



**ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE ET ENVIRONNEMENTAL DES  
TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE ROUTE DE  
DESENCLAVEMENT DE ZONES A FORTE PRODUCTION AGRICOLE,  
PHASE 1 : SAFANE-LANFIERA**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
**MASTER**  
**SPÉCIALITÉ GÉNIE CIVIL – BÂTIMENT ET TRAVAUX PUBLICS**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le [Date] par

**Kiswendsida Nathan Thierry ZOMBRE (2018 0084)**

**Directeur de Mémoire : Moussa LO, Enseignant en Génie Civil à 2iE**

**Maître de Stage : Brice KIEMA, Ingénieur en Génie Civil**

Structure d'accueil du Stage : AGence d'Études d'Ingénieur et de Maitrise d'Œuvres (AGEIM)

Jury d'évaluation du Stage :

Président : **Pr Abdou LAWANE GANA**

Membres et correcteurs : **M. Fabrice Velegda Hugues SORE**  
**M. Ousseini MONE**

**Promotion [2023/2024]**



## DEDICACE

A

- ✓ Mon père bien aimé **M. ZOMBRE D. Sosthène** pour son soutien, ses sacrifices et conseils dans ma vie ;
- ✓ Ma mère chérie **Mme ZOMBRE Valérie Marcella** pour ses multiples prières et efforts pour nous ;
- ✓ Mes frères **Boris** et **Arnaud** qui m'ont beaucoup soutenu et encouragé.

Qu'ils puissent trouver dans ce document le fruit de leur efforts consentis

## REMERCIEMENTS

À l'issue de ce stage en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur, je souhaite exprimer ma sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué de quelque manière que ce soit à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont à l'endroit de :

- Monsieur Hervé Tiraogo OUEÐRAOGO, Directeur générale de l'AGence d'Etude Ingénieur et de Maitrise d'œuvre – Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC) pour l'opportunité offerte pour réaliser notre stage au sein de son entreprise ;
- Monsieur Brice KIEMA, Ingénieur Génie Civil à AGEIM-IC, pour ses nombreux conseils et sa disponibilité ;
- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour la formation que nous avons reçue tout au long de notre cursus ;
- Monsieur Moussa LO, enseignant au département Génie Civil – Bâtiment et Travaux Publics (GC-BTP), notre directeur de mémoire, pour son aide et sa disponibilité.
- Le corps professoral et tous mes camarades pour leur disponibilité et leur soutien

## RESUME

La boucle du Mouhoun considéré comme grenier du Burkina – Faso en raison de sa production agricole abondante, fait face à des défis majeurs en matière d'accessibilité. Pour remédier à cela, le gouvernement a entrepris des projets de désenclavement dans le but de faciliter les échanges commerciaux et promouvoir le développement économique de la région. Notre projet s'inscrit dans le cadre de la stratégie de l'amélioration du secteur des transports du Burkina Faso pour la période 2011-2025 et a pour thème :« **étude technique détaillée et environnemental des travaux de construction et de bitumage de route de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1 : Safané-Lanfièra** » soit un linéaire de 26.880 Km.

Notre projet est en phase d'APS, aucune étude géotechnique n'a été réalisée. Nous nous sommes donc basés sur des hypothèses géotechniques pour obtenir nos résultats. Notre étude a porté sur la conception géométrique et l'étude structurelle de la voie, ainsi que sur le dimensionnement des différents ouvrages d'assainissement. Le dimensionnement structurel de la chaussée nous a conduit à une structure composée de 15 cm de grave latéritique en couche de base, 20 cm en couche de fondation, et une couche de roulement en enrobé dense de 5 cm. Nous avons obtenu un total de 44 dalots de dimensions variables avec des caniveaux de dimension 80 x 80 cm<sup>2</sup>. Nous avons également effectué des aménagements dont un carrefour giratoire, un carrefour en T et des amorces. Une notice des études d'impact environnemental et social du projet a été également effectuée, à l'issue de laquelle les points positifs et négatifs de ce projet ont été présentés ; des mesures d'atténuations ont également été présentées dans le cadre de notre étude.

Le montant global estimé pour le projet s'élève à **douze milliards, neuf cent trois million cent six mille (12 903 156 000) FCFA TTC** soit un cout kilométrique de **496 276 000 FCFA**.

### Mots clés :

---

1. Etude technique détaillée
2. Route
3. Bitumage
4. Désenclavement
5. Impact environnemental

## **ABSTRACT**

The Mouhoun loop, considered the breadbasket of Burkina Faso due to its abundant agricultural production, faces major challenges in terms of accessibility. To remedy this, the government has undertaken projects to open up the region, with the aim of facilitating trade and promoting economic development. Our project is part of the strategy to improve Burkina Faso's transport sector for the period 2011-2025, and is entitled "Detailed technical and environmental study of the construction and asphaltting of a road to open up areas of high agricultural production, phase 1: Safané-Lanfièra", a total length of 26.880 km.

Our study focused on the geometric and structural design of the road, as well as the dimensioning of the various drainage structures.

The structural design of the pavement led us to a structure composed of 15 cm of lateritic gravel in the base course, 20 cm in the sub-base course, and a 5 cm dense asphalt wearing course. We obtained a total of 44 gutters of varying dimensions, with channels measuring 80 x 80 cm<sup>2</sup>. We also added a traffic circle, a T-junction and bollards. An environmental and social impact study of the project was also carried out, at the end of which the positive and negative points of this project were presented; mitigation measures were also presented as part of our study.

The total cost of the project is estimated at twelve billion, nine hundred and three million, one hundred and six thousand (12,903,156,000) FCFA including tax, i.e. a cost per kilometer of 496,276,000 FCFA.

Key words:

- 
1. Detailed technical study
  2. Road
  3. Asphaltting
  4. Opening up
  5. Environmental impact

## SIGLES ET ABBREVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement ;
AGEIM-IC	: Agence d'Etudes d'Ingénierie et de Maitrise d'œuvre -Ingénieur Conseils ;
ARP	: Aménagement des Routes Principales ;
APS	: Avant-Projet Sommaire
BCEOM	: Bureau Central d'Études pour les Équipements d'Outre-mer ;
BV	: Bassin Versant ;
CAM	: Coefficient d'Agressivité Moyen ;
CBR	: Californian Bearing Ratio (Indice de Portance Californien) ;
CEBTP	: Centre expérimental des recherches et d'Etude du Bâtiment et des Travaux Publics ;
CIEH	: Comité Interafricain d'Études Hydrauliques ;
EIES	: Études d'Impact Environnemental et Social ;
EP	: Eclairage Public ;
GN	: Grave Latéritique Naturelle ;
HA	: Haute Adhérence ;
ICTAAL	: Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison ;
ICTAVRU	: Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines ;
NE	: Nombre d'Essieu équivalent ;
NF	: Norme Française ;
OPM	: Optimum Proctor Modifié ;
ORSTHOM	: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer ;
PST	: Partie Supérieure de Terrassement ;
PK	: Point Kilométrique ;
RR	: Route Régionale ;
SETRA	: Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ;
SIG	: Système d'Information Géométrique.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE .....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME .....	iii
ABSTRACT .....	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	v
TABLE DES MATIERES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES FIGURES .....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PARTIE I : GENERALITES.....	3
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET DU PROJET .....	4
I- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	4
1. Historique.....	4
2. Domaines d'expertise .....	4
3. Objectifs et missions.....	5
4. Organisation .....	6
II- PRESENTATION DU PROJET .....	8
1. Contexte du projet .....	8
2. Justification et objectifs du projet .....	8
3. Localisation du projet .....	9
CHAPITRE II : APPERÇU DES DONNEES DU PROJET .....	12
1. ETUDE TOPOGRAPHIQUE.....	12
2. ETUDE GEOTECHNIQUE.....	13
PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES.....	15

CHAPITRE I : ETUDES HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE .....	16
I-  ETUDE HYDROLOGIQUE .....	16
1. Etat des lieux du réseau d'assainissement .....	16
2. Délimitation des bassins versants .....	18
3. Caractéristiques physiques des bassins versants .....	20
4. Choix de la méthode et estimation des débits de projet .....	21
a- Méthodes d'estimation de débit .....	21
b- Estimation de débit .....	23
II- ETUDE HYDRAULIQUE .....	26
1. Dimensionnement des ouvrages longitudinaux .....	26
2. Dimensionnement des ouvrages transversaux .....	27
CHAPITRE II : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES OUVRAGES .....	32
I-  Normes et hypothèses de calcul .....	32
1- Normes .....	32
2- Hypothèse de calcul .....	32
II- Dimensionnement des dalots .....	33
1- Pré dimensionnement des dalots .....	33
2- Evaluation des charges appliquées sur les ouvrages .....	34
3- Déterminations de la section d'armatures à l'aide du Logiciel .....	39
III- Dimensionnement des caniveaux .....	40
CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE .....	42
I-  ETUDE DU TRAFIC .....	42
II- DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE .....	44
1. Description des différentes couches de la chaussée .....	45
2. Les différents types de chaussées .....	46



a- Chaussées souples.....	46
b- Chaussées semi-rigides .....	46
c- Chaussées rigides.....	47
3. Détermination de la structure de chaussée.....	48
III- VERIFICATION DU DIMENSIONNEMENT AVEC LE LOGICIEL ALIZE-LCPC...	48
CHAPITRE IV : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE .....	53
I- CARACTERISTIQUES GENERALES .....	53
1. Type de route.....	54
2. Catégorie de route.....	55
I.4. Choix du type et de la catégorie de la route.....	56
II- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES.....	56
1. Tracé en plan .....	56
2. Profil en long.....	57
3. Profil en travers .....	58
III- AMENAGEMENT ROUTIER.....	59
1. Généralités sur les carrefours.....	59
2. Principes d'aménagements.....	60
3. Principe de conception du carrefour giratoire et des îlots séparateurs .....	60
4. Principe de conception du carrefour en T .....	63
5. Aménagement des amorces.....	65
PARTIE III : ETUDES COMPLEMENTAIRES, AVANT METRE ET ETUDE FINANCIERE .	67
CHAPITRE I : SIGNALISATION ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC .....	68
I- SIGNALISATION TEMPORAIRE.....	68
II- SIGNALISATION PERMANENTE OU DEFINITIVE.....	69
1- Signalisation horizontale .....	69

2- Signalisation verticale .....	71
III- ECLAIRAGE PUBLIC .....	72
CHAPITRE II : APERCU DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET.....	75
I- IMPACTS POSITIFS.....	75
II- IMPACTS NEGATIFS.....	76
III- MESURES D'ATTENUATIONS PROPOSEES .....	78
CHAPITRE III : AVANT METRE ET DEVIS ESTIMATIF.....	81
I- AVANT METRE.....	81
II- DEVIS ESTIMATIF .....	81
CONCLUSION GENERALE.....	83
BIBLIOGRAPHIES .....	85
ANNEXES .....	87

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Classe des sols.....	14
<b>Tableau 2</b> : Etat des lieux.....	16
<b>Tableau 3</b> : Paramètre physique des bassins versants.....	21
<b>Tableau 4</b> : Coefficients de Montana.....	22
<b>Tableau 5</b> : Récapitulatif méthode rationnelle.....	24
<b>Tableau 6</b> : Récapitulatif méthode CIEH.....	24
<b>Tableau 7</b> : Récapitulatif méthode ORSTHOM.....	25
<b>Tableau 8</b> : Récapitulatif des débits calculés.....	25
<b>Tableau 9</b> : Récapitulatif du dimensionnement hydraulique des ouvrages.....	28
<b>Tableau 10</b> : Section réelle des dalots choisis.....	30
<b>Tableau 11</b> : Classe pont.....	35
<b>Tableau 12</b> : Coefficient de pondération bc.....	37
<b>Tableau 13</b> : Récapitulatif du ferrailage des caniveaux.....	41
<b>Tableau 14</b> : Données d'entrée du projet pour le dimensionnement de la chaussée.....	42
<b>Tableau 15</b> : Classe de trafic.....	44
<b>Tableau 16</b> : Variable de structure de chaussée.....	48
<b>Tableau 17</b> : Caractéristique des graves latéritiques naturel pour la chaussée.....	49
<b>Tableau 18</b> : Caractéristiques des catégories de routes.....	54
<b>Tableau 19</b> : Caractéristiques de l'axe en plan.....	57
<b>Tableau 20</b> : Caractéristiques du profil en long.....	57
<b>Tableau 21</b> : Caractéristiques du profil en travers.....	58
<b>Tableau 22</b> : Conditions générales d'emploi adaptés aux routes de type R.....	59
<b>Tableau 23</b> : Paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT et al., 1998).....	61
<b>Tableau 24</b> : Paramètres de construction des îlots séparateurs.....	62
<b>Tableau 25</b> : Signalisation verticale.....	71
<b>Tableau 26</b> : Configurations principales des installations d'éclairage public.....	73
<b>Tableau 27</b> : Aperçu des impacts positifs.....	76
<b>Tableau 28</b> : Aperçu des impacts négatifs.....	77
<b>Tableau 29</b> : Mesures d'atténuations.....	78
<b>Tableau 30</b> : Récapitulatif du devis estimatif.....	82

## LISTE DES FIGURES ET IMAGES

<b>Figure 1</b> : Organigramme de AGEIM-IC .....	7
<b>Figure 2</b> : Localisation du projet .....	10
<b>Figure 3</b> : Délimitation des bassins versants sur GLOBAL MAPPER .....	19
<b>Figure 4</b> : Bassins versants.....	20
<b>Figure 5</b> : Eléments constitutifs d'un dalot .....	34
<b>Figure 6</b> : Caractéristique du convoi Bc .....	36
<b>Figure 7</b> : Caractéristiques du convoi Bt.....	38
<b>Figure 8</b> : Caractéristiques du convoi Br .....	38
<b>Figure 9</b> : Caractéristiques du convoi Mc 120 .....	39
<b>Figure 10</b> : Les différentes couches qui constituent la structure de la chaussée .....	45
<b>Figure 11</b> : Chaussée souple .....	46
<b>Figure 12</b> : Chaussée rigide.....	47
<b>Image 13</b> : Méthode utilisée .....	50
<b>Image 14</b> : Structure de chaussée .....	50
<b>Image 15</b> : Données d'entrée sur Alizé .....	51
<b>Image 16</b> : Vérification de la structure de la chaussée sur Alizé.....	52
<b>Figure 17</b> : Profil en travers type à 2 voies .....	56
<b>Image 18</b> : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire.....	61
<b>Figure 19</b> : Terminologies d'un ilot séparateur de rayon de giration $\geq 15m$ .....	62
<b>Figure 20</b> : Aménagement du carrefour en T au Pk 80+542.....	65
<b>Figure 21</b> : Aménagement des amorces PK 54+582 .....	66
<b>Figure 22</b> : Panneaux de signalisation temporaire.....	69
<b>Figure 23</b> : Illustration des différents types de modulation de lignes discontinues utilisées dans notre projet .....	70

## INTRODUCTION GENERALE

La Boucle du Mouhoun considérée comme « le grenier du Burkina Faso » est l'une des régions où la production de céréales est abondante. Cependant, cette zone demeure difficile d'accès en raison de l'état défectueux du réseau routier. Pour remédier à cela, le gouvernement a entrepris des projets de désenclavement pour faciliter les échanges commerciaux et promouvoir le développement économique de la région. L'un de ces projets est la construction et le bitumage du tronçon Boromo -Safané-Lanfiera long de 81 km de la route régionale n°29 (RR29). Elle permettra de mieux relier cette région située au nord-ouest au reste du pays et d'améliorer l'accessibilité aux zones de hautes productions.

Notre étude s'inscrit dans ce contexte et a pour thème : « **ETUDE TECHNIQUE DETAILLEE ET ENVIRONNEMENTAL DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE DE ROUTE DE DESENCLAVEMENT DE ZONES A FORTE PRODUCTION AGRICOLE, PHASE 1 : SAFANE-LANFIERA** ». Cette étude a porté sur la conception géométrique et l'étude structurelle de la voie, ainsi que sur le dimensionnement des différents ouvrages d'assainissements. Pour se faire, nous avons utilisé l'ARP et d'autres directives de conception géométrique routière. Le CEBTP a été employé pour le dimensionnement structurel du corps de chaussée, et nous avons vérifié nos résultats à l'aide du logiciel Alizé-LCPC. En ce qui concerne les ouvrages d'assainissement, nous avons utilisé le BCEOM pour déterminer les sections hydrauliques.

Les objectifs escomptés à l'issue de ce projet sont principalement :

- Une conception géométrique de la route ;
- Une étude technique de la route ;
- Les études hydrologiques et hydrauliques pour assurer l'assainissement de la route ;
- La description des méthodes de conception et de calcul ;
- Les notes de calcul des ouvrages ainsi que les plans de coffrages, d'aménagement et d'exécution ;
- L'étude d'impact environnementale et social (EIES) du projet ;
- Le devis quantitatif et estimatif du projet.

Le rapport actuel, qui présente les résultats de cette étude, est structuré en 3 parties à savoir :

- La présentation du projet, de la structure d'accueil et les aperçus des données du projet ;
- Les études techniques (conception et dimensionnement des ouvrages du projet) ;
- La sécurité routière, la notice des EIES, avant métré et devis estimatif.

## **PARTIE I : GENERALITES**

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

## I- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

### 1. Historique

AGEIM-Ingénieurs Conseils, AGence d'Études d'Ingénieur et de Maitrise d'Œuvres, est un bureau d'étude créé en janvier 2000 dans une perspective pluridisciplinaire. L'agence exerce son activité aussi bien au Burkina Faso qu'à l'étranger. Elle est connue sous le statut juridique de société à responsabilité limitée (SARL). Le siège social d'AGEIM-Ingénieurs Conseils est situé à l'adresse suivante : **Cité 1200 Logements, 64 Rue 14.10, Villas n°205 et 206, 10 BP 13478, Ouagadougou 10, BURKINA FASO**. L'agence peut être contactée par téléphone au **(226) 50 36 91 98 / 50 36 97 11**, par fax au **(226) 50 36 34 03**, ou par e-mail à **ageim@fasonet.bf** ou **ageim@ageim-ic.com**. Plus d'informations peuvent être obtenues sur le site web : [www.ageim-ic.com](http://www.ageim-ic.com).

### 2. Domaines d'expertise

AGEIM-Ingénieurs Conseils intervient dans plusieurs domaines d'expertise liés au développement économique et social. Voici quelques-uns de ces domaines :

- ❖ **aménagement du territoire et planification régionale** : AGEIM participe à la planification et à l'aménagement des régions, en tenant compte des enjeux économiques, sociaux et environnementaux ;
- ❖ **infrastructures routières et réseaux divers** : L'agence travaille sur la conception et la réalisation de routes, de voies de communication et de réseaux divers (électricité, télécommunications, etc.) ;
- ❖ **développement hydroagricole** : AGEIM s'engage dans des projets liés à l'irrigation, à la gestion de l'eau et au développement agricole ;
- ❖ **génie rural** : L'agence intervient dans la conception d'infrastructures rurales telles que les pistes rurales, les ponts, les barrages et les ouvrages hydrauliques ;



- ❖ **constructions et structures métalliques et en bois** : AGEIM travaille sur des projets de construction, de réhabilitation et de renforcement de bâtiments, ainsi que sur des structures métalliques et en bois ;
- ❖ **hydraulique urbaine et rurale** : L'agence se penche sur les systèmes d'approvisionnement en eau potable, les réseaux d'assainissement et les infrastructures hydrauliques dans les zones urbaines et rurales ;
- ❖ **protection de l'environnement** : AGEIM contribue à la préservation de l'environnement en intégrant des considérations écologiques dans ses projets.

Elle intervient dans plusieurs pays d'Afrique comme le Bénin, le Burkina Faso, la Cote d'Ivoire, la Guinée Bissau, la Guinée Conakry, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal, le Tchad et le Togo.

