



**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UNE ROUTE
1x2 DE 3,9 KM EN BETON BITUMINEUX : CAS DU
PROJET DE LA ROUTE DES PECHEES AXE DE LA
ROUTE DE L'ESCLAVE.**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE GENIE CIVIL/ ROUTE ET OUVRAGE D'ART**

Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

Salim Mohamed MOUSSE 20200785

Directeur de mémoire : Pr Abdou LAWANE GANA enseignant-chercheur 2IE.

**Maître de stage : Idrissa Issa MAÏGA, Ingénieur Géotechnicien HORSE/LOUIS
BERGER.**

Structure d'accueil du stage : HORSE SARL

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Aly Ngoné NGOM

Membres et correcteurs : Dr Seick Omar SORE
M. Ousseini MONE

Promotion [2023/2024]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire :

- ✚ A **Dieu le créateur** qui est la base de toute chose ;

- ✚ A mes parents **Aboudou Wahabou MOUSSE** et **Raoudath AHOUANTCHEDE** pour le soutien et les sacrifices consentis ;

- ✚ A mes frères et sœurs ;

- ✚ A tous ceux qui, d'une quelconque manière ont impactés positivement ma vie.

Merci

CITATIONS

« L'éducation est l'arme la plus puissante que l'on puisse utiliser pour changer le monde. »

Nelson MANDELA

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier sincèrement tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail. Nous tenons à exprimer notre gratitude en particulier :

- ✚ Au Directeur général de la fondation 2IE et les membres de l'administration ;
- ✚ Aux Enseignants de 2iE qui par leurs sacrifices et leurs transmissions de savoirs nous ont permis de rédiger ce mémoire ;
- ✚ A la Direction Générale de la structure d'accueil HORSE SARL qui m'a permis d'effectuer mon stage dans leurs structures
- ✚ A la Direction Générale de Louis Berger structure en groupement avec la structure d'accueil;
- ✚ A Monsieur Idrissa Issa MAÏGA, mon maître de stage, Ingénieur Géotechnicien dans la structure d'accueil pour les conseils et les réponses à nos questions ;
- ✚ A Monsieur Abdou LAWANE GANA, Maitre de Conférences, Directeur de mémoire pour le soutien continu tout au long de la rédaction de ce mémoire ;
- ✚ A Monsieur Martis AHOUDJI, Ingénieur dans la structure d'accueil pour l'aide apporter tout au long du stage ;
- ✚ A Monsieur Achille EDEA, Ingénieur Hydraulicien de la structure d'accueil pour l'aide apporter tout au long du stage ;
- ✚ A Monsieur Patrick MONDOTE, Ingénieur géotechnicien de la structure d'accueil pour l'aide apporter dans le cadre de la réalisation de ce travail;
- ✚ A Monsieur Emmanuel Madelein KPODJITO pour l'aide apporter tout au long de la réalisation de ce travail.

Enfin, je voudrais remercier ma famille et mes amis pour leurs soutiens inconditionnels tout au long de mes études universitaires.

RESUME :

La présente étude intitulé « **Conception et Dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9 Km revêtue en Béton bitumineux : cas du projet de la route des pêches axe de la route de l'esclave** » s'inscrit dans le cadre du programme d'action du gouvernement Béninois dans l'optique de renforcer le réseau routier mais également le secteur touristique au Bénin. Ce projet s'étend sur une longueur de 3,9 km avec une largeur de 14,5 m. Il intègre un système d'évacuation des eaux par des canaux de section circulaire et également un pont à poutres. Nous avons effectué les différentes études que sont : l'étude du trafic, une étude géotechnique ; une étude hydraulique et hydrologique; une notice des impacts environnementaux et sociaux et les panneaux de signalisation et de candélabre à prévoir pour la sécurité des usagers. A l'issue de cette étude, il est proposé une structure de chaussée composé d'une couche de fondation en graveleux latéritique naturel de 20 cm d'épaisseur, d'une couche de base en graveleux latéritique naturel de 15cm et d'une couche de revêtement en béton bitumineux à haute densité de 5cm d'épaisseur. Nous avons également prévu des canaux circulaires de 430mm, 600 mm et 800 mm de diamètre pour assainir la chaussée et la réalisation d'un pont à poutres de 30 ml. Le coût du projet est estimé à cinq milliard quarante-huit millions trois cent soixante-treize mille six cent sept (5 048 373 607 FCFA).

Mots clés :

-
1. Béton bitumineux
 2. Canaux circulaires
 3. Dimensionnement de chaussée
 4. Pont.
 5. Route

ABSTRACT:

This study, entitled " **Design and sizing of a 3.9 km dual carriageway surfaced in bituminous concrete: case study of the Fishing Road and Slave Road projects**", is part of the Beninese government's action program to strengthen the road network and the tourism sector in Benin. The project is 3.9 km long and 14.5 m wide. It includes a water drainage system with circular canals and a girder bridge. We carried out various studies, including: a traffic study; a geotechnical study; a hydraulic and hydrological study; an environmental and social impact report; and the traffic signs and lampposts required to ensure user safety. As a result of this study, we are proposing a pavement structure consisting of a 20 cm thick natural lateritic gravel sub-base, a 15 cm thick natural lateritic gravel base and a 5 cm thick high-density bituminous concrete surfacing. We have also planned circular channels 430mm, 600mm and 800mm in diameter to clean up the roadway, and the construction of a 30m-long girder bridge. The estimated cost of the project is five billion forty-eight million three hundred and seventy-three thousand six hundred and seven (5,048,373,607 FCFA).

Key Word:

1. Bituminous concrete
2. Bridge
3. Circular channels
4. Pavement dimensioning
5. Road

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement ;
ANM : Agence Nationale de Météorologie du Bénin
BAEL : Béton Armé aux Etats Limites ;
BV : Bassin versant ;
BVR : Bassin Versant Routier ;
CBR : Californian Bearing Ratio ;
CCCTP : Cahier des clauses techniques et des prescriptions ;
CEBTP : Centre d'Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux
Publics ;
EIES : Etude d'Impact Environnemental et Social ;
ELS : Etat Limite de Service ;
ELU : Etat Limite Ultime ;
Fc28 : Résistance en compression du béton à 28 jours ;
Ft28 : Résistance en traction du béton à 28 jours ;
ICTAVU : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies
Urbaines ;
PEHD : PolyÉthylène à Haute Densité ;
PGES : Plan de Gestion Environnemental et Social ;
PK : Point Kilométrique ;
SETRA : Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes ;
TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel ;

SOMMAIRE

DEDICACES	I
CITATIONS	II
Remerciements	III
RESUME :	IV
ABSTRACT:	V
Liste des abréviations	VI
LISTE DES FIGURES	4
INTRODUCTION	5
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	7
I.1. Présentation de la structure d'accueil	7
I.2. Présentation du projet	8
I.2.1 Contexte et justification du projet :	8
I.2.2 Objectif général :	8
I.2.3 Objectif spécifique du projet :	9
I.2.4 Objectif spécifique du mémoire	9
I.2.5 Situation de la zone du projet :	9
I.2.6 ETAT DES LIEUX ACTUELS DU SITE :	11
CHAPITRE II : METHODOLOGIE DE CONCEPTION	12
II.1. Etudes Pour La Conception Du Projet	12
II.2. Donnees De Base Pour L'etude	13
CHAPITRE III : ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE	18
III.1. Etude du trafic	18
III.2. Variante obtenue avec la méthode des abaques du CEBTP	18
III.3. Calcul des contraintes et des déformations admissibles Par la méthode de Dimensionnement sur Alizé	21
a) Contraintes verticales admissibles	21
b) Déformation verticale admissible	21

Vérification sur Alizé :	21
III.4. Conception Géométrique.....	25
a) Type de route	25
b) Profil en travers	25
d) Profil en long	27
III.5. Etude hydrologique.....	29
a) Caractéristiques physiques des bassins versants	29
b) Méthodes retenues	32
III.6. Etude hydraulique	34
III.7. Pré dimensionnement du pont	37
III.8. Réalisation des murs de soutènement en perrés maçonnées	39
III.9. Signalisation Et Eclairage Public.....	40
a) Signalisation routière	40
b) Eclairage public	42
III.10. Estimation Financière Du Projet	43
<i>CHAPITRE IV : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL</i>	45
a) Cadre législatif et réglementaire	45
b) Composantes et phases du projet	45
c) Identification et évaluation des impacts	47
<i>CONCLUSION</i>	49
<i>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	50
<i>ANNEXE :</i>	51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats de l'analyse du sol support.....	16
Tableau 2 : Coefficient de Montana de la ville de Ouidah	17
Tableau 3 : Classification de la plateforme.....	19
Tableau 4 : Classification du trafic	20
Tableau 5 : Choix de la structure de chaussée	20
Tableau 6 : Résultats de vérification des sollicitations admissibles avec les sollicitations de calcul de la proposition CEBTP	23
Tableau 7 : Choix définitif de la structure de chaussée	24
Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la carrière d'Allada.....	24
Tableau 9 : Caractéristiques techniques de la route.....	26
Tableau 10 : Valeurs limites du tracé en plan.....	26
Tableau 11 : Paramètres du profil en profil en long	27
Tableau 12 : Coefficient de ruissellement	31
Tableau 13 : Récapitulatif du bassin versant naturel	31
Tableau 14 : Récapitulatif du débit du bassin versant.	33
Tableau 15 : Récapitulatif des débits des bassins versants routiers.....	33
Tableau 16 : Récapitulatif des débits des canaux d'assainissement.	34
Tableau 17 : Récapitulatif des diamètres des canaux d'assainissement.	35
Tableau 18 : Domaine d'emploi des principaux ouvrages courants	37
Tableau 19 : Estimation financière	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil	8
Figure 2 : Carte géographique du projet	9
Figure 3: Profil en travers type	28
Figure 4 : Délimitation des Bassins versants	29
Figure 5 : Illustration des canaux d'assainissement.....	36
Figure 6 : disposition des candélabres	43

INTRODUCTION

La route est l'un des facteurs élémentaires dans le développement socio-économique d'un pays. En effet elle assure la communication routière à l'intérieur du pays mais également inter-états. La facilité et la rapidité d'accès entre les différentes villes d'un pays sont des conditions fondamentales de l'efficacité économique d'un pays et ces facteurs dépendent essentiellement de la qualité du réseau et des accès routiers. Le souci de renforcement et d'amélioration du réseau routier est alors un sujet important dans la politique de développement des pays émergents. Au vu de cette nécessité le gouvernement Béninois a décidé la réalisation du projet d'aménagement et de bitumage de la route des pêches, de la Bretelle A : Adouanko, de la bretelle B dite Route de l'esclave et de la bretelle C dite Porte du non-retour- Bouche du roi. Ce projet a pour but principale d'améliorer la liaison entre deux grandes villes que sont Cotonou (capital économique du Bénin) et Ouidah (cité Historique du Bénin) mais également d'améliorer la fluidité du déplacement à l'intérieur de la ville de Ouidah, dans la commune de Cocodji et dans la zone balnéaire de Avlékété. Dans le projet initial, la Bretelle B était conçue en revêtement en **dalle en béton**. N'est-il pas judicieux d'envisager la faisabilité d'autres variantes pour faciliter le choix le plus rentable aux décideurs ?

C'est pour répondre à cette problématique que l'on se propose d'étudier une variante dont le revêtement de la structure est en **béton bitumineux**. Le présent projet intitulé « **Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux : Cas du projet de la route des pêches axe de la route de l'esclave.** » consistera donc à réaliser une étude globale de la Route de l'esclave dans le but de développer le réseau routier desservant le tourisme dans le sud du Bénin mais également l'amélioration des conditions de vie dans la commune de Ouidah. Pour ce faire nous allons faire la conception et le dimensionnement de la route de l'esclave faire une notice des impacts environnementaux et sociaux puis faire le devis estimatif du projet.

Le présent rapport qui restitue cette nouvelle étude est composé de quatre (4) chapitres :

- Le premier chapitre « Présentation de la structure d'accueil et du projet » présente la structure d'accueil lors du stage et projet dans sa globalité ;
- Le deuxième chapitre « Méthodologie de conception » présente les matériels et les méthodes développer pour atteindre les objectifs de l'étude.
- Le troisième chapitre « Etude de faisabilité technique » s'attaque à la conception et au dimensionnement des ouvrages projets ainsi qu'à l'estimation financière ;

- Le quatrième chapitre « Notice environnementale » dresse les impacts positifs et négatifs générés et les mesures d'atténuation.

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

I.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le bureau d'étude HORSE SARL est un bureau d'étude Béninois dont le siège est à Akpakpa dans la ville de Cotonou. Créée en 2003, ce bureau d'études est spécialisé dans les missions d'études, de Contrôle et surveillance des travaux et elle est disponible sur le plan national comme à l'international. Ce bureau regroupe de différents types de compétences professionnelles qui lui permettent d'intervenir à toute situation liée aux travaux de Bâtiment, d'assainissement, de travaux publics mais également les travaux d'aménagement. HORSE intervient également dans toutes les étapes de réalisation d'un projet tel que :

- Etudes de conception préliminaire
- Etudes de faisabilité
- Etudes économiques
- Maitrise d'œuvre complète
- Etudes d'Avant-Projet Sommaire (APS) ;
- Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- Contrôle, Surveillance et Coordination des travaux ;
- Assistance

Les domaines d'activité du bureau d'étude HORSE sont :

- BTP : Routes et ouvrages d'art ; Pistes ; Bâtiments
- Hydraulique : Alimentation en eau potable ; Traitement des eaux de consommation
- Aménagement hydro-agricole : Retenues d'eau ; Irrigation ; Drainage ; Aménagements des Bas-fond
- Environnement : Etude d'impact environnemental et sociale ; Aménagement forestier ; Aménagements et gestion des espaces naturels.
- Maitrise d'ouvrage : Mission de maitrise d'œuvre.

L'organigramme de la structure d'accueil est représenté comme suit :

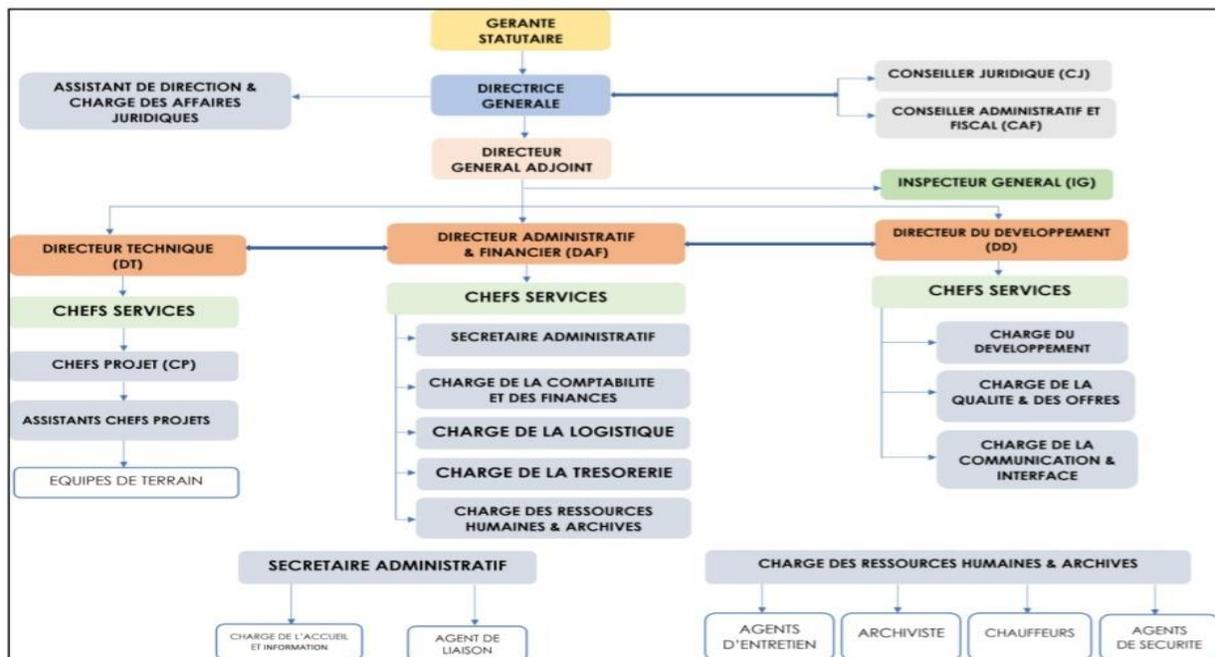


Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil

I.2. PRESENTATION DU PROJET

I.2.1 Contexte et justification du projet :

Le projet d'aménagement et de bitumage de la route des pêches et de ses bretelles s'inscrit dans le cadre de la mise en valeur du secteur touristique au Bénin. En effet, ce projet est une stratégie mise en place par le gouvernement dans l'optique de valoriser les différents secteurs de services en particulier le secteur touristique qui sera par la suite considéré comme un axe de développement socio-économique et de lutte contre la pauvreté.

Ce projet de plus de 50 km de linéaire, dont le but principal est de valoriser l'histoire du Bénin, aura aussi comme atout d'améliorer la liaison entre la ville de Cotonou et la ville de Ouidah mais d'améliorer également la mobilité urbaine dans le département du Littoral. Ce projet aura des impacts positifs sur les communautés des localités concernées. Toutefois, l'aménagement et bitumage de la Route des Pêches et de ses bretelles, dans leur mise en œuvre, seront à l'origine d'enjeux environnementaux et sociaux non négligeables. Il pourrait s'agir entre autres de la perte de la biodiversité par la destruction du couvert végétal lors des travaux, la dégradation ou la perturbation de certains écosystèmes sensibles (lagune et mangrove), les pollutions de l'air, du sol et de l'eau dues aux différents rejets à enregistrer lors des travaux

I.2.2 Objectif général :

L'objectif général du projet est d'aménager et de bitumer la route de l'esclave dans le but de développer le réseau routier desservant le tourisme dans le sud du Bénin mais également à l'amélioration des conditions de vie dans la commune de Ouidah.

I.2.3 Objectif spécifique du projet :

L'amélioration du bien-être des riverains et usagers de la voie

La lutte contre la pauvreté.

I.2.4 Objectif spécifique du mémoire

Faire une conception géométrique appropriée de la chaussée afin d'assurer des conditions de sécurité et de confort aux usagers tout en gardant en vue l'aspect économique

Dimensionner une structure de chaussée adéquate et optimale capable de supporter le trafic prévisionnel sur la durée de vie prévue

I.2.5 Situation de la zone du projet :

Le Bénin est un pays de 114 763 km² situé en Afrique de l'Ouest. Ce pays est composé de 12 départements. Il est limité par le Burkina Faso, le Niger, le NIGERIA et le TOGO. Le projet est situé dans le sud du Bénin plus précisément dans la ville de Ouidah. Ce projet à un linéaire de 3,9 km. Le présent projet de la Route de l'esclave commence à 250 m de la porte du non-retour et se termine au rond-point de la place TCHATCHA.

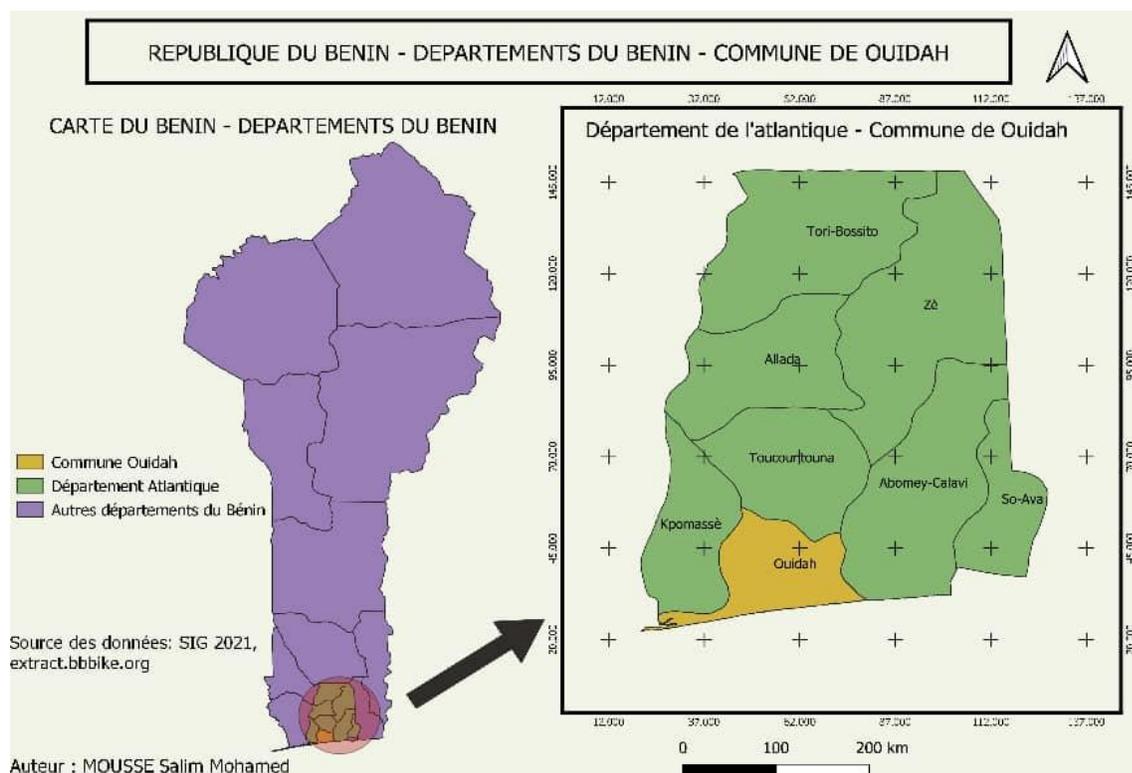


Figure 2 : Carte géographique du projet (Source QGIS)

- **Climat :**

La zone côtière du Bénin a un climat équatorial caractérisé par quatre saisons dont deux humides et deux sèches. La saison des pluies principale a lieu entre la mi-mars et la mi-juillet ; la saison sèche plus courte dure jusqu'à la mi-septembre ; la saison des pluies plus courte dure jusqu'à la mi-novembre ; et la saison sèche principale dure jusqu'à la reprise des pluies en mars. La région est caractérisée par des températures de moyenne de 30°C. En ce qui concerne les précipitations, le mois le plus humide est le mois de juin, avec plus de 300 mm de pluie. Le mois où l'humidité relative est la plus élevée est le mois de juin, alors que le mois où l'humidité est la plus faible est le mois d'avril, toujours entre 75 et 85 %. Les vents dans la région soufflent principalement du sud-ouest, avec une vitesse moyenne de 4,4 m/s et une vitesse maximale de 30,9 m/s

- **Biodiversité :**

La végétation de la zone du projet est caractérisée par une diversité d'écosystèmes et d'habitats. Les principaux écosystèmes de zones humides sont les suivants :

- Zone humide de prairie basse : La prairie basse est une formation végétale presque sans arbre située dans la plaine inondable de la lagune côtière. La prairie basse marécageuse se rencontre près de la lagune côtière et est souvent mélangée à la végétation de mangrove...

- Zone humide de prairie haute : Comme la prairie humide basse, la prairie humide haute est une formation végétale presque sans arbre que l'on retrouve dans les zones de basse pression qui entaillent la zone du projet. Les espèces végétales rencontrées sont de grande taille et atteignent 1 à 3 m.

- Zone humide forestière et de savane : Les zones humides forestières et de savane sont des habitats dessinés par des zones de basse pression où l'eau stagne de façon permanente ou quasi permanente.

En ce qui concerne la faune, la zone du projet est considérée comme étant une matrice hétérogène d'une variété d'habitats, qui peut accueillir un large éventail d'espèces : 102 espèces de mammifères, 362 espèces d'oiseaux, 41 espèces de reptiles ; et 26 espèces d'amphibiens. Une grande partie de la biodiversité béninoise est présente dans la zone du projet. Les habitats présentant la plus forte concentration d'espèces de mammifères d'importance pour la conservation sont les plans d'eau et les cours d'eau, les petites parcelles de forêt marécageuse et les prairies marécageuses.

I.2.6 ETAT DES LIEUX ACTUELS DU SITE :

Le site de la route de l'esclave avait déjà une voie existante qui servait de voie d'accès vers la porte du non-retour. Sur cette même route, du début du projet PK 0+000 au PK 1+425 la route était en grande partie dans une zone marécageuse qui renfermait des matériaux argileux gorgés d'eau. Du PK 1+425 à la fin du projet, la route était en terre et tenait toujours en place. Il avait également un pont d'une portée de 30 m entre le PK 0+510 au PK 0+540 à conserver.

CHAPITRE II : METHODOLOGIE DE CONCEPTION

Dans cette partie, nous détaillerons les différentes études à réaliser pour la conception de ce projet.

