



**ACTUALISATION DE L'ETUDE TECHNIQUE EN VUE DE LA
REHABILITATION DE LA RN8 BOBO-DIOULASSO-ORODARA SUR
UN TRONCON DE 7,2Km AU BURKINA FASO**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC
GRADE DE MASTER**

SPECIALITE : GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

Présenté et soutenu publiquement le 29 Janvier 2023 par :

Innocent ZOUNGRANA (20170801)

Encadrant 2iE : M. Issa MADOUGOU, Enseignant Topographie à l'Institut 2iE

Maitre de stage : M. Mahamane Hassane HAIDARA, Conducteur des travaux EKS

Structure d'accueil : Entreprise Kanazoe Salifou (EKS)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Babacar LEYE

Membre et correcteurs : Dr. Nafissatou SAVADOGO

M. Fabrice SORE

Promotion [2023/2024]

DEDICACE

Je dédie ce document

- A mon défunt père ZOUNGRANA S A Roland,

qui m'a inculqué les valeurs de persévérance, de travail acharné et de détermination. Ta sagesse, ton amour et ton soutien ont été une source d'inspiration pour moi tout au long de ma vie. Et dire que tu n'aurais jamais rater ce jour pour rien au monde. Je suis fier de ce que j'ai accompli et je sais que tu aurais été fier de moi également. Tu me manques chaque jour papa.

- A ma famille (maman, frères et sœurs),

qui n'a jamais cessé de croire en moi et de me soutenir de par vos prières, Dieu vous bénisse abondamment et vous accorde une longue vie.

CITATIONS

« L'éducation est l'arme la plus puissante que vous pouvez utiliser pour changer le monde », Nelson Mandela.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Leurs soutiens inconditionnels et leurs engagements ont été d'une importance capitale tout au long de ce parcours académique.

Tout d'abord, nous souhaitons remercier le Tout Puissant (Dieu) pour sa bénédiction et ses innombrables bienfaits qui nous ont permis d'accomplir ce travail. Sa grâce nous a guidés et nous a donné la force de persévérer. Nous tenons particulièrement à exprimer notre reconnaissance envers :

Dr Césaire HEMA, chef du département Génie Civil-Bâtiment et Travaux Publics qui a joué un rôle clé dans notre formation ;

Monsieur Issa MADOUGOU, mon encadreur interne, Enseignant topographe- S.I.G au département sciences et techniques de l'ingénieur (D.S.T.I) qui par ses conseils avisés, son encouragement et surtout son expertise ont été précieux pour mener à bien ce travail ;

Monsieur Salifou KANAZOE, Directeur de l'Entreprise KANAZOE Salifou (EKS) pour le stage dans son entreprise ;

Monsieur Robert TEBDA, Directeur des Ressources Humaine de EKS, pour sa contribution dans l'obtention de ce stage ;

Monsieur Hassane Mahamane HAIDARA, mon encadreur externe, Conducteur des travaux de EKS, pour sa disponibilité, son encouragement et son expertise ;

Monsieur Alphonse AHOUNOU, chef de la mission de contrôle de Acit géotechnique et Monsieur Ousseni MONE, directeur technique de Acit géotechnique, pour leur expertise et leur disponibilité ;

Monsieur Adolf ILBOUDO, chef Topographe et Monsieur Karim KONATE chef labo, pour leurs disponibilités et leur contribution à notre apprentissage et développement personnel.

Nous n'oublions pas de remercier l'Institut 2iE dans son ensemble, ainsi que toute l'équipe administrative et corps professoral, pour leur dévouement et leur accompagnement tout au long de notre parcours académique.

Nos remerciements vont également à nos collègues et camarades de classe qui ont partagé cette aventure avec nous. Leurs soutiens mutuels, leurs échanges et leurs discussions ont contribué à enrichir notre expérience.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Nous sommes reconnaissants envers chacune de ces personnes pour leur contribution et leur soutien tout au long de ce parcours académique.

RESUME

Le projet de construction de la route nationale N°08 Bobo-Dioulasso-Orodara long de 76 km s'inscrit dans la politique de désenclavement et préservation du patrimoine routier du gouvernement. Le présent mémoire intitulé « **Actualisation de l'étude technique en vue de la réhabilitation de la RN8 Bobo-Orodara sur un tronçon de 7,2km au Burkina Faso** » a pour objectif principal de restaurer la structure routière afin d'assurer une circulation fluide et sécurisée. Une évaluation détaillée de l'état actuel de la route a été effectuée, prenant en compte les paramètres géométriques ainsi que les contraintes environnementales. Des solutions de renforcement ont été proposées après avoir observé des nids de poule, ornières, fissures, bourrelets, affaissement et après avoir calculer l'indice de qualité (Q4) et estimé le trafic (T3). Une conception géométrique a été élaborée pour définir le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers suivant la norme prescrite par l'UEMOA avec une vitesse de référence de 100km/h. Une étude des sols a été faite permettant d'évaluer la capacité portante du terrain (plateforme de classe PF3). La remise à neuf de la chaussée a été réalisée avec 5cm de béton bitumineux, de 12cm de grave bitume de classe 3 et de de 23cm graveleux latéritique amélioré avec du ciment. Des études hydrologiques et hydrauliques ont permis de déterminer le débit et les sections des ouvrages avec la méthode rationnelle, d'Orstom et de Caquot obtenant ainsi 11 dalots, dont la reconstruction et prolongement des ouvrages transversaux tels d'un dalot de section 2x1,5x1,5, de 2 dalots de section 1x2,5x2, de 3 dalots de section 2x2,5x2 à reconstruire et 1 dalot de section 4x2,5x1,5 à prolonger sur le tronçon d'étude et des ouvrages d'assainissement en béton armé de section 100x100 et 120x120. Un Plan de Gestion Environnemental et Social a été prévu, tout comme des signalisations pour assurer la sécurité des passants et des riverains.

Un montant total de **13 010 118 950 F CFA** sera déployé pour la réhabilitation de ce tronçon.

Mots clés :

1. Réhabilitation
2. Chaussée
3. Bobo-Dioulasso-Orodara
4. Dalot
5. Assainissement

ABSTRACT

The project to build the 76 km long national road N°08 Bobo-Dioulasso-Orodara is in line with the government's policy of opening up and preserving road assets. The main objective of this brief, entitled "Update of the technical study for the rehabilitation of a 7.2-km section of the RN8 Bobo-Orodara road in Burkina Faso", is to restore the road structure to ensure smooth and safe traffic flow. A detailed assessment of the road's current condition was carried out, taking into account geometric parameters as well as environmental constraints. Reinforcement solutions were proposed after observing potholes, ruts, cracks, bulges and subsidence, and after calculating the quality index (Q4) and estimating traffic (T3). A geometric design was drawn up to define the layout, longitudinal profile and cross-sections in accordance with the UEMOA standard, with a reference speed of 100km/h. A soil survey was carried out to assess the bearing capacity of the ground (class PF3 subgrade). The pavement was refurbished with 5cm of asphalt concrete, 12cm of class 3 gravel asphalt and 23cm of cement-improved lateritic gravel. Hydrological and hydraulic studies were carried out to determine the flow rates and cross-sections of the structures using the rational, Orstom and Caquot methods, resulting in 11 scuppers, including the reconstruction and extension of cross-sectional structures such as a 2x1, 5x1.5, 2 scuppers section 1x2.5x2, 3 scuppers section 2x2.5x2 to be rebuilt and 1 scupper section 4x2.5x1.5 to be extended on the study section, and reinforced concrete drainage structures section 100x100 and 120x120. An Environmental and Social Management Plan has been drawn up, along with signage to ensure the safety of passers-by and local residents.

A total of 13,010,118,950 F CFA will be deployed for the rehabilitation of this section.

Key words:

1. Rehabilitation
2. Pavement
3. Bobo-Dioulasso-Orodara
4. Dalot
5. Sanitation

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATION

ARP : Aménagement des Routes Principales

APD : Avant-Projet Détaillé

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

BB : Béton Bitumineux

BV : Bassin Versant

B25 : Béton armé dont la résistance a 28 jours atteint 25 Mpa

CAM : Coefficient d'Agressivité Moyenne

CBR : California Bearing Ratio

CEBTP : Centre Expérimental de recherche et d'études du Bâtiment et des Travaux
Publics

EKS : Entreprise Kanazoe Salifou

GB3 : Grave Bitume de classe 3

GNT : Grave non traitée de classe 2

GLC : Grave Latéritique Ciment

LCPC : Laboratoire Centrale de Ponts et chaussée

OPM : Optimum Proctor Modifié

ORSTOM : Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

PF : Plateforme

PK : Point Kilométrique

PL : Poids Lourd

SETRA : Service d'Etudes des Routes et Autoroutes

PGES : Plan de Gestion Environnemental et Social

TDR : Termes De Référence

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

TTC : Toutes Taxes Comprise

Vr : Vitesse de Référence

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACE	ii
CITATIONS	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATION	vii
SOMMAIRE	ix
LISTE DES TABLEAUX	xii
LISTE DES FIGURES	xiii
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET .	2
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	2
I.1. Entreprise KANAZOE Salifou (EKS)	2
I.2. Domaine d'intervention et réalisation de EKS	2
II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	3
II.1. Situation géographique de la zone du projet	3
II.2. Localisation du projet	4
III. PRESENTATION DU PROJET	6
III.1. Contexte et justification	6
III.2. Objectif du projet	7
III.3. Données de base	8
CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE CONCEPTION	9
I. ETUDE DIAGNOSTIC ET DONNEES DE BASE	9
I.1. Description de la route suite à une visite	9
I.2. Auscultation de la chaussée	9
I.3. Mesures de déflexion	13
I.4. Solution de renforcement[1]	14
I.5. Ouvrages existants	15
II. ETUDE GEOMETRIQUE[2]	16
II.1. Tracé en plan	16
II.2. Profil en long	17
II.3. Profil en travers	18

III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE[2]	18
III.1. Etude du trafic	19
III.2. Selon le guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux	20
III.3. Reconnaissance du sol support	21
III.4. Classe de portance de la plateforme	21
III.5. Vérification selon le catalogue de dimensionnement (LCPC-SETRA)	22
III.6. Matériaux graveleux pour corps de chaussée	22
IV. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE[3], [4]	23
IV.1. Délimitation des bassins versants	23
IV.2. Période de retour	24
IV.3. Méthodes d'estimation des débits	24
IV.4. Prédimensionnement des ouvrages hydrauliques : dalots	28
IV.5. Calcul de sections hydrauliques des caniveaux	33
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS	30
I. CONCEPTION GEOMETRIQUE	30
I.1. Tracé en plan	30
I.2. Profil en long	30
I.3. Profil en travers	35
I. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE[5]	40
II.1. Estimation du trafic	40
II.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme et région	42
II.3. Prédimensionnement avec la méthode CEBTP et choix de la structure de chaussée	43
II.4. Vérification du dimensionnement avec le logiciel Alizé LCPC	44
II.5. Classe de portance de la plateforme	44
II. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE[6]	46
III.1. Données générales	46
III.2. Données pluviométriques	47
III.3. Ajustement statique des pluies maximales annuelles	48
III.4. Délimitation des bassins versants	49
III.5. Prédimensionnement des ouvrages hydraulique : dalots[7]	52
III.6. Calcul des sections hydrauliques des caniveaux	55
III.7. Dimensionnement en béton armé des dalots	57
III.8. Dimensionnement en béton armé des caniveaux	62
III. SIGNALISATION ROUTIERE	62

IV.1. Signalisation horizontale	63
IV.2. Signalisation verticale [7].....	63
IV.3. Eclairage public	64
IV. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL [8], [9].....	65
V.1. Description du projet	65
V.2. Activité source d'impact sur le projet	66
V.3. Identification des impacts	66
V. ETUDE FINANCIERE DU PROJET	72
CONCLUSION ET RECOMMANDATION	74
BIBLIOGRAPHIE	i
Annexe	ii
ANNEXES	iii

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CORRELATION ENTRE LE NIVEAU DE DEGRADATION ET LE NIVEAU DE DEFLEXION	11
TABLEAU 2 : GILLE DE DECISION DE L'INTERVENTION EN FONCTION DE (DEFLEXION – ETAT APPARENT)	12
TABLEAU 3 : MATERIAUX DE RENFORCEMENT EN FONCTION DU TRAFIC	14
TABLEAU 4 : OUVRAGE EXISTANTE DU PK0+800 AU PK8+000	15
TABLEAU 5 : CARACTERISTIQUE GEOMETRIQUE DU TRACE EN PLAN	16
TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUE DU PROFIL EN LONG EN FONCTION DE LA VITESSE DE REFERENCE.....	17
TABLEAU 7 : CATEGORISATION DU TRAFIC	20
TABLEAU 8 : CATEGORISATION DU SOL DE PLATEFORME	21
TABLEAU 9 : EVALUATION DES DIFFERENTS TYPES DE DALOTS	29
TABLEAU 10 : TRAFIC POIDS LOURDS CUMULE A L'HORIZON 2042	42
TABLEAU 11 : CHOIX DE LA STRUCTURE PAR LA METHODE CEBTP	43
TABLEAU 12 : RECAPITULATIF VERIFICATION DES CONTRAINTES ET DEFORMATIONS	46
TABLEAU 13 : RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS LORS DE L'AJUSTEMENT	48
TABLEAU 14 : CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANT	50
TABLEAU 15 : ESTIMATION DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS AVEC LA METHODE RATIONNELLE	51
TABLEAU 16 : ESTIMATION DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS AVEC LA METHODE ORSTOM	52
TABLEAU 17 : PREDIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES HYDRAULIQUES : DALOTS.....	52
TABLEAU 18 : RECAPITULATIF DES SECTIONS RETENUES	54
TABLEAU 19 : DEBITS DE DIMENSIONNEMENT DES CANIVEAUX	55
TABLEAU 20 : DETERMINATION DES SECTIONS HYDRAULIQUEMENT FAVORABLE.....	55
TABLEAU 21 : RECAPITULATIF DES OUVRAGES LONGITUDINAUX	57
TABLEAU 22 : EVALUATION DES CHARGES PERMANENTES	59
TABLEAU 23 : EVALUATION DES CHARGES D'EXPLOITATION	60
TABLEAU 24 : CHARGE TOTALES APPLIQUEES	61
TABLEAU 25 : RESULTATS DU CALCUL DES SOLLICITATIONS	61
TABLEAU 26 : VALEURS DES MOMENTS	61
TABLEAU 27 : CHOIX DES SECTIONS D'ARMATURE POUR LES DALOTS	61
TABLEAU 28 : CHOIX DES SECTIONS D'ARMATURE POUR LES CANIVEAUX	62
TABLEAU 29 : DIFFERENTS TYPE DE PANNEAUX.....	63
TABLEAU 30 : SOURCES D'IMPACT SUR LE PROJET	66
TABLEAU 31 : RECAPITULATIF DES COUTS	72

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET	4
FIGURE 2 : LOCALISATION DU PROJET.....	5
FIGURE 3 : CLASSE DE PORTANCE DU SOL DE PLATEFORME	21
FIGURE 4 : TRACE COMBINE 1	31
FIGURE 5 : TRACE COMBINE 2.....	32
FIGURE 6 : TRACE COMBINE 3.....	33
FIGURE 7 : TRACE COMBINE 4.....	34
FIGURE 12 : STRUCTURE DE LA CHAUSSEE SUR LE LOGICIEL ALIZE.....	45
FIGURE 13 : CALCUL DES CONTRAINTES ET DEFORMATION ADMISSIBLE SUR LE LOGICIEL ALIZE	45
FIGURE 14 : RESULTAT FOURNIS PAR LE LOGICIEL ALIZEE LCPC	46
FIGURE 15 : DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS	49
FIGURE 16 : REPARTITION DES COUTS	73
FIGURE 17 : PLUIE TOTALE ANNUELLE A LA STATION DE BOBO-DIOULASSO SUR LA PERIODE 1987 -2016.....	IV
FIGURE 18 : PLUIE MAXIMALE ANNUELLES A LA STATION DE BOBO-DIOULASSO.....	IV
FIGURE 19 : AJUSTEMENT STATIQUE DES PLUIES MAXIMALE ANNUELLES DE LA STATION DE BOBO-DIOULASSO.....	V
FIGURE 20 : SOUS SYSTEME DE CHARGE BC	XXI
FIGURE 21 : SOUS SYSTEME DE CHARGE BC-NIGER	XXIII
FIGURE 22 : SOUS SYSTEME DE CHARGE BR.....	XXV
FIGURE 23 : SOUS SYSTEME DE CHARGE BT	XXVII

INTRODUCTION

L'importance des infrastructures routières dans le développement socio-économique d'une région ne peut être sous-estimée. Les routes jouent un rôle essentiel dans la connectivité, le désenclavement et la facilitation des échanges commerciaux. Elles constituent un maillon vital dans le développement des régions, permettant l'accès aux services essentiels, favorisant les échanges commerciaux et contribuant à l'intégration économique et sociale. Cependant, au fil du temps, les routes subissent des dommages dus à l'usure, aux intempéries et à l'augmentation du trafic routier. Ces facteurs combinés entraînent une détérioration progressive de l'état des routes, compromettant leur capacité à répondre aux besoins croissants de la population et de l'économie.

Dans ce contexte, le ministère des Infrastructures et du Désenclavement a pris des mesures concrètes pour faire face à ces défis. Il a alloué des ressources du Fonds spécial routier (FRS-B) dans le cadre de la politique de désenclavement et de préservation du patrimoine routier. Ces ressources sont destinées à entreprendre des travaux de réhabilitation de tronçons nationaux, parmi lesquels figure la route nationale N°08 Bobo-Orodara, d'une longueur de 76 km. Cette route, en raison de son importance stratégique et de l'augmentation significative du volume de trafic qu'elle a connu au fil des années, nécessite une attention particulière.

Afin d'appréhender de manière approfondie les enjeux liés à cette réhabilitation, une revue de l'étude technique a été soumise. L'objectif de cette revue est d'évaluer la capacité de la route à répondre aux besoins actuels et futurs en termes de circulation, de sécurité et de durabilité. Cette évaluation permettra d'identifier les solutions techniques envisageables pour améliorer la route et assurer sa pérennité. Elle soulève également des questions cruciales : quelles solutions techniques pourraient être envisagées afin de répondre aux besoins présents et futurs, quel serait le coût de ces solutions et quel impact auraient-elles sur l'environnement et la société ?

Pour répondre à ces questions, des objectifs ont été fixés. Tout d'abord, une présentation détaillée de la structure d'accueil et de la zone du projet sera réalisée. Ensuite, une méthodologie de conception sera exposée, décrivant les étapes prévues pour l'évaluation technique. Enfin, à partir des résultats obtenus, une discussion approfondie sera menée pour évaluer les solutions techniques envisagées, leur coût ainsi que leur impact sur l'environnement et la société.

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

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

I.1. Entreprise KANAZOE Salifou (EKS)

La Société KANAZOE Salifou (EKS) est une société fondée en 2010 par Monsieur KANAZOE Salifou, située dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso, plus précisément au quartier Cissin, non loin de la radio Savane FM. Dans le domaine du génie civil, la société EKS.SA est une entreprise possédant une vaste expérience et est en mesure de réaliser tout projet dans son domaine d'expertise. Il s'agit d'une société anonyme fournissant les services suivants :

- Identification des projets de développement ;
- Étude de faisabilité ;
- Étude avant-projet et projet d'exécution ;
- Établissement des dossiers d'appel d'offre ;
- Évaluation des projets ;
- Réalisation des ouvrages.

Elle peut être contactée aux adresses suivantes :

- Tel : (+226) 25430225
- E-mail : kanazoe@eksgroupe.com.

I.2. Domaine d'intervention et réalisation de EKS

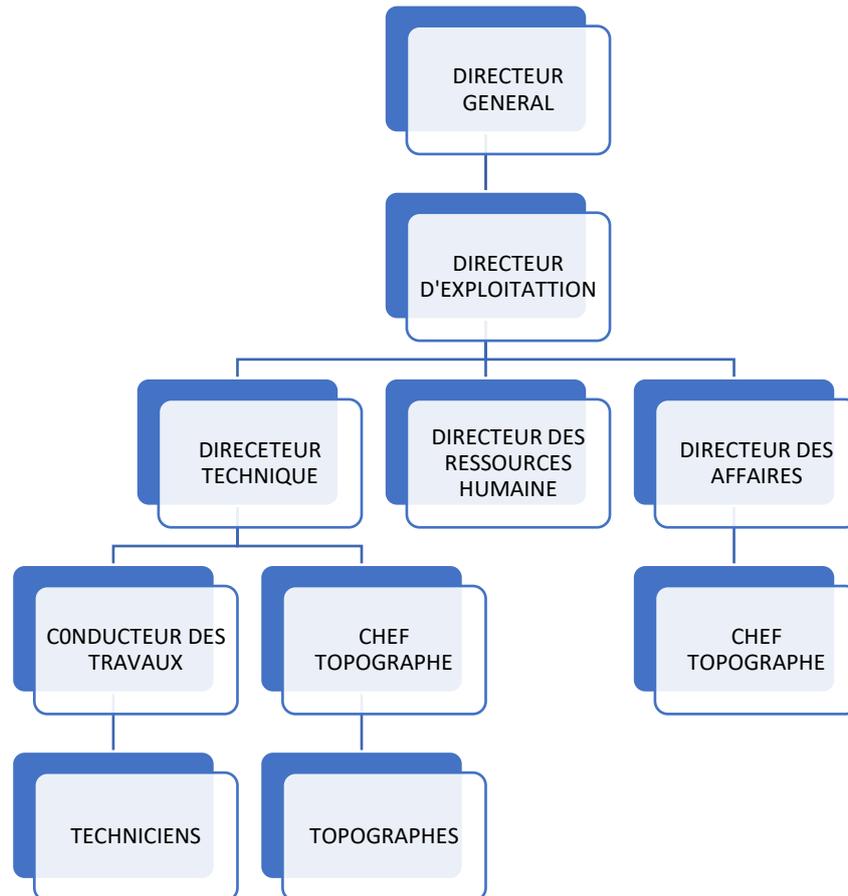
KANAZOE Salifou est une entreprise spécialisée dans le domaine du bâtiment et des travaux publics. Elle joue un rôle de premier plan dans l'industrie en Afrique de l'Ouest. L'entreprise est reconnue pour l'excellente qualité de son travail, l'utilisation d'équipements de pointe répondant aux normes internationales et son usine d'asphalte de Koro. Les principaux projets réalisés par l'entreprise jusqu'à présent comprennent :

- Le lycée scientifique de Bobo-Dioulasso ;
- Le stade municipal de Pô ;
- La réalisation de la voirie du 11-Décembre à Kaya (9km) ;

- La réalisation du projet sonatur ;
- Le surfacage du centre-ville de Bobo-Dioulasso.

I.2.1. Organigramme

L'organigramme de l'entreprise se présente comme suit :



II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Situation géographique de la zone du projet

Le Burkina Faso est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest, délimité par le Mali au nord et à l'ouest, le Niger à l'est et le Bénin, le Togo, le Ghana et la Côte d'Ivoire au sud. Il couvre une superficie de 274 000 kilomètres carrés. La zone du projet routier est une bande étroite s'étendant d'est en ouest entre 4°18' et 5°22' de longitude ouest et 10°59' et 11°10' de latitude nord. Le point le plus au nord de notre tronçon d'études se trouve à Bobo-Dioulasso à l'est, et le point le plus au sud correspond toujours à la région de Bobo-Dioulasso au PK8+000.

Coordonnées	X	Y	UTM
Coordonnées du début du projet	356483.5509	1234601.1820	ZONE 30
Coordonnées de fin	242216.1836	1230121.8650	ZONE 30

La carte de la situation géographique se présente comme suit :

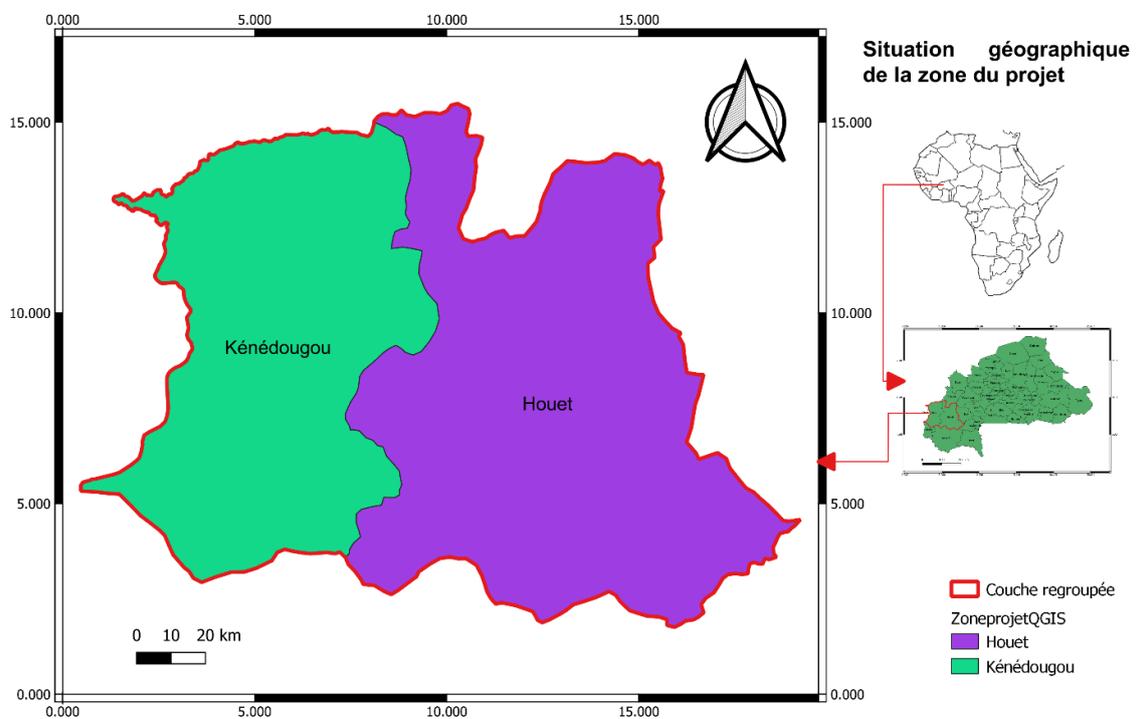


Figure 1 : Situation géographique du projet

II.2. Localisation du projet

La carte de la localisation du projet du PK0+800 au PK8+000 est présente comme suit :

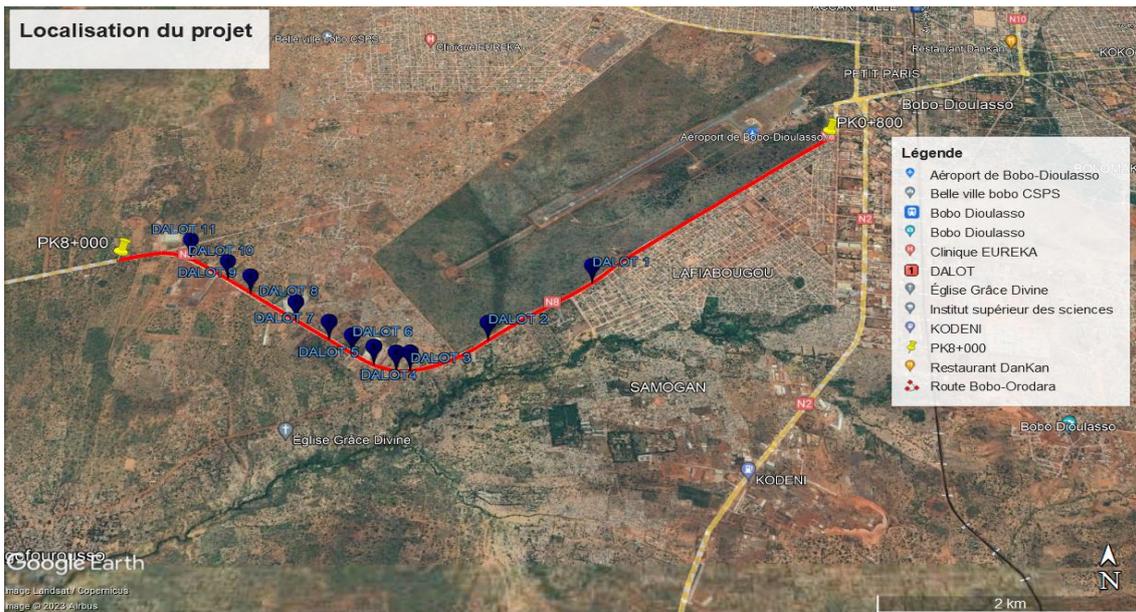


Figure 2 : localisation du projet

II.2.1. Climat

La région de Bobo-Dioulasso-Orodara a un climat tropical soudano-sahélien avec des précipitations annuelles abondantes. La pluviométrie moyenne varie de 1 100 mm à 1 200 mm. Les précipitations au cours d'une seule saison s'étendent principalement de juin à septembre. La saison des pluies arrive progressivement en mai (la pluviométrie moyenne à Bobo est de 110 mm- Dioulasso) continue en août (320 mm) et se termine en septembre (210 mm) et dure jusqu'en octobre (70 mm). Le nombre moyen de jours de pluie par an est de 91. La zone d'étude présente :

- Deux saisons fraîches, l'une de Décembre à Février (minimum moyen 18°C avec des minima absolus à 10°C, l'autre au cours de la saison des pluies en Août (min. moyen 20°C).
- Deux saisons chaudes, la première en Mars-Avril (maximum moyen 36°C) et la seconde en Octobre - Novembre (34°C).

L'humidité relative présente des fluctuations journalières et saisonnières assez fortes. Entre Février et Août, le tarif journalier le plus bas (5h à 6h) varie de 11% à 63%, et le tarif journalier le plus élevé (13h à 14h) varie de 34% à 97%. Le vent de mousson sec dominant (Harmattan) souffle du nord-est et la mousson pluvieuse dominante (mousson) souffle du sud-ouest. Hormis les rafales de transition, leur vitesse moyenne est inférieure à 5 m/s.

II.2.2. Relief et végétation

Le terrain de la route présente généralement des caractéristiques topographiques différentes, typiques de la région ouest-africaine. La région est célèbre pour la diversité de ses paysages, allant des plaines aux collines et vallées. Le terrain tout au long de la route peut être vallonné, avec des changements d'altitude. La végétation dominante est une savane boisée, avec des sommets de montagnes généralement moins densément végétalisés que les flancs des collines. De grands espaces ouverts sont apparus dans les zones blindées, nues ou légèrement recouvertes d'herbes courtes. Le long de l'axe de drainage, une végétation arborée importante s'est développée, formant un corridor forestier, très dense dans le cas des canaux fluviaux pérennes. Les plantations de vergers (manguiers, anacardiens, agrumes, etc.) sont bien développées. La culture est très courante sur les buttes des basses terres.

II.2.3. Géologie

Quatre (4) grandes catégories de sols se présentent en alternance le long du tracé de la route et des bassins adjacents, associés à la présence de matrice géologique : matrice gréseuse contenant des galets de quartz, matrice gréseuse schisteuse, sols non climatiques d'origine peu évoluée, substrat des dolérites.

II.2.4. Hydrographie

Le tracé de la route actuelle suit une direction à peu près est-ouest, en passant par une série de bassins drainés par le bras supérieur du réseau hydrologique du Mouhoun et, sur une courte distance de 15 km autour de Diéri, par la rivière Comoé d'orientation nord-sud.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1. Contexte et justification

Dans le cadre de la politique gouvernementale axée sur le désenclavement et la préservation du patrimoine routier, le ministre des Infrastructures et du Désenclavement, avec le financement du Fonds Spécial Routier (FRS-B), entreprend des actions de désenclavement intérieur du pays. Une part des ressources est allouée à la réhabilitation de la route nationale N°08 Bobo-Dioulasso-Orodara, longue de 76 km. Les travaux

prévus incluent des terrassements, le bitumage, la construction d'ouvrages, la réalisation de caniveaux en zones urbaines, ainsi que l'ouverture de zones d'extraction de matériaux (gravelé latéritique, sable, gravier et roches massives). Ce projet revêt une importance capitale pour le gouvernement du Burkina Faso, car il contribue au désenclavement des zones productives, favorisant ainsi la valorisation des ressources locales et l'augmentation des revenus des populations rurales. De plus, il s'inscrit dans la Stratégie de développement du secteur des transports du Burkina Faso pour la période 2011-2025, en accordant une attention particulière au développement et au renforcement du réseau routier national et international.

En outre, ce projet vise à mettre en conformité le tronçon routier avec le règlement n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009, qui adopte le statut du réseau routier communautaire de l'UEMOA et ses modalités de gestion. La dernière intervention majeure sur cette route remonte à sa construction et son bitumage en 1998. En raison de l'augmentation du trafic, notamment de poids lourds, les opérations d'entretien courant sont devenues inefficaces et coûteuses compte tenu de la détérioration avancée de la route.

Face à cette évolution marquée par le trafic il est devenu essentiel d'envisager une revue technique approfondie pour évaluer la capacité de la route à répondre aux besoins actuels et futurs. Cette revue est spécifiquement conçue pour garantir que les structures routières proposées seront en mesure de supporter le flux de véhicules. C'est dans cette optique qu'il nous a été soumis l'étude d'un tronçon de la voie, telle que le thème l'indique : <<ACTUALISATION DE L'ETUDE TECHNIQUE EN VUE DE LA REHABILITATION DE LA RN8 BOBO-DIOULASSO-ORODARA SUR UN TRONCON DE 7,2Km AU BURKINA FASO)>>.

III.2. Objectif du projet

III.2.1. Objectif général du projet

L'objectif général est de faire un Avant-Projet Détaillé (APD) nécessaire pour une construction appropriée de la route nationale numéro 08 (RN8) Bobo-Dioulasso-Orodara.

III.2.2. Objectif spécifique du projet

Les objectifs spécifiques sont présentés comme suit :

- Produire un diagnostic sur l'état actuel de la route nationale numéro 08 Bobo-Dioulasso-Orodara ;
- Refaire l'étude du tracé ;
- Redimensionner la structure de la chaussée ;
- Redimensionner les ouvrages d'assainissement ;
- Estimer le coût de réalisation du projet ;
- Élaborer une notice d'impact environnemental et social.

III.3. Données de base

Les informations que nous avons reçues de l'entreprise pour notre projet comprennent les éléments suivants :

- Les données du trafic ;
- Les données topographiques ;
- Les résultats des essais CBR sur le sol de la plateforme ;
- Les coefficients de Montana et les données météorologique de précipitations.

CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE CONCEPTION

I. ETUDE DIAGNOSTIC ET DONNEES DE BASE

I.1. Description de la route suite à une visite

La route Bobo-Dioulasso-Orodara est une route avec une structure de chaussée en graveleux latéritique. Elle est bitumée dans son ensemble et est construite majoritairement en remblai sur des sols argileux à graveleux latéritiques.

De façon générale, malgré la présence de zones de légers affaissements, la route ne présente pas de dégradations très prononcées liées à l'état structurel de la chaussée (déformation, orniérage, fissuration et faïençage).

Cependant, elle est plus marquée sur l'ensemble du parcours par des dégradations qui nécessitent des réparations et qui ne sont généralement pas liées à la capacité structurelle de la chaussée, mais qui peuvent être accentuées par des phénomènes de fatigue, (fissures de retrait, défauts de surface, arrachements, nids de poule, ...).

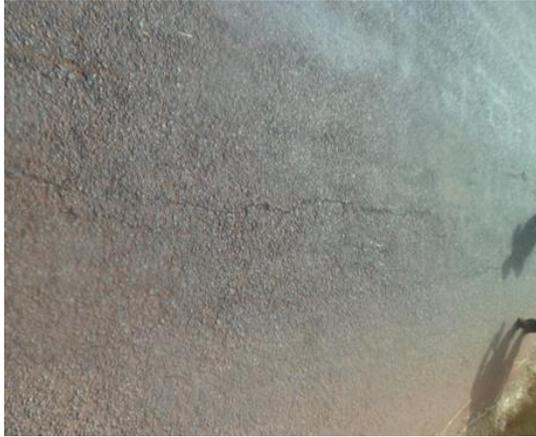
I.2. Auscultation de la chaussée

La méthode d'auscultation utilisée est le Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985).

I.2.1. Relevé des dégradations visuelles

La route a fait l'objet de relevés manuels de dégradations.

Ces relevés manuels ont permis de recenser les différents types de dégradations sur la route : Nids de poule, ornières, fissures, bourrelets, affaissements, faïençages, plumages et pelades, épaufrures. Ces différentes dégradations ont fait l'objet d'analyse afin de déterminer l'état de la route selon la grille d'évaluation des différents niveaux de dégradation des éléments du réseau routier communautaire. Nous pouvons voir quelques images de ces dégradations :

	
<p>PK0+800 arrachement et épaufreure</p>	<p>PK 5+000 fissures</p>
	
<p>PK4+500 Épaufreures de rives, Nids de poules,</p>	<p>PK5+300 Déformations, fissurations, faïençages,</p>
	
<p>PK6+700 des nids de poules, arrachement et épaufreures.</p>	<p>PK3+350 Nids de poule, fissures</p>

En effet, la structure de chaussée de la route Bobo-Dioulasso–Orodara est en graveleux latéritique naturel (fondation et base) avec un revêtement en enduit superficiel. Cependant vu qu'il s'agit d'une structure souple, elle sera analysée selon les critères d'évaluation pour les chaussées à structures hydrocarbonées.

1.2.2. Indice de qualité de la chaussée existante[1]

Le Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985) indique que la détermination de l'indice « Qi » de la structure de la chaussée découle de la comparaison de deux paramètres qui sont l'état apparent de la chaussée et la déflexion. Aussi, la corrélation entre le niveau de dégradation d'une chaussée et le niveau de déflexion au regard de l'environnement géologique et climatique conduit à des seuils de déflexions critiques suivants :

- **d₁** : valeur en dessous de laquelle, on considère que la structure se comporte de façon satisfaisante ;
- **d₂** : valeur au-dessus de laquelle, on considère que la structure présente de sérieux défauts de portance.

Concernant les valeurs seuils d₁ et d₂ qui constituent les bornes des classes de déflexion, il est bon de rappeler que le manuel pour le renforcement des chaussées souples pour les pays tropicaux ne présente pas de valeurs seuils établies pour le Burkina Faso. On dispose dans ce manuel des valeurs seuils des pays voisins comme le Mali, le Niger et la Côte d'Ivoire. Dans ce cas, vu la proximité géographique de la zone du projet avec le Mali par rapport aux deux autres pays, nous retiendrons les valeurs seuils du Mali. C'est-à-dire 60 1/100 mm et 80 1/100 mm respectivement pour d₁ et d₂.