### 3. Objectifs et missions

Les missions de l'entreprise sont :

- identification de projet ;
- reconnaissance des sites de projet ;
- études préliminaires ;
- études techniques ;
- conception des dossiers de consultation des entreprises ;
- supervision et contrôle des travaux ;
- suivi et maintenance ;
- étude d'impact environnemental ;
- aménagement forestier ;
- gestion des ressources naturelles ;
- études des diagnostics conjoints ;
- élaboration des plans de développement et de gestion de territoire ;
- étude sur les énergies nouvelles et renouvelables ;
- réalisation de cartographies ;
- formation intra-entreprise ou inter-entreprises

- organisation de séminaires ;
- études et définition du programme ;
- formation théorique et pratique.

#### **4. Organisation**

AGEIM-IC est structuré comme suit :

# Organigramme de AGEIM Ingénieurs Conseils

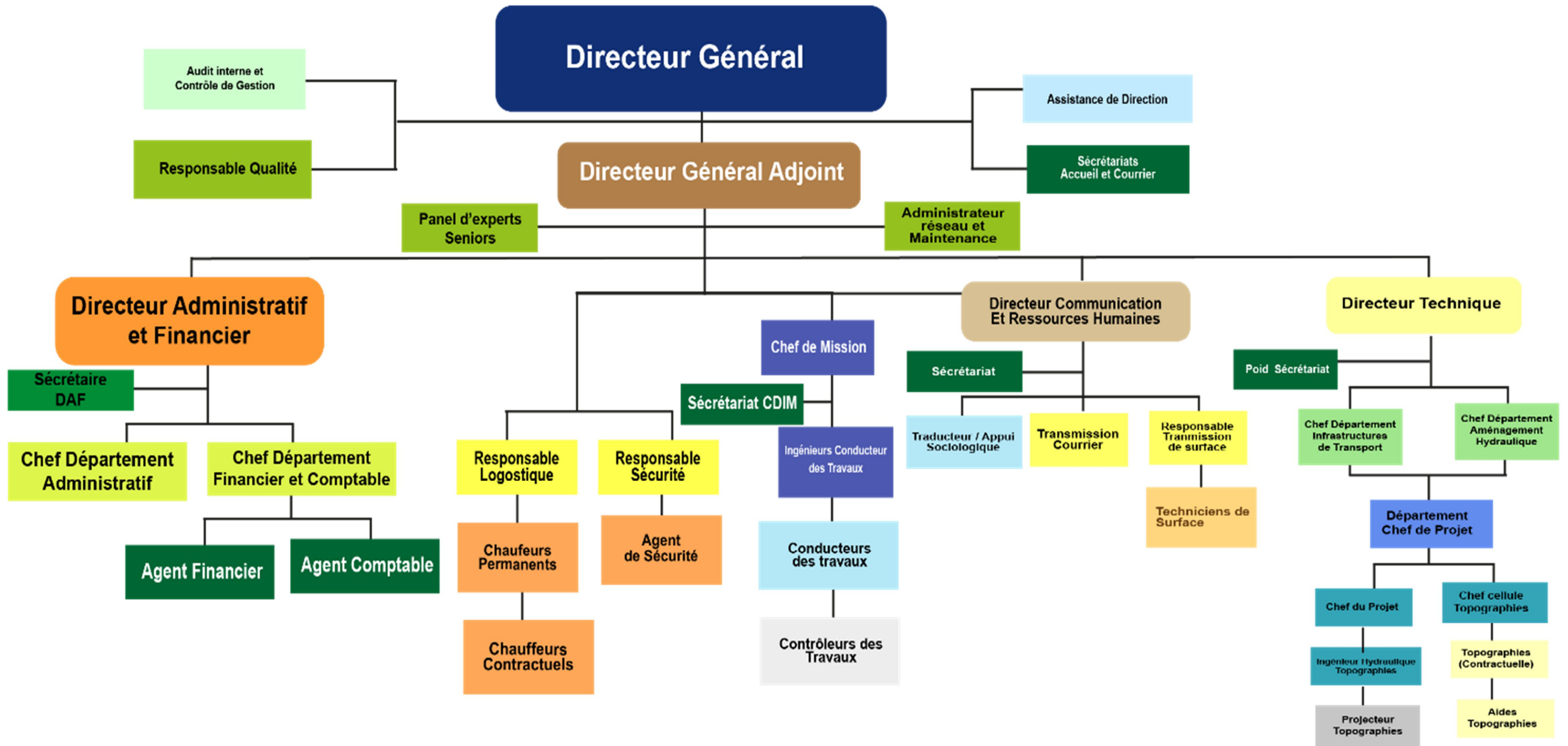


Figure 1 : Organigramme de AGEIM-IC

## II- PRESENTATION DU PROJET

### 1. Contexte du projet

Le projet étudié s'inscrit dans le cadre de la stratégie du secteur des transports du Burkina Faso pour la période 2011-2025, les grandes orientations de cette stratégie sont réparties en cinq (5) axes dont le principale axe consiste au développement et au renforcement du réseau routier national. Pour contribuer considérablement à une croissance forte et inclusive, au moyen de modes de production et de consommation durable, le gouvernement a choisi de mettre l'accent sur le désenclavement des zones de hautes productions.

La région de la Boucle du Mouhoun, située au nord-ouest du Burkina – Faso, est l'une des 13 régions administratives du pays avec une population d'environ **1,898 million** en 2019 et une densité d'environ **55 habitants par km<sup>2</sup>**. Cette région est un acteur clé dans la production céréalière du Burkina – Faso. En effet pour la campagne agricole 2022 – 2023, la région a produit environ **1 138 998 tonnes de céréales**.

### 2. Justification et objectifs du projet

Un bon réseau routier est un puissant facteur de développement d'un pays. Il favorise les échanges de toutes natures et surtout des activités commerciales y compris pour les produits agricoles. La zone de notre projet est reconnue comme une zone agricole par excellence du Burkina Faso où les cultures vivrières et les cultures de rentes (coton, sésame...) donnent lieu à de très bonnes productions au-delà des besoins des populations locales et qui demandent à être évacuées vers le reste du pays. Cela justifie la ferme volonté des autorités nationales de renforcer le réseau routier dans cette partie du pays.

L'objectif global du projet est la réalisation d'une étude technique détaillée et d'impact environnemental de la route régionale n°29 Safané – Lanfiéra. Les objectifs spécifiques du projet sont :

- conception géométrique de la route
- dimensionnement de la chaussée

- étude hydrologique et hydraulique
- dimensionnement des ouvrages
- signalisation routière
- estimation des travaux
- notice d'impact environnementale

### **3. Localisation du projet**

Le projet de bitumage de la RR29 début à Boromo et prend fin à Lanfièra soit un linéaire total de 81 Km. Il est situé dans la boucle du Mouhoun ; une région du nord-ouest du Burkina Faso. Le tronçon qui fait l'objet de notre étude est situé à Safané et est long de 26.880 Km. Il va du PK 53+662 au PK 80+542.

La localisation du projet a été réalisé à l'aide du logiciel **Qgis** qui est un système d'information géographique (SIG) qui permet aux utilisateurs de créer, éditer, visualiser, analyser et publier des données géospatiales.

Les figures ci-dessous illustrent la localisation du projet.

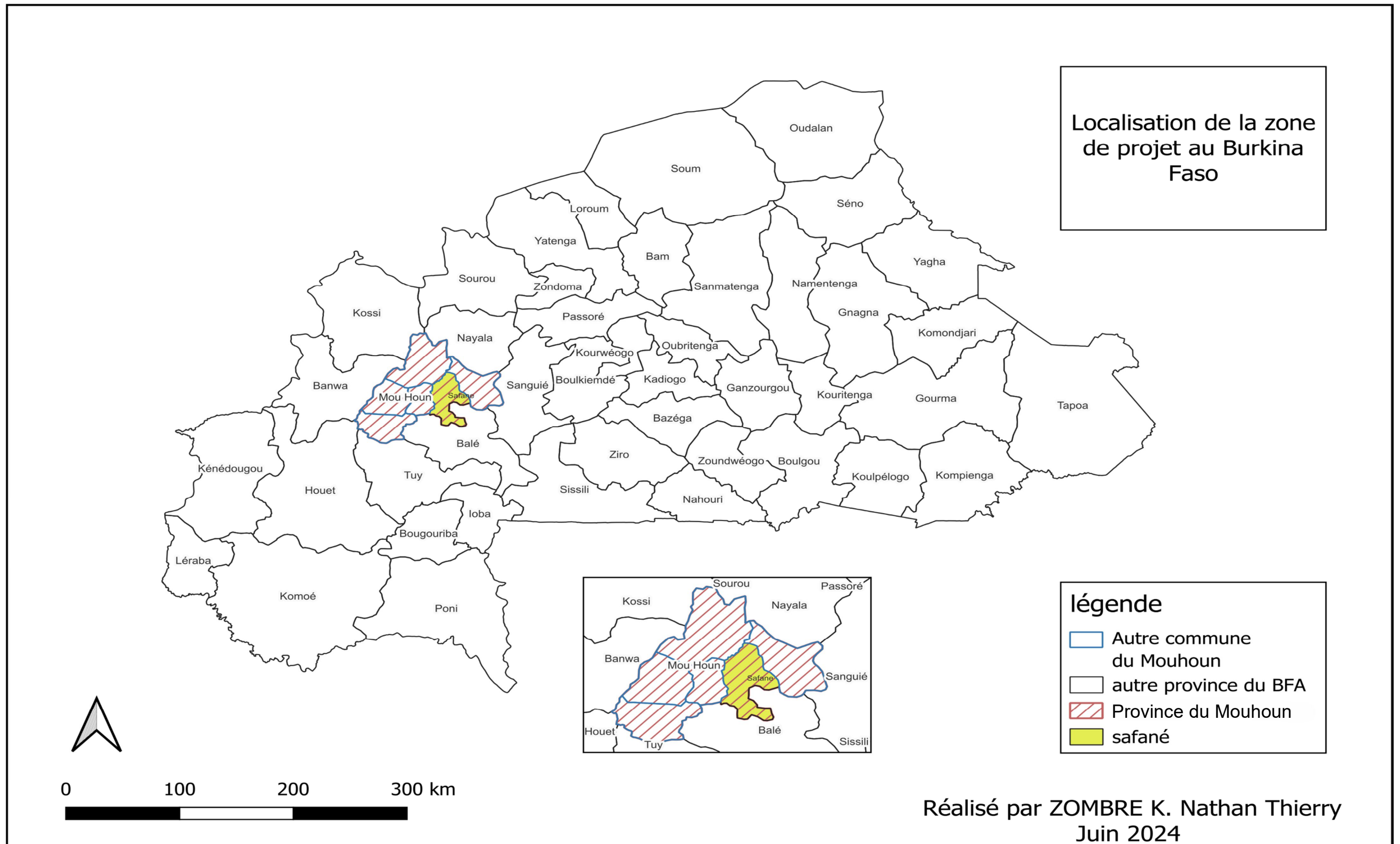


Figure 2 : Localisation du projet



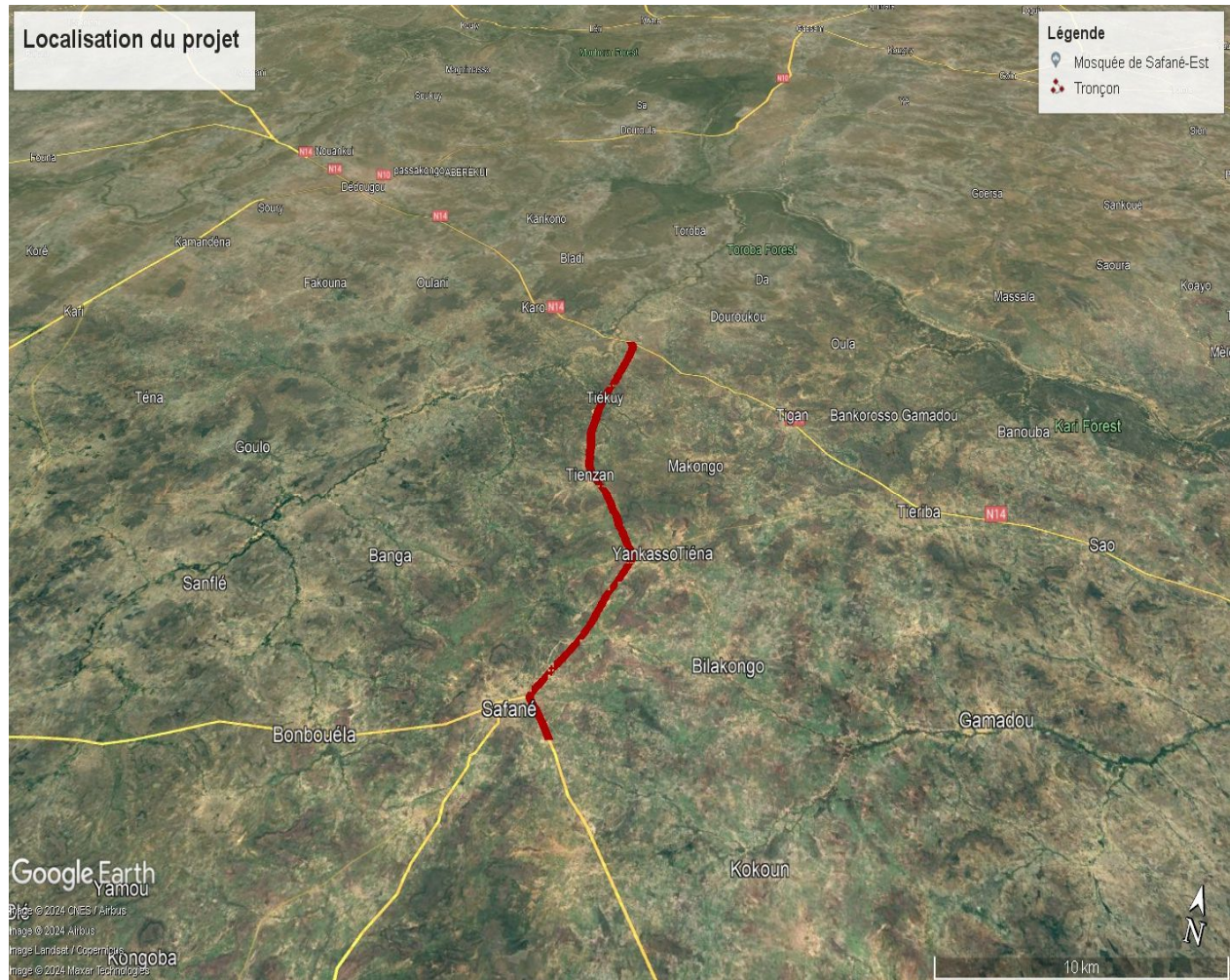


Image 1 : Itinéraire de la route à bitumer

## CHAPITRE II : APPERÇU DES DONNEES DU PROJET

Lorsqu'il s'agit de concevoir des routes, il est essentiel de réaliser des études topographiques et géotechniques. En quoi consistent ces deux types d'études ?

### 1. ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Les études topographiques consistent à cartographier et à mesurer les caractéristiques du terrain, telles que les reliefs, les pentes, les cours d'eau et les structures existantes. Elles permettent de générer un plan topographique (ou fond topo) qui représente précisément la configuration du terrain. Ces informations sont essentielles pour la conception de la route, l'implantation des ouvrages d'art (ponts, tunnels, etc.) et la planification des tracés.

Les données topographiques nous ont été fournies par l'entreprise sous forme de fond topographique au format DWG. Ces données topographiques seront essentielles pour la conception géométrique de notre route que nous ferons à l'aide du logiciel **Piste** version 5.05.

Dans la zone du projet, on observe des ravinements et des points bas en raison de la présence de cours d'eau qui la traversent. Nous remarquons aussi que nous avons un terrain peu accidenté car il ne présente pas de fortes dénivellations.

Le fond topographique présente tous les détails rencontrés sur la zone de projet à savoir :

- des limites et seuils de concessions ;
- des écoles ;
- des lieux de commerce ;
- des bornes topographiques de toute nature ;
- des lampadaires et poteaux de lignes hautes tension ;
- des arbres ;
- des champs ;
- des forêts ;
- des maquis ;
- des passages d'eau ;
- des panneaux de signalisations ;



- des marchés.

## 2. ETUDE GEOTECHNIQUE

Les études géotechniques se concentrent sur les propriétés mécaniques et physiques du sol. Elles permettent de déterminer la classe du sol, sa capacité portante, sa stabilité et sa résistance. Les ingénieurs utilisent ces données pour concevoir des fondations solides, dimensionner les structures et évaluer les risques géotechniques.

La capacité portante d'un sol est sa capacité à supporter une charge sans subir de déformation excessive. En d'autres termes, c'est la capacité du sol à résister à la compression exercée par une structure ou un véhicule sans s'affaisser.

L'indice CBR est une mesure de la portance d'un sol. Il indique la capacité du sol à supporter les charges et est largement utilisé dans la conception des chaussées pour évaluer la qualité des sols.

Etant donné que le projet est en phase d'APS, aucune étude géotechnique n'a été réalisée. Par conséquent on part sur l'hypothèse d'un sol avec un CBR de 25.

Comment fonctionne l'indice CBR ?

La norme de référence est la norme française NF P94-078

- but de l'essai

Le but de l'essai consiste à déterminer un indice CBR permettant de calculer grâce à des abaques, l'épaisseur des couches d'une route nécessaire à la constitution d'une chaussée en fonction du sol sous-jacent, du trafic et des charges par essieu prévus.

- principe de l'essai

Le principe général de l'essai servant à déterminer les indices CBR consiste à mesurer les forces à appliquer sur un poinçon cylindrique de  $19,35 \text{ cm}^2$  de section pour le faire pénétrer à la vitesse de  $1,27 \text{ mm/min}$  dans une éprouvette de sol.

La classe du sol est déterminé à partir du CBR. Nous avons un tableau issu du CEBTP [2] qui présente les différentes classes de sols en fonction des valeurs de l'indice de portance (CBR).

**Tableau 1** : Classe des sols

Classes de sols	Valeur CBR
S <sub>1</sub>	CBR < 5
S <sub>2</sub>	5 < CBR < 10
S <sub>3</sub>	10 < CBR < 15
S <sub>4</sub>	15 < CBR < 30
S <sub>5</sub>	CBR > 30

Source : CEBTP, 1984

Pour notre étude, nous avons pris comme hypothèse un sol support avec un CBR de 25 car le projet est en phase d'APS ce qui équivaut à une classe de sol S4.

L'essai CBR n'est pas le seul essai géométrique réalisé. Nous pouvons citer également :

- **l'essai Proctor modifié** : il a pour but de déterminer la densité de moulage et la teneur en eau optimale. Il reproduit le compactage maximum obtenu grâce aux compacteurs à rouleaux lourds utilisés in situ. La norme de référence est la norme française NF P94-093 ;
- **analyse granulométrique par tamisage** : c'est une opération essentielle pour étudier la répartition des différents grains dans un échantillon de granulats, en fonction de leurs caractéristiques telles que le poids et la taille. La norme de référence est la norme française NF P 18-560, NF P18-540 ;
- **l'essai des limites d'Atterberg** : c'est un concept essentiel en géotechnique pour caractériser le comportement des sols fins, tels que l'argile et le limon. Elle marque la teneur en eau à laquelle un échantillon de sol passe d'une consistance à une autre. La norme de référence est la norme française NF P94-051.

Les études topographiques nous ont fourni les informations nécessaires pour créer le fond topographique sur lequel nous avons examiné en détail le tracé de la route. Comme hypothèse géotechnique on a opté pour un indice de portance (CBR) de 25. Cette valeur nous place dans la classe de sol S4.

Le fond topographique constituera la référence essentielle pour la conception géométrique de notre route.

## **PARTIE II : ETUDES TECHNIQUES**

## CHAPITRE I : ETUDES HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

Ces études permettent d'identifier les sections d'ouvrages capables d'évacuer les eaux hors de la chaussée, afin de prévenir toute détérioration de la route.

### I- ETUDE HYDROLOGIQUE

L'hydrologie est une discipline scientifique qui se consacre à l'étude de l'eau et de ses propriétés dans une région spécifique. Elle explore le cycle de l'eau et estime les différents flux dans cette région. L'objectif de l'étude hydrologique est de comprendre et de quantifier les flux d'eau dans un bassin versant donné.