Parmi ces études nous avons :

II.1. ETUDES POUR LA CONCEPTION DU PROJET

➤ **La recherche documentaire :**

Ce travail consistera à identifier, collecter et traiter les différentes données sur un sujet donné. Il s'agira pour nous de recenser les différents documents (cours, revue de littérature, mémoires antérieurs) qui nous seront utiles pour la réalisation de notre travail.

➤ **La collecte de donnée**

C'est un processus qui consiste à rassembler des informations dans le but les analysées et de les caractérisées. Nous avons entre autres les données liées à notre projet (données topographiques, données géotechniques, données hydrologique et données environnementales) que nous prendrons, analyserons et utiliserons celles qui vont dans le sens de la réalisation de notre travail.

➤ **Dimensionnement de la chaussée**

Pour le dimensionnement de la chaussée, nous nous basons sur différent paramètres tels que le trafic et la portance du sol support.

1. Trafic :

Les données du trafic ont été obtenues à la suite d'un comptage manuel et ce suivant une période d'une semaine. Nous avons ensuite grâce à ces données déterminer la valeur du trafic des poids lourds à la date de mise en service.

2. Sol support :

Les sondages effectués nous ont permis d'avoir les caractéristiques du sol en place. Ces sondages ont été effectués à l'aide du pénétromètre dynamique chaque 25 m à une profondeur de 4 m du PK 0+000 au PK 1+425 et pour le reste du projet des essais de plaque ont été réalisés.

Les données obtenues de ces deux paramètres nous ont permis de dimensionner le corps de la chaussée par la méthode CEBTP et ensuite de faire la vérification avec le logiciel Alizé Lcpc.

➤ **Conception géométrique :**

La conception géométrique a été réalisé en prenant en compte les principes de L'ICTAVU. Ensuite à l'aide des données topographique et au logiciel Covadis associé à Autocad nous avons tracé le

profil en long de la route.

➤ **Etude hydrologique :**

Cette étude a pour objectif de déterminer les différents débits d'eau à prendre en compte pour permettre à la chaussée d'être hors d'eau tout le long de sa durée de vie. Pour ce faire nous utiliserons le logiciel global mapper associé à Google Earth pour connaître les différents écoulements qui traversent notre chaussée et leurs caractéristiques, mais nous déterminerons également les débits des écoulements liés aux bassins versants routiers en utilisant la méthode rationnelle.

➤ **Etude hydraulique**

Notre objectif dans ce corps d'état est de déterminer les différentes sections d'ouvrages d'assainissement que nous devons prévoir pour permettre l'évacuation des eaux. Pour ce faire nous avons utilisé la formule de Manning-Strickler.

➤ **Etude du pont**

Notre projet étant traversé par un cours d'eau avec un débit relativement élevé, nous avons prévu la réalisation d'un pont en complément au pont déjà en place. Dans cette partie du travail nous ferons une brève présentation des caractéristiques qu'on aura adopté pour notre pont tout en respectant les règles de l'art.

➤ **Etude environnemental**

Dans le souci de préserver l'environnement, une étude d'impact environnementale est réalisée dans le cadre de ce projet. Cette étude a été menée conformément à la législation en vigueur au Bénin sur l'environnement. Nous avons procédé à l'identifications des impacts liés au projet, proposer des mesurer afin de bonifier les impacts positifs et atténuer ou compenser les impacts négatifs.

➤ **Etude financière**

Dans cette partie, il s'agit de faire une évaluation globale du cout du projet. Cette évaluation s'est faite sur la base des quantités de matériaux et des prix unitaires de chaque tâche.

II.2. DONNEES DE BASE POUR L'ETUDE

Les données de base que nous avons recensées dans le cadre de la réalisation de notre projet sont entre autres les données topographiques, les données géotechniques les paramètres géométriques

mais également les données hydrologique et hydraulique.

- **Données topographiques :**

Ce chapitre présente les principes de bases de l'aménagement routier. Il a été question lors de cette étape de faire les différentes études qui nous auraient été nécessaire pour avoir les valeurs à utiliser lors de la conception de notre route. Nous avons entre autres :

Les travaux de terrain qui ont consisté en premier lieu à faire les levés topographiques sur le terrain :

- Les limites et seuils d'entrées de concessions ;
- Les poteaux électriques et téléphoniques ;
- Les regards ;
- Les gros arbres ;
- Les écoles et services de santé à proximité de la route ;
- Les bornes de lotissement,
- Les routes et pistes existantes,
- Les panneaux d'indication,
- Les passages d'eau,
- Les bas-fonds et les monticules

Par la suite nous sommes passés à la conception géométrique de la route :

- Le profil en long de la route ;
- Le profil en travers de la route ;
- Le tracé en plan de la route.

Enfin, grâce à ces données nous avons fait :

- Implantation de l'axe de la route a été réalisée suivant une équidistance de 25 m ;
- Marquage des points kilométriques (PK)
- Implantation et levé des bornes de la polygonale.

- **Données du trafic :**

Le trafic constitue un élément essentiel du dimensionnement des chaussées. Il correspond à un nombre de passages de véhicules sur une période déterminée. Le poids des véhicules est transmis à la chaussée, sous forme de pressions, par l'intermédiaire des pneumatiques. Pour le

dimensionnement des chaussées, le trafic de poids lourd est celui que l'on utilise car ces engins sont ceux qui sollicitent le plus la chaussée. Pour le comptage des poids lourds, on se retrouve dans un intervalle de 20 PL/jr à 30 PL/jr.

Pour réaliser notre dimensionnement nous prendrons alors comme valeur du trafic des poids lourds 30 PL/jr.

- **Donnée géotechnique :**

Pour avoir les données géotechniques, nous avons procédé aux sondages au Pénétrömètre dynamique léger. Cet essai a pour but d'obtenir les caractéristiques mécaniques du sol en place. Les sondages puits manuels effectués nous ont permis d'avoir les différentes coupes de la structure du sol. A la suite de ces essais les matériaux identifiés sont :

- La terre végétale
- Le sable peu argileux
- Le sable très argileux
- Le sable propre.

Les données liées à l'essai au Pénétrömètre et la lithologie selon les PK sont présentes en annexe. Des données obtenues, il ressort que du PK 0+000 au PK 1+ 425, le sol en place n'est pas portant. Cette conclusion a été tiré en déterminant les valeurs des contraintes admissibles du sol qui même à 4m de profondeur n'atteignent pas 7 Kn/cm^2 . (Annexe1)

Il a été donc nécessaire de réaliser une purge des matériaux impropres (argileux) à profondeur variant de 0,80 m à 2m. Ensuite de faire une substitution par un matériau de bonne qualité (Sable marin). Le remblai a été fait par :

- 30 cm de sable marin pour niveler et assécher le fond de fouille,
- Une couche de géotextile,
- 70 cm de sable marin pour le remblai du fond de fouille restant.

Ensuite il a été effectué un remblai en sable silteux sur une épaisseur totale de 1,60 m en huit couches successives. Ces différentes couches ont été compacté par épaisseur de 20cm. La couche après est la partie supérieure du terrassement (PST) qui fait office de sol support de la chaussée. Les matériaux des couches de terrassement ont été pris en tenant compte des spécifications du CCTP. Les normes utilisées sont présentes en Annexe 1.

Les différents essais réalisés sur le matériau du sol support et les caractéristiques sont les suivants :

Tableau 1 : Résultats de l'analyse du sol support du PK 1+425 au PK final (Source : Laboratoire de l'entreprise)

GRANULOMETRIE		
Tamis	Passant (%)	
Inf. à 0,080 mm	13,1	
Inf. à 0,4 mm	74,5	
Inf. à 2 mm	99,8	
PROCTOR MODIFIE		
Teneur en eau	9,6	
Densité	1,90	
98% Densité	1,86	
95% Densité	1,81	
90% Densité	1,71	
CBR à 4 j d'imbibition		
Nombre de coups	Densité	CBR
10	1,72	18,44
25	1,80	30,79
56	1,92	53,94
Résultats		
CBR 98%	43	
CBR 95%	32	
CBR 90%	17	

Du PK 1+450 au PK final, les données obtenues nous situent dans la catégorie des sols de type S5 car les valeurs du CBR du sol en place sont supérieurs à 30.

Nous utiliserons alors les sols de type S5 pour dimensionner notre chaussée.

- **Données météorologiques :**

Ces données sont essentielles pour la réalisation du projet car celles-ci permettent de tenir compte des différents facteurs liés au changement de saison et de climat. En tenant compte des différentes informations reçues sur le terrain et conformément aux Termes de référence, la période de retour de 10ans a été retenu. Pour les données météorologiques, il s'agit principalement du coefficient de Montana donné avec un temps de concentration inférieure à une heure et temps de concentration

supérieure à une heure.

Tableau 2 : Coefficient de Montana de la ville de Ouidah (Source ANM)

Période de retour de 10 ans		
Coefficient de Montana	$T_c < 1$ heure	$T_c > 1$ heure
A	5,5	45,1
B	0,30	0,90

CHAPITRE III : ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

III.1. ETUDE DU TRAFIC

Le trafic constitue un élément essentiel dans le dimensionnement des chaussées. La prise en compte du trafic lors du dimensionnement est primordiale pour une chaussée durable. L'étude du trafic consiste à faire une estimation générale du trafic de poids lourds que devra supporter une chaussée au cours de sa durée de vie.

Les données pour l'étude de trafic sont les suivantes :

- Trafic moyen journalier annuel de poids lourds en 2020 : TMJA = 30 PL
- Taux d'induction : A = 45%
- Taux d'accroissement annuel du trafic : i = 5%
- Année de mise en service : 2024
- Durée de vie de la chaussée : n = 20 ans.

L'actualisation du trafic à l'année de mise en service est calculée à partir de la relation (1).

$$T^0 = TPL * (1 + i)^{n'} \quad (1)$$

Avec, T_0 : Trafic à l'année de mise en service de la chaussée

TPL : Trafic des poids lourds

n' : intervalle entre l'année de comptage et l'année de mise en service

TPL : Trafic des poids lourds

On a $T_0 = 37 \text{ PL/jr}$.

Le trafic cumulé a été calculé partir de la formule (2).

$$Tc = 365 * T^0 * (1 + A) * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right] \quad (2)$$

Avec, T_c : Trafic cumulé de poids lourds

A : taux d'induction

n : durée de vie de la chaussée

i : taux de croissance du trafic

Le trafic cumulé $T_c = 647 506 \text{ PL}$.

III.2. VARIANTE OBTENUE AVEC LA METHODE DES ABAQUES DU CEBTP

Le dimensionnement grâce aux abaques du CEBTP est une méthode de dimensionnement

empirique pratique qui met à la disposition du projeteur des tableaux qui regroupent des structures pré calculées et testées par l'expérience. Par ailleurs, elle tient compte de deux critères essentiels :

- La relation entre l'intensité du trafic et la portance de la plate-forme, pour déterminer les épaisseurs des différentes couches.
- La relation entre le trafic et la nature des matériaux, afin de vérifier leur spécification technique face à leur utilisation.

Le guide donne un classement de notre trafic et de la portance de notre sol support. C'est à partir de ces deux paramètres que nous déterminons nos couches.

Le premier paramètre est le CBR de la plate-forme. En effet, cette valeur nous permet de classer le type de sol sur lequel on se retrouve. La plate-forme correspond au terrain occupant les parties supérieures des terrassements. Elle doit être suffisamment rigide pour permettre le passage des engins de terrassement. Sa portance influe considérablement sur l'épaisseur des couches de chaussée qui se reposeront sur elle. Dans notre cas, le sol en place est en mauvais état car le projet est réalisé dans une zone marécageuse. On réalisera une purge générale du PK 0+000 au PK 1+425 et ensuite on procédera à une substitution pour avoir la stabilité du sol en place. On effectuera également un remblai sur le reste du projet pour pouvoir atteindre l'altitude indiquée par le projet. De l'analyse des résultats des sondages, nous déduisons que notre plate-forme a une portance de classe S4 selon la classification du CEBTP. La classification de la portance du sol support selon le CEBTP est présentée dans le Tableau 6.

Tableau 3 : Classification de la plateforme (Source : CEBTP)

Classe du sol	Valeur du CBR
S1	$CBR < 5$
S2	$5 \leq CBR < 10$
S3	$10 \leq CBR < 15$
S4	$15 \leq CBR < 30$
S5	$CBR \geq 30$

Le second paramètre se base sur le trafic. Ce paramètre du CEBTP donne des intervalles sur le trafic que la route devra supporter tout au long de sa durée de vie.

Dans notre étude, nous remarquons que la valeur obtenue pour le trafic cumulé est dans l'intervalle des trafics de type T₂.

Tableau 4 : Classification du trafic (Source : CEBTP)

Trafic cumulé (PL)	Classe
$T < 5 \cdot 10^5$	T ₁
$5 \cdot 10^5 < T < 1.5 \cdot 10^6$	T ₂
$1.5 \cdot 10^6 < T < 4 \cdot 10^6$	T ₃
$4 \cdot 10^6 < T < 10 \cdot 10^6$	T ₄
$10 \cdot 10^6 < T < 20 \cdot 10^6$	T ₅

Le dimensionnement de la structure de chaussée est donné à l'aide des tableaux fournis par le « Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les pays tropicaux ». C'est à partir de ces deux paramètres à savoir le trafic T₂ et la classe de portance S₄ que nous proposons la structure de chaussée ci-dessous :

Tableau 5 : Choix de la structure de chaussée (Source CEBTP)

Couche	Structure de la chaussée
Revêtement	ENROBE DENSE DE 4 cm d'épaisseur
Base	GRAVELEUX LATÉRITIQUE NATUREL DE 15 cm D'ÉPAISSEUR
Fondation	GRAVELEUX LATÉRITIQUE NATUREL DE 20 cm D'ÉPAISSEUR
Sol support	

La structure de chaussée retenue par la méthode CEBTP est : une couche de fondation en graveleux latéritique naturel de 20 cm une couche de base en graveleux latéritique naturel de 15 cm et un

revêtement en enrobé dense de 4 cm d'épaisseur.

III.3. CALCUL DES CONTRAINTES ET DES DEFORMATIONS ADMISSIBLES PAR LA METHODE DE DIMENSIONNEMENT SUR ALIZE

Les matériaux utilisés pour les corps de chaussée sont caractérisés par des limites admissibles de contraintes et de déformations. Cela signifie que les matériaux ne doivent être sollicités au-delà de ces limites.

a) Contraintes verticales admissibles

La note technique CEBTP 10-3 propose de considérer comme contrainte admissible celle donnée par la formule de KERKHOVEN et DORMON. Les détails de calculs sont consignés dans l'ANNEXE I.

$$\sigma_z \text{ adm} = \frac{0,3 * CBR}{1+0,7 * \log N} \quad (3)$$

Avec, N : trafic cumulé de poids lourds

CBR : CBR du matériau utilisé pour la couche

- Sol support S4 (CBR=15) : $\delta_z \text{ adm} = 0,89 \text{ MPA}$.
- Couche de base (CBR=60) : $\delta_z \text{ adm} = 3,55 \text{ MPA}$.
- Couche de fondation (CBR=30) : $\delta_z \text{ adm} = 1,78 \text{ MPA}$.

b) Déformation verticale admissible

Elle est fonction du trafic et peut être calculée à partir de la formule.

$$\varepsilon_z \text{ adm} = A * NE^{-0,222} \quad (4)$$

A : fonction du trafic, correspond à 16 000 pour notre classe de trafic.

NE : nombre d'essieux équivalent, fonction du coefficient d'agressivité moyen CAM = 0,8

On a: $\varepsilon_z \text{ adm} = 862,40 \mu\text{def}$.

VERIFICATION SUR ALIZE :

Le logiciel Alizé-LCPC met en œuvre la méthode rationnelle de dimensionnement mécanique des structures de chaussées. Elle pour objectif d'encadrer les opérations de dimensionnement des chaussées routières neuves pour toutes les classes de trafic. Elle fait partir des méthodes rationnelles.

Pour effectuer les différentes vérifications, nous allons calculer les valeurs réelles des sollicitations

dues au trafic par la méthode rationnelle du LCPC afin de faire une comparaison avec les valeurs admissibles calculées. Pour effectuer les vérifications nous aurons besoin :

TMJA= 37 PL, nombre de poids lourds à l'année de mise en service

Taux d'accroissement : 5%

Durée de service : 20 ans

Coefficient de poisson : 0,35

Température moyenne : 30°

Coefficient d'Agressivité moyen CAM : 0,8

Les résultats obtenus après application sur Alizé (Annexe 1) nous donne les résultats suivant :

- Sol support :

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 475,6 \mu\text{déf}$

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,069 \mu\text{déf}$

- Couche de fondation

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 438,1 \mu\text{déf}$

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,174 \mu\text{déf}$.

- Couche de base

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 833 \mu\text{déf}$

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,413 \mu\text{déf}$.

- Enduit superficiel

Contribution structurelle négligeable (Protection de surface).

Les résultats obtenus sur Alizé nous permettent d'affirmer que la structure de la chaussée pourra tenir car :

Tableau 6 : Résultats de vérification des sollicitations admissibles avec les sollicitations de calcul de la proposition CEBTP

Corps de chaussé		Contraintes verticales		Déformations verticales	
		$\delta_z cal$	$\delta_z adm$	$\varepsilon_z cal$	$\varepsilon_z adm$
Revêtement en enduit superficiel tri-couche	Résultats	-	-	-	-
	Observations	-		-	
Couche de base	Résultats	0,413	3,55	833	862,40
	Observations	$\delta_z cal < \delta_z adm$		$\varepsilon_z cal < \varepsilon_z adm$	
Couche de fondation	Résultats	0,174	1,89	438,1	862,40
	Observations	$\delta_z cal < \delta_z adm$		$\varepsilon_z cal < \varepsilon_z adm$	
Sol support	Résultats	0,069	0,89	475,6	862,40
	Observations	$\delta_z cal < \delta_z adm$		$\varepsilon_z cal < \varepsilon_z adm$	

La contribution de l'enduit superficiel étant négligeable, nous substituerons la couche de revêtement de 4cm en enduit superficiel par une couche de revêtement en Béton Bitumineux à Module Elevé de 5 cm pour rendre beaucoup plus praticable la réalisation de la chaussée. La structure de chaussée retenue est alors :

Tableau 7 : Choix définitif de la structure de chaussée

BBME DE 5 cm D'EPAISSEUR
GRAVELEUX LATERITIQUE NATUREL DE 15 cm D'EPAISSEUR
GRAVELEUX LATERITIQUE NATUREL DE 20 cm D'EPAISSEUR
SOL SUPPORT

Ce choix a été effectué en raison de la disponibilité du matériau dans les entourages de notre projet. Après recherche d'une zone d'emprunt latéritique nous obtenons les caractéristiques suivantes :

Tableau 8 : Résultats de l'analyse de la carrière d'Allada (Source : Laboratoire de l'entreprise)

GRANULOMETRIE		
Tamis	Passant (%)	
Inf. à 0,080 mm	19,5	
Inf. à 0,4 mm	27,3	
Inf. à 2 mm	93,8	
PROCTOR MODIFIE		
Teneur en eau	10	
Densité	1,90	
98% Densité	2,02	
95% Densité	1,96	
90% Densité	1,85	
CBR à 4 j d'imbibition		
Nombre de coups	Densité	CBR
10	1,84	8
25	1,94	32
56	2,04	48
Résultats		
CBR 98%	45	
CBR 95%	35	
CBR 90%	11	

III.4. CONCEPTION GEOMETRIQUE

La conception géométrique d'une route peut se définir comme l'ensemble des éléments à satisfaire pour que la liaison routière soit sûre, efficace et confortable. La géométrie de la route est un concept qui doit donner une forme précise, en tenant compte des multiples facteurs humains et en ne perdant pas de vue que les véhicules sont soumis à des forces mécaniques. La conception géométrique englobe le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers d'une route.

La conception d'un projet routier est le choix des caractéristiques générales qui fixent les règles et les paramètres numériques à adopter. La conception dépend :

- Du choix du type de route, notamment les règles de traitement des carrefours, des points d'échange et des accès ;
- Du choix de la catégorie de route, présentant les principales caractéristiques du tracé ;
- Du profil en travers.

a) Type de route

Un type de route est défini par un ensemble de caractéristiques qui permettent, surtout, d'assurer la cohérence entre les interfaces de la route avec son environnement d'une part, et les principales caractéristiques d'autre part. En milieu interurbain, il y a trois types de routes principales que sont :

- Les routes de type R, constituant l'essentiel des réseaux des voies principales en rase campagne, sont multifonctionnelles. Ce sont les "Artères interurbaines" et les "Routes".
- Les routes de type T, pour lesquelles la fonction d'écoulement du trafic de transit à moyenne ou grande distance est privilégiée. Ce sont les "routes express à une chaussée" ;
- Les routes de type L ainsi désignées par la notion de grandes liaisons, sont les "autoroutes".

Dans ce projet le type de route à considérer est la route de type R car cette route à dimensionner est une artère interurbaine.

b) Profil en travers

Le profil en travers type est une coupe transversale de la chaussée projetée permettant de définir les différents constituants de la chaussée ainsi que leurs dimensions et pentes. Son aménagement dans ce projet devra permettre surtout d'évacuer les eaux de pluies sur la chaussée à travers une pente de 2,5 %.

Tableau 9 : Caractéristiques techniques de la route (Source Etude topographique)

Caractéristiques techniques	Valeurs de mise en œuvre
Vitesse de référence	60km/h
Type de route	Route de type R
Nombre de voies	1x2 voies
Largeur de la chaussée	9m
Pente transversale de la chaussée	2,5%
Nombre d'accotements	2
Largeur des accotements	2m
Emprise de la route	Variable selon le point Kilométrique
Longueur de la route	3,9km

c) Tracé en plan

Le tracé en plan d'une route est la projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. Le tracé en plan correspond une représentation plane de l'axe de la chaussée. Les contraintes liées à ce tracé en plan dépendent de la catégorie de route et du terrain naturel.

Le raccordement des alignements droits doit respecter les dispositions prévues par l'ICTAVRU afin de permettre une bonne visibilité, des conditions de sécurité et de confort acceptables pour les usagers. Les valeurs limites du tracé en plan sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Valeurs limites du tracé en plan (Source ICTAVU)

CATEGORIE	U60
Rayon non déversé (en m)	200
Rayon minimal (en m)	120

Pour ce type de voies (voies de type U), l'ICTAVU précise que les rayons de faible courbure ne sont pas nécessairement déversés vers l'intérieur du virage et que ce sont les conditions d'évacuation des eaux qui sont déterminantes.

d) Profil en long

Le profil en long est l'élévation verticale dans le sens de l'axe de la route de l'ensemble des points le constituant. Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon. Il définit les altitudes du projet pour chaque profil en travers à l'aide d'une succession de pentes et paraboles qui doivent respecter certaines conditions édictées par la norme utilisée et le terrain naturel. Pour des raisons de confort dynamique et de confort visuel notamment, les paramètres géométriques du profil en long doivent respecter les caractéristiques limites résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 11 : Paramètres du profil en profil en long (Source ICTAVU)

Catégorie	U60
Déclivité moyenne (%)	6
Rayon normal en angle saillant (m)	2500
Rayon minimale en angle saillant (m)	1500
Rayon normal en angle rentrant (m)	1500
Rayon minimale en angle rentrant (m)	800

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

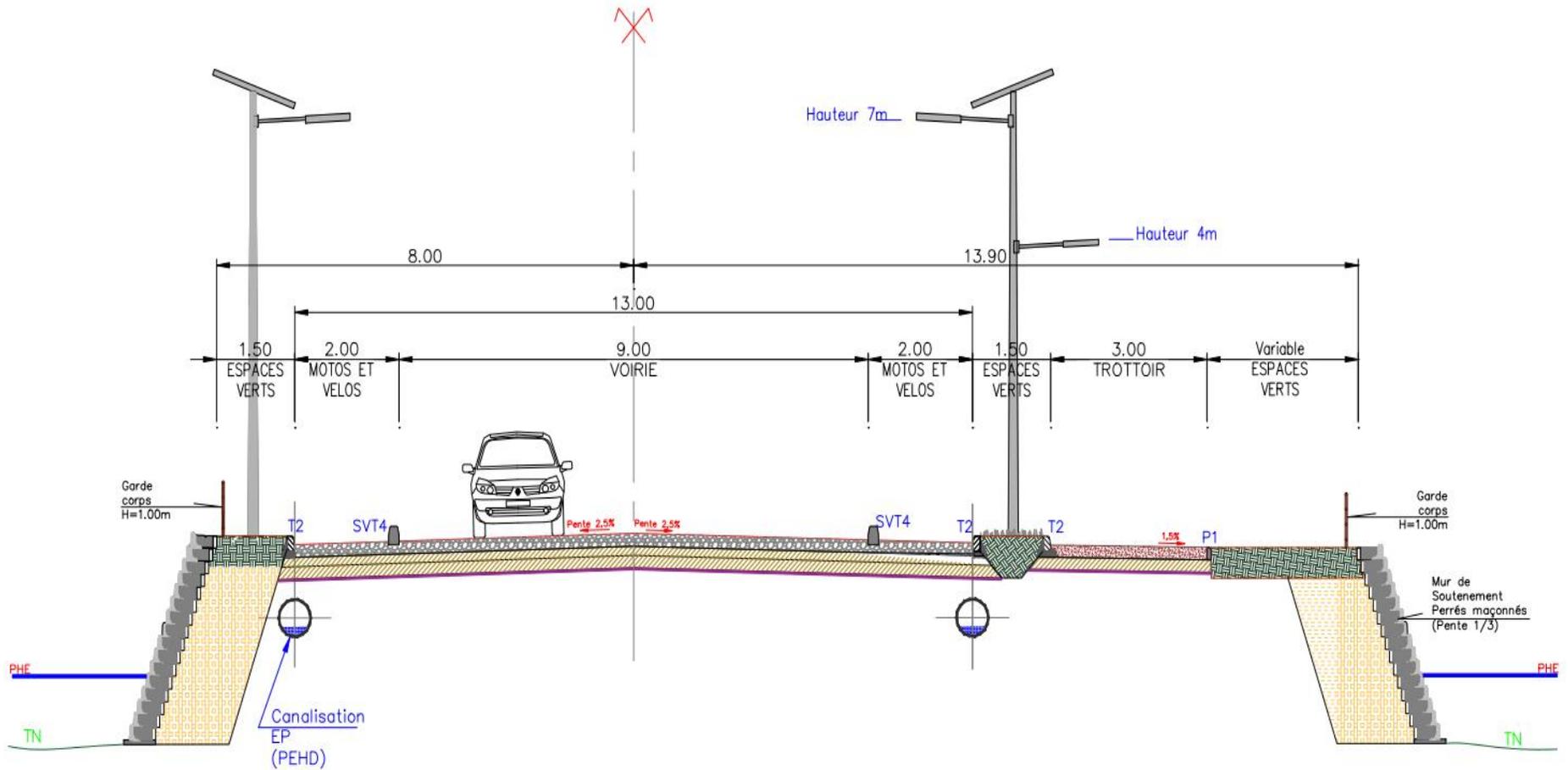


Figure 3: Profil en travers type

III.5. ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique a pour but de déterminer les débits de crue pour chaque bassin versant du projet. Cette étude repose sur la délimitation du bassin versant en une ou plusieurs entités. Elle est caractérisée par : la superficie, la pente, la longueur hydraulique, le périmètre. Pour délimiter les différents bassins versant de notre zone d'étude nous avons utilisé les applications Google Earth et Global Mapper.