Corrélation entre le niveau de dégradation et le niveau de déflexion. Le tableau de corrélation entre le niveau de dégradation et le niveau de déflexion se présente comme suit :

Tableau 1 : Corrélation entre le niveau de dégradation et le niveau de déflexion

Déflexion	Faible	d ₁	d ₂	Forte
Portance	Elevée		Médiocre	Faible

Qualité des structures	Bonne	Douteuse	Mauvaise
------------------------	-------	----------	----------

Source : Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985)

La comparaison des paramètres « Déflexion et État apparent » débouche sur la "grille de décision" présentée par le tableau suivant et développée par le « Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux – édition CEBTP Mai 1985 » qui oriente le choix des solutions à entreprendre : Voir la grille de décision à l'annexe 2. Le tableau qui présente l'indice de qualité de la route par section en fonction du niveau de déflexion et de l'état apparent avec le type d'intervention à mener se présente comme suit :

Tableau 2 : Grille de décision de l'intervention en fonction de (déflexion – état apparent)

État apparent	Déflexion		d ₁	d ₂	Elevée
	Faible				
Bon	1	Q ₁ Entretien	Q ₂ Entretien		Q ₃
Fissuré non déformé	2-3	Q ₂ Entretien	Q ₃		Q ₄ Renforcement
Déformé et fissuré	4-7	Q ₃	Q ₄ Renforcement		Q ₅ Renforcement

Source : Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985)

Commentaire :

- **Entretien de la chaussée** : pour toutes sections de route possédant des indices de qualité Q₁ ou Q₂ ;

- **Renforcement de la chaussée** : pour toutes sections de route possédant un indice de qualité Q3 dont la déflexion caractéristique est supérieure à d_1 ou avec un état apparent déformé et fissuré
- **Renforcement de la chaussée** : pour toutes les sections de route possédant un indice de qualité Q5, Q4 ou Q3 dont la déflexion caractéristique est supérieure à d_1 ($D_c > 60$ 1/100mm), vu que la qualité des structures est jugée douteuse ou mauvaise.

Sur la base de la grille de décisions d'intervention à l'annexe 5 page IX :

- 28,57% du linéaire, soit une longueur cumulée de 3,150 km, nécessiterait un entretien ;
- 71,43% du linéaire, soit une longueur cumulée de 5,200 km, nécessiterait d'être renforcée.

Cependant, nous proposons d'opter pour le renforcement généralisé de la route pour les raisons suivantes :

- La route depuis sa mise en service en 1999 à aujourd'hui (2023) a dépassé la durée de vie de 15 ans pour laquelle elle a été construite sans aucun entretien périodique ;

Au regard du trafic estimé pour les 20 prochaines années, le renforcement de la route est indispensable.

I.3. Mesures de déflexion

Les mesures de déflexion ont été réalisées à la poutre de BENKELMAN avec un camion lesté à 13 tonnes à l'essieu arrière et les pneus gonflés à 7 bars. Les mesures ont été faites tous les 50 m en quinconce sur l'ensemble de l'itinéraire. Les résultats ont été subdivisés en sections « homogènes » en calculant : la moyenne, l'écart-type et la déflexion caractéristique D_{90} par section.

Nous rappelons que la déflexion caractéristique D_{90} est donnée par la formule suivante :

$$D_{90} = D_{moyen} + 1,3\sigma$$

Où :

- D90 est la déflexion caractéristique correspondant à une probabilité de risque de dépassement de 10%.
- Dmoyen : la déflexion moyenne
- σ : Ecart-type

Le tableau présentant le calcul de la déflexion est présenté à l'annexe 1 a la page III.

I.4. Solution de renforcement^[1]

I.4.1. Matériaux pour solution de renforcement

Le manuel de renforcement des chaussées souples en pays tropicaux donne les types de matériaux à utiliser en renforcement des chaussées, selon le niveau de trafic.

Le tableau de matériaux de renforcement en fonction du trafic se présente :

Tableau 3 : Matériaux de renforcement en fonction du trafic

	Deux (2) couches	
	Renforcement pour trafic léger ou moyen T1, T2 (T3)	Renforcement pour trafic moyen ou lourd T3, T4, T5
Béton bitumineux : Couche mince $\leq 6\text{cm}$	X (une couche)	
Béton bitumineux : Couche épaisse $> 6\text{cm}$ à 2x7cm		X
Graveleux latéritique ciment	X	
Concassé 0/31,5	X	
Tout-venants naturels	X	
Sable (limoneux ou argileux) ciment	X	
Sable laitier	X	
Grave ciment		X
Sable bitume	X	
Grave bitume		X

Source : Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985)

Au regard du tableau dans l'annexe 13, des structures de chaussée type ont été proposées dans le manuel de renforcement, l'utilisation de matériaux naturels tels que le concassé 0/31,5 – le tout-venant naturel et les graveleux latéritiques naturels, ne serait indiquée que pour les trafics légers T1 et T2. Pour les trafics moyens à lourds (T3, T4 et T5), les matériaux recommandés pour le renforcement des chaussées souples sont le béton bitumineux, le grave ciment et le grave bitume. Le recours aux matériaux non traités tels que les graveleux et/ou la grave naturelle serait donc déconseillé pour les trafics T3, T4 et T5.

I.5. Ouvrages existants

230 ouvrages hydrauliques et un (01) passage d'eau ont été recensés et diagnostiqués sur le terrain sur le tronçon Bobo-Orodara dont 11 ouvrages hydraulique du PK0+800 au PK8+000. On constate par endroits des problèmes d'affouillement de ces ouvrages. Nous avons eu à faire des mesures de ces dégradations à l'aide des outils de mesures comme le décamètre. Ces différentes mesures sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Ouvrage existante du PK0+800 au PK8+000

N	B(m)	H(m)	Nombre d'ouvrage	Type	Affouillements	Fonctionnement en charge	Débordement sur chaussée
2	1,5	1	3	Dalot	OUI	NON	NON
2	1,5	1	1	Dalot	NON	NON	NON
4	2,5	1,5	1	Dalot	OUI	NON	NON
1	1,5	1	1	Dalot	NON	OUI	OUI
1	1,5	1	1	Dalot	NON	NON	NON
1	1,5	1	3	Dalot	OUI	NON	NON
3	1,5	1	1	Dalot	OUI	NON	NON

II. ETUDE GEOMETRIQUE[2]

L'étude géométrique est le procédé par lequel les éléments essentiels de la route sont établis pour sa parfaite intégration dans son environnement ainsi que l'assurance du confort et de la sécurité des usagers. Les éléments géométriques essentiels de la route à considérer sont le tracé en plan en conformité avec les différents élargissements selon le coté et ou le doublement de la voie dans les traversées d'agglomérations. Elle permet d'obtenir le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers qui dépendent de la vitesse de référence. Pour atteindre ces objectifs, nous avons à notre disposition des données de levés topographique en tant que données d'entrée.

Dans le cadre de la présente étude, la conception des éléments géométriques a été réalisée suivant les normes prescrites par l'UEMOA (REGLEMENT n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009 portant adoption du statut du réseau routier communautaire de l'UEMOA et de ses modalités de gestion) suivant la vitesse de référence de **100km/h**.

II.1. Tracé en plan

Le tracé en plan représente une projection horizontale sur un système de coordonnées topographiques de l'ensemble des points qui définissent le tracé de la route. C'est une succession de droites, de raccordements circulaires et progressifs.

La conception du tracé en plan s'est effectuée suivant les paramètres fondamentaux du tracé en plan récapitulé dans le tableau ci-dessous suivant la vitesse de 100 km/h.

Tableau 5 : caractéristique géométrique du tracé en plan

DESIGNATION DES PARAMETRES		SYMBOLE ET UNITE	VALEURS		
Vitesse de référence		Vr (km/h)	60	80	100
Dévers maximal		δM (%)	7	7	7
Rayon en plan RH	Minimal absolu (déversM)	RHm	120	240	425
	(Dévers)	δ (%)	240 (5%)	-5%	-4%

	Au dévers minimal	RH" (2,5%)	450	650	900
		RH" (2,0%)	500	700	1000
	Non déversé	RH'	600	900	1300

Source : REGLEMENT n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009 portant adoption du statut du réseau routier communautaire de l'UEMOA et de ses modalités de gestion

II.2. Profil en long

Le profil en long est une représentation graphique d'une portion de terrain ou d'une route en montrant comment l'altitude ou l'élévation varie le long de cette portion. Il s'agit essentiellement d'une coupe verticale de la terre qui montre comment le sol monte et descend le long d'un tracé spécifique. Il est constitué d'alignements droits représentés par des lignes horizontales droites et des raccordements circulaires.

La conception du profil en long s'est effectuée suivant les paramètres fondamentaux récapitulés dans le tableau ci-dessous suivant la vitesse de 100 km/h.

Tableau 6 : Caractéristiques du profil en long en fonction de la vitesse de référence

DESIGNATION DES PARAMETRES			SYMBOLE ET UNITE	R60	R80	T100
Vitesse de référence			Vr (Km/h)	60	80	100
Déclivité maximale en rampe (*)			$\pi\mu$ (%)	7	6	5
Rayon en angle saillant RV (m) (sommet de cote)	Chaussé Bidirectionnelle (Route à 2 voies)	Mini absolu	RV m	1600	4500	10000
		Mini normal	RV N	4500	10000	17000
Rayon en angle rentrant	Minimal	Absolu	RVm'	1500	2200	3000

RV' (m) (Point bas)	normal	RVN'	2200	3000	4200
Rayon assurant la distance de visibilité de dépassement minimale		RVD (m)	6500	11000	17000

Source : REGLEMENT n° 08/2009/CM/UEMOA du 25 septembre 2009 portant adoption du statut du réseau routier communautaire de l'UEMOA et de ses modalités de gestion

II.3. Profil en travers

Le profil en travers est une représentation en coupe d'une chaussée, perpendiculairement à son axe. Ils sont répartis tout le long du projet et permettent de connaître tous les renseignements nécessaires à la parfaite définition de la route en tout point de celle-ci. Les informations trouvées sur le profil en travers type sont : la largeur de la chaussée et des accotements, les talus, la section des ouvrages latéraux et le dévers.

III. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE[2]

Dans le cadre de la conception d'une chaussée routière robuste, il est impératif de ne pas se limiter à l'établissement d'un tracé optimal. Il est tout aussi crucial de déterminer avec précision la composition et l'épaisseur des différentes couches constituant la structure de la chaussée. Cette étape revêt une importance capitale pour garantir que la chaussée puisse résister efficacement aux multiples contraintes auxquelles elle sera exposée au long de sa durée de vie. Le dimensionnement d'une structure de chaussée implique la prise en compte de plusieurs paramètres essentiels, notamment le volume du trafic prévu, l'environnement environnant de la route ainsi que la nature du sol support. Cette approche vise à créer une chaussée durable et fiable, capable de faire face à toutes les agressions auxquelles elle sera confrontée.

Il existe deux méthodes de conception de chaussée : la méthode rationnelle et la méthode empirique. D'une part, nous prédimensionnerons les structures routières en nous basant sur l'une des méthodes empiriques utilisant des catalogues structurels. Par

conséquent, nous utiliserons le Manuel sur le renforcement des chaussées dans les pays tropicaux en développement ; développé par le CEBTP en 1971 et révisé en 1980 sous le titre Lignes directrices pour le renforcement flexible des chaussées dans les pays tropicaux. D'autre part, nous utiliserons le logiciel ALIZE LCPC pour vérification afin de nous assurer qu'il peut bien supporter le trafic. Ces contrôles incluent la définition des propriétés du matériau, de l'épaisseur et du module de la couche de chaussée selon la méthode CEBTP. De plus il faut examiner les différentes options d'épaisseur pour corps de chaussée, nous devons également calculer les contraintes et les déformations tolérées dans la couche de la chaussée, puis déterminer les contraintes et les déformations réellement présentes dans les couches.

III.1. Etude du trafic

La conception des routes repose toujours sur des prévisions des volumes de trafic qu'elles doivent supporter tout au long de leur durée de vie. Le chargement répété de poids lourds sur les routes entraînera divers types de dommages, tels que l'usure des couches d'usure, la fatigue des couches intermédiaires, etc. C'est pourquoi les routes sont conçues en tenant compte du trafic des poids lourds, en tenant compte des volumes de trafic quotidiens des poids lourds et de leur évolution au moment de la mise en service de la route. Les dimensions de la route sont adaptées à la circulation des poids lourds. La méthode de calcul est basée sur le volume de trafic réel converti en nombre cumulé NE du canal de l'axe standard (axe 13t). A cet effet, des relations d'équivalence sont établies entre les différents essieux en fonction du type de matériau routier.

➤ Formule de calcul de trafic

$t_n = t_1(1 + i)^{n-1}$	<ul style="list-style-type: none">• t_1 : trafic moyen journalier de la première année• t_n : trafic moyen journalier de l'année n• i : taux d'accroissement annuel du trafic• n : nombre d'années
--------------------------	--

➤ Trafic cumulé pendant la durée la vie n

$N = 365 \sum t_n = 365 t_1 [(1 + i)^n - 1] / i$	<ul style="list-style-type: none"> • t_1 : trafic moyen journalier de la première année • t_n : trafic moyen journalier de l'année n • i : taux d'accroissement annuel du trafic • n : nombre d'années
--	--

➤ Pour la détermination du trafic cumulé d'essieux équivalent de 13tonnes noté NE

$$NE = T_n \times CAM$$

Avec :

CAM : agressivité moyenne des poids lourds par rapport à l'essieu de référence de 13T
le trafic dimensionnant $NE = N \times CAM \times \text{coef répartition transversale}$

III.2. Selon le guide de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux

Le guide propose des classes de trafic en nombre de véhicules par jour, en nombre de cumulés de poids lourds ou en nombre de passages d'un essieu standard (13t). Celle-ci sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : catégorisation du trafic

Classe de trafic	Intervalle du trafic		
	Nombre de véhicules par jour	Nombre de cumulés de poids lourds	Nombre de passages d'un essieu standard de 13T
T1	$100 \leq T \leq 300$	$1.10^5 \leq T < 5.10^5$	$T < 3.10^6$
T2	$300 \leq T \leq 1000$	$5.10^5 \leq T < 1,5.10^6$	$3.10^6 < T < 10^7$
T3	$1000 \leq T \leq 3000$	$1,5.10^6 \leq T < 4.10^6$	$10^7 < T < 2,5.10^7$

T4	$3000 \leq T \leq 6000$	$4 \cdot 10^6 \leq T < 1 \cdot 10^7$	$2,5 \cdot 10^7 < T < 6 \cdot 10^7$
T5	$6000 \leq T \leq 12000$	$1 \cdot 10^7 \leq T < 2 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^7 < T < 10^8$

Source : Guide de dimensionnement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC)

III.3. Reconnaissance du sol support

Selon le guide CEBTP, il existe 5 catégories de sols de plateforme. Cela permet la catégorisation du sol en fonction de l'indice portant CBR. Le tableau ci-dessous nous le présente :

Tableau 8 : Catégorisation du sol de plateforme

Classe de portance	Valeur CBR
S1	CBR < 5
S2	5 < CBR < 10
S3	10 < CBR < 15
S4	15 < CBR < 30
S5	CBR > 30

Source : Guide de dimensionnement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC)

III.4. Classe de portance de la plateforme

Les sols sont classés selon leur module d'Young selon le Catalogue de Classification Français (LCPC-SETRA). Il existe quatre (04) niveaux de capacité portante du sol de la plateforme. Il existe une relation entre le CBR et le module de Young.

On a : $E(MPa) = 5 \times CBR$. Les résultats des essais sont présentés à l'annexe 8.

Le CBR de notre plateforme variant de 24-88 on a un module E qui vaut : $E = 120MPa$.

Cette valeur correspond à une plateforme de classe PF3 selon le tableau suivant :

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

Figure 3 : Classe de portance du sol de plateforme

III.5. Vérification selon le catalogue de dimensionnement (LCPC-SETRA)

Le choix de la structure de la chaussée ne peut être déterminé qu'après comparaison des contraintes et déformations avec les critères de conception. Ceux-ci dépendent de la nature des couches :

Calcul des contraintes admissibles des sols support et de la déformation admissible :

- Equation de la déformation admissible pour les matériaux bitumineux

$$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6(10^\circ\text{C}; 25\text{Hz}) \times \sqrt{\frac{E(10^\circ\text{C}; 25\text{Hz})}{E(\theta_{eq}; 25\text{Hz})}} \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_c \times k_r \times k_s$$

Avec : ε_6 : Niveau de déformation correspondant à 10^6 cycles de chargement, NE : Nombre d'essieux équivalents calculés à partir du trafic cumulé et du coefficient, $E(10^\circ)$: Module du matériau à 10°C , $E(\theta_{eq})$: Module du matériau à $\theta_{eq}^\circ\text{C}$, b : pente de la droite de fatigue, k_c : coefficient de calage, k_r : coefficient de risque, k_s : coefficient de plateforme.

- Critère de contrainte admissible pour les matériaux traités au liant hydraulique

$\varepsilon_{t,adm} = \varepsilon_6 \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_c \times k_r \times k_s \times k_d$	<ul style="list-style-type: none"> • k_d : coefficient de discontinuité.
---	--

- Critère de déformation admissible pour les matériaux non traités et les sols supports de chaussée

$\varepsilon_{t,adm} = A \times (NE)^{-0,222}$	<ul style="list-style-type: none"> • $A = 0,016$ si $T < T_3$ et $0,012$ si $T \geq T_3$
--	--

III.6. Matériaux graveleux pour corps de chaussée

La reconnaissance des emprunts pour remblais ainsi que des emprunts latéritiques pour le corps de chaussée s'est déroulée en prospectant au plus près du tracé de la route.

Il a été prélevé au minimum un échantillon représentatif dans chaque emprunt, en vue de déterminer ses caractéristiques géotechniques.

Il a été répertorié 25 emprunts de graveleux latéritiques pour corps de chaussée de l'ensemble du projet (76km), Pour notre tronçon nous n'utiliserons que les sites d'emprunt les plus proches. On peut voir les caractéristiques principales consignées dans l'annexe 8 a la page VIII avec un volume exploitable total estimé à 306 125 m³.

IV. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE[3], [4]

Les études hydrologiques et hydrauliques ont pour objet de vérifier dans ce projet les sections des ouvrages existants, de proposer la réalisation d'ouvrages supplémentaires au droit des passages d'eau marqués, d'assurer un bon assainissement longitudinal et de proposer l'assainissement des localités importantes traversées par le projet afin d'assurer la protection de la route contre les eaux de ruissellement.

Dans le cadre du présent projet, les études hydrologiques et hydrauliques ont principalement consisté à : Faire l'inventaire de tous les ouvrages existants et vérifier leurs sections hydrauliques, délimiter et déterminer les caractéristiques des bassins versants ayant comme exutoire les points des cours d'eau qui traversent notre tronçon, évaluer les crues de projet pour chaque bassin versant en vue de dimensionner les ouvrages hydrauliques, dimensionner les nouveaux ouvrages hydrauliques pour les passages d'eau recensés.

IV.1. Délimitation des bassins versants

La délimitation des bassins versants est une étape cruciale dans l'analyse hydrologique et la gestion des ressources en eau. Dans le cadre de cette étude, la délimitation sera réalisée à l'aide du logiciel Global Mapper qui offre une approche pratique et efficace pour analyser et comprendre les interactions, l'écoulement de l'eau et les caractéristiques du terrain.

IV.2. Période de retour

Les périodes de retour à considérer pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques du projet est : $T=10$ ans.

IV.3. Méthodes d'estimation des débits

Plusieurs méthodes sont proposées pour l'estimation des débits : la méthode ORSTOM, la méthode CIEH, la méthode de PUECH et CHABI-GONNI, la méthode rationnelle.

L'évaluation des débits de projet s'effectuera par les deux (02) méthodes pour les ouvrages transversaux ci-après :

- Méthode ORSTOM;
- Méthode rationnelle.

L'évaluation des débits de projet s'effectuera par une méthode pour les ouvrages longitudinaux, la méthode superficielle de Caquot.

IV.3.1. Méthode ORSTOM

La méthode ORSTOM a été mise au point par AUVRAY & RODIER en 1965 à partir des données de 65 bassins versants de superficies inférieures à 120 km². Cette méthode s'applique en théorie à toute l'Afrique de l'Ouest, entre 150 et 1600 mm de hauteur annuelle de précipitations.

Révisée successivement en 1986 (Rodier), 1988 (Rodier et Ribstein) et 1989 ((Ribstein et Rodier) la méthode ORSTOM s'applique désormais aux bassins couvrant plus de 10 km² (jusqu'à 2500 km² en théorie) pour la zone sahélienne et à la totalité des bassins d'une superficie inférieure à 1500 km², pour la zone tropicale sèche.

Dans la méthode ORSTOM, le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la relation suivante :

	<ul style="list-style-type: none">• A : le coefficient d'abattement de la pluie ;• P₁₀ : la pluie journalière décennale en
--	--

$Q_{r_{10}} = A \times P_{10} \times Kr_{10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{Tb_{10}}$	<p>mm ;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kr_{10} : le coefficient de ruissellement, • α_{10} : le coefficient de pointe, correspondant à la crue décennale ; • S : la surface du bassin en km^2 ; • Tb_{10} : le temps de base correspondant à la crue décennale.
---	---

Les différents paramètres sont déterminés à l'aide d'abaques ou de formules. Seul α_{10} peut, dans de nombreux cas, être assimilé à une constante. Les méthodes de détermination des différents paramètres sont décrites ci-après :

➤ **Le coefficient d'abattement (A)**

La précipitation moyenne $P_{m_{10}}$ sur un bassin versant est obtenue en multipliant la hauteur de précipitation ponctuelle P_{10} par le coefficient d'abattement A, déterminé par l'équation simplifiée de Vuillaume (1974) :

$A = 1 - \left(\left(\frac{161 - 0,042 \times Pan}{1000} \right) \times \log S \right)$	<ul style="list-style-type: none"> • Pan : la précipitation moyenne annuelle (mm) ; • S : Superficie du bassin versant (km^2).
---	---

➤ **Le coefficient de ruissellement décennal (Kr_{10})**

Les coefficients de ruissellement Kr_{10} correspond à une hauteur de précipitations décennales. Il est déterminé analytiquement et graphiquement en fonction de la superficie S du bassin, pour cinq catégories et pour différentes valeurs de l'indice global de pente I_g . Les abaques du coefficient de ruissellement sont présentés à l'annexe 18.

Les cinq catégories sont définies comme suit : PI (bassin naturel particulièrement imperméable), I (bassin imperméable), RI (bassin relativement imperméable), P (bassin perméable), TP (bassin très perméable).

➤ **Le temps de base décennal (T_{b10})**

Le temps de base décennal T_{b10} est déterminé en utilisant des relations analytiques ou des abaques graphiques (Voir abaque à l'annexe 9 page XI). La formule analytique est donnée ci-après :

$T_{b10} = a \times S^s + b$	<ul style="list-style-type: none">• S : la superficie du bassin en km^2 ;• a, b, s : coefficients déterminés en fonction de l'indice global de pente et de S
------------------------------	---

- Pour $S < 7 \text{ Km}^2$, $T_{b10} = 215. (S-0.5)^{0.45} + 300$
- Pour $S > 7 \text{ Km}^2$, $T_{b10} = 250. S^{0.35} + 300$

➤ **Le coefficient de pointe décennal (α_{10})**

Le coefficient de pointe décennal est le rapport du débit maximum ruisselé au débit moyen :

$$\alpha_{10} = \frac{Q_{r10}}{Q_{mr10}}$$

On admet que α_{10} est voisin de 2,6 quelle que soit la superficie du bassin. Toutefois, l'aspect du réseau hydrographique devra être analysé pour apporter d'éventuelles corrections.

IV.3.2. Méthode Rationnelle

C'est une méthode très utilisée, du fait de sa simplicité. C'est probablement à l'ingénieur Irlandais Thomas J. Mulvaney que revient le mérite d'avoir, le premier, élaboré la formule rationnelle telle qu'on l'utilise actuellement.

Elle s'écrit dans son expression la plus simplifiée, en supposant une pluie qui tombe sur une surface élémentaire :

$Q = 0,278 \times C \times I \times A$	<ul style="list-style-type: none"> • C : le coefficient de ruissellement (sans unité) qui traduit le fait qu'une partie de l'eau précipitée ne parvienne pas à l'exutoire (pertes au ruissellement) ; • A : la surface du bassin versant Km² ; • I : l'intensité de la pluie (mm/h) ; • Q : le débit en (m³/s).
--	---

➤ Le coefficient de ruissellement

L'hypothèse de paramètres (notamment le coefficient de ruissellement) homogènes sur la surface réceptrice va induire une limite de la méthode concernant la taille du bassin versant où on met en œuvre la formule rationnelle. [Chocat, 1997, p. 836] préconise des surfaces inférieures à quelques dizaines d'hectares, alors que [BCEOM, 1981, p. 110] précise que, pour des conditions théoriques appliquées à cette méthode, la surface ne peut excéder 4 km², soit 400 Ha.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, la méthode rationnelle sera utilisée pour les bassins versants dont la superficie est inférieure à 4 km². Nous choisirons la valeur du coefficient de ruissellement en fonction des superficies des bassins versants et la nature de la couverture végétale.

Le tableau qui présente le choix du coefficient de ruissellement se trouve à l'annexe 2 à la page III.

➤ Détermination de l'intensité de pluie

L'intensité de pluie est déterminée par l'expression suivante :

$i(T) = a \times t_c^{-b}$	<ul style="list-style-type: none"> • a ; b : les coefficient de Montana qui sont fonction des observation métrologiques • t_c : le temps de concentration • <i>i(T)</i> : l'intensité de pluie en mm/mn
----------------------------	--

La courbe IDF utilisée dans la présente étude a été déduite des données de la station de Bobo. Pour cette station, les valeurs d'a, b sont les suivantes pour la période de récurrence de 10 ans : a = 8.9 et b = -0.56.

➤ Détermination du temps de concentration

Les formules empiriques de calculs du temps de concentration sont nombreuses et variées. Dans le cadre de cette étude, nous utiliserons la formule de KIRPICH.

La formule KIRPICH

$TC = \frac{L^{1,15}}{52 \times H^{0,38}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Tc : temps de concentration (mn) ; • L : distance en mètre (m) entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin ; • H : la dénivelée en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin versant.
--	--

IV.3.3. Méthode superficielle de caquot

Les ouvrages d'assainissement longitudinal des projets routiers sont constitués de fossés et de caniveaux.

De part et d'autre de la route, en rase campagne, il sera prévu dans le cadre de ce projet des fossés latéraux triangulaires en terre évacuant les eaux de ruissellement de la chaussée et des bas-côtés, aux endroits où cela s'avère nécessaire.

La formule du débit par CAQUOT est la suivante :

$Q_{10} = 850 \times J^{0,20} \times C^{1,11} \times A^{0,80}$	<ul style="list-style-type: none"> • Q : débit décennal (m³) ; • J : la pente des caniveaux m/m ; • C : le coefficient de ruissellement ; • A : la superficie des bassins versants en ha.
--	--

IV.4. Prédimensionnement des ouvrages hydrauliques : dalots

Les dalots représentent des éléments de section rectangulaire, simples ou multiples, qui peuvent être utilisés comme plates-formes pour des charges roulantes sans

nécessairement nécessiter des remblais. Ils doivent être construits en tenant compte de leur propre poids. Il convient toutefois de noter que les dalots ne supportent généralement pas de fortes épaisseurs de remblai, généralement inférieures à 2 m, sauf pour des projets particuliers, comme décrit dans l'ouvrage du BCEOM « Road Hydraulics ». Il existe différents types de dalots notamment : Les dalots ordinaires, constitués de piédroits verticaux reposant sur des fondations ou des radiers, sur lesquels sont posées des dalles en béton armé ; Les ponts à ossature, qui sont constitués de dalles, de piédroits et de radiers formant une structure rigide en béton armé ; créant ainsi un cadre, les dalots portiques, similaires aux dalots-cadres, mais sans radier, où les piédroits verticaux reposent sur des semelles.

Pour notre projet, nous utiliserons un formulaire d'évaluation pour sélectionner le type de dalot le plus approprié en fonction de ses avantages et de ses inconvénients. Le tableau ci-dessous nous montre cette fiche d'évaluation.

Tableau 9 : Evaluation des différents types de dalots

Désignation	Avantages	Inconvénients
Dalots ordinaires	<ul style="list-style-type: none"> • Coût abordable • Résistance structurelle bonne 	<ul style="list-style-type: none"> • Hauteur limitée • Capacité de débit limitée • Inadapté à certaines conditions du site telles que des pentes de terrain prononcées
Dalots cadres	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de débit élevé • Résistance structurelle bonne • Exécutions faciles 	<ul style="list-style-type: none"> • Encombrement • Limitation de conception : forme fixe pas adaptable à tous les sites
Dalots portiques	<ul style="list-style-type: none"> • Plus économique en raison de l'absence de radier • Hauteur libre accrue pour 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance régulière • Complexité : ils peuvent être plus complexes à construire

	les zones où la hauteur de passage est un problème	<ul style="list-style-type: none">• Moins économique
--	--	--

Conclusion : Dans le cas de notre étude nous allons opter pour les dalots cadre au vu des avantages et inconvénients car leur exécution est facile, peut prendre des capacités de débit élevé et ont une bonne résistance structurelle.

Il existe principalement deux types de fonctionnement hydrauliques des ouvrages courants :

- Le fonctionnement hydraulique à sortie noyée ;
- Le fonctionnement hydraulique à sortie dénoyée ou fonctionnement à surface libre.

Le second type de fonctionnement peut avoir deux types d'écoulement qui dépendent alors du niveau amont : l'écoulement en charge et l'écoulement à surface libre.

- Si l'écoulement de l'eau dans l'ouvrage se fait avec une surface libre, alors le niveau amont H_1 est tel que $H_1 \leq 1.25 \times D$; avec D , la hauteur du dalot. L'écoulement se fait alors avec une section de contrôle à l'amont.
- Si le niveau amont est tel que $H_1 \geq 1.25 \times D$; l'écoulement de l'eau dans l'ouvrage peut se faire à surface libre ou à pleine section sur la longueur de l'ouvrage, après une forte concentration à l'amont semblable au passage d'une vanne de fond.

IV.4.1. Hypothèse de dimensionnement et calcul de section

Pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages, la formule de Manning Strickler sera utilisée. Les hypothèses suivantes ont été faites :

- Le mode de fonctionnement hydraulique des dalots adopté dans cette étude est celui à surface libre. Dans certains cas le fonctionnement à pleine section sera toléré dès lors que la vitesse est inférieure à 4m/s et que le nombre de Froude est inférieur à 1 ;
- Le coefficient K_s de Manning Strickler sera pris égal à 67, valeur utilisée pour les dalots en béton ;
- La pente longitudinale minimum permettant l'auto curage des ouvrages est de 0.3%. Pour les calculs, la pente de départ a été prise égale à 0.4%, mais sa valeur

finale doit être au moins égale à la pente critique, vu le choix du mode de fonctionnement des dalots qu'on a retenus ;

la vitesse maximale adoptée est de l'ordre de 4 m/s étant donné que les parois des dalots sont en béton tandis que la vitesse minimale retenue est de 0.5 m/s.

➤ **Vérification hydraulique liée au mode de fonctionnement**

Les hypothèses suivantes ont été faites :

- Les dalots seront munis de murs de tête en amont et en aval ;
- Les dalots seront munis de murs en ailes inclinées de 30° à 45° uniquement en leur partie aval. La partie amont permettra ainsi de récupérer les eaux venant des caniveaux ou fossés de la route ;
- L'accélérateur de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Les vérifications hydrauliques mises en œuvre ont consisté à calculer les paramètres hydrauliques décrits dans les paragraphes qui suivent.

➤ **Calcul de la profondeur en amont de l'ouvrage H_1**

On donne une valeur D admissible pour le dalot, compte tenu des caractéristiques géométrique du projet au droit de l'ouvrage. Et on se fixe la largeur B du dalot tel que :

$V = \frac{q}{BD}$	<ul style="list-style-type: none"> • q : le débit calculé ; • D : la hauteur de l'ouvrage ; • B : la largeur de l'ouvrage.
--------------------	--

La valeur de cette vitesse ne doit pas dépasser la valeur de la vitesse maximale fixée à 4m/s dans notre projet.

Par la suite on calcule le débit réduit suivant la formule :

$Q^* = \frac{q}{B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Q^* : le débit réduit ; • D : la hauteur de l'ouvrage ; • B : la largeur de l'ouvrage ; • g : l'accélérateur de la pesanteur ;
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> • q : le débit calculé.
--	--

A partir du résultat de Q^* on lit la valeur de la hauteur réduite H^* sur l'abaque 77, de BCEOM 1981 à l'annexe 11 à la page XII. Cela nous permettra de calcul H_1

$$H_1 = H^* \times D$$

➤ Calcul de la pente critique

L'objectif principal de la conception de l'ouvrage est de garantir une capacité suffisante pour évacuer le débit critique correspondant à la profondeur amont H_1 . Par conséquent, il est essentiel que la pente longitudinale I de l'ouvrage soit égale ou supérieure à la pente critique I_c ($I \geq I_c$).

Dans ce contexte, la première étape consiste à calculer le débit réduit Q^* , en fonction de la pente critique donnée, en utilisant la formule suivante :

$Q^* = \frac{q}{\sqrt{2 \times g \times B^5}}$	<ul style="list-style-type: none"> • Q^* : le débit réduit en fonction de la pente critique ; • B : la largeur de l'ouvrage ; • g : l'accélérateur de la pesanteur ; • q : le débit à évacuer.
--	--

Cette valeur de Q^* nous permet de lire sur l'abaque 82 de BCEOM 1981 des pentes critiques des dalots rectangulaires à sortie libre à l'annexe 12 à la page XIII, la valeur de I_c^* , et on détermine I_c la pente critique par la relation :

$I_c = I_c^* \times \frac{q}{\sqrt{K^2 \times D^{\frac{1}{3}}}}$	<ul style="list-style-type: none"> • K : la rugosité de Manning ; • D : la hauteur de l'ouvrage ; • g : l'accélérateur de la pesanteur ; • q : le débit calculé.
--	--

➤ Calcul de la vitesse critique dans l'ouvrage

L'objectif ici est de déterminer la vitesse de l'eau à l'intérieur de l'ouvrage tout en veillant à ce qu'elle ne dépasse pas la limite de vitesse admissible, qui est de 4 [m/s] dans notre cas. Pour ce faire, nous calculons le débit réduit Q^* en utilisant la formule dérivée de Manning, qui prend en compte les paramètres suivants :

$Q^* = \frac{Q}{K_s \times I^{0,5} \times B^{8/3}}$	<ul style="list-style-type: none"> • K : la rugosité de Manning ; • I : la pente longitudinale de l'ouvrage.
---	--

De l'abaque 84 de BCEOM 1981 des vitesses critiques des dalots rectangulaires à sortie libre, on lit : V_c^* à l'annexe 13 à la page XIV, et on détermine la vitesse moyenne critique par la relation :

$V = K_s \times I_c^{1/2} \times B^{2/3} \times V^*$	<ul style="list-style-type: none"> • V : la vitesse réelle d'écoulement ; • K_s : la rugosité de Manning ; • B : la largeur de l'ouvrage ; • V* : la vitesse réduite dans l'ouvrage ; • I_c : la pente critique.
--	--

Nous arrêtons l'itération si et seulement si la vitesse est acceptable, sinon on change soit l'ouverture, la largeur B et/ou la hauteur D et reprendre totalement tout le calcul.

IV.5. Calcul de sections hydrauliques des caniveaux

Sur la base de considérations technico-économiques et du niveau d'urbanisation de la zone du projet, les caniveaux seront exécutés en béton armé dans les localités traversées. Ils seront de forme rectangulaire et à ciel ouvert avec des dallettes amovibles par endroits pour permettre le passage des usagers.

La formule de Manning Strickler a été utilisée pour le calcul des dimensions des caniveaux. Une vitesse maximale de 4 m/s a été considérée.

$Q = K_s \times S \times R_h^{2/3} \times \sqrt{I}$	<ul style="list-style-type: none"> • Q : Débit brut en m³/s • S : Section mouillée en m² • R : Rayon hydraulique en m avec $R = S/p$ • i : Pente des caniveaux en m/m (1%) • K : Coefficient de rugosité de Manning= 70 pour le béton.
---	---

Pour une section hydrauliquement favorable

$$y = \left(\frac{Q \times 2^{\frac{2}{3}}}{\lambda \times K_s \times \sqrt{I}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ et } b = 2\lambda y \text{ et } \lambda = 2$$

- y : le tirant d'eau
- b : la largeur

Nous allons déterminer la largeur en fonction de l'espace disponible, puis nous effectuerons une série d'itérations pour obtenir le tirant d'eau, noté y. une fois le tirant d'eau déterminé, nous ajouterons la revanche pour obtenir la profondeur totale de l'ouvrage. La valeur de la revanche sera comprise entre 15 et 35% du tirant d'eau.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. CONCEPTION GEOMETRIQUE

I.1. Tracé en plan

Dans la phase de tracé en plan, l'axe a été soigneusement établi pour s'insérer dans l'emprise existante de la piste, réduisant ainsi la nécessité de travaux de débroussement. En effet, un tracé a été établi en tenant compte des contraintes de la norme et éviter ainsi des démolitions potentielles.

Le listing de l'axe en plan est présenté à l'annexe 16 page LXIV.