Dans le cadre de notre étude, nous avons calculé la valeur du débit décennal Q10 pour chaque bassin versant. Ces débits spécifiques ont ensuite été utilisés comme base pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages. Nous remplacerons les buses et les radiers existantes par des dalots. Notre tronçon compte au total 12 bassins versants, et les débits provenant de ces bassins ont été essentiels pour concevoir les dimensions appropriées des dalots.

#### 1. Etat des lieux du réseau d'assainissement

**Tableau 2 :** Etat des lieux

Numéro	Ouvrages	Section (cm <sup>2</sup> )	Etat
1	Dalot	2x150x100	Bon
2	Dalot	4x300x300	Bon
3	Dalot	1x100x100	Bon
4	Buse	1Ø80	Bon
5	Buse	1Ø100	Bon
6	Dalot	4x200x100	Bon
7	Buse	1Ø80	Bon
8	Dalot	4x200x100	Bon
9	Buse	2Ø60	Bon
10	Dalot	4x200x100	Bon
11	Buse	1Ø100	Bon

12	Dalot	4x200x100	Bon
13	Buse bouchée	1Ø60	Mauvais
14	Buse	1Ø100	Bon
15	Dalot	1x100x100	Bon
16	Dalot	1x100x100	Bon
17	Buse	1Ø100	Bon
18	Radier	20	Bon
19	Buse	1Ø80	Bon
20	Buse	2Ø120	Bon
21	Radier	30	Bon
22	Dalot	1x100x100	Bon
23	Buse	2Ø100	Bon
24	Radier	90	Bon
25	Dalot	1x200x120	Bon
26	Buse	2Ø90	Bon
27	Radier	80	Bon
28	Radier	60	Bon
29	Buse bouchée	1Ø80	Mauvais
30	Buse	1Ø90	Bon
31	Radier	30	Bon
32	Dalot	1x200x100	Bon
33	Dalot	1x200x120	Bon
34	Buse	1Ø80	Bon
35	Buse	1Ø80	Bon
36	Radier	40	Bon
37	Buse	1Ø90	Bon
38	Radier	20	Bon
39	Radier	20	Bon
40	Buse	1Ø80	Bon
41	Radier	20	Bon

42	Buse	1Ø90	Bon
43	Radier	30	Bon

*Source : étudiant*

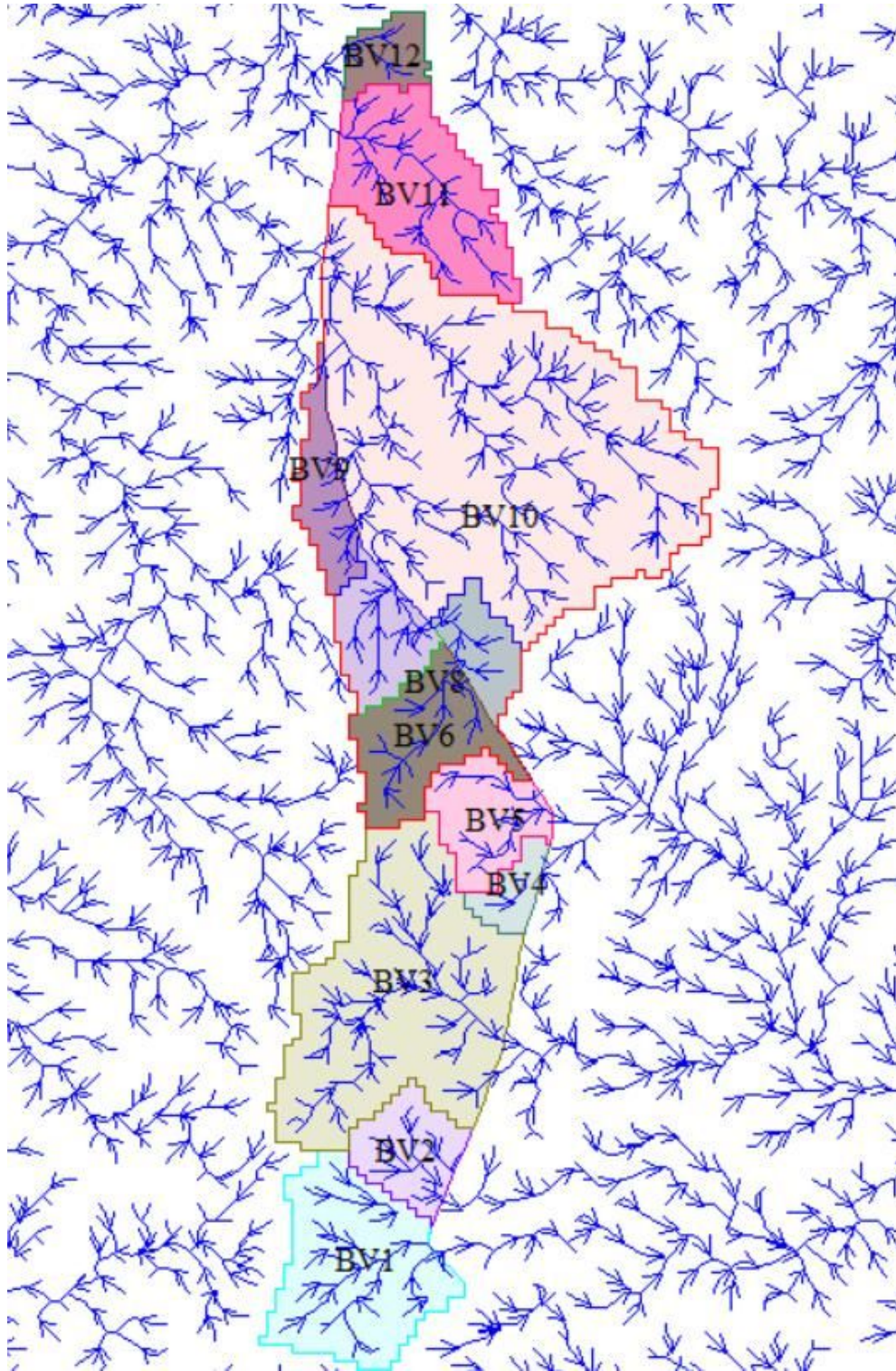
## 2. Délimitation des bassins versants

Le bassin versant désigne l'ensemble du territoire drainé par un cours d'eau principal et ses affluents, convergeant tous vers un point commun nommé exutoire.

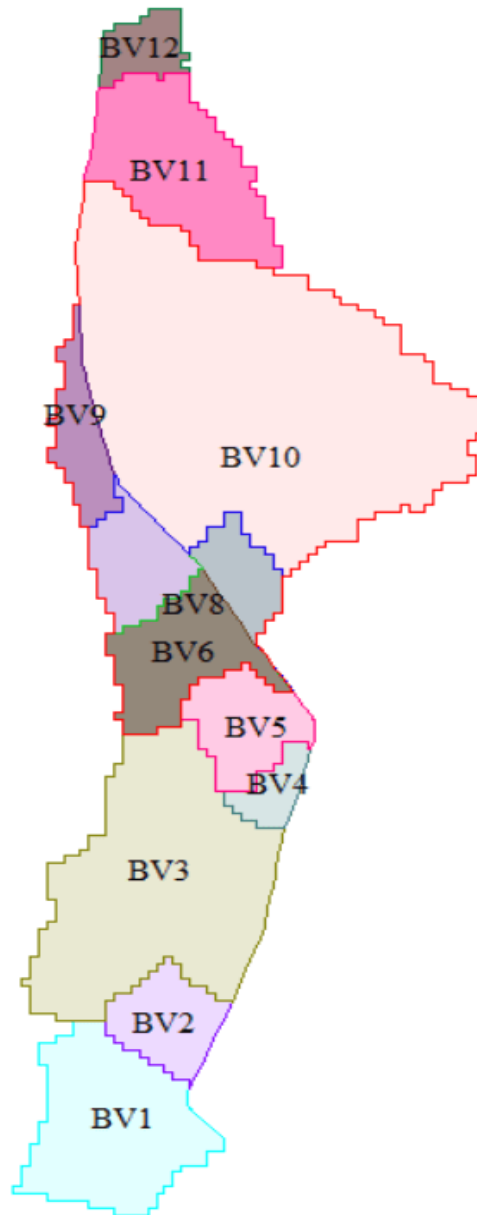
Pour délimiter le bassin versant, il est nécessaire de commencer par générer le réseau hydrographique à partir d'un modèle numérique du terrain, puis de tracer la ligne de partage des eaux, qui définira la frontière du bassin versant.

L'identification des limites des bassins versants a été réalisée à l'aide de **Global Mapper**, un logiciel SIG avancé offrant un ensemble d'outils pour le traitement de données spatiales.

L'identification des limites des bassins versants a permis d'identifier douze (12) bassins versants illustré par la figure ci-dessous



**Figure 3** : Délimitation des bassins versants sur GLOBAL MAPPER



**Figure 4 : Bassins versants**

### **3. Caractéristiques physiques des bassins versants**

L'estimation des crues pour le projet s'appuie sur les principes établis dans le manuel d'hydraulique routière. Les variables clés pour le calcul des débits de crue dans notre étude incluent :

- la superficie (S) du bassin versant, exprimée en km<sup>2</sup> ;
- le périmètre du bassin versant, en km ;
- l'altitude minimale, en mètres ;



- l'altitude maximale, en mètres ;
- la pente moyenne du terrain, en m/km.

Ces paramètres seront tous extraits à l'aide du logiciel Global Mapper.

**Tableau 3** : Paramètre physique des bassins versants

Nom	Superficie (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Pente (%)	Z max	Z min	L max (km)
BV1	9,55	15,871	2,16	372	316	3,437
BV2	3,487	9,588	1,61	353	316	2,091
BV3	18,026	23,827	2,63	399	306	6,323
BV4	1,465	6,447	2,83	353	315	1,358
BV5	3,996	10,31	4,76	401	312	2,554
BV6	5,422	14,209	2,66	377	312	3,348
BV7	7,84	18,595	2,94	373	307	4,662
BV8	11,386	22,017	2,73	377	297	5,966
BV9	2,901	12,32	2,45	327	285	0,926
BV10	50,678	43,297	2,2	399	282	13,684
BV11	8,562	15,848	1,68	326	274	4,848
BV12	1,913	7,236	2,2	308	268	1,498

*Source : Etudiant*

#### 4. Choix de la méthode et estimation des débits de projet

##### a- Méthodes d'estimation de débit

- **Méthode rationnelle**

Cette méthode est adaptée aux bassins versants de petite taille, avec une superficie ne dépassant pas 4 km<sup>2</sup>. Le débit maximal est obtenu lorsque la durée de la précipitation correspond au moins au temps de concentration (Tc) du bassin [3] ; par conséquent, les coefficients de Montana sont utilisés lorsque la durée (t) est égale au (Tc).

La formule du débit en m<sup>3</sup>/s est donnée par : **Q = 0,278 CIA** [3]

**C** = coefficient de ruissellement supposé uniforme sur le bassin :

**I** = intensité de la pluie en mm/h ( $I = a \times T_c - b$ ) avec a et b les coefficients de montana ;

**A** = Superficie du Bassin Versant en km<sup>2</sup>.

**Tableau 4** : Coefficients de Montana

	Paramètre	Pluie de durée < 1h	Pluie de durée < 2h
Boromo	a	10	51
	b	0,4	0,9

Formules du temps de concentration

- KIRPICH :  $T_c = 1/52 * [(L^{0,77}) / (p^{0,38})]$
- RICHARDS:  $T_c(h) = t_c^3 / t_c + 1 = 9,8 * (K * L^2 / C * R * P)$

Nous avons utilisé la formule de KIRPICH pour notre étude.

- **Méthode CIEH**

L'application de cette méthode est pertinente pour les bassins versants ayant une superficie allant de 10 km<sup>2</sup> à 2500 km<sup>2</sup> dans les régions sahéliennes, et pour ceux dont la superficie ne dépasse pas 1500 km<sup>2</sup> dans les zones tropicales sèches [1]. La détermination du débit de pointe Q10 s'appuie sur un modèle de régression multiple, qui est exprimé par la formule suivante :

$$Q_{10} = a * (S^s) * (P^p) * (I_g^i) * (K_r 10^k) * (D_d^d) \dots [1]$$

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

**S** : Surface du bassin versant (km) ;

**I<sub>g</sub>** : Indice global de pente (m/km) ;

**P** : Pluie moyenne annuelle (mm) ;

**K<sub>r10</sub>** : Coefficient de ruissellement décennal (%) ;

**D<sub>d</sub>** : Densité de drainage (km<sup>-1</sup>).

- **Méthode ORSTOM**

Cette technique s'applique à la gestion des bassins versants dont la taille varie de 10 hectares à plus de 1500 kilomètres carrés, spécifiquement dans les zones sahéliennes et les climats tropicaux arides.

Le débit est obtenu par la formule suivante :

$$Qr_{10} = m \cdot A \cdot P_{10} \cdot Kr_{10} \cdot \alpha_{10} \cdot (S / T_{b10}) \quad [1]$$

**m**: Coefficient de majoration en fonction de la classe d'infiltration du bassin et de la zone climatique ;

**A** : Coefficient d'abattement ;

**P<sub>10</sub>** : Hauteur de pluie journalière décennale ;

**Kr<sub>10</sub>** : Coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale ;

**α<sub>10</sub>**: Coefficient de pointe correspondant à la crue décennale;

**S** : Superficie du bassin versant ;

**T<sub>b10</sub>** : Temps de base correspondant à la crue décennale.

Pour les bassins versants d'une superficie inférieure à 2 km<sup>2</sup>, la méthode rationnelle sera mise en œuvre. En revanche, pour ceux dont la superficie excède 2 km<sup>2</sup>, les méthodes ORSTHOM et CIEH seront appliquées.

### **b- Estimation de débit**

Les procédures de calcul sélectionnées ont été déterminées en tenant compte des critères spécifiques à chaque méthode.

- La méthode rationnelle a été adoptée pour les bassins dont la superficie est inférieure à 2 km<sup>2</sup> ;
- Les méthodes ORSTOM et CIEH ont été utilisées pour les bassins dont la superficie est supérieure à 2 km<sup>2</sup> pour avoir des valeurs plus ou moins exactes de ces bassins.

Nous avons les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous pour la méthode rationnelle :

**Tableau 5 : Récapitulatif méthode rationnelle**

Méthode rationnelle										
Bassin Versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Pente	Longueur (km)	Temps de concentration Tc (mn)	a	b	Intensité I (mm/h)	C	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)
BV4	1,465	6,45	0,0222	2,716	36,01707545	10	0,4	143,0697677	0,13	7,57
BV12	1,913	7,24	0,008	2,996	57,24791239	10	0,4	118,863192	0,13	8,22

Source : Etudiant

Nous avons les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous pour la méthode CIEH:

**Tableau 6 : Récapitulatif méthode CIEH**

Méthode CIEH												
Bassins Versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Ig	Kr 10 (%)	Coefficient d'abattement	P10	Pm10	Débit avec Eq 39	Débit avec Eq 40	Débit avec Eq 42	Débit avec Eq 43	Débit avec Eq 44	Débit Equivalent (m <sup>3</sup> /s)
BV1	9,55	4,65	23,78	0,89	101	89,41	19,93	18,54	18,15	18,31	18,56	18,70
BV2	3,487	5,38	25,63	0,94	101	94,58	13,92	12,71	10,86	12,98	12,42	12,58
BV3	18,026	3,85	21,94	0,85	101	86,15	24,24	22,55	23,33	22,76	23,27	23,23
BV5	3,996	13,8	33,14	0,93	101	93,88	18,70	19,13	22,43	13,60	16,30	18,03
BV6	5,422	5,21	24,79	0,91	101	92,32	16,28	15,04	13,77	15,09	14,80	15,00
BV7	7,84	4,01	22,59	0,9	101	90,42	17,48	15,86	14,30	17,12	16,26	16,20
BV8	11,386	3,65	21,78	0,88	101	88,51	19,80	18,01	16,87	19,45	18,73	18,57
BV9	2,901	4,78	23,82	0,95	101	95,53	12,03	10,74	8,54	12,19	10,76	10,85
BV10	50,678	2,58	13,22	0,8	101	80,84	23,56	21,30	23,07	32,41	24,77	25,02
BV11	8,562	3,84	22,6	0,89	101	89,97	18,15	16,46	14,88	17,64	16,94	16,81

Source : Etudiant

Nous avons les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous pour la méthode ORSTHOM :

**Tableau 7 : Récapitulatif méthode ORSTHOM**

Méthode ORSTHOM									
Bassins Versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pan	Coefficient d'abattement	P10	Pm10	Kr10	α10	Tb10	Débit (m3/s)
BV1	9,55	1045	0,89	101	89,41	23,78	2,6	825,36	10,98
BV2	3,487	1045	0,94	101	94,58	25,63	2,6	570,47	6,61
BV3	18,026	1045	0,85	101	86,15	21,94	2,6	1101,20	13,81
BV5	3,996	1045	0,93	101	93,88	33,14	2,6	213,57	25,98
BV6	5,422	1045	0,91	101	92,32	24,79	2,6	652,21	8,49
BV7	7,84	1045	0,90	101	90,42	22,59	2,6	867,55	8,24
BV8	11,386	1045	0,88	101	88,51	21,78	2,6	1003,84	9,76
BV9	2,901	1045	0,95	101	95,53	23,82	2,6	666,36	4,42
BV10	50,678	1045	0,80	101	80,84	13,22	2,6	1871,05	12,92
BV11	8,562	1045	0,89	101	89,97	22,6	2,6	909,03	8,55

Source : Etudiant

Nous avons le récapitulatif des débits calculés dans le tableau ci-dessous

**Tableau 8 : Récapitulatif des débits calculés**

Récapitulatif							
Nom	Superficie (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Pente (%)	Z max	Z min	Méthode de calcul	Débit obtenu
BV1	9,55	15,871	2,16	372	316	CIEH ; ORSTOM	18,7
BV2	3,487	9,588	1,61	353	316	CIEH ; ORSTOM	12,58
BV3	18,026	23,827	2,63	399	306	CIEH ; ORSTOM	23,23
BV4	1,465	6,447	2,83	353	315	RATIONNELLE	7,57
BV5	3,996	10,31	4,76	401	312	CIEH ; ORSTOM	25,98
BV6	5,422	14,209	2,66	377	312	CIEH ; ORSTOM	15
BV7	7,84	18,595	2,94	373	307	CIEH ; ORSTOM	16,2
BV8	11,386	22,017	2,73	377	297	CIEH ; ORSTOM	18,57

BV9	2,901	12,32	2,45	327	285	CIEH ; ORSTOM	10,85
BV10	50,678	43,297	2,2	399	282	CIEH ; ORSTOM	25,02
BV11	8,562	15,848	1,68	326	274	CIEH ; ORSTOM	16,81
BV12	1,913	7,236	2,2	308	268	RATIONNELLE	8,22

Source : Etudiant

## II- ETUDE HYDRAULIQUE

La détérioration principale d'une route résulte souvent d'un drainage inadéquat lors des crues. L'infiltration de l'eau affaiblit la structure de la chaussée et diminue la résistance de la fondation. Afin de prévenir ces désagréments, il est crucial de garantir une excellente qualité de drainage.

Notre mission sera d'identifier les sections d'ouvrages capables de gérer les flux d'eau calculés précédemment. Nous prévoyons de substituer les buses et radiers existantes par des dalots. Nos recherches se concentreront sur la conception de dalots cadres fermés en béton armé.

### 1. Dimensionnement des ouvrages longitudinaux

Les ouvrages longitudinaux présents sur notre projet consistent principalement en des caniveaux. Ils ont pour objectif d'assurer le drainage de la chaussée et d'améliorer l'assainissement.

Le calcul hydraulique est réalisée en utilisant la formule de Manning-Strickler pour un écoulement uniforme. Cette formule permet d'estimer les caractéristiques hydrauliques d'un canal ou d'un conduit en fonction des paramètres tels que la rugosité, la pente et le débit. Voici la formule de Manning-Strickler [16] :

$$Q_p = K_s \times S \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}; \text{ tel que :}$$

$Q_p$  : le débit de projet en  $m^3/s$  ;

$K_s$  : coefficient de Strickler pris égal à 67 pour les caniveaux en béton ;

$S$  : la section d'écoulement en  $m^2$  ;

$R_h$  : le rayon hydraulique en m ;

$I$  : la pente du fond en valeur décimale.

