ Sensibiliser les ouvriers sur les bonnes pratiques environnementales et les risques liés à la pollution de l'eau.
- ✓ Faire des entretiens réguliers des engins et véhicules de chantier.

Les mesures de protection des sols

- ✓ Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ;
- ✓ Faire une évacuation régulièrement des déchets solides vers des transits ou décharges finales ;
- ✓ Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ;
- ✓ Remettre en état (y compris la plantation d'arbres) ou valoriser les sites d'emprunts.

Les mesures de protection contre l'ambiance sonore :

- ✓ Règlementer les heures des travaux prenant en compte les heures de repos des populations riveraines et en fonction de certains services proches de la route du projet ;
- ✓ Interdire aux conducteurs de véhicules de chantier et d'engins de laisser tourner inutilement les moteurs ;
- ✓ Porter obligatoirement des casques isolants pour les travaux brouillant.

Les mesures de protection de la végétation :

- ✓ Réaliser des plantations d'arbres d'alignement compensatoires le long du tronçon de la route (5061 arbres de part et d'autre) ;
- ✓ Privilégier les espèces de valeurs économiques et/ou écologiques lors du reboisement compensatoire en collaboration avec la direction générale des forêts et faunes ;
- ✓ Obtenir une autorisation d'abattage d'arbres avec l'autorité compétente (Direction Générale des Flores et Faunes) à travers une convention.

Les mesures pour la gestion des déchets :

- ✓ Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ;
- ✓ Faire une évacuation régulière des déchets solides vers des transits ou décharges finales ;
- ✓ Proposer une aire bétonnée pour la vidange ;
- ✓ Collecter et évacuer les ordures ménagères issues du chantier à la décharge autorisée.

Les mesures de protection de la faune :

- ✓ Limiter la vitesse de circulation des véhicules et engins de chantier à 20 km/h sur le chantier et les voies de déviation, à 40 km/h à la traversée des agglomérations et à 60 km/h en rase campagne selon la réglementation en vigueur en la matière ;
- ✓ Éviter si possible les travaux de nuit pour ne pas perturber la quiétude des animaux ;
- ✓ Respecter l'emprise utile définie pour les aménagements afin d'éviter la destruction des habitats de faune et microfaune.

Les mesures de protection des activités socio-économiques et des biens des populations :

- ✓ Indemniser, compenser et accompagner les personnes affectées par le projet afin d'éviter tout conflits et faciliter les travaux ;
- ✓ Indemniser les biens qui seront détruits accidentellement afin d'éviter tout conflit ;
- ✓ Respecter l'emprise utile définie pour les travaux afin d'éviter toute destruction accidentelle de biens.

Les mesures relatives à la santé :

- ✓ Faire des campagnes de sensibilisation sur les IST et VIH/SIDA, sur les grossesses non désirées à l'endroit des populations riveraines et des personnels du chantier ;
- ✓ Assurer les visites médicales périodique du personnel de chantiers ;
- ✓ Mettre à la disposition du personnel du chantier, des préservatifs.

Les mesures relatives à la sécurité

- ✓ Doter le personnel et la main d'œuvre en équipements de protection individuelle (EPI) adaptés (chaussures de sécurité, masques anti-poussière, casque anti-bruit) et exiger leur port obligatoire ;
- ✓ Baliser le chantier et afficher les consignes de sécurité sur le chantier ;
- ✓ Informer les populations riveraines et les usagers de la zone des consignes de circulation et de sécurité.

Les mesures pour la création d'emplois :

- ✓ Prioriser le recrutement de la main d'œuvre locale non qualifiée pour certains travaux tout en respectant le code de travail ;
- ✓ Inviter spécifiquement les femmes à postuler pour les emplois disponibles.

Les mesures pour la circulation et le transport

- ✓ Limiter la vitesse de circulation des engins et des véhicules de chantier dans la zone des travaux à 20 km/h, à la traversée de zones habitées à 40 km/h selon la réglementation en vigueur en la matière ;
- ✓ Mise en place d'un plan adéquat de circulation par l'entreprise.
- ✓ Réguler la circulation par des porteurs de drapeaux pendant les travaux à proximité des zones sensibles (écoles, mosquées, églises, marchés, intersections de routes et tout autre lieu de rassemblement de populations) ;
- ✓ Faire des ralentisseurs au niveau des zones sensibles ;
- ✓ Sensibiliser le personnel et les populations riveraines au respect du code de la route.

Les mesures de protection du patrimoine culturel :

- ✓ Sensibiliser les personnels de chantier au respect des us et coutumes locaux ;
- ✓ Arrêter immédiatement les travaux et déclarer la situation au service compétent (service en charge du patrimoine

culturel) en cas de découverte fortuite ;

- ✓ Saluer et informer les Autorités coutumières avant la réalisation des travaux.

Les mesures sur la condition de vie et le bien-être des populations locales :

- ✓ Mettre en place un mécanisme de prévention et de gestion des conflits ;
- ✓ Dimensionner et réaliser adéquatement le pont et les caniveaux suivant les normes requises afin de minimiser les risques d'inondations des riverains et la vulnérabilité climatique ;
- ✓ Arroser l'emprise des travaux, des déviations, des pistes d'accès aux zones d'emprunt aux carrières et aux sites de prélèvement des eaux pour les travaux en cas de soulèvement de poussières.

Tableau : *Récapitulatif du Plan de Gestion environnementale et sociale (PGES)*

Composante affectée	Impacts potentiels négatifs	Mesures environnementales et sociales	Indicateur de suivi	Responsabilité	
				Exécution	Surveillance et suivi
Air	Dégradation de la qualité de l'air : la qualité de l'air sera localement ou temporairement affectée par les émissions de poussière et le rejet de fumées lors des activités du chantier (circulation des engins et véhicules de chantier, décapage des couches, terrassement, exploitation des sites d'emprunt. etc.).	-Procéder à l'arrosage régulier de l'emprise des travaux, des déviations et des voies d'accès aux zones d'emprunt pour éviter la pollution de l'ai par la poussière ; -Utiliser des engins et véhicules en bon état de fonctionnement afin de réduire les émissions atmosphériques ; -Faire des entretiens périodiques de tous les engins et véhicules du chantier ; -Doter le personnel du chantier de masque anti-poussière ; -Limiter la vitesse maximale de circulation des engins et véhicules à 20 km/h sur le chantier et les voies de déviations, à 40 km/h à la traversée des agglomérations et 60 km/h en rase campagne lors de l'exploitation des sites d'emprunt de matériaux.	-Nombre d'arrosage par jour ; -Nombres de travailleurs portant le masque anti-poussière distribués ; -Nombre travailleurs équipés des EPI ; -Nombre de plaintes et conflits.	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
Eaux de surface et eaux souterraine	Pollution de la nappe souterraine la nappe souterraine pourrait être polluée par les déchets liquide issus du chantier notamment les d'hydrocarbure, les huiles de vidanges usées, les eaux usées) ; Pollution des eaux du milieu par les déchets d'aménagement de la route	- Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ; -Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ; -Sensibiliser les ouvriers sur les bonnes pratiques environnementales et les risques liés à la pollution de l'eau ; -Faire des entretiens réguliers des engins et véhicules de chantier ; -Mettre en place des poubelles pour la réception des déchets dans la base de chantier ; -Collecter et évacuer les ordures ménagères issues du chantier à la décharge autorisée ; -Enfouir ou incinérer les déchets biodégradables -Entretenir et ravitailler les engins et véhicules de chantier sur des aires étanches et de fossés avec séparateurs d'hydrocarbures ;	Nombre de séances organisées Nombre des poubelles installées Nombre de bacs à sable disponible	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maître d'ouvrage

		-Réaliser des plateformes étanches pour l'entreposage de produits contaminants ; -Disposer de bacs à sable afin de retenir rapidement toute contamination en cas de déversement accidentel ; -Recueillir dans des bacs pour décantation et réutilisation des eaux usées ; -S'acquitter des taxes liées aux prélèvements des eaux de surface destinées aux travaux au niveau de l'Agence de l'eau concernée ; -Éviter le lavage des engins et véhicules de chantier dans un cours d'eau.			
Sol	Pollution du sol : les sols pourraient également être pollués par les rejets des déchets liquides et solides de chantier (lubrifiants. Hydrocarbures, granulats, déchets solides inertes et organiques. etc.)	-Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ; -Faire une évacuation régulièrement des déchets solides vers des transits ou décharges finales ; -Interdire le déversement de produits dangereux (carburants, huiles, bitumes ou autres substances chimiques) dans la nature ; -Proposer une aire bétonnée pour la vidange ; -Etablir un contrat avec un établissement pour enlever les déchets ; -Faire des entretiens réguliers des engins et véhicules de chantier ; -Mettre en place des poubelles pour la réception des déchets dans la base de chantier ; -Collecter et évacuer les ordures, ménagères issues du chantier a la décharge autorisée ; -Enfouir ou incinérer les déchets biodégradables ; -Entretenir et ravitailler les engins et véhicules de chantier sur des aires étanches et de fossés avec séparateurs d'hydrocarbures ; -Réaliser des plateformes étanches pour l'entreposage de produits contaminants ; -Disposer de bacs à sable afin de retenir rapidement toute contamination en cas de déversement accidentel -Recueillir dans des bacs pour décantation et réutilisation des eaux usées ; -Remise en état, nivellement des sites de dépôts de matériaux, démontage et évacuation des installations non réaffectées à autres usages ; Remettre en état (y compris la plantation d'arbres) ou valoriser les sites d'emprunts.	Nombre de Poubelles disponible Nombre de bacs à sable disponible	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maître d'ouvrage

Ambiance sonore	Nuisances sonores pendant les travaux, le niveau de bruit va augmenter dans la zone. Cela est dû au fonctionnement des engins et véhicules de chantier, les appareils de soudure et autres équipements. Ce bruit gênera la population et services riverains, le personnel, la faune locale et les usagers du tronçon de route et réduire leur confort.	-Règlementer les heures des travaux prenant en compte les heures de repos des populations riveraines et en fonction de certains services proches de la route du projet ; -Interdire aux conducteurs de véhicules de chantier et d'engins de laisser tourner inutilement les moteurs ; -Porter obligatoire de casque isolant pour les travaux brouillant ; -Faire visite mécanique des engins.	Nombre des travailleurs portant le casque distribué Nombre de plaintes et conflits relatives aux nuisances sonores Nombre de visites	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
Végétation	Destruction de 1688 arbres dans l'emprise des travaux ; la libération de l'emprise des travaux occasionnera l'abattage d'arbres, ce sont 1688, arbres qui seront abattus dans l'emprise ; La superficie d'anacarde qui sera affectée par le projet est estimée à 25960m². La superficie de champs de rizière qui sera affectée par le projet est estimée à 11540m²	-Réaliser des plantations d'arbres d'alignement compensatoires (5061 arbres) le long du tronçon de route (de part et d'autre) ; -Privilégier les espèces de valeurs économiques et/ou écologiques lors du reboisement compensatoire en collaboration avec la direction générale des forêts et faunes ; -Obtenir une autorisation d'abattage d'arbres avec l'autorité compétente (Direction Générale des Flores et Faunes) à travers une convention ; -Marquer les arbres à abattre avec de la peinture avant l'abattage ; -Éviter d'éventuels abattages d'arbres en limitant les travaux dans l'emprise utile du projet et des zones d'emprunt de matériaux.	Nombre d'arbres plantés et vivants	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage ;
Gestion déchets	Pollution des sols de l'air et de l'eau	Informer et sensibiliser les travailleurs du chantier sur la gestion des déchets solides ; Faire une évacuation régulière des déchets solides vers des transits ou décharges finales ; Proposer une aire bétonnée pour la vidange ; Etablir un contrat avec un établissement pour enlever les déchets. -Mettre en place des poubelles pour la réception des déchets dans la base de chantier ; -Collecter et évacuer les ordures ménagères issues du chantier à la décharge autorisée ; -Enfouir ou incinérer les déchets biodégradables ; -Entretenir et ravitailler les engins et véhicules de chantier sur des aires étanches et de fosses avec séparateurs d'hydrocarbures ;	Nombre de séances organisées Nombre de bacs à sable disponible	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage

		-Réaliser des plateformes étanches pour l'entreposage de produits contaminants ; -Disposer de bacs à sable afin de retenir rapidement toute contamination en cas de déversement accidentel ; -Recueillir dans des bacs pour décantation et réutilisation des eaux usées ; -Remise en état, nivellement des sites de dépôts de matériaux, démontage et évacuation des installations non réaffectées à autres usages. -Remettre en état (y compris la plantation d'arbres) ou valoriser les sites d'emprunts ;			
Faune	Perturbation et destruction des habitats de la faune : Les travaux entraineront dans une moindre mesure, la destruction de niches écologiques dans l'emprise de la route, des zones d'emprunt de matériaux dues à la destruction de la végétation et au tassement des sols. Aussi, il y'aura une perturbation du déplacement ou de la migration de la faune aquatique due aux travaux sur le fleuve notamment les travaux de construction du pont	-Limiter la vitesse de circulation des véhicules et engins de chantier à 20 km/h sur le chantier et les voies de déviation. à 40 km/h à la traversée des agglomérations et 60 km/h en rase campagne selon la réglementation en vigueur en la matière ; -Éviter si possible les travaux de nuit pour ne pas perturber la quiétude des animaux ; -Sensibiliser le personnel de chantier à l'interdiction formelle du braconnage ; -Respecter l'emprise utile définie pour les aménagements afin d'éviter la destruction des habitats de faune et microfaune ;	Nombre de séances de sensibilisation organisées Nombre de plaines relatifs à la position des emprunts Sondage auprès du personnel et la population	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
Activités socio-économiques et biens des populations	Perte définitive de 02 puits traditionnel, 05 murs de clôtures (65 ml), 15 commerces et 03 Atelier soudure Perturbation temporaire des activités économiques et génératrices de revenus, surtout le long du tronçon de la route par les travaux	-Indemniser, compenser et accompagner les personnes affectées par le projet afin d'éviter tout conflits et faciliter les travaux ; -Indemniser les biens qui seront détruits accidentellement afin d'éviter tout conflit ; -Respecter l'emprise utile définie pour les travaux afin d'éviter toute destruction accidentelle de biens ; -Maintenir et faciliter les accès aux activités économiques qui longent le tronçon de la route ; -Informer et sensibiliser les populations riveraines avant le démarrage effectif des travaux ;	Nombre de personnes indemnisées Nombre de biens détruits accidentellement indemnisé Nombre de plaintes et Conflits	Maitre d'Ouvrage Entreprise Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
	Développement de maladies respiratoires : Au cours des travaux, des risques de maladies respiratoires peuvent	-Faire des campagnes de sensibilisation sur les IST et VIH/SIDA, sur les grossesses non désirées, à l'endroit des populations riveraines et des personnels de chantier ;	Nombre de séances organisées.	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage

Santé	survenir**,** tels que la toux ou des crises d'asthme, affectant les ouvriers, les usagers de la route ainsi que les populations riveraines. Ces affections sont principalement liées aux soulèvements de poussières provoqués par la circulation des véhicules et engins, ainsi que par les opérations de décapage et de terrassement. Risque de contamination et d'augmentation des maladies sexuelles transmissibles et risque de grossesses non désirées : L'arrivée du projet dans la zone avec ces employés pourrait engendrer des risques de contamination et d'augmentation des maladies sexuellement transmissible, telles que le VIH/SIDA, les hépatites, etc. et de grossesses non désirées. Puisqu'il est probable qu'il y ait des contacts (comportements sexuels à risques) entre les employés et la population locale. La population à risque est principalement les jeunes filles. Ces risques pourraient occasionner des abandons scolaires, des rejets par la famille, des avortements.	-Prévoir un poste de secours pour les premiers soins en cas d'accident de travail. -Assurer les visites médicales périodique du personnel de chantiers ; -Mettre à la disposition du personnel de chantier des préservatifs ; -Doter le personnel de l'entreprise d'eau potable ; -Doter la main d'œuvre d'équipements de protection individuelle (chaussures de sécurité, gants, masques anti-poussières, gilets …) et exiger leur port obligatoire ; -Arroser l'emprise des travaux, des déviations, des pistes d'accès aux zones d'emprunt, aux carrières et aux sites de prélèvement des eaux pour les travaux en cas de soulèvement de poussières.	Présence d'un poste de secours ; Nombre des travailleurs de chantier portant des EPI. Nombre de visites réalisées Nombre d'arrosage par jour. Présence de poussière. Conflits et plaintes Nombre de personnes sensibilisées		
Sécurité	**Risques d'accident** : Un chantier sans respect des règles de sécurité comme l'absence de signalisation, l'excès de vitesse des engins et véhicules de chantier, le manque de kits de protections pour les ouvriers, ou encore la consommation d'alcool ou de drogues par le personnel de chantier présente un risque d'accidents	Doter le personnel et la main d'œuvre en équipements de protection individuelle (EPI) adaptés (chaussures de sécurité, masques anti-poussière, casque anti-bruit) et exiger leur port obligatoire ; Baliser le chantier et afficher les consignes de sécurité sur le chantier ; Informer les populations riveraines et les usagers de la zone des consignes de circulation et de sécurité ; Mise en place d'un plan adéquat de circulation par l'entreprise.	Nombre de travailleurs portant des EPI Nombre d'accidents pendant les travaux Nombre de personnes sensibilisées	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage

	(blessures, chocs, accidents mortels, traumatismes. etc.). Ces dangers ne concernent pas seulement les ouvriers, mais aussi les usagers de la route et les habitants riverains	Faciliter les accès des populations riveraines à leurs domiciles et celui des travailleurs à leurs services ; Sensibiliser le personnel du chantier et les populations riveraines du tronçon de route du projet au respect des consignes de sécurité routière et du code de la route ; Signaliser adéquatement le chantier (panneaux, balises, rubans fluorescents. etc.). Réguler la circulation par des porteurs de drapeaux pendant les travaux à proximité des zones sensibles (écoles, mosquées, églises, marchés, intersections de routes et tout autre lieu de rassemblement de populations) ; Imposer la limitation de vitesse des engins et des véhicules de chantier dans la zone des travaux à 20 km/h. à la traversée de zones habitées à 40 km/h selon la réglementation en vigueur en la matière ; Aménager des ralentisseurs de vitesse à la traversée de zones habitées, d'établissements scolaires, de centres de santé. etc. et à l'entrée du chantier.			
Emploi	Conflits en cas de non emploi de la population locale	Prioriser le recrutement de la main d'œuvre locale non qualifiée pour certains travaux tout en respectant le code de travail ; Inviter spécifiquement les femmes à postuler pour les emplois disponibles.	Nombre d'emplois créés Nombre de conflits entre personnel et employeur.	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
Patrimoine culturel	Destruction ou profanation de lieux de culte et sites sacrés : Les travaux pourraient entrainer des risques de dégradation ou de profanation de sites culturels (lieux de culte, lieux sacrés, tombes**, etc.)** par les personnels de chantier Risque de conflits dû au non-respect des us et coutumes locaux : un risque de perturbation des habitudes sociales et culturelles des populations locales, pouvant conduire à une altération des mœurs pourrait subvenir lors des travaux.	Sensibiliser les personnels de chantier aux respects des us et coutumes locaux ; Arrêter immédiatement les travaux et déclarer la situation au service compétent (service en charge du patrimoine culturel) en cas de découverte fortuite ;	Nombre de séances organisées Nombre de plaintes dues à la profanation de lieux de culte	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage

Circulation et transport	-Perturbation temporaire de la circulation : Pendant les travaux, le trafic sera temporairement perturbé sur le tronçon de la route concerné par le projet et dans la zone du projet de façon générale ; -Perturbation temporaire de la circulation lors de l'entretien des ouvrages aménagés (route, dalot, caniveau, ouvrage de franchissement) ;	-Limiter la vitesse de circulation des engins et des véhicules de chantier dans la zone des travaux à 20 km/h. à la traversée de zones habitées à 40 km/h selon la réglementation en vigueur en la matière ; -Entretenir les déviations et les voies d'accès aux zones d'emprunt et de carriers ; -Réaliser des campagnes de sensibilisation sur la sécurité routière ; Mise en place d'un plan adéquat de circulation par l'entreprise. -Faciliter les accès des populations riveraines à leurs domiciles et celui des travailleurs à leurs services ; -Réguler la circulation par des porteurs de drapeaux pendant les travaux à proximité des zones sensibles (écoles, mosquées, églises, marchés, intersections de routes et tout autre lieu de rassemblement de populations) ; Faire des ralentisseurs au niveau des zones sensibles ; -Sensibiliser les personnels et les populations riveraines au respect du code de la route.	Nombre de cas d'accidents relevés Nombre de ralentisseurs réalisés Nombre de plaintes et conflits Nombre des séances de sensibilisation organisées	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage
Condition de vie et le bien-être des populations locales	Disparition de certains biens matériels et perte d'activités économiques. Nuisances dues aux émissions de poussières, aux rejets de gaz d'échappement et aux bruits pour les populations riveraines du chantier	-Mise en place d'un mécanisme de prévention et de gestion des conflits ; -Dimensionner et réaliser adéquatement le pont et les caniveaux suivant les normes requises afin de minimiser les risques d'inondations des riverains et la vulnérabilité climatique ; -Arroser l'emprise des travaux, des déviations, des pistes d'accès aux zones d'emprunt, aux carrières et aux sites de prélèvement des eaux pour les travaux en cas de soulèvement de poussières ; -Maintenir et faciliter les accès aux activités économiques qui longent le tronçon de la route ; -Règlementer les heures des travaux prenant en compte les heures de repos des populations riveraines et en fonction de certains services proches de la route du projet ; -Collecter et évacuer les déchets de chantier ; -Mise en place d'un programme d'entretien courant et périodique des ouvrages aménagés afin de le pérenniser.	Nombre de conflits et plaintes résolus Nombre d'arrosage par jour ; Nombre de plaintes et conflits ;	Entreprise réalisatrice des travaux	Mission de contrôle. Maitre d'ouvrage

Tableau : *Récapitulatifs des coûts des études d'impacts environnementales*

Désignation	Unité	Quantité	Cout unitaire	Cout total (FCFA)
Habitation	Nombre	20	20 000 000	400 000 000
Clôture en parpaings	ml	65	45 000	2 925 000
Puits traditionnel	Nombre	2	150 000	300 000
Hangars (atelier de soudure)	Nombre	3	150 000	450 000
Kiosques	Nombre	12	90 000	1 080 000
Anacarde	Nombre	1622	100 000	162 200 000
Arbre fruitier (manguier, goyavier, citronnier, palmier etc.,)	Nombre	45	50 000	2 250 000
Arbre non fruitier (neem, eucalyptus, etc.,)	Nombre	20	35 000	700 000
Sensibilisation des populations riveraines aux bonnes pratiques environnementales et sociales	Séance	3	500 000	1 500 000
Sensibilisation du personnel de chantier à l'interdiction formelle du braconnage et de la coupe du bois	Séance	3	300 000	900 000
Sensibilisation du personnel du chantier et des populations riveraines du tronçon de route du projet aux respects des consignes de sécurité routière et du code de la route	Séance	3	1 000 000	3 000 000
Sensibilisation du personnel de chantier aux respects des us et coutumes locaux	Séance	3	500 000	1 500 000
Sensibilisation du personnel et des populations riveraines aux risques de grossesse non désirée, les IST, VIH/SIDA	Séance	3	1 500 000	4 500 000
Coût total des mesures environnementales et sociales				**581 305 000**

ANNEXE 8 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET

ESTIMATION DU COÛT DES TRAVAUX

Ce chapitre a pour objectif de fournir une estimation des coûts liés aux travaux d'aménagement de la route. Cette évaluation constitue un outil stratégique d'aide à la décision pour le maitre d'ouvrage, permettant de planifier les ressources et en établissant une fourchette budgétaire de référence. Dans le cadre des appels d'offres à la mise en œuvre du projet.

Avant-métré

Il est important dès les premières phases du projet, d'évaluer l'ensemble des travaux requis pour la réalisation de l'infrastructure. Cette démarche consiste à exploiter les plans et des études techniques afin d'estimer de manière approximative les quantités des principaux éléments à mettre en œuvre :

- Installation du chantier ;
- Travaux préparatoires ;
- Terrassement ;
- Structure des chaussées ;
- Assainissement et drainage ;
- Ouvrages d'art ;
- Signalisation et Sécurité ;
- Mesures environnementales.

Cette étape préliminaire est cruciale pour une planification efficace et une estimation réaliste du coût global du projet.

Devis estimatif du projet

Ce document est le résultat d'une estimation économique basée sur les quantités calculées dans le métré. Il est réalisé en multipliant les quantités de chaque type de travaux par les prix unitaires de référence, tirés du bordereau des prix prévus pour le projet. Cette méthode permet de connaître les coûts par catégorie de travaux et d'obtenir le coût total prévisionnel de l'infrastructure. Pour cela, en absence de mercuriale de la Guinée-Bissau, nous avons établis les prix en se référant sur les projets qui ont été réalisés Guinée-Bissau.

Tableau : *Devis Quantitatif et Estimatif du projet*

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DU PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ROUTE BISSAU-NHACRA TRONÇON : ANTULA - BONO-QUIDE

N°	Désignation	Unités	Quantité	Prix unitaire	Montant
100	**Installation du chantier**				
101	Installation et Repli de chantier	Fft	1,00	200 000	200 000 000
102	Etude élaboration du dossier d'exécution	Fft	1,00	25 000	25 000 000
103	Amené et repli du matériel	Fft	1,00	100 000	100 000 000
	Sous total de la série 100				325 000 000
200	**Travaux préparatoires**				
201	Abattage et dessouchage d'arbres dans l'emprise des travaux	u	1 688,00	50 000	84 400 000
202	Débroussaillage et nettoyages de l'emprise des travaux	m2	2 952,00	200	590 400
203	Décapage de la terre végétale sur une épaisseur égale à 20cm	m2	14 600,00	9 000	131 400 000
204	Démolition des constructions existantes habitation	u	12,00	15 000 000	300 000
205	Démolition de caniveaux de dimensions 1.00 x 1.20	ml	114,41	25 000	2 860 240
	Sous total de la série 200				399 250 640
300	**Terrassement**				
301	Déblais	m3	33036,00	4 000	132 144 000
302	Remblais	m3	152 031,00	7 000	1 064 217 000
303	Reprofilage	m2	5 963,04	1 200	7 155 648
	Sous total de la série 300				1 233 516 648
400	**Structure de la Chaussée**				
401	Couche de fondation en graveleux latéritique améliorer au ciment (GLa) ép 20cm	m3	13 626,586	6 500	88 572 806
402	Couche de forme en graveleux latéritique naturelle d'épaisseur 15 cm	m3	10 179,197	2 000	20 358 393
403	Couche de base en Grave Bitume d'épaisseur égale à 10 cm	m3	3 236,552	7 000	22 655 866
404	Couche de roulement en béton bitumineux BB d'épaisseur égale à 5cm (chaussée)	m3	3 393,066	2 100	7 125 438
405	Couche de roulement en béton bitumineux BB d'épaisseur égale à 5cm (pont)	m3	90,000	2 100	189 000

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DU PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ROUTE BISSAU-NHACRA TRONÇON : ANTULA - BONO-QUIDE

N°	Désignation	Unités	Quantité	Prix unitaire	Montant
406	Couche de roulement en béton bitumineux BB d'épaisseur égale à 3cm pour l'accotement	m3	200,288	2 100	420 604
407	Fourniture et mise en œuvre de cut back 0/1 à 1200 kg pour couche d'imprégnation	m2	107,740	1 000	107 740
408	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage	m2	107,740	1 000	107 740
409	fourniture et pose de trottoir en pavée	ml	7 343,114	5 000	36 715 569
410	Fourniture et mise en œuvre de terre végétale sur ilots de carrefour giratoire	m3	5,542	9 000	49 881
	sous total				176303037,7
411	**Béton pour le giratoire**				
411,1	Couche de base en béton ciment (BC5) ép. 17 cm	m3	146,585	240 000	35 180 370
411,2	Couche de fondation en béton ciment (BC2) ép. 16 cm	m3	137,962	130 000	17 935 091
	Sous total				352 606 075
412	**Bordures**				
412,1	Fourniture et pose des bordures de type T2+CS2	ml	5 394,83	8 700	46 935 029
412,3	Fourniture et pose des bordures de type T1	ml	4 532,91	6 500	29 463 929
412,4	Fourniture et pose des bordures de type P3	ml	5 626,97	4 500	25 321 370
	Sous total de la série 400				630 629 441
500	**ASSAINISSEMENT ET DRAINAGE**				
501	**Caniveaux**				
501,2	Caniveau 80*80	ml	281,58	57 000	16 050 060
501,3	Caniveau 100*100	ml	582,09	63 500	36 962 715
501,4	Caniveau 120*120	ml	1 411,22	70 000	98 785 400
501,5	Caniveau 140*140	ml	1 207,16	81 000	97 779 960
501,6	Dallette pour le caniveau 80*80	ml	281,58	42 000	11 826 360
501,7	Dallette pour le caniveau 100*100	ml	582,09	50 400	29 337 336
501,8	Dallette pour le caniveau 120*120	ml	1 411,22	58 800	82 979 736
501,9	Dallette pour le caniveau 140*140	ml	1 207,16	70 000	84 501 200
	Sous total				458 222 767
502	**Fossés longitudinal**				
502,1	Fossé longitudinal triangulaire en terre, d'une hauteur de 60 cm	ml	2 662,65	1 250	3 328 309
	Sous total				3 328 309
503	**Dalots longitudinaux**				
503,1	Dalot 80*80	ml	281,58	220 000	61 947 600