I.2. Profil en long

Une attention particulière a été accordée à l'harmonisation avec le relief existant. Notre approche visait à minimiser les coupes et les remblais en ajustant le tracé en fonction des caractéristiques topographiques. Les tracés combinés se présente comme suit :

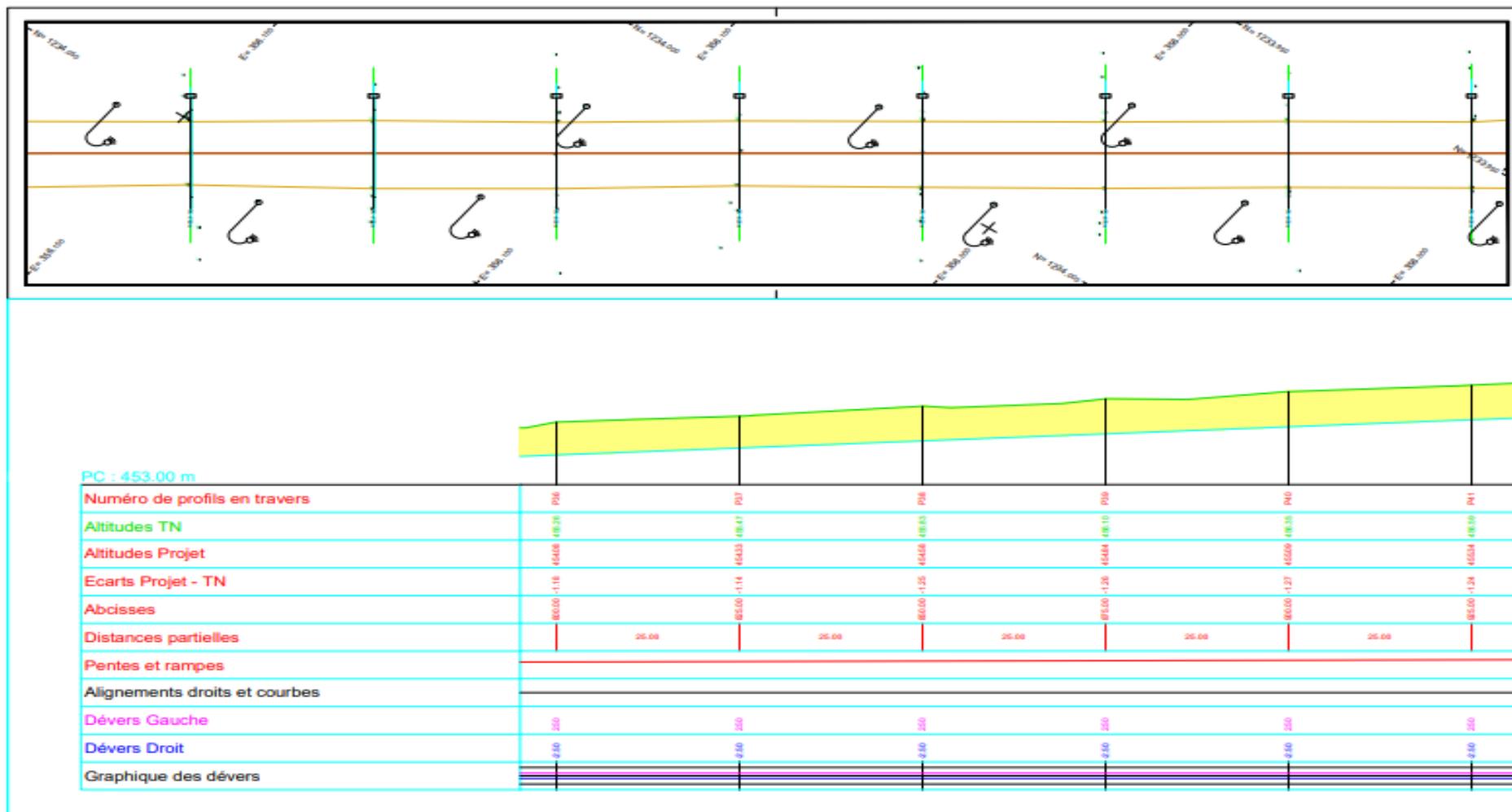


Figure 4 : Tracé combiné 1

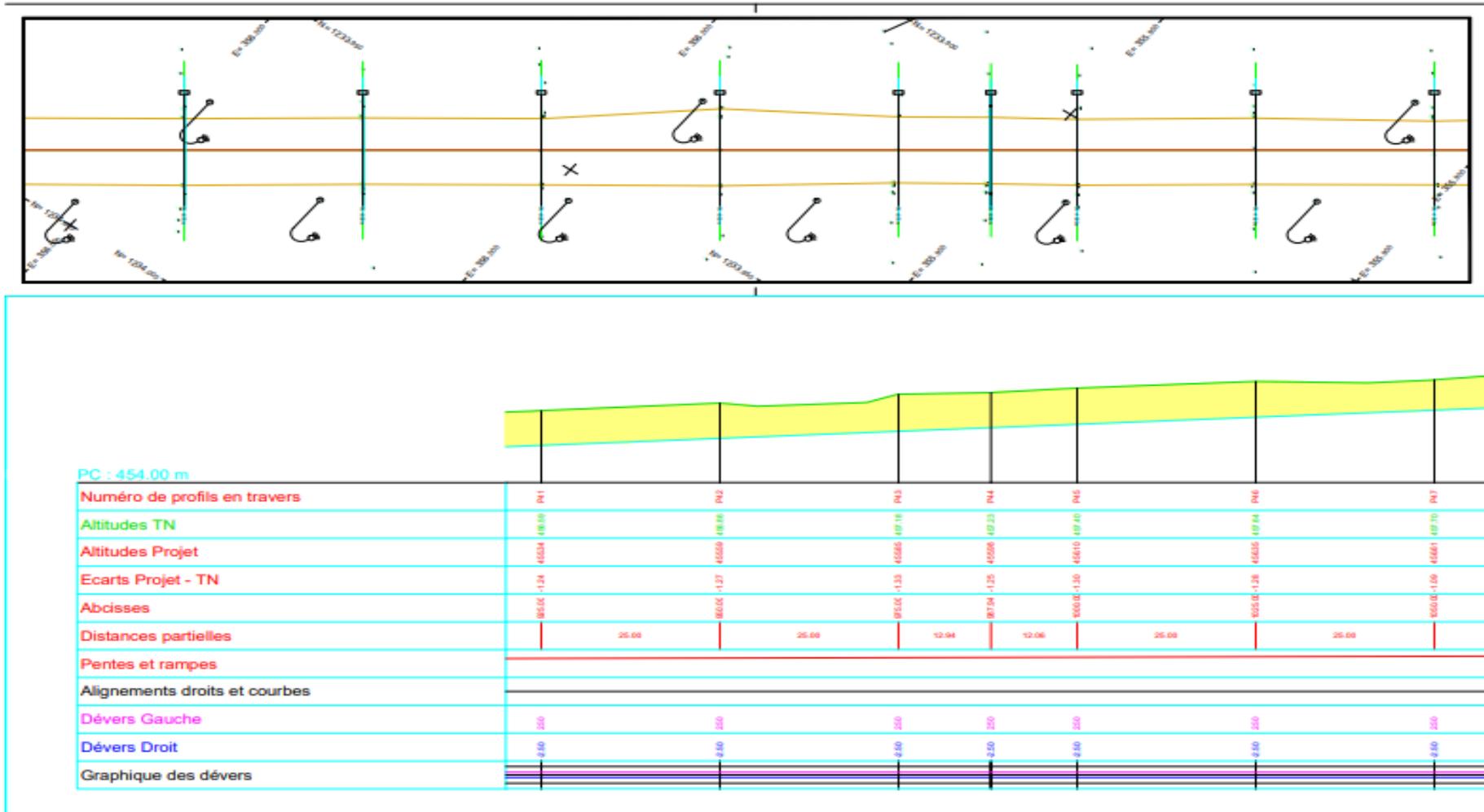


Figure 5 : Tracé combiné 2

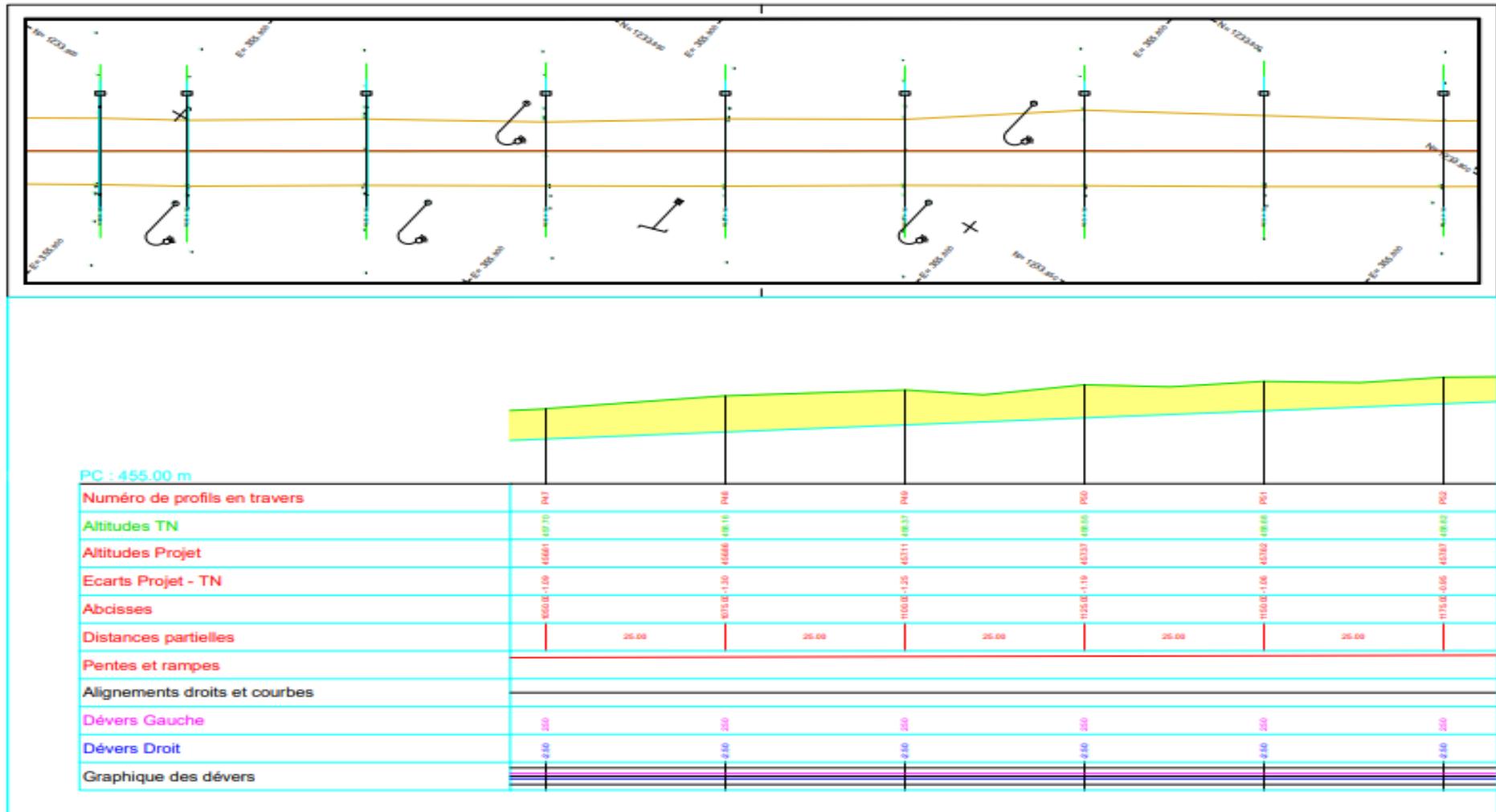


Figure 6 : Tracé combiné 3

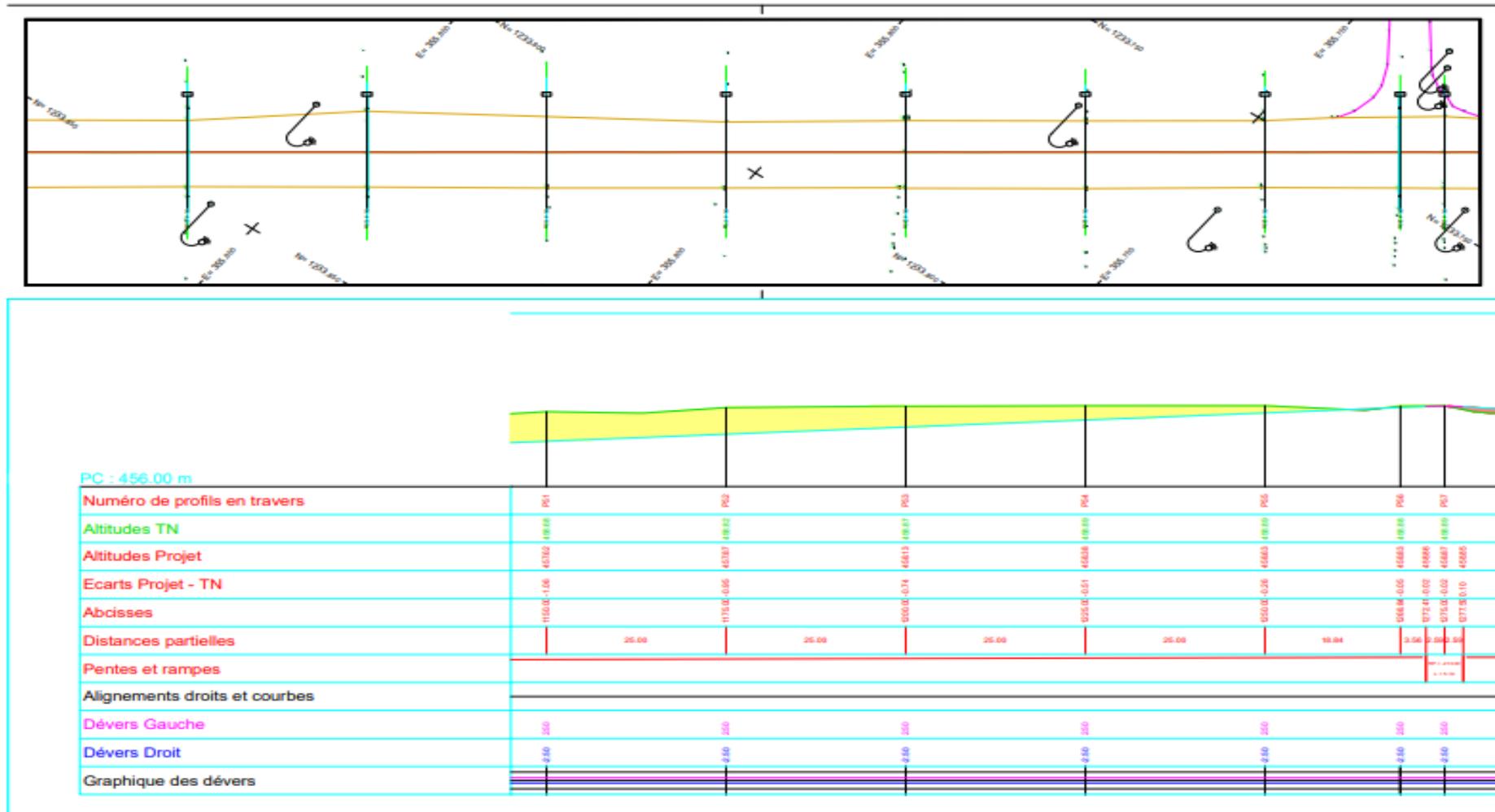


Figure 7 : Tracé combiné 4

I.3. Profil en travers

Pour les profils en travers types, nous avons un devers de 2.5% pour la chaussée. Nous avons une chaussée 2x2 voies de 14.4m dont 7.2/voies, en agglomération et une chaussée de 2 voies de 7.2m dont 3.6m/voies du PK5+325 au PK8+000 dont les largeurs d'accotement varient en fonction de la zone de section de route.

- 1.5m d'accotement en rase campagne
- 2m en agglomération

A partir des cahiers des clauses technique particulier et des normes établies, le profil en travers se présente comme suite

- Circulation : une chaussée de 2x2 voies séparée par un TPC du PK0+800 au PK5+300 et une chaussée de 2 voies du PK5+325 au PK8+000 ;
- Largeur de la chaussée principale : 2x7,2 m revêtus en béton bitumineux ;
- Terre-plein central (TPC) : Variable ;
- Accotement de 2m du PK0+800 au PK5+300 et 1,5m du PK5+325 au PK8+000 ;
- Caniveaux de section variable ;
- Pente transversale : 2,5 % le long du tronçon ;
- Pente de talus de remblai : 2/3 ;
- Pente de talus de déblai : 2/1.

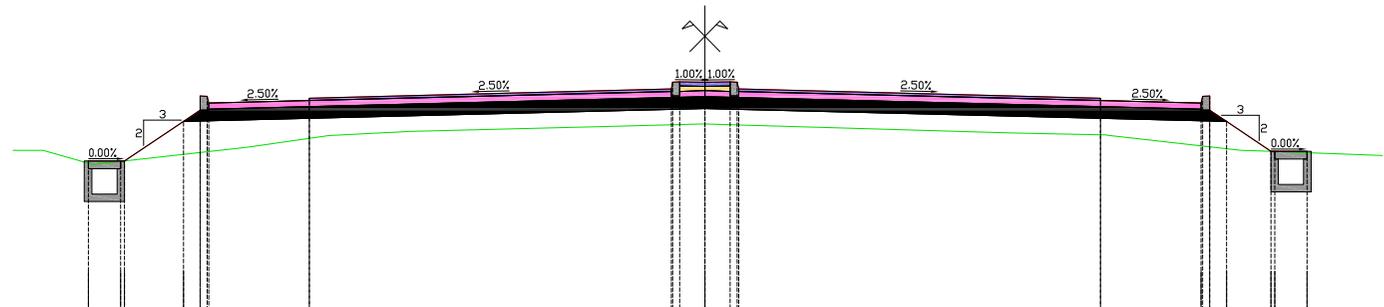
Les différents profils en travers ainsi que les profils les profils types se présente comme suit :

Axe : Axe
 Profil n°: P99
 Abscisse : 2225.00 m
 Echelle des longueurs : 1/150

- ANCIENNE COUCHE DE BASE AMÉLIORÉ AU CIMENT
- BB
- BETON
- GB3
- PAVE
- SABLE

Dévers Gauche 2.50 %
 Dévers Droite -2.50 %
 X= 354965.91
 Y= 1233168.89
 Gisement : 358.99 gr

PC : 441.00 m



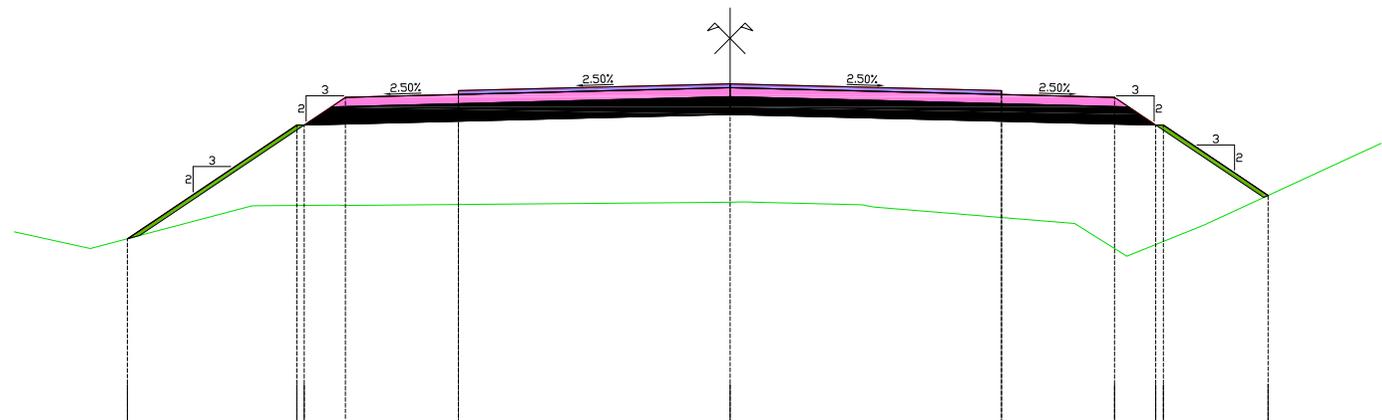
Altitudes TN	444.13 444.14 444.14	443.86	444.20	444.43	444.51	444.62	444.66 444.66 444.66	444.48	444.44	444.14 444.14 444.13	444.03
Distances à l'axe TN	-13.76 -13.23 -13.17	-12.17	-9.09	-7.48	-5.85	-1.75	-0.06 -0.02 0.00	6.11	7.99 8.00	10.66 10.68 10.90	13.48
Altitudes Projet		443.93 443.93 443.93	444.71 445.21 445.20	445.17	445.48 445.49 445.48	445.35 445.48 445.49	445.37 445.37 445.35	445.12	445.07 445.21 444.93	444.71 444.71 444.12	444.12
Distances à l'axe Projet		-12.26 -11.62 -11.54	-10.37 -10.04 -9.87	-7.87	-0.67 -0.64 -0.50	0.00 0.00 0.67	7.87	9.87 10.04 10.37	11.26 11.34 11.98		
Distances partielles Projet		0.64	1.17	2.00	7.20	0.50 0.50	7.20	2.00	0.88	0.64	
Distances à l'axe Arase		-12.26 -11.62 -11.54	-10.37			0.00		9.87 10.37	11.26 11.34 11.98		
Altitude Arase		443.93 443.93 443.93	444.71			444.97		444.72 444.71	444.12 444.12 444.12		

Axe : Axe
 Profil n°: P286
 Abscisse : 6475.00 m
 Echelle des longueurs : 1/100

ANCIENTE COUCHE DE BASE AMÉLIORÉ AU CIMENT Echelle des altitudes : 1/100
 BB
 GB3
 TERRE VEGETALE

Dévers Gauche 2.50 %
 Dévers Droite -2.50 %
 X= 351438.64
 Y= 1231585.56
 Gisement : 38.34 gr

PC : 416.00 m



Altitudes TN		-9.49	418.51		-8.48	418.29		-6.34	418.85	-6.32	418.85		-5.19	418.86		-0.00	418.90		0.18	418.90		0.70	418.89		1.76	418.86		1.78	418.86		1.81	418.85		1.91	418.83		4.57	418.61		5.24	418.20		5.26	418.19		6.31	418.60		6.34	418.62		8.64	419.67
Distances à l'axe TN		-9.49	418.51		-8.48	418.29		-6.34	418.85	-6.32	418.85		-5.19	418.86		-0.00	418.90		0.18	418.90		0.70	418.89		1.76	418.86		1.78	418.86		1.81	418.85		1.91	418.83		4.57	418.61		5.24	418.20		5.26	418.19		6.31	418.60		6.34	418.62		8.64	419.67
Altitudes Projet						418.41					419.91		419.91		420.28		420.45																					420.36		420.31			420.28			419.91		419.91			418.99		
Distances à l'axe Projet						-7.99					-5.75		-5.65		-5.10		-3.60		-0.00																	3.60		3.60			5.10		5.65		5.75		7.14		7.14				
Distances partielles Projet											2.25		0.55		1.50																							1.50		0.55		1.39											
Distances à l'axe Arase						-7.99					-5.75		-5.65		-5.10		-3.60		-0.00																				5.10		5.65		5.75		7.14		7.14						
Altitude Arase						418.41					419.91		419.91		420.28		420.45		420.05																				419.93		419.91		419.91		418.99		418.99						

I. DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE[5]

II.1. Estimation du trafic

Le volume du trafic affecté au projet résulte de l'organisation de la campagne d'enquêtes de trafic par le Consultant du 30 octobre au 05 novembre 2017. Il est composé du trafic normal et du trafic induit. Ce volume global attendu à la mise en service de la route à l'horizon 2022, exprimé en véhicules à quatre roues et plus, est de 1284 pour la section Bobo-Dioulasso-Orodara.

Le tableau du volume moyen journalier annuel normal et induit se présente comme suit :

Secti ons	1- Véh icul e Part iculi er	2- VTT	3- Cam ion- nette	4- Mini -bus	5- Auto - car- Bus	6- Cam ion 2 Essie ux	7- Cam ion 3 Essie ux	8- Cam ion Arti cule	9- Cam ion Semi - Arti cule	Total VL+ PL	Poid s lour d
01- Bobo - Orod ara											
Trafi c norm al	341	36	200	158	93	81	17	19	93	1 038	303
Trafi c indui t	90	10	51	32	17	16	3	4	22	246	63
-	431	46	251	190	110	97	20	23	115	1	366

Traffic normal+induit										284	
Taux de croissance du trafic											
-2022 - 2026				6,1%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%			
-2027 - 2031				8,0%	6,2%	6,2%	6,2%	6,2%			
-2032 - 2036				7,5%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%			
Taux unique sur la période d'analyse				7,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%			**6,0

A la mise en service prévisionnelle du projet le trafic est évalué à 411 PL /jour dans les deux sens. Ne connaissant pas la répartition du trafic par voie, le trafic poids lourd à prendre en compte est le trafic total poids lourds des deux sens, multiplié par 0,5 tel qu'indiqué dans la norme NF P 98-082 pour les chaussées de largeur supérieure ou égale à 6 mètres.

Les données de calcul de trafic cumulé poids lourds

- TMJA : 206 PL/ sens
- Durée de service : 20 ans
- Taux d'accroissement géométrique : 6%
- Année de mise en service : 2025
- Essieu de référence : Essieu de 13 tonnes

Tableau 10 : Trafic poids lourds cumulé à l'horizon 2042

ANNEES	Calcul trafic moyen journalier	Calcul trafic PL cumulé
	$t_n = t_1 \times (1+i)^{n-1}$	$N=365 \sum t_n = 365 t_1 [(1+i)^n - 1]/i$
2022	366	
2042	1107	4 914 187

Le trafic dimensionnant $NE = N \times CAM \times \text{coef répartition transversale} = N \times 1 \times 0,5$

Soit $NE = 4914187 \times 1 \times 0,5 = 2,457093289.10^6$ PL. **Soit un trafic T3.**

II.2. Caractéristiques géotechniques du sol de plateforme et région

Le choix du CBR se fera d'après les résultats des campagnes de reconnaissance et des essais de laboratoire. Les essais réalisés sur le sol de plateforme ont donné des valeurs de CBR comprises entre **24** et **88**. On ne prendra systématiquement en compte pour le dimensionnement la plus faible valeur obtenue sur une section considérée comme homogène, mais celle se rapprochant le plus de la valeur la plus fréquente qui est de 24. Ainsi notre sol de plateforme est donc de classe S4. Les résultats des essais géotechniques sont présentés à l'annexe 7 page VI.

II.3. Prédimensionnement avec la méthode CEBTP et choix de la structure de chaussée

Nous allons utiliser le manuel de renforcement des chaussées souples en pays tropicaux vu qu'il s'agit d'une réhabilitation. Ce manuel propose des structures de chaussées déjà calculées en fonction du niveau de trafic et de l'indice de qualité Q_i de la chaussée.

Pour un trafic T3, le tableau ci-dessous présente le récapitulatif des épaisseurs de renforcement obtenu selon la nature des matériaux graveleux latéritiques naturels ou graveleux latéritiques ciment en couche de base :

Tableau 11 : choix de la structure par la méthode CEBTP

Indice de qualité Q_i	Structure de renforcement sur support bicouche (manuel de renforcement des chaussées souples)
Q3	5 cm BB / 22 cm GLC
Q4	5 cm BB / 25 cm GLC ou 5 cm BB / 12 cm GB
Q5	5 cm BB / 28 cm GLC ou 5 cm BB / 15 cm GB

Source : Manuel pour le renforcement des chaussées souples en pays tropicaux (CEBTP - LCPC – édition Mai 1985)

Commentaire : Pour un indice de qualité Q4 car nous avons opter pour un renforcement pour les raisons suivantes : la route depuis sa mise en service en 1999 a aujourd'hui (2023) a dépassé la durée de vie de 15 ans pour laquelle elle a été construite sans aucun entretien périodique et au regard du trafic estimé pour les 20 prochaines années, le renforcement de la route est indispensable et pour cela nous avons comme proposition de la structure de renforcement 5cm de béton bitumineux, 25 cm de graveleux latéritique amélioré au ciment ou 5 cm de béton bitumineux et 12cm de grave bitume de classe 3.

Comme rappelé plus haut, pour un niveau de trafic supérieur ou égal T3 ($\geq T3$), le renforcement en matériaux non traités n'est pas recommandé.

On notera aussi que l'utilisation d'un matériau naturel (GNT) en couche de base n'est pas recommandée pour des niveaux de trafics supérieurs à T3 avec la méthode rationnelle française de dimensionnement mécanique des chaussées. Par conséquent, le recours à la litho stabilisation pour la couche de base en renforcement ne peut pas être justifié au regard du trafic.

II.4. Vérification du dimensionnement avec le logiciel Alizé LCPC

La vérification avec le logiciel Alizé LCPC permet l'optimisation de la structure.

Dans le cadre de cette étude, nous utiliserons les relations que propose le guide de dimensionnement pour passer du CBR au module de déformations pour les graveleux latéritiques naturels ou traités au ciment.

Les données d'entrée pour la vérification de la structure de chaussée sont les suivantes :

- Trafic journalier en 2025 : 183 PL/J
- Durée de vie de la chaussée : 20ans
- Interface BB-GB : collée
- Interface GB-GLC : collée
- Interface GLC-sol : collée

II.5. Classe de portance de la plateforme

On a un sol support de type PF3

II.4.1. Résultats des calculs retenus par Alizé LCPC

Après vérification sur le logiciel Alizé nous avons retenu la solution suivante dont la note de calcul est ci-dessous :

- **5cm de béton bitumineux ;**
- **12cm de grave bitume de classe 3 ;**
- **23cm de graveleux latéritique amélioré au ciment à 2.5%.**

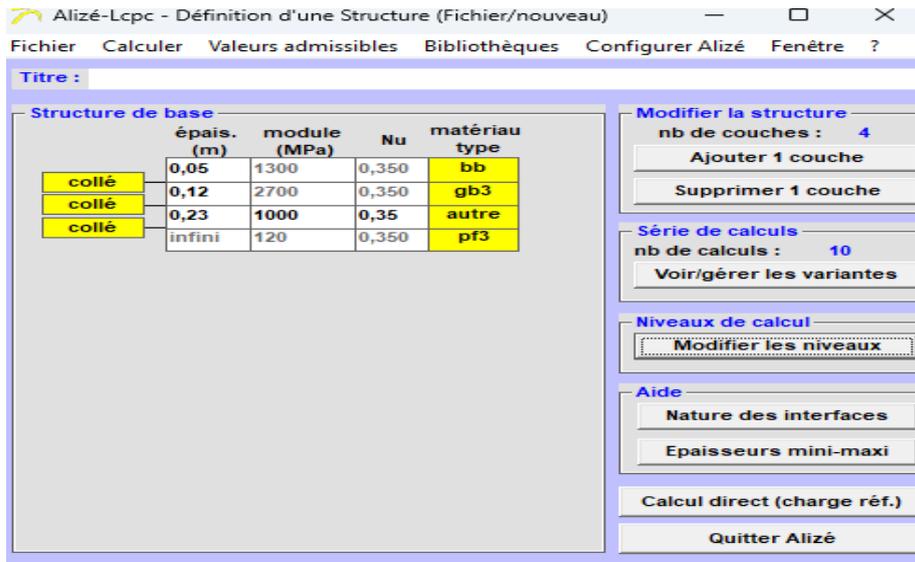


Figure 8 : Structure de la chaussée sur le logiciel Alizé

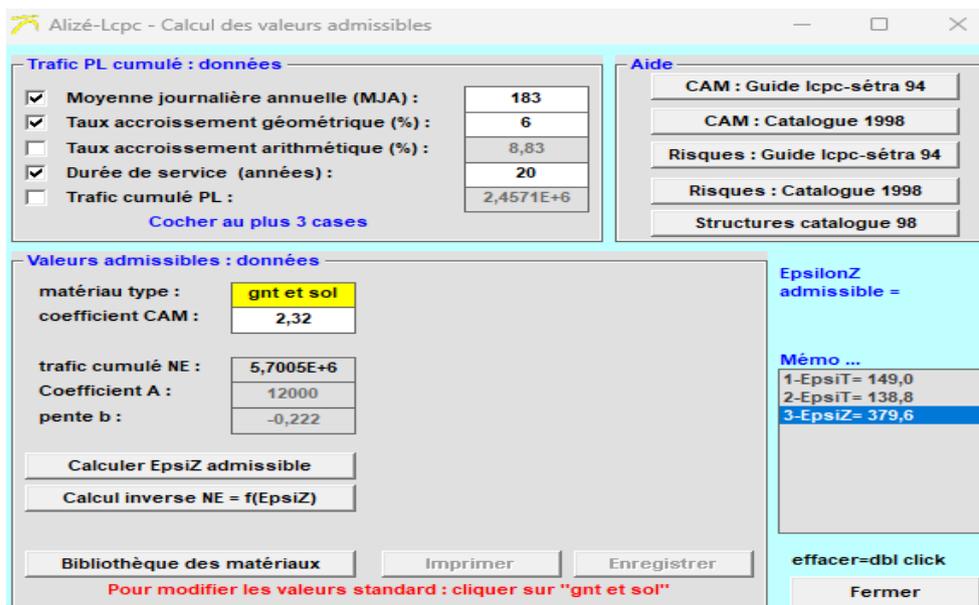


Figure 9 : Calcul des contraintes et déformation admissible sur le logiciel Alizé

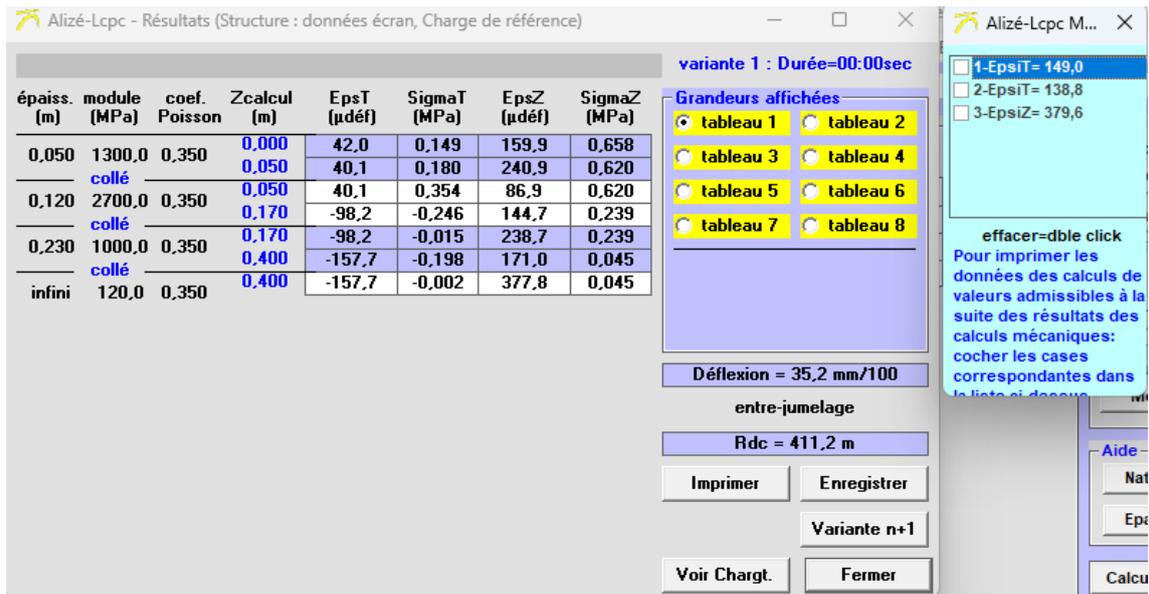


Figure 10 : Résultat fournis par le logiciel Alizée LCPC

Tableau 12 : Récapitulatif vérification des contraintes et déformations

Couche	Valeurs admissibles		Valeurs obtenues		Observations
	ϵ_{zadm} (μ déf)	ϵ_T (μ déf)	ϵ_z (μ déf)	ϵ (μ déf)	
Roulement (BB)	-	149.0		42.0	Condition vérifiée
Base (GB3)	-	138.8		98.2	Condition vérifiée
Fondation en GLC	379.6	-	238.7	-	Condition vérifiée
Plateforme	379.6		377.8		

Les résultats obtenus montrent que les déformations et contraintes admissibles sont vérifiées pour toutes les couches pour une durée de vie de 20 ans.

II. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE[6]

III.1. Données générales

Des données cartographiques et pluviométriques ont été rassemblées par le Consultant dans le cadre de cette étude. Elles sont présentées et analysées dans ce paragraphe.

III.2. Données pluviométriques

Les données pluviométriques des stations de Bobo-Dioulasso et Orodara ont donc été acquises par le Consultant dans le cadre du projet. Les séries de données vont de :

- 1987 à 2016 pour la station de Bobo-Dioulasso, soit trente (30) années d'observations ;
- 1987 à 2016 pour la station de Orodara, soit trente (30) années d'observations avec cependant trois (03) années manquantes (2004, 2010 et 2011) pour la série des pluies maximales et cinq (05) années manquantes (2004, 2005, 2008, 2010 et 2011) pour la série de totaux annuels.

Les variables pluviométriques qui nous intéressent sont les totaux annuels ainsi que les maximales journalières de chaque année. Ces données sont présentées et analysées dans les paragraphes qui suivent.

III.2.1. Pluie annuelle à la station de Bobo-Dioulasso

Les totaux pluviométriques annuels enregistrés à la station de Bobo-Dioulasso sont présentés à la figure 4. L'analyse de la série de données montre que la moyenne interannuelle des 30 dernières années est de 1027 mm. L'année 1995 a été la plus pluvieuse des trente années d'observation disponibles. On a enregistré un total de 1 285 mm de pluie. La figure de pluie totale annuelle à la station de Bobo-Dioulasso sur la période de 1987-2016 est présenté à l'annexe 3 a la page III.

III.2.2. Pluie maximale annuelle

Une des variables pluviométriques importantes dans les calculs hydrologiques est la pluie maximale journalière enregistrée au cours de l'année. Comme indiqué plus haut, le Consultant s'est procuré ces données auprès de la Direction nationale de la météorologie du Burkina Faso. Elles sont présentées à l'annexe 4 à la page IV.

III.3. Ajustement statique des pluies maximales annuelles

III.3.1. Choix de la loi d'ajustement

Des ajustements statistiques ont été opérés sur les séries des pluies maximales journalières à l'aide du logiciel HYFRAN PLUS. Pour ce type de données, la Loi de Gumbel (loi de doublement exponentielle) a été retenue pour l'estimation de la pluie maximale annuelle pour différentes périodes de retour.

Les trois méthodes ci-après ont été testées pour l'estimation de la loi de Gumbel : la méthode du maximum de vraisemblance corrigée, la méthode des moments, la méthode des moments pondérés.

III.3.2. Résultats des ajustements statiques

Le récapitulatif des résultats obtenus lors de l'ajustement de la série des pluies maximales journalières de la station de Bobo-Dioulasso. Les détails des résultats sont présentés au tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Récapitulatif des résultats obtenus lors de l'ajustement

Période de retour T (année)	q = F(X) (probabilité au non- dépassement)	XT = Pluie maximale journalière (mm)		
		Méthode du maximum de vraisemblance corrigée	Méthode des moments	Méthode des moments pondérés
100	0.99	123	122	124
50	0.98	113	113	114
20	0.95	100	99.9	101
10	0.9	90.5	90.2	91

Les résultats de l'estimation de la pluie maximale journalière par les méthodes du maximum de vraisemblance corrigée et celle des moments sont inférieurs à ceux obtenus avec la méthode moments pondérés. Pour des raisons de sécurité, nous adopterons les valeurs d'ajustement obtenues par la méthode des moments pondérés.

Ainsi, la pluie maximale journalière décennale sera de 91 mm et la centennale sera prise égale à 124 mm.

La figure des ajustements statiques de la station de Bobo-Dioulasso est présentée à l'annexe 5 page IV.

III.3.3. Période de retour

Les périodes de retour à considérer pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques du projet sont les suivants :

- T=100 ans pour les ponts et les grands ouvrages d'art ;
- T= 10 ans pour dalots et les ouvrages d'assainissement (dalots, caniveaux, collecteurs, etc.).