Nous avons opté pour une section 80 x 80 cm pour nos caniveaux, car nous avons une route en crête.

## 2. Dimensionnement des ouvrages transversaux

La méthode utilisée est celle décrite dans le BCEOM pour un dalot rectangulaire à sortie libre.

Nous adopterons une vitesse admissible de 3 m/s pour favoriser l'auto-curage des dalots, ce qui préviendra l'accumulation de particules solides au fond en cas de vitesse insuffisante et évitera l'érosion du fond en cas de vitesse excessive.

Nous déterminerons :

- La profondeur d'eau en amont de l'ouvrage :  $H_1 = H \times D$  ; [3]
- La hauteur de l'ouvrage (D) et la largeur (B) ;
- Le coefficient Ks de Manning Strickler en fonction de la nature du matériau (Ks=67 pour le béton) ;
- La hauteur réduite (H) donnée par l'abaque 77 de la page 248 du BCEOM ;
- La pente réduite (Ic) donnée par l'abaque 82 de la page 258 du BCEOM ;
- La vitesse réduite (V) obtenue à partir de l'abaque 84 de la page 262 du BCEOM.

Ainsi, les différents débits de projet (Q) établis, nous déterminons les dimensions de la base de l'ouvrage, la hauteur et le nombre de cellules afin d'assurer que les calculs ultérieurs soient vérifiés.

- Après la détermination des valeurs, nous procéderons au calcul de la hauteur en amont (H<sub>1</sub>) de l'ouvrage, en initiant par le calcul du débit réduit (Q). La hauteur H<sub>1</sub> dépendra directement de Q. Nous vérifierons ensuite si  $H_1/D \leq 1,25$  pour satisfaire à la condition de sortie libre. Si cette condition n'est pas remplie, nous ajusterons la dimension de la base du dalot et recommencerons les calculs.

$$Q = \frac{q}{B \cdot D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D}} \quad [3]$$

- Nous obtenons la pente critique par la formule  $Ic = \frac{g \cdot Ic}{K_s^2 \cdot D^{1/3}}$  [3]

Nous calculerons d'abord  $Q = \frac{q}{\sqrt{g*B^5}}$  [3] ; cette valeur nous permettra de déterminer la valeur de  $I_c$ .

- Nous obtenons la vitesse d'écoulement d'eau par la formule  $V = V * I_c^{1/2} * B^{2/3}$  [3]

Nous calculerons d'abord  $Q = \frac{q}{k_s * I_c^{0,5} * B^{2/3}}$  [3] ; cette valeur nous permettra de déterminer la valeur de  $V$ .

- Si la vitesse calculée est inférieure à la vitesse maximale autorisée, cela indique que les dimensions de l'ouvrage sont adéquates. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de modifier les sections de l'ouvrage et de procéder à une nouvelle série de calculs

**Tableau 9 : Récapitulatif du dimensionnement hydraulique des ouvrages**

Bassins versants	Ouvrages existants	Dimension	Débit de projet Q10	% de répartition	Q par Ouvrages	N cellules	Q par cellule	D dalot	B dalot	Revanche D-H1 (m)	Pente critique $I_c$	Vitesse de sortie V (m/s)
BV1	Dalot	2x150x100	18,7	8	1,44	2	0,72	1	1,5	0,25	0,00579	1,74
	Dalot	4x300x300		92	17,26	4	4,32	2	3	0,5	0,00460	2,50
BV2	Dalot	1x100x100	12,58	67	8,43	2	4,21	1,5	2	0,1	0,00554	2,81
	Buse	1Ø80		33	4,15	2	2,08	1,5	2	0,5	0,00515	2,21
BV3	Buse	1Ø100	23,23	2	0,50	1	0,50	1	1	0,5	0,00612	1,70
	Dalot	4x200x100		22	5,06	4	1,27	1,5	2	0,5	0,00506	1,93
	Buse	1Ø80		1	0,32	1	0,32	1	1	0,5	0,00590	1,44
	Dalot	4x200x100		22	5,06	4	1,27	1,5	2	0,5	0,00506	1,93
	Buse	2Ø60		2	0,36	2	0,18	1	1	0,5	0,00579	1,20
	Dalot	4x200x100		22	5,06	4	1,27	1,5	2	0,5	0,00506	1,93
	Buse	1Ø100		2	0,50	1	0,50	1	1	0,5	0,00612	1,70
	Dalot	4x200x100		22	5,06	4	1,27	1,5	2	0,5	0,00506	1,93



	Buse bouchée	1Ø60		1	0,18	1	0,18	1	1	0,5	0,00579	1,20
	Buse	1Ø100		2	0,50	1	0,50	1	1	0,5	0,00612	1,70
	Dalot	1x100x100		3	0,63	1	0,63	1	1	0,5	0,00634	1,84
BV4	Dalot	1x100x100	7,57	18	1,36	1	1,36	1	1	0,12	0,00721	2,36
	Buse	1Ø100		14	1,06	1	1,06	1	1	0,26	0,00677	2,21
	Radier	20		68	5,15	2	2,57	1,5	2	0,5	0,00525	2,43
BV5	Buse	1Ø80	18,03	6	1,08	1	1,08	1	1	0,26	0,00688	2,22
	Buse	2Ø120		25	4,51	2	2,25	1,5	2	0,5	0,00515	2,29
	Radier	30		69	12,44	3	4,15	1,5	2	0,1	0,00554	2,81
BV6	Dalot	1x100x100	15	4	0,60	1	0,60	1	1	0,5	0,00623	1,80
	Buse	2Ø100		7	1,05	2	0,53	1	1	0,5	0,00612	1,73
	Radier	90		89	13,35	3	4,45	1,5	2	0,1	0,00554	2,85
BV7	Dalot	1x200x120	16,2	100	16,20	2	8,10	3	3	0,3	0,00424	3,00
BV8	Buse	2Ø90	18,57	2	0,37	2	0,19	1	1	0,5	0,00579	1,20
	Radier	80		57	10,58	3	3,53	1,5	2	0,3	0,00544	2,71
	Radier	60		41	7,61	2	3,81	1,5	2	0,2	0,00554	2,73
BV9	Buse bouchée	1Ø80	10,85	4	0,43	1	0,43	1	1	0,5	0,00601	1,64
	Buse	1Ø90		5	0,54	1	0,54	1	1	0,5	0,00612	1,73
	Radier	30		48	5,21	2	2,60	1,5	2	0,5	0,00525	2,43
	Dalot	1x200x100		16	1,74	2	0,87	1	1	0,36	0,00667	2,02
	Dalot	1x200x120		19	2,06	2	1,03	1	1	0,28	0,00677	2,18
	Buse	1Ø80		4	0,43	1	0,43	1	1	0,5	0,00601	1,64
	Buse	1Ø80		4	0,43	1	0,43	1	1	0,5	0,00601	1,82
BV10	Radier	40	25,02	40	10,01	3	3,34	1,5	2	0,34	0,00535	2,57
	Buse	1Ø90		3	0,75	1	0,75	1	1	0,42	0,00634	1,92
	Radier	20		17	4,25	2	2,13	1,5	2	0,5	0,00515	2,25
	Radier	20		17	4,25	2	2,13	1,5	2	0,5	0,00515	2,25
	Buse	1Ø80		3	0,75	1	0,75	1	1	0,42	0,00645	1,91

	Radier	20		17	4,25	2	2,13	1,5	2	0,5	0,00515	2,25
	Buse	1Ø90		3	0,75	1	0,75	1	1	0,42	0,00634	1,92
BV11	Radier	30	16,81	100	16,81	4	4,20	1,5	2	0,1	0,00554	2,81
BV12	/		8,22	100	8,22	2	4,11	1,5	2	0,18	0,00554	2,81

Nous avons décidé de retenir les dalots suivants :

**Tableau 10** : Section réelle des dalots choisis

Exutoires	Ouvrages existants	Dimensions (cm <sup>2</sup> )	Ouvrages retenues	Sections retenues (cm <sup>2</sup> )
1	Dalot	2x150x100	Dalot	2x150x100
2	Dalot	4x300x300	Dalot	4x300x200
3	Dalot	1x100x100	Dalot	2x200x150
4	Buse	1Ø80	Dalot	2x200x150
5	Buse	1Ø100	Dalot	1x100x100
6	Dalot	4x200x100	Dalot	4x200x150
7	Buse	1Ø80	Dalot	1x100x100
8	Dalot	4x200x100	Dalot	4x200x150
9	Buse	2Ø60	Dalot	2x100x100
10	Dalot	4x200x100	Dalot	4x200x150
11	Buse	1Ø100	Dalot	1x100x100
12	Dalot	4x200x100	Dalot	4x200x150
13	Buse bouchée	1Ø60	Dalot	1x100x100
14	Buse	1Ø100	Dalot	1x100x100
15	Dalot	1x100x100	Dalot	1x100x100
16	Dalot	1x100x100	Dalot	1x100x100
17	Buse	1Ø100	Dalot	1x100x100
18	Radier	20	Dalot	2x200x150
19	Buse	1Ø80	Dalot	1x100x100
20	Buse	2Ø120	Dalot	2x200x150
21	Radier	30	Dalot	3x200x150
22	Dalot	1x100x100	Dalot	1x100x100

23	Buse	2Ø100	Dalot	2x100x100
24	Radier	90	Dalot	3x200x150
25	Dalot	1x200x120	Dalot	2x300x300
26	Buse	2Ø90	Dalot	2x100x100
27	Radier	80	Dalot	3x200x150
28	Radier	60	Dalot	2x200x150
29	Buse bouchée	1Ø80	Dalot	1x100x100
30	Buse	1Ø90	Dalot	1x100x100
31	Radier	30	Dalot	2x200x150
32	Dalot	1x200x100	Dalot	2x100x100
33	Dalot	1x200x120	Dalot	2x100x100
34	Buse	1Ø80	Dalot	1x100x100
35	Buse	1Ø80	Dalot	1x100x100
36	Radier	40	Dalot	3x200x150
37	Buse	1Ø90	Dalot	1x100x100
38	Radier	20	Dalot	2x200x150
39	Radier	20	Dalot	2x200x150
40	Buse	1Ø80	Dalot	1x100x100
41	Radier	20	Dalot	2x200x150
42	Buse	1Ø90	Dalot	1x100x100
43	Radier	30	Dalot	4x200x150
44	/	/	Dalot	2x200x150

*Source : Etudiant*

En somme nous devons mettre en place quarante-quatre (44) dalots de sections variables.

Ce chapitre a facilité l'établissement des débits de projet grâce aux analyses hydrologiques. Ces débits ont guidé la définition des sections pour les structures d'assainissement routier.

## CHAPITRE II : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DES OUVRAGES

Chaque projet de construction est analysé en considérant la sécurité et le coût comme des critères primordiaux. L'optimalité du dimensionnement est atteinte lorsque ces deux aspects sont équilibrés. Le dimensionnement structurel implique la détermination des sections des armatures, ce qui permet de concevoir les plans de ferrailage pour chaque composant du projet.

### I- Normes et hypothèses de calcul

#### 1- Normes

Les normes utilisées sont celle des documents suivants :

- guide de conception des Ponts – cadres et Portiques (SETRA) ;
- BAEL 91 révisé 99 pour le calcul de ferrailage ;
- fascicule 62 (titre V), règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de Génie civil ;
- fascicule 61 (titre II), Conception, Calcul et épreuves des ouvrages d'arts.

#### 2- Hypothèse de calcul

##### ✚ Béton

- béton B25 ;
- dosage : 400kg/m<sup>3</sup> ;
- résistance en compression :  $f_{c28} = 25$  MPa ;
- résistance en traction :  $f_{t28} = 0,6 + 0,06 \times f_{c28} = 2,1$  MPa ;
- densité du béton : 25kN/m<sup>3</sup> ;
- contrainte admissible du béton en compression à l'ELU :

$$\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\gamma_b} \text{ Avec le coefficient de sécurité } \gamma_b = 1,5$$

$$\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times 25}{1,5} = 14,17 \text{ MPa ;}$$

- contrainte admissible du béton en compression à l'ELS :

$$\bar{\sigma}_{bc} = 0,6 * f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa.}$$

#### 🚧 Acier

- nuance : Acier à Haute Adhérence (HA) FeE500 ; avec un enrobage de 3 cm adopté [7]
- limite d'élasticité :  $f_e = 500 \text{ MPa}$  ;
- contrainte de calcul de l'acier :

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} \text{ Avec le coefficient de sécurité } \gamma_s = 1,15$$

$$\sigma_s = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa ;}$$

- fissuration préjudiciable :

$$\bar{\sigma}_s = \min\left\{\frac{2}{3} f_e; \max(0,5 f_e; 110 \sqrt{\eta f_{t28}})\right\} \text{ avec le coefficient d'adhérence } \eta = 1,6$$

$$\bar{\sigma}_s = \min\{333,33; \max(250; 201,63)\} = 250 \text{ MPa.}$$

#### 🚧 Remblai

- poids volumique des terres :  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  ;
- coefficient de poussée  $k_a = 0,33$ .

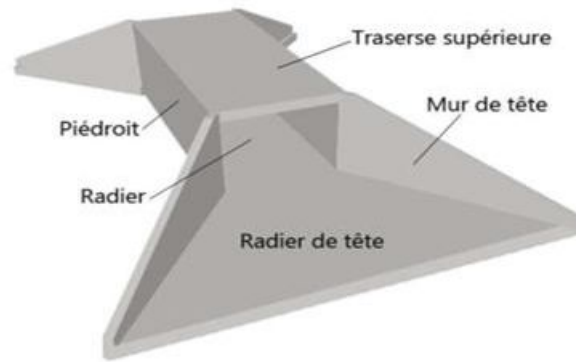
Les structures envisagées pour le projet, qui comprennent des dalots à une ou plusieurs ouvertures, offrent l'avantage de ne pas engendrer de difficultés spécifiques d'un point de vue géotechnique, contrairement aux ponts qui sont vulnérables aux affaissements de leurs fondations. Nous partirons du principe que le sol de fondation est constitué de sable compact, avec un module pseudo-élastique  $E_{sol}$  évalué à 200 MPa. [17]

## II- Dimensionnement des dalots

### 1- Pré dimensionnement des dalots

Le prédimensionnement vise à établir les épaisseurs des composants structurels de l'ouvrage en question.

Un dalot est formé de divers éléments, comme le montre la figure suivante :



**Figure 5** : Eléments constitutifs d'un dalot

Nous allons dimensionner le dalot 25 de section  $2 \times 300 \times 300 \text{ cm}^2$

- Epaisseur tablier et radier

Il est déterminé par la formule suivante :

$$e = \frac{L}{32} + 0,125 \quad [17]$$

Avec  $L$  la longueur d'une cellule.

$$e = \frac{3}{32} + 0,125 = 0,22 \text{ m}$$

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

- Epaisseur piédroits – mur de tête

En général l'épaisseur des piédroits et des murs de tête sont prise égale à celle du tablier et du radier.

D'où :  $e = 0,3 \text{ m}$

NB :

- guide-roues en béton armé de section rectangulaire de dimensions :  $0,3 \times 0,5 \text{ m}$
- longueur du dalot entre guide-roues :  $10 \text{ m}$

## 2- Evaluation des charges appliquées sur les ouvrages

- Charges d'exploitations

Il s'agit de charges permanentes qui restent constantes avec le temps. Elles incluent le poids propre et les forces exercées par tous les éléments qui contribuent à la stabilité globale de l'ouvrage.

En ce qui concerne le calcul de la poussée des terres sur les piédroits extérieurs, les suppositions liées aux remblais techniques sont établies lors des tests géotechniques. En l'absence de données spécifiques sur ces matériaux, nous prendrons en compte les caractéristiques suivantes :

- Masse volumique du sol = 20 KN/m<sup>3</sup> ;
  - Angle de frottement interne  $\varphi = 30^\circ$  ;
  - Cohésion interne du matériau  $C = 0$  (prise égale à zéro dans les calculs pour plus de sécurité).
- Charges routières

Avant d'appliquer les charges routières, il est nécessaire de définir la catégorie de l'ouvrage, qui dépend de la largeur de la voie de circulation.

- Détermination de la largeur roulable  $L_r$  et de la largeur chargeable  $L_c$
- Largeur roulable ( $L_r$ ) : elle est comprise entre les dispositifs de retenue ou bordures. Notre ouvrage a une largeur roulable  $L_r = 7$  m
- Largeur chargeable ( $L_c$ ) : elle est déduite de la largeur roulable. On enlève une bande de 0,5 m le long de chaque dispositif de retenue. Notre ouvrage a donc une largeur chargeable  $L_c = 7$  m.
- Classe de l'ouvrage

Les ponts sont classifiés en trois catégories en fonction de la largeur roulable.

**Tableau 11** : Classe pont

Classe du pont	1ère classe	$L_r \geq 7m$
	2ème classe	$5,5 m < L_r < 7m$
	3ème classe	$L_r \leq 5,5m$

Source : Fascicule 61 (titre II)

Notre ouvrage est de **1ère classe** car la largeur roulable de notre dalot est supérieur à 7m.

Les charges routières considérées sont :

- Le système de charge A(l)

Selon les dispositions du titre 2 du fascicule 61, une charge uniforme sera appliquée sur les chaussées des ouvrages. L'intensité de cette charge dépendra des coefficients (a<sub>1</sub>) et (a<sub>2</sub>), qui seront déterminés conformément audit fascicule. Elle est donnée par la formule suivante en fonction de la largeur chargée (L) :

$$A(L) = \left(0,23 + \frac{36}{L+12}\right) \times a_1 \times a_2 \text{ avec } A(L) \text{ en t/m}^2 \text{ [10]}$$

- Le système de charge B

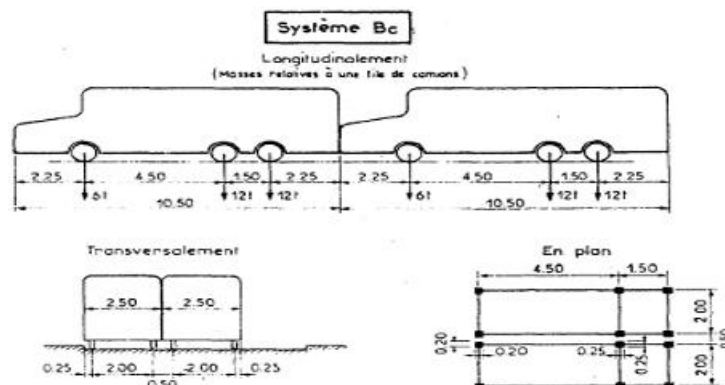
Le système B comprenant trois sous-systèmes de camions, dits :

- Bc : 2 camions de 30 t par voie ;
- Bt : 2 essieux-tandems de 16 t ;
- Br : roue de 10 t.

❖ Le système de charge Bc

Le convoi de type Bc est constitué d'un ou, au plus, de deux camions standards par rangée. Transversalement, le nombre de rangées est inférieur ou égal au nombre de voies. Longitudinalement, le nombre maximal de camions par rangée est de deux. [10]

Les caractéristiques du convoi Bc sont présentées dans la figure ci-après. Il faut noter que les charges sont données par essieu.



**Figure 6** : Caractéristique du convoi Bc

Source : fascicule 61 (titre II)



Les valeurs attribuées au système Bc sont majoré par un coefficient de majoration  $\delta$  et par un facteur bc, dont la valeur est déterminée par le nombre de rangées de camions ainsi que par la catégorie de l'ouvrage.

Le coefficient dynamique  $\delta$  est donnée par la formule :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2*L} + \frac{0,6}{1+4*S} \quad [15]$$

Avec :

- L la portée de la travée considérée ;
- G le poids total de l'ouvrage dans cette travée ;
- S le poids total le plus élevé des essieux du système qu'il est possible de placer sur le tablier de cette travée.