Bassin versants :

Un bassin versant est une portion de surface à l'intérieur de laquelle tous les écoulements en surface ou en profondeur se dirigent vers le même exutoire. Le bassin versant est composé de plusieurs parties que sont : le cours d'eau principal, les affluents, l'exutoire mais également la ligne de partage des eaux.

a) Caractéristiques physiques des bassins versants

Pour ce projet, il a été possible d'identifier un seul bassin versant dont l'écoulement traverse notre route.

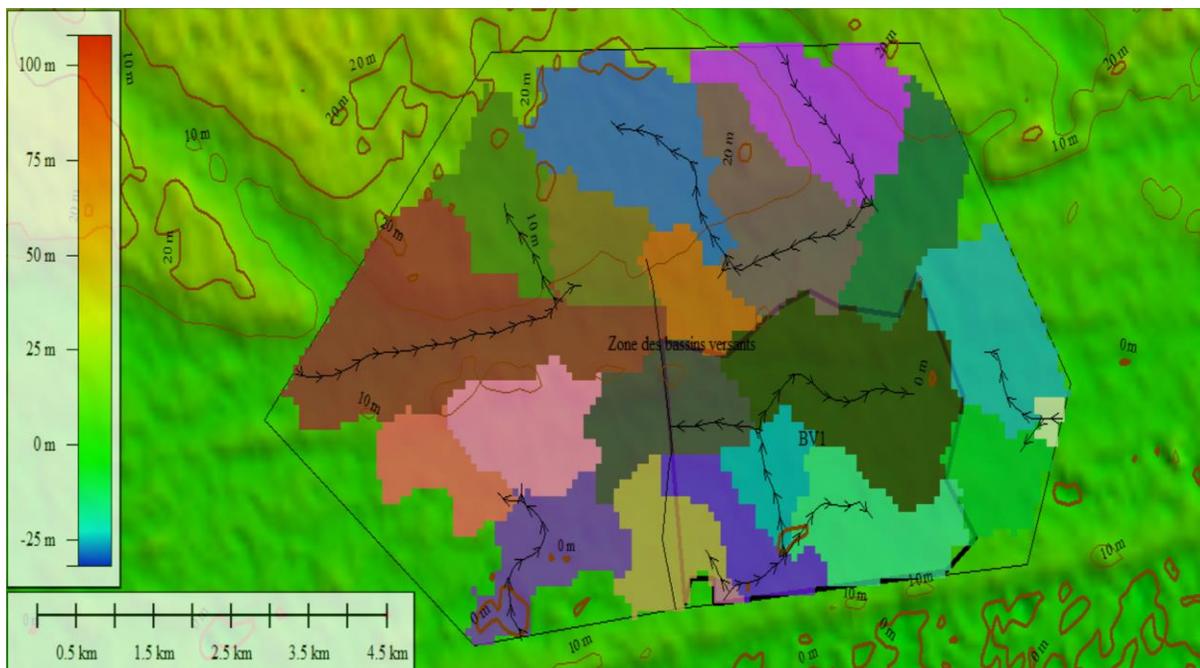


Figure 4 : Délimitation des Bassins versants (Source Global MAPPER)

- Surface (S)

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être fonction de sa surface. La surface du bassin versant peut-être mesurée par superposition d'une grille dessinée sur un papier transparent, par l'utilisation d'un planimètre.

On classe les bassins versant en général relativement à leur surface :

Très petit bassin versant $0 \leq S \leq 10 \text{ km}^2$

Petit bassin versant $10 \leq S \leq 200 \text{ km}^2$

Grand bassin versant $200 \leq S \leq 2000 \text{ km}^2$

Très grand bassin versant $S > 2000 \text{ km}^2$

- Périmètre (P)

C'est le contour des surfaces des bassins versants. Il est mesuré à l'aide d'un curvimètre, une ficelle ou de technique de digitalisation

- Longueur du chemin hydraulique

La distance entre le point le plus éloigné du bassin et l'exutoire.

- Pente moyenne (I moy)

Elle se définit sur le profil en long du cours d'eau principal. C'est aussi le rapport entre la différence des altitudes correspondantes et la longueur du cours d'eau. Elle se définit selon l'équation

$$I_{\text{moy}} = \frac{\Delta H}{L} \quad (5)$$

- Indice de forme

Il permet de comparer entre eux des bassins de surface identique. L'indice de forme est caractérisé par le Coefficient de compacité de GRAVELIUS qui se définit selon l'équation :

$$K_g = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} \quad (6)$$

$K_g = 1$ si le bassin est circulaire.

$K_g > 1$ si le bassin est allongé

- Coefficient de ruissellement

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Le coefficient de ruissellement est le rapport entre le volume d'eau écoulee et le volume d'eau précipité. La valeur du coefficient de ruissellement dépend essentiellement de l'imperméabilisation de la zone considérée. Ces valeurs sont résumées comme suit :

Tableau 12 : Coefficient de ruissellement

TYPE DE SURFACE	COEFFICIENT C, FONCTION DE LA PENTE DU TERRAIN		
	Plat < 2%	Moyenne 2-10%	Raide >10%
Pavées, toitures	0,90	0,90	0,90
Centres urbains	0,80	0,85	0,85
Habitations très denses	0,60	0,65	0,70
Zones suburbaines	0,45	0,50	0,55
Terre naturelle	0,60	0,65	0,70
Zones engazonnées	0,25	0,30	0,30
Zones cultivées			
Terre argileuse	0,50	0,55	0,60
Terre sablonneuse	0,25	0,30	0,35
Prairies	0,25	0,30	0,35
Zones boisées	0,10	0,15	0,20

Pour le choix du coefficient de ruissellement nous choisirons $C_r = 0,65$ car notre projet d'étude est réalisé dans une zone d'habitat collectif et la pente est moyenne.

Tableau 13 : Récapitulatif du bassin versant naturel

Bassin versant	Superficie (en km ²)	Périmètre (en km)	Z max (en m)	Z min (en m)	Longueurs hydraulique (en m)	Coefficient de Graveluis	Dénivelé (en m)	Pente Moyenne I (en m/m)
BV	9.06	13.219	13	2	3653	1.239	11	0.0301

Il existe plusieurs méthodes pour l'estimation des débits de crues décennales à savoir :

- La méthode rationnelle : Cette méthode est très utilisée en hydraulique urbaine pour la projection des ouvrages d'assainissement routier (fossés latéraux ou caniveaux) et pour les petits bassins versants de superficie $S \leq 25 \text{ km}^2$.
- La méthode ORSTOM : Cette méthode permet le calcul du débit de crue décennal, elle s'applique à des bassins dont la superficie se situe entre quelques dizaines de kilomètre carré (km²) à 1500km².

- La méthode CIEH : méthode statistique dont la détermination du débit de pointe est basée sur un schéma de régression multiple. Cette méthode est applicable aux bassins versants de superficie $\leq 1000 \text{ km}^2$.
- La méthode Superficielle de Caquot : Cette méthode est plus récente que celle rationnelle. Elle est utilisée pour les bassins versants urbanisés. La méthode superficielle de Caquot permet de déterminer explicitement le débit de pointe de période de retour donnée en tout point d'un réseau.

b) Méthodes retenues

Pour le choix des méthodes, nous nous sommes basés sur les critères que définit chaque méthode. Après analyse de nos différentes superficies, nous convenons d'utiliser la méthode Rationnelle. Les débits sont calculés avec la relation :

$$Q = 0.278 * C * I * A \text{ (7)}$$

Avec Q : Débit à l'exutoire du bassin versant (m^3/s)

C : coefficient de ruissellement

I : intensité de pluie (mm/h)

A : superficie du bassin versant (km^2)

- Intensité de pluie

Elle est fonction du temps de concentration T_c , et désigne la hauteur d'eau tombée pendant le temps de concentration. Elle peut être calculée avec la formule :

$$I = a * T_c^{-b} \text{ (8)}$$

Avec : T_c : Temps de concentration en min

a, b : coefficient de Montana

- Temps de concentration

Le temps de concentration est le temps mis par la goutte d'eau tombant sur le point hydrauliquement le plus éloigné pour arriver à l'exutoire. Plusieurs méthodes sont utilisées pour calculer ce temps, parmi lesquelles on a :

La formule de KIRPICH :

$$T_c = 0,01947 \frac{L^{0,77}}{I^{0,385}} \text{ (9)}$$

T_c : Temps de concentration en mn ;

L : Longueur du plus long cheminement hydraulique en m ;

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

I : Pente moyenne en m/m.

Les débits des bassins versants sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Récapitulatif du débit du bassin versant.

N° du bassin versant	Surface du BV (en km ²)	Coefficient de ruissellement	Temps de concentration (en min)	a	b	Intensité de pluie I (en mm/h)	Débit Q (en m ³ /s)
BV	9.06	0.65	41.53	5.5	0.30	107.90	176.65

Les bassins versants routiers sont considérés comme étant les différentes surfaces de la chaussée sur lesquelles il y a un écoulement d'eau, principalement les eaux pluviales.

Tableau 15 : Récapitulatif des débits des bassins versants routiers.

N° BVR	Longueurs hydrauliques (en m)	Surfaces (en km ²)	Coefficient de ruissellement	Temps de concentration (en min)	Intensité des pluies (en m/m)	Pente moyenne (cm/m)	Débit Q (en m ³ /s)
BVR1	500	0.0045	0.9	9.65	167.17	2.5	0.189
BVR2	2475	0.0322		33.05	115.55		0.931
BVR4	169.2	0.0012		4.19	214.71		0.065
BVR4	425	0.0025		8.51	173.59		0.109
BVR5	245.34	0.0015		5.58	197.03		0.074

III.6. ETUDE HYDRAULIQUE

L'étude hydraulique a pour but principal de dimensionner les ouvrages hydrauliques nécessaire à une route pour permettre l'évacuation des eaux de la chaussée. Cette étude a pour objectif la détermination des sections des canalisations.

Après avoir déterminé les débits routiers, nous devons déterminer, avant le dimensionnement des ouvrages hydrauliques, le débit que véhiculera chacun de ces ouvrages. Les résultats trouvés sont énumérés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16 : Récapitulatif des débits des canaux d'assainissement.

Débit	Pente moyenne	Coefficient de rugosité	Débit Q (en m ³ /s)
Q'1	1%	100	0.095
Q'2			0.466
Q'3			0.498
Q'4			0.023
Q'5			0.132
Q'6			0.010
Q'7			0.540

Le détail des calculs est présenté en Annexe.

Dans notre projet les canalisations seront faites en PEHD (Polyéthylène à Haute Densité)

Pour le calcul des sections, nous convenons d'utiliser la formule de Manning-Strickler à partir des débits décennaux :

$$Q = Ks \times S \times Rh^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I} \quad (10)$$

Avec Q : est le débit en m³ /s ;

Ks : le coefficient de rugosité ; Ks= 100 car les ouvrages sont en PEHD ;

S : la section mouillée en m² ;

Rh : le rayon hydraulique en m

I : la pente du canal ;

Avec :

$$Rh = \frac{S}{P} \quad (11)$$

P : le périmètre ;

Les ouvrages d'assainissement ont une section circulaire alors :

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \quad (12)$$

$$P = \pi D \quad (13)$$

Avec D le diamètre des tubes ;

Nous avons donc le rayon hydraulique $Rh = \frac{D}{4}$

La formule du débit devient

$$Q = Ks \times \frac{\pi D^{\frac{8}{3}}}{4^{\frac{3}{3}}} \times \sqrt{I} \quad (14)$$

De cette formule nous tirons le diamètre qui devient :

$$D = \left(\frac{Q \times 4^{\frac{5}{3}}}{Ks \times \pi \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Tableau 17 : Récapitulatif des diamètres des canaux d'assainissement.

N° des Diamètres	Pente moyenne	Coefficient de rugosité	Débit (en m ³ /s)	Revanche (en m)	Diamètre calculé (en m)	Diamètre nominal (en m)
D1	1%	100	0.095	0.268	0.270	0.538
D2		100	0.466	0.316	0.490	0.806
D3		100	0.498	0.320	0.502	0.822
D4		100	0.023	0.243	0.159	0.402
D5		100	0.132	0.292	0.306	0.598
D6		100	0.010	0.232	0.116	0.348
D7		100	0.540	0.322	0.518	0.840

La revanche est donnée grâce à la formule de LACEY

$$r = 0,20 + 0,15 Q^{\frac{1}{3}} \quad (15)$$

Q : Débit

Le diamètre nominal est considéré comme étant le diamètre intérieur du tube. L'épaisseur du tube ne fait donc pas partie de la valeur du diamètre nominal. La représentation du tube est faite comme suit :

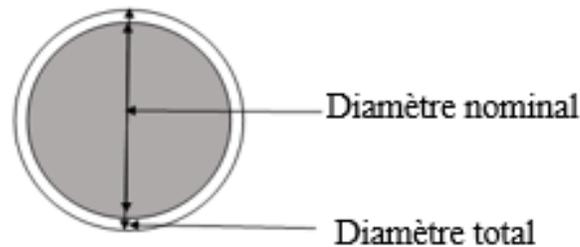


Figure 5 : Illustration des canaux d'assainissement

Pour les différentes sections nous retiendrons comme diamètre :

PK 0+000 au PK 0+500 pour un diamètre nominal de 538 mm, nous prendrons un diamètre total de 630 mm des deux côtés.

PK 0+550 au PK3+025 pour un diamètre nominal de 806 mm, nous prendrons un diamètre total de 800 mm des deux côtés.

PK 3+062 au PK 3+231,20 pour un diamètre nominal de 822 mm, nous prendrons un diamètre total de 800 mm du côté droit.

PK 3+062 au PK 3+181,2 pour un diamètre nominal de 402 mm, nous prendrons un diamètre total de 400 mm côté gauche.

PK 3+264 au PK 3+689 pour un diamètre nominal de 598 mm nous prendrons un diamètre total de 630 mm

PK 3+181,20 au PK 3+231,20 pour un diamètre nominal de 348 mm nous prendrons un diamètre total de 400 mm côté gauche

PK 3+050 au PK 3+295,34 pour un diamètre nominal de 840 mm nous prendrons un diamètre total de 800 mm

Les différentes valeurs des diamètres totaux ont été donné à l'aide d'une référence présente en annexe. Les eaux de la chaussée seront évacuées grâce à des regards qui seront positionnés à chaque 50 m et aux intersections.

III.7. PRE DIMENSIONNEMENT DU PONT

Nous distinguons plusieurs types de pont que sont essentiellement :

Les ponts en Béton armé

Les ponts métalliques

Les ponts à ossature mixtes

Les ponts en arc

Les ponts en Béton précontraint.

Les ponts sont dimensionnés en tenant compte de plusieurs facteurs tels que la nature de la voie portée, la longueur du pont, la durée de vie, les caractéristiques géométriques...

Voici listé ci-dessous les paramètres nécessaires pour le pré dimensionnement du pont :

Longueur du pont : 30 m

Largeur du tablier : 14,50

Nombre de voies : 1 x 2 voies

Pour le choix du type d'ouvrage nous utiliserons le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Domaine d'emploi des principaux ouvrages courants

Type D'ouvrage	PORTEE										
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PSI-BA (1)											
PRAD											
PSI-DA (2)											
PSI-DP (2)											
PSI-DE (3)											
PSI-DN											
VIPP											
PIPO											
PICF											

Notre pont ayant une portée de 30 m nous choisirons grâce au tableau ci-dessus un ouvrage de type PRAD.

Pour l'élancement nous avons pour ce type d'ouvrage :

$$\theta = \frac{\text{Hauteur du tablier}}{\text{Portée du pont}} = \frac{1}{20}$$

$$\theta = 0,05$$

Avec θ l'élancement du tablier.

A partir de la formule de l'élancement nous avons la hauteur du tablier

$$h_t = \frac{L}{20} = 1,5 \text{ m}$$

L : Longueur du pont en m

Notre pont étant en de type PRAD et aussi pour faciliter de réalisation de notre pont nous utiliserons les éléments préfabriqués notamment les dalle-pont et les corniches.

Notre pont ne disposera que d'une travée de 30 m soutenu par deux appuis de rive composés de quatre pieux chacun.

Nombre de pieux :

$$N_p = 8 \text{ pieux}$$

Nos pieux seront de type métallique et seront battus jusqu'à refus.

a) **Les équipements :**

Les équipements des ponts sont des éléments indispensables au fonctionnement et à la pérennité de l'ouvrage. Comme équipements nous avons :

- **Les appareils d'appui**

Ce sont des éléments de structure qui assurent la liaison entre le tablier et les appuis. Les appareils d'appui ont pour fonction de transmettre les actions verticales dues à la charge permanentes et aux charges d'exploitations et de permettre les mouvements de rotations. Nous utiliserons pour notre projet les appareils d'appui en élastomère.

Nombre d'élastomère :

$$N_e = 4 \text{ élastomères}$$

- **Les corniches :**

Les corniches ont pour but :

- Améliorer l'aspect de l'ouvrage
- Rattraper les irrégularités éventuelles de la structure porteuse
- Assurer le scellement du garde-corps
- Servir de butée de trottoir

- **Les dalles de transition**

Ce sont des dalles en béton armé reposant sur un corbeau d'un côté et de l'autre côté sur le remblai d'accès. Elles ont pour fonction d'atténuer les effets du tassement du remblai à proximité de l'ouvrage mais également d'éviter les dénivellations brutales entre la chaussée courante et le tablier.

La dalle de transition a la même dimension transversale que le mur garde-grève et a une longueur

comprise en 3 m et 6 m.

$L=3\text{ m}$; $e_d=30\text{ cm}$

- **Dispositif de retenue**

Ce sont des dispositifs qui permettent d'assurer la sécurité des piétons, des usagers et des véhicules circulant sur l'ouvrage.

b) Assainissement

Le système de collecte des eaux du tablier est assuré par ses pentes transversales de 2,5% sur lesquelles on ajoute des gargouilles pour l'évacuation.

Selon le document du SETRA 'Assainissement des ponts routes' une gargouille de 150mm de diamètre tous les 5m sera suffisante pour l'évacuation des eaux. Nous opterons alors pour cette solution.

Les différents calculs liés aux différentes charges que devra supporter le pont sont présent en annexe.

III.8. REALISATION DES MURS DE SOUTÈNEMENT EN PERRES MAÇONNES

La réalisation de perré maçonnés consiste à renforcer un remblai sur une zone à forte hydrologie, les rives d'un fleuve, les parois d'un canal en revêtement de pierre sèches et en béton. Le perré comporte en recouvrement l'enrochement de l'ouvrage des poutres en béton qui ont pour fonction de protéger le pied de talus des infiltrations de l'eau.

Dans notre projet, les perrés maçonnés seront réalisés du PK 0+000 au PK 2+050 ils auront pour but de protéger la structure de la chaussée afin d'éviter que les matériaux soient emportés par les eaux de ruissellement.

Pour réaliser les perrés maçonnés nous avons besoin des éléments de base de la maçonnerie (Pelle, niveau, corde, truelle) mais également de moellons d'une épaisseur comprise entre 20 cm et 30 cm d'épaisseur et de longueur allant à plus de 50 cm qui seront joint et solidifier à l'aide de béton.

Pour la réalisation des perrés maçonnés nous devons en premier lieu faire la fouille qui contiendra une bêche de 40 cm de profondeur et une épaisseur de 20 cm sur tout le linéaire au pied du talus. Ensuite, à l'aide de corde et de chute de fer on délimite les différentes surfaces de pose pour que celles-ci soient à la fois compacte mais également esthétique, nous posons les perrés à l'intérieur des cordes tout en réglant la surface de réception des perrés. Enfin, après avoir bien effectué la pose des perrés, on utilise du béton pour joindre les perrés.

III.9. SIGNALISATION ET ECLAIRAGE PUBLIC

Afin d'assurer la sécurité des usagers de la voie, il est nécessaire de prendre des précautions pendant la phase de construction, lors de la mise en service de la chaussée et ceux jusqu'à la date de fin de vie de celle-ci. Ces précautions dépendent notamment de la mise la mise en place de signalisation et d'un éclairage approprié.

a) Signalisation routière

La construction routière nécessite un certain nombre de précautions à prendre pendant et après la réalisation. La signalisation routière en dehors de son caractère visant à faciliter la circulation routière, contribue également à la sécuriser pour les usagers en vue d'un trafic fluide et au respect des normes de sécurité. Elle a pour objectif :

- De faciliter la circulation routière
- D'indiquer ou de rappeler les diverses prescriptions particulières ;
- De communiquer des informations relatives à l'usager de la route
- De protéger les usagers de la route.

Nous avons plusieurs groupes de signalisation qui se distingue de différentes manières.

- **Signalisation temporaire :**

Cette signalisation est utilisée uniquement pendant les travaux pour assurer la sécurité des riverains, des usagers et des travailleurs eux même sur le chantier. Elle se distingue notamment par des panneaux bord rouges et à fond jaune qui ont pour but soit d'interdire ou d'avertir. Comme signalisation temporaire nous avons aussi un dispositif de barrière aux abords des fouilles des ouvrages.

- **Signalisation permanente**

Cette signalisation est présente durant toute la durée de la route. Elle est composée entre autres de la signalisation verticale et de la signalisation horizontale.

- **Signalisation horizontale**

Elle regroupe l'ensemble des marquages portés au sol dans le but d'indiquer :

- Les parties de la chaussée réservé aux deux sens de circulation
- Les différents virages à 25 m près

- Les passages piétons
- Les autorisations ou interdictions de dépassement

Sur la chaussée nous distinguons les marquages suivants :

- La ligne continue : pour délimiter les bords des voies de circulation et pour achever la continuité de lignes discontinues à l'approche d'une intersection avec feu tricolore.
- La ligne discontinue : pour séparer les deux voies principales de la chaussée. On la retrouve également quand on n'a pas de bordures pour distinguer la chaussée de la bande dérasée de droite.
- La ligne continue d'effet de "STOP" : au niveau des accès à la route, la plupart du temps accompagnée d'un panneau STOP.
- La ligne d'effet de "CÉDEZ LE PASSAGE" : au niveau d'une intersection avec des feux tricolores, tracé perpendiculairement aux voies.
- Les flèches de sélection : placés à l'approche d'accès et de toutes autres intersections.
- La bande de passage pour piétons : positionnés suivant les points de fortes traversés de la route.