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DU PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ROUTE BISSAU-NHACRA TRONÇON : ANTULA - BONO-QUIDE

N°	Désignation	Unités	Quantité	Prix unitaire	Montant
503,2	Dalot 100*100	ml	55,05	280 000	15 414 000
503,3	Dalot 120*120	ml	146,96	320 000	47 027 200
503,4	Dalot 140*140	ml	183,50	380 000	69 730 000
	Sous total				194 118 800
504	**Dalots Transversaux**				
504,1	Dalot 1,50 x1,50	ml	11,80	624 000	7 363 200
504,2	Dalot 2,00 x 1,50	ml	11,80	900 000	10 620 000
	Sous total				17 983 200
	Sous total de la série 500				673 653 076
600	**Ouvrage d'art**				
601	Pont à poutre	fft	1,00	2 622 830 340	2 622 830 340
	Sous total				2 622 830 340
	Sous total de la série 600				2 622 830 340
700	**SIGNALISATION et SECURITE**				
701	**Signalisation verticale**				
701,1	Fourniture et pose de borne Kilométrique	u	5,00	75 000	375 000
701,2	Fourniture et pose des panneaux types A	u	4,00	284 000	1 136 000
701,3	Fourniture et pose des panneaux types B	u	3,00	284 000	852 000
701,4	Fourniture et pose des Panneaux AB	u	8,00	284 000	2 272 000
701,5	Fourniture et pose des panneaux de type C	u	22,00	284 000	6 248 000
701,6	Fourniture et pose de panneau de signalisation type E	u	1,00	284 000	284 000
701,7	Fourniture et pose des panneaux de type J5	u	4,00	284 000	1 136 000
	Sous total				12 303 000
702	**Signalisation horizontale**				
702,1	Fourniture et pose de feux tricolores	u	4,00	3 000 000	12 000 000
702,2	Marquage en peinture blanche rétro réfléchissant axiale discontinue T1 2u	ml	5 387,64	1 090	5 872 527
702,3	Marquage en peinture blanche rétro réfléchissant de rive discontinue T2 3u	ml	10 503,42	1 363	14 316 161
702,4	Marquage en peinture blanche rétro réfléchissant (passage piétons)	m2	266,00	16 500	4 389 000
702,5	Marquage en peinture blanche rétro réfléchissante (Zébra)	m2	13,54	35 000	473 885
702,6	Fourniture et pose d'éclairage public (lampe solaire de 10m)	u	220,00	1 800 000	396 000 000
702,7	Réalisation des ralentisseurs en dos d'âne	ml	132.00	287 500	37 950 000
	Sous total				471 001 573

DEVIS ESTIMATIF ET QUANTITATIF DU PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ROUTE BISSAU-NHACRA TRONÇON : ANTULA - BONO-QUIDE

N°	Désignation	Unités	Quantité	Prix unitaire	Montant
	Sous total de la série 700				483 304 573
800	**Mesures environnementales**				
801	Mesures environnementales et sociales	fft	1,000	581 305 000	581 305 000
	Sous total de la série 800				581 305 000
I	**Cout total HT**				**6 950 341 718**
II	**TVA (18%)**				**1 251 061 50**
III	**Imprévus (3%)**				**208 510 252**
IV	**Coût global TTC**				**8 409 913 479**
V	**Coût kilométrique TTC**				**1 561 149 708**

ANNEXE 9 : PLANS

PROFIL EN TRAVERS TYPE

PROFIL ENTRAVERS COURANT

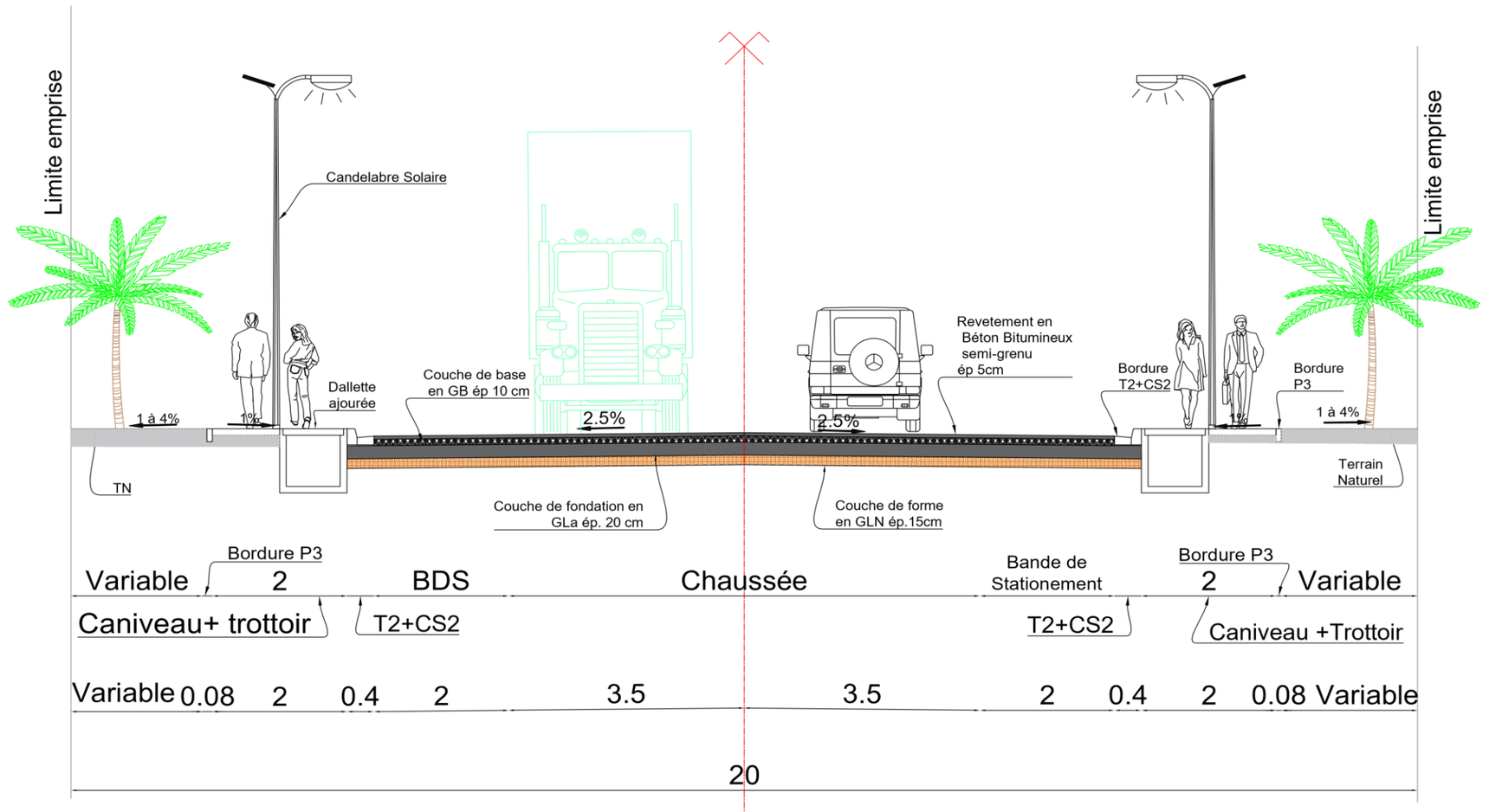
PLAN DE L'AMENAGEMENT

PLAN D'EXECUTION DES DALOT ET DES CANIVEAUX

TRACE COMBINE

PROFIL EN TRAVERS TYPE

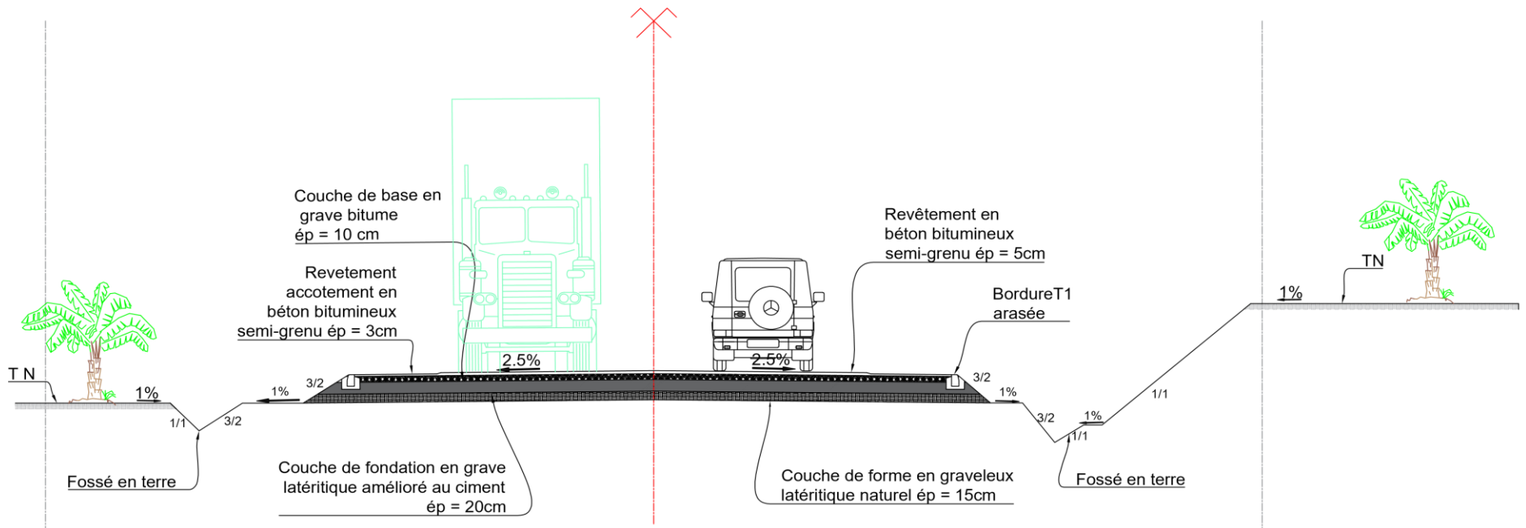
Route en 1x2 voies en section Urbaine du PK0+00 Au PK2+952



RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Profil en travers type en agglomeration	Echelle: 1/1000 Plan n: 01 Date:01/26	Etabli: Vérifié: Vérifié:	CAMALA Francisco Junior Ing. KY Oral Pr. GANA Abdou Lawane

PROFIL EN TRAVERS TYPE

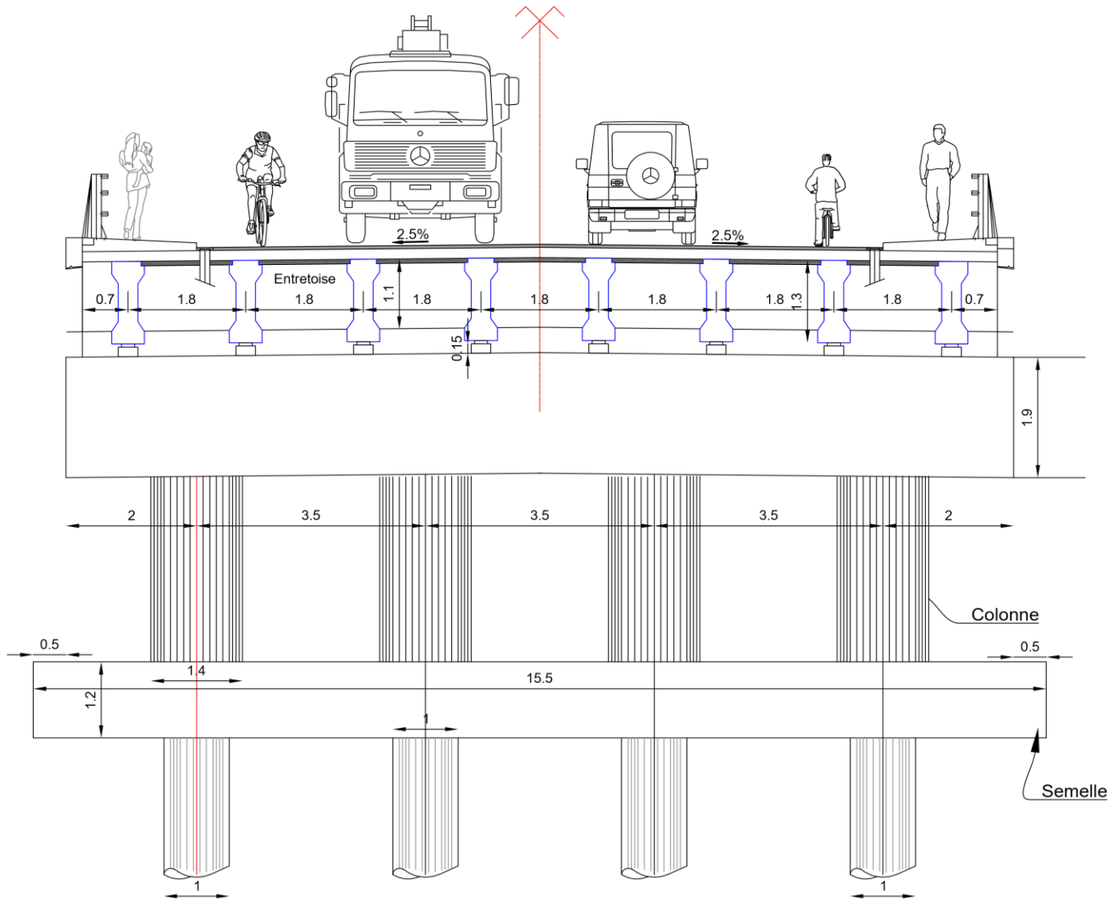
Route en 1x2 voies en rase campagne du PK2+952 Au PK5+387



Végéntation + fossé en terre	Talus	Accot.	Chaussée		Accot.	Talus	Végétation + fossé en terre
	Variable					Variable	
Variable	1	1.5	3.5	3.5	1.5	0.33	Variable
Variable		1.5	7		1.5		Variable
	Variable					Variable	
			20				

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress	Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Profil en travers type en rase campagne	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 02	Vérifié:	Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PONT
en 1x2 voies en rase campagne



RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport Unité- Libérté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finance la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Profil en travers type du pont	Echelle: 1/1000 Plan n: 01 Date:01/26	Etabli: Vérifié: Vérifié:	CAMALA Francisco Junior Ing. KY Oral Pr. GANA Abdou Lawane