Les valeurs du facteur bc sont enregistrées dans le tableau suivant :

**Tableau 12** : Coefficient de pondération bc

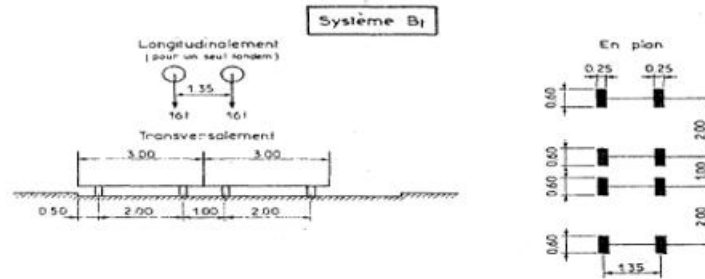
Nombre de voies		1	2	3	4	$\geq 5$
Classe	1ère	1,2	1,1	0,95	0,8	0,7
	2ème	1	1	-	-	-
	3ème	1	0,8	-	-	-

Source : Fascicule 61 titre II

Le coefficient retenu pour les calculs est fixé à 1,1.

#### ❖ Le système de charge Bt

Il s'agit d'un tandem composé de deux essieux portant chacun une charge de 16 tonnes. Conformément aux directives du fascicule 61 titre II, il est permis d'utiliser uniquement deux tandems, soit un tandem par voie. Les spécifications du convoi Bt sont détaillées dans l'illustration suivante. À noter, les charges mentionnées sont spécifiées par essieu.



**Figure 7** : Caractéristiques du convoi Bt

Source : fascicule 61 (titre II)

De manière similaire au système Bc, les charges associées au système Bt sont ajustées par un coefficient de pondération et un coefficient de majoration dynamique  $\delta$ , dont la formule est identique à celle utilisée précédemment.

Coefficient de pondération :

- Première classe : coefficient = 1
- Deuxième classe : coefficient = 0,9

Le pont étant de première classe on a  $bt = 1$ .

❖ Le système de charge Br

Ce dispositif comprend une roue isolée pesant 10 tonnes, pouvant être placée à tout emplacement sur le tablier. Cette charge supplémentaire n'est pas soumise à un coefficient de pondération, mais uniquement à un coefficient de majoration dynamique, identique en formule à ceux mentionnés précédemment.

Les spécifications du convoi Br sont détaillées dans l'illustration suivante :



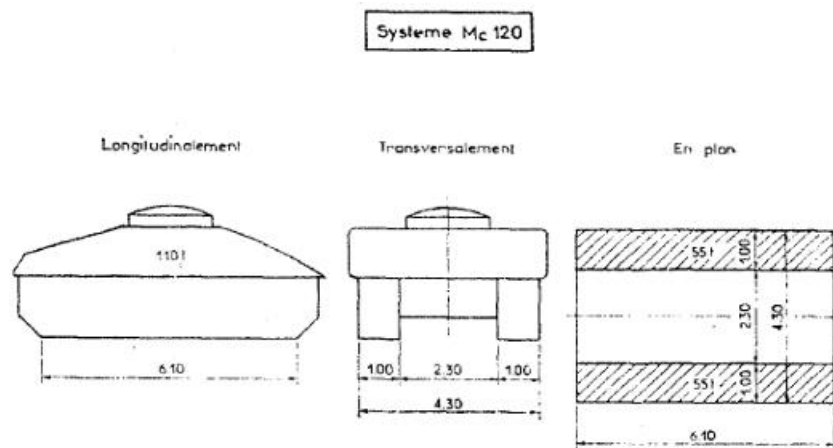
**Figure 8** : Caractéristiques du convoi Br

Source : fascicule 61 (titre II)

- Le système de charge M

Il existe deux catégories de convois militaires, M80 et M120. En fonction de la nature des charges, il y a les convois à chenilles et ceux à essieux. Nous prendrons en compte les convois à chenilles MC 120 car il engendre l'effet le plus défavorable. La charge appliquée sur le dalot par chaque chenille est de 55 tonnes, ce qui équivaut à 550 kN.

Les véhicules appartenant aux systèmes MC sont autorisés à se déplacer en convoi. Transversalement, un unique convoi est prévu pour circuler, indépendamment de la largeur de la voie. Longitudinalement, il n'y a pas de restriction quant au nombre de véhicules composant le convoi.



**Figure 9** : Caractéristiques du convoi Mc 120

Source : fascicule 61 (titre II)

### 3- Déterminations de la section d'armatures à l'aide du Logiciel

Le logiciel sélectionné pour calculer les sections d'armature est CYPE, spécifiquement le module Ponts cadres PICF. Ce programme est conçu pour valider la conception des ponts-cadre en respectant soit les normes françaises, soit une approche basée sur les états limites applicable de manière plus générale. Il offre la flexibilité nécessaire pour traiter aussi bien les projets de préfabrication, avec une définition précise des joints, que ceux réalisés directement sur le chantier.

Le dalot peut être simple (dalot a une travée) ou multiple (dalot a plusieurs travées).

Le logiciel est adapté tant pour les structures standards de ponts-cadre droit que pour les ponts-cadre biais. Il emploie une technique de calcul basée sur des éléments finis triangulaires, de type lamelle épaisse en trois dimensions, qui intègrent la capacité de résistance aux efforts tranchants. Chaque élément est doté de six nœuds, positionnés aux angles et au milieu de chaque côté, et chacun possède six degrés de liberté.

Le logiciel considère non seulement le poids propre de la structure de l'ouvrage et des murs de tête, mais il autorise également la spécification des charges relatives aux équipements et des surcharges supplémentaires qui peuvent être imposées à la structure, présentées de la manière suivante :

- Charges en bande : Les charges modélisées par le logiciel peuvent simuler les poids additionnels des équipements de l'ouvrage ainsi que les surcharges de trafic routier qui affectent la structure ;
- Convoi de charge : elle permet de définir les convois de charge considéré pour l'étude de l'ouvrage conformément au règlement ou norme utilisé.

La totalité des données générées comprend :

- L'analyse de stabilité qui englobe les évaluations de la résistance au glissement, au basculement et à la perforation par poinçonnement ;
- Les plans d'exécution, qui sont générés par le logiciel après avoir calculé la section théorique des armatures, sont présentés.

L'ensemble de ces résultats est présenté en annexe 3.

### **III- Dimensionnement des caniveaux**

Des caniveaux de section 80 x 80 cm<sup>2</sup> seront construites de part et d'autre de la chaussée pour servir à évacuer les eaux de la chaussée et des bassins versants environnants en zone d'agglomération. Le calcul détaillé des sections d'armature est exposé en annexe 1 et synthétisé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 13** : Récapitulatif du ferrailage des caniveaux

Désignation	Types	Choix des aciers	Espacement (cm)
Dalette	Principal	8HA14	10
	Transversal	6HA10	15
Piédroit	Principal	5HA8	20
	Transversal	5HA8	20
Radier	Principal	8HA12	10
	Transversal	6HA8	20

Les plans d'exécutions du caniveau sont illustrés en annexe 3

Dans ce chapitre, nous avons calculé les sections d'armature pour nos ouvrages. Ces résultats ont ensuite été utilisés pour élaborer les plans d'exécution, qui sont présentés en annexe 3.

## CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

Ce chapitre présente le processus et les résultats du dimensionnement de la structure de chaussée pour notre projet en conformité avec les normes de conception routière.

Le dimensionnement d'une structure de chaussée consiste à déterminer les épaisseurs et les types de matériaux nécessaires pour les différentes couches de la chaussée afin qu'elle puisse supporter le trafic prévu pendant sa durée de vie tout en minimisant les coûts de maintenance. Les normes de conception utilisées sont celles du « *Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux* » établi par le CEBTP. L'analyse a été réalisée grâce au logiciel Alizé-LCPC, qui applique la méthode de dimensionnement rationnel des chaussées développée par le LCPC et le SETRA. Ce programme comprend une fonctionnalité de calcul des seuils acceptables basée sur les conditions de trafic et les caractéristiques des matériaux.

### I- ETUDE DU TRAFIC

Pour calculer le trafic prévu pour le dimensionnement, on se base sur les hypothèses d'un comptage routier réalisé en 2023. Le projet sera opérationnel à partir de 2025, avec une durée de vie de 15 ans de service et un taux de croissance annuel du trafic estimé à 3%.

Sur la base d'hypothèses nous avons obtenu les données d'entrées présent dans le tableau suivant :

**Tableau 14** : Données d'entrées du projet pour le dimensionnement de la chaussée

Données de base	
Année de comptage	2023
Année de mise en service	2025
Traffic moyen journalier (TMJ) en 2023 (PL)	105
CBR	25
Période de calcul	15
Taux de croissance géométrique (%)	3%
Coefficient de répartition transversale	0,75
Coefficient d'agressivité moyen (CAM)	1

Croissance	<b>Exponentielle</b>
------------	----------------------

Dans le cadre du dimensionnement des structures de chaussée, le trafic considéré doit être représenté par le total des essieux standards ayant circulé ou qui circuleront sur la partie de la chaussée la plus fréquentée.

La formule utilisée pour estimer le trafic est extraite du « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux ». Elle reflète une augmentation exponentielle du trafic, ce qui est typique pour les pays en développement.

Trafic moyen journalier annuel de l'année n :

$$t_n = t_1 (1+i)^{(n-1)} \times \text{CRT} \quad [2]$$

Avec :

- $t_n$  = Trafic moyen journalier de l'année n ;
- $t_1$  = Trafic moyen journalier de la 1ère année ;
- $i$  = Taux d'accroissement annuel du trafic ;
- $n$  = Durée de vie du projet ;
- CRT = coefficient de répartition transversale

$n$  = année de mise en service – année de comptage

$$n = 2023-2025 \Rightarrow n = 2$$

$$\text{AN} : t_1 = 105 (1 + 0,03)^{2-1} \times 0,75$$

$$t_1 = \mathbf{81,12 \text{ PL/j}}$$

Trafic cumulé pendant la durée de vie  $n$  de la chaussée :

$$\text{NPL} = 365 \sum t_n = 365 \times t_1 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad [2]$$

$$\text{AN} : 365 \sum t_n = 365 \times 81,12 \times \frac{(1+0,03)^2 - 1}{0,03}$$

$$\text{NPL} = \mathbf{365 \sum t_n = 5,35.10^5 \text{ PL}}$$

Le trafic cumulé équivalent NE est une conversion du nombre de poids lourds cumulés sur la durée de dimensionnement en un nombre d'essieux de référence en utilisant le coefficient d'agressivité moyenne du trafic (CAM). Cette mesure permet d'estimer l'impact du trafic sur la chaussée au fil du temps et de déterminer l'épaisseur nécessaire du revêtement pour résister à cet impact.

Nombre d'essieux équivalents NE :

$$NE = NPL \times CAM \quad [2]$$

$$AN : NE = 534602,53 \times 1 = 534602,53$$

$$NE = 534602,53$$

$$NE = 5,35.10^5 \text{ PL}$$

Le Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour pays tropicaux (CEBTP), établit différentes catégories de trafic basées sur le volume de véhicules lourds [2] :

**Tableau 15** : Classe de trafic

Classe du trafic	Trafic cumulé poids lourds
T1	$< 5,10^5$
T2	$5,10^5 < NE < 1,5.10^6$
T3	$1,5.10^6 < NE < 4,10^6$
T4	$4,10^6 < NE < 10^7$
T5	$10^7 < NE < 2,10^7$

Source : Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux

Nous avons obtenu un trafic cumulé  $NE = 5,35.10^5$ . La classe de trafic de notre route est donc **T2** car  $5,10^5 < NE = 5,35.10^5 < 1,5.10^6$ .

## II- DIMENSIONNEMENT STRUCTURAL DE LA CHAUSSEE

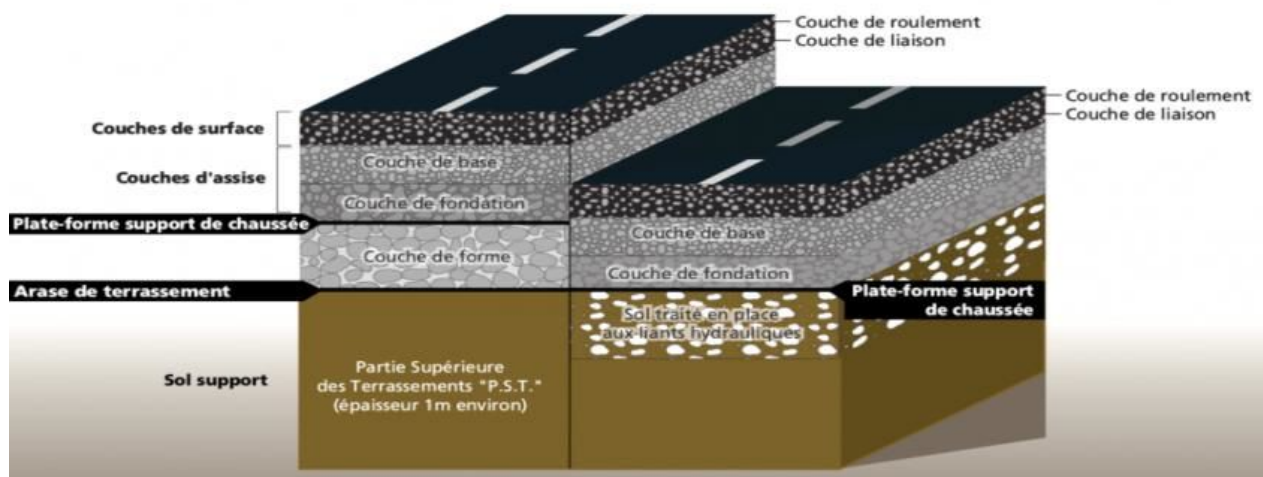
D'un point de vue géométrique, une chaussée est définie comme la surface traitée d'une route par laquelle les véhicules transitent. Sur le plan structurel, elle représente la combinaison des différentes couches de matériaux empilées, conçues pour supporter et distribuer les charges des véhicules.



## 1. Description des différentes couches de la chaussée

Une chaussée est normalement composée de plusieurs couches, chacune ayant un rôle spécifique. Voici les principales couches d'une route :

1. La couche de surface : C'est la partie supérieure de la chaussée, également appelée "revêtement de route". Elle est constituée de deux sous-couches :
  - La couche de roulement : Celle qui subit directement les agressions du trafic et des conditions climatiques.
  - La couche de liaison : Elle assure la liaison entre la couche de roulement et la couche de base de l'assise, contribuant au confort et à la sécurité des usagers.
2. Les couches d'assise :
  - La couche de base : Située au milieu de la chaussée, elle forme la partie médiane. Associée à la couche de fondation, elle constitue l'assise de la chaussée.
  - La couche de fondation : Elle joue un rôle similaire à celui de la couche de base, fournissant la résistance mécanique nécessaire pour supporter les charges induites par le trafic.
3. Le sol support : Également appelé "partie supérieure des terrassements (PST)", c'est le sol préparé sur lequel repose la chaussée. En général, il est surmonté d'une couche de forme, qui participe au fonctionnement mécanique de la chaussée



**Figure 10** : Les différentes couches qui constituent la structure de la chaussée

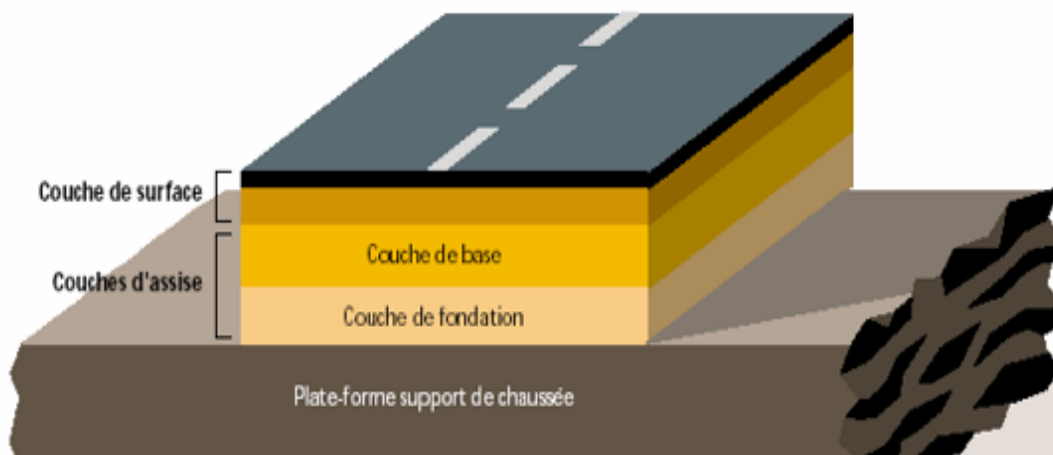
Source : *infociment.fr*

## 2. Les différents types de chaussées

On distingue trois types de chaussée :

### a- Chaussées souples

Une chaussée souple est un type de structure routière qui se caractérise par une couche de surface en matériaux bitumineux reposant sur une assise composée de matériaux granulaires non traités. La chaussée souple a généralement une épaisseur totale variant entre 30 et 60 cm.

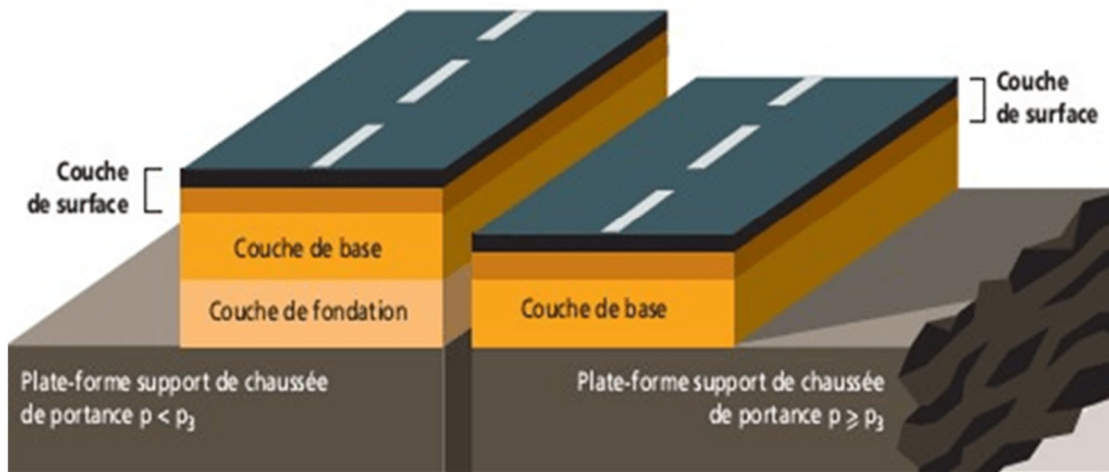


**Figure 11** : Chaussée souple

*Source : infociment.fr*

### b- Chaussées semi-rigides

Une chaussée semi-rigide est un type de structure de chaussée qui combine une couche de surface en matériaux bitumineux avec une assise en matériaux traités aux liants hydrauliques. L'assise, qui peut varier entre 20 et 50 cm d'épaisseur, est conçue pour offrir une certaine rigidité tout en permettant une bonne répartition des charges sur le sol support. Il limite également la remontée de fissures transversales de la couche de matériaux traités aux liants hydrauliques.

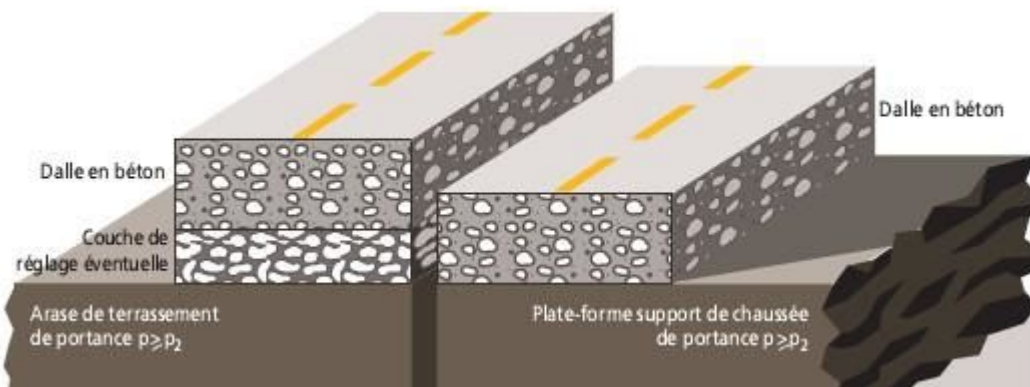


**Figure 12 : Chaussée semi-rigide**

*Source : infociment.fr*

### c- Chaussées rigides

Une chaussée rigide est une structure de route principalement composée de béton de ciment. La couche de surface et la couche d'assise sont faites en béton de ciment. Ce genre de chaussées sont conçues pour absorber les efforts mécaniques sans se déformer de manière significative, contrairement aux chaussées souples qui sont plus flexibles. Elles sont souvent utilisées dans des zones où l'on attend une longue durée de vie de la chaussée et un trafic lourd et constant.