- **Signalisation verticale**

La signalisation verticale est constituée de l'ensemble des panneaux verticaux renseignant sur l'allure de la voie, les passages, les arrêts et les limites de vitesse praticable. Ces renseignements sont donnés à l'emplacement, la forme et la couleur du panneau. Les panneaux de signalisation verticale sont classés en diverses catégories répondant à divers objectifs, on a:

- Les panneaux de danger de type A : ils sont de forme triangulaire et renseignent les usagers sur les dangers éventuels.
- Les panneaux d'intersection et de priorité de Passage de type AB : sont de formes circulaires et informent les usagers sur les arrêts obligatoires, les passages piétons et les priorités de passage.
- Les panneaux de prescription de type B : de forme circulaire, ces panneaux renseignent les obligations et les conditions limites de vitesse.
- Les panneaux d'interdiction ou de restriction de type C.

- **Signalisation lumineuse**

Ce sont les feux tricolores.

b) Eclairage public

L'éclairage public doit permettre aux usagers de la chaussée de circuler la nuit de sorte que la sécurité et le confort soient autant élevés que le trafic de jour. L'éclairage public est un élément essentiel lors de la réalisation des routes surtout en milieu urbain. En effet l'éclairage public permet aux usagers de circuler la nuit de la voie publique de circuler en toute sécurité et dans le même confort qu'en journée.

Pour l'éclairage public, nous utiliserons des candélabres solaires en acier car ceux-ci sont :

- Relativement peu coûteux
- Bonne résistance aux chocs
- Bonne résistance à la corrosion

Il existe plusieurs méthodes d'implantation en fonction de la largeur de la voie et de la hauteur des candélabres à savoir :

- L'implantation unilatérale : l'implantation se fait que sur un seul côté de la chaussée et est proposée dans les conditions :

$$h \geq l$$

h : hauteur du candélabre

l : largeur de la voie de circulation

- L'implantation en quinconce : les candélabres doivent être installés de manière alternée de part et d'autre de la chaussée. Pour cette configuration il faut :

$$\frac{2}{3}l \leq h < l$$

- L'implantation en opposition : les candélabres sont installés de part et d'autre de la chaussée mais de façon opposée. La condition à satisfaire est :

$$h > \frac{2}{3}l$$

- L'implantation axiale : les candélabres sont implantés au niveau du terre-plein central et est adaptée pour les chaussées doubles. Dans ce cas :

$$h > l$$

Etant donné que nous avons une chaussée double sans TPC, nous allons opter pour une

implantation en opposition. Pour notre chaussée nous avons une largeur de 9 m
Nous avons donc :

$$h > \frac{2}{3} \times 9$$

Nous prendrons donc comme hauteur $h = 7$ m

L'espacement des candélabres est donné par la relation suivante :

$$e = 3 \times h = 3 \times 7\text{m} = 21\text{m}$$

e : espacement entre les candélabres

h : hauteur du candélabre

On a donc 347 candélabres au total, à raison de 142 candélabre double crose d'une part avec 7m de hauteur du côté chaussée et 4 m de hauteur du côté trottoir et 205 candélabres de l'autre côté avec une hauteur de 7 m



Figure 6 : disposition des candélabres

III.10. ESTIMATION FINANCIERE DU PROJET

L'évaluation estimative du projet permet d'évaluer financièrement le coût du projet avant et pendant sa réalisation. Il prend en compte tous les corps d'état nécessaire au bon déroulement du projet. Nous avons pour la réalisation de notre projet un total de **cinq milliard quarante-huit millions trois cent soixante-treize mille six cent sept (5 048 373 607 FCFA)**.

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Tableau 19 : Estimation financière

N°	Désignation	Montant
000	Travaux préparatoires	330 000 000
100	Terrassement général	526 230 614
200	Chaussée et revêtement	424 982 940
300	Assainissement	1 173 904 907
400	Evaluation du pont	300 000 000
500	Perré maçonnés et bêche	293 152 440
600	Signalisation routière et Eclairage public	637 820 000
700	PGES	100 000 000
Montant HTVA		3 786 090 901
Montant TTC (montant HTVA+18% m HTVA)		4 467 587 263
Imprévus 3%		134 027 618
Mission de contrôle		446 758 726
Total du projet		5 048 373 607

CHAPITRE IV : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

L'étude d'impact environnemental et social est un processus qui vise à identifier les impacts probables d'un projet sur son environnement physique, biologique et social. Elle est considérée comme étant l'élément clé de la réalisation du projet car elle est l'examen des facteurs environnementaux et sociaux du projet. C'est la raison pour laquelle une EIES doit nécessairement être mise en place avant la réalisation d'un projet afin d'évaluer l'impact réel qu'aura le projet sur l'environnement mais également les impacts qui seront relevés socialement.

a) Cadre législatif et réglementaire

Prenant en compte l'importance de la protection de l'environnement, le gouvernement Béninois accorde une grande priorité à la résolution des problèmes environnementaux. C'est à cet effet, que des textes et codes de protection de l'environnement ont été adoptés. Les réglementations à respecter pour la réalisation de notre projet sont entre autres :

- La loi N°2019-40 portant révision de la loi N° 90-32 du 11 décembre 1990 portant constitution de la République du Bénin
- La loi n° 2018-18 du 06 Août 2018 sur les changements climatiques
- Décret n° 2017-332 du 06 juillet 2017 portant organisation des procédures de l'évaluation environnementale en République du Bénin
- Décret n° 2011-394 du 28 Mai 2011 portant modalités de conservation, de Développement et de Gestion Durable de la Faune et de ses Habitats en République du Bénin
- Décret n° 2003-332 du 27 août 2003, portant gestion des déchets en République du Bénin
- Décret n°2001-110 du 4 avril 2001 fixant les normes de qualité de l'air en République du Bénin ;
- Décret n° 2001-294 du 06 aout 2001 portant réglementation du bruit en République du Bénin ;
- Décret n° 2003-330 du 27 aout 2003 portant gestion des huiles usagées en République du Bénin.

b) Composantes et phases du projet

Composantes environnementales potentiellement touchées

- Physique
 - Air
- Qualité de l'air

- Gaz à effet de serre
- Ambiance sonore
 - Eau
- Qualité des eaux de surface
- Ruissellement et infiltration des eaux
 - Sol
- Qualité des sols
- Profil de la pente
 - Biologique
- Flore et faune
 - Milieu humain et paysage
- Santé
- Sécurité
- Aspect socio-économique
- Champ visuel
- Patrimoine culturel

VII Phases du projet

Le projet se déroulera en trois (03) phases que sont :

- ✓ Phase préparatoire
- ✓ Phase d'exécution des travaux
- ✓ Phases d'exploitation.

Ces différentes phases regroupent en leurs sein les sous phases ci-dessous

- Installation des chantiers et des bases vie
- Déploiement des équipements, des engins, des matériels et matériaux de construction
- Libération de l'emprise des travaux
- Aménagement des déviations
- Déplacement des réseaux
- Amenée et stockage des matériaux de construction
- Travaux préparatoires et terrassement
- Construction d'ouvrage d'art et d'assainissement

- Mise en place du revêtement en bitume

Et plusieurs autres sous-phases qui seront listés dans (Annexe 8)

c) Identification et évaluation des impacts

L'approche d'identification des impacts utilisée prend en compte les activités et interventions du projet et les composantes du milieu d'accueil. L'analyse des composantes de l'environnement d'une part, et des interventions et activités du projet d'autre part, permettent de déterminer les impacts anticipés du projet. Il est question ici, de considérer toutes composantes pertinentes des milieux physiques, biologiques et socio-économiques que sont : le sol, la végétation, l'air, l'eau, la faune, le milieu humain. Les activités du projet dans ces différentes phases déterminent les sources des impacts environnementaux. Un croisement se fait entre ces activités et les composantes de l'environnement à l'aide de la matrice de Léopold (1971). C'est à la suite de cette étape que les impacts ont été identifiés de façon claire et précise afin d'être analysés et évalués.

Quelques impacts identifiés

- Les émissions de polluants atmosphériques en phases de construction et d'exploitation peuvent, si elles ne sont pas correctement gérées, causer des problèmes de santé chez les riverains et des nuisances
- Risque d'instabilité des sols
- Perturbation des terres et sédiments
- Pollution des sols à la suite de déversements accidentels et ruissellements.
- Exploitation des eaux superficielles pour alimenter en eau les travaux de construction.
- Réparations de la voirie
- Eventuelle pollution des aquifères en cas de rejets au sol accidentels de matières dangereuses pendant les travaux, surtout dans les zones de morts-terrains peu profonds.
- Éventuel manque d'eau temporaire pour les riverains qui s'alimentent des mêmes sources d'eau du Projet
- Disparition des habitats, dégradation et fragmentation des écosystèmes au sein de la Zone du Projet ;
- Disparition d'espèces : mortalité d'espèces végétales lors des opérations de défrichage ; mortalité d'espèces animales par perte directe, blessures consécutives
- Perturbation et déplacement de la faune ;

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

- Le Projet entraînera une hausse du trafic au Bénin et ainsi avoir des effets positifs sur l'économie nationale.

L'évaluation des impacts est présentée en Annexe 8.

CONCLUSION

Ces différentes études menées dans le cadre de ce mémoire portant sur le thème **Conception et de Dimensionnement d'une route 1x2 voies : cas de la route des pêches axe de la route de l'esclave** nous ont permis d'aboutir à la proposition d'une structure de chaussée capable de supporter le trafic prévisionnel sur une période de 20 ans tout en respectant les normes techniques. Les différentes études ont permis de proposer une structure de chaussée, de dimensionner les ouvrages d'assainissement routier, choisir la disposition des signalisation routières et des éclairages lumineux, également de réaliser une étude d'EIES tout en faisant une estimation financière du coût global du projet.

Sur notre route, nous avons un bassin versant dont l'écoulement traverse la chaussée. Le débit d'écoulement étant relativement élevé, nous avons prévu la réalisation d'un pont de 30m et des murs de soutènement en perrés maçonnés pour pallier les probables infiltrations d'eau dans la structure de la chaussée. Tout au long de l'ouvrage, nous avons prévu des signalisations verticales de type A, B, AB et C mais également des feux tricolores, des signalisations horizontales et des éclairages lumineux en candélabre solaire pour assurer le confort des usagers de la route mais également leurs sécurités en tout temps.

L'analyse d'impact environnementales et social nous ont permis de déterminer les impacts de notre projet sur l'environnement afin de mettre en place un plan de gestion environnemental pour atténuer les impacts négatifs, mais aussi d'identifier les impacts positifs.

Le présent projet, à un coût total de de cinq milliard deux cent soixante-dix-huit millions trois cent quatre-vingt-trois mille sept cent vingt-deux (5 278 383 722 FCFA) ce montant prend en compte tous les paramètres nécessaires à la réalisation de notre route. Cependant, nous devrions prévoir des entretiens périodiques pour avoir une route qui durera dans le temps.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

OUVRAGES ET ARTICLES :

1. Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU), Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines (ICTAVRU), Mars 2009.
2. CEBTP, Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, 1980
3. Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiment et des Travaux Publics (CEBTP), Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, 1984
4. Fascicule 62, Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil, Mai 2012.
5. Service d'Etude Technique des Routes et Autoroutes (SETRA), Guide technique de l'assainissement routier, Octobre 2006
6. SETRA, Pont-route à poutres préfabriquées précontraintes par adhérence, Septembre 1992
7. SETRA, Ponts-dalles guide de conception, juillet 1989
8. Abdoul-Bassit M. TAPSOBA Etudes Techniques détaillées Des Travaux d'aménagement Et De Bitumage De Voiries Dans La Ville De Ouahigouya : Rue Nakambe (1,8 Km), 2019.
9. Yamogo Moussa GOÏTA Etudes Techniques détaillées Des Travaux d'aménagement Et De Bitumage De Voiries Allant De Sondogo A Boassa (5,200km) Au Burkina Faso, 2012.

Sites internet

<https://panneau-de-signalisation.com/fr/39-panneaux-priorite-intersection>

<https://www.google.com/search?q=m%C3%A9thode+rationnelle&client>

<HTTPS://WWW.PAYS-DE-LA-LOIRE.DEVELOPPEMENT->

[DURABLE.GOUV.FR/IMG/PDF/F05215P0061_ETUDE_TECHNIQUE_DE_CONCEPTION.PDF.](DURABLE.GOUV.FR/IMG/PDF/F05215P0061_ETUDE_TECHNIQUE_DE_CONCEPTION.PDF)

ANNEXE :

ANNEXE 1 : Etude Géotechnique _____	52
ANNEXE 2 : Etude hydrologique _____	65
ANNEXE 3 : Etude Hydraulique _____	69
ANNEXE 4 : Calcul des armatures des regards _____	75
ANNEXE 5 : Conception géométrique _____	85
ANNEXE 6 : Panneau de signalisation _____	98
ANNEXE 7 Estimation financière _____	100
ANNEXE 8 : Etude d'impact environnemental et social _____	103
ANNEXE 9 : Conception du pont _____	110

- **ANNEXE 1 : Etude Géotechnique**

Données des sondages effectués :

Après avoir déterminé les différents paramètres que sont la profondeur, le nombre de coup, l'enfoncement nous utilisons la formule des Hollandais pour déterminer la valeur de R_d . On a :

$$R_d = \frac{M^2 H g}{A e (M + P)}$$

Avec :

M : Masse du mouton

H : hauteur de chute

A : section de la pointe

P : masse passive associée aux poids des tiges

E : enfoncement par coup de mouton

G : accélération de la pesanteur.

Après avoir déterminé les valeurs de R_d utilisons un facteur de sécurité de 20 pour avoir la valeur de σ_{ad} . On a :

$$\sigma_{ad} = \frac{R_d}{20}$$

Nous avons alors les données ci-dessous :

Données du pénétromètre dynamique au PK 0+000 côté gauche.

Nombre de tiges	Profondeur(en m)	N. coups	e (en cm/coups)	Rd(daN/cm ²)	σ _{ad} (en daN/cm ²)
1	0,0	0	0	0	0,00
1	0,1	0	0	0	0,00
1	0,2	1	10	6,91	0,35
1	0,3	1	10	6,91	0,35
1	0,4	1	10	6,91	0,35
1	0,5	1	10	6,91	0,35
1	0,6	1	10	6,91	0,35
1	0,7	2	5	13,83	0,69
1	0,8	4	2,5	27,66	1,38
1	0,9	1	10	6,91	0,35
1	1,0	1	10	6,91	0,35
1	1,1	3	3,33	20,74	1,04
2	1,2	5	2	30,27	1,51
2	1,3	5	2	30,27	1,51
2	1,4	6	1,67	36,33	1,82
2	1,5	6	1,67	36,33	1,82
2	1,6	5	2	30,27	1,51
2	1,7	5	2	30,27	1,51
2	1,8	4	2,5	24,22	1,21
2	1,9	4	2,5	24,22	1,21
2	2,0	3	3,33	18,16	0,91
2	2,1	4	2,5	24,22	1,21
2	2,2	4	2,5	24,22	1,21
3	2,3	4	2,5	21,54	1,08
3	2,4	5	2	26,93	1,35
3	2,5	5	2	26,93	1,35
3	2,6	4	2,5	21,54	1,08
3	2,7	4	2,5	21,54	1,08
3	2,8	2	5	10,77	0,54
3	2,9	3	3,33	16,16	0,81
3	3,0	5	2	26,93	1,35
3	3,1	6	1,67	32,31	1,62
4	3,2	7	1,43	33,95	1,70
4	3,3	7	1,43	33,95	1,70
4	3,4	5	2	24,25	1,21
4	3,5	8	1,25	38,8	1,94
4	3,6	8	1,25	38,8	1,94
4	3,7	10	1	48,49	2,42
4	3,8	10	1	48,49	2,42
4	3,9	10	1	48,49	2,42
4	4,0	6	1,67	29,1	1,46

Données du sondage au pénétromètre dynamique PK 0+200 Côté droite

Nombre de tiges	Profondeur(en m)	N. coups	e (en cm/coups)	Rd(kN/cm ²)	σad(en kN/cm ²)
1	0,0	0	0	0,00	0,00
1	0,1	1	10	6,91	0,35
1	0,2	0	0	0,00	0,00
1	0,3	1	10	6,91	0,35
1	0,4	2	5	13,83	0,69
1	0,5	1	10	6,91	0,35
1	0,6	1	10	6,91	0,35
1	0,7	1	10	6,91	0,35
1	0,8	1	10	6,91	0,35
1	0,9	1	10	6,91	0,35
1	1,0	1	10	6,91	0,35
1	1,1	2	5	13,83	0,69
2	1,2	3	3,33	18,16	0,91
2	1,3	2	5	12,11	0,61
2	1,4	2	5	12,11	0,61
2	1,5	5	2	30,27	1,51
2	1,6	3	3,33	18,16	0,91
2	1,7	3	3,33	18,16	0,91
2	1,8	3	3,33	18,16	0,91
2	1,9	2	5	12,11	0,61
2	2,0	2	5	12,11	0,61
2	2,1	3	3,33	18,16	0,91
2	2,2	3	3,33	18,16	0,91
3	2,3	4	2,5	21,54	1,08
3	2,4	3	3,33	16,16	0,81
3	2,5	4	2,5	21,54	1,08
3	2,6	3	3,33	16,16	0,81
3	2,7	3	3,33	16,16	0,81
3	2,8	3	3,33	16,16	0,81
3	2,9	5	2	26,93	1,35
3	3,0	6	1,67	32,31	1,62
3	3,1	6	1,67	32,31	1,62
4	3,2	4	2,5	19,40	0,97
4	3,3	3	3,33	14,55	0,73
4	3,4	4	2,5	19,40	0,97
4	3,5	4	2,5	19,40	0,97
4	3,6	4	2,5	19,40	0,97
4	3,7	7	1,43	33,95	1,70
4	3,8	6	1,67	29,10	1,46
4	3,9	3	3,33	14,55	0,73
4	4,0	3	3,33	14,55	0,73

Données du sondage au pénétromètre dynamique du PK 0+600 côté gauche :

Nombre de tiges	Profondeur(en m)	N. coups	e (en cm/coups)	Rd(kN/cm ²)	σ_{ad} (en kN/cm ²)
1	0,0	0	0,00	0,00	0,00
1	0,1	2	5,00	13,83	0,69
1	0,2	2	5,00	13,83	0,69
1	0,3	1	10,00	6,91	0,35
1	0,4	1	10,00	6,91	0,35
1	0,5	1	10,00	6,91	0,35
1	0,6	1	10,00	6,91	0,35
1	0,7	7	1,43	48,40	2,42
1	0,8	11	0,91	76,06	3,80
1	0,9	15	0,67	103,71	5,19
1	1,0	14	0,71	96,80	4,84
1	1,1	15	0,67	103,71	5,19
2	1,2	12	0,83	72,66	3,63
2	1,3	12	0,83	72,66	3,63
2	1,4	8	1,25	48,44	2,42
2	1,5	7	1,43	42,38	2,12
2	1,6	6	1,67	36,33	1,82
2	1,7	4	2,50	24,22	1,21
2	1,8	5	2,00	30,27	1,51
2	1,9	5	2,00	30,27	1,51
2	2,0	4	2,50	24,22	1,21
2	2,1	4	2,50	24,22	1,21
2	2,2	4	2,50	24,22	1,21
2	2,3	4	2,50	21,54	1,08
3	2,4	4	2,50	21,54	1,08
3	2,5	4	2,50	21,54	1,08
3	2,6	3	3,33	16,16	0,81
3	2,7	3	3,33	16,16	0,81
3	2,8	3	3,33	16,16	0,81
3	2,9	3	3,33	16,16	0,81
3	3,0	4	2,50	21,54	1,08
3	3,1	4	2,50	21,54	1,08
3	3,2	2	5,00	9,70	0,49
4	3,3	4	2,50	19,40	0,97
4	3,4	4	2,50	19,40	0,97
4	3,5	4	2,50	19,40	0,97
4	3,6	4	2,50	19,40	0,97
4	3,7	4	2,50	19,40	0,97
4	3,8	5	2,00	24,25	1,21
4	3,9	5	2,00	24,25	1,21

Données du sondage au pénétromètre dynamique du PK 1+100 côté droit :

Profondeur (en m)	N. coups	(en cm/coup)	Rd(kN/cm ²)	ad(en kN/cm ²)
1	0,0	0	0	0
1	0,1	0	0	0
1	0,2	0	0	0
1	0,3	0	0	0
1	0,4	0	0	0
1	0,5	3	3,33	20,74
1	0,6	3	3,33	20,74
1	0,7	1	10,00	6,91
1	0,8	1	10,00	6,91
1	0,9	2	5,00	13,83
1	1,0	2	5,00	13,83
1	1,1	2	5,00	13,83
2	1,2	2	5,00	12,11
2	1,3	2	5,00	12,11
2	1,4	1	10,00	6,05
2	1,5	1	10,00	6,05
2	1,6	1	10,00	6,05
2	1,7	1	10,00	6,05
2	1,8	1	10,00	6,05
2	1,9	1	10,00	6,05
2	2,0	2	5,00	12,11
2	2,1	3	3,33	18,16
2	2,2	3	3,33	18,16
3	2,3	2	5,00	10,77
3	2,4	2	5,00	10,77
3	2,5	2	5,00	10,77
3	2,6	2	5,00	10,77
3	2,7	2	5,00	10,77
3	2,8	2	5,00	10,77
3	2,9	2	5,00	10,77
3	3,0	2	5,00	10,77
3	3,1	4	2,50	21,54
4	3,2	4	2,50	19,4
4	3,3	4	2,50	19,4
4	3,4	4	2,50	19,4
4	3,5	4	2,50	19,4
4	3,6	3	3,33	14,55
4	3,7	3	3,33	14,55
4	3,8	4	2,50	19,4
4	3,9	6	1,67	29,1

Données du sondage au pénétromètre dynamique du PK 1+425 côté gauche :

Nombre de tiges	Profondeur(en m)	N. coups	e (en cm/coups)	Rd(kN/cm ²)	σ_{ad} (en kN/cm ²)
1	0,0	0	0	0	0
1	0,1	8	1,25	55,31	2,77
1	0,2	9	1,11	62,23	3,11
1	0,3	8	1,25	55,31	2,77
1	0,4	7	1,43	48,40	2,42
1	0,5	7	1,43	48,40	2,42
1	0,6	7	1,43	48,40	2,42
1	0,7	7	1,43	48,40	2,42
1	0,8	9	1,11	62,23	3,11
1	0,9	9	1,11	62,23	3,11
1	1,0	9	1,11	62,23	3,11
1	1,1	9	1,11	62,23	3,11
2	1,2	7	1,43	42,39	2,12
2	1,3	4	2,50	24,22	1,21
2	1,4	5	2,00	30,28	1,51
2	1,5	5	2,00	30,28	1,51
2	1,6	7	1,43	42,39	2,12
2	1,7	7	1,43	42,39	2,12
2	1,8	8	1,25	48,44	2,42
2	1,9	10	1,00	60,55	3,03
2	2,0	9	1,11	54,50	2,72
2	2,1	8	1,25	48,44	2,42
2	2,2	9	1,11	54,50	2,72
3	2,3	10	1,00	53,86	2,69
3	2,4	16	0,63	86,18	4,31
3	2,5	22	0,45	118,49	5,92
3	2,6	27	0,37	145,42	7,27

Ces différentes valeurs des contraintes obtenues nous ont permis de conclure la nécessité d'une purge générale avant la réalisation de notre route.