PROFIL EN TRAVERS COURANT

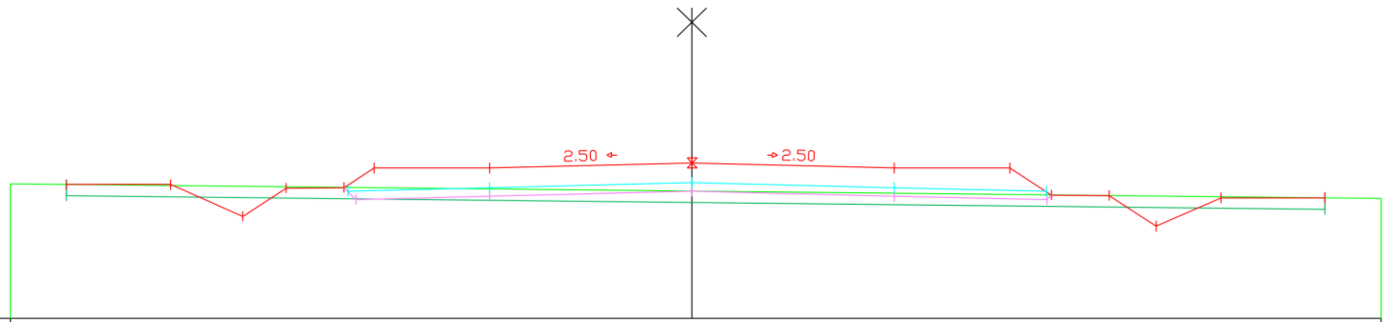
Route en 1x2 voies en rase campagne du PK2+952 Au PK5+387

PROFIL 257

A-Q.PIS

S = 5387.640
ZTN = 40.244
ZPRO= 40.744

ECHS=1/ 100
ECHZ=1/ 100
PC = 38.0
LICENCE : 3958



TERRAIN	DISTANCES	-11.79																11.92
	COTES	40.37																40.12
DECAPAGE	DISTANCES		-10.82 -10.82														10.94 10.94	
	COTES		40.36 40.16														39.93 40.13	
PROJET	DISTANCES		-10.82	-9.02	-7.77	-7.02	-6.02	-5.50	-3.50	0.00	3.50	5.50	6.22	7.22	8.03	9.14	10.94	
	COTES		40.36	40.36	39.80	40.30	40.31	40.66	40.66	40.74	40.66	40.66	40.18	40.17	39.63	40.13	40.13	
FORME	DISTANCES						-5.96		-3.50	0.00	3.50		6.12					
	COTES						40.25		40.31	40.39	40.31		40.24					
ASSISE	DISTANCES						-5.81		-3.50	0.00	3.50		6.13					
	COTES						40.10		40.16	40.24	40.16		40.09					

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme -------------------- Direction générale des infrastructures de transport Unité- Libérté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports ------------- Ministère de l'économie et des Finance -------------------- la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	2iE Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) ----------------- ----------------- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	Profil en travers Courant	Echelle: 1/1000	Etabli: CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 01	Vérifié: Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié: Pr. GANA Abdou Lawane

PROFIL EN TRAVERS COURANT

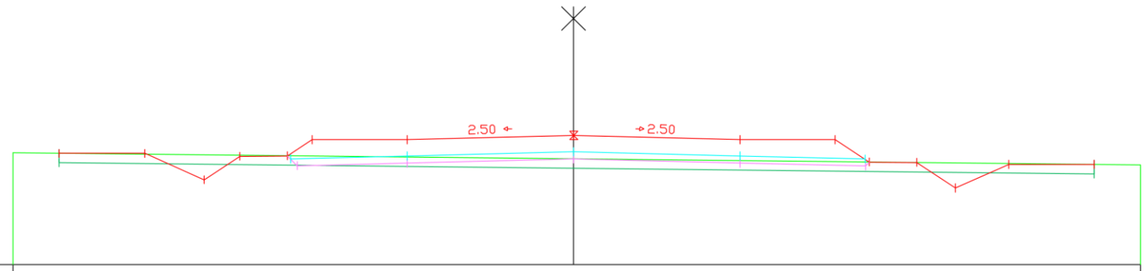
Route en 1x2 voies en rase campagne du PK2+952 Au PK5+387

PROFIL 257

A-Q.PIS

S = 5387.640
ZTN = 40.244
ZPRO= 40.744

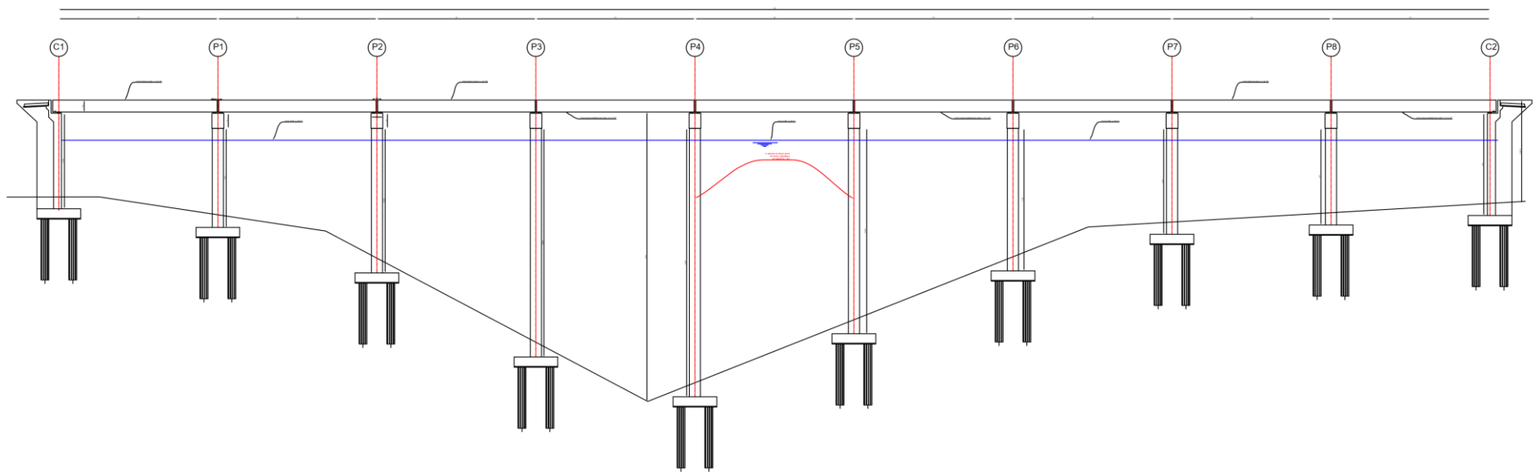
ECHS=1/ 100
ECHZ=1/ 100
PC = 38.0
LICENCE : 3958



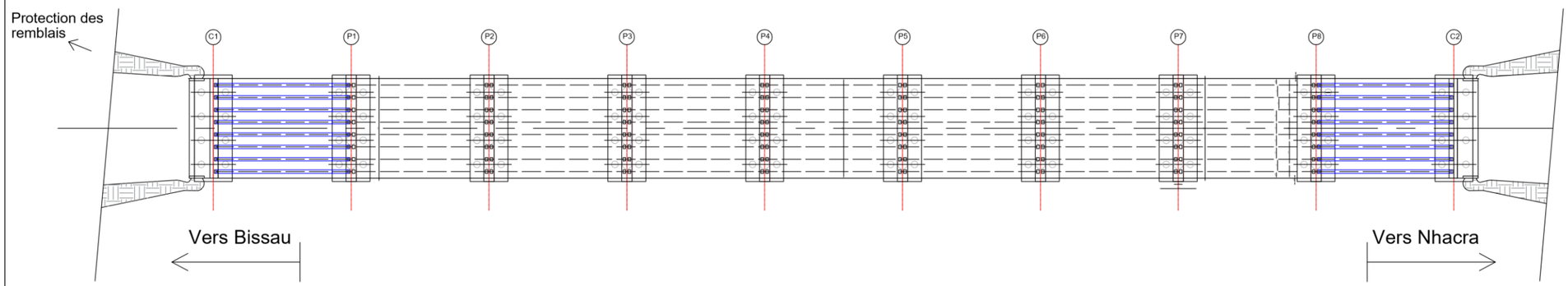
TERRAIN DISTANCES	-11.79																							11.92
TERRAIN COTES	40.37																							40.12
DECAPAGE DISTANCES	-10.82	-10.82																					10.94	10.94
DECAPAGE COTES	40.36	40.16																					39.93	40.13
PROJET DISTANCES	-10.82		-9.02	-7.77	-7.02	-6.02	-5.50	-3.50		0.00		3.50	5.50	6.22	7.22	8.03	9.14		10.94					
PROJET COTES	40.36		40.36	39.80	40.30	40.31	40.66	40.66		40.74		40.66	40.66	40.18	40.17	39.63	40.13		40.13					
FORME DISTANCES						-5.96		-3.50		0.00		3.50		6.12										
FORME COTES						40.25		40.31		40.39		40.31		40.24										
ASSISE DISTANCES						-5.81		-3.50		0.00		3.50		6.13										
ASSISE COTES						40.10		40.16		40.24		40.16		40.09										

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport Unité- Liberté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finance la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	2iE Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	Profil en travers Courant	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 02	Vérifié:	Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