**Figure 12 : Chaussée rigide**

*Source : infociment.fr*

### 3. Détermination de la structure de chaussée

La sélection des matériaux et l'épaisseur des différentes couches qui composent une chaussée dépendent de la catégorie de trafic attendue ainsi que de la classification du sol sous-jacent.

Les analyses de trafic réalisées ont abouti à la classification du trafic en catégorie T2. Concernant le sol de fondation, il a été classé dans la catégorie S4. Sur cette base, nous avons élaboré trois variantes de conception conformément aux directives du CEBTP

**Tableau 16:** Variable de structure de chaussée

Variantes			
N°	Couche de revêtement	Couche de base	Couche de fondation
1	Enrobé de 5cm	Graveleux latéritique naturel de 15cm	Graveleux latéritique naturel de 20cm
2	Enrobé de 5cm	Grave naturelle améliorée au ciment de 15cm	Graveleux latéritique naturel de 20cm
3	Enrobé de 5cm	Concassé o/d de 15 cm	Concassé o/d de 15 cm

*Source : Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*

La latérite, un matériau couramment disponible au Burkina Faso, représente une option pratique pour la construction routière. L'utilisation de ressources locales est une approche sage. Par conséquent, nous avons opté pour la structure correspondant à la première variante.

### III- VERIFICATION DU DIMENSIONNEMENT AVEC LE LOGICIEL ALIZE-LCPC

Les spécifications des matériaux utilisés pour les couches de base et de fondation sont détaillées dans le tableau suivant [2] :

**Tableau 17** : Caractéristique des graves latéritiques naturel pour la chaussée

Désignation	Essais		
	CBR	Granulométrie	Indice de plasticité
Couche de base	CBR $\geq$ 80 à 98% d'OPM	Teneur en fines (80m) $\leq$ 20%	IP < 15
Couche de fondation			

*Source : Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux*

L'analyse structurale de la chaussée a été réalisée à l'aide du logiciel Alizée-LCPC, qui emploie la méthode rationnelle pour le dimensionnement des structures routières. Cette méthode évalue la sollicitation subie par la structure et détermine les épaisseurs nécessaires pour les différentes couches de la chaussée, minimisant ainsi les contraintes et déformations à des niveaux acceptables pour le volume de trafic attendu. Le processus de dimensionnement utilise des paramètres d'entrée tels que le trafic, le type de structure et la plate-forme pour générer les épaisseurs requises en tant que paramètres de sortie.

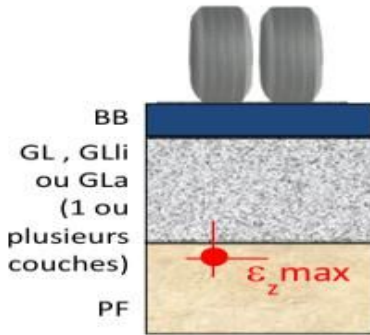
Nous nous sommes basés sur la **Fiche Méthode Guide Sénégal 2015** pour la vérification.

Sa particularité c'est le fait qu'elle soit conçue pour s'adapter aux contextes locaux, notamment en Afrique, mais aussi le fait qu'au niveau de la vérification nous devons seulement vérifier que la déformation en haut de la plate-forme est inférieure à la déformation admissible.



### Calcul des chaussées souples en GL :

Mode d'endommagement : orniérage : déformation verticale irréversible des matériaux non traités



#### Création du modèle de la structure : GL/GL

- Trafic maximal des GL1 : Base : 150 PL/j  
Fondation : 750 PL/j
- Trafic maximal des GL2, GLli et GLa : 750 PL/j
- Epaisseur minimale de couche de surface bitumineuse :  
100 000 ≤ NE < 3. 10<sup>6</sup> : 6cm      3. 10<sup>6</sup> ≤ NE < 10. 10<sup>6</sup> : 8cm
- Epaisseur de GL en couche de base définie forfaitairement par rapport au trafic :
  - 15 cm jusqu'à un trafic NE de 100 000 essieux
  - 20 cm au-delà
- Epaisseur de mise en œuvre : Couches de 10 à 30 cm
- Dimensionnement sur l'épaisseur de la GL de Fondation, avec :



#### Critères à vérifier:



Image 13 : Méthode utilisée

Pour les matériaux naturels, le module E est pris égal à :

$$E = 50 \times \text{CBR (bar)} \text{ ou } E = 5 \times \text{CBR (MPa)} [2]$$

Dans notre cas  $E = 5 \times 25 = 125 \text{ MPa}$

Structure de base

	épais. (m)	module (MPa)	Nu	matériau type
collé	0,05	1300	0,35	bb
collé	0,15	400	0,35	gnt2
collé	0,2	200	0,35	gnt3
	infini	125	0,35	autre

Image 14 : Structure de chaussée



Pour les sols de plateforme et les matériaux non traités, la déformation verticale admissible varie en fonction du type de trafic.

Pour les trafics faibles  $\epsilon_{zadm} = 16000 * NE^{-0,222}$

Pour les trafics forts  $\epsilon_{zadm} = 12000 * NE^{-0,222}$

$$\epsilon_{zadm} = 16000 \times 5,3460E+5 = 856,0$$

$$\epsilon_{zadm} = 856,0$$

Alizé-Lcpc - Calcul des valeurs admissibles

**Trafic PL cumulé : données**

Moyenne journalière annuelle (MJA) : 78.75

Taux accroissement géométrique (%) : 3

Taux accroissement arithmétique (%) :

Durée de service (années) :

Trafic cumulé PL : 534602,53

Cocher au plus 3 cases

**Aide**

CAM : Guide lcpc-sétra 94

CAM : Catalogue 1998

Risques : Guide lcpc-sétra 94

Risques : Catalogue 1998

Structures catalogue 98

**Valeurs admissibles : données**

matériau type : gnt et sol (sol trafic faible)

coefficient CAM : 1

trafic cumulé NE : 5,3460E+5

Coefficient A : 16000

pente b : -0,222

Calculer EpsiZ admissible

Calcul inverse NE = f(EpsiZ)

Bibliothèque des matériaux Imprimer Enregistrer

Pour modifier les valeurs standard : cliquer sur " gnt et sol "

**EpsilonZ**  
856,0 µdéf

Annotation libre :  
gnt et sol

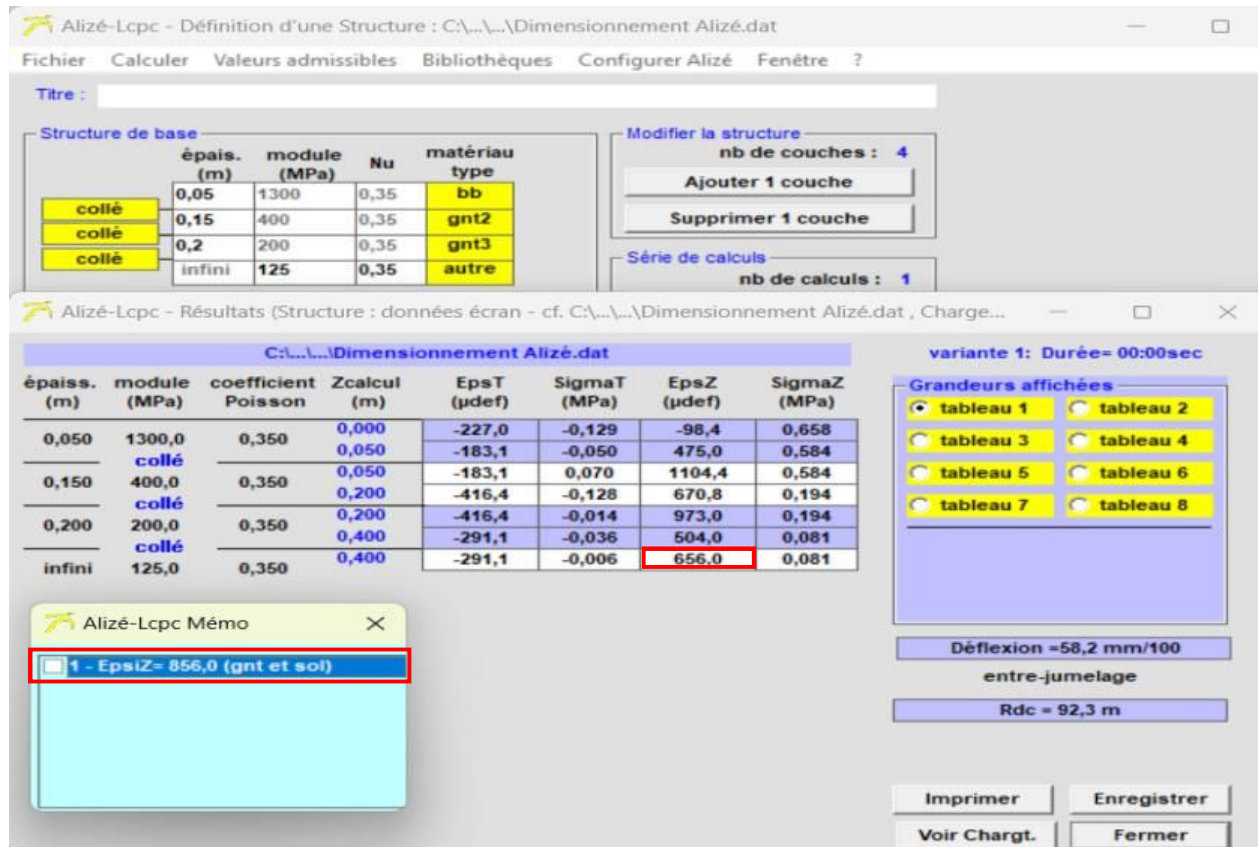
Mémoriser ...  
1 - EpsiZ= 856,0 (gnt et sol)

effacer=dbl click

Fermer

Image 15 : Données d'entrée sur Alizé

L'insertion des différentes données dans le logiciel donne les résultats suivants :



**Image 16 :** Vérification de la structure de la chaussée sur Alizé

Suite à la saisie des données du projet, nous avons déterminé la valeur de la déformation admissible. Cette dernière a été mise en comparaison avec la déformation en haut de la plate-forme. Il est impératif que cette déformation reste inférieure à la déformation admissible du terrain afin de prévenir tout risque de fléchissement.

À la suite de l'examen des contraintes et des déformations, nous avons choisi une structure qui inclut un revêtement en enrobé dense de 5cm, accompagné d'une couche de base de 15 cm et d'une couche de fondation de 20 cm, toutes deux en matériau latéritique graveleux. Il ressort que notre chaussée est une chaussée souple.



## CHAPITRE IV : CONCEPTION GEOMETRIQUE DE LA ROUTE

La conception géométrique des routes est un domaine essentiel dans l'ingénierie routière. Elle vise à déterminer les caractéristiques géométriques d'une route en tenant compte de divers facteurs tels que la sécurité, le confort, la visibilité et les contraintes mécaniques des véhicules. Ces caractéristiques sont déterminées en fonction de la vitesse de référence et de la zone du projet. Les points clés à considérer lors de la conception géométrique d'une route sont : le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

### I- CARACTERISTIQUES GENERALES

Pour la conception routière, une variété de documents de référence est disponible. Leur sélection dépend spécifiquement du type de route et de la localisation du projet. Parmi ces documents, on peut identifier :

- ARP qui est destinée à la conception et à l'aménagement des routes principales en milieu rural ;
- ICTARN qui traite les réseaux routiers nationaux ;
- ICTAVRU qui est appliquée dans la conception des principales artères urbaines ;
- ICTAAL qui est appliquée dans la conception des autoroutes interurbaines.

Dans notre cas, l'ARP est la norme la plus appropriée car elle couvre à la fois les sections de route en milieu rural et celles traversant des zones urbanisées.

Grâce à l'ARP nous allons faire le choix des caractéristiques générales à savoir :

- Le choix du **type de route**, qui fixe notamment les règles de traitement des carrefours, des points d'échanges, et des accès ;
- Le choix de la **catégorie de route** (à l'intérieur de chaque type), qui fixe les principales caractéristiques du tracé ;
- Le choix du **profil en travers** (notamment le nombre de voies).

## 1. Type de route

La définition d'un type de route est guidée par un ensemble de restrictions visant principalement à garantir une harmonie entre la route et son environnement, ainsi qu'à aligner les caractéristiques majeures de la conception de la route. Cette harmonie joue un rôle crucial pour la sécurité, car elle favorise l'ajustement des pratiques de conduite aux spécificités de la route et à ses modalités opérationnelles.

La décision du type de route est influencée par les buts et aspirations que l'on veut assurer ou privilégier.

Dans les zones interurbaines, on distingue trois catégories principales de routes :

- Les routes de type L, dites de grande liaison, sont les autoroutes ;
- Les routes de type T, dites de transit, pour lesquelles la fonction d'écoulement du trafic de transit à moyenne ou grande distance est privilégiée, sont les routes express à une chaussée ;
- Les routes de type R, dites multifonctionnelles, constituent l'essentiel des réseaux des voies principales de rase campagne.

Les caractéristiques essentielles associées à chaque catégorie de route sont détaillées dans le tableau suivant :

**Tableau 18** : Caractéristiques des catégories de routes

Type de routes	R	T
Nombre de chaussée	1 chaussée	1 chaussée
Carrefour Catégorie	Plans ordinaires ou giratoire	Dénivelés
Traversée d'agglomérations	Oui	Non
Catégorie	R60 ou R80	T80 ou T100
Domaine d'emploi	Fonction de liaison à courte ou moyenne distance et prise en compte des usages liés à l'environnement	Fonction de liaison à moyenne ou grande distance privilégiée
Types de "sécurité des routes et des rues"	Voies principales en milieu rural	Voies isolées de leur environnement

*Source : Aménagement des routes principales (ARP)*

## **2. Catégorie de route**

A chaque type de voies, on associera une vitesse dite de référence. La vitesse de référence est la vitesse qui peut être pratiquée en tout point de la section considérée de la route sans être en danger. Ainsi une route de catégorie R80 sera une route multifonction avec comme vitesse de référence 80 km/h.

Nous pouvons admettre différents niveaux de confort pour chaque catégorie de route, selon la vitesse de référence établie.

Pour les routes de types R :

- La catégorie R60 est utilisée en relief vallonné. Il s'agit d'un bon compromis entre coûts et confort (pour ce qui concerne les aspects dynamiques) ;
- La catégorie R80 est utilisée en faible relief.

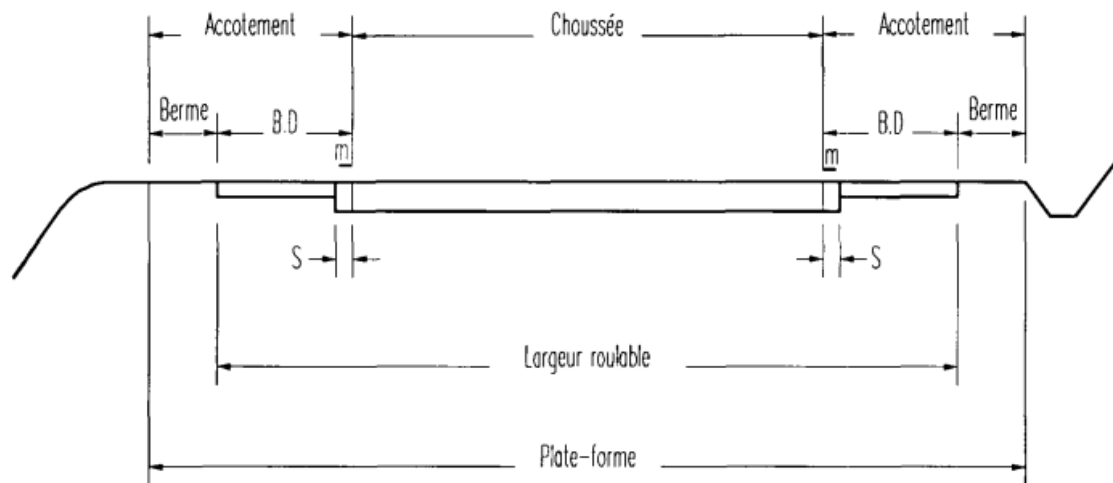
Pour les routes de types T :

- La catégorie T80 est utilisée en relief vallonné
- La catégorie T100 est utilisée en faible relief.

### **I.3. Profil en travers**

Le profil en travers est une coupe transversale illustrant la configuration et les dimensions de la surface routière, y compris les composants périphériques tels que les trottoirs, les accotements, et les caniveaux. Cette représentation est cruciale pour comprendre la construction tridimensionnelle de la route, garantissant ainsi la sécurité et le confort des utilisateurs.

Notre projet étant situé en rase campagne et traversant des agglomérations, nous avons opté pour un profil en travers à 2 voies représentées par la figure ci-dessous.



**Figure 17** : Profil en travers type à 2 voies

Source : *Aménagement des Routes Principales*

#### **I.4. Choix du type et de la catégorie de la route**

Concernant le type de route nous avons opté pour les routes de type T pour les zones en rase campagne et les routes de type R pour les zones de traversée d'agglomération.

Après avoir considéré les facteurs affectant la circulation, une vitesse de référence a été établie à 100 km/h pour les zones rurales et 60 km/h pour les zones urbaines.

D'où le choix d'une route de type T100 en rase campagne et R60 en agglomération.

## **II- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES**

### **1. Tracé en plan**

Le tracé en plan représente la projection horizontale de l'axe routier sur un plan. Ce tracé est constitué d'une succession de lignes droites et de courbes, reliées parfois par des raccordements progressifs.

Pour assurer le confort et la sécurité des usagers, les caractéristiques du tracé en plan doivent respecter les normes routières, qui sont basées sur la vitesse de référence.

**Tableau 19** : Caractéristiques de l'axe en plan

	Caractéristique	R60	T100
Axe en plan	Rayon minimal Rm (m)	120	425
	Rayon non déversé Rnd (m)	600	1300
	Rayon au dévers minimal (m)	450	900
	Longueur clothoïdes (m)	$L=\inf (6R^{0,4};67)$	

Source : Aménagement des Routes Principales

N.B :

- Rnd : rayon en dessous duquel la courbe est nécessairement déversée vers l'intérieur du virage et au-dessus la courbe est en profil en toile ;
- Rm : rayon au devers maximal (7%).

Les détails du tracé en plan sont fournis en annexe 4.

## 2. Profil en long

Le profil longitudinal d'une route illustre graphiquement son relief sur toute sa longueur. Cette visualisation met en évidence les changements d'inclinaison, les ascensions, les descentes, ainsi que les points les plus bas et les plus élevés du parcours. Essentiel à la conception routière, le profil longitudinal assure la conformité de la route aux exigences de sécurité et d'accessibilité. De plus, il est indispensable pour la préparation des opérations de terrassement et l'installation des systèmes de drainage.

**Tableau 20** : Caractéristiques du profil en long

	Caractéristique	R60	T100
Profil en long	Déclivité maximale (%)	7	5
	Rayon minimal en angle saillant (m)	1500	6000
	Rayon minimal en angle rentrant (m)	1500	3000

Source : Aménagement des Routes Principales

Les détails du profil en long ainsi que les cubatures sont fournis en annexe 5.

### 3. Profil en travers

Le profil en travers représente une coupe perpendiculaire à l'axe de la route, illustrant la structure et la géométrie de la voirie.

Pendant notre formation pratique, nous avons conçu des profils en travers sur AUTOCAD, conformément aux normes de conception. Nous avons travaillé sur des cas de déblais et remblais en milieu rural ainsi que sur des profils standards en milieu urbain, en prenant en considération le TDR, l'ARP et le BCEOM.