Les sondages réalisés nous permettent de présenter les coupes de matériaux ci-dessous :

Du PK 0+000 au PK 0+200 on a en général :

Identification des matériaux			
Profondeur (en m)	Epaisseur		Nature
0,00 à 0,60	0,60 m		Terre végétale
0,60 à 1,50	0,90 m		Sable propre

Du PK 0+200 au PK 0+600 on a en général :

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Identification des matériaux			
Profondeur (en m)	Epaisseur		Nature
0,00 à 0,80	0,80 m		Apport
0,80 à 1,50	0,70 m		Sable peu argileux
1,50 à 2,50	1 m		Sable propre

Du PK 0+600 au PK 1+100 on a en général :

Identification des matériaux			
Profondeur (en m)	Epaisseur		Nature
0,00 à 0,20	0,20 m		Terre végétale
0,20 à 1,80	1,60 m		Sable très argileux
1,80 à 2,50	0,70 m		Sable propre

Du PK 1+100 au PK 1+425 on a en général :

Identification des matériaux			
Profondeur (en m)	Epaisseur		Nature
0,00 à 0,50	0,50 m		Terre végétale
0,50 à 1,50	1m		Sable très argileux
1,50 à 2	0,50 m		Sable peu argileux

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Pour le choix de la structure nous avons utilisé la méthode CEBTP et le choix a été effectué grâce au tableau ci-dessous :

TRAFICS $T_1 - T_2$		S ₁		S ₂		S ₃		S ₄		S ₅	
		T ₁	T ₂								
REVÊTEMENT		Bc ou 3E	4E ou Tc								
B	Graveleux latéritique naturel	15	15	15	15	15	15	15	15	25	25
F	Graveleux latéritique naturel	45	45	35	35	25	30	15	20	0	0
B	Graveleux latéritique ou grave naturelle améliorés au ciment	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
F	Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle O/D	40	45	30	35	25	25	15	20	0	0
B	Concassé o/d	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
F	Graveleux latéritique naturel ou grave naturelle O/D ou concassé o/d	40	45	30	35	25	25	15	20	0	0

L'actualisation du trafic à l'année de mise en service est calculée à partir de la relation

$$T^0 = TPL \times (1 + i)^{n'}$$

$$T^0 = 30 \times (1 + 0,05)^4$$

$$T^0 = 37 PL/jr.$$

Avec, T^0 : Trafic à l'année de mise en service de la chaussée

TPL : Trafic des poids lourds

n' : intervalle entre l'année de comptage et l'année de mise en service

TPL : Trafic des poids lourds

Le trafic cumulé a été calculé partir de la formule

$$T_{cp} = 365 \times T^0 \times (1 + A) \times \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i} \right]$$

$$T_{cp} = 365 \times 37 \times (1 + 0,45) \times \left[\frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,05} \right]$$

$$\mathbf{T_{cp} = 647\ 506\ PL}$$

➤ Calcul des contraintes admissibles

En nous basant sur le CEBTP nous utiliserons la formule de KERKHOVEN et DORMON pour le calcul des contraintes verticales admissibles. On a :

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

N : trafic cumulé, TPC=N= 647 506 PL

- Sol support

Les caractéristiques des matériaux pour les 30cm supérieurs de la plateforme selon le CCTP sont :

Désignation de l'essai	Normes d'essai	Résultats exigés	Fréquence (*)
Analyse granulométrique	NF P 94-056	Passant tamis 0.080 : < 35%	1/10 000 m ² ou 1/1000 ml
Limite d'Atterberg	NF P 94-051	LL < 50 et IP < 25	
Indice portant CBR après 4 jours immersion	NF P 94-078	95% OPM ≥ 15	
Indice de gonflement	NF P 94-078	G < 1%	
Teneur en matières organiques	-	≤ 1%	

Disposant d'un sol de classe S5 on a S5>30 nous utiliserons alors un CBR de 15 pour le calcul :

$$\sigma_{z\ adm} = \frac{0,3 \times 30}{1 + 0,7 \times \log (647506)}$$

$$\mathbf{\sigma_{z\ adm} = 1,78\ MPA}$$

- Couche de fondation

Le CEBTP prévoit un CBR≥30 pour les couches de fondation, nous utiliserons un CBR de 30 pour le calcul.

Les caractéristiques des matériaux d'emprunt pour la couche de fondation sont :

Désignation de l'essai		Normes	Résultats	Fréquence
Analyse granulométrique	Taux de fines	NF P 94-056	≤ 25%	1/10 000 m ² ou 1/1000 ml
	D maxi	NF P 94-056	Sans objet	
Indice de plasticité		NF P 94-051	≤ 20%	
Indice CBR à 95% de l'OPM		NF P 94-078	≥ 30	
Teneur en matière organique		NF P 94-047	≤ 1%	

$$\sigma z \text{ adm} = \frac{0,3 \times 30}{1 + 0,7 \times \log (647506)}$$

$$\sigma z \text{ adm} = 1,78 \text{ MPA}$$

- Couche de base

Le CEBTP prévoit un $CBR \geq 60$ pour les couches de base, nous utiliserons un CBR de 60 pour le calcul.

$$\sigma z \text{ adm} = \frac{0,3 \times 60}{1 + 0,7 \times \log (647506)}$$

$$\sigma z \text{ adm} = 3,55 \text{ MPA}$$

- Calcul de la déformation verticale admissible

La déformation est fonction du trafic à supporter et est calculée par la relation suivante :

$$\varepsilon z \text{ adm} = A \times NE^{-0,222}$$

On a $A=16000$ pour les chaussées à faible trafic.

$NE=N \times CAM$, avec $CAM = 0,8$

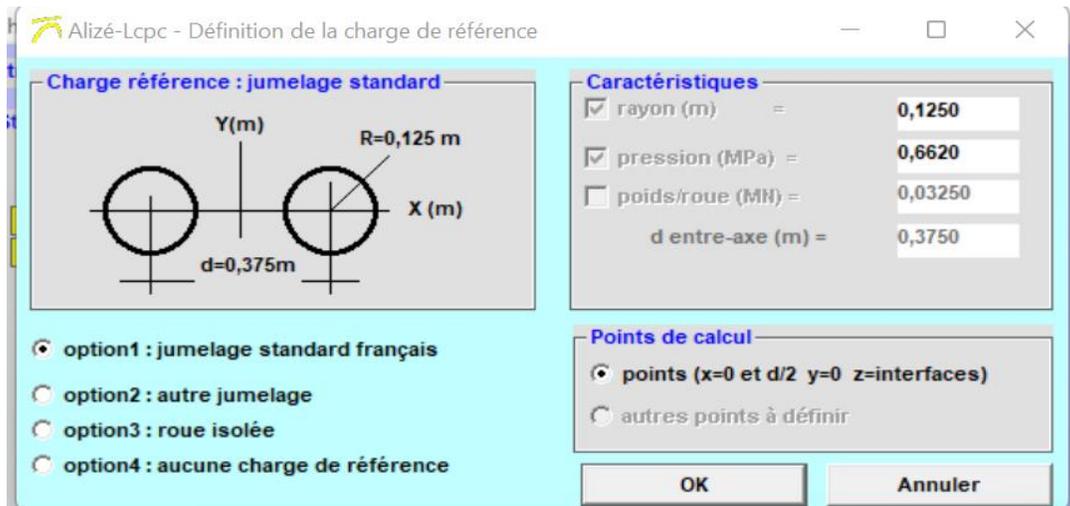
$$\varepsilon z \text{ adm} = 16000 \times 518005^{-0,222}$$

$$\varepsilon z \text{ adm} = 862,06 \mu\text{def}$$

Calcul des contraintes dues au trafic par le logiciel Alizé

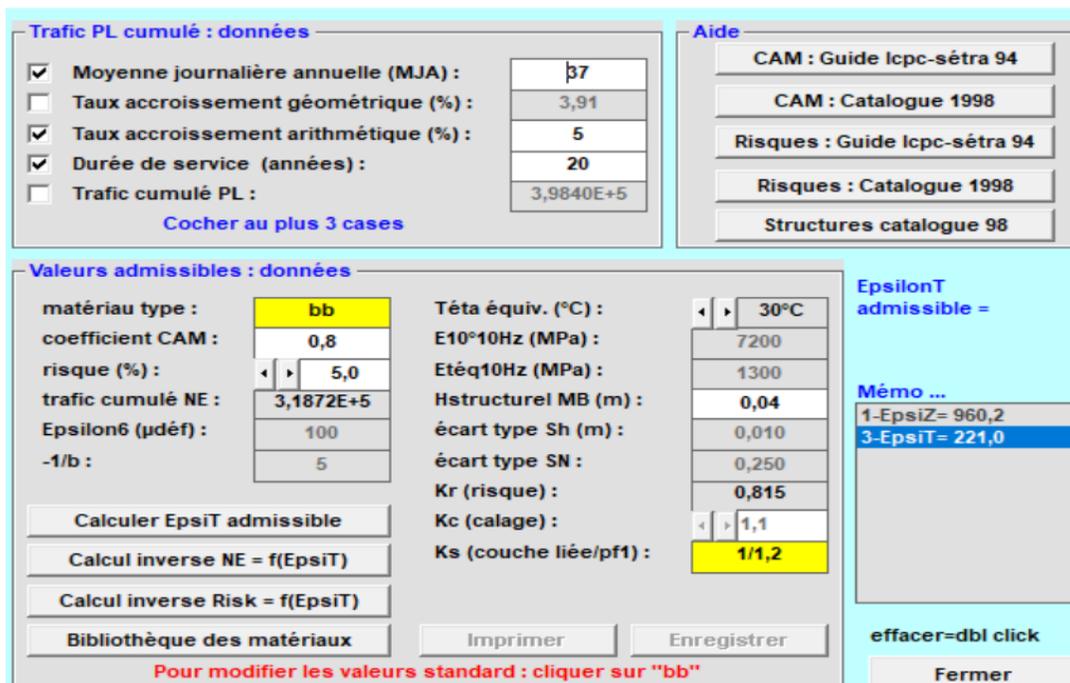
Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

La charge de référence de logiciel Alizé est telle que :



- Le rayon est : 0,125 m
- La pression : 0,662 MPa
- Distance entre-axe : 0,375
- Essieu de référence : 13 Tonnes

Pour le calcul sur Alizé nous avons d'abord insérer les données liées au trafic et au type de matériaux choisis pour avoir les valeurs admissibles. Nous avons obtenu :



Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Ensuite, nous avons précisé les données de base telle que l'épaisseur de la chaussée, le module de Young et le coefficient de poisson.

Les résultats obtenus après l'utilisation du logiciel Alizé sont :

Alizé-Lcpc - Résultats (Structure : données écran, Charge de référence)

variante 1 : Durée=00:00sec

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μ déf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μ déf)	SigmaZ (MPa)
0,050	9000,0	0,350	0,000	-107,5	-0,397	-48,7	0,658
			0,050	-196,1	-2,350	218,3	0,413
0,150	400,0	0,350	0,050	-196,1	0,055	833,0	0,413
			0,200	-197,6	-0,016	438,1	0,174
0,200	400,0	0,350	0,200	-197,6	-0,016	438,1	0,174
			0,400	-212,2	-0,081	295,8	0,069
infini	150,0	0,350	0,400	-212,2	-0,007	475,6	0,069

Grandeurs affichées

tableau 1 tableau 2

tableau 3 tableau 4

tableau 5 tableau 6

tableau 7 tableau 8

Déflexion = 43,2 mm/100

entre-jumelage

Rdc = 136,8 m

Imprimer Enregistrer

Variante n+1

Voir Chargt. Fermer

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,05	9000	0,350	bbme
collé	0,15	400	0,350	autre
collé	0,20	400	0,35	autre
collé	infini	150	0,35	autre

Nous avons donc obtenu comme valeur calculée :

- Sol support :

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 475,6 \mu\text{d}\acute{e}f$

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,069 \mu\text{d}\acute{e}f$

- Couche de fondation

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 438,1 \mu\text{d}\acute{e}f$

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,174 \mu\text{déf}$.

- Couche de base

Déformation verticale calculée : $\varepsilon_z = 833 \mu\text{déf}$

Contraintes verticales : $\delta_z = 0,413 \mu\text{déf}$.

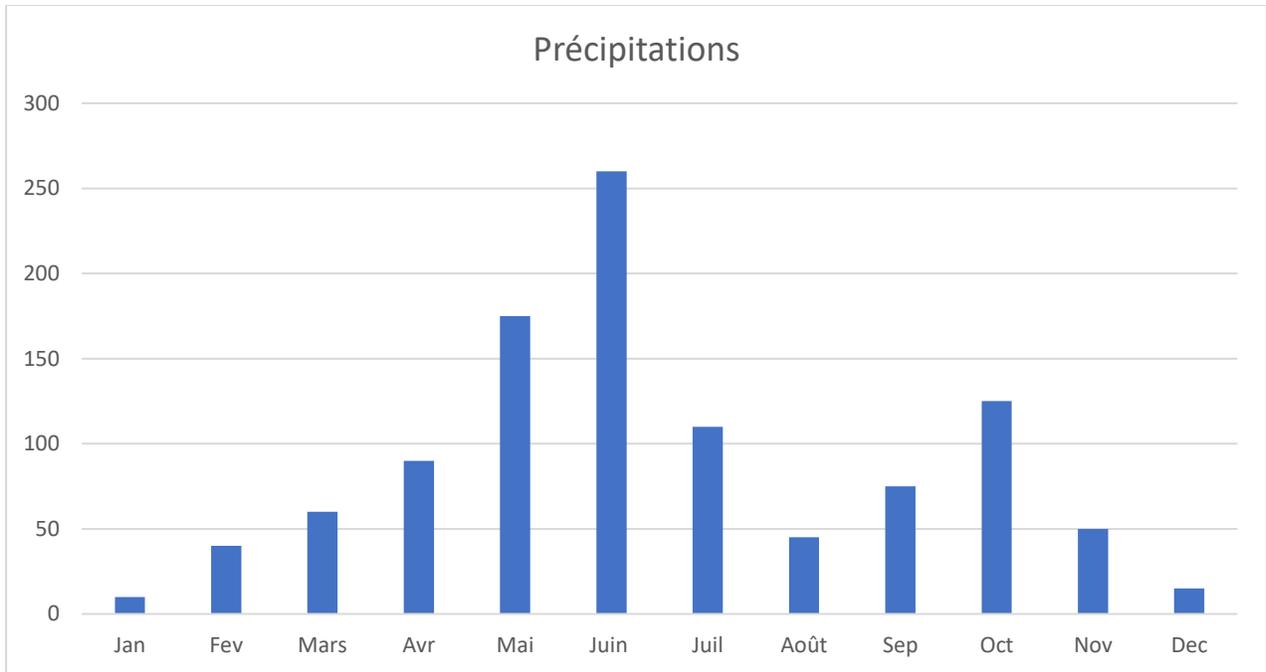
- **ANNEXE 2 : Etude hydrologique**

Données pluviométriques

Les données pluviométriques de l'année 2000 à l'année 2016 sont énumérées ci-dessous :

Année	Maxi journalières Annuelles	Cumul annuel
2000	73.8	845.6
2001	54.8	828.2
2002	74 .2	1167.2
2003	194.2	1367.8
2004	102.2	1413.2
2005	117.5	1239.5
2006	126.8	1099.2
2007	105.1	1605.9
2008	106.6	1462.0
2009	86.7	1513.4
2010	134.9	2005.6
2011	67.3	1288.9
2012	119.6	1344.2
2013	96.1	1175.6
2014	60.1	1383.9
2015	97.1	1304.6
2016	104.6	1146.5

Le régime des précipitations mensuel est tel qu'on a cet histogramme.



Calculs du débit du bassin versant naturel :

Pour le calcul des débits, nous avons utilisé la méthode rationnelle. Cette méthode s'applique pour les bassins versant de superficie inférieure à 200 ha. Pour exemple de calcul, nous prendrons le bassin BV 2.

La formule du débit est :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Avec :

C : coefficient de ruissellement C=0,65

A : Superficie du bassin versant

I : Intensité des pluies.

Pour déterminer l'intensité des pluies, nous utiliserons la méthode de montana qui donne la formule :

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

a et b sont les coefficients de montana. a= 5,5 et b=0,30 pour une période de retour de 10 ans dans la ville de Ouidah.

Tc est le temps de concentration des pluies. Le temps de concentration est déterminé grâce à la formule de Kirpich :

$$Tc = 0,01947 \frac{L^{0,77}}{I^{0,385}}$$

Calcul du débit :

$$Tc = 0,01947 \frac{3653^{0,77}}{0,0301^{0,385}} = 41,53 \text{ min}$$

$$I = 5,5 \times 41,53^{-0,3} = 107,9 \text{ mm/h}$$

$$Q = 0,278 \times 0,65 \times 107,9 \times 9,06 = 176,65 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Le même processus a été utilisé pour le calcul des bassins versants routiers.

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

N° des bassins versants	Longueurs hydrauliques (en m)	Surfaces (en km ²)	Coefficient de ruissellement	Temps de concentration (en min)	Intensité des pluies (en mm/h)	Pente moyenne (en m/m)	Débit Q (en m ³ /s)
BVR1	500	0.0045	0.9	9.65	167.17	0.025	0.189
BVR2	2475	0.0322	0.9	33.05	115.55	0.025	0.931
BVR3	169.2	0.0012	0.9	4.19	214.71	0.025	0.065
BVR4	425	0.0025	0.9	8.51	173.59	0.025	0.109
BVR5	245.34	0.0015	0.9	5.58	197.03	0.025	0.074

Récapitulatif des bassins versants routiers :

Pour le calcul de bassins versants routiers, les calculs se font de la même manière que ceux des bassins versants naturels. La délimitation des bassins versants routiers à été faites comme suit :

BVR1 du PK 0+000 au PK 0+500

BVR2 du PK 0+550 au PK 3+025

BVR3 du PK 3+062 au PK 3+231,20

BVR4 du PK 3+264 au PK 3+689

BVR5 du PK 3+050 au PK 3+295,34.

- **ANNEXE 3 : Etude Hydraulique**

Détermination des débits d'évacuation des eaux

Au total, nous aurons 07 différents débits devant circuler dans les canaux.

- ✚ Le premier débit à évacuer Q_1 sera évacué du PK 0+000 au PK 0+500. Nous prévoyons des canaux d'évacuation des deux côtés de la chaussée. Chaque côté évacuera donc la moitié du débit Q_1 . On a donc

$$Q'1 = \frac{Q_1}{2}$$

- ✚ Le deuxième débit d'évacuation d'eau Q_2 est évacué du PK 0+550 au PK 3+025. Nous prévoyons des canaux d'évacuation des deux côtés de la chaussée. Chaque côté évacuera donc la moitié du débit Q_2 . On a donc :

$$Q'2 = \frac{Q_2}{2}$$

- ✚ Le troisième débit d'évacuation d'eau Q_3 est évacué du PK 3+062 au PK 3+231,20. Nous prévoyons des canaux d'évacuation des deux côtés de la chaussée. Chaque côté évacuera donc la moitié du débit Q_3 .
- Du côté droit de la chaussée, le débit à évacuer sera pris en tenant compte du débit du côté droit de la chaussée allant du PK 0+550 au PK 3+025. On a donc :

$$Q'3 = \frac{Q_3}{2} + Q'2$$

- Du côté gauche, les canaux seront disposés de deux différentes façon :
 - Du PK 3+062 au PK 3+181,2 Le sens d'écoulement sera du PK 3+062 vers PK 3+181,2. $Q'4$ sera donc calculé à partir du débit Q_3 mais du PK 3+062 au PK 3+181,2.
 - Du PK 3+181,2 au PK 3+231,2 les canaux seront indépendants. $Q'5$ sera calculé à partir du débit Q_3 mais du PK 3+181,2 au PK 3+ 231,2.

✚ Le quatrième débit à évacuer Q4 est évacué du PK 3+264 au PK 3+689. Nous prévoyons des canaux d'évacuation du côté gauche de la chaussée. Le débit évacué par les canaux prend également en compte le débit Q'4 tel que :

$$Q'6 = Q4 + Q'4$$

Le cinquième débit à évacuer Q5 est évacué du PK 3+050 au PK 3+295,34. Nous prévoyons des canaux d'évacuation du côté gauche de la chaussée. Le débit Q'7 évacué prendra également en compte le débit évacué par le côté gauche allant du PK 0+550 au PK 3+025. On a :

$$Q'7 = Q5 + Q'2$$

Nous pouvons donc obtenir le tableau ci-dessous :

N° Débit	Débit
Q'1	0.095
Q'2	0.466
Q'3	0.498
Q'4	0.023
Q'5	0.132
Q'6	0.010
Q'7	0.540

Calcul hydraulique des canaux :

Pour le calcul hydraulique des canaux d'assainissement, nous avons utilisé la formule de Manning Strickler :

$$Q = Ks \times S \times Rh^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}$$

Q : le débit en m³/s

S la surface en m².

Rh le rayon hydraulique en m.

I la pente moyenne en m/m

Les ouvrages d'évacuation des eaux présente sur la chaussée sont de sections circulaires. On a donc les formules :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Avec D le diamètre du canal

$$P = \pi D$$

Avec P le périmètre du canal

Le rayon hydraulique a pour formule

$$Rh = \frac{S}{P}$$

On a donc :

$$Rh = \frac{D}{4}$$

La formule du débit devient :

$$Q = Ks \times \frac{\pi D^2}{4} \times \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{I}.$$

De cette formule on a le diamètre D qui est égale à :

$$D = \left(\frac{Q \times 4^{\frac{5}{3}}}{Ks \times \pi \times \sqrt{I}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

On prendra pour exemple le calcul du diamètre D1 :

$$D1 = \left(\frac{0,095 \times 4^{\frac{5}{3}}}{100 \times \pi \times \sqrt{0,01}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$D1 = 0,270$ m. On fera le même calcul pour les autres diamètres. Pour le calcul des revanches nous utiliserons la formule de LARCEY :

$$r = 0,2 + 0,15 \times Q^{\frac{1}{3}}$$

Le débit Q est donné par les valeurs des débits des bassins versants routiers tels qu'on a ce tableau :

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

PK	Coefficient de rugosité	Pente	Côté des canaux	Débit Q'	Revanche	Diamètre calculé	Diamètre nominal
0+000-0+500	100	0,01	Droit	0.095	0.268	0.270	0.538
0+000-0+500	100	0,01	Gauche	0.095	0.268	0.270	0.538
0+550-3+025	100	0,01	Droit	0.466	0.316	0.490	0.806
0+550-3+025	100	0,01	Gauche	0.466	0.316	0.490	0.806
3+062-3+231,2	100	0,01	Droit	0.498	0.320	0.502	0.822
3+062-3+181,2	100	0,01	Gauche	0.023	0.243	0.159	0.402
3+181,2-3+231,2	100	0,01	Gauche	0.132	0.292	0.306	0.598
3+264-3+689	100	0,01	Gauche	0.010	0.232	0.116	0.348
3+050-3+295,34	100	0,01	Gauche	0.540	0.322	0.518	0.840

Caractéristiques techniques des canaux en PEHD :

Les références ont été tirés des fiches techniques FLI12 201 de 01/2016

GAMME, DIMENSIONS, POIDS

DN (mm)	PN 10 SDR17 PE100		PN 12.5 SDR13,6 PE100		PN 16 SDR11 PE100		PN 20 SDR9 PE100		PN 25 SDR7,4 PE100	
	Ep. (mm)	Poids (kg/m)	Ep. (mm)	Poids (kg/m)	Ep. (mm)	Poids (kg/m)	Ep. (mm)	Poids (kg/m)	Ep. (mm)	Poids (kg/m)
20	-	-	-	-	3,0	0,170	3,0	0,170	3,0	0,170
25	-	-	-	-	3,0	0,210	3,0	0,210	3,5	0,250
32	3,0	0,279	3,0	0,279	3,0	0,279	3,6	0,326	4,4	0,390
40	3,0	0,362	3,0	0,362	3,7	0,431	4,5	0,510	5,5	0,610
50	3,0	0,462	3,7	0,555	4,6	0,670	5,6	0,790	6,9	0,950
63	3,8	0,734	4,7	0,884	5,8	1,06	7,1	1,26	8,6	1,49
75	4,5	1,04	5,6	1,25	6,8	1,48	8,4	1,77	10,3	2,12
90	5,4	1,47	6,7	1,77	8,2	2,15	10,1	2,57	12,3	3,04
110	6,6	2,19	8,1	2,65	10	3,19	12,3	3,82	15,1	4,55
125	7,4	2,79	9,2	3,41	11,4	4,13	14,0	4,94	17,1	5,83
140	8,3	3,50	10,3	4,27	12,7	5,15	15,7	6,20	19,2	7,35
160	9,5	4,57	11,8	5,60	14,6	6,75	17,9	8,07	21,9	9,58
180	10,7	5,80	13,3	7,10	16,4	8,55	20,1	10,2	24,6	12,1
200	11,9	7,15	14,7	8,70	18,2	10,6	22,4	12,65	27,4	15,0
225	13,4	9,05	16,6	11,0	20,5	13,3	25,2	16,0	30,8	18,95
250	14,8	11,1	18,4	13,6	22,7	16,4	27,9	19,65	34,2	23,4
280	16,6	14,0	20,6	17,0	25,4	20,6	31,3	24,7	38,3	29,3
315	18,7	17,7	23,2	21,6	28,6	26,0	35,2	31,2	43,1	37,1
355	21,1	22,5	26,1	27,3	32,2	33,0	39,7	39,7	48,5	47,0
400	23,7	28,4	29,4	34,6	36,3	42,0	44,7	50,3	54,7	59,7
450	26,7	35,9	33,1	43,9	40,9	53,1	50,3	63,7	61,5	75,6
500	29,7	44,5	36,8	54,5	45,4	65,5	55,8	78,5	-	-
560	33,2	55,5	41,2	68,0	50,8	82,5	-	-	-	-
630	37,4	70,5	46,3	86,0	57,2	104,0	-	-	-	-
710	42,1	89,0	52,2	109,0	-	-	-	-	-	-
800	47,4	113,0	58,8	139,0	-	-	-	-	-	-

Propriétés types

		PE100
Densité	kg/m ³	960
Résistance à la traction	MPa	19
Allongement à la rupture	%	500
Module d'élasticité court terme	MPa	1700
Coefficient de dilatation linéaire	mm/m°C	0,2
Conductivité thermique	W/m°C	0,4
Résistance minimale requise (MRS)	MPa	10
Contrainte de calcul long terme	MPa	8
Plage de température		-20°C / +50°C
Durée de vie estimée de la canalisation		100 ans

Classe de pression (bar)

	Pression de fonctionnement admissible (PFA)	Pression maximale admissible (PMA)	Pression d'épreuve admissible sur chantier (PEA)
PN 10	10	20	15
PN 12,5	12,5	25	18,7
PN 16	16	32	24
PN 20	20	40	30
PN 25	25	50	37,5

Coefficient de détimbrage en fonction de la température

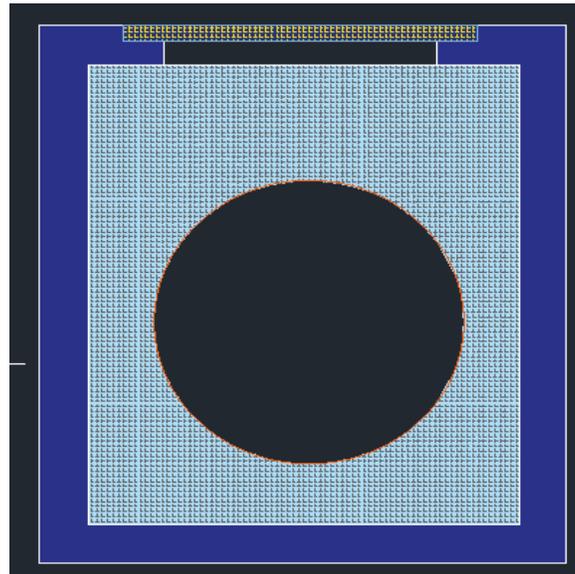
Température	Coefficient de détimbrage
20°C	1
30°C	0,87
40°C	0,74
45°C	0,70
50°C	0,67



- **ANNEXE 4 : Calcul des armatures des regards**

Note de calcul des regards :

Pour notre projet, nous prévoyons d'utiliser les regards de type 1x1x1,2



On a : $L= 1,2\text{m}$ hauteur du regard ; $C= 1\text{m}$ valeur des côtés du regard.