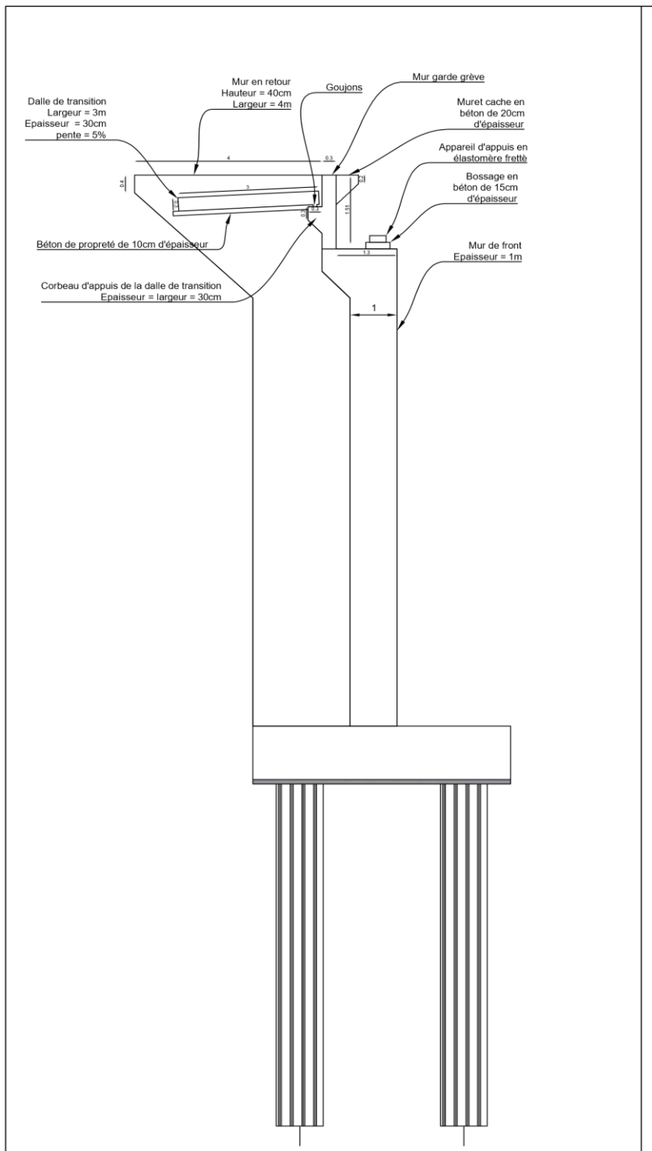
Coupe Longitudinale du pont

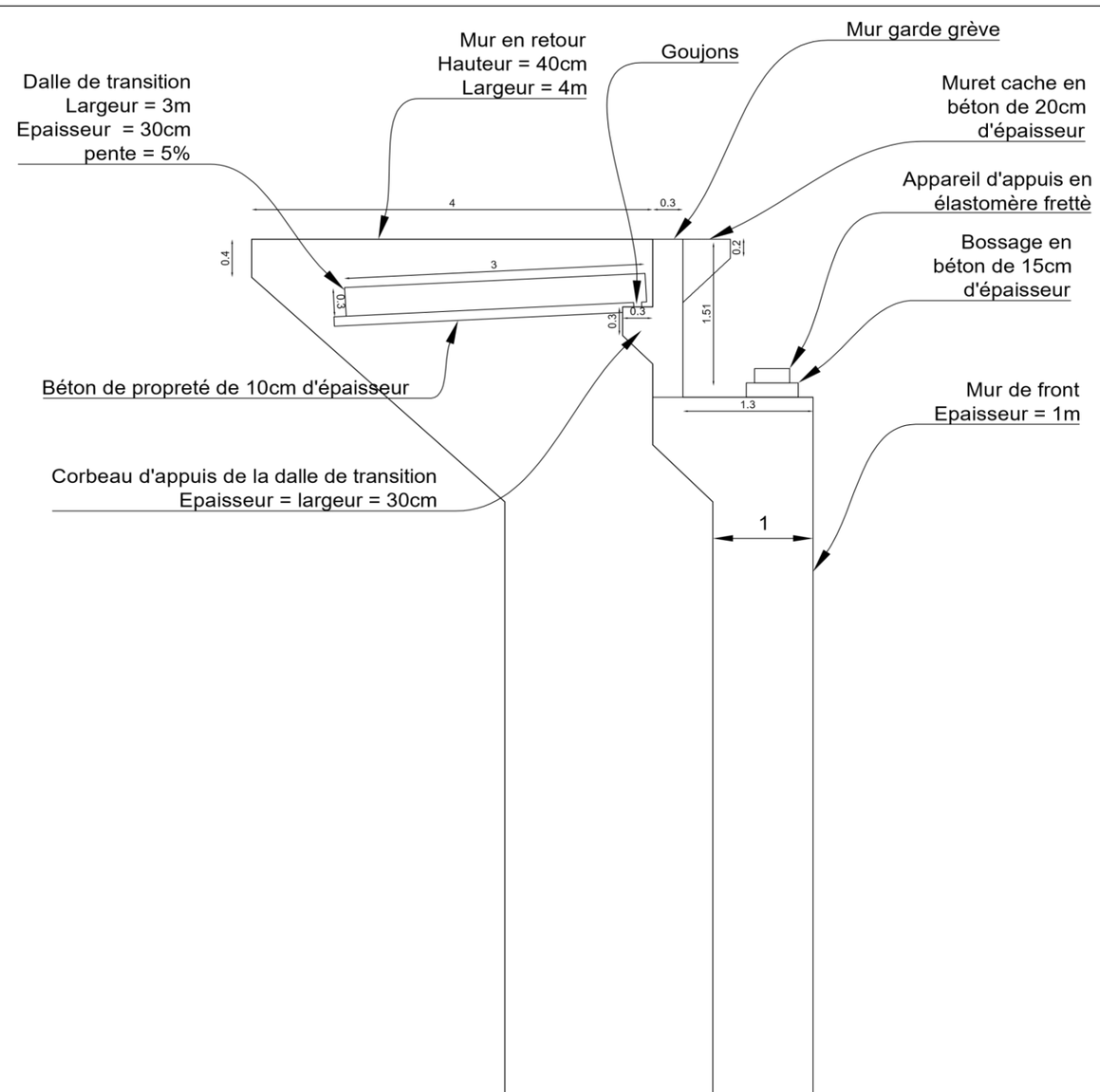


Vue en plan du pont

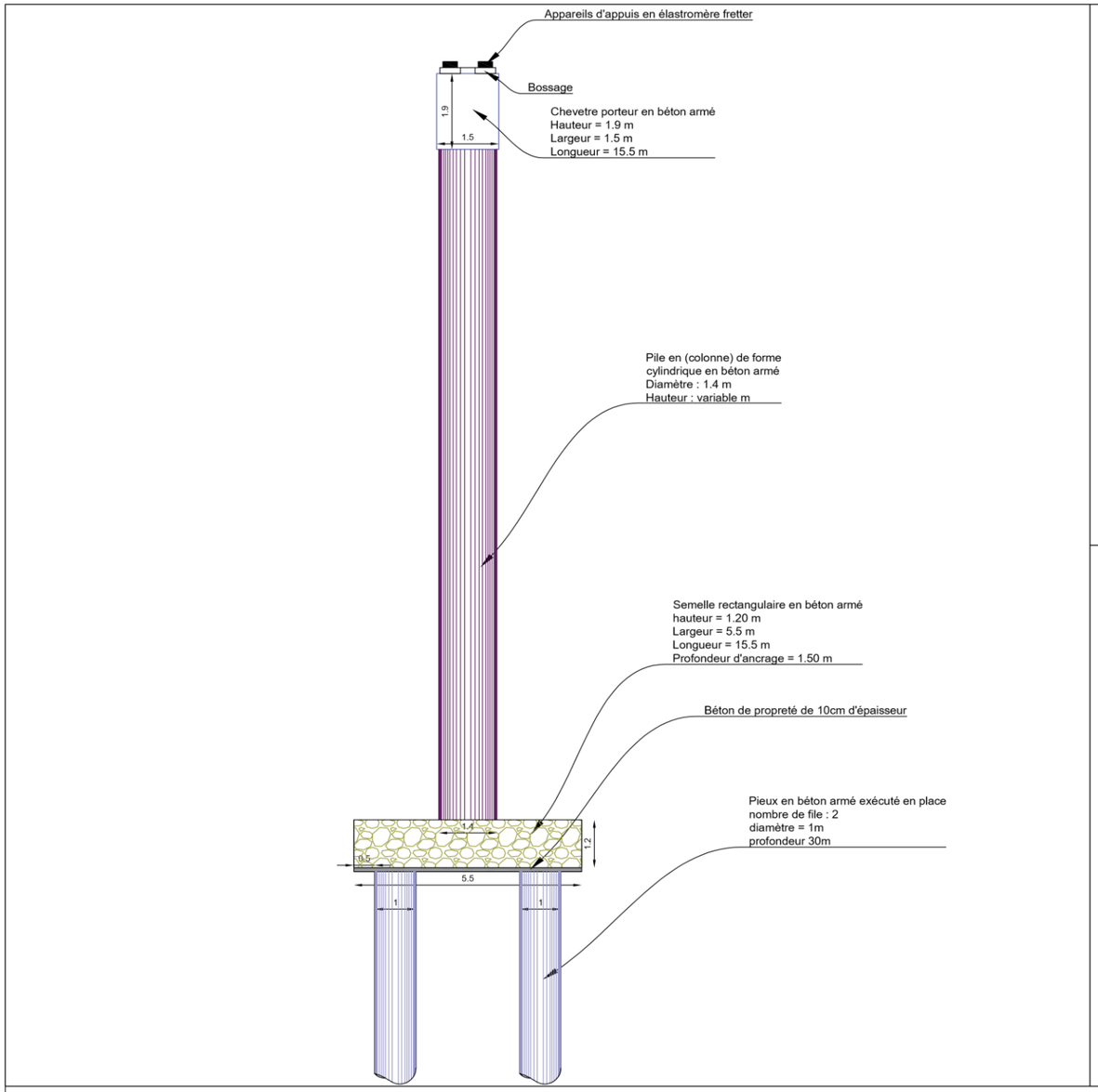


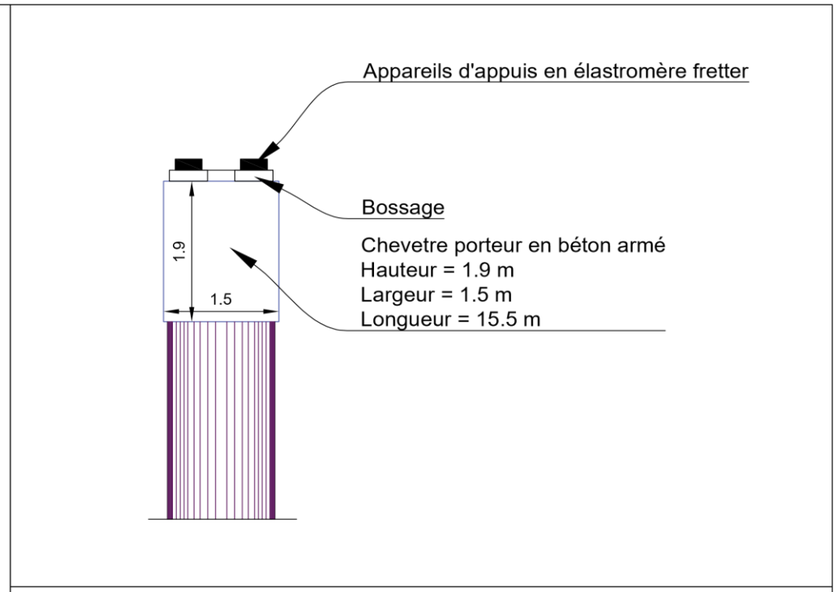
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport Unité- Liberté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finance la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Vue en plan du pont	Echelle: 1/1000 Plan n: 00 Date:01/26	Etabli: Vérifié: Vérifié:	CAMALA Francisco Junior Ing. KY Oral Pr. GANA Abdou Lawane

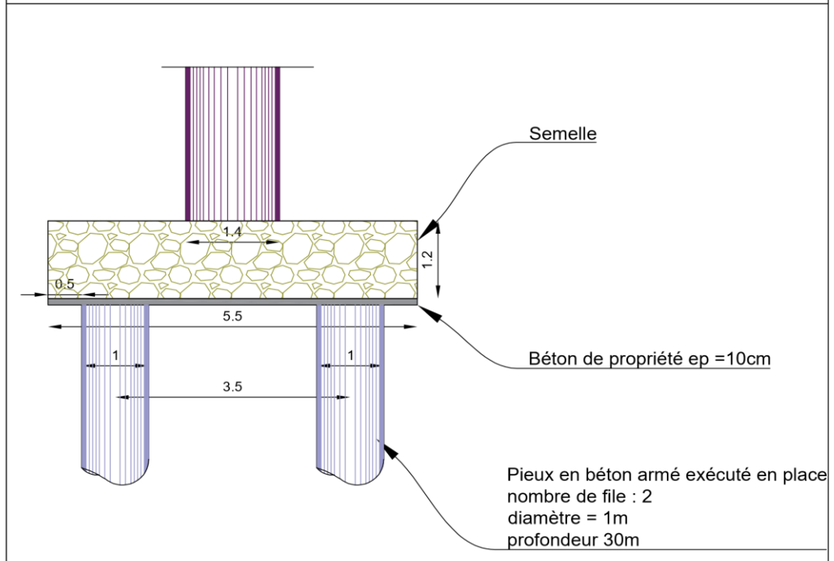




RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport Unité- Liberté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finance la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN détail de la culée	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

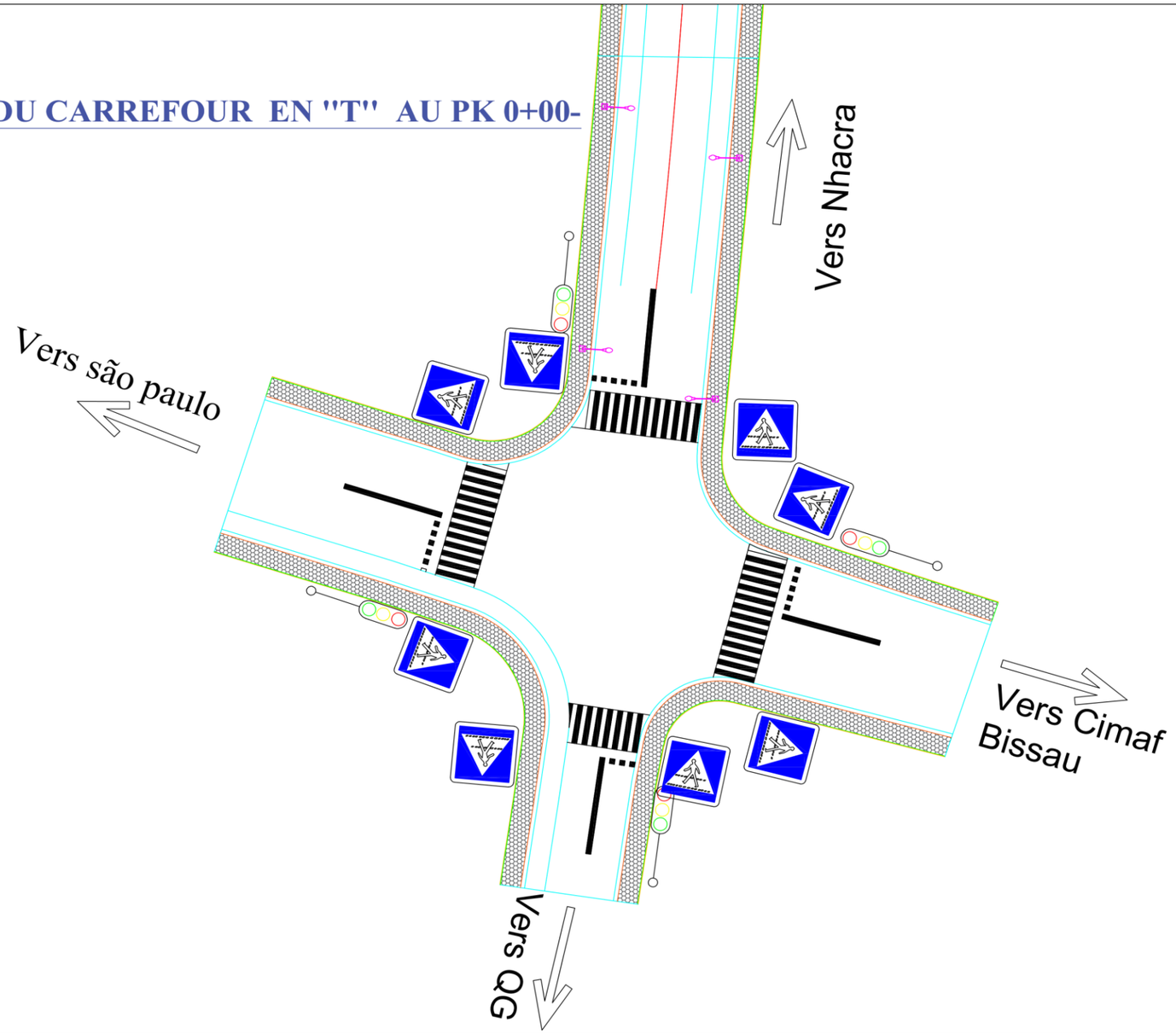






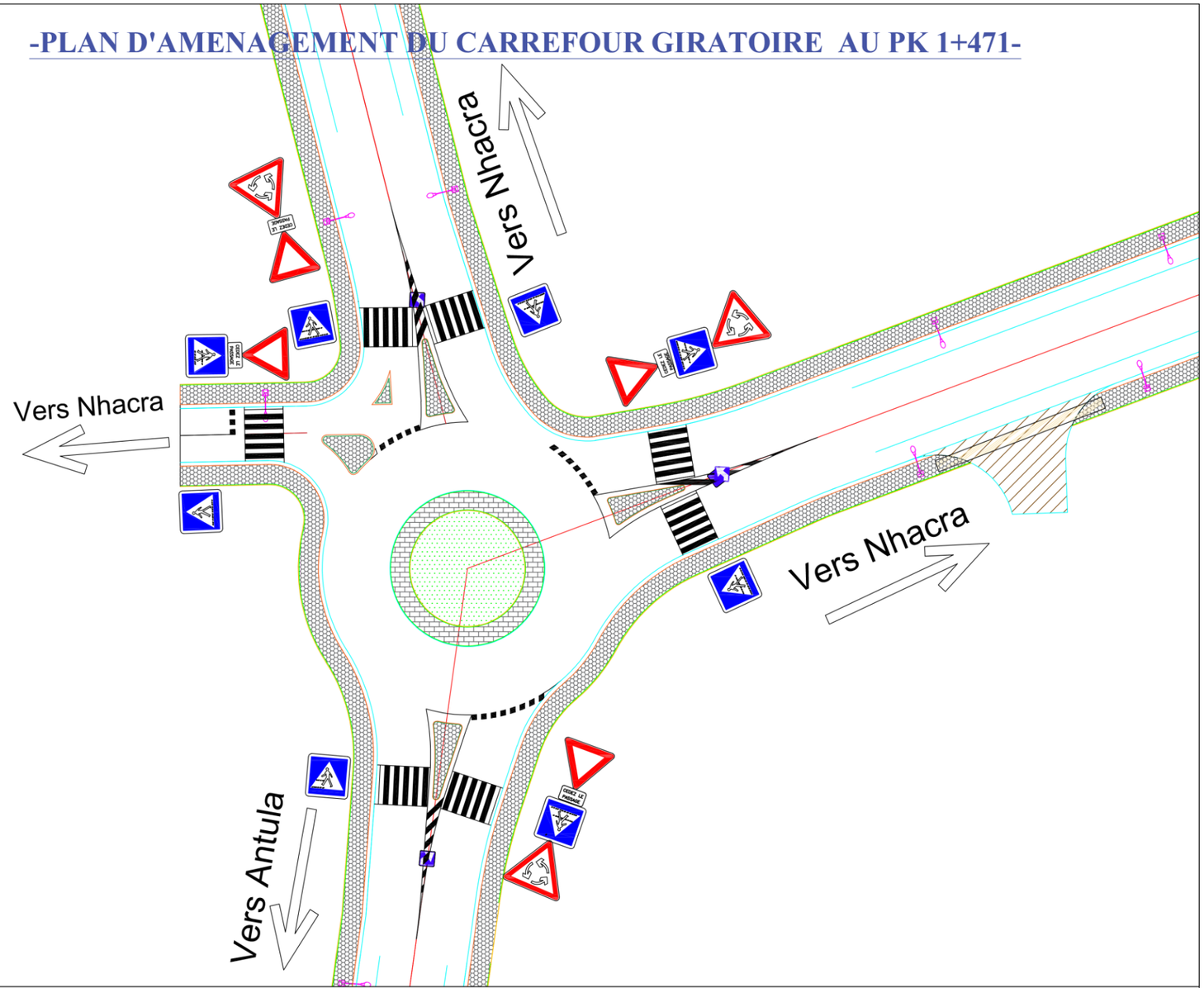
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport Unité- Libérté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finance la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN chevetre,pile, semelle, pieux	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