III.4. Délimitation des bassins versants

III.4.1. Identification des bassins versants

Les bassins versants ont été identifiés à l'aide du logiciel Global mapper. La figure des bassins versants se présente comme suit :

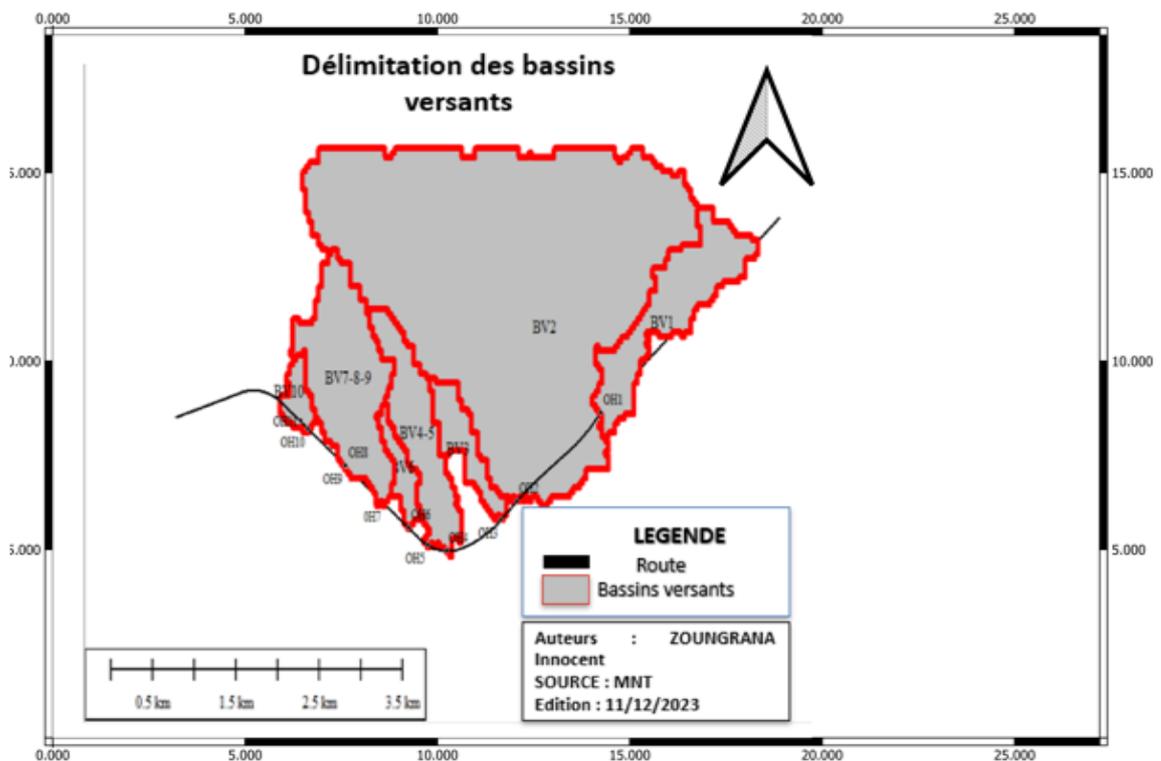


Figure 11 : Délimitation des bassins versants

III.4.2. Caractéristique des bassins versants

Tableau 14 : Caractéristiques des bassins versants

Bassins versants	Surface (Km ²)	Périmètre	Pente (m/m)	Elévation max (m)	Elévation minimale (m)
BV1	1,094	7,459	0,01238	458,26	424,74
BV2	11,901	22,308	0,01005	467,59	412,43
BV3	0,2366	3,022	0,02078	420,01	407,36
BV4	0,881	6,78	0,01523	444,85	410,71
BV5	0,881	6,78	0,01523	444,85	410,71
BV6	0,2395	3,152	0,02599	432,38	411,26
BV7	1,414	7,341	0,01699	449,49	422,67
BV8	1,414	7,341	0,01699	449,49	422,67
BV9	1,414	7,341	0,01699	449,49	422,67
BV10	0,1398	1,699	0,04839	439,62	431,48
BV11	0,1398	1,699	0,04839	439,62	431,48

Tableau 15 : Estimation des débits des bassins versants avec la méthode rationnelle

Méthode rationnelle											
Désignation	Superficie	Altitude maximale	Altitude minimale	Longueur hydraulique	Dénivelée	Temps de concentration	Coefficient de Montana		Intensité de pluie	Coefficient de ruissellement	Débit
	S	Alt max	Alt min	L	H	Tc	a	b	i	c	Q10
Unité	Km ²	m	m	m	m	min	-	-	mm /h	%	m ³ /s
BV1	1,094	458,26	424,74	3,41	33,74	53,56	8,9	-0,56	82,71	30	7,55
BV 3	0,2366	420,01	407,36	1,33	12,65	21,36	8,9	-0,56	49,42	30	0,98
BV4	0,881	444,85	410,71	3,11	34,14	46,09	8,9	-0,56	76,03	30	5,59
BV5	0,881	444,85	410,71	3,11	34,14	46,09	8,9	-0,56	76,03	30	5,59
BV6	0,2395	432,38	411,26	1,41	21,12	20,43	8,9	-0,56	48,21	30	0,96
BV7	1,414	449,49	422,67	3,23	26,82	45,60	8,9	-0,56	75,58	30	8,91
BV8	1,414	449,49	422,67	3,23	26,82	45,60	8,9	-0,56	75,58	30	8,91
BV9	1,414	449,49	422,67	3,23	26,82	45,60	8,9	-0,56	75,58	30	8,91
BV10	0,1398	439,62	431,48	0,71	8,14	9,58	8,9	-0,56	31,54	30	0,35
BV11	0,1398	439,62	431,48	0,71	8,14	9,58	8,9	-0,56	31,54	30	0,35

Tableau 16 : Estimation des débits des bassins versants avec la méthode ORSTOM

Méthode ORSTOM											
Désignation	Superficie	Altitude maximale	Altitude minimale	Longueur hydraulique	Dénivelé	Coefficient d'abattement	Coefficients de Montana		Intensité de pluie	Coefficient de ruissellement	Débit
	S	Alt max	Alt min	L	D	A	a	b	i mm/h	c	Q10
Unité					H					%	
BV2	11,901	467,59	412,43	9,96	55,16	0,87322528	8,9	- 0,56	8236,620	30	14,15

III.5. Prédimensionnement des ouvrages hydraulique : dalots[7]

Tableau 17 : Prédimensionnement des ouvrages hydrauliques : dalots

Bassins versants	BV1	BV2	BV3	BV4-5	BV6	BV7-8-9	BV10-11
Débit de projet Q10 (m3/s)	7,55	14,15	0,98	5,59	0,96	8,91	0,35
Débit réels	18,00	36,00	4,00	20,00	4,00	24,00	4,00
Pesanteur g(m²/s)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
Vitesse admissible Vadm(m/s)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Nombre de cellules	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
Débit par cellule (m3/s)	3,78	4,72	0,98	5,59	0,96	4,46	0,35
Hauteur du dalot D(m)	1,50	1,50	1,00	2,00	1,00	2	1,00
Largeur d'une cellule B(m)	1,50	2,00	1,00	2,50	1,00	2,50	1,00
1. Calcul de la profondeur d'eau en amont							
Débit réduit Q*	0,31	0,29	0,22	0,18	0,22	0,14	0,08
Hauteur réduite H* (abaque 77 du BCEOM)	0,90	0,82	0,68	0,66	0,68	0,61	0,43
Profondeur d'eau en amont H1(m)	1,35	1,23	0,68	1,32	0,68	1,22	0,43
Vérification (H1/D\leq1,25)	Verifié						
2. Pente critique							
Débit réduit Q*' 	0,44	0,27	0,31	0,18	0,31	0,14	0,11
Pente critique réduite Ie (abaque 82 du BCEOM)	3,40	3,10	3,00	2,70	3,00	2,68	2,60
Coefficient de rugosité K	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00
Pente critique Ic	0,006490845	0,005918123	0,006556026	0,004683169	0,006556026	0,005727216	0,005681889
3. Vitesse de sortie							
Débit réduit Q***	0,24	0,14	0,18	0,11	0,18	0,08	0,07
Vitesse réduite V* (abaque 84 du BCEOM)	0,39	0,37	0,38	0,36	0,38	0,31	0,29
Vitesse de sortie V (m/s)	2,76	3,03	2,06	3,04	2,06	2,61	1,46
Verification de la vitesse	Vitesse vérifié						
Section retenue	2x1,5x1,5	3x2x1,5	1x1x1	1x2,5x2	1x1x1	2x2,5x2	1x1x1

Tableau 18 : Récapitulatif des sections retenues

Bassins versants (BV)	Q (m ³ /s)	Type d'ouvrage	Section (cm ²)	Section existante
BV1	7,55	Dalot	2x1,5x1,5	2x1,5x1
BV2	14,15	Dalot	3x2x1,5	4x2,5x1,5
BV3	0,98	Dalot	1x1x1	1x1,5x1
BV4	5,59	Dalot	1x2,5x2	1x1,5x1
BV5	5,59	Dalot	1x2,5x2	1x1,5x1
BV6	0,96	Dalot	1x1x1	1x1,5x1
BV7	8,91	Dalot	2x2,5x2	2x1,5x1
BV8	8,91	Dalot	2x2,5x2	2x1,5x1
BV9	8,91	Dalot	2x2,5x2	2x1,5x1
BV10	0,25	Dalot	1x1x1	1x1x1
BV11	0,25	Dalot	1x1x1	3x1,5x1

NB : L'analyse des résultats montre que sur 11 dalots dimensionnés, nous avons 06 dalots à remplacer car la section calculée est supérieure à la section de l'ouvrage existant.

III.6. Calcul des sections hydrauliques des caniveaux

III.6.1. Débits de dimensionnement des caniveaux

Pour tenir compte des impacts des changements climatiques les débits seront majorés de 20%.

Tableau 19 : Débits de dimensionnement des caniveaux

A	J	C	Q	Qmajoré
7,4638	0,0101	0,85	1,4135	1,6962
19,98	0,0101	0,85	3,1075	3,729
10,767	0,0082	0,85	2,981	3,5772
6,3364	0,0082	0,85	1,8177	2,1812
12,766	0,0072	0,85	2,029	2,4348
5,7614	0,0072	0,85	1,074	1,2888

III.6.2. Section hydraulique des caniveaux

Pour une section hydrauliquement favorable

Tableau 20 : Détermination des sections hydrauliquement favorables

Q (m ³ /s)	Pente(m/m)	Section théorique		S (m ²)	P (m)	Rh (m)	V (m/s)	$K_s \times S \times R_h^{\frac{2}{3}}$ (1)	$\frac{Q}{\sqrt{I}}$ (2)	(1)-(2)	Revanche (m)	Section retenue	
		b (m)	y (m)									b (m)	y (m)

ACTUALISATION DE L'ETUDE TECHNIQUE EN VUE DE LA REHABILITATION DE LA RN8 BOBO-DIOULASSO-ORODARA SUR UN TRONCON DE 7,2Km AU BURKINA FASO

1,6962	0,0101	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	1,70	32,21	16,88	15,33	0,38	1,00	1,00
3,729	0,0101	1,200	1,200	1,440	3,600	0,4	2,59	52,38	37,10	15,27	0,43	1,20	1,20
3,5772	0,0082	1,200	1,200	1,440	3,600	0,4	2,48	52,38	39,50	12,87	0,43	1,20	1,20
2,1812	0,0082	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	2,18	32,21	24,09	8,12	0,39	1,00	1,00
2,4348	0,0072	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	2,43	32,21	26,89	5,32	0,40	1,00	1,00
1,2888	0,0072	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	1,29	32,21	15,18	17,02	0,36	1,00	1,00

➤ Localisation des ouvrages

Tableau 21 : Récapitulatif des ouvrages longitudinaux

Longueur	PK début	PK fin	Droite	Gauche
1060	0+800	1+275	100x100	100x100
4020	1+300	5+337,5	120x120	120x120
218	5+532	5+750	120x120	120x120
300	5+750	6+050	100x100	100x100
475	6+050	6+525	100x100	100x100
350	6+525	6+875	100x100	100x100
Totale :	6423 m			

III.7. Dimensionnement en béton armé des dalots

III.7.1. Prédimensionnement

Nous allons procéder à un dimensionnement manuel. Les notes de calcul sont présentées à l'annexe 14 page XV.

Hypothèses de calcul

- Le BAEL 91 modifié 99 ;
- Le Guide de conception des Ponts – cadres et Portiques (SETRA) ;
- Le Fascicule n° 61 (Titre II) concernant les charges d'exploitation.
- Contrainte admissible du sol $\sigma_s = 0,17\text{MPa}$
- Coefficient de poussée de terre $k_a = 0,33$;
- Surcharge sur remblai $q = 10\text{Kn/m}^3$;
- Revêtement bitumineux et étanchéité $\gamma_r = 24\text{Kn/m}^3$.

Caractéristiques des matériaux

Béton

- Classe du béton : C25/35MPa
- Poids volumique du béton armé $\gamma_b = 25\text{ kN/m}^3$;
- Contrainte à la compression à 28jours $f_{c28} = 25\text{MPa}$
- Résistance caractéristique à la traction à 28jours

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28} = 2,1\text{MPa}$$

- Contrainte de calcul à la compression à l'état limite ultime (ELU)

$$f_{bu} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} = 14,17\text{MPa}$$

Avec $\theta = 1$ on a $\gamma_b = 1,5$

- Contrainte limite du béton en compression à l'ELS

$$\sigma_{bc} = 0,6 \times f_{c28} = 15MPa$$

Acier

- Nuance de l'acier : Haute adhérence
- Classe de l'acier : feE400MPa
- Fissuration préjudiciable
- Contrainte

$$\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348MPa, \text{ avec un enrobage de } 3cm$$

- Contrainte limite à l'ELS pour une fissuration jugée préjudiciable

$$\sigma_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max(110\sqrt{f_{t28}} \times \eta; 0,5f_e) \right\} = 201,63MPa \text{ avec } \eta = 1,6(HA)$$

Poids volumique : $\gamma_s = 20kN/m^3$

DALOT DE 2 × 2,5 × 2

D'après le guide de conception SETRA qui traite les ponts cadres et portiques, l'épaisseur est obtenue par l'expression :

$e = \max\left(0,3; \frac{L}{30} + 0,125\right)$	<ul style="list-style-type: none"> • L : la longueur d'une cellule (m) avec L= 2,5m • e : la longueur d'une cellule (m) avec $e = \max\left(0,3; \frac{L}{30} + 0,125\right)$
--	--

$$e = \max\left(0,3; \frac{2,5}{30} + 0,125\right) = \max(0,3; +0,21)$$

$$e = 30cm$$

III.7.2. Evaluation des charges appliquées sur l'ouvrage

Tableau 22 : Evaluation des charges permanentes

N°	Charge	Elément	Désignation	Formule	Application	Résultats (kN/m)
1	Charge permanente	Charge sur le tablier	Poids propre de la dalle	$P_d = \gamma_b \times e_d \times b$	$P_d = 25 \times 0,3 \times 1$	7,5
			Charge de revêtement et étanchéité	$P_r = e \times \gamma_s \times b$	$P_r = 0,05 \times 24 \times 1$	1,2
			Totale charge sur tablier	$P_{t(r)} = P_d + P_r$		8,7
		Remblai piédroits	Poussée de terre P1	$P_1 = k_a \times \gamma_s \times z_1$	$P_1 = 0,33 \times 20 \times 0,3$	1,98
			Poussée de terre P2	$P_2 = k_a \times \gamma_s \times z_2$	$P_2 = 0,33 \times 20 \times 2,3$	15,18
			Surcharge q	$P_q = k_a \times q \times b$	$P_q = 0,33 \times 10 \times 1$	3,3
			Totale charge sur piédroits	$P_{t(t)} = P_1 + P_2 + P_q$		20,46
		Charge sur radier	Poids propre du piédroit	$P_{pd} = \frac{e \times h \times \gamma_b \times b \times 3}{2l_r + 3e}$	$P_{pd} = \frac{0,3 \times 2 \times 25 \times 1 \times 3}{2 \times 2,5 + 3 \times 0,3}$	7,63
			Charge totale sur tablier	Somme des surcharges sur le tablier		8,7
			Poids propre du radier	$P_r = \gamma_b \times e_d \times b$	$P_r = 25 \times 0,3 \times 1$	7,5

			Charge totale des poussées	Somme des charges latérales	20,46
			Totale charge sur Radier		23,83

Tableau 23 : Evaluation des charges d'exploitation

N°	Tablier		Radier	
	ELS	ELU	ELS	ELU
Système A(L)	13,91	18,67	13,91	18,67
Sous-système Bc	24,50	32,87	24,09	32,33
Sous-système Bc-Niger	23,72	31,82	21,69	29,10
Sous-système Bt	105,43	141,45	98,57	132,25
Sous-système Br	112,22	150,56	111,21	149,21
Max (surcharge) (kN//m ²)	112,22	150,56	111,21	149,21

Tableau 24 : Charge totales appliquées

Les parties de l'ouvrage	Charges permanentes (kN/m)	Surcharges d'exploitation (ELS) (kN/m ²)	Charges totales
Tablier	P1 = 8,7	Qmax = 112,22	P'1=P1+ Qmax = 120,92
Piédroits	P3 = 1,98	q = 3,96	P'3 =P3+q= 5,94
	P4 = 15,18		P'4=P4+q= 19,14
Radier	P2 = 23,83	Qmax = 111,21	P'2=P2+Qmax = 135,04

III.7.3. Calcul des sollicitations

Tableau 25 : Résultats du calcul des sollicitations

Sollicitation en kN.m					
M1	M2	M3	M4	M5	M6
42,84	30,76	102,88	31,71	38,64	111,97

Tableau 26 : Valeurs des moments

Barre	Valeurs des moments					
Barre Ai- Ai+1	A1-A2	A2-A3	A3-A4	A4-A5	A5-A6	A6-A1
Appui Ai	42,8	30,7	102,8	31,7	38,6	111,9
Mi-travée	28,4	51,6	51,6	28,4	57	57
Appui Ai+1	30,7	102,8	31,7	38,6	111,9	42,8

III.7.4. Calcul des sections d'armature

Tableau 27 : Choix des sections d'armature pour les dalots

N°	Désignation	Appuis gauche-droit				Travée			
		Acier	St	Acier	St	Acier	St	Acier	St
		As	(cm)	Ar	(cm)	As	(cm)	Ar	(cm)
1	Radier Sup	6HA16	15	4HA12	20	4HA16	15	4HA12	20

	fondation	Inf	6HA20	15	4HA12	20	4HA16	15	4HA12	20
2	Tablier	Sup	6HA16	15	4HA12	20	4HA14	15	4HA12	20
		Inf	6HA16	15	4HA12	20	4HA14	15	4HA12	20
3	Piédroits	Ext	4HA16	15	4HA12	20	4HA16	15	4HA12	20
		Int	4HA16	15	4HA12	20	4HA16	15	4HA12	20

III.8. Dimensionnement en béton armé des caniveaux

Nous allons procéder à un dimensionnement en utilisant les règles du BAEL 91 modifiée 99. Les calculs seront menés par bande de 1 mètre linéaire. La note de calcul est présentée à l'annexe 15 a la page XLIV.

Tableau 28 : Choix des sections d'armature pour les caniveaux

N°	Désignation	Caniveaux de 100x100		Caniveaux de 120x120	
		Armature principale	Armature de répartition	Armature principale	Armature de répartition
1	Radier	HA10 esp 13.50	HA8 esp 20	HA12 esp 12	HA8 esp 20
2	Dalettes	7HA12	HA8 esp 20	9HA12	HA8 esp 20
3	Piédroits	HA10 esp 13.50	HA8 esp 20	HA12 esp 12	HA8 esp 20

III. SIGNALISATION ROUTIERE

Le but de l'étude de signalisation est de constituer l'instrument de communication majeur entre le conducteur et l'infrastructure qu'il emprunte, en lui transmettant les informations nécessaires au bon usage afin de réduire les causes des accidents, de faciliter la circulation et d'identifier les points noirs afin de trouver des solutions. Cela se matérialisera au niveau du projet par la mise en place de dispositifs et d'infrastructures pour les prescriptions, indications et la sécurité des usagers et des riverains.

Cette signalisation est permanente et visible aussi bien de jour comme de nuit.

Il faut veiller à ce que les dispositifs de signalisation routière respectent certains principes qui sont : L'uniformité (interdiction d'utiliser sur la route des signaux non réglementaires), l'homogénéité (l'utilisateur rencontre, dans les situations identiques les panneaux de même valeur et même portée, implantés suivant les règles), la simplicité qui s'obtient en évitant la surabondance des signaux qui fatiguent la tension

de l'usager, lequel tend alors à négliger les indications données ou même ne peut les lire, les comprendre et les enregistrer, la continuité des directions signalées, assurées sur les routes importantes par la coordination effectuée à l'échelon de l'Administration centrale, doit être recherchée sur toutes les autres routes en réalisant localement entre services les liaisons nécessaires, la cohérence (permet d'avoir une signalisation crédible), la valorisation (ne placer que les panneaux jugés utiles), la concentration (regrouper les panneaux sous réserve de ne pas nuire à leur lisibilité), la pose correcte (la qualité de la pose et sa maintenance sont des facteurs essentiels de la crédibilité de la signalisation).

IV.1. Signalisation horizontale

Elle respectera les principes de valeur, de concentration et de lisibilité. Lignes longitudinales : Un marquage au sol sera proposé pour délimiter les voies et justifier l'existence de lignes continues et discontinues. Réticule : étudiez les intersections pour définir les marques nécessaires

IV.2. Signalisation verticale[7]

Sans être exhaustif, il s'agira de mettre en place des panneaux : de danger de type A (virage dangereux, passage d'animaux domestiques et sauvages, traversée de cyclistes et piétons), de prescription de type B (obligations, passage pour piétons, zone de stationnement d'autocars), d'insertions et de priorité de passage de type AB (arrêt obligatoire, priorité de passage pour piéton, cédez le passage), d'indication de type C (parking, passage pour piéton, zone de stationnement d'autocars), des balises (de type j 3 pour la signalisation des ouvrages hydrauliques transversaux, de type j 1 pour les virages relativement peu dégagés, de type j 5 pour les têtes d'îlots directionnels en agglomération notamment aux niveaux des principaux carrefours).

Voir le tableau ci-dessous pour ces différents types de panneaux :

Tableau 29 : Différents type de panneaux

 A1a	Virage dangereux à droite	1	Au PK3+000
 A1b	Virage dangereux à gauche	1	Au PK5+600

 A13a	Endroit fréquenté par les enfants	2	Au PK2+300 et au PK5+025
 A1a	Ralentisseurs de type dos d'âne	2	Au PK2+300 et au PK5+025
 B14	Limitation de vitesse a 50km/h	1	Au PK0+800
 AB	Panneau de stop	17	A chaque intersection
 B33	Fin de limitation de vitesse	1	Au PK5+350
	Succession de virage dont le premier est à droite	1	Au PK3+000
	Succession de virage dont le premier est à gauche	1	Au PK5+600

IV.3. Eclairage public

➤ Principe

L'étude de l'éclairage public vise à analyser la réalisation d'un éclairage adéquat et suffisant des voies à aménager et la disposition d'accessoires indispensables à cet effet. Ceci devra contribuer à : diminuer l'éblouissement dû aux phares de véhicules, remédier à la faible visibilité des voies la nuit et par mauvais temps, la mise en valeur des aménagements, réduire les risques d'accidents de circulation sur ces voies, valoriser les espaces publics.

Le réseau d'éclairage public à construire comportera : des réseaux MT pour le raccordement sur le réseau d'électricité, des postes MT/BT type H61 pour l'alimentation des réseaux d'éclairage public, des canalisations enterrées en câble cuivre pour l'alimentation des luminaires, les réseaux d'éclairage proprement dits qui seront réalisés en candélabres de 6 à 12 m équipés de luminaires type LED.

IV. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL [8], [9]

La présente notice d'impact environnemental et social vise à évaluer les conséquences potentielles d'un projet ou d'une activité sur l'environnement et la société. Elle constitue un outil essentiel pour anticiper, prévenir et atténuer les impacts négatifs, tout en maximisant les bénéfices environnementaux et sociaux.

V.1. Description du projet

Le projet de réhabilitation et de renforcement de la route communautaire CU2a reliant Bobo-Dioulasso à Orodara-frontière du Mali est longue de 130 km. Cette route relie la ville de Bobo-Dioulasso à Koloko à la frontière avec le Mali en passant par Orodara et dessert au total sept (7) communes (Bobo-Dioulasso, Karangasso-Sambla, Kourinion, Orodara, Samogohiri, Kangala, Koloko).

Les conditions de bases demeurent la route existante et les divers ouvrages d'art sur lesquels devraient s'opérer des élargissements et des prolongations. Ces opérations sont susceptibles d'occasionner des impacts négatifs sur l'environnement et le social. Toutefois, animé par le souci de minimiser les impacts négatifs et bonifier les impacts positifs, l'étude a suggéré des solutions de rechange.

Les activités à réaliser dans ce projet concerne les terrassements, le prolongement ou la reconstruction des ouvrages, la réalisation de caniveaux dans les portions de route à la traversée des agglomérations et les ouvertures des emprunts de matériaux (Terre, sable, gravier et massif rocheux).

Dans le cadre de l'élargissement de la voie pour le respect des standards de l'UEMOA, les travaux de terrassement et de construction d'ouvrages vont inévitablement engendrer des abattages d'arbres dans l'emprise de la route et dans les déviations aux endroits des ouvrages ainsi que les déviations conventionnelles pour les travaux sur la chaussée. De même, l'exploitation des zones d'emprunt de terre, des différentes carrières de sable, gravier et roches entrainera des pertes végétales et de faunes ainsi que des pertes de terres et des "compactages" du sol par les engins lourds utilisés. Aux traversées des agglomérations, les travaux vont aussi occasionner des déplacements de kiosques et de boutiques et autres installations commerciales au niveau des marchés et des zones commerciales face à la voie.

V.2. Activité source d'impact sur le projet

Lorsqu'il s'agit d'évaluer les impacts environnementaux et sociaux d'un projet, il est essentiel de comprendre les différentes sources qui peuvent contribuer à ces effets. Ces différentes sources seront identifiées à différente phase du projet.

Tableau 30 : Sources d'impact sur le projet

Activités	Description
Phase préparatoire et travaux	
Préparation du sol	Débroussement-décapage, terrassement, travaux de déviation, travaux d'excavation,
Installation du chantier	Installation de la base vie du chantier
Transport et circulation	Transport de matériel, matériaux, et personnel
Exploitation des emprunts et carrières	Extraction et broyage de matériaux granulaires, fabrication des enrobés
Phase d'exploitation	
Transport et circulation	Transport de matériel, matériaux, et personnel
Gestion des déchets	La gestion des déchets liée à la maintenance de la route
Entretien et réparation de la route et équipement	Entretien de la route, des engins etc.

V.3. Identification des impacts

V.3.1. Impacts négatifs sur le milieu biophysique

➤ Qualité de l'air

Les opérations de décapage et de terrassement sur le site utiliseront des engins lourds qui peuvent générer de la poussière, des polluants atmosphériques et des émissions provenant des travaux de préparation, du transport routier et de la combustion des hydrocarbures.

➤ **Ambiance sonore**

L'exécution des activités de décapage, de terrassement, le transport du matériel et la circulation des engins et véhicules divers engendreront une dégradation de l'ambiance sonore en présence. En effet, le projet s'exécute dans une zone à faibles activités génératrices de bruits dans les traversées des villes ainsi qu'en rase campagne. Le niveau de bruit connaîtra donc une augmentation par rapport aux conditions initiales dans la zone d'influence du projet.

➤ **Sol**

La construction et l'aménagement des infrastructures routières modifieront les propriétés physiques et chimiques du sol, entraînant une réduction du taux d'infiltration de l'eau, une augmentation de l'érosion hydrique et une sensibilité à l'érosion éolienne et hydrique. De plus, il existe un risque de contamination du sol par des produits polluants provenant des bases-vies et des déversements accidentels d'hydrocarbures lors de l'approvisionnement des véhicules de chantier.

➤ **Paysage**

Pendant la phase de préparation, les activités de déboisement, de débroussaillage, de décapage, de terrassement et d'installation du chantier vont modifier de manière réversible la topographie du site du projet.

L'impact visuel au niveau du relief sera perceptible par les populations riveraines. En outre, la modification visuelle du paysage ne sera pas perceptible lorsqu'on s'éloigne du site.

➤ **Eaux de surface**

Les impacts potentiels sur les ressources en eau pendant la phase de préparation se traduiront par les prélèvements pour les différents travaux et la détérioration de la qualité des eaux de surface.

Par ailleurs, les différentes activités de décapage et la mise à nu de surfaces importantes de terrain consécutives à l'abattage d'arbustes peuvent favoriser les problèmes d'érosion des sols qui, par lessivage, vont transporter les particules fines libérées qui peuvent engendrer une pollution des eaux de surface. L'accumulation de ces particules fines au

niveau des cours d'eau pourrait accroître le phénomène d'ensablement déjà manifesté au niveau des plans d'eau de la localité.

V.3.2. Impacts sur le milieu biologique

➤ Végétation

Le décapage des pistes, des voiries et le renforcement de la route existante (RN8) vont occasionner une détérioration et une destruction du couvert végétal (abattage, déracinement des arbres et arbustes). La disparition de certaines espèces à valeur économique ou sociale peut entraîner un manque à gagner pour les populations de la zone en termes de produits de cueillette (fruits, feuilles et fleurs pour l'alimentation ou la pharmacopée).

➤ Faune

Les différentes activités de déboisement, de débroussaillage, de décapage et de terrassement, vont provoquer des nuisances comme le bruit et la poussière pour la faune. Certains groupes d'animaux tels que les oiseaux, les mammifères et les reptiles pourraient être considérés comme des populations animales à plus forte exposition aux incidences potentielles du projet.

Les opérations de décapage et de déblayage qui suivent le déboisement vont entraîner la détérioration des Biotopes animaux, notamment ceux vivant dans des terriers et la faune aviaire.

V.3.3. Impacts sur le milieu humain

➤ Déplacement des infrastructures socio-économiques

L'implantation des infrastructures de la base-vie entraînera le déplacement des infrastructures socio-économiques dans les villes de Bobo-Dioulasso, Orodara. Cet état de fait se fera ressentir pour la RN8 avec l'élargissement en double voies et également au niveau des voiries.

➤ Agriculture et élevage

Le projet n'entraînera pas d'expropriation des terres agricoles ni de zone pastorale, toutefois des portions pouvant atteindre deux mètres (2m) de largeur dans les champs et

vergers seront définitivement retirés au profit dans de la construction des pistes. Les spéculations cultivées sur ces champs sont le maïs et le mil et des arachides.

L'élevage est la deuxième activité économique après l'agriculture dans la zone du projet. Il est de type extensif et est souvent associé à l'agriculture. L'élevage est perçu comme un pourvoyeur de force de travail (traction) pour certaines opérations culturales (labour, sarclage et buttage généralement) et de fumure organique.

➤ **Santé et sécurité**

La section santé traite des impacts des activités de préparation sur la santé des populations affectées par le projet, notamment l'expropriation, le déplacement, la réinstallation et les travaux de préparation. L'arrivée de nombreux travailleurs masculins pourrait entraîner une augmentation de la prostitution, augmentant ainsi les cas d'infection au VIH et autres IST. La composante "sécurité" concerne la sécurité des populations locales et des travailleurs des chantiers, avec des risques d'accidents liés aux activités de décapage, terrassement, circulation des engins et augmentation du trafic dans la zone des travaux.

V.3.4. Impacts positifs

Les travaux (construction des infrastructures routières exploitation des sites d'emprunts) contribueront à la création d'emplois et des activités génératrices de revenus.

➤ **Emploi et niveau de vie**

L'impact du projet sur l'emploi et le niveau de vie des populations dans la zone d'implantation du projet sera positif surtout si les jeunes des villages environnants sont privilégiés pour ce qui concerne les emplois non qualifiés. En effet, la réalisation du projet entrainera la création d'emplois.

De plus, pendant la phase de travaux (construction des infrastructures routières exploitation des sites d'emprunts), on pourrait assister au développement du petit commerce (notamment la vente de nourriture et d'autres biens de consommation), toute chose susceptible d'améliorer le pouvoir d'achat des populations locales et par voie de conséquence leur niveau de vie. L'impact du projet sur le niveau de vie des populations locales pourrait être bonifié par la réalisation d'infrastructures sociocommunautaires et

l'accompagnement dans le développement de nouvelles activités en lien avec la présence de la base de vie.

➤ **Développement des activités économiques**

Le projet générera une augmentation des redevances et des taxes au profit des communes traversées.

V.4. Mesures d'atténuation des impacts négatifs

V.4.1. Milieu physique

➤ **Qualité de l'air et ambiance sonore**

Arroser les chantiers pendant les travaux de construction de la voie d'accès et d'installation des équipements, limiter la circulation des véhicules et engins à l'emprise de la voie d'accès et des aires de travail, réaliser les travaux aux heures normales de travail, donner des consignes relatives à la limitation de vitesse afin de réduire le soulèvement de la poussière, mettre des ralentisseurs sur la route, mettre en œuvre un plan d'entretien des véhicules utilisés pour les travaux dans les bases de vie.

➤ **Le sol**

Limiter au minimum les superficies à déboiser, à décapier et à compacter dans les aires de travaux, afin de limiter l'érosion, sur le site devant accueillir les équipements et les infrastructures, la terre végétale devra être décapée et mise de côté pour être étalée une fois les travaux terminés. Le sol devra ensuite faire l'objet d'une végétalisation et d'une plantation d'arbres, les rejets ou effluents liquides et déchets solides générés durant les travaux devront faire l'objet d'une gestion appropriée. A cet effet, tous les véhicules de travaux seront dans les bases de vie. Les conducteurs des camions transportant les hydrocarbures, lubrifiants et autres produits dangereux devront respecter la réglementation en matière de circulation, notamment la limitation de vitesse, le projet devra disposer d'un plan d'urgence et de matériel de dépollution en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures, de lubrifiants et de produits chimiques.

V.4.1. Milieu humain

➤ **Déplacement des infrastructures socio-économique**

Il faut élaborer un Plan de réinstallation pour accompagner le déplacement des populations impactées par le projet, dédommager les populations affectées par le projet pour la perte de leurs infrastructures de commerce avant le démarrage des travaux, verser des indemnités de déplacement au profit des ménages pour leur permettre de surmonter les premiers moments précédents leur déplacement, compenser la perte des terres agricoles, mettre en œuvre des mesures d'assistance à la réinstallation, appuyer les populations impactées dans la recherche des sites d'insertion de remplacement. La mise en œuvre des mesures d'atténuation permettra de réduire l'importance de l'impact à un niveau mineur.

➤ **Agriculture et élevage**

Privilégier dans la mesure du possible la compensation en espèce de remplacement pour ce qui concerne la perte de champs de cultures, dédommager les personnes possédant des champs situés sur le périmètre du projet avant le démarrage des travaux de préparation du site.

➤ **Santé et sécurité**

Élaborer un programme de santé-sécurité au travail pour les activités d'installation du chantier, prévoir la formation et l'adhésion de tous les travailleurs au programme de sécurité, rendre obligatoire le port des accessoires de sécurité sur les chantiers : casque, bottes de travail, gants ou masques, lunettes protectrices lors de tâches spécifiques, lorsque nécessaire, installer et maintenir en place des panneaux de signalisation adéquats et des clôtures autour des chantiers présentant le plus grand risque d'accident, et ce, pendant toute la durée des travaux, informer et éduquer les populations sur les risques de santé que représentent certains comportements, tel que proposé lors de la préparation. La mise en œuvre de ces mesures permettra de réduire l'importance de l'impact sur la sécurité et la santé à des niveaux négligeables.

➤ **Emploi et niveau de vie**

Privilégier l'emploi de la main d'œuvre locale pour ce qui concerne les tâches ne nécessitant pas de qualifications particulières, accompagner les populations dans le développement d'activités génératrices de revenus en lien avec la présence de la base de vie, formation des jeunes aux métiers porteurs.

V. ETUDE FINANCIERE DU PROJET

L'estimation du coût du projet a été faite sur la base des quantités de matériaux obtenues dans la phase avant-métré, des prix unitaires obtenus à partir du mercurielle-BTP 2023. Ainsi le coût global du projet s'élève à **13 010 118 950 F CFA** soit **1 806 960 965 FCFA le coût d'un kilomètre de route pour notre projet**. Le devis quantitatif et estimatif sont présentés à l'annexe 19 page LXXV. Le récapitulatif des coûts est consigné dans le tableau suivant :

Tableau 31 : Récapitulatif des couts

Section	Désignation des travaux	Montant en F CFA
000	Installation et Repli du Chantier	1 586 107 524
100	Travaux préparatoire	12 600 406
200	Terrassement	1 747 037 110
300	Corps de chaussée	3 046 460 100
400	Assainissement et drainage	964 312 635
500	Ouvrage d'art	946 353 354
600	Signalisation - Divers	15 290 414
700	Mise en œuvre du PGES	31 427 850
800	Eclairage public	599 700 000
TOTAL GENERAL (F CFA)		8 949 289 393
IMPREVUES (10%)		894 928 939
MISSION DE CONTRÔLE ET SURVEILLANCE (7%)		689 095 283
MAITRISE D'OUVRAGE DELEGUE (5%)		492 210 917
MONTANT TOTAL HORS TVA		11 025 524 530
TOTAL TVA (F CFA)		1 984 594 416
TOTAL TTC (F CFA)		13 010 118 950

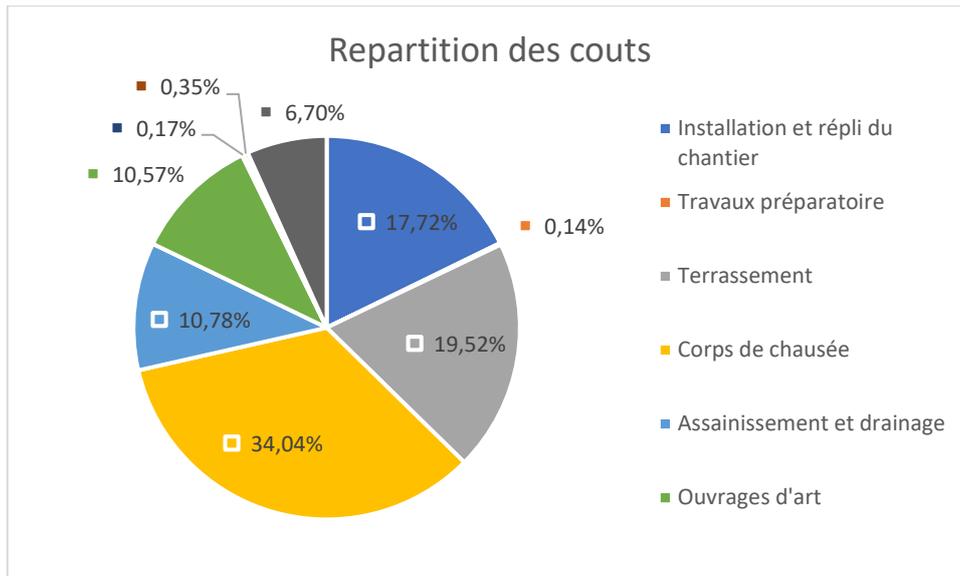


Figure 12 : Répartition des couts

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

La présente étude dans le cadre des travaux de réhabilitation de la RN8 Bobo-Orodara d'un tronçon de 7,2 km avait pour objectif de proposer une revue technique approfondie conforme aux normes de conception et aux exigences du TDR, afin d'évaluer la capacité de la route à répondre aux besoins actuels et futurs. Il ressort de cette étude les résultats suivantes :

- De l'étude diagnostic sur l'état actuel de la route : un renforcement sur tout le tronçon ;
- De l'études du tracé : une route de 2x2 voies avec TPC et avec une vitesse de référence de 100km/h du PK0+800 au PK5+300 et une route de 2 voies du PK5+325 à PK8+000 ;
- Du redimensionnement de la structure : 5cm du BB, 12cm du GB3 et 23 cm de GLC avec un trafic T3 pour une durée de vie de 20ans ;
- Du redimensionnement des ouvrages : 11dalots dimensionnés, nous avons 06 dalots à remplacer car la section calculée est supérieure à la section de l'ouvrage existant ; Un linéaire de 6423 m de caniveau dont les sections ont été calculer avec une période de retour de 10ans,
- Une notice d'impact environnemental et social a été établi.