Epaisseur du radier $e=h=0,20\text{ m}$

Epaisseur du voile : $e=0,15\text{ m}$

Hypothèse de base :

Les calculs seront menés suivant les règles techniques de conception et de construction des ouvrages en béton armé suivant la méthode B.A.E.L.91 modifié 99

Caractéristiques des matériaux :

Béton :

Poids volumique du béton $\gamma_{bét} = 25\text{KN}/\text{m}^3$

Résistance nominale à 28 jours :

Compression : $F_{c28} = 25\text{ Mpa}$

Traction : $F_{t28} = 0,6 + 0,06F_{c28}$

$$F_{t28} = 2,1 \text{ Mpa}$$

Contrainte de calcul :

$$F_{bu} = \frac{0,85 \times F_{c28}}{\gamma_b}$$

$$F_{bu} = 14,17 \text{ Mpa}$$

Contrainte limite du béton :

$$\delta_{bc} = 0,6f_{c28}$$

$$\delta_{bc} = 15 \text{ Mpa}$$

Acier

Acier à haute adhérence Fe E 400

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

Contrainte de calcul de l'acier : $\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma_s}$ avec $\gamma_s = 1,15$

$$\sigma_{st} = 348 \text{ Mpa}$$

Contrainte limite des aciers à l'ELS, pour une fissuration préjudiciable :

$$\sigma_s = \min \left[\frac{2}{3} f_e; \max(0,5 f_e; 110 \sqrt{\eta f_{c28}}) \right] = 201,63 \text{ Mpa}$$

Fondation :

Poids volumique des terres : 20 kN/m^3

Coefficient de poussée : $K_p = 0,333$

Surcharge de remblai : 10 kN/m^2

En lieu et place d'une dalle, il est prévu une grille métallique :



Cette grille peut supporter des charges allant à 250Kn.

Masse de la grille 65 kg soit 0,65kN=Pg.

Dimension : 491cm x 491 cm

➤ **Piédroits**

Les piédroits seront dimensionnés en flexion composée. On a alors :

Calcul des charges :

Poids propres du piédroit :

$$Pp = \gamma_{bét} \times h' \times e$$

$$Pp = 25 \times 1 \times 0,15 = 3,75kN/mL$$

Poussée des terres

$$Pt = Ka \times \gamma \times \frac{h'^2}{2}$$

$$Pt = 0,333 \times 20 \times \frac{1^2}{2}$$

$$Pt = 4,995 kN/mL$$

Charge de la roue isolée :

$$Br = 0,5 \times 100 = 50 \text{ kN}$$

Calcul des sollicitations :

A l'ELU

$$Nu = 1,35 \times (P_p + P_g) + 1,5 \times Br$$

$$Nu = 80,94 \text{ kN/ml}$$

$$Mu = 1,35 \times \left(\frac{1}{3} h \times P_t\right)$$

$$Mu = 2,248 \text{ kN.m/ml}$$

A l'ELS on a :

$$Nser = (P_p + P_g) + Br$$

$$Nser = 54,4 \text{ kN/ml}$$

$$Mser = \frac{1}{3} h \times P_t$$

$$Mser = 1,665 \text{ kN.m/ml}$$

Calcul des armatures :

- **Calcul à l'ELU**

On a $Nu = 80,94 \text{ kN/ml}$

$$Mu = 2,248 \text{ kN.m/ml}$$

Calculons l'excentricité e :

$$e = e_1 + e_a + e_2$$

$$e_1 = \frac{Mu}{Nu}$$

$$e_1 = 0,028 \text{ m}$$

$$e_a = \max \left(2cm; \frac{L}{250} \right); L=1,20 \text{ m}$$

$$e_a = 0,02m$$

$$e_2 = \frac{3 \times L_f^2}{10000 \times h} \times (2 + \alpha\varphi)$$

$$L_f = 0,7L = 0,84m; \alpha = 10 \times \left(1 - \frac{Mu}{1,5 \times M_{ser}} \right) = 1; \varphi = 2$$

$$e_2 = 0,004 \text{ m}$$

On a:

$$e = 0,028 + 0,02 + 0,034 = 0,034m$$

$$\varphi_1 = \frac{Nu}{b \times h \times f_{bu}}$$

$$\varphi_1 = 0,021$$

On a: $\varphi_1 < 0,81$ et $\frac{2}{3}$ on a donc:

$$\xi = \frac{1 + \sqrt{9 - 12\varphi_1}}{4 \times (3 + \sqrt{9 - 12\varphi_1})}$$

$$\xi = 0,166$$

$$e_{nc} = \xi \times h = 0,033; h=0,2m$$

$e > e_{nc}$ donc la section est partiellement comprimée.

Calculons M_{uf} et μ_u

$$M_{uf} = Nu \times e_A \text{ Avec : } e_A = e + (d - 0,5h) = 0,164m$$

$$M_{uf} = 13,27kN.m/ml$$

Calculons la section d'acier :

Moment réduit :

$$\mu_u = \frac{Muf}{bod^2fbu} = 0,029$$

$$\mu_u = 0,029 < \mu_{AB} = 0,186 \text{ Pas d'acier comprimé}$$

On a :

$$A_{st} = \frac{Muf}{Zu \times \sigma_{st}}$$

Calcul du bras de levier

$$Z = d(1 - 0,4\alpha_u)$$

$$\alpha_u = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$

$$\alpha_u = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,029})$$

$$\alpha_u = 0,037$$

$$Z = 0,18 \text{ m}$$

Calcul de la section d'acier fictive :

$$A_{sfictif} = \frac{Muf}{Zu \times \sigma_{st}} = 2,15 \text{ cm}^2$$

Calcul de la section d'acier réelle :

$$As = A_{sfictif} - \frac{Nu}{\sigma_{su}}$$

$$As = -0,18 \text{ cm}^2$$

Condition de non-fragilité :

$$A_{min} = \max\left(\frac{bh}{1000}; 0,23 \times bo \times d \times \frac{f_{t28}}{fe}\right) = 2,18 \text{ cm}^2$$

$$As < A_{min} \text{ Nous considérons donc } A_{min} = As = 2,18 \text{ cm}^2$$

- **Vérification à l'ELS :**

$$e = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = 0,031m$$

$$c = 0,5h - e = 0,047$$

$$p = -3c^2 - 90 A's \times \frac{c - d'}{b} + 90As \times \frac{d - c}{b}$$

$$\text{On a : } c - d' = 0$$

$$p = -0,004$$

$$q = -2c^3 - 90 A's \times \frac{(c - d')^2}{b} - 90As \times \frac{(d - c)^2}{b}$$

$$q = -0,00055$$

Résolution de l'équation :

$$Z^3 + pZ + q$$

$$\Delta = q^2 + \frac{4P^3}{27} = 2,93.10^{-7}$$

$$\Delta > 0 \text{ Alors on a } t = 0,5(\sqrt{\Delta} - q)$$

$$t = 0,00055$$

$$Z = u - \frac{P}{3u}$$

$$u = \sqrt[3]{t} = 0,082$$

$$Z = 0,098 m$$

Calcul de la distance de l'axe neutre à la fibre supérieure de la section :

$$y_{ser} = Z + C = 0,145m$$

Calcul de l'inertie de la section homogène réduite :

$$I = \frac{bY_{ser}^3}{3} + 15[As(d - Y_{ser})^2 + As'(Y_{ser} - d')^2]$$

$$I = 0,00102 \text{ m}^4$$

Calcul des contraintes :

$$\sigma_{bc} = Z \frac{N_{ser}}{I} y_{ser}$$

$$\sigma_{bc} = 0,76 \text{ MPa} < 15 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_s = 15 \times \frac{Z \times N_{ser}}{I} \times (d - y_{ser})$$

$$\sigma_s = 2,744 \text{ MPa} < 201,63 \text{ MPa}; \sigma_s > 0$$

Les conditions sont donc vérifiées à L'ELS. On a alors $As = 2,15 \text{ cm}^2$. Soit 3HA10 qui totalise une section de $2,36 \text{ cm}^2$

➤ **Radier**

Poids propres des deux piédroits :

$$Pp = \gamma_{bét} \times 2 \times h' \times e$$

$$Pp = 25 \times 1 \times 2 \times 0,15 = 7,5 \text{ kN/mL}$$

Poids propre du radier :

$$Pr = \gamma_{bét} \times b \times e$$

$$Pr = 25 \times 1 \times 0,2 = 5 \text{ kN/mL}$$

Poids total :

$$Pt = Pp + Pr$$

$$Pt = 12,5 \text{ kN/mL}$$

Calcul à l'ELU :

$$Pu = 1,35 \times Pt$$

$$Pu = 16,875 \text{ kN/ml}$$

$$Mu = \frac{L^2}{8} \times Pu$$

$$Mu = 3,56 \text{ kN.m}$$

Moment d'encastrement gauche :

$$Mug = 2,248 \text{ kN.m}$$

Moment d'encastrement droit :

$$Mud = 2,248 \text{ kN.m}$$

Moment sur radier :

$$Mr = Mu + Mug$$

$$Mr = 5,808 \text{ kN.m}$$

Moment réduit :

$$\mu_u = \frac{Mr}{b d^2 f_{bu}} = 0,013$$

$$\mu_u = 0,013 < \mu_{AB} = 0,186 \text{ Pas d'acier comprimé}$$

On a :

$$A_{st} = \frac{Mr}{Zu \times \sigma_{st}}$$

Calcul du bras de levier

$$Zu = d(1 - 0,4\alpha_u)$$

$$\alpha_u = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2\mu_{bu}})$$

$$\alpha_u = 1,25 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,013})$$

$$\alpha_u = 0,016$$

$$Z = 0,18m$$

Calcul de la section d'acier fictive :

$$A_{sfictif} = \frac{Mr}{Zu \times \sigma_{st}} = 0,93 \text{ cm}^2$$

Calcul à l'ELS :

$$P_{ser} = P_{total}$$

$$M_{ser} = P_{ser} \frac{L^2}{8}$$

$$M_{ser} = 2,64kN.m$$

Moment d'encastrement gauche :

$$M_{serg} = 1,665 \text{ kN.m}$$

Moment sur radier :

$$Mr = M_{ser} + M_{serg}$$

$$Mr = 4,305 \text{ kN.m}$$

$$\alpha_{ser} = 0,53$$

$$y_{ser} = \alpha_{ser} \times d = 0,0954 \text{ m}$$

$$Z_{ser} = d - \frac{y_{ser}}{3}$$

$$Z_{ser} = 0,148 \text{ m}$$

$$M_{ser} = b_o \cdot y_{ser} \cdot Z_{ser} \cdot \frac{\sigma_{bc}}{2}$$

$$M_{ser} = 105,90kN.m$$

$Mr < M_{ser}$ Pas d'acier comprimé.

Acier théorique :

$$A_{st} = \frac{Mr}{Zr \times \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = 0,84 \text{ cm}^2$$

Calcul de Amin :

$$A_{min} = 2,18 \text{ cm}^2$$

On a $A_{st} < A_{min}$ alors on a **3HA10** totalisant une section de **2,36 cm²**

- **ANNEXE 5 : Conception géométrique**

Les caractéristiques géométriques de l'axe en plan et du profil en long sont consignés dans le tableau ci-dessous :

<i>Axe En Plan Route de l'esclave</i>						
Nom du dessin		Projet route de l'esclave 9m				
Nom de l'axe		AXE DE LA RDE				
Norme associée		2x1 Voie - 90				
Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 383.09gr	259,490	0+000.000	399171,371	699424,007	
Arc 1	Rayon -2000.000 m Centre X 401033.158 m Centre Y 700199.302 m	45,891	0+259.490	399103,267	699674,401	
Droite 2	Gisement 384.55gr	267,090	0+305.382	399091,732	699718,818	
Clothoïde 1	Paramètre -132,758	58,749	0+572.472	399027,566	699978,086	
Arc 2	Rayon -300.000 m Centre X 399312.190 m Centre Y 700078.779 m	50,392	0+631.221	399015,326	700035,520	
Clothoïde 2	Paramètre 132,758	58,749	0+681.613	399012,272	700085,760	
Droite 3	Gisement 7.72gr	281,991	0+740.362	399017,465	700144,254	
Arc 3	Rayon 1000.000 m Centre X 398058.890 m Centre Y 700545.069 m	39,447	1+022.352	399051,556	700424,176	
Droite 4	Gisement 5.20gr	207,089	1+061.799	399055,551	700463,418	
Clothoïde 3	Paramètre -132,758	58,749	1+268.888	399072,460	700669,815	
Arc 4	Rayon -300.000 m Centre X 399374.334 m	11,841	1+327.637	399079,162	700728,155	

	Centre Y	700674.548 m				
Clothoïde 4	Paramètre	132,758	58,749	1+339.478	399081,508	700739,761
Clothoïde 5	Paramètre	132,758	58,749	1+398.227	399097,985	700796,126
Arc 5	Rayon	300.000 m	65,881	1+456.976	399114,462	700852,491
	Centre X	398821.636 m				
	Centre Y	700917.704 m				
Clothoïde 6	Paramètre	-132,758	58,749	1+522.857	399121,636	700917,847
Droite 5	Gisement	393.74gr	32,253	1+581.606	399117,777	700976,444
Arc 6	Rayon	600.000 m	37,826	1+613.859	399114,609	701008,541
	Centre X	398517.511 m				
	Centre Y	700949.602 m				
Droite 6	Gisement	389.72gr	204,074	1+651.685	399109,709	701046,042
Arc 7	Rayon	-3000.000 m	18,247	1+855.759	399076,908	701247,463
	Centre X	402037.901 m				
	Centre Y	701729.666 m				
Droite 7	Gisement	390.11gr	418,159	1+874.006	399074,030	701265,482
Arc 8	Rayon	-2000.000 m	24,482	2+292.165	399009,329	701678,605
	Centre X	400985.243 m				
	Centre Y	701988.061 m				
Droite 8	Gisement	390.89gr	30,418	2+316.647	399005,689	701702,814
Arc 9	Rayon	2000.000 m	33,030	2+347.065	399001,351	701732,921
	Centre X	397021.796 m				
	Centre Y	701447.674 m				
Droite 9	Gisement	389.84gr	151,621	2+380.095	398996,370	701765,573
Arc 10	Rayon	-2000.000 m	24,503	2+531.716	398972,270	701915,266
	Centre X	400946.844 m				
	Centre Y	702233.164 m				
Droite 10	Gisement	390.62gr	116,190	2+556.219	398968,524	701939,481
Arc 11	Rayon	1000.000 m	22,766	2+672.409	398951,462	702054,411

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

	Centre X	397962.302 m				
	Centre Y	701907.569 m				
Droite 11	Gisement	389.17gr	286,551	2+695.175	398947,863	702076,891
Arc 12	Rayon	250.000 m	28,701	2+981.726	398899,344	702359,305
	Centre X	398652.953 m				
	Centre Y	702316.974 m				
Droite 12	Gisement	381.86gr	23,559	3+010.427	398892,873	702387,250
Arc 13	Rayon	33.177 m	11,434	3+033.986	398886,250	702409,859
	Centre X	398854.411 m				
	Centre Y	702400.533 m				
Droite 13	Gisement	359.92gr	4,570	3+045.420	398881,227	702420,068
Arc 14	Rayon	-37.954 m	13,298	3+049.989	398878,537	702423,761
	Centre X	398909.214 m				
	Centre Y	702446.109 m				
Droite 14	Gisement	382.23gr	201,022	3+063.287	398872,730	702435,649
Arc 15	Rayon	1000.000 m	24,626	3+264.309	398817,331	702628,886
	Centre X	397856.055 m				
	Centre Y	702353.299 m				
Droite 15	Gisement	380.66gr	6,402	3+288.936	398810,253	702652,473
				3+295.338	398808,338	702658,582
Longueur totale de l'axe 3295.338 mètre(s)						

Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 71.79gr	58,437	3037,000	398889,526	702418,975
Arc 1	Rayon 240.000 m	72,246	3095,437	398942,318	702444,032
	Centre X 398839.410 m				
	Centre Y 702660.850 m				
Droite 2	Gisement 52.62gr	63,519	3167,683	399001,977	702484,293
			3231,201	399048,704	702527,318

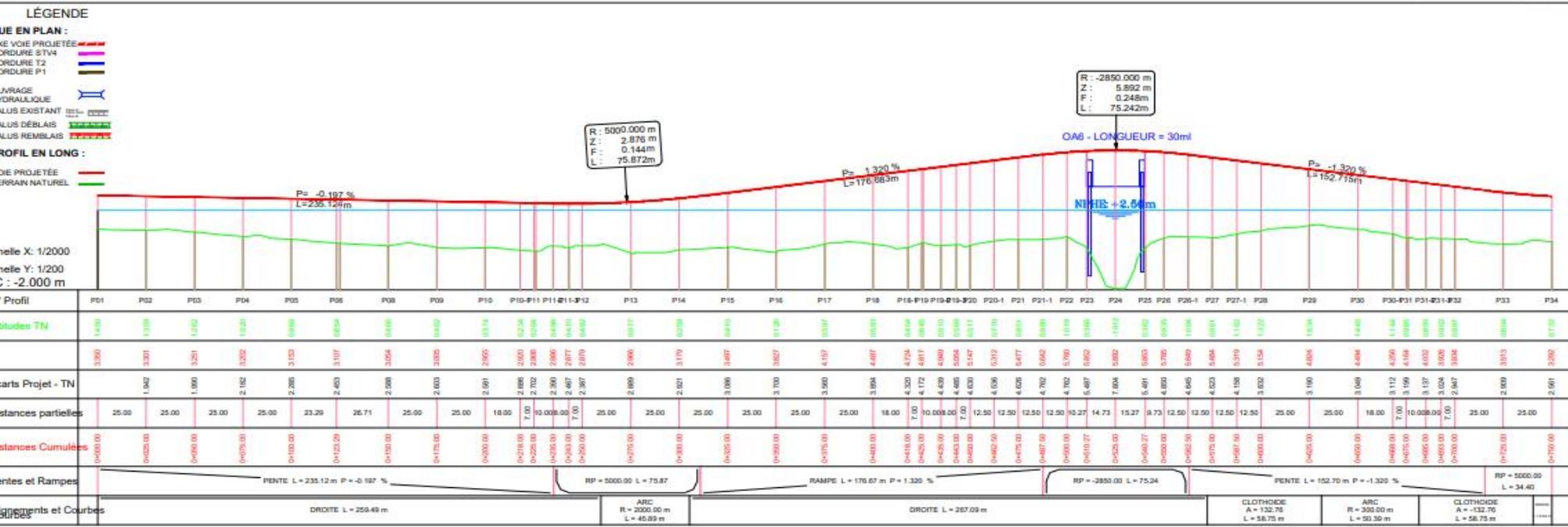
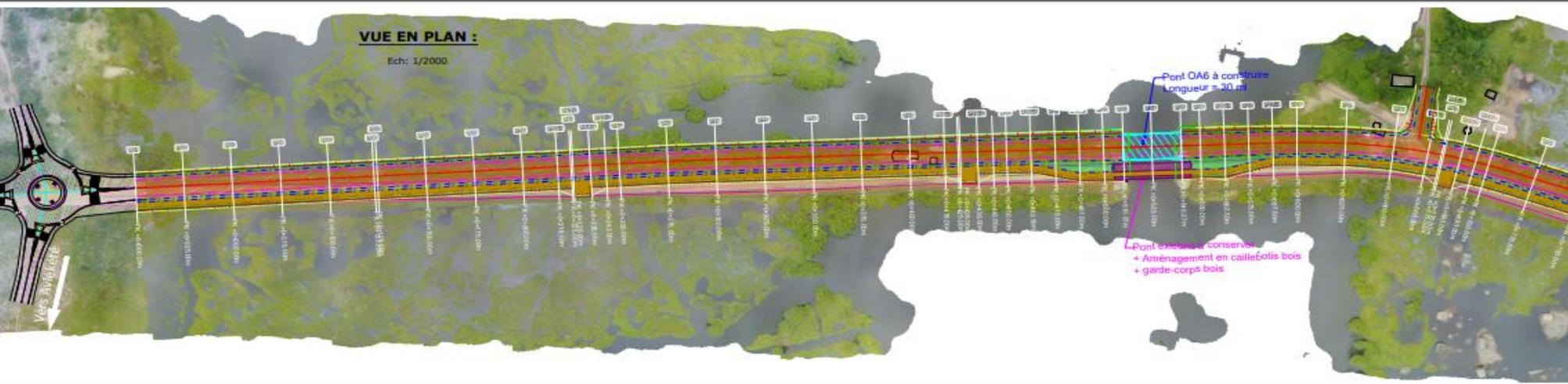
Longueur totale de l'axe 194.201 mètre(s)					
Elts Caractéristiques			Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y
Droite 1	Gisement 372.06gr	57,555	3+239.000	399004,223	702493,157
Arc 1	Rayon -130.000 m Centre X 399097.448 m Centre Y 702600.495 m	85,517	3+296.555	398979,768	702545,257
Droite 2	Gisement 13.94gr	159,036	3+382.072	398970,552	702628,734
Arc 2	Rayon 120.000 m Centre X 398887.963 m Centre Y 702810.038 m	1,982	3+541.107	399005,097	702783,972
Droite 3	Gisement 12.89gr	9,774	3+543.089	399005,512	702785,910
Arc 3	Rayon -300.000 m Centre X 399301.350 m Centre Y 702735.164 m	18,564	3+552.863	399007,477	702795,484
Droite 4	Gisement 16.83gr	5,051	3+571.427	399011,770	702813,542
Arc 4	Rayon 250.000 m Centre X 398771.772 m Centre Y 702883.732 m	31,147	3+576.478	399013,089	702818,417
Droite 5	Gisement 8.90gr	4,533	3+607.625	399019,335	702848,911
Arc 5	Rayon -300.000 m Centre X 399317.042 m Centre Y 702811.614 m	18,812	3+612.158	399019,967	702853,400
Droite 6	Gisement 12.89gr	57,946	3+630.970	399023,169	702871,934
Arc 6	Rayon -10.000 m Centre X 399044.616 m Centre Y 702926.686 m	7,766	3+688.916	399034,820	702928,697
Droite 7	Gisement 62.33gr	6,747	3+696.682	399039,038	702934,986