-PLAN D'AMENAGEMENT DU CARREFOUR EN "T" AU PK 0+00-



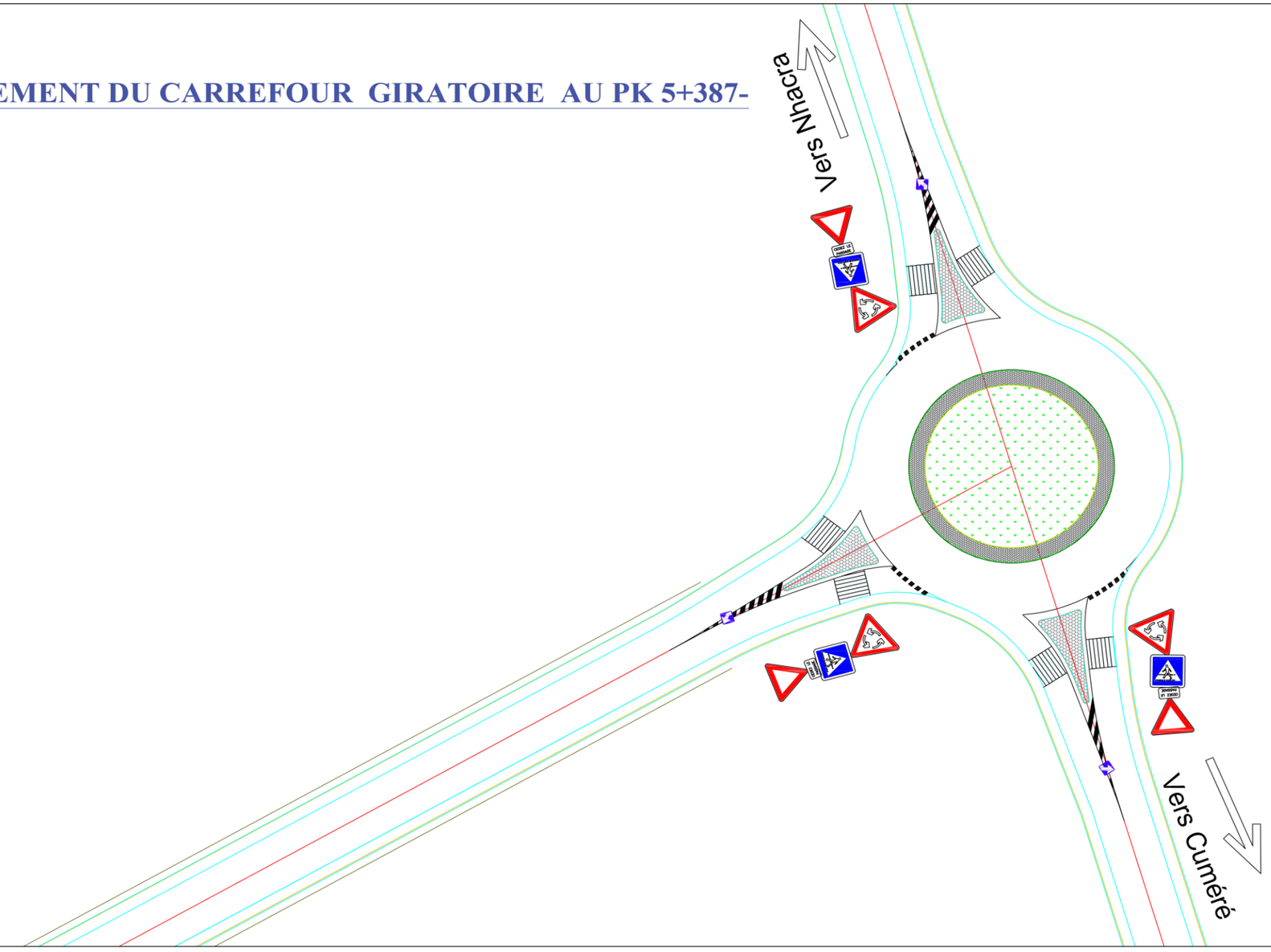
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN de carrefour a feux	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
					Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
					Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

-PLAN D'AMENAGEMENT DU CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 1+471-



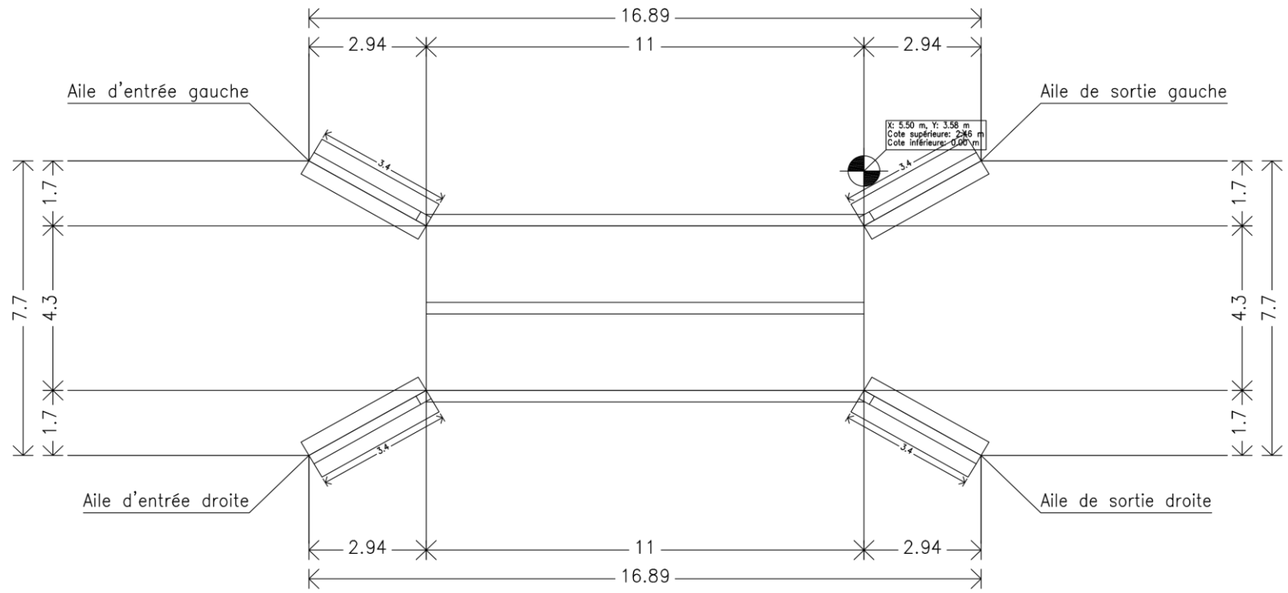
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN d'aménagement du giratoire	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
					Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
					Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

-PLAN D'AMENAGEMENT DU CARREFOUR GIRATOIRE AU PK 5+387-



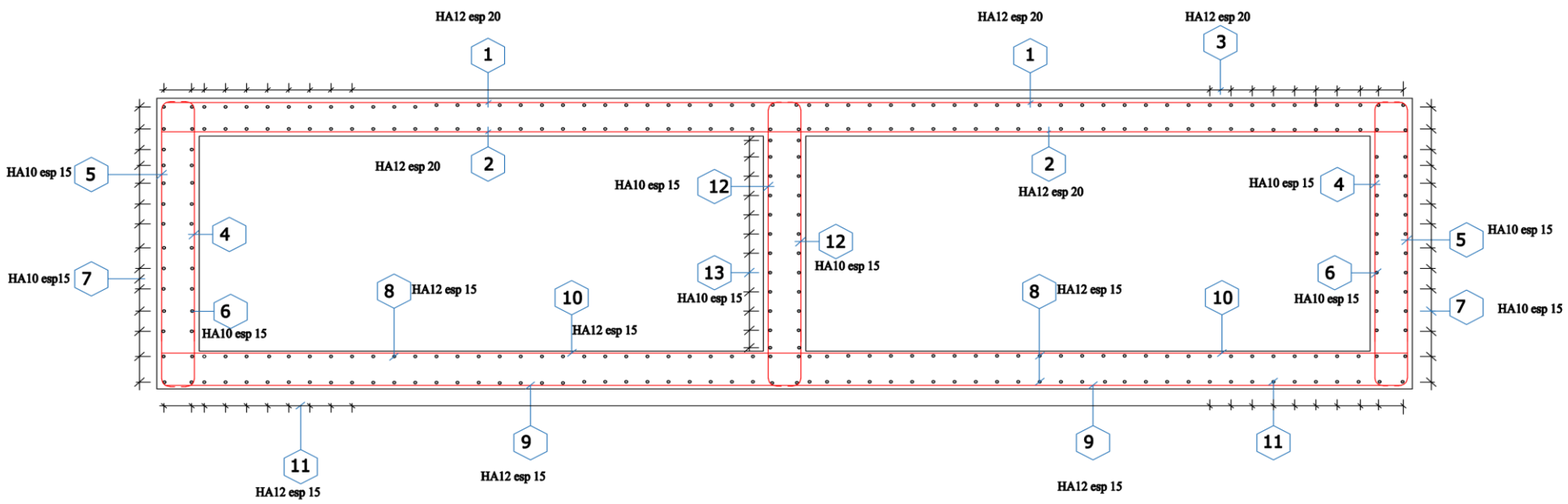
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN de carrefour giratoire	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
					Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
					Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

Vue de dessus



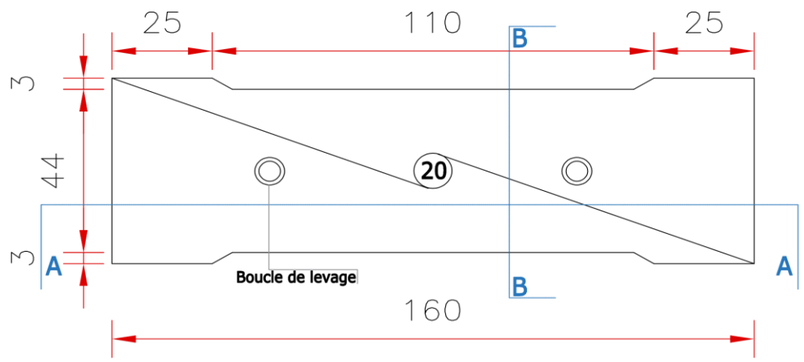
RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Vue de dessus dalot	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
					Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
					Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

FERRAILLAGE DU DALOT

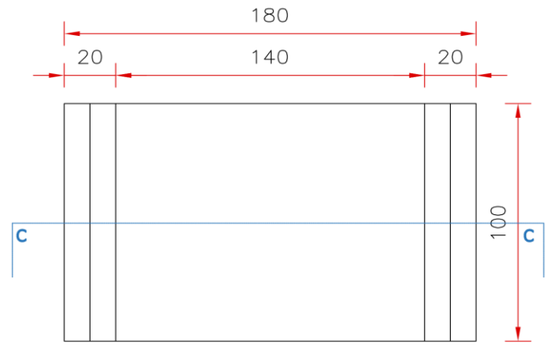


RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Libérté- Progress Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Ferraillage du Dalot (2 x 2.0 x 1.5)	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
					Plan n: 01	Vérifié:	Ing. KY Oral
					Date:10/25	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane

VUE EN PLAN DE LA DALLETTE



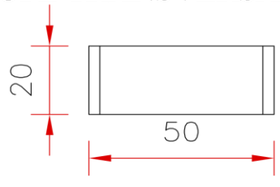
VUE EN PLAN DU CANIVEAU



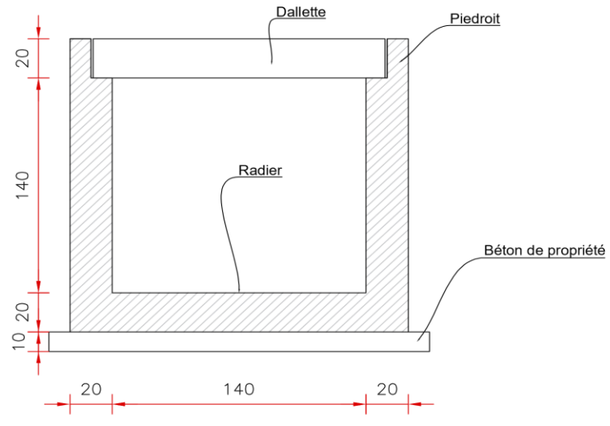
COUPE LONGITUDINALE A-A



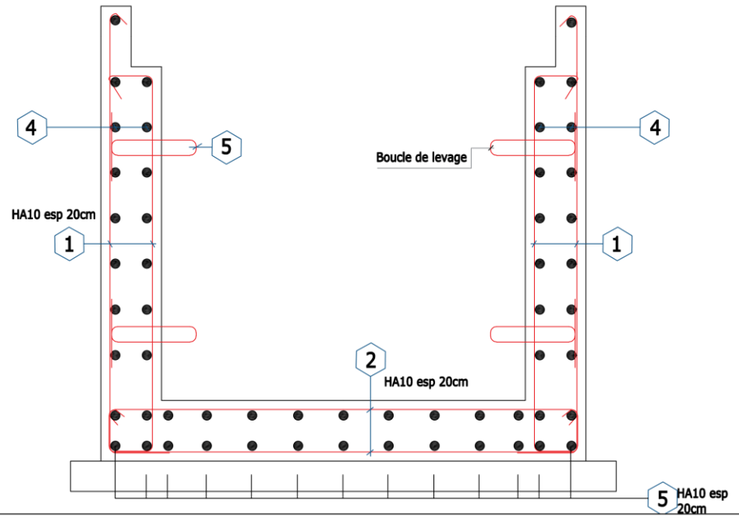
COUPE TRANSVERSALE B-B



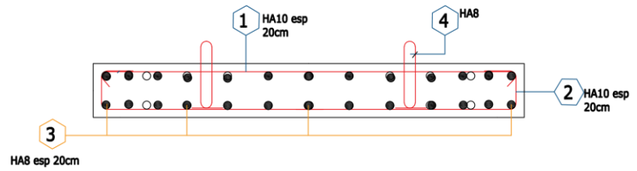
COUPE TRANSVERSALE C-C

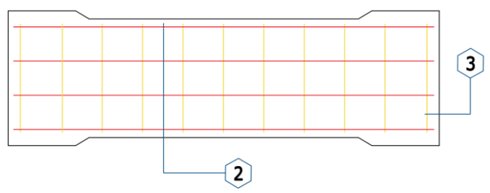


RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Liberté- Progress	Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	Plan du caniveau S=140x140 cm²	Echelle: 1/1000 Plan n: 00 Date:01/26	Etabli: Vérifié: Vérifié:	CAMALA Francisco Junior Ing. KY Oral Pr. GANA Abdou Lawane