Un devis estimatif a été établi, présentant un aperçu global sur le montant du projet estimé à **13 010 118 950 F CFA soit 1 806 960 965 FCFA le cout d'un kilomètre de route pour notre projet.**

Toutes ces recherches ont été entreprises dans le but d'assurer que la route nationale ainsi que ces ouvrages remplissent pleinement leur rôle. Néanmoins, il est essentiel de souligner qu'efficacité et la durabilité d'une infrastructure routière ne peuvent être garanties sans entretien adéquat. En ce sens qu'il faut sensibiliser les usagers aux respects de limitation de vitesse et à éviter toute action dommageable, tout en encourageant les autorités à respecter les périodes d'entretien. Et pour cela il faut : Organiser des campagnes de sensibilisation sur l'importance du respect des limitation de vitesse, faire des formations continues pour les conducteurs professionnels, renforcer les contrôles de vitesse et mettre en place des dispositifs de surveillance, mettre en place un calendrier d'entretien régulier et établir un processus de communication clair et transparent entre les organismes en charge de l'entretien des routes et les autorités responsables afin de respecter les périodes d'entretien.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. O. AUTRET et M. G. LIAUTAUD, « Guide renforcement chaussées souples tropicales ». 1985.
- [2] M. O. AUTRET et M. G. LIAUTAUD, « ARP - Guide des Aménagement des Routes Principales ». 1985.
- [3] N. VAN TUU, « BCEOM-HYDRAULIQUE-ROUTIERE ». 1981.
- [4] F. J.M, « Crue et Apport-FAO-54 ».
- [5] S. I. CAMARA, « ÉTUDE TECHNIQUE DÉTAILLÉE DU TRONÇON DE LA VOIE EXPRESS ENTRE LE CARREFOUR KAGBELEN ET LE QUARTIER DE KINDIADI MARCHÉ (6KM) DANS LE CADRE DE PROJET D'ETUDES ET DE VITALISATION DES ITINERAIRES DE DESSERTES ET DE LIAISONS INTER QUARTIERS DES VILLES DE CONAKRY, COYAH ET DUBREKA (GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS) ». Mémoire Master, 2iE, 2023.
- [6] F. K. T. Anderson, « ETUDES TECHNICIQUES DÉTAILLEES DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT ET DE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 25 KILOMETRES LA ROUTE BOCANDA-KOUASSIKOUASSIKRO-ALLANGOUASSOU EN REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE (GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS) », Mémoire Master 2023.
- [7] D. D. KINI, « ETUDE DE FAISABILITE TECHNICO-ECONOMIQUE ET D'AVANT-PROJET DÉTAILLE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE LA ROUTE NATIONALE N°29 (RN29) MANGA-ZABRE – ZOAGA-FRONTIERE DU GHANA (104 KM) : TRONÇON DU PK 9+145,34 AU PK 18+384,14 (GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS) ». Mémoire Master, 2iE, 2016.
- [8] A. D. DIALLO, « ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION DE LA ROUTE NATIONALE ORODARA-MONDON (RN11) LONGUE DE 17KM (GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS) ». Mémoire Master, 2iE, 2017.
- [9] S. T. M. COMPAORE, « ETUDE TECHNIQUE DÉTAILLEE DES TRAVAUX DE BITUMAGE ET DE CONSTRUCTION DE L'INTERCONNEXION DES ROUTES NATIONALES RN01 et RN04 Lot 2 tronçon 1 section1 (PK 0+00 au PK 1+500 (GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS) ». Mémoire Master, 2iE, 2011.

Annexe

ANNEXES 1 : DEFLEXION CARACTERISTIQUE PAR SECTION	III
ANNEXES 2 : COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT	III
ANNEXES 3 : PLUIE TOTALE ANNUELLE A LA STATION DE BOBO-DIOULASSO SUR LA PERIODE 1987-2016	IV
ANNEXES 4 : PLUIE MAXIMALE ANNUELLES A LA STATION DE BOBO-DIOULASSO	IV
ANNEXES 5 : AJUSTEMENT STATIQUE DES PLUIES MAXIMALE ANNUELLES DE LA STATION DE BOBO-DIOULASSO.....	V
ANNEXES 6 : DEFLEXION ET ETAT APPARENT	V
ANNEXES 7 : RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES DE LA COUCHE DE FORME	VI
ANNEXES 8 : RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES DES SITES D'EMPRUNTS.....	VIII
ANNEXES 9 : ABAQUE DE DETERMINATION DU TEMPS DE BASE.....	XI
ANNEXES 10 : DETERMINATION DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT	XI
ANNEXES 11 : DETERMINATION DE H* POUR LE CALCUL DE LA HAUTEUR D'EAU AMONT	XII
ANNEXES 12 : DETERMINATION DE IC* POUR LE CALCUL DE LA PENTE CRITIQUE DES DALOTS	XIII
ANNEXES 13 : DETERMINATION DE V* POUR LE CALCUL DE LA VITESSE DANS LES DALOTS	XIV
ANNEXES 14 : DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES DALOTS.....	XV
ANNEXES 15 : NOTES DE CALCUL DES CANIVEAUX.....	XLIV
ANNEXES 16: LISTINNING DE L'AXE EN PLAN	LXIV
ANNEXES 17 : RESULTATS SOL CIMENT	LXV
ANNEXES 18 : AVANT METRE DU PROJET	LXVI
ANNEXES 19 : DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF	LXXV
ANNEXES 20 : PLAN.....	LXXXI

ANNEXES

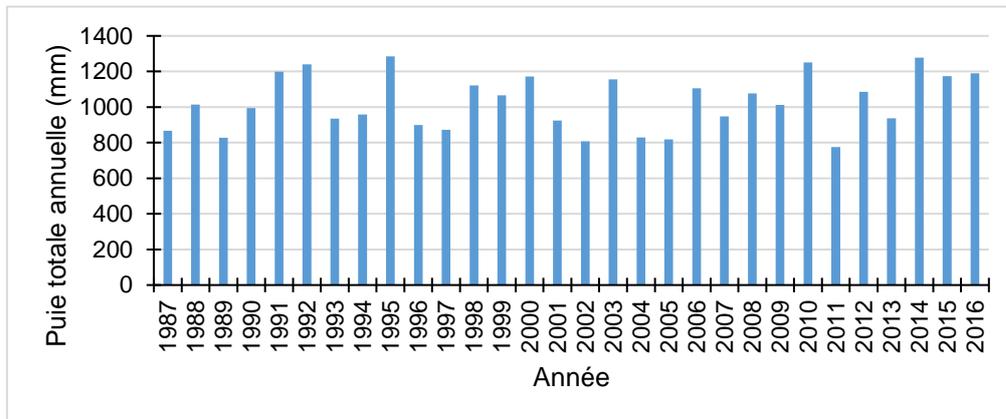
Annexes 1 : Déflexion caractéristique par section

PK début	PK fin	Longueur (km)	Déflexion			
			D ₉₀ (1/100 mm) par section homogène	D ₉₀ < d ₁	d ₁ < D ₉₀ < d ₂	d ₂ < D ₉₀
0,050	1,100	1,050	46	X		
1,100	2,300	1,200	54	X		
2,300	3,450	1,150	77		X	
3,450	3,650	0,200	62		X	
3,650	4,850	1,200	87			X
4,850	6,300	1,450	65		X	
6,300	8,400	2,100	53	X		
8,400	9,400	1,000	71		X	

Annexes 2 : Coefficient de ruissellement

Nature des états de surface	Valeur de C
Zone résidentielle à habitat dense	0.45
Zone résidentielle à habitat peu dense	0.4
Zone résidentielle à habitat éparse (Périphéries agglomérations)	0.35
Rase campagne	0.3

Annexes 3 : Pluie totale annuelle à la station de Bobo-Dioulasso sur la période



1987-2016

**Figure 13 : Pluie totale annuelle à la station de Bobo-Dioulasso sur la période 1987
-2016**

Annexes 4 : Pluie maximale annuelles à la station de Bobo-Dioulasso

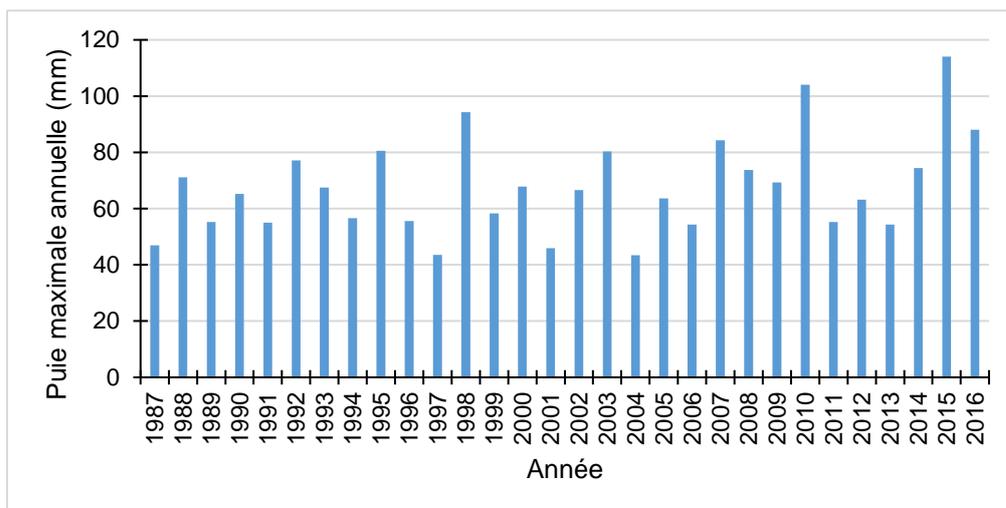


Figure 14 : Pluie maximale annuelles à la station de Bobo-Dioulasso

Annexes 5 : Ajustement statique des pluies maximale annuelles de la station de

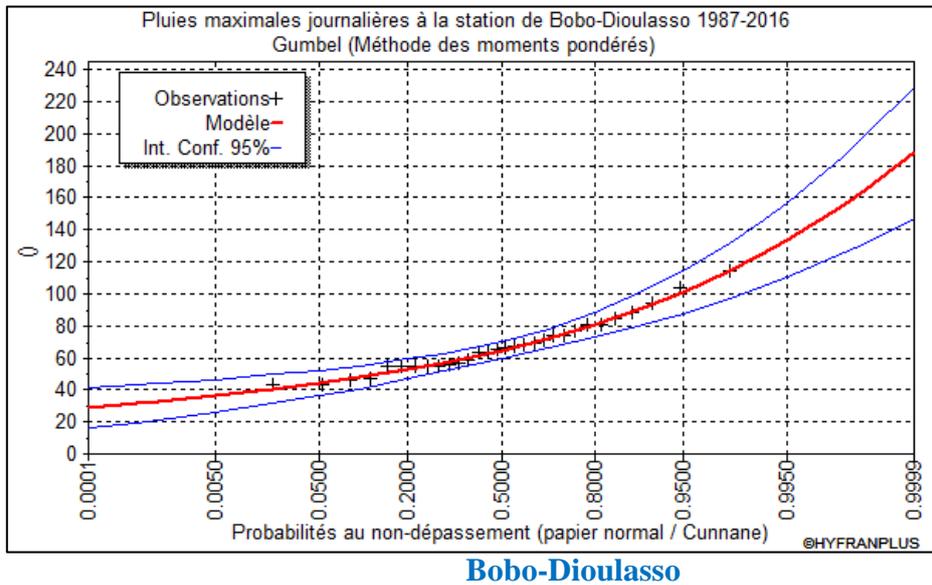


Figure 15 : Ajustement statique des pluies maximale annuelles de la station de Bobo-Dioulasso

Annexes 6 : Déflexion et état apparent

PK début	PK fin	Longueu r (km)	Déflexion				Etat apparent				
			D ₉₀ (1/100 mm) par section homogène	D ₉₀ < d ₁	d ₁ < D ₉₀ < d ₂	d ₂ < D ₉₀	Bon (1)	Déformé non fissuré (2- 3)	Déform é et fissuré (4-7)	Indice de qualité (Qi)	Décision
0,050	1,100	1,050	46	X			X			Q ₁	Entretien
1,100	2,300	1,200	54	X					X	Q ₃	Renforcement
2,300	3,450	1,150	77		X			X		Q ₃	Renforcement
3,450	3,650	0,200	62		X			X		Q ₃	Renforcement
3,650	4,850	1,200	87			X	X			Q ₃	Renforcement
4,850	6,300	1,450	65		X				X	Q ₃	Renforcement
6,300	8,400	2,100	53	X			X			Q ₁	Entretien
8,400	9,400	1,000	71		X		X			Q ₂	Entretien
9,400	12,200	2,800	49	X					X	Q ₃	Renforcement
12,200	13,300	1,100	61		X		X			Q ₂	Entretien
13,300	21,050	7,750	50	X					X	Q ₃	Renforcement

Légende : $d_1 = 60$ 1/100mm $d_2 = 80$ 1/100mm D_c : Déflexion caractéristique

ACTUALISATION DE L'ETUDE TECHNIQUE EN VUE DE LA REHABILITATION DE LA RN8 BOBO-DIOULASSO-ORODARA SUR UN TRONCON DE 7,2Km AU
BURKINA FASO

DATE D'ESSAI	Epaisseur Couche	Sondage	Position	PK	PROCTOR MODIFIE															PORTANCE CBR										HRB	DESIGNATION GEOTECHNIQUE										
					Teneur en eau (%)					Densité sèche					OPM					Densité sèche					Wassal							CBR Immersion					Gonflement (%)				
					1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	w	γd	56	25	10	56	25	10	56	25	10	56	25	10	95%			98%	56	25	10						
06/03/2018	FORME	4	Droite	2+000	4,2	6,3	8,6	10,7	12,8	1,97	2,095	2,18	2,13	2,02	8,6	2,18	2,185	2,08	1,96	8,5	11,8	12,6	14,4	71	50	21	49	61	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	8	Droite	4+000	4,2	6,3	8,6	10,7	12,8	1,94	2,095	2,18	2,13	2,02	8,6	2,18	2,185	2,08	1,96	8,5	12,4	14,6	17	71	50	21	49	61	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	12	Droite	6+000	4,2	6,3	8,6	10,7	12,8	1,97	2,095	2,18	2,13	2,02	8,6	2,18	2,185	2,08	1,96	8,5	11,8	12,6	14,4	71	50	21	49	61	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
13/03/2018	FORME	16	gauche	8+000		6,8	8,7	10,5	11,7		2,10	2,22	2,24	2,11	9,80	2,25	2,3	2,1	2,0	9,8	0	0	0	74	40	25	40	53	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
11/03/2018	FORME	20	gauche	10+000	2,7		5,9	8,3	10,5	2,11		2,33	2,28	2,15	6,50	2,33	2,3	2,2	2,1	6,5	0	0	0	77	59	40	61	73	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	24	Droite	12+000		2,7	3,9	6,5	7,3		2,28	2,36	2,42	2,335	5,60	2,46	2,455	2,34	2,2	5,5	0	0	0	125	65	24	62	96	A-2-4(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	32	gauche	16+000		2,5	4,5	6,7	8,2		2,21	2,38	2,3	5,6	2,405	2,375	2,26	2,16	6,1	0	0	0	161	73	22	88	142	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique												
06/03/2018	FORME	32	gauche	16+000		2,5	4,5	6,7	8,2		2,21	2,38	2,3	5,6	2,405	2,375	2,26	2,16	6,1	0	0	0	161	73	22	88	142	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique												
12/03/2018	FORME	36	Droite	18+000	4,4	5,4	8	9,3	12,2	2,06	2,14	2,28	2,28	2,13	8,50	2,30	2,3	2,2	2,1	8,5	0	0	0	56	42	29	39	46	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
15/03/2018	FORME	40	gauche	20+000		8,9	10,6	12,0	13,5		2,30	2,43	2,38	2,29	10,50	2,19	2,14	2,03	1,94	8,3	0	0	0	68	42	19	40	55	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	44	Droite	22+000		9,8	11,8	13	15		1,94	2,085	2,13	2,05	13	2,13	2,14	2,025	1,92	12,9				63	35	22	35	49	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
07/03/2018	FORME	48	gauche	24+000		8,3	10	12	13,6		1,97	2,13	2,18	2,10	11,90	2,18	2,2	2,1	1,9	21	0	0	0	63	41	19	41	52	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
17/03/2018	FORME	60	gauche	30+000		8,5	9,7	11,4	13,9		2,055	2,18	2,24	2,03	11,5	2,24	2,24	2,145	2,03	11,5				36	25	18	24	31	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	64	gauche	32+000		8,8	10,8	12,7	14,1		1,935	2,03	2,075	2,025	12,70	2,08	2,08	1,97	1,87	12,6	14,7	18,8	20,6	41	24	16	25	32	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	68	Droite	34+000	7,5		12	14,5	16,6	1,99		2,13	2,08	2,00	12,40	2,125	2,135	2,040	1,910	12,5	0	0	0	69	41	20	35	50	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	72	gauche	36+000		9,5	11,6	13,9	15,4		1,815	1,905	1,865	1,8	12,3	1,915	1,93	1,81	1,715	12,3				27	24	18	25	26	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	76	gauche	38+000	7,5		12,2	14,8	16	1,96	2,055	2,165	2,125	2,05	13	2,17	2,16	2,06	1,965	12,9				48	26	16	26	37	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	80	Droite	40+000		8	9,4	11,4	12,9		2,035	2,19	2,24	2	10,8	2,245	2,235	2,135	2,03	10,5				50	28	18	27	40	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
09/03/2018	FORME	84	gauche	42+000		5	7,6	9,3	11,8		2,06	2,27	2,26	2,12	8,30	2,28	2,3	2,2	2,0	8,2	0	0	0	92	55	22	55	72	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
14/03/2018	FORME	88	gauche	44+000	7,9	9,5	11,7	13,8	15,2	1,895	2,005	2,11	2,055	1,975	12	2,11	2,125	1,98	1,9	11,6				40	26	19	28	35	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
08/03/2018	FORME	96	Droite	48+000		7,1	7,8	11,2	14		2,03	2,10	2,26	2,18	11,00	2,26	2,3	2,2	2,0	10,7	14,5	14,8	16,6	69	45	24	40	55	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
08/03/2018	FORME	100	gauche	50+000		7,1	7,8	11,2	14		2,03	2,10	2,26	2,18	11,00	2,26	2,3	2,2	2,0	10,7	0	0	0	69	45	24	40	55	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
10/03/2018	FORME	104	Droite	52+000		9,4	11,5	13,3	16,1		1,99	2,19	2,19	2,00	12,30	2,20	2,2	2,1	2,0	12,3	0	0	0	68	38	25	37	47	A-2-7(0)	Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	112	gauche	56+000	7,5		12	14,5	16,6	1,99		2,13	2,08	2,00	12,40	2,125	2,135	2,040	1,910	12,5	0	0	0	69	41	20	35	50	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											
14/03/2018	FORME	116	gauche	58+000		6,3	9,4	11,3	13		1,97	2,115	2,125	2,04	10,5	2,14	2,16	2,045	1,905	10,5	0	0	0	60	37	21	36	47		Grave argileuse latéritique											
06/03/2018	FORME	120	gauche	60+000		5,7	7,1	9,5	10,6		2,14	2,22	2,17	2,12	11,5	2,23	2,25	2,13	2,03	7,4	0	0	0	36	22	17	24	26	A-2-6(0)	Grave argileuse latéritique											

Annexes 8 : Résultats des essais géotechniques des sites d'emprunts

SONDAGE	PK	NATURE	VOLUME EXPLOITABLE (m3)	DISTANCE MORTE (m)	Analyse granulométrique (passants %)					LIMITES D'ATTERBERG			Proctor modifié		CBR	
					10 mm	5mm	1.6 mm	0.4 mm	0.08 mm	wL	Wp	Ip	wopm	d opm	95%	98%
					EMPRUNT 1	PK 19+700 D	GAL	11 375	395	70	39	26	23	14	41	20
EMPRUNT 1BIS	PK 19+800 D	GAL	14 000	525	83,0	49,0	33	30,0	16,0	38	19	19	6,8	2,10	64	84
EMPRUNT 2	PK 23+500 G	GAL	10 500		70	24	14	14	9	44	24	20	6,4	2,43	95	144
EMPRUNT 3	PK 29+700 D	GAL	12 250	825	67	42	25	23	19	48	25	23	9,0	2,19	64	96
EMPRUNT	PK 29+900	GAL	8 750	195	65,0	38,0	23	20,0	17,0	57	26	31	10,8	2,18	40	58

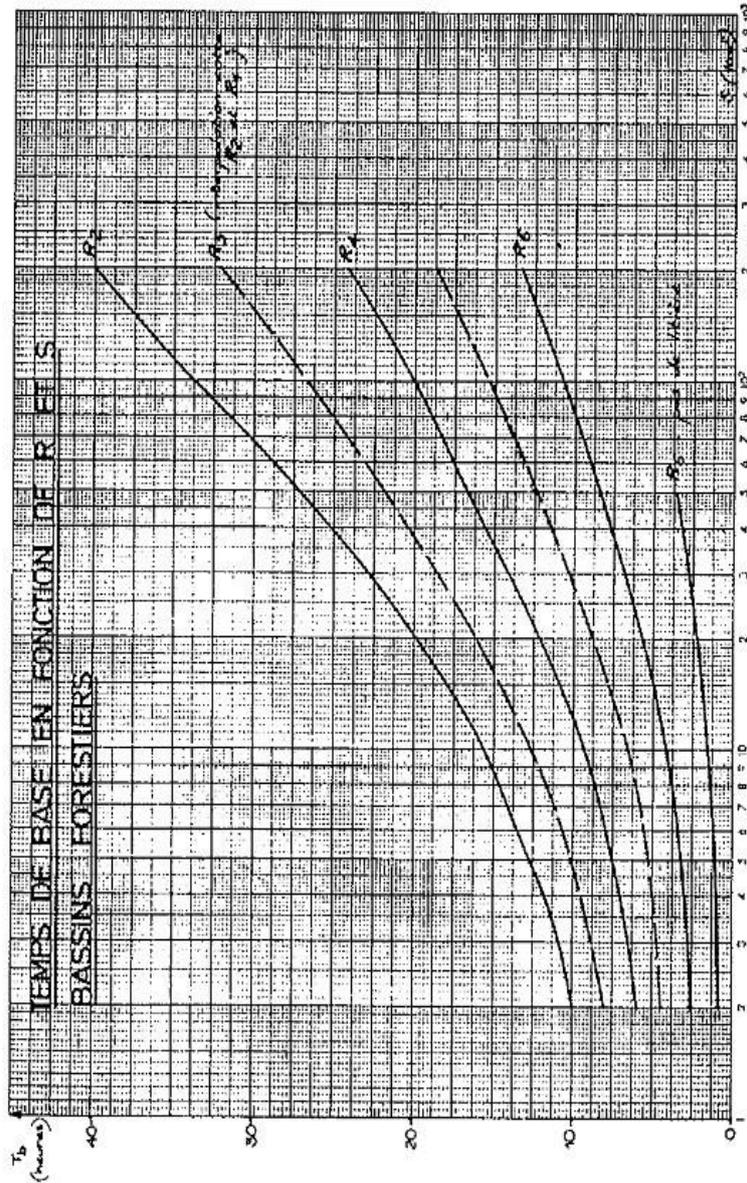
SONDAGE	PK	NATURE	VOLUME EXPLOITABLE (m3)	DISTANCE MORTE (m)	Analyse granulométrique (passants %)					LIMITES D'ATTERBERG			Proctor modifié		CBR	
					10 mm	5mm	1.6 mm	0.4 mm	0.08 mm	wL	Wp	Ip	wopm	d opm	95%	98%
3BIS	D															
EMPRUNT 4	PK 31+850 D	GAL	9 000	200	60	43	34	33	29	59	28	32	11,0	2,04	52	74
EMPRUNT 4BIS	PK 33+800 D	GAL	13 500	750	76	55	32	28	20	48	21	27	9,0	2,19	63	84
EMPRUNT 5	PK 40+900 G	GAL	12 250	650	69	36	16	14	12	49	27	23	9,4	2,17	53	72
EMPRUNT 5BIS	PK 40+900 G	GAL	10 500	1 625	69	38	26	24	12	32	16	16	8,8	2,16	62	86
EMPRUNT	PK 44+580	GAL	13 500	2 100	74	35	23	21	13	35	18	17	8,0	2,24	40	62

SONDAGE	PK	NATURE	VOLUME EXPLOITABLE (m3)	DISTANCE MORTE (m)	Analyse granulométrique (passants %)					LIMITES D'ATTERBERG			Proctor modifié		CBR	
					10 mm	5mm	1.6 mm	0.4 mm	0.08 mm	wL	Wp	Ip	wopm	d opm	95%	98%
					5TER	D										
EMPRUNT 6	PK50+00 D	GAL	10 500	500	87	48	28	25	12	29	15	14	6,0	2,26	86	115
EMPRUNT 7	PK 56+700G	GAL	11 250	1 225	87,0	60,0	37	32,0	16,0	30	17	13	8,0	2,21	52	72
EMPRUNT 8	PK 60+00G	GAL	10 500	1 300	72,0	34,0	27	25,0	14,0	34	19	15	7,2	2,47	69	100
EMPRUNT 9	PK 67+050G	GAL	16 625	100	66,0	37,0	28	23,0	9,0	28	14	14	5,6	2,24	80	116
EMPRUNT 10	PK 78+050D	GAL	17 500	10 050	65,0	41,0	32	30,0	18,0	31	17	15	7,2	2,12	83	102
EMPRUNT 11	PK 78+050D	GAL	10 500	11 160	60,0	31,0	21	20,0	10,0	36	19	17	6,0	2,29	97	140

SONDAGE	PK	NATURE	VOLUME EXPLOITABLE (m3)	DISTANCE MORTE (m)	Analyse granulométrique (passants %)					LIMITES D'ATTERBERG			Proctor modifié		CBR	
					10 mm	5mm	1.6 mm	0.4 mm	0.08 mm	wL	Wp	Ip	wopm	d opm	95%	98%
					EMPRUNT 12	PK 85+00D	GAL	13 500	3 000	71	39	30	28,0	16,0	42	16
EMPRUNT 13	PK 89+100D	GAL	13 500	3 100	69,0	46,0	39	31,0	13,0	27	12	15	5,5	2,09	49	76
EMPRUNT 14	PK 96+150D	GAL	13 500	1 600	72,0	44,0	30	26,0	17,0	41	21	20	9,9	2,10	81	118
EMPRUNT 14BIS	PK 96+150D	GAL	13 500	2 300	73,0	48,0	35,0	33,0	22,0	43	23	20	9,6	2,09	49	68
EMPRUNT 15	PK 104+400D	GAL	12 000	520	81,0	50,0	34,0	30,0	11,0	26	15	11	8,4	1,99	44	62

SONDAGE	PK	NATURE	VOLUME EXPLOITABLE (m3)	DISTANCE MORTE (m)	Analyse granulométrique (passants %)					LIMITES D'ATTERBERG			Proctor modifié		CBR	
					10 mm	5mm	1.6 mm	0.4 mm	0.08 mm	wL	Wp	Ip	wopm	d opm	95%	98%
					EMPRUNT 16	PK 115+700D	GAL	10 500	1 000	69,0	43,0	32,0	25,0	8,0	23	16
EMPRUNT 17	PK 115+700D	GAL	12 000	1 200	87,0	69,0	53	45,0	27	36	19	17	8,2	1,89	24	35
EMPRUNT 18	PK 120+000D	GAL	13 125	900	81,0	46,0	36,0	32,0	14,0	24	15	9	6,0	2,17	72	106
EMPRUNT 19	PK 127+250G	GAL	12 000	950	70,0	43,0	32,0	25,0	9,0	24	16	9	7,2	2,06	54	78

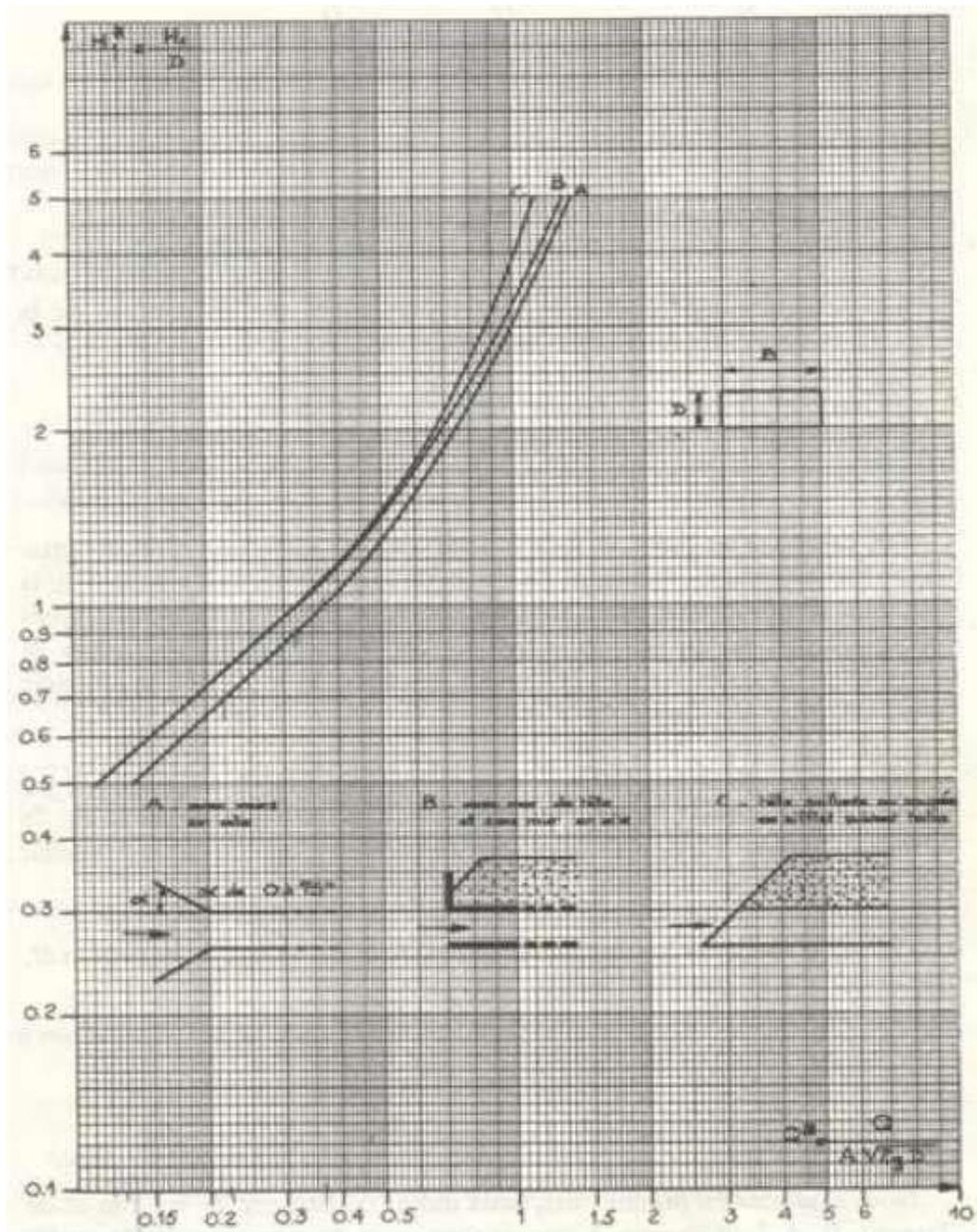
Annexes 9 : Abaque de détermination du temps de base



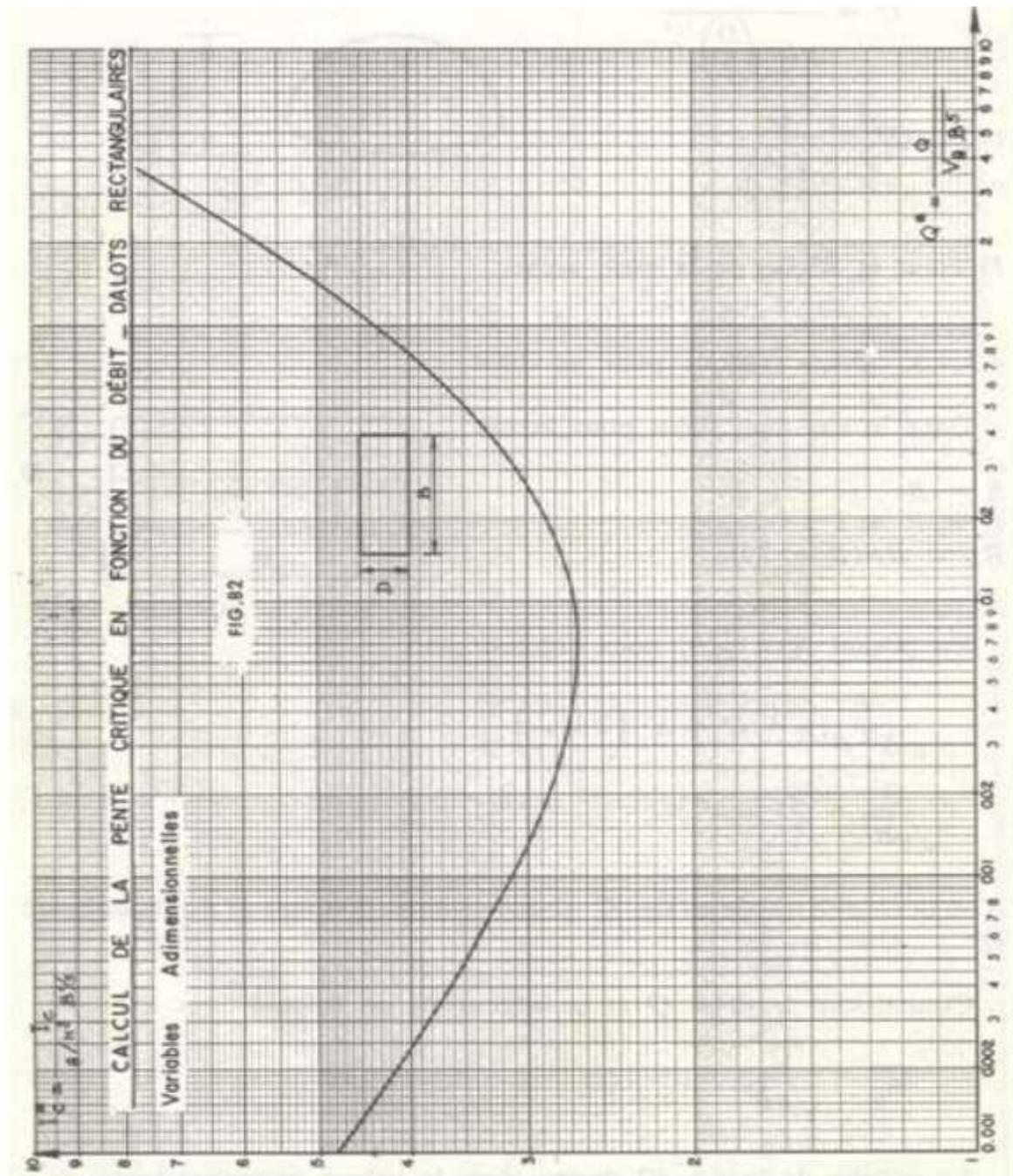
Annexes 10 : Détermination du coefficient de ruissellement

Catégorie	Nature des terrains	Relief	K, (%)
I	Sols argileux imperméables en surface ou à faible profondeur mais présentant alors des phénomènes d'engorgement	R_2 à R_4	58 à 62
	Sous-sols : schistes, amphibolites argilites ou marnes	R_6	70 à 80
II	30 à 60 % de la catégorie I	R_2 à R_6	30 à 40
	Moins de 30 % de la catégorie I	supérieur à R_6	
III	Peu imperméables	inférieur à R_4	20 à 30
	Moins de 30 % de terrains imperméables	R_4	
	Sols perméables en surface et en profondeur	supérieur à R_5	
IV	Bassins perméables homogènes	R_4 - R_5	10 à 16
	Bassins très perméables	supérieur à R_6	
V	Bassins perméables (par exemple : argile à structure grumeleuse, puis microgrenue en profondeur, ...) sans horizon imperméable en profondeur	R_2 à R_4	7 à 10
VI	Très imperméables en surface et en profondeur (sables)	inférieur à R_4	3 à 5

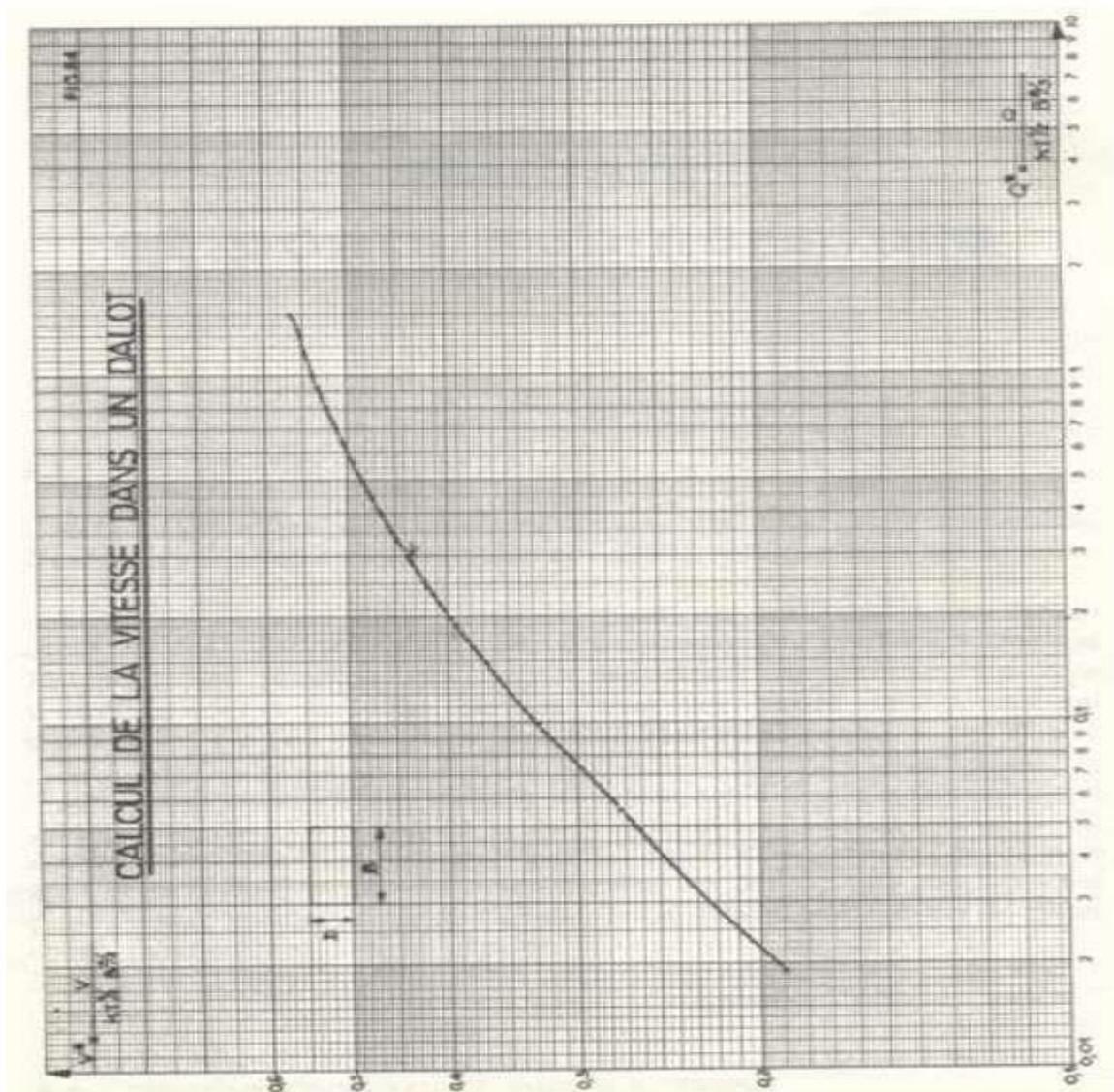
Annexes 11 : Détermination de H^* pour le calcul de la hauteur d'eau amont



Annexes 12 : Détermination de I_c^* pour le calcul de la pente critique des dalots



Annexes 13 : Détermination de V^* pour le calcul de la vitesse dans les dalots



Annexes 14 : Dimensionnement structural des dalots

DALOT DE $2 \times 2,5 \times 2$

Hypothèses de calcul

- Le BAEL 91 modifié 99 ;
- Le Guide de conception des Ponts – cadres et Portiques (SETRA) ;
- Le Fascicule n° 61 (Titre II) concernant les charges d'exploitation.
- Contrainte admissible du sol $\sigma_s = 0,17MPa$
- Coefficient de poussée de terre $k_a = 0,33$;
- Surcharge sur remblai $q = 10Kn/m^3$;
- Revêtement bitumineux et étanchéité $\gamma_r = 24Kn/m^3$.