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

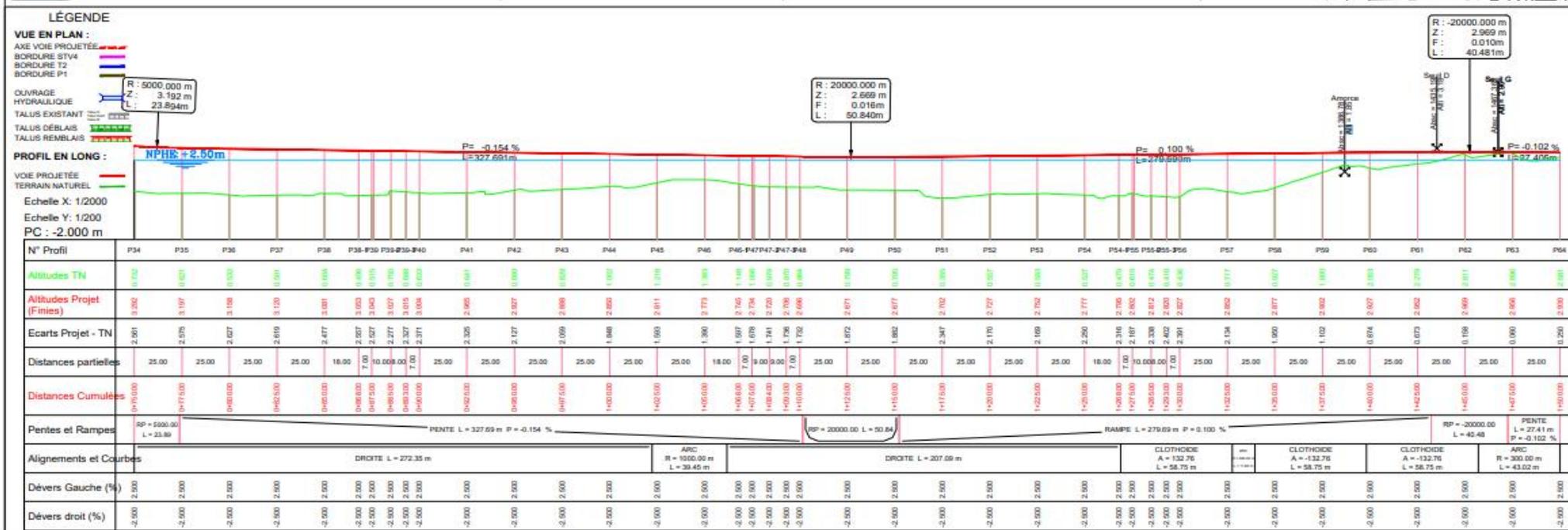
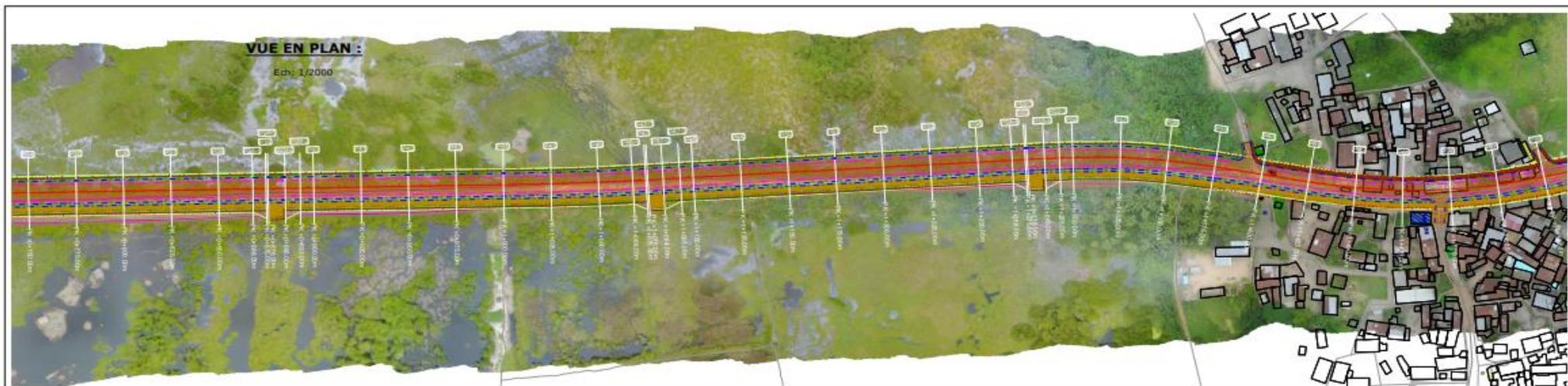
	3+703.429	399044,638	702938,749
Longueur totale de l'axe 464.429 mètre(s)			

Le tracé combiné est présenté comme suit :

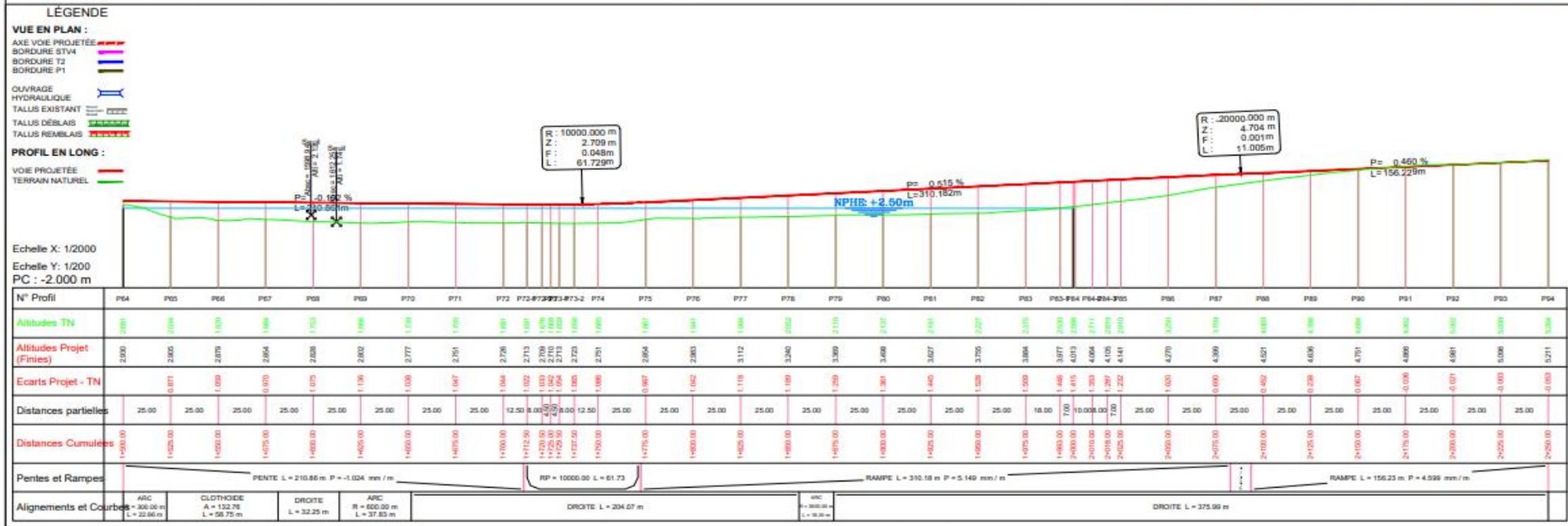
Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



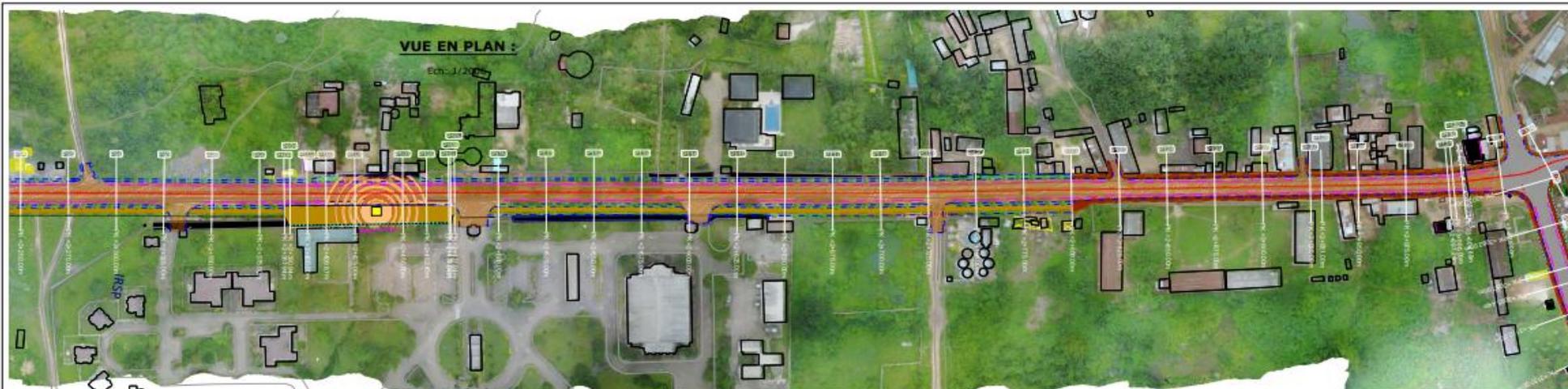
Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

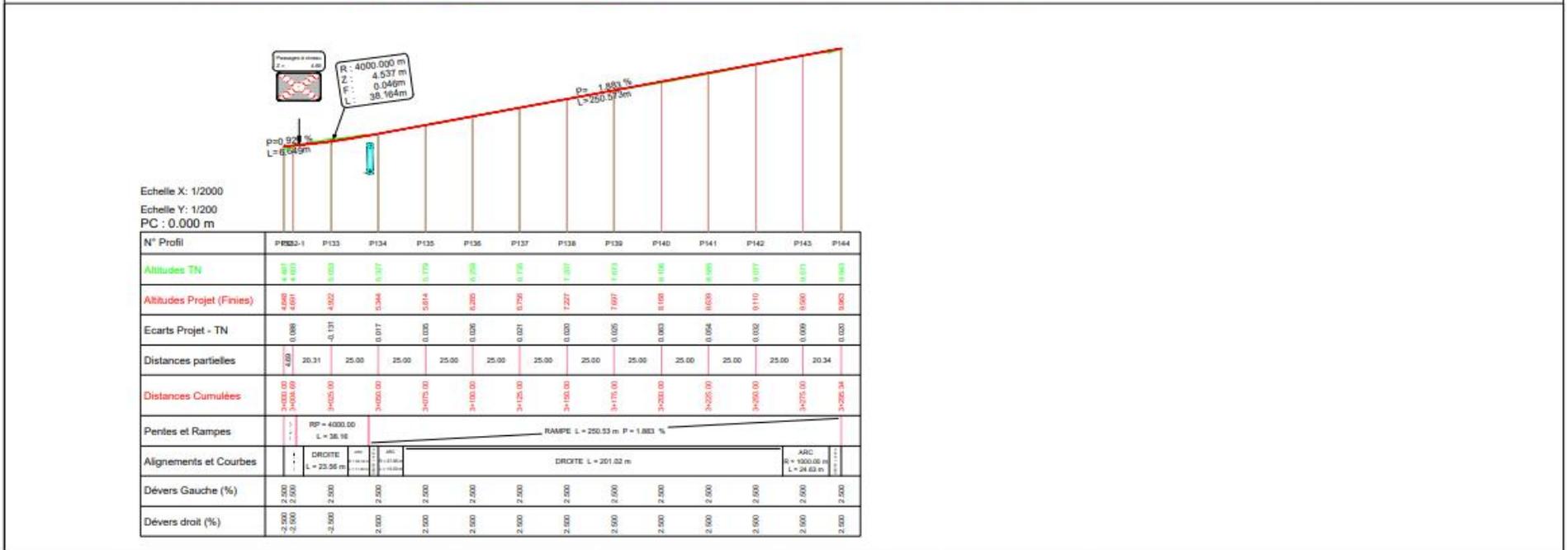


LÉGENDE



N° Profil	P94	P95	P96	P97	P98	P99	P100	P101	P102	P103	P104	P105	P106	P107	P108	P109	P110	P111	P112	P113	P114	P115	P116	P117	P118	P119	P120	P121	P122	P123	P124	P125	P126	P127	P128	P129	P130	P1302					
Altitudes TN	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236	4.236			
Altitudes Projet (Finies)	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211	5.211		
Ecart Proj - TN	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003		
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	12.54	12.54	9.87	15.13	25.00	12.43	11.61	22.96	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	
Distances Cumulées	2+0000.00	2+0750.00	2+1000.00	2+1250.00	2+1500.00	2+1750.00	2+2000.00	2+2124.94	2+2223.64	2+2374.77	2+2624.77	2+2749.07	2+2865.14	2+2988.10	2+3013.10	2+3038.10	2+3063.10	2+3088.10	2+3113.10	2+3138.10	2+3163.10	2+3188.10	2+3213.10	2+3238.10	2+3263.10	2+3288.10	2+3313.10	2+3338.10	2+3363.10	2+3388.10	2+3413.10	2+3438.10	2+3463.10	2+3488.10	2+3513.10	2+3538.10	2+3563.10	2+3588.10	2+3613.10	2+3638.10	2+3663.10	2+3688.10	
Pentes et Rampes	RAMPE L = 137.94 m P = 0.460 %		RAMPE L = 83.10 m P = 0.406 %		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m		RC R = 2000.00 m L = 35.03 m				
Alignements et Courbes	DROITE L = 42.17 m		DROITE L = 32.42 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m		DROITE L = 151.62 m				
Dévers Gauche (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Dévers droit (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

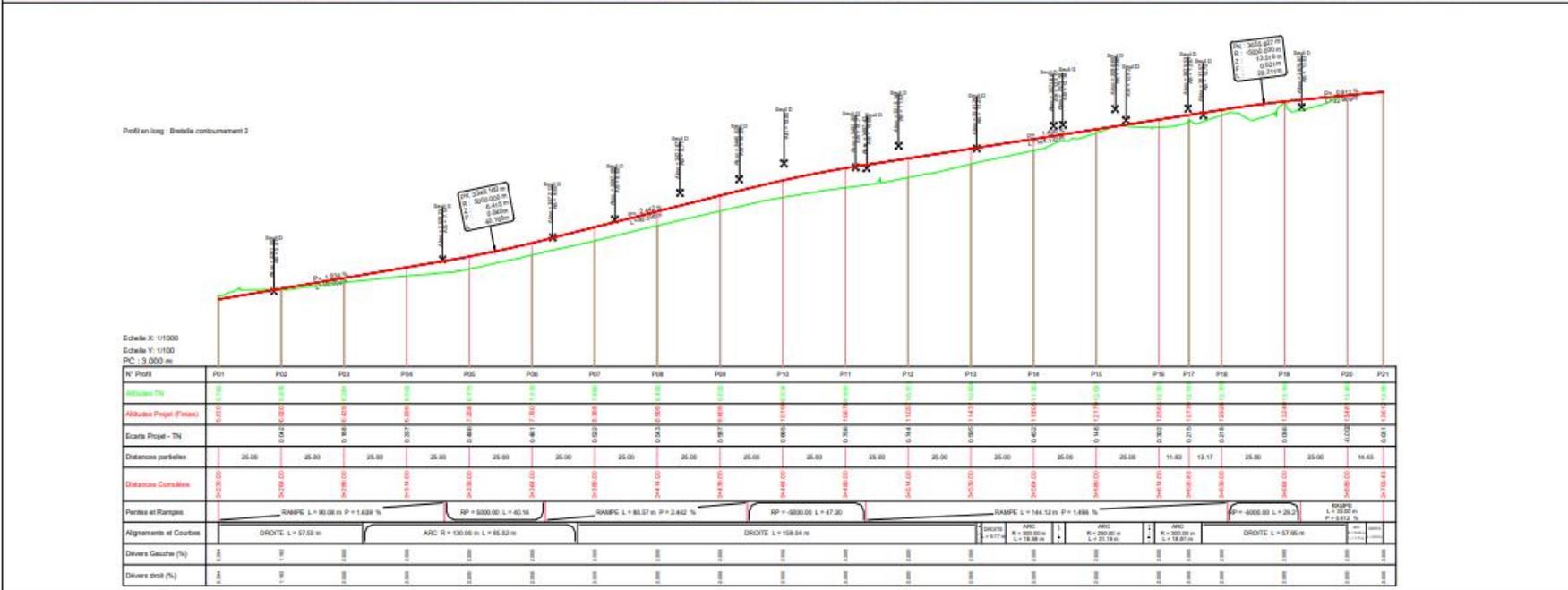


Profil en long : Breteille contournement 1

Echelle X: 1/1000
Echelle Y: 1/100
PC : 3.000 m

N° Profil	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
Altitudes TN	112	107	111	109	115	109	109	108	109	109	109
Altitudes Projet (Finies)	110	106	102	104	108	105	100	102	104	102	106
Ecartis Projet - TN		-0,05	-0,09	0,02	-0,07	-0,02	-0,08	-0,06	-0,07	0,06	-0,06
Distances partielles		25,00	25,00	8,44	16,56	25,50	25,00	5,68	19,32	25,00	19,20
Distances Cumulées	3007,00	3032,00	3057,00	3065,44	3122,00	3147,50	3172,50	3178,18	3197,50	3222,50	3241,70
Pentes et Rampes	RAMPE L = 194,20 m P = 3,84 ‰ / m										
Alignements et Courbes	DROITE L = 58,44 m			ARC R = 240,00 m L = 72,25 m				DROITE L = 83,52 m			

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



- **ANNEXE 6 : Panneau de signalisation**

Les panneaux de catégorie A : Signalisation de danger



VIRAGE A GAUCHE



PASSAGE PIETON



CIRCULATION DANS LES DEUX SENS



VIRAGE A DROITE

Panneaux de catégorie B : Interdiction et restriction



VITESSE LIMITEE A 50 km/h

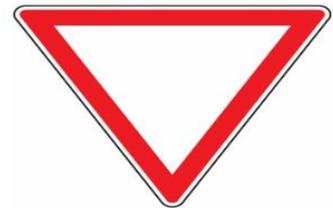


STATIONNEMENT INTERDIT

Panneaux de classe AB : Signalisation de priorité



PANNEAU STOP



CEDEZ LE PASSAGE

Panneaux de classe C : Panneaux d'indication



Passage piétons

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

• ANNEXE 7 Estimation financière

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
000	Travaux préparatoires				
010	Installation de chantier	Ff	1,00	200 000 000	200 000 000
020	Déplacement du matériel	Ff	1,00	25 000 000	25 000 000
030	Aménagement des déviations	Ff	1,00	25 000 000	25 000 000
040	Déplacement et/ou réservation des réseaux d'électricité d'eau et téléphoniques	Ff	1,00	80 000 000	80 000 000
	<i>Sous-total 000</i>				<i>330 000 000</i>
100	Terrassements général				
110	Nettoyage et débroussaillage de l'emprise	m^2	78 466,77	200	15 693 354
120	Déblais	m^3	15 169,44	2 500	37 923 600
130	Purge	m^3	23 635,00	8 000	189 080 000
140	Remblai	m^3	47 255,61	6 000	283 533 660
	<i>Sous-total 100</i>				<i>526 230 614</i>
200	Chaussée et revêtement				
210	Fourniture et mise en œuvre de la couche de base en GLN ép: 15 cm	m^3	6 651,76	6 500	43 236 440

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

220	Fourniture et mise en œuvre de la couche de fondation en GNT ép : 20 cm	m ³	8 869,00	6 000	53 214 000
230	Imprégnation bitume ECL 55	m ²	44 345,00	1 000	44 345 000
240	Couche d'accrochage ECR65	m ²	44 345,00	1 500	66 517 500
250	Fourniture et mise en œuvre du revêtement en BBME	m ²	32 245,00	6 000	193 470 000
260	Fourniture et mise en œuvre enduit-superficiel pour piste cyclable	m ²	12 100,00	2 000	24 200 000
	Sous - total 200				424 982 940
300	Assainissement				
310	Canaux d'assainissement D=400 mm	ml	169,20	86 613	14 654 920
320	Canaux d'assainissement D=630 mm	ml	1 425,00	136 415	194 390 933
330	Canaux d'assainissement D=800 mm	ml	5 365,04	173 225	929 359 054
340	Regard	ml	142,00	250 000	35 500 000
	Sous-total 300				1 173 904 907
400	Evaluation du pont				
410	Construction du pont	Ff	1,00	300 000 000	300 000 000
	Sous-total 400				300 000 000

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

500		Perrés maçonnés et de la bêche			
510	Réalisation des perrés maçonnés	m ²	10 469,73	28 000	293 152 440
520	Réalisation de la bêche	m ³	328,00	25 000	8 200 000
	Sous-total 600				293 152 440
600		Signalisation routière et éclairage public			
610	Panneau de type A	Unité	25,00	75 000	1 875 000
620	Panneau de type B	Unité	8,00	75 000	600 000
630	Panneau de type C	Unité	3,00	75 000	225 000
640	Panneau de type AB	Unité	16,00	75 000	1 200 000
650	Candébrale solaire simple	Unité	205,00	1 700 000	348 500 000
660	Candébrale solaire double	Unité	142,00	2 010 000	285 420 000
	Sous-total 800				637 820 000
700		PGES			
710	PGES	Ff	1,00	100 000 000	100 000 000
	Sous-total 700				100 000 000
TOTAL HTVA					3 786 090 901
TVA (18%)					681 496 362
TOTAL TRAVAUX					4 467 587 263
Travaux de contrôle (10%)					446 758 726
Imprévus (3%)					134 027 618
TOTAL DU PROJET					5 048 373 607

Notre projet a une valeur totale de **cinq milliard quarante-huit millions trois cent soixante-treize mille six cent sept (5 048 373 607 FCFA)**.

- **ANNEXE 8 : Etude d'impact environnemental et social**

Pour l'EIES nous allons présent la matrice de Léopold et le tableau de Fecteau qui rassembleront les différents impacts que notre projet aura sur l'environnement mais également sur le social.

- **Matrice de Léopold**

En rouge nous avons les impacts négatifs, en vert les impacts positifs et en orange les impacts à la fois négatif et positif

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Phase du projet Source impacts		Composantes environnementales potentiellement touchées											
		Physiques						Biologiques		Humain			
		Eau		Air		Sol		Flore et Faune					
		Ruisse llemen t Et Infiltra tion	Qualité Des Eaux	Qualité de l'air	Ambianc e sonore	Qualit é des sols	Profil de la pente	Biodiv ersité	Habi tats	Santé et sécurité	Aspects Socio Ékonomi que	Foncier	Champ Visuel
Phase prépara toire	Installation du chantier	Red	Red	White	Red	White	White	Red	Red	Red	Green	Red	Orange
	Libération d'emprise	Red	Red	White	Red	White	White	Red	Red	White	Red	Red	Red
	Aménagem ents des déviations	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White	White	Red	Red	Red	White

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Phase de construction	Mise en place des couches de chaussée												
	Mise en place du revêtement bitumineux												
	Travaux préparatoires de terrassement												
	Amenée et stockage des matériaux												
	Repli de chantier												

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

Phase exploitation	Démobilisation des équipements de travail												
	Mise en service												
	Exploitation et entretien des ouvrages												

Matrice de Fecteau :

Pour réaliser cette matrice, nous nous basons sur les différents aspects des impacts que sont :

- La nature (Positif ou négatif)
- Intensité (Faible, moyenne ou élevée)
- L'étendue
- La durée (Permanente ou temporaire)
- L'importance (Faible, moyenne ou élevée)

Milieu récepteur	Impact	Nature	Intensité	Etendue	Durée	Importance
AIR	Pollution de l'air par émission de poussière	Négative	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
	Pollution de l'air dues au gaz d'échappement	Négative	Moyenne	Locale	Permanente	Moyenne
	Altération de la qualité de l'air	Négative	Moyenne	Locale	Temporaire	Moyenne
SOL	Dégradation de structure et de texture du sol	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Moyenne
	Pollution du sol par les déchets liquides et solides	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Moyenne
AMBIANCE SONORE	Nuisance sonore	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Moyenne

EAU	Risque de pollution en cas de déversement de produits toxiques	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Elevée
FLORE ET FAUNE	Dégradation, perturbation et disparition des habitats et de la biodiversité	Négative	Moyenne	Locale	Permanente	Elevée
FONCIER	Perte de bien immobilier	Négative	Faible	Locale	Permanente	Elevée
PAYSAGE	Amélioration du paysage local	Positive	Moyenne	Locale	Permanente	Faible
SANTE ET SECURITE	Amélioration des évacuations sanitaires	Positive	Moyenne	Locale	Permanente	Elevée
	Augmentation des risques de transmission des maladies	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Elevé
	Atteinte à la santé et à la sécurité des usagers	Négative	Faible	Locale	Temporaire	Elevé

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.