Les spécifications de nos profils en travers types sont détaillées dans le tableau suivant.

**Tableau 21:** Caractéristiques du profil en travers

Désignation	Dimensions	
	Agglomération	Rase campagne
Chaussée (m)	2x3,5	2x3,5
Accotement (m)	1x2	1x1,5
Trottoir (m)	2x1,5	-
Pente transversale (%)	2,5	2,5
Pente talus en remblais	3H/2V	3H/2V
Pente en déblais	1H/1	1H/1

*Source : Aménagement des Routes Principales*

Le corps de notre chaussée sera constitué :

- Couche de fondation de 20 cm de graveleux latéritique naturel
- Couche de base 15 cm de graveleux latéritique naturel
- Couche de revêtement de 5 cm d'enrobé dense

Les détails du profil en travers type sont fournis en annexe 6.

### III- AMENAGEMENT ROUTIER

#### 1. Généralités sur les carrefours

Un carrefour est le point de rencontre de deux ou plusieurs routes ou chemins au même niveau. On peut désigner chaque route convergente comme une branche. La performance du réseau routier est fortement influencée par la gestion efficace de ces intersections.

Il existe principalement deux catégories de carrefours [5] :

- Les carrefours dénivelés, qui permettent le passage des routes à différents niveaux ;
- Les carrefours plans, où toutes les voies se croisent au même niveau.

Pour les routes de type R, les carrefours plans constituent l'aménagement le plus adapté. La sélection du type de carrefour plan est influencée par l'intensité et la distribution du trafic, ainsi que par l'importance des interactions existantes entre les routes impliquées.

Les diverses configurations d'intersection possibles sont synthétisées dans le tableau ci-dessous [5].

**Tableau 22** : Conditions générales d'emploi adaptés aux routes de type R

Aménagements possibles	Conditions générales d'emploi Carrefour giratoire
Carrefour giratoire	Trafic secondaire relativement important, ou problème de sécurité
Carrefour plan (croix, T)	Dans les autres cas ; à exclure sur les routes à 2 x 2 voies et plus
Cas particulier : demi-carrefour	Routes à 2 x 2 voies

*Source : Aménagement des Carrefours Interurbain*

Dans le cadre de notre projet, il est prévu d'aménager deux intersections, l'une avec un carrefour giratoire au Pk 55+000 et l'autre avec un carrefour en T au Pk 80+542.

## **2. Principes d'aménagements**

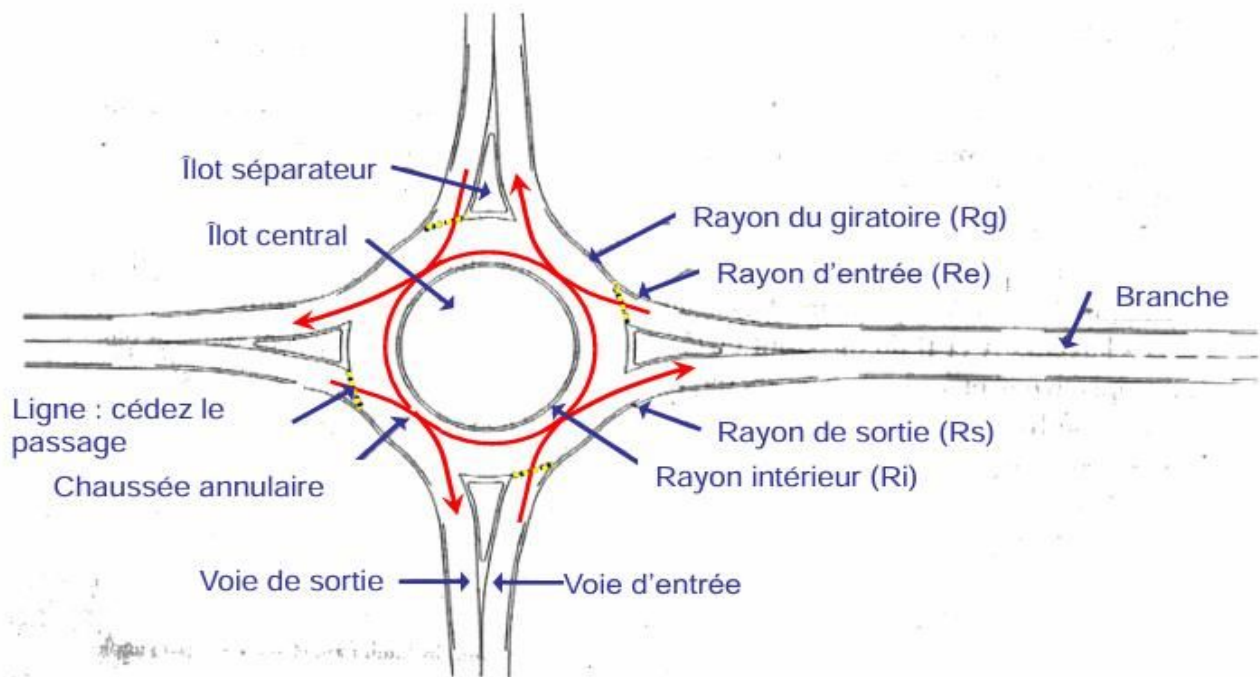
L'aménagement d'un carrefour plan doit suivre des principes clés pour assurer la sécurité, la fluidité du trafic et l'intégration dans l'environnement urbain ou interurbain. Voici les principes fondamentaux :

- Limiter le nombre de carrefour sur la voie principale ;
- Prévoir une distance suffisante entre deux carrefours successifs ;
- Prévoir des pré signalisations visibles et lisibles indiquant la présence d'un carrefour ;
- Garder sain l'environnement de la route ;
- Choisir des carrefours simples et compréhensibles par les usagers ;
- Eviter de surdimensionner les composantes de l'aménagement ;
- S'assurer d'un bon environnement de la route permettant une bonne visibilité ;
- Mettre les signalisations verticales hors des triangles de visibilité.

## **3. Principe de conception du carrefour giratoire et des îlots séparateurs**

Les dimensions d'un carrefour à sens giratoire doivent être adaptées à la configuration transversale de la route principale, à l'espace disponible, au nombre d'embranchements, entre autres facteurs. Les éléments essentiels à considérer pour le dimensionnement d'un carrefour à sens giratoire sont illustrés dans la figure ci-dessous [5] :





**Image 18** : Principaux éléments et paramètres d'un carrefour giratoire

Source : *Aménagement des Carrefours Interurbain*

Pour une route à chaussée unique, il est conseillé de choisir un rayon de giration situé entre 15 et 25 mètres (*Aménagement des Carrefours Interurbain*).

Les spécifications géométriques de notre carrefour sont synthétisées dans le tableau ci-dessous [5] :

**Tableau 23** : Paramètres de construction du carrefour giratoire (DUPONT et al., 1998)

	Rayon de giration	Largeur de l'anneau	Surlargeur franchissable	Rayon intérieur	Rayon d'entrée	Largeur de la voie entrante	Rayon de sortie	Largeur de la voie sortante	Rayon de raccordement
Notations	Rg	la	slf	Ri	Re	le	Rs	ls	Rr
Valeurs (m)	15	7	1,5	6,5	15	4	20	4	60

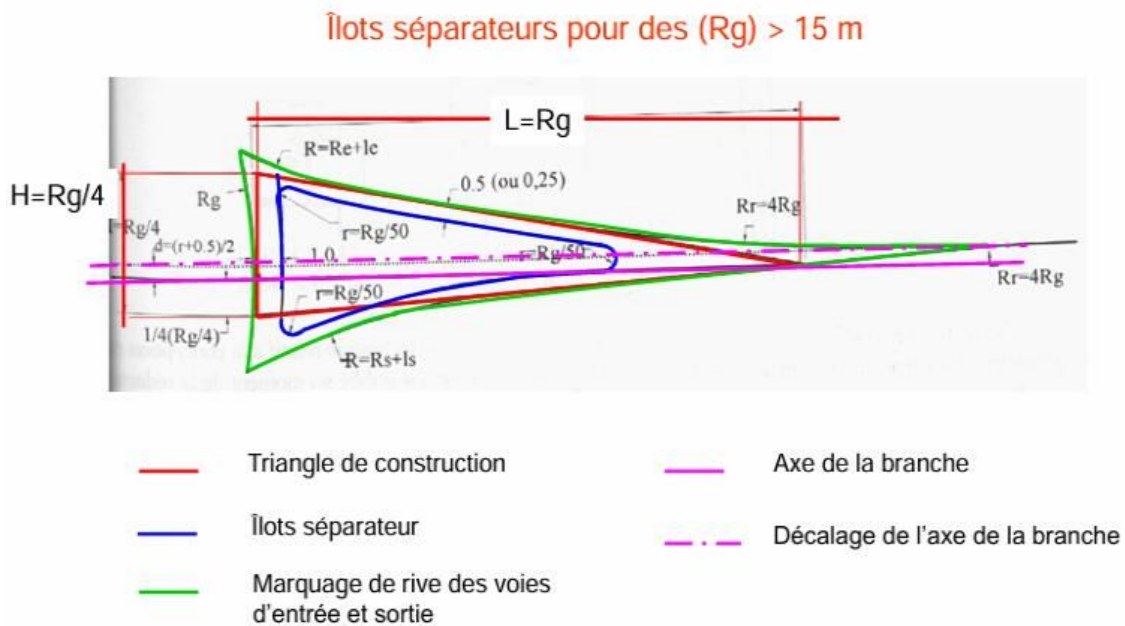
Source : Aménagement des Carrefours Interurbain

L'îlot séparateur d'un carrefour giratoire présente habituellement une forme triangulaire évasée à la base, conçue selon un triangle de référence. Ses dimensions géométriques dépendent du rayon de giration, et les mesures correspondantes sont compilées dans le tableau suivant [5] :

**Tableau 24** : Paramètres de construction des îlots séparateurs

	Hauteur de triangle de construction	Base du triangle de construction	Déport de l'îlot sur l'axe	Rayon de raccordement des bordures
Notations	H	B	d	r
Valeurs (m)	15	3,75	0,40	0,30

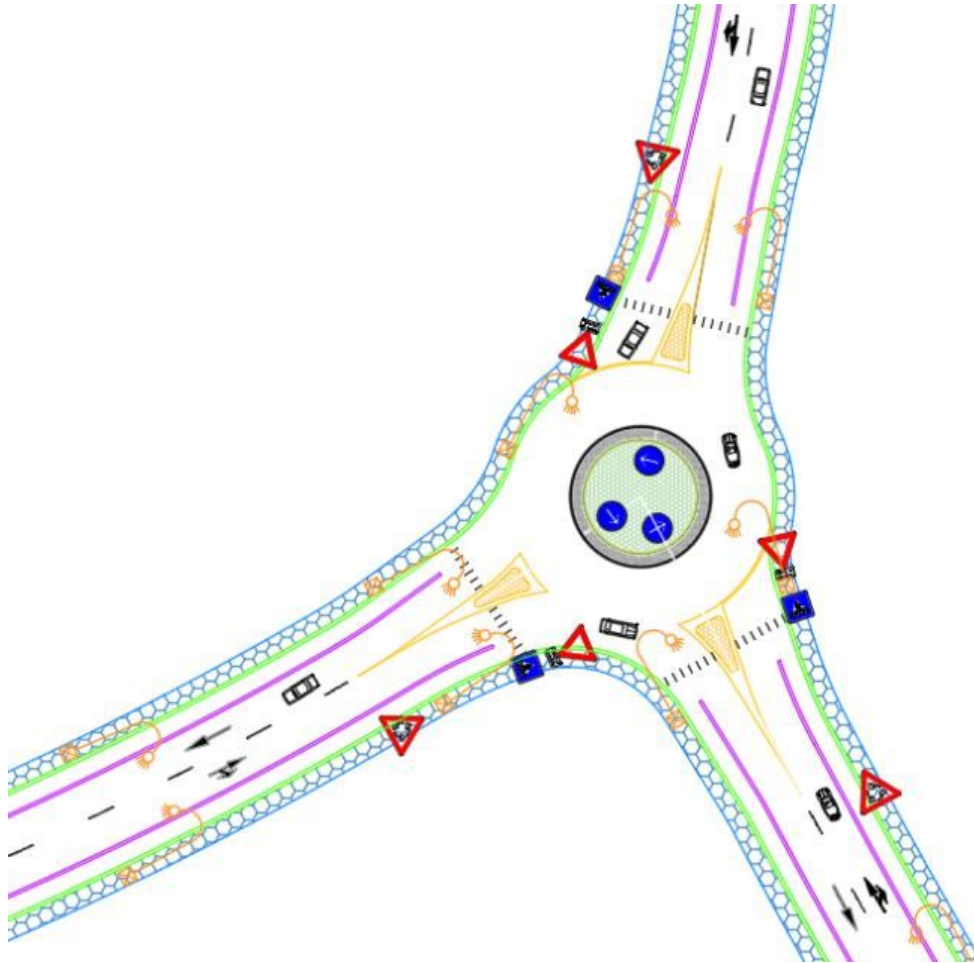
Source : Aménagement des Carrefours Interurbain



**Figure 19** : Terminologies d'un îlot séparateur de rayon de giration  $\geq 15m$

Source : Aménagement des Carrefours Interurbain

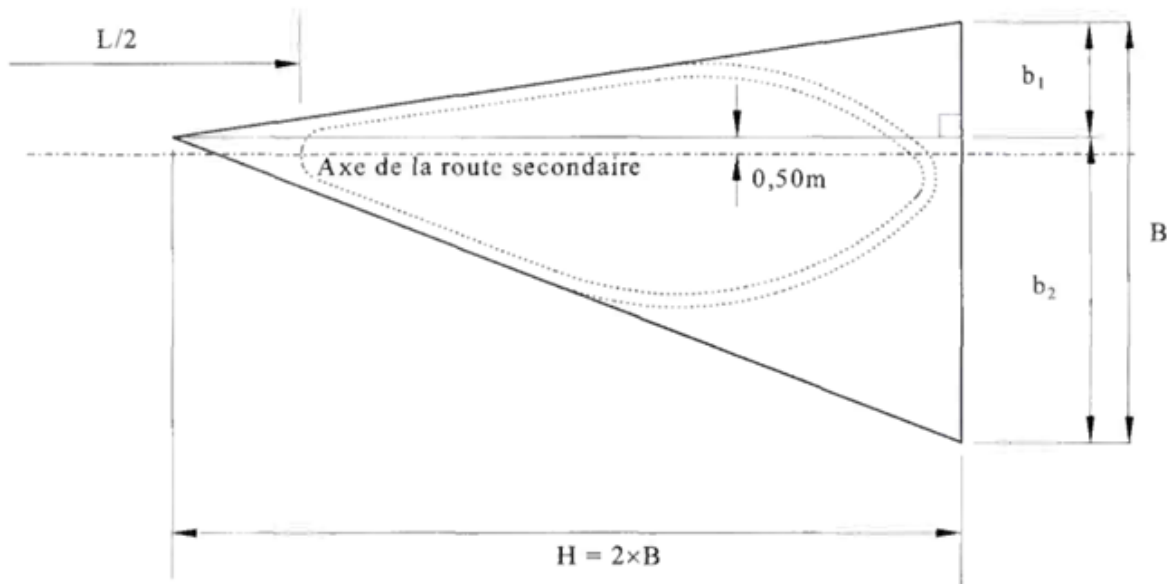
La figure ci-dessous montre un aperçu de l'aménagement de notre giratoire.



**Figure 20** : Aménagement du giratoire au Pk 55+000

#### **4. Principe de conception du carrefour en T**

La conception d'un carrefour en T, où une route secondaire rejoint une route principale sans passage supérieur ou inférieur, doit suivre des principes spécifiques pour assurer la sécurité et l'efficacité du trafic. Les dimensions indiquées sur la figure suivant décrivent les mesures appliquées pour la configuration de l'intersection [5] :

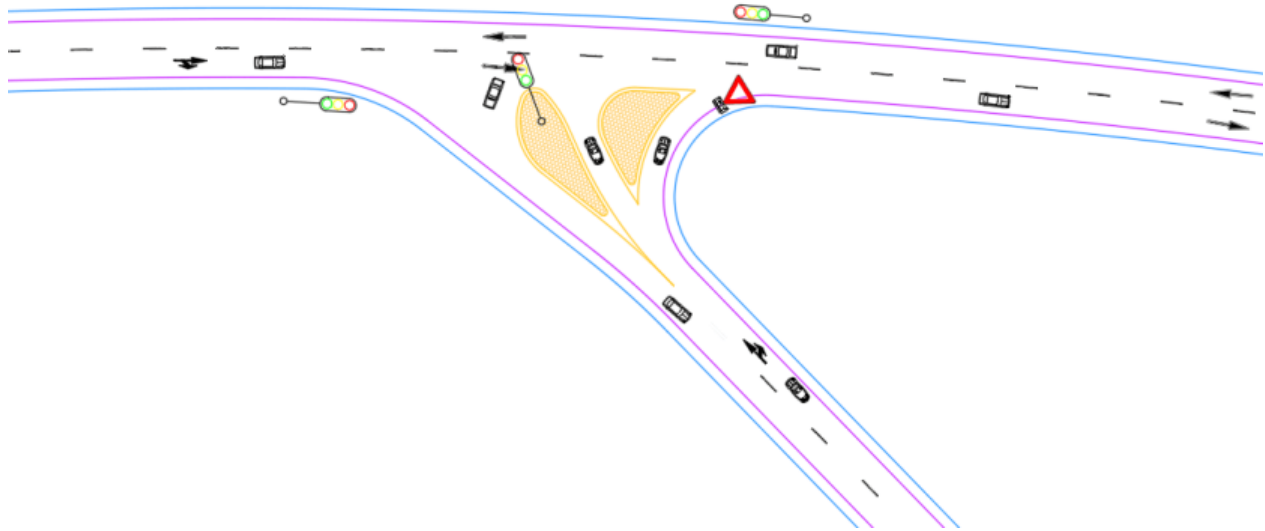


	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes		
<b>Largeur de la chaussée de la voie secondaire<sup>32</sup></b>	$l$	$l \leq 7$	5	6	7
Vitesse d'approche (conventionnelle)	$V_{85}$	—	40-50	60-70	80-90
Longueur de présignalisation de l'îlot	$L_p$	$3L / 2$	58,5	117	175,5
<b>Paramètres de l'îlot</b>					
Hauteur du triangle de construction	$H$	$4l$	20	24	28
Bose du triangle de construction	$B$	$H/2 = 2l$	10	12	14
Demi-base du triangle de construction côté sortie	$b_1$	$0,55l$	2,75	3,30	3,85
Demi-base du triangle de construction côté entrée	$b_2$	$1,45l$	7,25	8,70	10,15
Rayon de l'îlot en sortie à gauche	$R_{is}$	$2l + o$	$10 + o$	$12 + o$	$14 + o$
Rayon de l'îlot en entrée à gauche (*)	$R_{ie}$	$2l + b$	$10 + b$	$12 + b$	$14 + b$
Rayon du nez d'îlot	$r_n$	—	1,00	1,00	1,00
Rayon de raccordement à l'îlot en entrée	$R_{re}$	$\sim 8l$	40	48	56
Rayon de raccordement à l'îlot en sortie	$R_{rs}$	$\sim 16l$	80	100	110
<b>Paramètres des voies d'entrée / sortie</b>					
Rayon de sortie vers la voie secondaire à gauche	$R_s$	$4l$	20	24	28
Rayon d'entrée sur la voie principale à droite (*)	$R_e$	$2l$	10	12	14
Largeur de la voie de sortie	$l_s$	$l/2 + 0,5$	3	3,5	4
Largeur de la voie d'entrée	$l_e$	$\sup\{l/2 ; 3\}$	3	3	3,5

Figure 21 : Paramètre de construction d'un îlot séparateur dans le cas d'un carrefour plan en T

Source : Aménagement des Carrefours Interurbain

La figure ci-dessous montre un aperçu de l'aménagement de notre carrefour en T



**Figure 20:** Aménagement du carrefour en T au Pk 80+542

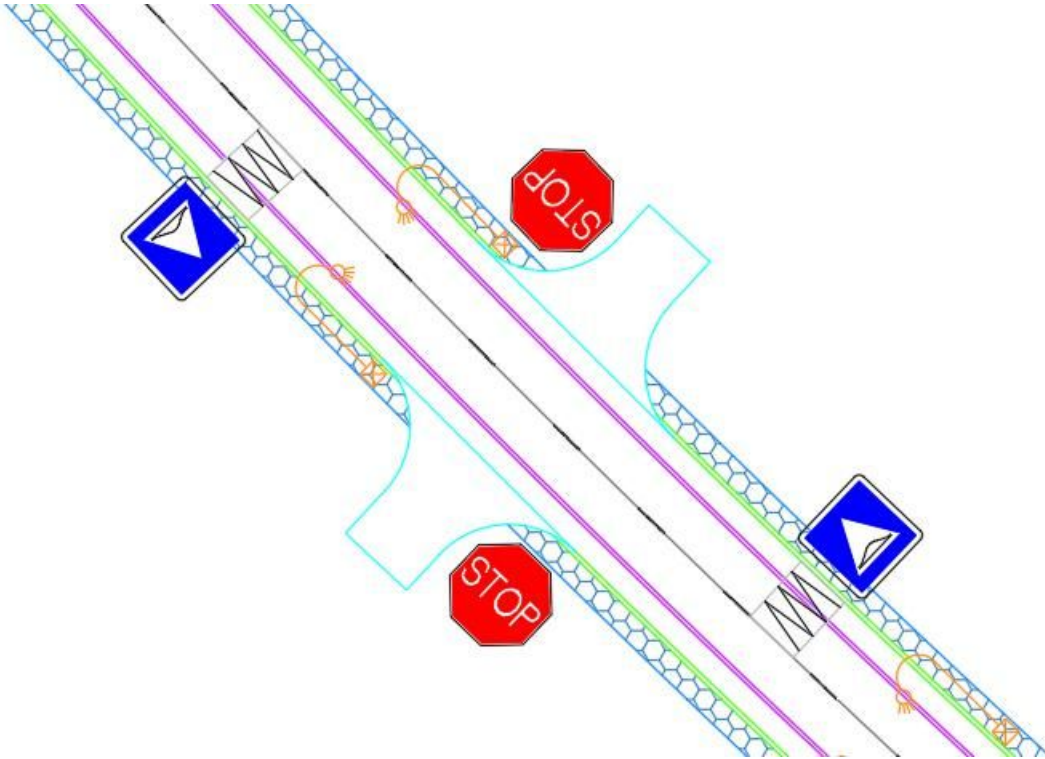
### 5. Aménagement des amorces

Les amorces fusionnent avec la route principale. Le rayon de raccordement, normalement fixé à 8 mètres, est conçu pour optimiser l'accessibilité des véhicules. Cependant, ce rayon peut être ajusté en tenant compte des limitations spécifiques du site.