Caractéristiques des matériaux

Béton

- Classe du béton : C25/35MPa
- Poids volumique du béton armé $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$;
- Contrainte à la compression à 28jours $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$
- Résistance caractéristique à la traction à 28jours

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06f_{c28} = 2,1 \text{ MPa}$$

- Contrainte de calcul à la compression à l'état limite ultime (ELU)

$$f_{bu} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} = 14,17 \text{ MPa}$$

Avec $\theta = 1$ on a $\gamma_b = 1,5$

- Contrainte limite du béton en compression à l'ELS

$$\sigma_{bc} = 0,6 \times f_{c28} = 15 \text{ MPa}$$

Acier

- Nuance de l'acier : Haute adhérence
- Classe de l'acier : feE400MPa
- Fissuration préjudiciable
- Contrainte

$$\sigma_{st} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa, avec un enrobage de 3cm}$$

- Contrainte limite à l'ELS pour une fissuration jugée préjudiciable

$$\sigma_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max(110\sqrt{f_{t28}} \times \eta; 0,5f_e) \right\} = 201,63 \text{ MPa avec } \eta = 1,6 \text{ (HA)}$$

Poids volumique : $\gamma_s = 20 \text{ kN/m}^3$

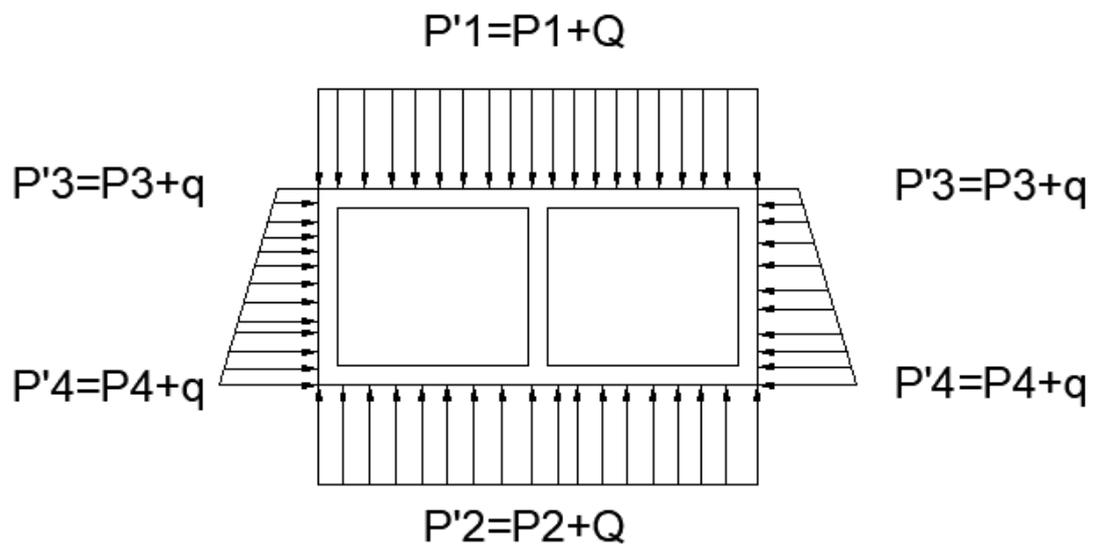
D'après le guide de conception SETRA qui traite les ponts cadres et portiques,
l'épaisseur est obtenue par l'expression :

$e = \max\left(0,3; \frac{L}{30} + 0,125\right)$	<ul style="list-style-type: none"> • L : la longueur d'une cellule (m) avec $L = 2,5 \text{ m}$ • e : la longueur d'une cellule (m) avec $e = \max\left(0,3; \frac{L}{30} + 0,125\right)$
--	---

$$e = \max\left(0,3 ; \frac{2,5}{30} + 0,125\right) = \max(0,3 ; +0,208)$$

$$e = 30\text{cm}$$

Évaluation des charges appliquées sur l'ouvrage



➤ **Charge permanentes**

N°	Charge	Elément	Désignation	Formule	Application	Résultats (kN/m)
1	Charge permanente	Charge sur le tablier	Poids propre de la dalle	$Pd = \gamma_b \times e_d \times b$	$Pd = 25 \times 0,3 \times 1$	7,5
			Charge de revêtement et étanchéité	$P_r = e \times \gamma_s \times b$	$P_r = 0,05 \times 24 \times 1$	1,2
			Totale charge sur tablier	$P_1 = Pd + P_r$		8,7
		Remblai piédroits	Poussée de terre P3	$P_3 = ka \times \gamma_s \times z_1$	$P_3 = 0,33 \times 20 \times 0,3$	1,98
			Poussée de terre P4	$P_4 = ka \times \gamma_s \times z_2$	$P_4 = 0,33 \times 20 \times 2,3$	15,18
			Surcharge q	$P_q = ka \times q \times b$	$P_q = 0,33 \times 10 \times 1$	3,3
			Totale charge sur piédroits	$P_{t(t)} = P_3 + P_4 + P_q$		20,46
		Charge sur radier	Poids propre du piédroit	$P_{pd} = \frac{e \times h \times \gamma_b \times b \times 3}{2l_r + 3e}$	$P_{pd} = \frac{0,3 \times 2 \times 25 \times 1 \times 3}{2 \times 2,5 + 3 \times 0,3}$	7,63
			Charge totale sur tablier	Somme des surcharges sur le tablier		8,7
			Poids propre du radier	$P_r = \gamma_b \times e_d \times b$	$P_r = 25 \times 0,3 \times 1$	7,5
			Totale charge sur Radier			23,83

➤ **Charge d'exploitation routière**

Surcharge A(L)

La valeur de calcul de la surcharge A vaut : $Q = \gamma_q \times a_2 \times q(L)$

Avec :

- $\gamma_q = 1,2$ a l'ELS et $1,61$ a l'ELU
- $q(L) = \text{Sup} \{ a_1 \cdot A(L); (4 - 0,002L) \}$ en kN/m^2
- $A(L) = 2,30 + \frac{360}{L+12}$
- $L = 2,5m$ l'ouverture hydraulique
- a_1 : coefficient dépendant de la classe du pont et du nombre de voies chargées
- $a_2 = \frac{v_0}{v}$, v étant la largeur d'une voie et v_0 est fonction de la classe du pont

Le dalot étudié est un pont de première classe car la largeur roulable $L_r > 7m$

Il n'y a pas de dispositif de retenu donc la largeur chargeable égale à la largeur roulable
 $L_c = 14,4m$

- Le nombre de voie de circulation est égale :

$$n = \text{Int} \left(\frac{L_r}{3} \right) = \text{Int} \left(\frac{14,4}{3} \right) = 4$$

- Le pont est de première classe et a 04 voies chargées donc $a_1 = 0,75$

Nombre de voies chargées		1	2	3	4	≥ 5
Classe de pont	1ere	1	1	0,9	0,75	0,7
	2eme	1	0,9	-	-	-
	3eme	0,9	0,8	-	-	-

➤ $A(L) = 2,30 + \frac{360}{14,4+12} = 15,94kN/m^2$

- Le coefficient $a_2 = \frac{v_0}{v}$ avec v la largeur d'une voie

Classe du pont

v_0

I	3,5
II	3
III	2,75

$$a_2 = \frac{v_0}{v} = \frac{3,5}{3,6} = 0,97$$

$$\text{> } q(L) = \text{Sup} \{0,75 \times 15,94; (4 - 0,002 \times 18,4)\} \text{ en } kN/m^2$$

$$q(L) = \text{Sup} \{11,955; (3,96)\} = 11,955 \text{ en } kN/m^2$$

$$\text{> } : Q = 1,2 \times 0,97 \times 11,955 = 13,91 \frac{kN}{m^2} \text{ a l'ELS}$$

$$\text{> } : Q = 1,61 \times 0,97 \times 11,955 = 18,67 \frac{kN}{m^2} \text{ a l'ELU}$$

Surcharge de type B

La surcharge Q_B est donnée par la formule suivante :

$Q_B = \max\{Q_{bc}; Q_{br}; Q_{bt}\}$	<ul style="list-style-type: none"> • $Q_{bc} = \gamma_q \cdot b_c \cdot \delta \cdot B_c$, Charge du au système BC • $Q_{bc\ niger} = \gamma_q \cdot b_c \cdot \delta \cdot B_{c\ niger}$, Charge due au système Bcniger • $Q_{bt} = \gamma_q \cdot b_t \cdot \delta \cdot B_t$, charge du au système Bt • $Q_{br} = \gamma_q \cdot \delta \cdot B_r$, Charge du au système Br
--	--

Avec : $\delta = \max\{\delta_{bc}, \delta_{bc\ niger}, \delta_{bt}\}$, le coefficient de majoration dynamique

$$\delta_i = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2L} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{G}{S_i}} \text{ avec } L = \max(Lr; \text{portée de la travée})$$

G est le poids total d'une section de couverture de longueur L

S_i le poids total des essieux du système i

Les coefficients b_c et b_t sont fonction de la classe du pont et du nombre de voies chargées.

Les coefficients b_c vaut 0,80 (Pont de 1ere classe et 4 voies chargées) et b_t vaut 1 (Pont de 1ere classe)

Nombre de voies chargé		1	2	3	4	≥ 5
Classe de pont	1ere	1,2	1,1	0,55	0,8	0,7
	2eme	1	1	-	-	-
	3eme	1	0,8	-	-	-

Classe de pont	I	II
Coefficient de pondération b_t	1	0,9

Sous système BC

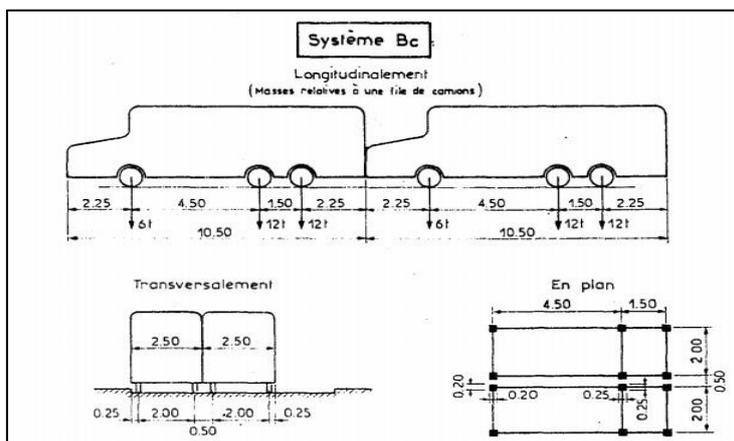


Figure 16 : Sous système de charge BC

$$S_{Bc} = b_c \times \sum_1^n P$$

$$\sum_1^2 P = P1 + P2 = 24t$$

Deux files ce qui implique : $4 \times 24 = 96t$ alors $\sum_1^2 P = 96t$

Calcul de la surface d'encombrement

$$S_c = L_x \times L_y$$

Avec : L_x : sens longitudinal (Un poids unitaire de 12t) ; L_y :
sens transversal (deux files de camions,)

$$L_x = 4,5 + \frac{0,25}{2} + \frac{0,25}{2} = 4,75m$$

$$L_y = 2 \times \left(2 + 0,5 + 2 + \frac{0,25}{2} + \frac{0,25}{2} \right) = 9,5m$$

$$S_c = 4,75 \times 9,5 = 45,125m^2$$

La charge surfacique devient : $P = \frac{960}{45,125} = 21,27kN/m^2$

$$S_{Bc} = 0,8 \times 21,27 = 17,016kN/m^2$$

$$Q_{bc} = \gamma_q \cdot b_c \cdot \delta \cdot B_c$$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta_b = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times l_c} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

Avec :

- G : le poids de l'élément considéré ;
- L_c : la longueur de l'élément en m
- S : la charge maximale B de l'élément

Sur le tablier

$$G = P1 \times L \times l = 8,7 \times 18,4 \times 3,1 = 496,248 \text{ kN}$$

$$\delta_b = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 496,248}{960}} = 1,20$$

$$A'ELS : Q_{bc} = 1,2 \times 1,20 \times 17,016 = 24,50 \text{ kN/m}^2$$

$$A'ELU : Q_{bc} = 1,61 \times 1,20 \times 17,016 = 32,87 \text{ kN/m}^2$$

Sur le radier

$$G = P1 \times L \times l = 23,83 \times 18,4 \times 3,1 = 1359,26 \text{ kN}$$

$$\delta_b = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 1359,26}{960}} = 1,18$$

$$A'ELS : Q_{bc} = 1,2 \times 1,18 \times 17,016 = 24,09 \text{ kN/m}^2$$

$$A'ELU : Q_{bc} = 1,61 \times 1,18 \times 17,016 = 32,33 \text{ kN/m}^2$$

Sous système Bc-Niger

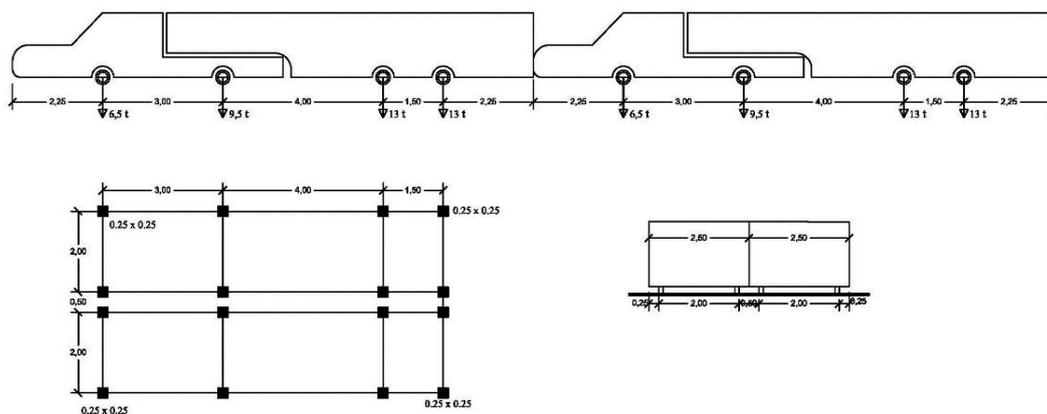


Figure 17 : Sous système de charge Bc-Niger

$$\sum_1^n P = P1 + P2$$

On a deux files ce qui donne : $4 \times 26t = 104t$, alors $\sum_1^2 P = 104t$

Calcul de la surface d'encombrement

$$S_c = L_x \times L_y$$

Avec : L_x : sens longitudinal (Un poids unitaire de 12t) ; L_y :
sens transversal (deux files de camions,)

$$L_x = 1,5 + 4 + \frac{0,25}{2} + \frac{0,25}{2} = 5,75m$$

$$L_y = 2 \times \left(2 + 0,5 + 2 + \frac{0,25}{2} + \frac{0,25}{2} \right) = 9,5m$$

$$S_c = 5,75 \times 9,5 = 54,63m^2$$

La charge surfacique devient : $P = \frac{1040}{54,63} = 19,04kN/m^2$

$$S_{Bc\text{niger}} = 0,8 \times 19,04 = 15,32kN/m^2$$

$$Q_{bc\text{ niger}} = \gamma_q \cdot b_c \cdot \delta \cdot B_{c\text{niger}}$$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta_{bc\text{niger}} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times l_c} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

Avec :

- G : le poids de l'élément considéré ;
- L_c : la longueur de l'élément en m

Sur le tablier

$$G = P_1 \times L \times l = 8,7 \times 18,4 \times 3,1 = 496,248 \text{ kN}$$

$$\delta_{bc\text{niger}} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 496,248}{1040}} = 1,29$$

$$A'ELS : Q_{bc \text{ niger}} = 1,2 \times 1,29 \times 15,32 = 23,72 \text{ kN/m}^2$$

$$A'ELU : Q_{bc \text{ niger}} = 1,61 \times 1,29 \times 15,32 = 31,82 \text{ kN/m}^2$$

Sur le radier

$$G = P1 \times L \times l = 23,83 \times 18,4 \times 3,1 = 1359,26 \text{ kN}$$

$$\delta_{b \text{ niger}} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 1359,26}{1040}} = 1,18$$

$$A'ELS : Q_{bc \text{ niger}} = 1,2 \times 1,18 \times 15,32 = 21,69 \text{ kN/m}^2$$

$$A'ELU : Q_{bc \text{ niger}} = 1,61 \times 1,18 \times 15,32 = 29,10 \text{ kN/m}^2$$

Sous système Br

Il se compose d'une roue isolée transmettant un effort de 100Kn à travers une surface d'impact rectangulaire de 0,6X0,3 m.

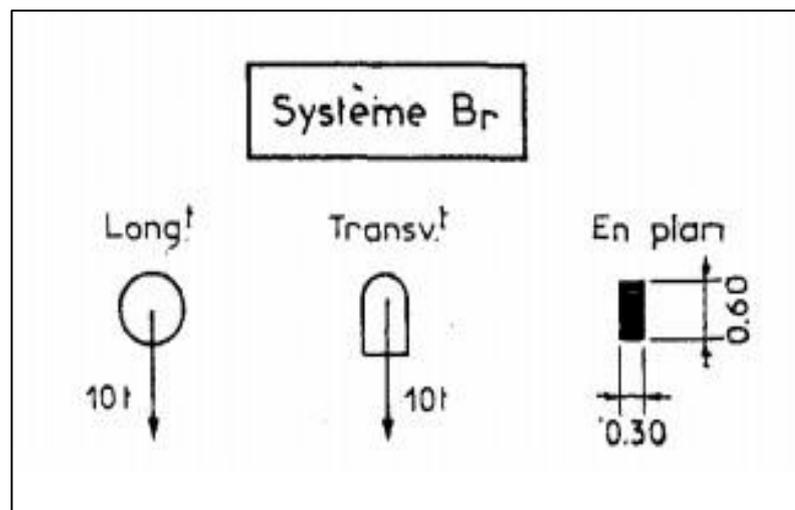


Figure 18 : Sous système de charge Br

Avec la méthode de BOUSSINESSQ on détermine une surface d'impact = $(0.3 + 0.3/2 + 0.50) \times (0.6 + 0.3/2 + 0.50) = 1.187 \text{ m}^2$

$$S_{Br} = \frac{100}{1,187} = 84,25 \text{ kN/m}^2$$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta_{bcniger} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times l_c} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

Avec :

- G : le poids de l'élément considéré ;
- Lc : la longueur de l'élément en m

Sur le tablier

$$G = P1 \times L \times l = 8,7 \times 18,4 \times 3,1 = 496,248 \text{ kN}$$

$$\delta_{bcniger} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 496,248}{100}} = 1,11$$

$$\text{A l'ELS : } Q_{bc \text{ niger}} = 1,2 \times 1,11 \times 84,25 = 112,221 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{A l'ELU : } Q_{bc \text{ niger}} = 1,61 \times 1,11 \times 84,25 = 150,56 \text{ kN/m}^2$$

Sur le radier

$$G = P1 \times L \times l = 23,83 \times 18,4 \times 3,1 = 1359,26 \text{ kN}$$

$$\delta_{b \text{ niger}} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 1359,26}{100}} = 1,10$$

$$\text{A l'ELS : } Q_{bc \text{ niger}} = 1,2 \times 1,10 \times 84,25 = 111,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{A l'ELU : } Q_{bc \text{ niger}} = 1,61 \times 1,10 \times 84,25 = 149,21 \text{ kN/m}^2$$

Sous système Bt

Il se compose de 02 tandems à 2 essieux de quatre chacun le poids de chaque essieu étant de 160Kn.

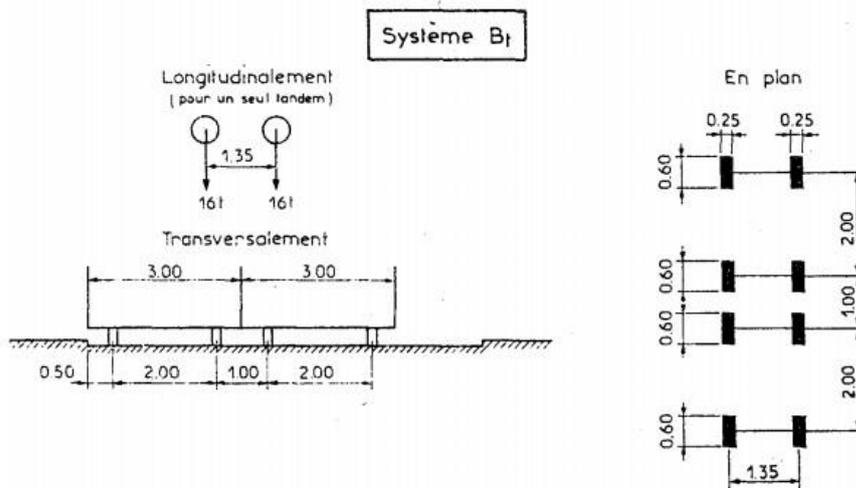


Figure 19 : Sous système de charge Bt

$$\sum_1^n P = P1 + P2 = 32t$$

On a deux files ce qui donne : $2 \times 32t = 64t$, alors $\sum_1^2 P = 64t$

Calcul de la surface d'encombrement

$$Sc = L_x \times L_y$$

Avec : L_x : sens longitudinal (Un poids unitaire de 12t) ; L_y : sens transversal (deux files de camions,)

$$L_x = 1,35 + \frac{0,25}{2} + \frac{0,25}{2} = 1,6m$$

$$L_y = 2 + 1 + 2 + \frac{0,6}{2} + \frac{0,6}{2} = 5,6m$$

$$S_c = 1,6 \times 5,6 = 8,96\text{m}^2$$

La charge surfacique devient : $P = \frac{640}{8,96} = 71,43\text{kN/m}^2$

$$S_{Bt} = 1 \times 71,43 = 71,43\text{kN/m}^2$$

$$Q_{Bt} = \gamma_q \cdot b_t \cdot \delta \cdot B_t$$

Coefficient de majoration dynamique

$$\delta_{Bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times l_c} + \frac{0,6}{1 + \frac{4G}{S}}$$

Avec :

- G : le poids de l'élément considéré ;
- Lc : la longueur de l'élément en m

Sur le tablier

$$G = P1 \times L \times l = 8,7 \times 18,4 \times 3,1 = 496,248 \text{ kN}$$

$$\delta_{Bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 496,248}{640}} = 1,23$$

$$\text{A l'ELS : } Q_{Bt} = 1,2 \times 1,23 \times 71,43 = 105,43 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{A l'ELU : } Q_{Bt} = 1,61 \times 1,23 \times 71,43 = 141,45 \text{ kN/m}^2$$

Sur le radier

$$G = P1 \times L \times l = 23,83 \times 18,4 \times 3,1 = 1359,26 \text{ kN}$$

$$\delta_{Bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 18,4} + \frac{0,6}{1 + \frac{4 \times 1359,26}{640}} = 1,15$$

$$A \text{ l'ELS} : Q_{Bt} = 1,2 \times 1,15 \times 71,43 = 98,57 \text{ kN/m}^2$$

$$A \text{ l'ELU} : Q_{Bt} = 1,61 \times 1,15 \times 71,43 = 132,25 \text{ kN/m}^2$$

Surcharge sur piédroits du au remblai

$$q = \gamma_s \times ka \times p$$

$$q = 1,2 \times 0,33 \times 10 = 3,96 \text{ kN/m}^2$$

Récapitulatif de la descente de charges

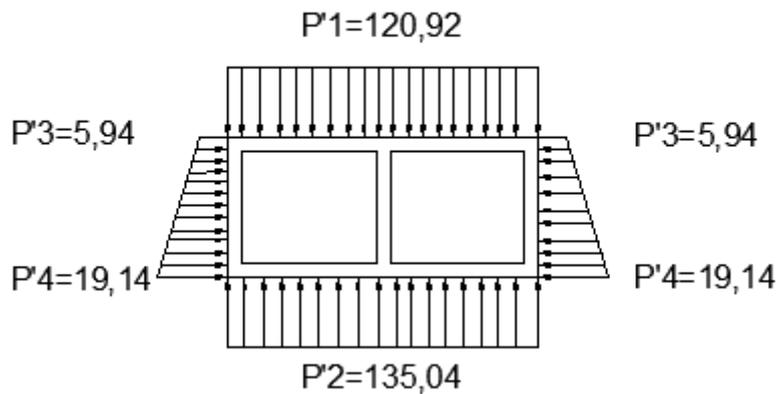
N°	Tablier		Radier	
	ELS	ELU	ELS	ELU
Système A(L)	13,91	18,67	13,91	18,67
Sous-système Bc	24,50	32,87	24,09	32,33
Sous-système Bc-Niger	23,72	31,82	21,69	29,10
Sous-système Bt	105,43	141,45	98,57	132,25
Sous-système Br	112,22	150,56	111,21	149,21
Max (surcharge) (kN//m²)	112,22	150,56	111,21	149,21

Les parties de l'ouvrage	Charges permanente (kN/m)	Surcharges d'exploitation (ELS) (kN/m ²)	Charges totales
Tablier	$P1 = 8,7$	$Q_{max} = 112,22$	$P'1 = P1 + Q_{max} = 120,92$
Piédroits	$P3 = 1,98$	$q = 3,96$	$P'3 = P3 + q = 5,94$
	$P4 = 15,18$		$P'4 = P4 + q = 19,14$
Radier	$P2 = 23,83$	$Q_{max} = 111,21$	$P'2 = P2 + Q_{max} = 135,04$

La charge reçue par le sol $0,13605\text{MPa} < \sigma_s = 0,17\text{MPa}$ donc le sol supporte les charges produites par l'ouvrage.

Calcul des sollicitations

Modélisation



Le calcul se fera avec l'équation des moments

Moment sur appuis

Travée A1A2A3

$$2,3M_1 + 10,2M_2 + 2,8M_3 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi'_{A2} = (8P'3 + 7P'4) \frac{l^3}{360EI} = (8 \times 5,94 + 7 \times 19,14) \times \frac{2,3^3}{360EI} = \frac{6,13}{EI}$$

$$\varphi''_{A2} = -(P'1) \frac{l^3}{24EI} = -120,92 \times \frac{2,8^3}{24EI} = -\frac{110,60}{EI}$$

$$2,3M_1 + 10,2M_2 + 2,8M_3 = 700,38 \quad (1)$$

Travée A2A3A4

$$2,8M_2 + 11,2M_3 + 2,8M_4 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi'_{A3} = \varphi''_{A2} = (P'1) \frac{l^3}{24EI} = 120,92 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{110,60}{EI}$$

$$2,8M_2 + 11,2M_3 + 2,8M_4 = 1327,2 \quad (2)$$

Travée A3A4A5

$$2,8M_3 + 10,2M_4 + 2,3M_5 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi''_{A4} = -(8P'3 + 7P'4) \frac{l^3}{360EI} = -(8 \times 5,94 + 7 \times 19,14) \times \frac{2,3^3}{360EI} = -\frac{6,13}{EI}$$

$$\varphi'_{A4} = (P'1) \frac{l^3}{24EI} = 120,92 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{110,60}{EI}$$

$$2,8M_3 + 10,2M_4 + 2,3M_5 = 700,38 \quad (3)$$

Travée A4A5A6

$$2,3M_4 + 10,2M_5 + 2,8M_6 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi'_{A5} = (7P'3 + 8P'4) \frac{l^3}{360EI} = (7 \times 5,94 + 8 \times 19,14) \times \frac{2,3^3}{360EI} = \frac{6,58}{EI}$$

$$\varphi''_{A5} = -(P'2) \frac{l^3}{24EI} = -135,04 \times \frac{2,8^3}{24EI} = -\frac{123,52}{EI}$$

$$2,3M_4 + 10,2M_5 + 2,8M_6 = 780,6 \quad (4)$$

Travée A5A6A1

$$2,8M_5 + 11,2M_6 + 2,8M_1 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi'_{A6} = -\varphi''_{A6} = (P'2) \frac{l^3}{24EI} = 135,04 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{123,52}{EI}$$

$$2,8M_5 + 11,2M_6 + 2,8M_1 = 1482,24 \quad (5)$$

Travée A6A1A2

$$2,8M_6 + 10,2M_1 + 2,3M_2 = 6EI (\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

$$\varphi''_{A1} = -(7P'3 + 8P'4) \frac{l^3}{360EI} = -(7 \times 5,94 + 8 \times 19,14) \times \frac{2,3^3}{360EI} = -\frac{6,58}{EI}$$

$$\varphi'_{A1} = (P'2) \frac{l^3}{24EI} = 135,04 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{123,52}{EI}$$

$$2,3M_6 + 10,2M_1 + 2,8M_2 = 780,6 \quad (6)$$

On obtient le système suivant :

$$2,3M_1 + 10,2M_2 + 2,8M_3 + 0 + 0 + 0 = 700,38 \quad (1)$$

$$0 + 2,8M_2 + 11,2M_3 + 2,8M_4 + 0 + 0 = 1327,2 \quad (2)$$

$$0 + 0 + 2,8M_3 + 10,2M_4 + 2,3M_5 + 0 = 700,38 \quad (3)$$

$$0 + 0 + 0 + 2,3M_4 + 10,2M_5 + 2,8M_6 = 780,6 \quad (4)$$

$$2,8M_1 + 0 + 0 + 0 + 2,8M_5 + 11,2M_6 = 1482,24 \quad (5)$$

$$10,2M_1 + 2,8M_2 + 0 + 0 + 0 + 2,3M_6 = 780,6 \quad (6)$$

Sollicitation en kN.m					
M1	M2	M3	M4	M5	M6
42,84	30,76	102,88	31,71	38,64	111,97

Moment en travée

Travée A1A2

$$M(x) = M_0(x) + M_1 + \frac{M_2 - M_1}{l} x$$

Avec $M_0(x) = -R_{A1} \cdot x + \frac{P'(x)}{2} x^2 + \frac{P'4 - P'(x)}{6} x^2$ avec $P'(x) = P'4 - \frac{(P'4 - P'3)x}{l} =$
 $19,14 - \frac{(19,14 - 5,94)x}{2,3} = 19,14 - 5,74x$

$$M_0(x) = -16,95x + \frac{19,14 - 5,74x}{2} x^2 + \frac{5,74x^3}{6}$$

$$M_0(x) = -16,95x - 2,87x^3 + 0,96x^3 + 9,57x^2$$

On obtient :

$$M(x) = -x^3 + 9,57x^2 - 22,2x + 42,84$$

Travée A2A3

$$M(x) = M_0(x) + M_2 + \frac{M_3 - M_2}{l} x$$

Avec : $M_0(x) = -R_{A2} \cdot x + \frac{P'1}{2} x^2$

$$R_{A2} = P'1 \times \frac{1}{2} = 120,92 \times \frac{2,8}{2} = 169,288 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = -169,288 x + \frac{120,92}{2} x^2$$

$$M(x) = 60,46x^2 - 143,53x + 30,76$$

Travée A3A4

$$M(x) = M_0(x) + M_3 + \frac{M_4 - M_3}{l} x$$

$$\text{Avec : } M_0(x) = -R_{A3} \cdot x + \frac{P'1}{2} x^2$$

$$R_{A3} = P'1 \times \frac{1}{2} = 120,92 \times \frac{2,8}{2} = 169,288 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = -169,288x + \frac{120,92}{2} x^2$$

$$\mathbf{M(x) = 60,46x^2 - 194,71x + 102,88}$$

Travée A4A5

$$M(x) = M_0(x) + M_4 + \frac{M_5 - M_4}{l}$$

$$\text{Avec } M_0(x) = -R_{A4} \cdot x + \frac{P'3}{2} x^2 + \frac{P'(x) - P'3}{6} x^2$$

la somme des forces extérieures égales à 0 cela signifie que $R_{A4} + R_{A5}$

$$= 2,3 \times \frac{P'4 + P'3}{2} = 28,84$$

La somme des moments par rapport à A5 égale a 0 cela signifie que $2,3 \times R_{A4}$

$$- 2,3 \times P'3 \times \frac{2,3}{2} + \frac{P'4 - P'3}{6} \times 2,3 \times 2,3 = 0$$

$$R_{A4} = 11,90 \text{ kN}$$

$$R_{A5} = 16,95 \text{ kN}$$

$$\text{avec } P'(x) = P'3 + \frac{x}{2} (P'4 - P'3) = 5,94 + 6,6x$$

$$M_0(x) = 1,1x^3 + 2,97x^2 - 11,90x$$

$$\mathbf{M(x) = x^3 + 2,97x^2 - 8,88x + 31,70}$$

Travée A5A6

$$M(x) = M_0(x) + M_5 + \frac{M_6 - M_5}{l}$$

$$\text{Avec : } M_0(x) = -R_{A5} \cdot x + \frac{P'2}{2} x^2$$

$$R_{A5} = P'2 \times \frac{1}{2} = 135,04 \times \frac{2,8}{2} = 189,056\text{kN}$$

$$M_0(x) = -189,056x + 67,52x^2$$

$$\mathbf{M(x) = 67,52x^2 - 162,87x + 38,64}$$

Travée A6A1

$$M(x) = M_0(x) + M_6 + \frac{M_1 - M_6}{l}$$

$$\text{Avec : } M_0(x) = -R_{A6} \cdot x + \frac{P'2}{2} x^2$$

$$R_{A6} = P'2 \times \frac{1}{2} = 135,04 \times \frac{2,8}{2} = 189,056\text{kN}$$

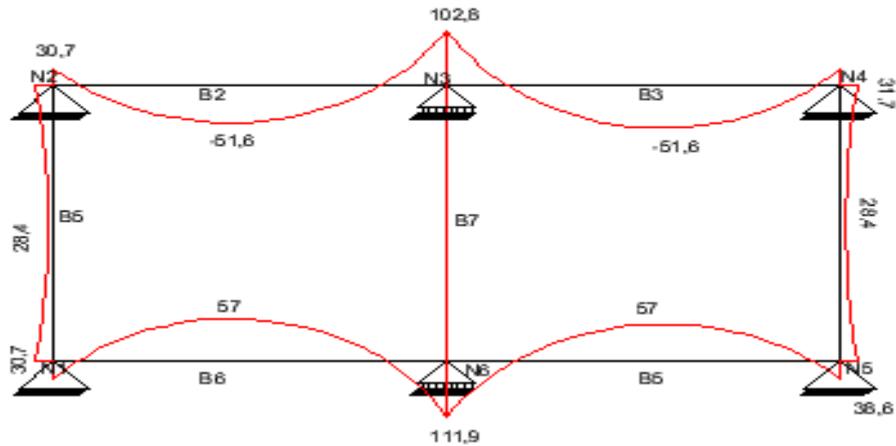
$$M_0(x) = -189,056x + 67,52x^2$$

$$\mathbf{M(x) = 67,52x^2 - 213,75x + 111,97}$$

Tableau récapitulatif des moments

Valeurs des moments						
Barre Ai- Ai+1	A1-A2	A2-A3	A3-A4	A4-A5	A5-A6	A6-A1
Appui Ai	42,8	30,7	102,8	31,7	38,6	111,9
Mi-travée	28,4	51,6	51,6	28,4	57	57
Appui Ai+1	30,7	102,8	31,7	38,6	111,9	42,8

Diagramme des moments fléchissant



Calcul des efforts normaux

$$N_{A1A2} = N_{A4A5} = P'1 \times 0,5li \times 1ml = 120,92 \times 0,5 \times 2,3 \times 1 = 139,058kN$$

$$N_{A3A6} = P'1 \times li \times 1ml = 120,92 \times 2,3 \times 1 = 278,116kN$$

$$N_{A2A3} = N_{A3A4} = N_{A5A6} = N_{A6A1} = 0kN$$

Calcul des sections d'armatures du tablier

Les sections d'armature du tablier seront calculées en flexion simple :

Hauteur utile

$$d = 0,9 \times h$$

$$d = 0,9 \times 0,30 = 0,27m$$

Calcul de α_{ser}

$$\alpha_{ser} = \frac{n \times \sigma_{bc}}{n \times \sigma_{bc} \times \sigma_{st}}$$

$$\alpha_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 201,63} = 0,52$$

Bras de levier

$$z = 0,27 \times \left(1 - \frac{0,52}{3}\right) = 0,223\text{m}$$

Moment résistant

$$M_{\text{serb}} = 0,5 \times b_0 \times d^2 \times \alpha_{\text{ser}} \times \left(1 - \frac{\alpha_{\text{ser}}}{3}\right) \times \sigma_{\text{bc}}$$

$$M_{\text{serb}} = 0,5 \times 1 \times 0,27^2 \times 0,52 \times \left(1 - \frac{0,52}{3}\right) \times 15 = 0,23\text{MN.m}$$

$$M_{\text{serb}} = 0,23\text{MN.m}$$

$$M_{\text{serb}} > M_{\text{ser max}} \text{ donc pas d'aciers comprimés}$$

Sections d'aciers principaux sur appuis d'extrémité

$$A_{\text{st}} = \frac{M_{\text{ser}}}{z \times \sigma_{\text{st}}}$$

$$A_{\text{st}} = \frac{30,7}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{6,83\text{cm}^2}$$