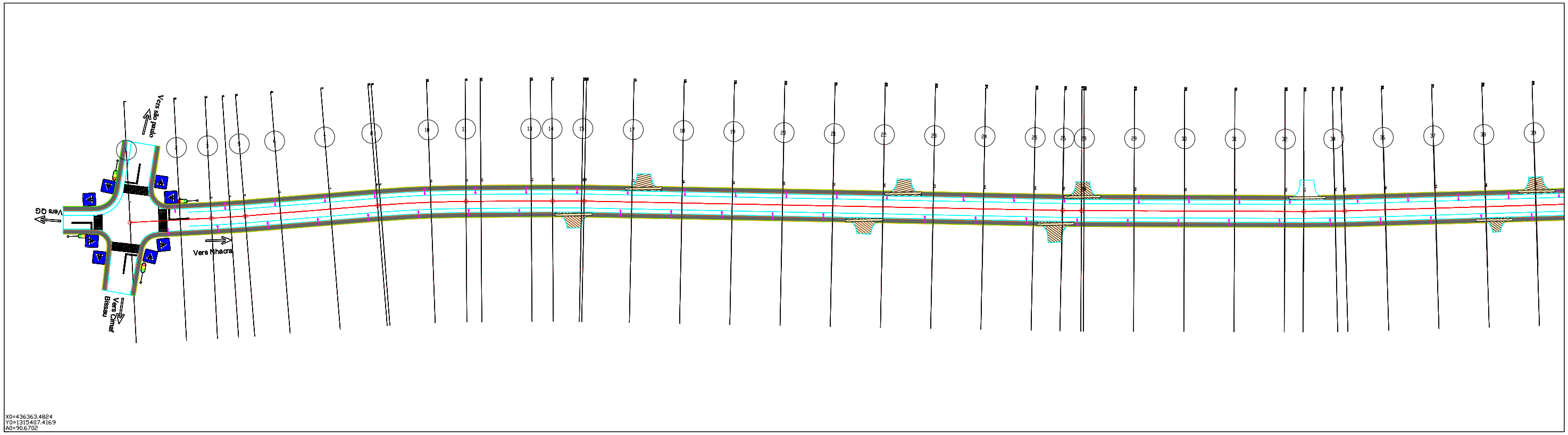
PLAN DE FERRAILLAGE DALLETTE





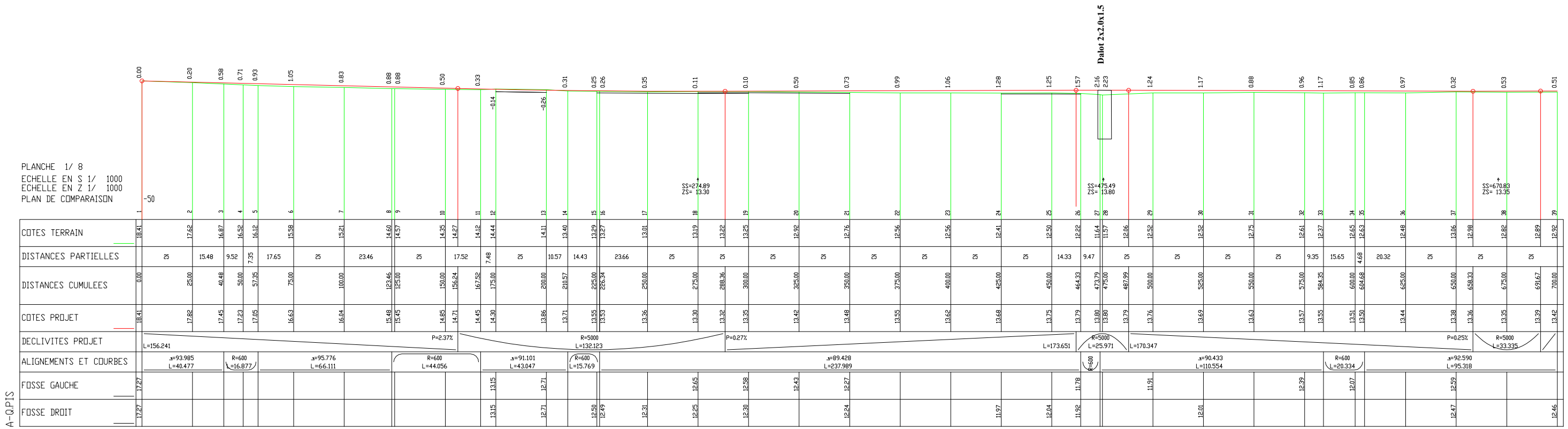
N°	Diamètre (mm)	Espacement (cm)
1	HA 10	20
2	HA 10	20
3	HA 10	20
4	HA 10	20
5	HA 8	50

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Libérté- Progress	Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Étude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	Plan du ferraillage caniveau	Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
						Plan n: 00	Vérifié:	Ing. KY Oral
						Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane



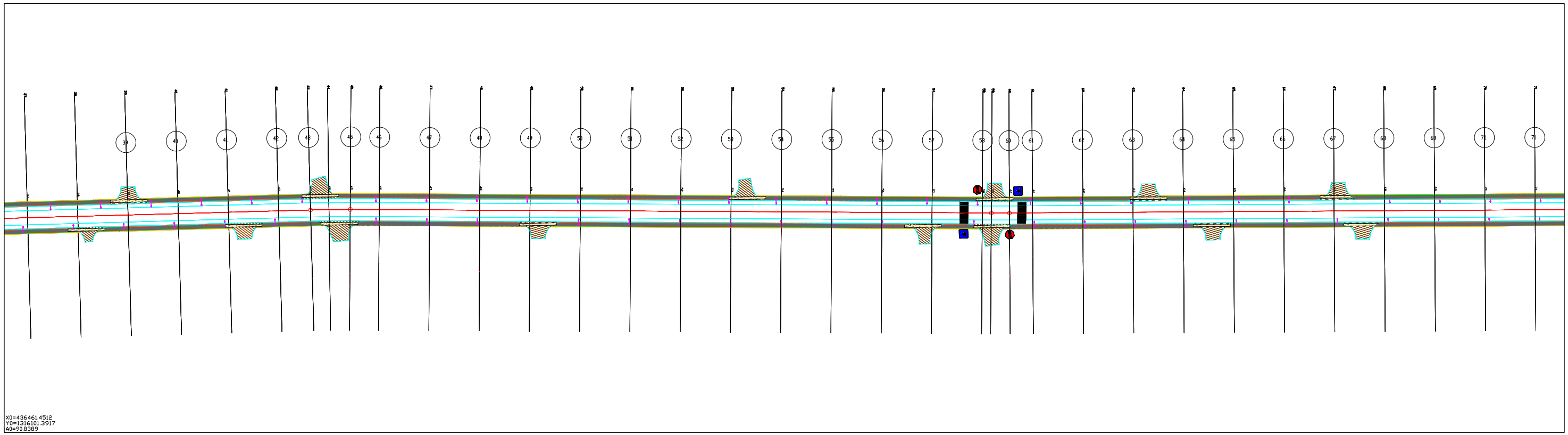
ECHELLE 1/1000

N

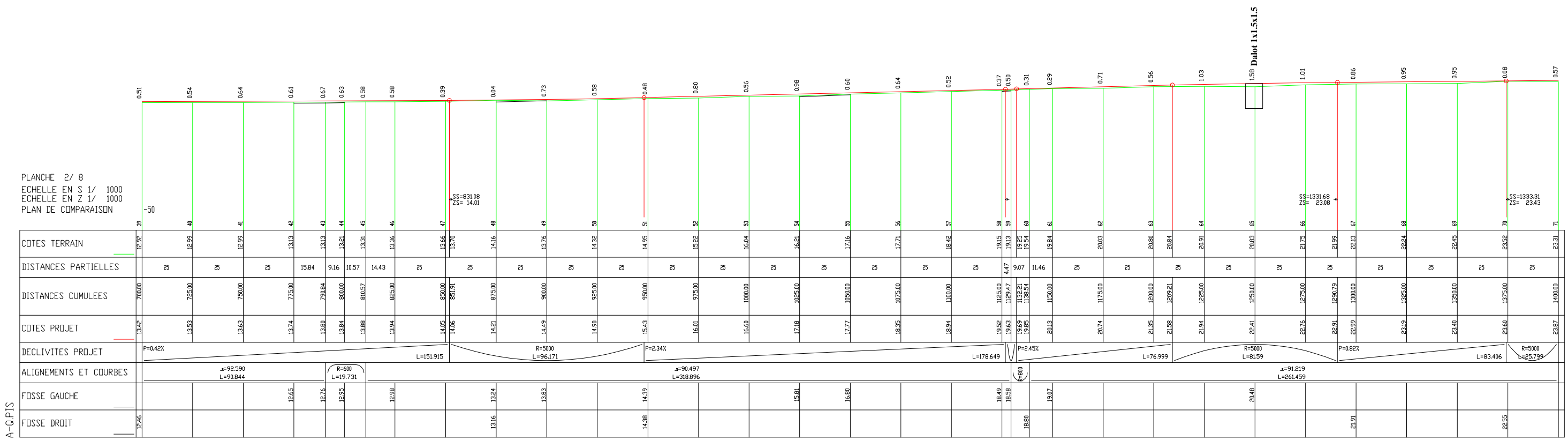


LICENCE : 3958

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Unité- Libérté- Progress	Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport
AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)	
Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	
Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	
PLAN Tracé Combiné	
Echelle: 1/1000	Etabli: CAMALA Francisco Junior
Plan n: 01	Vérifié: Ing. KY Oral
Date:01/26	Vérifié: Pr. GANA Abdou Lawane

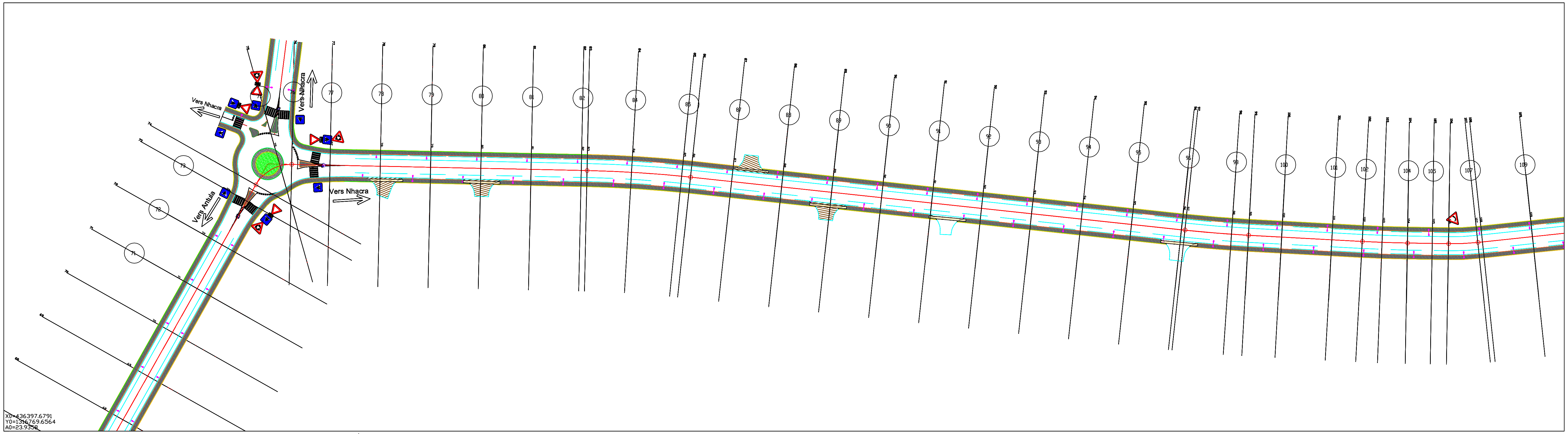


ECHELLE 1/1000



LICENCE : 3958

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme --- Direction générale des infrastructures de transport Unité- Libérté- Progress	BURKINA FASO Ministère des infrastructures Du Désenclavement et des transports --- Ministère de l'économie et des Finance --- la direction générale des marchés Publics et desEngagements	AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC) AGEIM Ingénieurs Conseils	Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE) --- Direction Des Etudes Département de Génie Civil	Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)	PLAN Tracé Combiné	Echelle: 1/1000 Plan n: 02 Date:01/26	Etabli: Vérifié: Vérifié:	CAMALA Francisco Junior Ing. KY Oral Pr. GANA Abdou Lawane