	Amélioration et facilitation de circulation	Positive	Moyenne	Locale	Permanente	Moyenne
HUMAIN	Création d'emploi	Positive	Moyenne	Locale	Temporaire	Elevée
	Assainissement du cadre de vie	Positive	Moyenne	Locale	Permanente	Elevée

- **ANNEXE 9 : Conception du pont**

Données relatives au pont :

Portée du pont : 30 m

Nombre d'appuis : 2 culées

Nombre de poutres : 4 poutres

Largeur du tablier : 14,50 m

Trottoir : 0,75 m de largeur et 25 cm de hauteur

Largeur de la chaussée revêtue : 12,6 m

Séparateur en béton de Type DBA : 7 kN/ml

Garde-corps : 0,3 kN/ml

Revêtement en béton bitumineux : poids volumique : 24 kN/m³ épaisseur : 0,4 cm

Acier poids volumique : 78 kN/m³

Hourdis $e_h = 0,30$ m

Poids volumique du béton : 25 kN/m³

Valeur du poids propre du tablier :

Poutres : $2 \times 1,5 \times 0,5 \times 78 = 117 \text{ kN/ml}$

Trottoir : $0,75 \times 0,25 \times 25 \times 2 = 9,375 \text{ kN/ml}$

Hourdis $14,5 \times 0,3 \times 25 = 108,75 \text{ kN/ml}$

Revêtement : $12,60 \times 0,4 \times 24 = 12,096 \text{ kN/ml}$

Garde-corps : $0,3 \times 2 = 0,6 \text{ kN/ml}$

Corniches : $0,3 \times 2 = 0,6 \text{ kN/ml}$

Séparateur de voie : $7 \times 2 = 14 \text{ kN/ml}$

Poids total du tablier/ml : $P = 262,421 \text{ kN/ml}$

Poids total du tablier : $G = 7872,63 \text{ kN}$

Calcul des charges normales

Système de charge de type A :

$$A(l) = 230 + \frac{36000}{L + 12}$$

Avec $L = 30$ m on a :

$$A(l) = 1087,14 \text{ daN/ml}$$

Largeur roulable L_r

$$L_r = L_c - 0,5n$$

$n=0$ alors $L_r = L_c = 12,60$ m. Notre pont est de classe 1 car $L_r > 7$ m

On a donc :

$$a_1 = 1$$

La largeur chargée de notre voie est de 3,5 m on a donc

$$a_2 = \frac{V_0}{V} = 1$$

Valeur de A_1 :

$$A_1 = \max(a_1 A ; 400 - 0,2L)$$

$$A_1 = \max(1087,14; 394)$$

$$A_1 = 1087,14 \frac{\text{daN}}{\text{ml}} = 10,87 \text{ kN/ml}$$

Calculons A_2 :

Pour une voie chargée :

$$A_2 = a_2 A_1 \times V$$

$$A_2 = 38,05 \text{ kN/ml}$$

Pour deux voies chargées :

$$A2 = a2 A1 \times V2$$

$$A2 = 76,09kN/ml$$

Système de charge de type B :

Il comprend trois sous-systèmes distincts ; Bc Bt et Br Les charges du système B sont affectées par un coefficient de majoration dynamique applicable aux trois sous-système Bc, Bt et Br.

Le coefficient de majoration est donné par la formule :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4\frac{G}{S}}$$

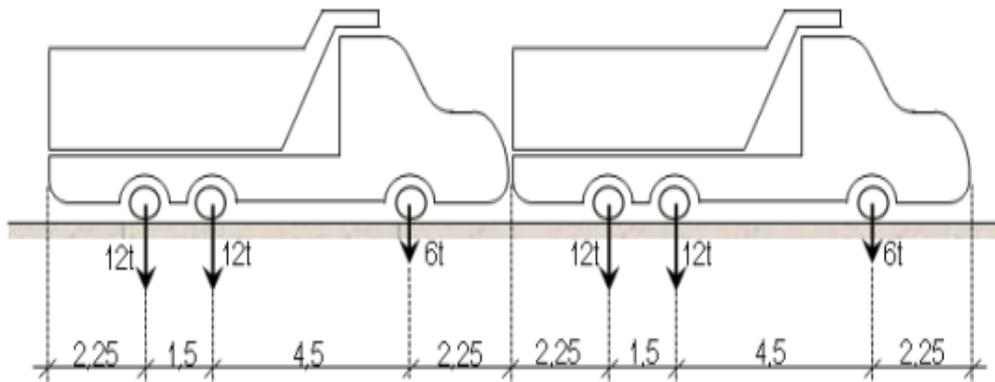
L longueur de l'élément en mètres (30 m)

G charge permanente de l'élément (785,46 tonnes)

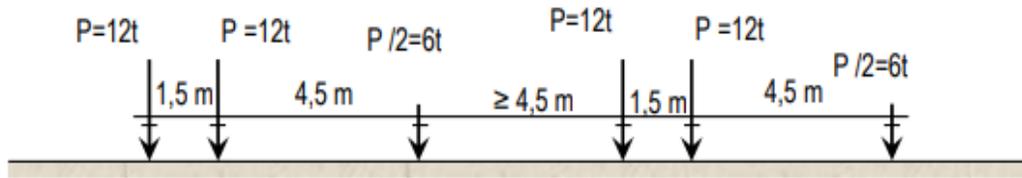
S charge maximale de l'élément B

Système Bc

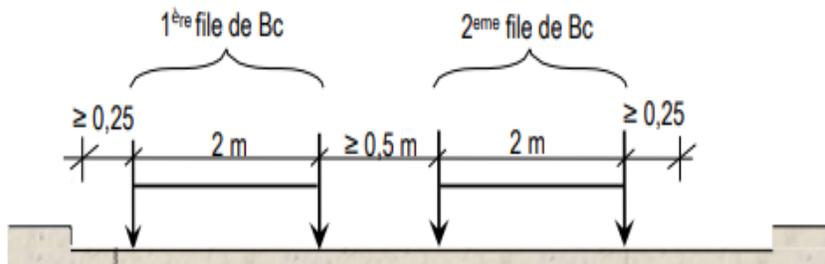
Longitudinalement le nombre de camion limité à deux.



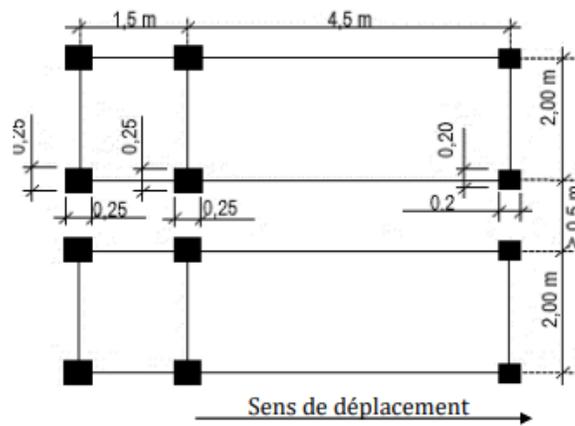
Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



Transversalement



En plan



Les charges de ce système sont affectées d'un coefficient de pondération b_c , qui est fonction de la classe du pont et du nombre de files de camions disposés transversalement.

		Nombre de file disposées transversalement				
		1	2	3	4	≥ 5
CLASSE DU PONT	1 ^{ère}	1,2	1,10	0,95	0,80	0,70
	2 ^{ème}	1,00	1,00			
	3 ^{ème}	1,00	0,80			

La charge maximale S_{bc}

$$S_{bc} = 1,10 \times 30 \times 2 \times 2 = 132 \text{ tonnes}$$

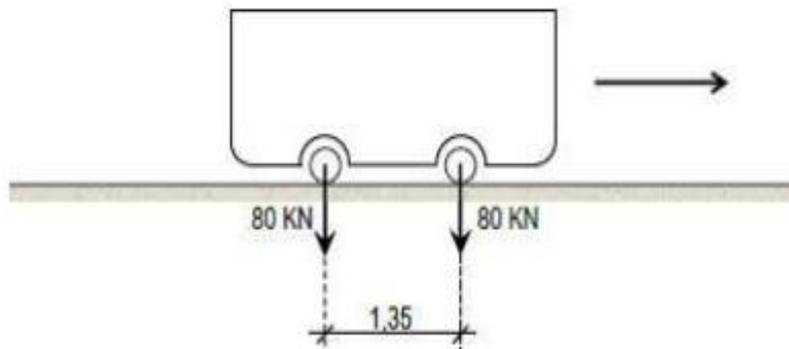
On a alors :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 30} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{787,26}{132}}$$

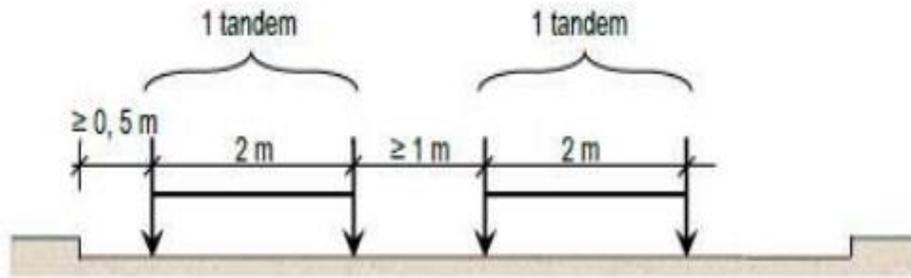
$$\delta = 1,08$$

Systeme Bt

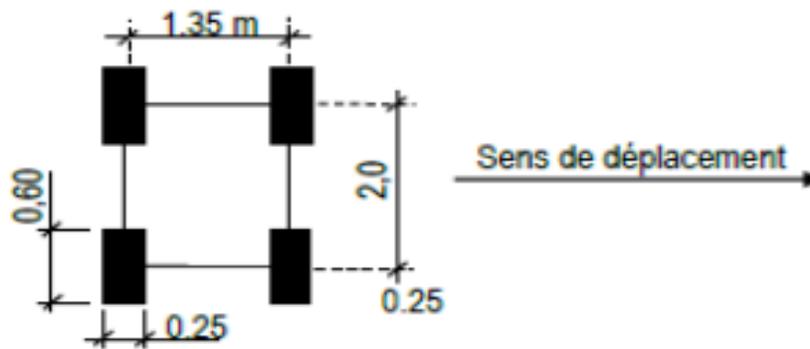
Longitudinalement



Transversalement



En plan :



Pour un pont de première classe $bt=1$ (Fascicule 61)

La charge maximale S_{bt}

$$S_{bt} = 1 \times 32 \times 2 = 64 \text{ tonnes}$$

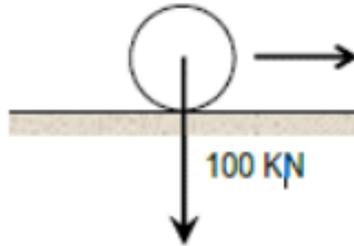
On a alors :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 30} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{787,26}{64}}$$

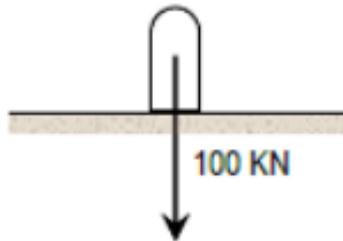
$$\delta = 1,07$$

Système Br

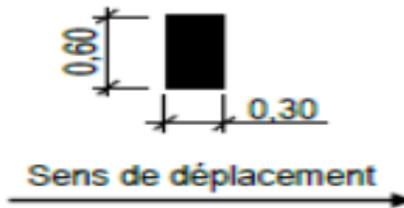
Longitudinalement



Transversalement



En plan



On a donc : $S_{br}=10$

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 30} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{787,26}{10}} = 1,06$$

Surcharge du trottoir

Il existe deux types de surcharges de trottoirs. La surcharge locale de charge uniforme égale à 450 kg/m² et la surcharge générale de 150 kg/m². On prendra pour surcharge locale $q= 1,5\text{kN/m}^2$

Récapitulatif des charges permanentes et routières pour une travée

Type de charge	Coefficient de majoration	Valeur de la charge
A(l)	a=1 ; b=1	10,87 Kn/m ²
Surcharges trottoirs		1,5 Kn/m ²
Effort du vent		2 Kn/m ²
Charge B	Bc	1,08
	Bt	1,07
	Br	1,06
Permanent		787,26 t
Garde-corps		3 Kn/ml
Effort de freinage		300 kN

Calcul des sollicitations

Sollicitations dues au charge permanentes :

Charge obtenue pour une travée :

$$P = 26,24 \text{ t/ml}$$

La charge repris par une poutre est :

$$P_{poutre} = \frac{P}{n}$$

Le nombre de poutre n=2

$$P_{poutre} = 13,121 \text{ t/ml}$$

Le moment maximal est donné par la formule :

$$M_{max} = \frac{QL^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{13,121 \times 30^2}{8} = 1476,113 \text{ t/ml}$$

L'effort tranchant maximal est donné par la formule :

$$T_{max} = \frac{QL}{2}$$

$$T_{max} = \frac{13,121 \times 30}{2} = \mathbf{196,815}$$

Sollicitations dues aux charges routières :

Sollicitations dues au x charges du système A

Effort tranchant maximal :

$$T'_{max} = \frac{AL}{2}$$

$$T'_{max} = \frac{7,609 \times 30}{2} = \mathbf{114,135 t}$$

Moment fléchissant maximal :

$$M_{max} = \frac{AL^2}{8}$$

$$M_{max} = \frac{7,609 \times 30^2}{8} = \mathbf{856,13 t/ml}$$

Système de charge B

Ainsi, nous avons pour notre pont l'expression du moment maximal suivant :

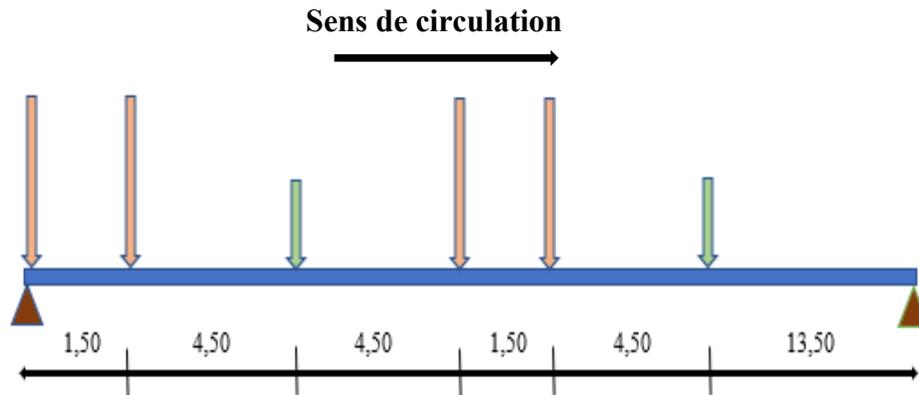
$$M_{max} = P(1,25 \times L + \frac{14,878}{L} - 13,125)$$

Système de charge Bt

Nous avons une chaussée à deux voies de circulation ce qui permet de disposer transversalement deux files de camions et dans le sens longitudinal le nombre de camion est limité à deux.

Calcul des sollicitations :

Moment fléchissant :



Moment fléchissant :

Ainsi, nous avons pour notre pont l'expression du moment maximal suivant :

$$Max = P(1,25 \times L + \frac{14,878}{L} - 13,125)$$

$$Mmax = 120 \times (1,25 \times 30 + \frac{14,878}{30} - 13,125)$$

$$Mmax = 2984,51kN.m$$

Notre pont étant à deux voies et de classe 1 on a : $n=2$ et $bc=1,10$; $\delta bc = 1,08$

$$M_{fbc} = M_f \times n \times bc \times \delta bc$$

$$M_{fbc} = 7091,20kN.m$$

$$\frac{Y_1}{30} = \frac{Y_2}{28,5} = \frac{Y_3}{24} = \frac{Y_4}{19,5} = \frac{Y_5}{18} = \frac{Y_6}{13,5}$$

Nous prendrons $Y_1 = 1$; les valeurs de Y seront prises de la gauche vers la droite avec une charge de 120 kN pour Y_1 Y_2 Y_4 Y_5 (en orange) et une charge de 60 kN pour Y_3 Y_6 (en vert).

Nous avons donc les valeurs :

$$Y_1 = 1; Y_2 = 0,95; Y_3 = 0,8; Y_4 = 0,65; Y_5 = 0,6; Y_6 = 0,45.$$

Effort tranchant :

$$T = 60 \times (Y_3 + Y_6) + 120(Y_1 + Y_3 + Y_4 + Y_5)$$

$$T = 459 kN$$

Notre pont étant à deux voies et de classe 1 on a : $n=2$ et $bc=1,10$; $\delta bc = 1,08$

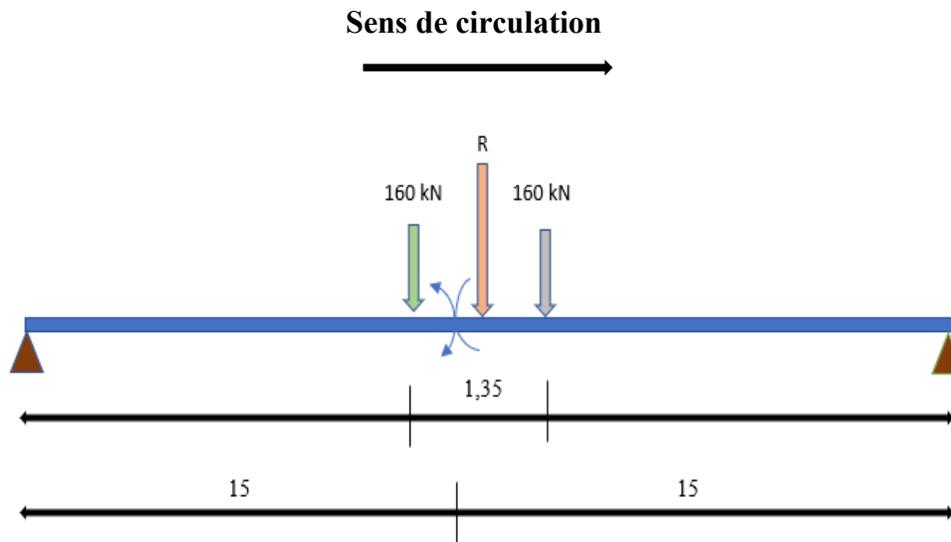
$$Tbc = T \times n \times bc \times \delta bc$$

$$Tbc = 1090,58 \text{ kN}$$

Système Bt

Un essieu tandem de 32 tonnes dans le sens longitudinal et deux essieux tandem dans le sens transversal sont disposés de façon à produire l'effet le plus défavorable pour le calcul des sollicitations.

Moment fléchissant :



Position de la résultante :

Soit xr la distance entre la charge de gauche (en vert) et la résultante. On a :

$$xr = \frac{P \times 1,35}{R}$$

$$R = 2P = 2 \times 160 = 320 \text{ kN}$$

$$xr = \frac{160 \times 1,35}{320} = 0,675 \text{ m}$$

Soit, xa la distance entre la charge de gauche (en vert) et l'axe de notre poutre ;

$$xa = \frac{xr}{2} = 0,338$$

Le moment sera maximal au niveau de la charge à gauche. On a donc :

$$\frac{30}{14,663} = \frac{15,337}{y_1}$$
$$y_1 = 7,50$$

A droite on a :

$$\frac{30}{13,988} = \frac{14,663}{y_2}$$
$$y_2 = 6,84$$

Le moment fléchissant :

$$Mf = \sum y_i \times P$$

$$Mf = 160 \times (7,5 + 6,84) = 2294,4 \text{ kN.m}$$

Pour deux voies chargées, on a, $n = 2$, $\delta bt = 1,07$ et $bt = 1$

$$Mf_{bt} = 2294,4 \times 2 \times 1,07 = 4910,016 \text{ kN.m}$$

Effort tranchant :

Soit : $y_1 = 1$; $y_2 = 0,955$

On a :

$$T = 160 \times (1 + 0,955) = 312,8 \text{ N}$$

Pour deux voies chargées, on a, $n = 2$, $\delta bt = 1,07$ et $bt = 1$

$$T_{bt} = 312,8 \times 2 \times 1 \times 1,07 = 669,392 \text{ kN}$$

Système de charge Br

Moment fléchissant :

Pour ce système, on le moment max lorsque la roue se situe à l'axe de la travée. On a alors :

$$Mf = \frac{PL}{4}$$

$$Mf = \frac{100 \times 30}{4} = 750 \text{ kN.m}$$

On $\delta br = 1,06$ et $br = 1$

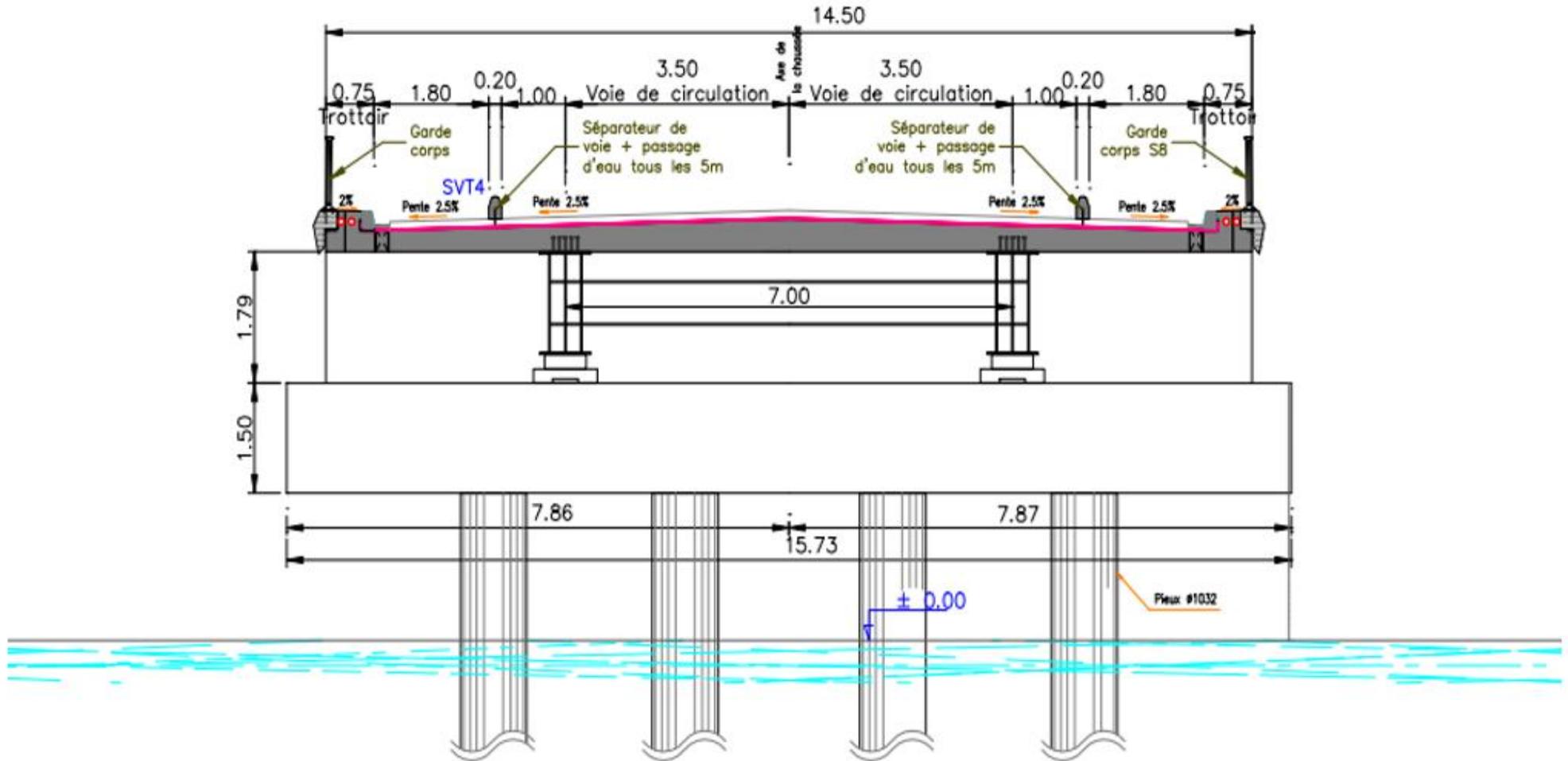
$$Mfr = 750 \times 1,06 \times 1 = 795 \text{ kN}$$

Effort tranchant :

L'effort tranchant est maximal lorsque la roue est placée sous l'appui. On a alors

$$T = 100 \text{ kN} ; Tr = 100 \times 0,6 = \mathbf{106kN}$$

Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.



Conception et dimensionnement d'une route 1x2 voies de 3,9km en béton bitumineux.