Sections d'aciers principaux en travée

$$A_{\text{st}} = \frac{51,6}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{11,46\text{cm}^2}$$

Sections d'aciers principaux sur l'appui intermédiaire

$$A_{st} = \frac{102,8}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{22,86cm^2}$$

Sections d'acier de répartition

$$A_r = \frac{A_{st}}{3} = \frac{11,46}{3} = \mathbf{3,82cm^2}$$

Section d'acier minimale

$$A_{min} = 0,23 \times b_o \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 27 \times \frac{2,1}{400} = \mathbf{3,61cm^2}$$

Choix des aciers

Appuis	Face n°1	6HA16 (12,06 cm ²)
	Face n°2	6HA16 (12,06 cm ²)
Travée	Face n°1	4HA14 (6,15 cm ²)
	Face n°2	4HA14 (6,15 cm ²)
Filant	Face n°1	4HA12 (4,52 cm ²)
	Face n°2	

Calcul des sections d'armatures sur le radier

Les sections d'armatures du radier seront calculées en flexion simple

Hauteur utile

$$d = 0,9 \times h$$

$$d = 0,9 \times 0,30 = 0,27m$$

Calcul de α_{ser}

$$\alpha_{ser} = \frac{n \times \sigma_{bc}}{n \times \sigma_{bc} \times \sigma_{st}}$$

$$\alpha_{\text{ser}} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 201,63} = 0,52$$

Bras de levier

$$z = 0,27 \times \left(1 - \frac{0,52}{3}\right) = 0,223\text{m}$$

Moment résistant

$$M_{\text{serb}} = 0,5 \times b_0 \times d^2 \times \alpha_{\text{ser}} \times \left(1 - \frac{\alpha_{\text{ser}}}{3}\right) \times \sigma_{\text{bc}}$$

$$M_{\text{serb}} = 0,5 \times 1 \times 0,27^2 \times 0,52 \times \left(1 - \frac{0,52}{3}\right) \times 15 = 0,23\text{MN.m}$$

$$M_{\text{serb}} = 0,23\text{MN.m}$$

$$M_{\text{serb}} > M_{\text{ser max}} \text{ donc pas d'aciers comprimés}$$

Sections d'aciers principaux sur appuis d'extrémité

$$A_{\text{st}} = \frac{M_{\text{ser}}}{z \times \sigma_{\text{st}}}$$

$$A_{\text{st}} = \frac{42,8}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{9,52\text{cm}^2}$$

Sections d'aciers principaux en travée

$$A_{\text{st}} = \frac{57}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{12,68\text{cm}^2}$$

Sections d'aciers principaux sur l'appui intermédiaire

$$A_{st} = \frac{111,9}{0,223 \times 201,63} \times 10 = \mathbf{24,87cm^2}$$

Sections d'acier de répartition

$$A_r = \frac{A_{stmax}}{3} = \frac{12,68}{3} = \mathbf{4,23cm^2}$$

Section d'acier minimale

$$A_{min} = 0,23 \times b_o \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 27 \times \frac{2,1}{400} = \mathbf{3,61cm^2}$$

Choix des aciers

Appuis	Face n°1	6HA16 (12,06 cm ²)
	Face n°2	6HA20 (18,85 cm ²)
Travée	Face n°1	4HA16 (8,04 cm ²)
	Face n°2	4HA16 (8,04 cm ²)
Filant	Face n°1	4HA12 (4,52 cm ²)
	Face n°2	

Calcul des aciers du piedroit de rive

Les sections d'aciers des piedroits seront dimensionnées en flexion composée

Excentricité

$$e_1 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{28,4}{139,058} = 0,20m$$

$$e_a = \max\left(2\text{cm} ; \frac{L}{201,63}\right) = \max\left(2\text{cm} ; \frac{230}{201,63}\right) = 0,02\text{m}$$

$$e_2 = \frac{2lf^2}{10000h} \times (2 + \alpha\theta) \text{ avec } \alpha = 10 \times \left(1 - \frac{Mu}{1,5 \times Mser}\right) \text{ et } \theta = 2$$

$$e_2 = \frac{2(0,7 \times 230)^2}{10000 \times 30} \times (2 - 0,09 \times 2) = 0,31\text{cm}$$

$$e = e_1 + e_a + e_2 = 22,31\text{cm}$$

Coefficient de remplissage

$$\psi_1 = \frac{N_{ser}}{b \cdot h \cdot fbc}$$

$$\frac{0,139058}{1 \times 0,3 \times \frac{0,85 \times 25}{1,5}} = 0,033$$

On a $\psi_1 < 0,81$

Déterminons l'excentricité critique relative

$$\xi = \frac{1 + \sqrt{9 - 12\psi_1}}{4 \times (3 + \sqrt{9 - 12\psi_1})}$$

$$\xi = 0,17$$

Calcul de e_{NC}

$$e_{NC} = \xi \times h = 5,1\text{cm}$$

$e > e_{NC}$ alors la section est partiellement comprimée

Hauteur utile

$$d = 0,9 \times h$$

$$d = 0,9 \times 0,30 = 0,27\text{m}$$

Moment fléchissant fictif

$$\begin{aligned} M_{fictif} &= N_{ser} \times (e + d - 0,5 \times h) = \\ &= 139,058 \times (0,2231 + 0,27 - 0,5 \times 0,3) = 47,71\text{kN.m} \end{aligned}$$

$M_{fictif} < M_{serb}$ alors pas d'acier comprimés

Section d'acier (nappe extérieur)

$$A_{st} = \frac{M_{fictif}}{Z \cdot \sigma_{st}} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$$
$$A_{st} = \frac{47,71 \times 10}{0,223 \times 201,63} - \frac{139,058 \times 10}{201,63} = \mathbf{3,61cm^2}$$

Section d'acier minimale

$$A_{min} = 0,23 \times b_o \times d \times \frac{f_{t28}}{f_e} = 0,23 \times 100 \times 27 \times \frac{2,1}{400} = \mathbf{3,61cm^2}$$

Alors $A_{st} = A_{min} = \mathbf{3,61cm^2}$

Section d'acier (nappe intérieur)

$$A_{st} = A_{min} = \mathbf{3,61cm^2}$$

Section d'acier de répartition

$$A_r = \mathbf{0,075h} = \mathbf{0,075 \times 30} = \mathbf{2,25cm^2}$$

Choix des aciers

Extérieur	6HA12 (6,79 cm ²)
Intérieur	6HA12 (6,79 cm ²)
Filants	5HA12 (5,65 cm ²)

Calcul des aciers du piédroit intermédiaire

Il sera dimensionné en compression simple comme un poteau

Longueur de flambement

$$l_f = 0,7l_0 = 0,7l_0 = 0,7 \times 2 = 1,4\text{m}$$

Elancement

$$\lambda = 3,5 \times \frac{l_f}{a} = 3,5 \times \frac{1,4}{0,30} = 16,33$$

$$\lambda < 70 \text{ ok}$$

Coefficient de l'élancement

$$\lambda < 50 \text{ donc } \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \times \left(\frac{\lambda}{35}\right)^2} = 0,81$$

Section réduite du béton

$$B_r = (a - 0,02)(b - 0,02)$$

$$B_r = (0,30 - 0,02)(1 - 0,02) = 0,27\text{m}^2$$

Section d'acier

$$A_{sc} = \left(\frac{Nu}{\alpha} - \frac{B_r \times f_{c28}}{0,9 \times \gamma_b} \right) \times \left(\frac{\gamma_s}{f_{e}} \right)$$

$$A_{sc} = \left(\frac{0,45418}{0,81} - \frac{0,27 \times 25}{0,9 \times 1,5} \right) \times \left(\frac{1,15}{400} \right) = -0,01\text{m}^2$$

Alors $A_{sc} = A_{\min} = 10,4 \text{ cm}^2$

Section d'acier minimale

$$A_{\min} = \max\left(\frac{0,2B}{100}; 4u\right)$$

$$A_{\min} = \max\left(\frac{0,2 \times a \times b}{100}; 4 \times (2 \times a + 2 \times b)\right) = 10,4 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 10,4 \text{ cm}^2$$

Section d'acier de répartition

$$A_r = \frac{A_{sc}}{3} = 3,47 \text{ cm}^2$$

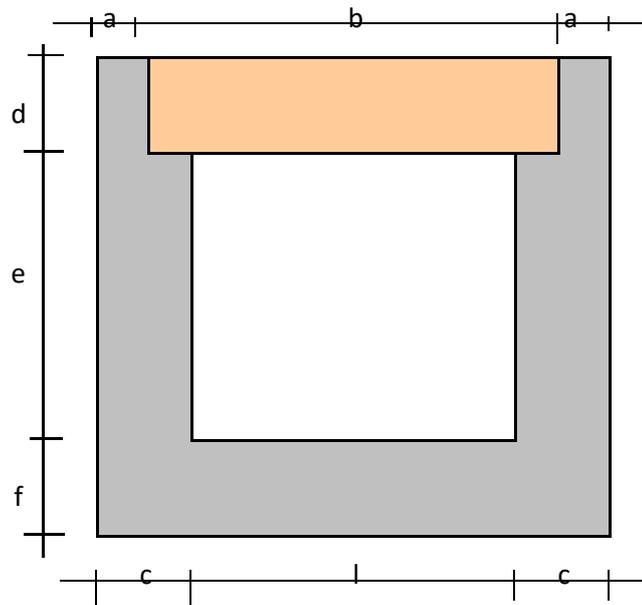
Choix des aciers

Extérieur	4HA16 (8,04 cm ²)
Intérieur	4HA16 (8,04 cm ²)
Filants	4HA12 (4,52 cm ²)

Annexes 15 : Notes de calcul des caniveaux

NOTE DE CALCUL DES CANIVEAU DE 100x100

I/ Schéma de principe



II/ Hypothèse

1/ Les chargements à considérer sont ceux définies dans le titre II du fascicule 61 (conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art) du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics de l'Etat Français.

2/ Les règles de calcul béton armé sont celles définies dans le BAEL 91 modifié 99

3/ Fissuration considéré préjudiciable

II/ Les cas de chargement a étudier

II-1/ Dalettes :

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

II-2/ Voiles :

a/ Efforts transmis par la dalette chargée ;

b/ Poussées dues à la roue de 8T (Bt) concentrée stationnée sur la chaussée à fleur de la paroi du piédroit, les dalettes n'étant pas encore posées.

II-3/ Radier :

Le radier est à étudier sous les efforts qui lui sont transmis par les voiles dans les différents cas de chargement

IV/ Données du problème :

A/ Géométrie :

- Epaisseur de la lèvre de feuillure : a : 0.075 m
- Portée de la dalette : b : 1.13 m
- Epaisseur du voile : c : 0.15 m
- Epaisseur de la dalette : d : 0.2 m
- Hauteur libre du caniveau : e : 1 m
- Ouverture du caniveau : l : 1 m
- Epaisseur du radier : f : 0.15 m
- Redent de la feuillure : g : 0.075 m
- Largeur d'une dalette : h : 1 m

B/ Matériaux :

Béton :

- F_{c28} : 25 Mpa
- F_{t28} : 2.1 Mpa
- F_{bu} : 14.166667 Mpa
- σ_{bc} : 15 Mpa
- α_b : 2.5 T/m³
- N_u (ELS) : 0.2
- N_u (ELU)

Armature :

- Fissuration Tres Préjudiciable (oui/non) : non
- Fissuration Préjudiciable (oui/non) : oui
- Fissuration peu préjudiciable : non
- F_e : 500 Mpa
- F_{ed} : 434.78 Mpa
- σ_s : 250 Mpa
- Enrobage : 2.5 cm

Sol :

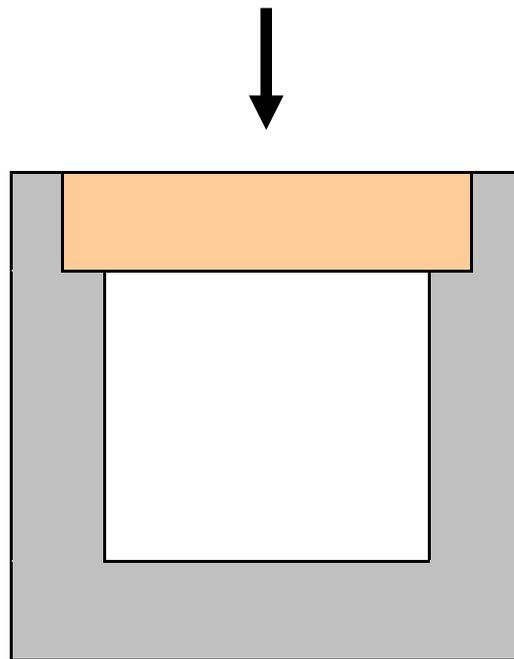
- A_s : 1.8 T/m³
- Angle de frottement interne : 30 dg
- Coefficient de poussée : 0.33
- Contrainte admissible : 1.7 bar

V/ Calculs :

A/ Dalettes :

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

- Dans tout ce qui suit cette roue est désignée par Br.
- Br : 10 T



- Poids au ml de la dalette : 0.5 T/ml
- Le moment de flexion du a la roue Bc : 2.45 T.m
- Le moment de flexion du au poids propre de la dalette : 0.060 T.m
- Effort Tranchant du a BC : 5 T
- Effort tranchant du au poids propre : 0.245 T

a/ Elément de réduction de calculs :

ELU :

- M_u : 4.00 T.m
- T_u : 8.33 T

ELS :

- M_s : 3.00 T.m
- T_s : 5.29 T

b/ Calculs des aciers de flexion a l'ELU

- Moment réduit de l'acier : Nul : 0.372
- Moment de calcul à l'ELU : M_u : 4.00 T.m
- Largeur de section : b_o : 1m

- Hauteur utile des aciers : $d_1 : 0.175 \text{ m}$
- Moment réduit du béton : $Nub : 0.092$
- Alpha : $\alpha : 0.121$
- Bras de levier des aciers : $Zb : 0.167 \text{ m}$
- Section d'armature comprimée : $A'u : 0.0 \text{ cm}^2$
- Section d'armature tendue : $Au : 5.53 \text{ cm}^2$

c/ Justification a l'ELS

- Position : $y : 0.05 \text{ m}$
- Moment d'inertie : $I : 0.0002 \text{ m}^4$
- Contrainte dans le béton : $\sigma_{bc} : 8.14 \text{ MPA}$
- Vérification contrainte béton : OK
- Contrainte dans l'acier : $\sigma_s : 353.35 \text{ MPA}$
- Vérification contrainte acier : NON

La section n'est pas vérifiée

d/ Calcul de la section a l'ELS

- $Nu : 0.12$
- $\lambda : 1.12$
- $\lambda^{(3/2)} : 0.85$
- $\varphi : 32.17$
- $\alpha_1 : 0.30$
- $As : 7.62$

Section retenue pour le ferrailage : 7.62 cm^2

Soit 7 cadres HA12/ dalette

e/ Calcul des aciers d'effort tranchant a l'ELU :

- Effort tranchant de calcul : $Tu : 8.33 \text{ T}$
- Contrainte tangentielle : $To : 0.48 \text{ Mpa}$
- Contrainte tangentielle limite : 2.5 Mpa

Acier transversal A_t et espacement S_t

- $A_t/S_t \geq -0.0004 \text{ m}$

Pour cadre HA8, on a : $A_t : 1.00 \text{ cm}^2$

Donc $S_t \leq -25.98 \text{ cm}$

Aucun acier transversal n'est donc nécessaire théoriquement

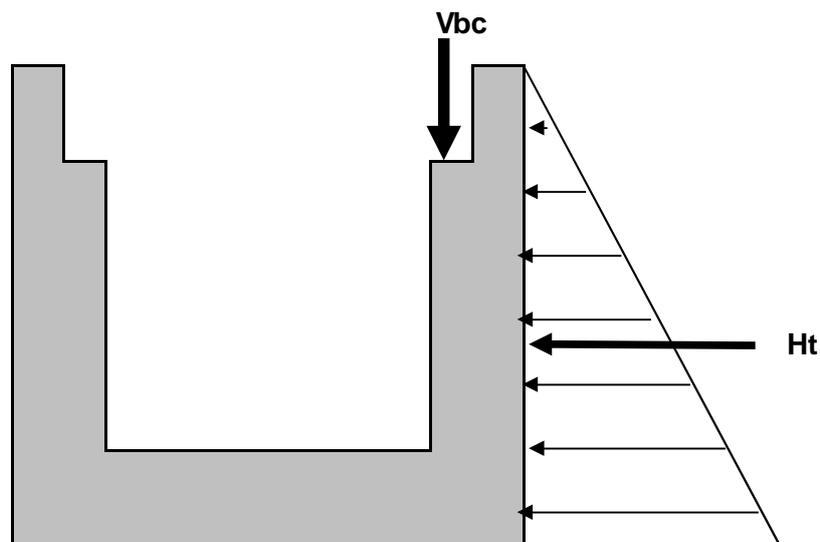
Ferraillage retenu pour la dalette

Sens longitudinal : 7 cadres HA12/dalette

Sens transversal : cadre HA8, esp=20cm

B/ Piédroits

a/ Piédroits soumis à l'effort transmis par la dalette chargée :



- Effort du à l'action de Bc sur la dalette : 5.00 T/ml
- Effort du au poids propre de la dalette : 0.25 T/ml
- Résultante des poussées latérales des terres : 0.43 T/ml

- Effort vertical transmis au piédroit à l'ELU : 8.33 T/ml

- Poussées transmises au piédroit à l'ELU : 0.58 T/ml
- Moment d'encastrement dû à Htu : 0.23 T.m/ml

Le piédroit est alors calculé sous flexion composée :

- Excentricité du centre de pression : e : 0.078 m
- Le noyau central de la section : be : 0.025 m

La section est donc partiellement comprimée

- Moment ramené au centre de gravité des aciers tendus : 1.07 T.m/ml
- Moment réduit limite de l'acier : Nul : 0.372

- Moment de calcul de l'ELU : Mu : 1.07 T.m/ml
- Largeur de section : bo : 1m
- Hauteur utile des aciers : d1 : 0.125 m
- Moment réduit du béton : Nub : 0.048
- Alpha : α : 0.062
- Bras de levier des aciers : Zb : 0.122 m
- Section d'armature comprimée : A'u : 0 cm
- Section d'armature tendue : Au : -1.3221 cm²/ml
- Acier minimal : Amin : A.208 cm²/ml

b/ Piédroit soumis aux poussées des terres et de la roues Bc :

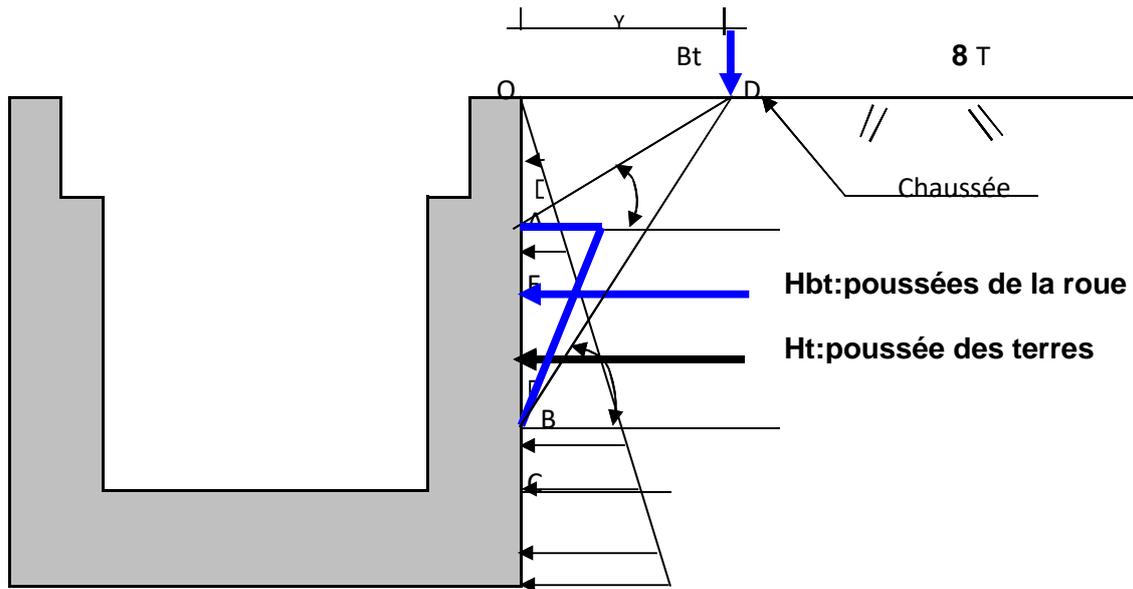
Le piédroit est simulation soumis à :

Poussées de terres ; résultante Ht

Poussées dues à la présence de la roue Bt adjacente à la paroi du piédroit.

(Surface d'impact de la roue : 60 x 25cm²) ; résultante Hbt

La répartition des poussées de la roues le long du piédroit est comme suit :



OD : distance de l'axe de la surface d'impact de la roue au piédroit ;

OA : zone du piédroit soumise à aucune poussée de la roue ;

AB : zone soumise aux poussées de roue.

- OD : 0.3 m
- OA : 0.173 m
- OB : 0.520 m
- AB : 0.347 m
- AE : 0.116 m
- EC : 0.911 m

Point d'application de la résultante Hbtc/ encastrement :

- Angle de diffusion longitudinale des charges : 27 Dg
- Longueur de paroi influencée : 0.830 m

- Résultante Hbt des poussées latérales dues à Bt : 1.54 T/ml
- Résultante Ht des poussées latérales des terres : 0.43 T/ml

- Moment d'encastrement dû à Hbt : $M_{bt} : 1.403 \text{ T.m/ml}$
- Moment d'encastrement dû à Ht : $M_t : 0.173 \text{ T.m/ml}$

- Moment d'encastrement dû à ces poussées à l'ELS : $M_s : 1.86 \text{ T.m/ml}$
- Moment d'encastrement dû à ces poussées à l'ELU : $M_u : 2.48 \text{ T.m/ml}$

Le piédroit est calculé sous flexion simple :

- Moment réduite de l'acier : $N_{ul} : 0.392$
- Largeur de section : $b_o : 1.00 \text{ m}$
- Hauteur utile des aciers : $d_1 : 0.125 \text{ m}$
- Moment réduit du béton : $N_{ub} : 0.112$
- Alpha : $\alpha : 0.149$
- Bras de levier des aciers : $Z_b : 0.118 \text{ m}$
- Section d'armature comprimée : $A'_u : 0 \text{ cm}^2$
- Section d'armature tendue : $A_u : 4.85 \text{ cm}^2/\text{ml}$
- Acier minimal : $A_{min} : 1.21 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Vérification a l'ELS

- Position de l'axe neutre : $y : 0.04 \text{ m}$
- Moment d'inertie : $I : 0.0001 \text{ m}^4$
- Contrainte dans le béton : $\sigma_{bc} : 9.13 \text{ Mpa}$
- Vérification contrainte béton : OK
- Contrainte dans l'acier : $\sigma_s : 376.90 \text{ Mpa}$
- Vérification contrainte acier : NON

La section n'est pas vérifiée à l'ELS

Calcul de section à l'ELS

P

- $Nu : 0.14$
- $\lambda : 1.14$
- $\lambda^{(3/2)} : 0.82$
- $\varphi : 35.04$
- $\alpha_1 : 0.33$
- $As : 6.67 \text{ cm}^2/\text{ml}$

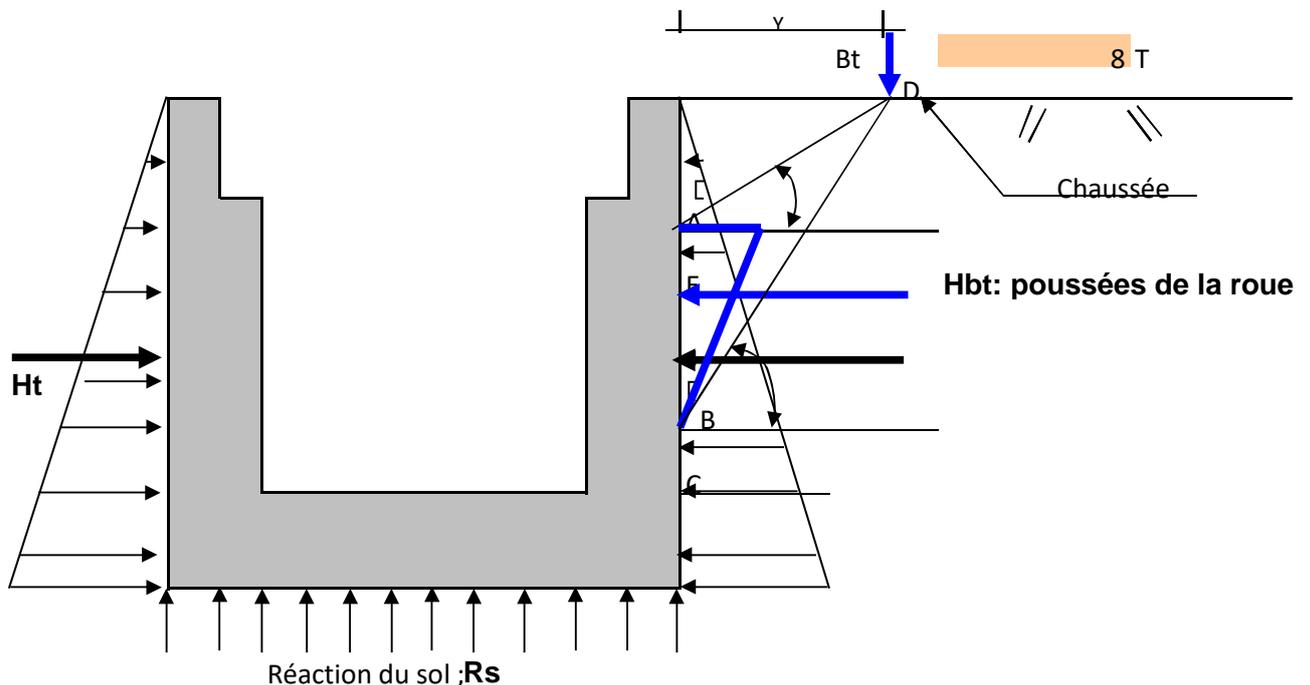
Section retenue pour le ferrailage : 6.67 CM²/ml

Ferrailage retenu pour le piédroit : HA10 esp =13.50 cm

Face extérieure du piédroit (coté chaussée) : HA8 esp = 20 cm

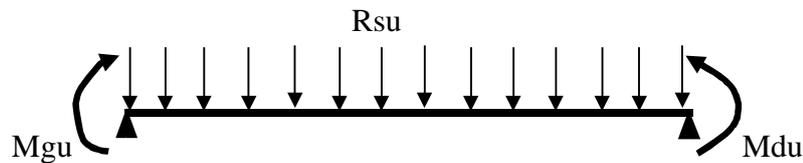
c/ Radier

Schéma du chargement défavorable au radier:



- Réaction du sol à l'ELU : $R_{su} : -1.38 \text{ T/ml}$
- Moment d'encastrement à gauche du radier à l'ELU : $M_{du} : 2.48 \text{ T.m/ml}$
- Moment d'encastrement à gauche du radier à l'ELU : $M_{gu} : 0.23 \text{ T.m/ml}$

Le radier se pretera au schéma de fonctionnement suivant :

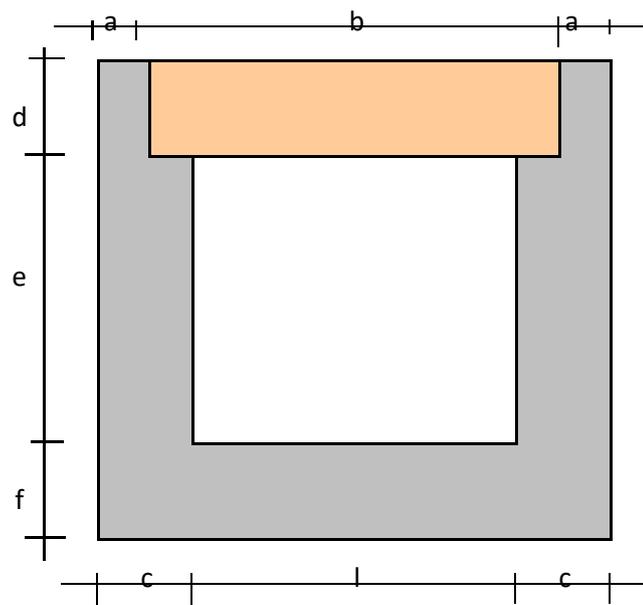


- Réaction d'appui gauche : 1.16 T/ml
- Le moment maximal sur le radier : 2.48 T.m/ml

On adoptera donc pour le radier, le même ferrailage que le piédroit

NOTE DE CALCUL DE CANIVEAU DE 120x120

I/ Schéma de principe



II/ Hypothèse

1/ Les chargements à considérer sont ceux définies dans le titre II du fascicule 61 (conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art) du Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics de l'Etat Français.

2/ Les règles de calcul béton armé sont celles définies dans le BAEL 91 modifié 99

3/ Fissuration considéré préjudiciable

II/ Les cas de chargement à étudier

II-1/ Dalettes :

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

II-2/ Voiles :

a/ Efforts transmis par la dalette chargée ;

b/ Poussées dues à la roue de 8T (Bt) concentrée stationnée sur la chaussée à fleur de la paroi du piédroit, les dalettes n'étant pas encore posées.

II-3/ Radier :

Le radier est à étudier sous les efforts qui lui sont transmis par les voiles dans les différents cas de chargement

IV/ Données du problème :

A/ Géométrie :

- Epaisseur de la lèvre de feuillure : a : 0.075 m
- Portée de la dalette : b : 1.33 m
- Epaisseur du voile : c : 0.15 m
- Epaisseur de la dalette : d : 0.2 m
- Hauteur libre du caniveau : e : 1.2 m
- Ouverture du caniveau : l : 1.2 m
- Epaisseur du radier : f : 0.15 m
- Redent de la feuillure : g : 0.075 m
- Largeur d'une dalette : h : 1 m

B/ Matériaux :

Béton :

- F_{c28} : 25 Mpa
- F_{t28} : 2.1 Mpa
- F_{bu} : 14.166667 Mpa
- σ_{bc} : 15 Mpa
- α_b : 2.5 T/m³
- Nu (ELS) : 0.2
- Nu (ELU)

Armature :

- Fissuration Tres Préjudiciable (oui/non) : non
- Fissuration Préjudiciable (oui/non) : oui
- Fissuration peu préjudiciable : non
- F_e : 500 Mpa
- F_{ed} : 434.78 Mpa
- σ_s : 250 Mpa
- Enrobage : 2.5 cm

Sol :

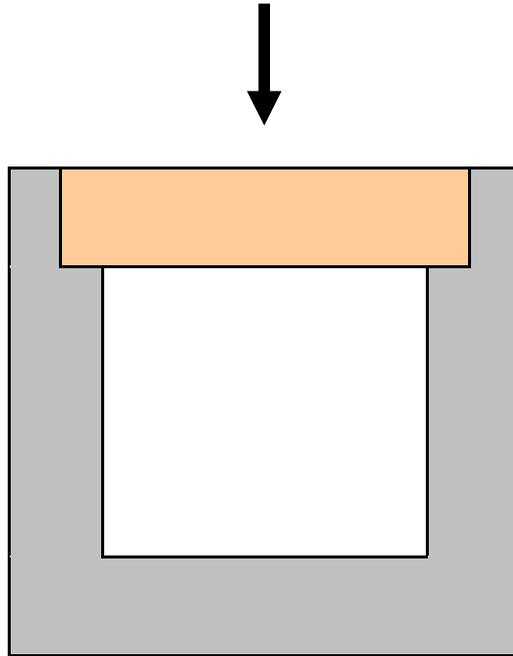
- A_s : 1.8 T/m³
- Angle de frottement interne : 30 dg
- Coefficient de poussée : 0.33
- Contrainte admissible : 1.7 bar

V/ Calculs :

A/ Dalettes :

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

- Dans tout ce qui suit cette roue est désignée par Br.
- Br : 10 T



- Poids au ml de la dalette : 0.5 T/ml
- Le moment de flexion du a la roue Bc : 2.95 T.m
- Le moment de flexion du au poids propre de la dalette : 0.087 T.m
- Effort Tranchant du a BC : 5 T
- Effort tranchant du au poids propre : 0.295 T

a/ Elément de réduction de calculs :

ELU :

- M_u : 4.84 T.m
- T_u : 8.40 T

ELS :

- M_s : 3.63 T.m
- T_s : 5.35 T

b/ Calculs des aciers de flexion a l'ELU

- Moment réduit de l'acier : Nul : 0.372

- Moment de calcul à l'ELU : M_u : 4.84 T.m
- Largeur de section : b_o : 1m
- Hauteur utile des aciers : d_1 : 0.175 m
- Moment réduit du béton : N_{ub} : 0.112
- Alpha : α : 0.148
- Bras de levier des aciers : Z_b : 0.165 m
- Section d'armature comprimée : A'_u : 0.0 cm²
- Section d'armature tendue : A_u : 6.76 cm²

c/ Justification a l'ELS

- Position : y : 0.05 m
- Moment d'inertie : I : 0.0002 m⁴
- Contrainte dans le béton : σ_{bc} : 9.12 MPA
- Vérification contrainte béton : OK
- Contrainte dans l'acier : σ_s : 352.75 MPA
- Vérification contrainte acier : NON

La section n'est pas vérifiée

d/ Calcul de la section a l'ELS

- N_u : 0.14
- λ : 1.14
- $\lambda^{(3/2)}$: 0.82
- φ : 34.99
- α_1 : 0.33
- A_s : 9.31

Section retenue pour le ferrailage : 9.31 cm²

Soit 9 cadres HA12/ dalette

e/ Calcul des aciers d'effort tranchant a l'ELU :

- Effort tranchant de calcul : T_u : 8.40 T
- Contrainte tangentielle : T_o : 0.48 Mpa

- Contrainte tangentielle limite : 2.5 Mpa

Acier transversal A_t et espacement S_t

- $A_t/S_t \geq - 0.0004 \text{ m}$

Pour cadre HA8, on a : $A_t : 1.00 \text{ cm}^2$

Donc $S_t \leq -26.65 \text{ cm}$

Aucun acier transversal n'est donc nécessaire théoriquement

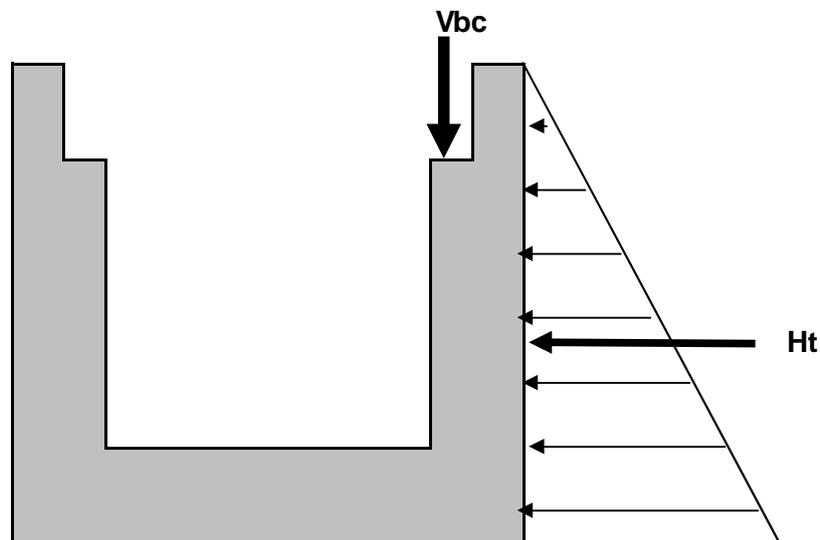
Ferrailage retenu pour la dalette

Sens longitudinal : 9 cadres HA12/dalette

Sens transversal : cadre HA8, esp=20cm

B/ Piédroits

a/ Piédroits soumis à l'effort transmis par la dalette chargée



- Effort dû à l'action de B_c sur la dalette : 5.00 T/ml
- Effort dû au poids propre de la dalette : 0.30 T/ml
- Résultante des poussées latérales des terres : 0.59 T/ml

- Effort vertical transmis au piédroit à l'ELU : 8.40 T/ml
- Poussées transmises au piédroit à l'ELU : 0.79 T/ml
- Moment d'encastrement dû à Htu : 0.37 T.m/ml

Le piédroit est alors calculé sous flexion composée :

- Excentricité du centre de pression : e : 0.094 m
- Le noyau central de la section : be : 0.025 m

La section est donc partiellement comprimée

- Moment ramené au centre de gravité des aciers tendus : 1.21 T.m/ml
- Moment réduit limite de l'acier : Nul : 0.372

- Moment de calcul de l'ELU : Mu : 1.21 T.m/ml
- Largeur de section : bo : 1m
- Hauteur utile des aciers : $d1$: 0.125 m
- Moment réduit du béton : Nub : 0.055
- Alpha : α : 0.070
- Bras de levier des aciers : Zb : 0.121 m
- Section d'armature comprimée : $A'u$: 0 cm
- Section d'armature tendue : Au : -1.068 cm²/ml
- Acier minimal : $Amin$: 1.208 cm²/ml

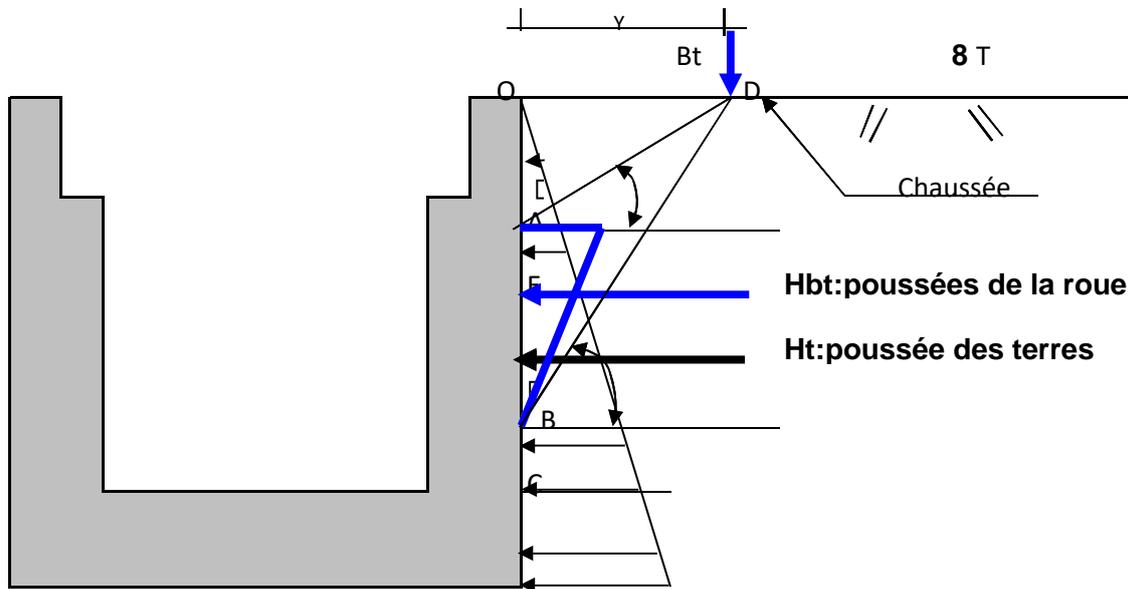
b/ Piédroit soumis aux poussées des terres et de la roues Bc :

Le piédroit est simulation soumis à :

Poussées de terres ; résultante Ht

Poussées dues à la présence de la roue Bt adjacente à la paroi du piédroit.