ECHELLE 1/1000

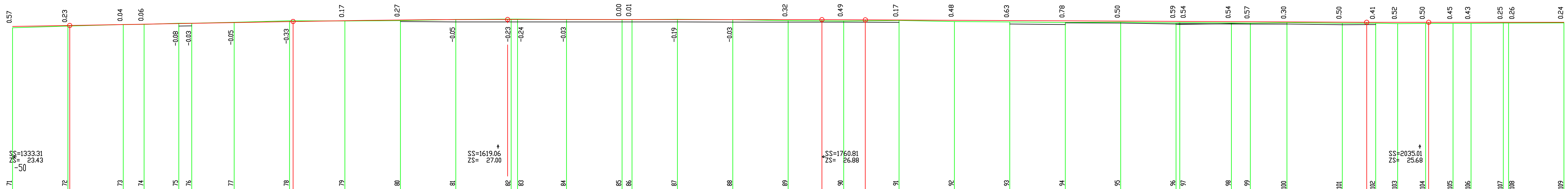


PLANCHE 3/ 8
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON -50

SS=1333.31 ZS= 23.43
SS=1619.06 ZS= 27.00
SS=1760.81 ZS= 26.88
SS=2035.01 ZS= 25.68

Profil	COTES TERRAIN	DISTANCES PARTIELLES	DISTANCES CUMULEES	COTES PROJET	FOSSE GAUCHE	FOSSE DROIT	Écart
71	23.31		1400.00	23.87			0.57
72	24.04 / 24.06	25	1425.00 / 1425.80	24.27 / 24.28			0.23
73	24.70	25	1450.00	24.73			0.04
74	24.84	9.36	1459.36	24.90			0.06
75	25.27	15.64	1475.00	25.19		23.99	-0.08
76	25.33	5.91	1480.91	25.30	24.59	24.10	-0.03
77	25.71	19.09	1500.00	25.66			-0.05
78	26.45 / 26.45	25	1525.00 / 1526.57	26.12 / 26.15	25.07	25.07	-0.33
79	26.36	25	1550.00	26.53			0.17
80	26.54	25	1575.00	26.81	25.86	26.15	0.27
81	27.02	25	1600.00	26.97		25.92	-0.05
82	27.23	25	1625.00	27.00	25.95	25.95	-0.23
83	27.23		1627.86	27.00		25.95	-0.24
84	27.01	22.14	1650.00	26.98		25.93	-0.03
85	26.96	25	1675.00	26.96		25.91	0.00
86	26.94	4.46	1679.46	26.95		25.90	0.01
87	27.12	20.54	1700.00	26.93		25.89	-0.19
88	26.94	25	1725.00	26.91		25.86	-0.03
89	26.57	25	1750.00	26.89		25.84	0.32
	26.45		1765.18	26.88			
90	26.37	25	1775.00	26.86		25.81	0.49
	26.45		1784.82	26.82			
91	26.57	25	1800.00	26.75		25.70	0.17
92	26.15	25	1825.00	26.63			0.48
93	25.88	25	1850.00	26.51	24.99		0.63
94	25.60	25	1875.00	26.39	24.76	25.49	0.78
95	25.77	25	1900.00	26.27		25.41	0.50
96	25.56	25	1925.00	26.15	24.88	25.04	0.59
97	25.60		1926.73	26.14	24.84	25.12	0.54
98	25.49	23.27	1950.00	26.03	25.09	25.06	0.54
99	25.42	8.46	1958.46	25.99	25.04	24.98	0.57
100	25.61	16.54	1975.00	25.91	25.03	25.01	0.30
101	25.29	25	2000.00	25.79		24.63	0.50
	25.30		2011.00	25.74			
102	25.31	15.15	2015.15	25.72		24.73	0.41
103	25.17	9.85	2025.00	25.69			0.52
104	25.18 / 25.19	12.61	2037.61 / 2039.00	25.68 / 25.68			0.50
105	25.24	12.39	2050.00	25.69			0.45
106	25.27	8.07	2058.07	25.69			0.43
107	25.46	14.61	2072.68	25.71	24.50		0.25
108	25.45		2075.00	25.71			0.26
109	25.49	25	2100.00	25.73			0.24

DECLIVITES PROJET: R=5000 L=25.799; P=1.85% L=100.773; R=5000 L=96.856; L=141.753 P=0.09%; R=5000 L=19.639; L=226.183 P=0.48%; R=5000 L=27.996; P=0.08% L=61.002

ALIGNEMENTS ET COURBES: ∆=91.219 L=59.356; R=20 L=21.556; ∆=22.604 L=146.949; R=600 L=51.6; ∆=17.130 L=247.273; R=600 L=31.726; ∆=20.496 L=56.687; R=600 L=22.468; ∆=22.880 L=20.458; R=120; ∆=30.629 L=27.32

A-Q.PIS

LICENCE : 3958

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU

Unité- Liberté- Progress

Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme

Direction générale des infrastructures de transport

AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)

AGEIM Ingénieurs Conseils

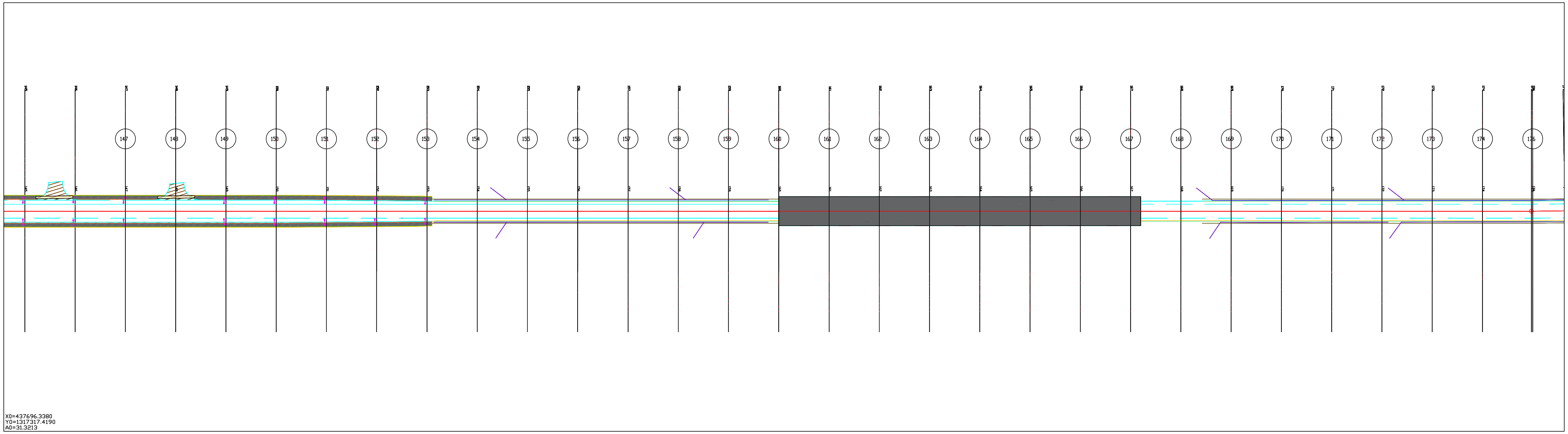
2iE
Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE)

Direction Des Etudes
Département de Génie Civil

Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)

PLAN
Tracé Combiné

Echelle: 1/1000		Etabli:	CAMALA Francisco Junior
Plan n: 03		Vérifié:	Ing. KY Oral
Date:01/26		Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane



ECHELLE 1/1000

Pont à poutre

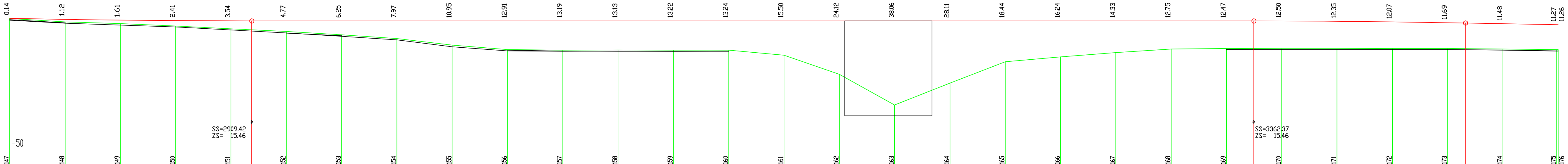


PLANCHE 5/ 8
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON -50

Profil	Cotes terrain	Distances partielles	Distances cumulées	Cotes projet	Fossé gauche	Fossé droit	Écart (projet − terrain)
147	16.52		2800.00	16.66	15.87	16.04	0.14
148	15.05	25	2825.00	16.17	14.46	14.58	1.12
149	14.20	25	2850.00	15.81	13.63	–	1.61
150	13.17	25	2875.00	15.58	12.75	–	2.41
151	11.93	25	2900.00	15.47	11.39	–	3.54
–	11.46		2909.43	15.46	–	–	–
152	10.69	25	2925.00	15.46	9.97	9.93	4.77
153	9.21	25	2950.00	15.46	8.51	8.76	6.25
154	7.49	25	2975.00	15.46	6.92	–	7.97
155	4.51	25	3000.00	15.46	3.77	–	10.95
156	2.55	25	3025.00	15.46	1.91	2.20	12.91
157	2.27	25	3050.00	15.46	1.75	1.80	13.19
158	2.33	25	3075.00	15.46	1.87	1.74	13.13
159	2.24	25	3100.00	15.46	1.77	1.69	13.22
160	2.22	25	3125.00	15.46	1.77	1.84	13.24
161	-0.04	25	3150.00	15.46	–	–	15.50
162	-8.66	25	3175.00	15.46	–	–	24.12
163	-22.60	25	3200.00	15.46	–	-23.53	38.06
164	-12.65	25	3225.00	15.46	–	–	28.11
165	-2.98	25	3250.00	15.46	–	–	18.44
166	-0.78	25	3275.00	15.46	–	–	16.24
167	1.13	25	3300.00	15.46	–	0.46	14.33
168	2.71	25	3325.00	15.46	–	–	12.75
169	2.99	25	3350.00	15.46	2.49	2.47	12.47
–	2.96		3362.36	15.46	–	–	–
170	2.94	25	3375.00	15.44	2.45	2.48	12.50
171	2.97	25	3400.00	15.32	2.33	2.48	12.35
172	3.00	25	3425.00	15.07	2.41	2.51	12.07
173	3.00	25	3450.00	14.69	2.44	2.50	11.69
–	2.92		3458.06	14.54	–	–	–
174	2.74	25	3475.00	14.22	2.35	2.21	11.48
175	2.49	24.31	3499.31	13.75	1.96	1.85	11.27
176	2.48		3500.00	13.74	1.96	1.85	11.26

DECLIVITES PROJET: R=5000 L=109.434 ; P=0% L=452.928 ; R=5000 L=95.698 ; P=1.91% L=41.941

ALIGNEMENTS ET COURBES: a=31.321 L=699.308

A-Q.PIS

LICENCE : 3958

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU

Unité- Liberté- Progress

Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme

Direction générale des infrastructures de transport

AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)

AGEIM Ingénieurs Conseils

2iE

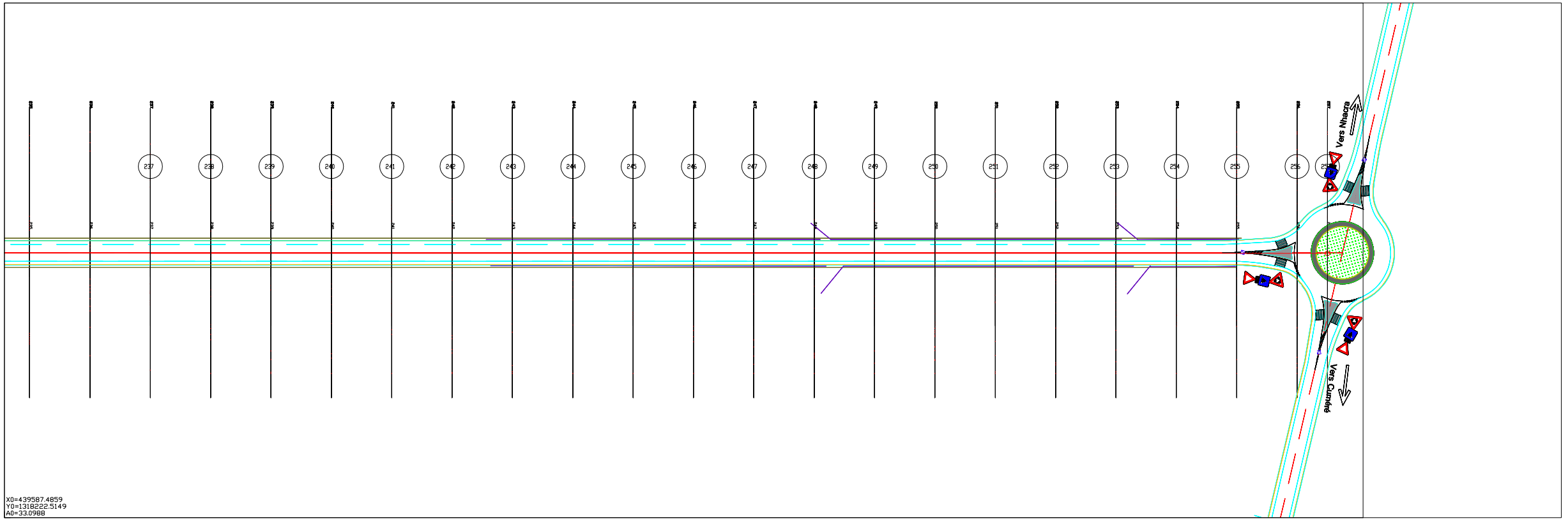
Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE)

Direction Des Etudes
Département de Génie Civil

Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)

PLAN
Tracé Combiné

Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
Plan n: 05	Vérifié:	Ing. KY Oral
Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane



ECHELLE 1/1000

PLANCHE 8/ 8
ECHELLE EN S 1/ 1000
ECHELLE EN Z 1/ 1000
PLAN DE COMPARAISON

-50

SS=4908.96
ZS= 33.90

		237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257								
		-1.37	-0.78	-0.05	0.51	1.04	1.20	1.36	1.64	1.49	1.41	1.25	0.84	0.40	0.01	-0.19	-0.01	0.27	0.13	-0.11	0.09	0.50								
COTES TERRAIN		34.88	24.55	24.10	33.95	33.82	33.75	33.66	33.90	34.12	34.24	34.78	35.25	35.80	36.59	37.42	38.20	38.79	39.00	39.11	39.64	40.27	40.45	40.24						
DISTANCES PARTIELLES			25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	12.64						
DISTANCES CUMULEES		4900.00	4925.00	4950.00	4963.18	4975.00	4986.82	5000.00	5025.00	5050.00	5075.00	5100.00	5125.00	5150.00	5175.00	5200.00	5225.00	5250.00	5275.00	5300.00	5325.00	5350.00	5375.00	5387.64						
COTES PROJET		33.51	33.78	34.05	34.19	34.33	34.50	34.71	35.10	35.49	35.88	36.27	36.65	37.04	37.43	37.82	38.21	38.60	38.99	39.38	39.77	40.16	40.55	40.74						
DECLIVITES PROJET		P=1.08%		L=63.185	R=5000 L=23.63		P=1.56%																	L=400.825						
ALIGNEMENTS ET COURBES																														
FOSSE GAUCHE		32.46	32.73	33.00												37.16	37.55	37.94		39.15	39.11		39.50	39.80						
FOSSE DROIT		32.46	32.73				33.19	33.42	33.51	34.03	34.57	35.19	36.02	36.72	37.51	37.55		38.59	39.12	39.11			39.62							

A-Q.PIS

LICENCE : 3958

RÉPUBLIQUE DE LA GUINÉE-BISSAU

Unité- Liberté- Progress

Ministère des travaux publics de l'habitat et de l'urbanisme

Direction générale des infrastructures de transport

AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE -INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)

Institut International d'Ingénierie de l'eau et de l'Environnement (2iE)

Direction Des Etudes
Département de Génie Civil

Etude technique détaillée des travaux d'aménagement de la route Bissau-Nhacra - Tronçon - Antula Bono - Quidè Guinée-Bissau (5.387 km)

PLAN
Tracé Combiné

Echelle: 1/1000	Etabli:	CAMALA Francisco Junior
Plan n: 08	Vérifié:	Ing. KY Oral
Date:01/26	Vérifié:	Pr. GANA Abdou Lawane