(Surface d'impact de la roue : 60 x 25cm²) ; résultante Hbt



OD : distance de l'axe de la surface d'impact de la roue au piédroit ;

OA : zone du piédroit soumise à aucune poussée de la roue ;

AB : zone soumise aux poussées de roue.

- OD : 0.3 m
- OA : 0.173 m
- OB : 0.520 m
- AB : 0.347 m
- AE : 0.116 m
- EC : 0.911 m

Point d'application de la résultante Hbtc/ encastrement :

- Angle de diffusion longitudinale des charges : 27 Dg
- Longueur de paroi influencée : 0.830 m
- Résultante Hbt des poussées latérales dues à Bt : 1.54 T/ml
- Résultante Ht des poussées latérales des terres : 0.59 T/ml

- Moment d'encastrement du à Hbt : $M_{bt} : 1.711 \text{ T.m/ml}$
- Moment d'encastrement du à Ht : $M_t : 0.274 \text{ T.m/ml}$

- Moment d'encastrement dû à ces poussées à l'ELS : $M_s : 2 ;33 \text{ T.m/ml}$
- Moment d'encastrement dû à ces poussées à l'ELU : $M_u : 3.11 \text{ T.m/ml}$

Le piédroit est calculé sous flexion simple :

- Moment réduite de l'acier : $N_{ul} : 0.392$
- Largeur de section : $b_o : 1.00 \text{ m}$
- Hauteur utile des aciers : $d_1 : 0.125 \text{ m}$
- Moment réduit du béton : $N_{ub} : 0.140$
- Alpha : $\alpha : 0.190$
- Bras de levier des aciers : $Z_b : 0.116 \text{ m}$
- Section d'armature comprimée : $A'_u : 0 \text{ cm}^2$
- Section d'armature tendue : $A_u : 6.19 \text{ cm}^2/\text{ml}$
- Acier minimal : $A_{min} : 1.21 \text{ cm}^2/\text{ml}$

Vérification a l'ELS

- Position de l'axe neutre : $y : 0.04 \text{ m}$
- Moment d'inertie : $I : 0.0001 \text{ m}^4$
- Contrainte dans le béton : $\sigma_{bc} : 10.47 \text{ Mpa}$
- Vérification contrainte béton : OK
- Contrainte dans l'acier : $\sigma_s : 376.06 \text{ Mpa}$
- Vérification contrainte acier : NON

La section n'est pas vérifiée à l'ELS

Calcul de section à l'ELS

P

- N_u : 0.18
- λ : 1.18
- $\lambda^{(3/2)}$: 0.78
- φ : 38.62
- α_1 : 0.36
- A_s : 8.47 cm²/ml

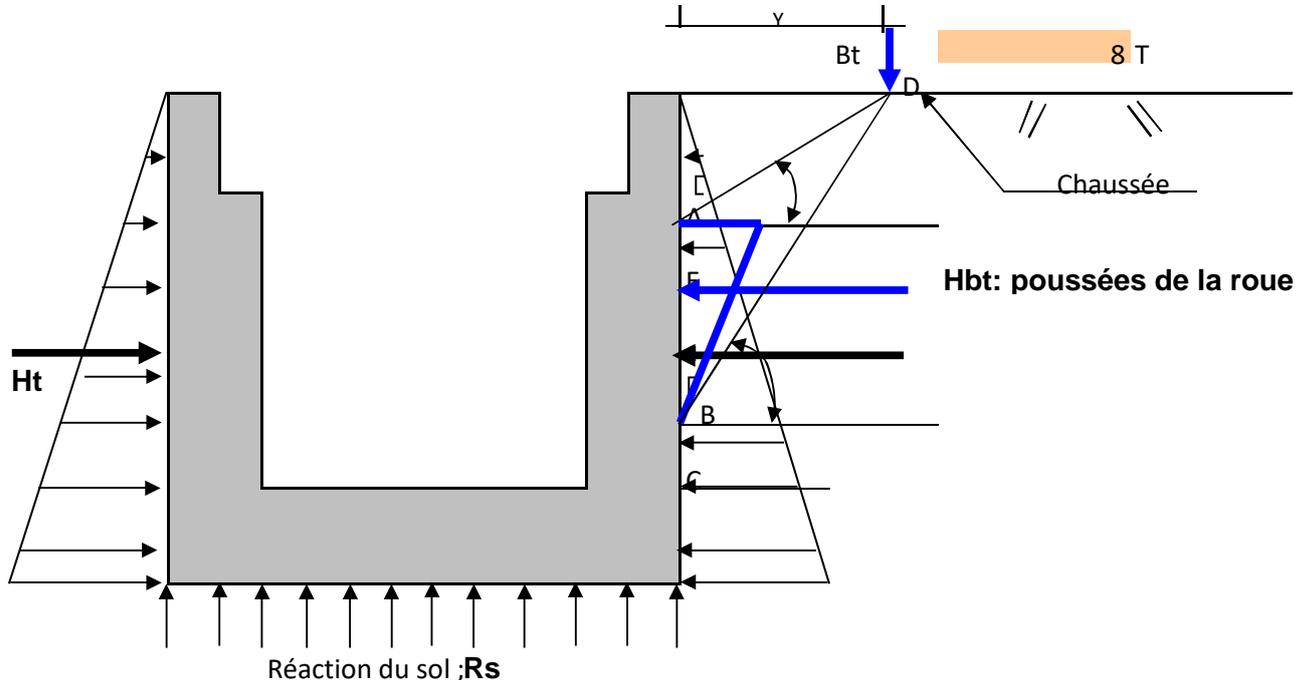
Section retenue pour le ferrailage : 8.47 cm²/ml

Ferrailage retenu pour le piédroit : HA12 esp =12 cm

Face extérieure du piédroit (coté chaussée) : HA8 esp = 20 cm

c/ Radier

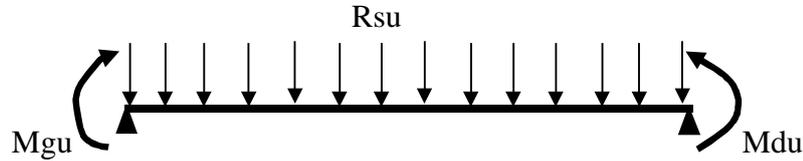
Schéma du chargement défavorable au radier:



- Réaction du sol à l'ELU : R_{su} : -1.42 T/ml
- Moment d'encastrement à gauche du radier à l'ELU : M_{du} : 3.11 T.m/ml

- Moment d'encastrement à gauche du radier à l'ELU : $M_{gu} : 0.37 \text{ T.m/ml}$

Le radier se pretera au schéma de fonctionnement suivant :



- Réaction d'appui gauche : 1.07 T/ml
- Le moment maximal sur la radier : 3.11 T.m/ml

On adoptera donc pour le radier, le même ferrailage que le piédroit

Annexes 16: Listing de l'axe en plan

Elts Caractéristiques				Points de Contacts		
Nom	Paramètres	Longueur	Abscisse	X	Y	
Droite 1	Gisement 258.99gr	2529,037	726,629	356163,984	1234068,750	
Arc 1	Rayon 1500.000 m	169,015	3255,666	354141,813	1232549,918	
	Centre X 355042.649 m					
	Centre Y 1231350.545 m					
Droite 2	Gisement 251.82gr	207,457	3424,681	354012,669	1232441,023	
Arc 2	Rayon -2000.000 m	404,703	3632,138	353861,851	1232298,572	
	Centre X 352488.545 m					
	Centre Y 1233752.543 m					
Droite 3	Gisement 264.70gr	278,672	4036,841	353541,622	1232052,240	
Arc 3	Rayon 3000.000 m	273,438	4315,513	353304,708	1231905,508	
	Centre X 354884.323 m					
	Centre Y 1229355.054 m					
Droite 4	Gisement 258.90gr	126,061	4588,952	353079,123	1231751,145	
Arc 4	Rayon 1500.000 m	69,618	4715,012	352978,438	1231675,290	
	Centre X 353881.039 m					
	Centre Y 1230477.245 m					
Droite 5	Gisement 255.94gr	158,020	4784,631	352923,826	1231632,123	

Arc 5	Rayon	-1400.000 m	548,012	4942,650	352802,164	1231531,284
	Centre X	351908.766 m				
	Centre Y	1232609.171 m				
Droite 6	Gisement	280.86gr	18,283	5490,662	352323,356	1231271,967
Arc 6	Rayon	-600.000 m	541,713	5508,945	352305,894	1231266,553
	Centre X	352128.212 m				
	Centre Y	1231839.640 m				
Droite 7	Gisement	338.34gr	1988,009	6050,658	351788,333	1231345,189
Arc 7	Rayon	625.000 m	536,938	8038,667	350150,044	1232471,328
	Centre X	349796.003 m				
	Centre Y	1231956.275 m				
Longueur totale de l'axe 7312,038 mètre(s)						

Annexes 17 : Résultats sol ciment

Récapitulatif des essais d'amélioration de la GAL avec le ciment à 2,5% de ciment du PK 12+000 au PK 21+500

Profil/PK	Réf Proctor		Indice CBR		
	W%	Y ^d	90% opm	95% opm	98% opm
12+000 -12+500 (Amélioré 2,5%)	5,5	2,54	150	412	Impénétrable.
13+500 (Amélioré 2,5%)	5,7	2,51	135	Impénétrable	Impénétrable
14+000 (Amélioré 2,5%)	5,2	2,49	280	427	Impénétrable
14+500 (Amélioré 2,5 %)	5,5	2,50	330	409	Impénétrable
15+000 (Amélioré 2,5%)	5,3	2,51	Impénétrable	Impénétrable	Impénétrable
15+500 (Amélioré 2,5%)	6,4	2,43	300	420	Impénétrable
16+500 (Amélioré 2,5 %)	7,2	2,40	232	288	350
17+500 (Amélioré 2,5%)	6,7	2,39	110	190	242
18+500 (Amélioré 2,5%)	9,4	2,24	92	180	212
19+500 (Amélioré 2,5 %)	8,1	2,325	30	170	201
20+500 (Amélioré 2,5 %)	6,1	2,45	80	220	260
21+000 (Amélioré 2,5%)	8,0	2,30	157	282	305
21+500 (Amélioré 2,5 %)	6,6	2,35	105	320	380

Les caractéristiques du matériau cru de la couche fondation sondée qui a fait l'objet de l'amélioration au ciment à 2,5% sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Profil / PK	Réf Proctor		Indice CBR		
	W%	Y ^d	90% opm	95% opm	98% opm
14+000 – 14+500 (cru)	6,4	2,475	60	77	97

Annexes 18 : Avant métré du projet

		UNITE	QUANTITE
000	Installation et Repli du Chantier		
001	Installation du chantier		
001a	Elaboration du dossier de récolement	FFt	1,00
001b	Etablissement du Plan de Gestion Environnemental et Social	FFt	1,00
001c	Elaboration du dossier d'exécution	FFt	1,00
001d	Matériel	FFt	1,00
001e	Centrale à Béton	FFt	1,00
001f	Centrale de concassage y compris pont-bascule	FFt	1,00
001g	Centrale d'enrobé	FFt	1,00
002	Repli du Chantier	FFt	1,00
003	Aménagement et Entretien des voies de déviations		
003a	Aménagement des voies de déviations	Km	5,00
003b	Entretien des voies de déviations	MOIS	12
004	Prestations diverses		
004a	Travaux topographiques, études d'exécution et plans d'exécution	FFt	1,00
004b	Etablissement du Plan d'Assurance Qualité (PAQ)	FFt	1,00
005	Installations mise à la disposition du Maître d'Œuvre		
005a	Logements et équipements	FFt	1,00
005b	Bureaux et équipements	FFt	1,00
005c	Laboratoire et équipements	FFt	1,00
005d	Véhicule destiné à la Mission de contrôle et		

	l'Administration		
005d1	Véhicule Station Wagon	U	2,00
005d2	Véhicule Pick-up double cabines	U	2,00

100 : Travaux préparatoire

101 : Abattage d'arbres de circonférence supérieure à 1m

Désignation	Unité	Nbre		Total
Pk0+800 au PK8+000	U	73		73
Majoration			10,00%	7.3
Arrondi à				80.3

102 : Débroussaillage et Nettoyage de l'emprise

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
Pk0+800 au PK8+000 (élargissement sur 6m de part et d'autre)	m2	7,2	6	43.2	43.2
Majoration				10,00%	4.32
Arrondi à					47.52

103 : Réparation provisoire des dégradations de la chaussée existante

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
Nids de poule du Pk0+800 au PK8+000	m2			8.48	8.48
Autres dégradations du Pk0+800 au PK8+000	m2	3808.62	2.5	9521.55	9521.55
Majoration				10,00%	953.003
Arrondi à					10483.03

200 : Terrassements

201 : Décapage de la terre végétale, reconstitution

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
Uniquement sur l'élargissement soit sur 4m au pied de talus actuel du	m2	2700	4	10800	10800

PK5+300 au PK8+000					
Uniquement sur l'élargissement soit sur 4m au pied de talus actuel du PK0+800 au PK5+300	m2	4500	4	18000	18000
Majoration				10,00%	2880
Arrondi à					31680

202 : Déblai ordinaire mis en dépôt : 34612.1 m3

203 : Remblai : 246238,6 m3

300 : Corps chaussée

301 : Fourniture et mise en œuvre de la couche de forme en grave latéritique

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
PK5+300 au PK8+000	m3	2700	3	8100	8100
PK0+800 au PK5+300	m3	4500	3	13500	13500
Majoration				10,00%	2160
Arrondi à					23760

302 : Fourniture et mise en œuvre de la couche de fondation en grave latéritique

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
PK5+300 au PK8+000	m3	2700	3	8100	8100
PK0+800 au PK5+300	m3	4500	3	13500	13500
Majoration				23.00%	4968
Arrondi à					26568

303 : Recyclage sur 15cm et pré réglage de la chaussée (existant + élargissement)

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
PK5+300 au PK8+000	m3	2700	10.2	27540	27540
PK0+800 au PK5+300	m3	4500	18.40	82800	82800
Majoration				10.00%	11043
Arrondi à					121474

304 : Fourniture de ciment

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Epaisseur	Total
La quantité en kg/m²= épaisseur x densité sèche (référence Proctor de 2t/m³) x 100 x (%ciment / (100-% de ciment))	Kg/m ²	10.26		0.20	10.26
Conversion en tonne en rase campagne	T	2700	7.2		199.4544
Conversion en tonne en agglomération	T	4500	14.40		664.848
Majoration				10.00%	86.43
Arrondi à					950.73

305 : Amélioration au ciment à 2,5%

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Epaisseur	Total
PK5+300 au PK8+000	m ³	2700	7.2	0.23	4471.2
PK0+800 au PK5+300	m ³	4500	14.40	0.23	14904
Majoration				10.00%	1937.52
Arrondi à					21312.72

306 : Fourniture et mise en œuvre de béton bitumineux sur 5cm d'épaisseur

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Epaisseur	Total
PK5+300 au PK8+000	m ³	2700	7.20	0.05	972
PK0+800 au PK5+300	m ³	4500	14.4	0.05	3240
Majoration				5,00%	210.6
Arrondi à					4422.6

307 : Mise en œuvre imprégnation

	Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
Imprégnation avant la mise en œuvre de la couche d'accrochage entre le sol ciment et le GB3	PK5+300 au PK8+000	m ²	2700	7.20	19440	19440
	PK0+800 au PK5+300	m ²	4500	14.4	64800	64800

Imprégnation avant la mise en œuvre du monocouche sur les accotements	PK5+300 au PK8+000		2700	3.00	8100	8100
	PK0+800 au PK5+300		4500	4.00	18000	18000
Majoration					5,00%	5517
Arrondi à						115857

308 : Fourniture et mise en œuvre de grave bitume pour couche de renforcement de 12cm

Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Epaisseur	Total
PK5+300 au PK8+000	m3	2700	10.2	0.12	3304.8
PK0+800 au PK5+300	m3	4500	18.40	0.12	9936
Majoration				5.00%	662.04
Arrondi à					13902.84

309 : Couche d'accrochage

	Désignation	Unité	Longueur	Largeur	Surface	Total
Couche d'accrochage entre le sol ciment et la GB3	PK5+300 au PK8+000	m2	2700	10.20	27540	27540
	PK0+800 au PK5+300	m2	4500	18.4	82800	82800
Couche d'accrochage entre la GB3 et le BB	PK5+300 au PK8+000		2700	7.20	19440	19440
	PK0+800 au PK5+300		4500	14.4	64800	64800
Majoration					5,00%	9729
Arrondi à						204309

310 : Fourniture et pose de bordures

Désignation	Unité	Long	Long d'une bordure	Vide	Total
PK0+800 au PK5+300	m3	4500	1.00	0.50	3000
Majoration				10.00%	300
Arrondi à					3300

400 : Assainissement et drainage

401 : Caniveau de section :

401a : Caniveau de section 100x100

Désignation	Unité	Long total de traversée des grandes agglomérations	Linéaire de caniveaux	Total
Bobo	ml		2185	2185
Majoration				5.00%
Arrondi à				2294.25

401b : Caniveau de section 120x120

Désignation	Unité	Long total de traversée des grandes agglomérations	Linéaire de caniveaux	Total
Bobo	ml		4238	4238
Majoration				5.00%
Arrondi à				4449.9

402 : Dallettes pour caniveaux de section :

402a : de section 100x100

Désignation	Unité	Linéaire de caniveaux	Linéaire de tronçon considéré	Total
Bobo	ml	2185	30%	655.5
Majoration				5.00%
Arrondi à				688.28

402 b : de section 120x120

Désignation	Unité	Linéaire de caniveaux	Linéaire de tronçon considéré	Total
Bobo	ml	4238	30%	1271.4
Majoration				5.00%
Arrondi à				1334.97

500 : Ouvrage d'art

501 : Dalot de traversée de chaussée de section :

501 a : De section 2x1,5x1,5 : est prise à 10% du linéaire de la section de caniveau de 120x120 = 444.99 ml

501 b : De section 1x2,5x2 : est prise à 10% du linéaire de la section de caniveau de 120x120 = 444.99ml

501 c : De section 2x2,5x2 : est prise à 10% du linéaire de la section de caniveau de 120x120 = 444.99ml

502 : Béton dosé à 350 kg/m³

Désignation	Unité	Nbre	Qté	Total
Dalot section 2x1,5x1,5	m ³	1	20.30	20.30
Dalot section 1x2,5x2	m ³	2	26.06	52.12
Dalot section 2x2,5x2	m ³	3	42.32	126.96
Majoration				5.00%
Arrondi à				209.349

503 : Aciers haute adhérence pour béton armé

Désignation	Unité	Nbre	Qté	Total
Dalot section 2x1,5x1,5	Kg	1	1363.90	1363.90
Dalot section 1x2,5x2	Kg	2	1760.83	3521.66
Dalot section 2x2,5x2	Kg	3	2593.44	7780.32
Majoration				5.00%
Arrondi à				13299.174

504 : Fourniture et pose de perrés maçonnés :

505 : Fourniture et pose de Gabions

Désignation	Unité	Nbre	Qté	Total
Dalot section 2x1,5x1,5	m ³	1	3.82	3.82
Dalot section 1x2,5x2	m ³	2	6.75	13.5
Dalot section 2x2,5x2	m ³	3	9.49	28.47
Majoration				5.00%
Arrondi à				48.08

506 : Enrochement de protection

Désignation	Unité	Nbre	Qté	Total
Dalot section 2x1,5x1,5	m3	1	3.82	3.82
Dalot section 1x2,5x2	m3	2	6.75	13.5
Dalot section 2x2,5x2	m3	3	9.49	28.47
Majoration				5.00%
Arrondi à				2.2895
				48.08

600 : Signalisation – Divers

601 : Signalisation horizontale

601a : Ligne d'axe continue module T1 largeur = 12 cm (2U)

Désignation	Unité	Début	Fin	Total
R=1500	ml	3255.666	3424.681	169.015
R=2000	ml	3632.138	4036.841	404.703
R=3000	ml	4315.513	4588.952	273.439
R=1500	ml	4715.012	4784.631	69.619
R=1400	ml	4942.650	5490.662	548.012
R=600	ml	5508.945	6050.658	541.73
Majoration				5.00%
Arrondi à				100.3259
				2106.8439

601b : Ligne d'axe discontinue module T1 largeur = 12 cm (2U)

Désignation	Unité	Longueur	Ligne	Espacement	Total
Ligne d'axe discontinue module T1 largeur = 12 cm (2U)	ml	5093.1561	3	1.33	1176.2485
Majoration				5.00%	58.81
Arrondi à					1235.06

601c : Marquage spécial à la peinture blanche (stop, passage piétons, etc.)

Désignation	Unité	Longueur	Ligne	Total
Bobo= 17 amorces de rues	m2	15	0.18	17
Majoration				5.00%
Arrondi à				2.295
				48.195

602 : Panneaux de signalisation verticale

Désignation	Unité	Nombre d'agglomération	Nombre de panneaux	Total
Bobo= 17 amorces de rues	u	2	10	20
Majoration				0.00%
Arrondi à				20

603 : Balise en béton : 105.34 balises

604 : Réalisation de ralentisseur de type dos d'âne

Désignation	Unité	Nombre de ralentisseur par agglomération	Nombre	Total
Bobo	u	4	1	4
Majoration				0.00%
Arrondi à				4

700 : Mise en œuvre du PGES

701 : Plantation d'arbre d'alignement et entretien : 123 arbres

702 : Remise en état des zones d'emprunt (latérite) : 15 ha

800 : Éclairage Public

801 : Lampadaire solaire 7 m simple : 107 lampadaires

802 : Lampadaire solaire 7 m double crosses : 180 lampadaires

Annexes 19 : Devis quantitatif et estimatif

DESIGNATION DES PRIX		UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRES EN FCFA	PRIX TOTAL EN FCFA
			(1)	(2)	(3) = (1) * (2)
000	Installation et Repli du Chantier				
001	Installation du chantier				
001a	Elaboration du dossier de récolement	FFt	1,00	9 200 000	9 200 000
001b	Etablissement du Plan de Gestion Environnemental et Social	FFt	1,00	11 400 000	11 400 000
001c	Elaboration du dossier d'exécution	FFt	1,00	12 600 000	12 600 000
001d	Matériel	FFt	1,00	195 000 000	195 000 000
001e	Centrale a Béton	FFt	1,00	62 000 000	62 000 000
001f	Centrale de concassage y compris pont-basculé	FFt	1,00	225 000 000	225 000 000
001g	Centrale d'enrobé	FFt	1,00	350 000 000	350 000 000
002	Repli du Chantier	FFt	1,00	310 000 000	310 000 000
003	Aménagement et Entretien des voies de déviations				

ACTUALISATION DE L'ETUDE TECHNIQUE EN VUE DE LA REHABILITATION DE LA RN8 BOBO-DIOULASSO-ORODARA SUR UN TRONCON DE 7,2Km AU
BURKINA FASO

003a	Aménagement des voies de déviations	Km	5,00	2 010 000	10 300 000
003b	Entretien des voies de déviations	MOIS	12	1 020 000	12 240 000
004	Prestations diverses				
004a	Travaux topographiques, études d'exécution et plans d'exécution	FFt	1,00	20 867 524	20 867 524
004b	Etablissement du Plan d'Assurance Qualité (PAQ)	FFt	1,00	9 800 000	9 800 000
005	Installations mise à la disposition du Maître d'Œuvre				
005a	Logements et équipements	FFt	1,00	110 000 000	110 000 000
005b	Bureaux et équipements	FFt	1,00	100 000 000	100 000 000
005c	Laboratoire et équipements	FFt	1,00	70 000 000	70 000 000
005d	Véhicule destiné à la Mission de contrôle et l'Administration				
005d1	Véhicule Station Wagon	U	2,00	22 000 000	44 000 000
005d2	Véhicule Pick-up double cabines	U	2,00	22 000 000	44 000 000
	Total série 000				1 586 107 524
100	Travaux préparatoire				
101	Abattage d'arbres de circonférence supérieure à 1m	U	80,3	55 000	4 416 500

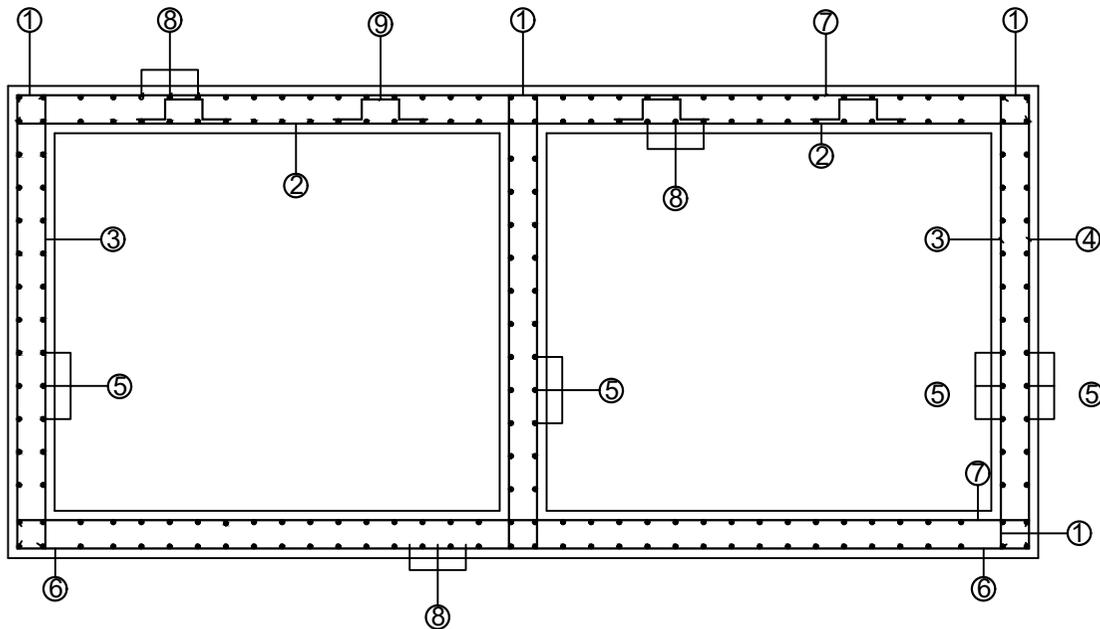
102	Débroussaillage et Nettoyage de l'emprise	m2	47 ,62	150	7 143
103	Réparation provisoire des dégradations de la chaussée existante	m2	10483.03	780	8 176 763
	Total série 100				12 600 406
200	Terrassements				
201	Décapage de la terre végétale, reconstitution	m2	2880	250	720 000
202	Déblai ordinaire mis en dépôt	m3	34612.1	3 500	121 142 350
204	Remblai	m3	246238,6	6 600	1 625 174 760
	Total série 200				1 747 037 110
300	Corps chaussée				
301	Fourniture et mise en œuvre de la couche de forme en grave latéritique	m3	23760	5500	130 680 000
302	Fourniture et mise en œuvre de la couche de fondation en grave latéritique	m3	26568	6300	167 378 400
303	Recyclage sur 15cm et préréglage de la chaussée (existant + élargissement)	m3	121474	1 500	182 211 000
304	Fourniture de ciment	t	950.73	140 000	133 102 200
305	Amélioration au ciment à 2,5%	m3	21312.72	2 500	53 281 800
306	Fourniture et mise en œuvre de béton bitumineux sur 5cm d'épaisseur	m3	4422.6	155 000	685 503 000
307	Mise en œuvre imprégnation	m ²	115857	900	104 271 300

308	Fourniture et mise en œuvre de grave bitume pour couche de renforcement de 12cm	m3	13902.84	110 000	1 529 312 400
309	Couche d'accrochage	m ²	204309	720	147 102 480
310	Fourniture et pose de bordures	ml	3300	18 400	60 720 000
	Total série 300				3 046 460 100
400	Assainissement et drainage				
401	Caniveau de section :				
401a	Caniveau de section 100x100	ml	2294.25	117 000	268 427 250
401b	Caniveau de section 120x120	ml	4449.9	137 000	609 636 300
402	Dallettes pour caniveaux de section :				
402a	De section 100x100	ml	688.28	39 000	26 842 920
402b	De section 120x120	ml	1334.97	44 500	59 406 165
	Total série 400				964 312 635
500	Ouvrage d'art				
501	Dalot de traversée de chaussée de section :				
501a	De section 2x1,5x1,5	ml	444.99	492 000	218 935 080
501b	De section 1x2,5x2	ml	444.99	500 000	222 496 000
501c	De section 2x2,5x2	ml	444.99	1 000 000	444 990 000
502	Béton dosé à 350 kg/m ³	m ³	209.349	212 000	44 281 988

503	Aciers haute adhérence pour béton armé	kg	13299.174	1 000	13 299 174
504	Fourniture et pose de perrés maçonnés	m2	0	16 200	0
505	Fourniture et pose de Gabions	m3	48.08	31 700	1 524 136
506	Enrochement de protection	m3	48.08	17 200	826 976
	Total série 500				946 353 354
600	Signalisation - Divers				
601	Signalisation horizontale				
601a	Ligne d'axe continue module T1 largeur = 12 cm (2U)	ml	100.3259	960	96 313
601b	Ligne d'axe discontinue module T1 largeur = 12 cm (2U)	ml	1235.06	3500	4 322 710
601c	Marquage spécial à la peinture blanche (stop, passage piétons, etc.)	m2	48.195	5100	245 795
602	Panneaux de signalisation verticale	U	20	157 000	3 140 000
603	Balise en béton	U	105.34	17 900	1 885 586
604	Réalisation de ralentisseur de type dos d'âne	U	4	1 400 000	5 600 000
	Total série 600				15 290 414
700	Mise en œuvre du PGES				
701	Plantation d'arbre d'alignement et entretien	U	123	7500	922 500
702	Remise en état des zones d'emprunt (latérite)	Ha	15	203 369	30 505 350
	Total série 900				31 427 850

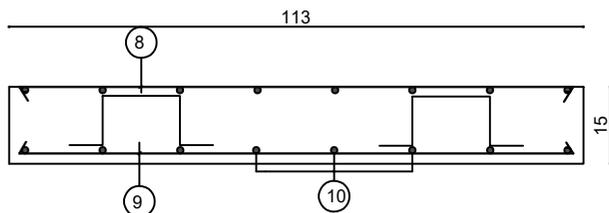
800	Éclairage Public				
801	Lampadaire solaire 7 m simple	U	107	1 500 000	160 500 000
802	Lampadaire solaire 7 m double crosses	U	180	2 440 000	439 200 000
	Totale série 800				599 700 000
TOTAL GENERAL (F CFA)					8 949 289 393
IMPREVUES (10%)					894 928 939
MISSION DE CONTRÔLE ET SURVEILLANCE (7%)					689 095 283
MAITRISE D'OUVRAGE DELEGUE (5%)					492 210 917
MONTANT TOTAL HORS TVA					11 025 524 530
TOTAL TVA (F CFA)					1 984 594 416
TOTAL TTC (F CFA)					13 010 118 950

Annexes 20 : Plan

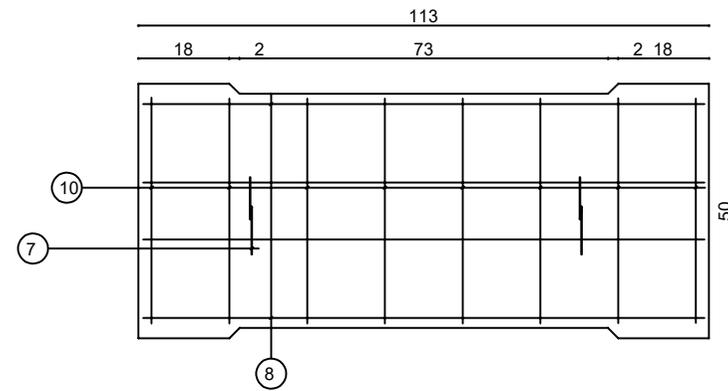


N°	Diam acier (mm)	Esp (cm)	Forme
1	HA16	15	—
2	HA14	15	∟
3	HA16	15	⌋
4	HA16	15	⌋
5	HA12	20	—
6	HA20	15	—
7	HA16	15	—
8	HA12	20	—
9	HA12	4/m2	⌋

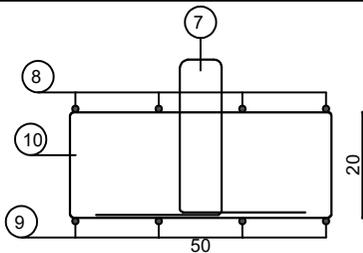
Projet : Dalot De 2x2,5x2	Echelle : 1/50e
Dessiné par : ZOUNGRANA Innocent	Date : 21/12/2023



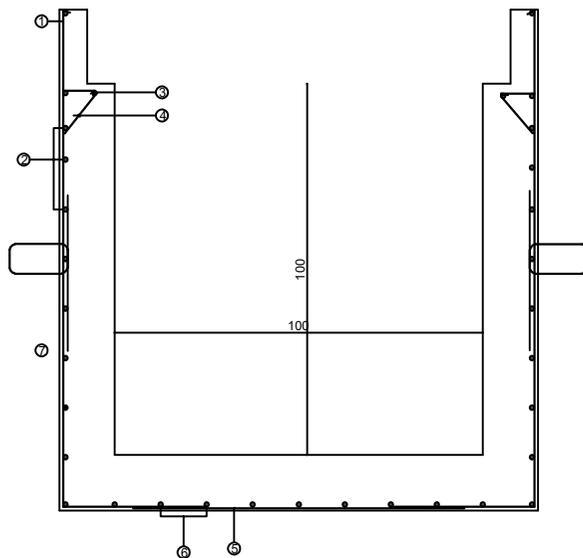
DALETTE : Coupe longitudinale Ech : 1/10



DALETTE : Vue en plan Ech : 1/10



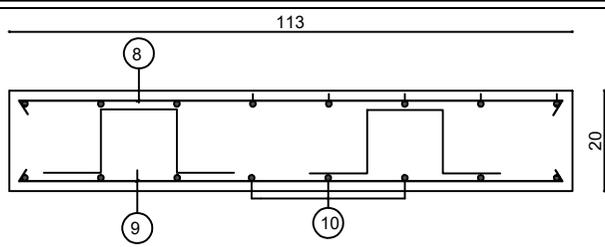
DALETTE : Coupe transversale Ech : 1/10



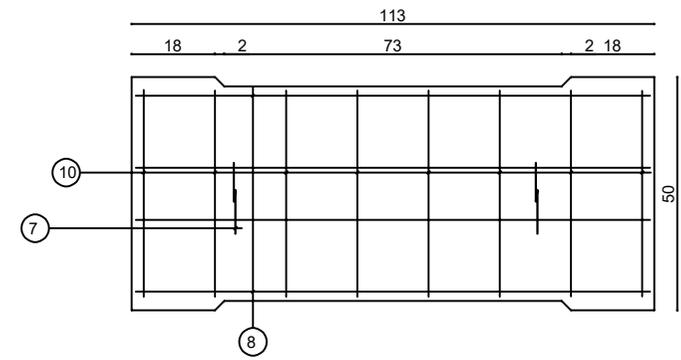
CANIVEAU : Coupe transversale Ech 1/15

Caniveau de 100x100 cm
 Epaisseur radier 15 cm
 Epaisseur dalette 20 cm
 Epaisseur Voile 15 cm

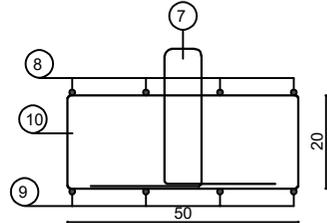
N°	Diametre acier (mm)	Nombre	Espacement (cm)	Forme
1	HA10	16	13	
2	HA 8	14	20	
3	HA 8	2	-	
4	HA 10	16	13	
5	HA 10	8	13	
6	HA 8	5	20	
7	HA 10	8	1/1ml	
Dalette (0.5 ml)				
8	HA 12	4	13	
9	HA 12	4	13	
10	HA 8	5	20	
7	HA 10	2	2/1 UNIT	



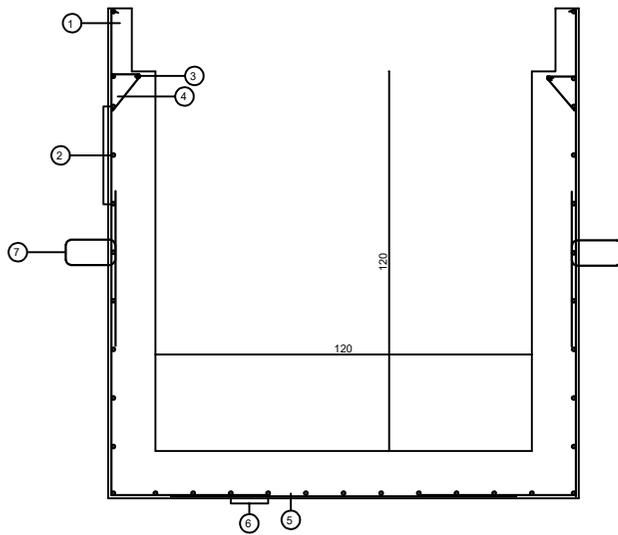
DALETTE : Coupe longitudinale Ech : 1/10



DALETTE : Vue en plan Ech : 1/10



DALETTE : Coupe transversale Ech : 1/10



Caniveau de 120x120 cm Epaisseur radier 15 cm Epaisseur dalette 20 cm Epaisseur Voile 15 cm				
N°	Diametre acier (mm)	Nombre	Espacement (cm)	Forme
1	HA12	18	12	
2	HA 8	22	15	
3	HA 8	2	-	
4	HA 12	18	12	
5	HA 12	9	12	
6	HA 8	8	15	
7	HA 10	8	1/1ml	
Dalette (0.5 ml)				
8	HA 12	4	13	
9	HA 12	4	13	
10	HA 8	7	20	
7	HA 12	2	2/1 UNIT	