Les caractéristiques géométriques de nos amorces sont :

- Largeur de la chaussée 7m ;
- Longueur maximale 15m ;
- Déclivité maximale 10%.

La figure ci-dessous montre un aperçu de l'aménagement des amorces :



**Figure 21** : Aménagement des amorces PK 54+582

Suite à l'étude géométrique de la route, nous avons identifié deux profils : **R60** en agglomération et **T100** en rase campagne, en fonction des vitesses de référence. L'aménagement de la route a été réalisé en tenant compte de la configuration existante. Les détails du profil en travers du giratoire sont fournis en annexe 8.

**PARTIE III : SECURITE ROUTIERE, AVANT METRE ET ETUDE  
FINANCIERE**

## **CHAPITRE I : SIGNALISATION ROUTIERE ET ECLAIRAGE PUBLIC**

La signalisation routière comprend l'ensemble des panneaux, marquages au sol et feux de signalisation. Elle a pour but d'informer les usagers sur les règles de circulation, de les guider dans leurs déplacements, et de contribuer à la sécurité routière. Une signalisation bien conçue et mise en œuvre peut réduire les risques d'accidents et améliorer la fluidité du trafic.

### **I- SIGNALISATION TEMPORAIRE**

Les signalisations temporaires sont des dispositifs de sécurité mis en place pour informer et guider les usagers de la route lors de modifications temporaires des conditions de circulation, généralement dues à des travaux ou à des incidents. Elles sont essentielles pour prévenir les usagers d'une situation inhabituelle et pour assurer la sécurité des travailleurs et des usagers de la route.

Voici quelques messages clés de la signalisation temporaire [13] :

- Début ou fin de chantier ;
- Déviation à gauche ou à droite ;
- Chaussée rétrécie, route barrée, sortie de camions ;
- Réduction du nombre de voies libres.





Figure 22 : Panneaux de signalisation temporaire

Source : code zone

## II- SIGNALISATION PERMANENTE OU DEFINITIVE

La signalisation permanente contribue à diminuer les risques d'accidents et à améliorer le flux de trafic durant l'utilisation de la route. Elle se divise en deux catégories principales :

- La signalisation horizontale représentée par les marquages de peinture sur la chaussée ;
- La signalisation verticale constituée essentiellement de panneaux.

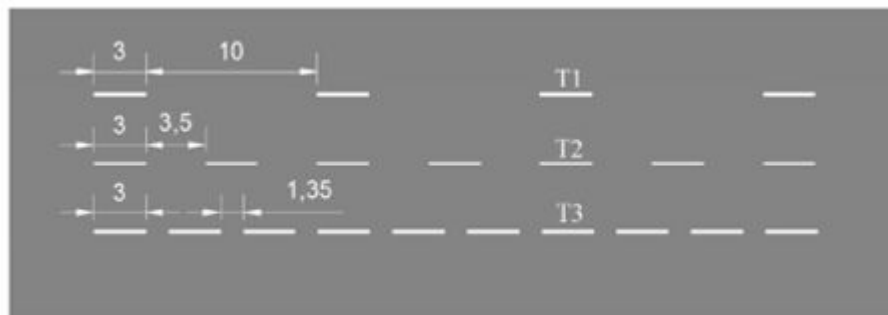
### 1- Signalisation horizontale

La signalisation horizontale désigne l'ensemble des marques peintes ou dessinées sur la chaussée, qui fournissent des informations essentielles pour la conduite et la régulation du trafic. Elle comprend :

- Lignes longitudinales : Elles délimitent les voies de circulation et peuvent être continues ou discontinues, indiquant respectivement l'interdiction ou la permission de franchir ou de chevaucher.
- Lignes transversales : Elles signalent les passages piétons, les arrêts obligatoires, ou les lignes d'effet de feux tricolores.
- Flèches de rabattement : Elles indiquent la nécessité de se rabattre avant un changement de la configuration de la route.
- Marquages spéciaux : Comme les zones de stationnement, les indications de voies spécialisées, ou les avertissements de dangers temporaires.

La couleur des marquages est généralement blanche pour une signalisation permanente, tandis que le jaune est utilisé pour les marquages temporaires, comme en cas de travaux.

Nous avons trois types de modulation des lignes discontinues présentés dans la figure suivante :



**Figure 23 :** Illustration des différents types de modulation de lignes discontinues utilisées dans notre projet

*Source : IISR*

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité « u » différente suivant le type de route.

Nous adopterons les valeurs suivantes pour « u » :

- $u = 7,5$  cm sur autoroutes et voies rapides urbaines (routes express) ;
- $u = 6$  cm sur les routes nationales ;
- $u = 5$  cm sur toutes les autres routes.

Dans le cadre de notre projet nous adopterons  $u = 5$  cm.






## 2- Signalisation verticale









Il s'agit des panneaux triangulaires de danger, des panneaux ronds d'interdiction ou d'obligation, des panneaux de direction et des feux tricolores placé en hauteur le long des routes pour informer et réguler la circulation.

Nous utiliserons cinq (5) types de panneaux pour la signalisation verticale à savoir [13] :

- Des panneaux de type A ;
- Des panneaux de type AB ;
- Des panneaux de type B ;
- Des panneaux de type C ;
- Des panneaux de type J.

**Tableau 25** : Signalisation verticale

Panneaux	Code	Usages
	A13a	Indique que l'endroit est fréquenté par des enfants. Il est placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération.
	A1a	Signale un virage sur la droite. Il est placé à 150m du début du virage en rase campagne et à 50m en agglomération.
	A2b	Indique la présence d'un ralentisseur de type dos d'âne. Il est placé à 150m de l'obstacle en rase campagne et à 50m en agglomération.
	A1b	Signale un virage sur la gauche. Il est placé à 150m du début du virage en rase campagne et à 50m en agglomération.
	A13b	Signale un passage pour piéton

	AB3a	Cédez le passage. Il est implanté au pied du danger. Il a été positionné à l'entrée du carrefour giratoire.
	C27	Indique une surélévation de la chaussée. Implanté au pieds du dos d'âne.
	B14	Interdiction de dépasser la vitesse indiquée dans le panneau. Prend effet au pied du panneau jusqu'à la prochaine intersection.
	AB4	Oblige l'arrêt à l'intersection.
	B21a2	Obligation le contournement par la gauche. Il a été positionné sur l'îlot central du carrefour giratoire.
	J5	Signalisation de tête d'îlots directionnels à contournement par la droite.
	B33	Fin de limitation de vitesse
	AB25	Carrefour à sens giratoire

Source : code zone

### III- ECLAIRAGE PUBLIC

L'éclairage public représente l'ensemble des dispositifs déployés pour illuminer les zones publiques. Essentiel pour la sécurité, il assure une visibilité optimale des voies de circulation nocturnes. L'éclairage doit offrir un confort visuel aux usagers sans les éblouir. Plusieurs configurations d'éclairage existent, et leur sélection dépend de critères tels que la largeur (L) de la voie, la hauteur (h) des lumières, leur avancée (a) par rapport au bord de la route, et espacement (e) entre les points lumineux.

Les différents types d'implantations :

- L'installation unilatérale se caractérise par le positionnement des points lumineux sur une seule bordure de la route. Cette méthode est souvent choisie pour des raisons d'espace ou d'autres contraintes spécifiques au site ;
- L'installation bilatérale se réfère à la disposition alternée des sources lumineuses des deux côtés de la route. Cette méthode permet une distribution uniforme de la lumière et est adaptée aux chaussées de largeur moyenne à grande ;
- L'arrangement bilatéral en vis-à-vis consiste à placer les sources lumineuses directement l'une en face de l'autre de chaque côté de la route. Cette méthode permet une couverture lumineuse équilibrée et est adaptée aux voies de largeur importante ;
- L'installation axiale fait référence à la disposition des luminaires sur la bande médiane de la route, souvent appelée terre-plein central. Cette méthode est utilisée pour éclairer efficacement les deux côtés de la chaussée et est typiquement employée sur les voies larges avec un espace central disponible.

Le tableau suivant récapitule les configurations principales des installations d'éclairage public, classées selon la hauteur des luminaires et la largeur de la route (Daniel Schumann & Afli, 2019)

**Tableau 26** : Configurations principales des installations d'éclairage public

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

Source : Etudiant

Nous avons choisi une configuration d'éclairage où les luminaires sont disposés face à face de chaque côté de la chaussée, connue sous le nom d'installation bilatérale en vis-à-vis.

### **Calcul de l'écartement entre luminaires et hauteurs de feu**

Il est nécessaire de déterminer les hauteurs des dispositifs d'éclairage en fonction des résultats d'une étude photométrique effectuée préalablement à la sélection de l'équipement. Cependant, pour une route à double sens de circulation,  $h \geq \frac{L}{2}$ .

La distance entre les lampadaires dépend de leur hauteur et doit se situer dans l'intervalle de 3,5 fois cette hauteur (3,5h) à 4,5 fois la hauteur (4,5h). Pour une hauteur de lampadaire de 7 mètres (h=7m), cela implique un éclairage composé de 100 candélabres simples, espacés uniformément de 50 mètres, qui seront uniquement installés en zone urbaine.

Des mesures ont été adoptées pour garantir la sécurité des usagers de la route. Compte tenu de l'impact significatif des projets routiers sur l'environnement et les communautés locales, nous examinerons ces enjeux plus en détail dans la continuation de notre étude.

## CHAPITRE II : APERCU DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

La construction de routes entraîne inévitablement divers effets, directs ou indirects, sur l'environnement. Notre projet inclut une évaluation environnementale et sociale pour mesurer ces impacts et suggérer des mesures d'atténuation adaptées. Selon le décret N°342 du 17 décembre 2001, l'État Burkinabé répartit les projets en trois catégories :

- **Catégorie A** : Projets soumis à une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) en raison de potentiels impacts environnementaux significatifs.
- **Catégorie B** : Projets soumis à une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES) car les impacts sont considérés comme moins sévères.
- **Catégorie C** : Projets dispensés d'EIES et de NIES, les impacts étant jugés minimes.

Notre projet se classant dans la **catégorie A**, nous fournissons un résumé des impacts environnementaux, bien que nous n'ayons pas examiné en détail tous les aspects de l'EIES. Ce chapitre vise à inventorier et classifier les conséquences du projet, puis à élaborer une stratégie pour minimiser les impacts négatifs et maximiser les bénéfices environnementaux.

### I- IMPACTS POSITIFS

Les impacts positifs sont classifiés en deux étapes distinctes : la période de construction et la période d'utilisation de la route. Les impacts positifs sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 27** : Aperçu des impacts positifs

Source d'impact	Composante affectée	Description de l'impact
Phase de construction	Emploi	Génération d'opportunités d'emploi résultant de l'embauche de personnel.
	Activités économiques	Approvisionnement alimentaire pour les travailleurs du chantier et commercialisation de denrées alimentaires.
	Flore	Réhabilitation de la végétation par la plantation d'arbres supplémentaires.
	Paysage	Valorisation de l'aspect visuel de la route.
	Santé	Facilitation de l'accès aux établissements médicaux
Phase d'exploitation	Sécurité	Optimisation de la circulation routière et réduction des délais de trajet.
	Population riveraine	Amélioration de la mobilité et du confort de vie des communautés.
	Santé	Facilitation des évacuations sanitaires
	Activités économiques	Stimulation de l'économie locale par la création de petites entreprises commerciales le long de la nouvelle route.

*Source : Etudiant*

## II- IMPACTS NEGATIFS

De la même manière que les impacts positifs, les impacts négatifs se divisent en deux catégories principales.



**Tableau 28** : Aperçu des impacts négatifs

Source d'impact	Composante affectée	Description de l'impact
Phase de construction	Air	La détérioration de la qualité de l'air résulte de l'émission de poussières et de gaz nocifs, susceptibles de provoquer des affections respiratoires et oculaires.
	Santé	Risque accru d'infections sexuellement transmissibles, de maladies respiratoires, ainsi qu'une hausse du nombre de grossesses indésirées.
	Sécurité	Interruption momentanée du trafic routier et augmentation du potentiel d'accidents.
	Activités économiques	Bouleversement temporaire des activités commerciales préexistantes situées aux abords de la route.
	Faune	Les nuisances sonores générées par les machines sur les zones d'extraction et de chantier perturbent la vie animale.
	Flore	L'élargissement de la route entraîne l'abattage des arbres situés dans son périmètre.
	Eau	Contamination des ressources aquatiques suite au rejet de substances pétrolières.
	Sol	Contamination des sols due au déversement d'hydrocarbures, à l'extraction de matériaux sur les sites d'emprunt et à l'érosion.
Phase d'exploitation	Etat acoustique	Les bruits occasionnés par la circulation des véhicules constituent une source de perturbation sonore.
	Sol	L'érosion des sites d'extraction est causée par le non-rétablissement des matériaux prélevés.
	Sécurité routière	Risque d'augmentation du nombre d'accidents par excès de vitesse.
	Air	Libération de gaz contribuant au réchauffement climatique.

*Source : Etudiant*

### III- MESURES D'ATTENUATIONS PROPOSEES

En réponse aux divers risques et conséquences associés à notre projet, nous avons élaboré des stratégies visant à réduire leur impact.

**Tableau 29** : Mesures d'atténuations

Composantes	Impacts concernés	Mesures d'atténuations, de compensation ou de bonification
Faune	Les nuisances sonores générées par les machines sur les zones d'extraction et de chantier perturbent la vie animale	Éducation des travailleurs sur les dangers du braconnage, et réduction des nuisances sonores superflues afin de préserver les habitats naturels et empêcher la dispersion des animaux sauvages
Flore	L'élargissement de la route entraîne l'abattage des arbres situés dans son périmètre	Prévention de la coupe désordonnée des arbres, réalisation du reboisement pour la restauration de la végétation par la plantation d'arbres neufs, et constitution d'une équipe dédiée à l'entretien de ces arbres
Eau	Contamination des ressources aquatiques suite au rejet de substances pétrolières	Mettre en place des systèmes pour la récupération des huiles usées des moteurs
Sol	Contamination des sols due au déversement d'hydrocarbures, à l'extraction de matériaux sur les sites d'emprunt et à l'érosion	Installer des systèmes de récupération d'huile moteur et autres hydrocarbures et réhabiliter les sites d'extraction de matériaux
	L'érosion des sites d'extraction est causée par le non-rétablissement des matériaux prélevés	Restauration des sites d'extraction après utilisation

Air	Emission des poussières et des gaz toxiques	Procéder à un arrosage fréquent de la chaussée, imposer une limitation de vitesse et protéger les matériaux avec une bâche durant le transport
	Libération de gaz contribuant au réchauffement climatique	Planter des arbres qui captureront le CO2 émis par les véhicules et machines en circulation.
Santé	Risque accru d'infections sexuellement transmissibles, de maladies respiratoires, ainsi qu'une hausse du nombre de grossesses	Éduquer les travailleurs et la communauté aux pratiques préventives contre les infections sexuellement transmissibles (IST), et les grossesses non planifiées, incluant la distribution de préservatifs. Prévoir une petite unité médicale pour le projet.
Sécurité	Interruption momentanée du trafic routier et augmentation du potentiel d'accidents	Installation de signalisation temporaire et de balisage sur le site de construction, fourniture d'équipements de protection individuelle (EPI) aux employés, et mise en œuvre de formations aux premiers secours
Bien être de la population	Accessibilité réduite des populations à la voie, inconfort acoustique, soulèvement de poussières	Informé préalablement la communauté avant le démarrage des travaux, choisir des horaires de travail adaptés et effectuer un arrosage régulier de la route
	Sécurité routière	Sensibilisation des usagers, limitation de vitesse, Dissuasion par la présence périodique des forces de sécurité

Source : Etudiant

Ce chapitre a permis une analyse succincte des répercussions du projet sur l'environnement et les communautés locales. Il en découle que le projet génère des effets tant bénéfiques que préjudiciables. Néanmoins, la présence d'impacts négatifs n'a pas entravé la progression du projet, grâce à l'implémentation de mesures d'atténuation.

## **CHAPITRE III : AVANT METRE ET DEVIS ESTIMATIF**

La mission essentielle de l'ingénieur de projet est de fournir des analyses crédibles et exécutable tout en optimisant les coûts. Cela nécessite une attention méticuleuse durant l'évaluation financière du projet.

L'évaluation financière du projet offre au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre une perspective complète sur le budget à anticiper. Cette estimation est élaborée à partir d'une quantification préliminaire, suivie de l'application des coûts unitaires pour chaque élément du projet.

### **I- AVANT METRE**

La technique du métré consiste à mesurer et à déterminer les quantités nécessaires de matériaux, de produits finis ou semi-finis, ainsi que le temps requis pour la construction, en se basant sur les documents fournis tels que les esquisses, les projets préliminaires ou les plans détaillés de construction.

L'établissement du devis quantitatif sera réalisé en fonction des différents éléments suivants :

- L'installation et le repli de chantier ;
- Le dégagement des emprises ;
- Les terrassements généraux ;
- L'exécution de la chaussée ;
- L'assainissement ;
- La signalisation - la sécurité - l'éclairage ;
- Mesures sociales et environnementales.

### **II- DEVIS ESTIMATIF**

Le calcul du devis estimatif est issu d'une évaluation économique des volumes de travaux. Ce calcul s'effectue en multipliant les quantités mesurées pour chaque type d'ouvrage par le prix unitaire correspondant, indiqué dans le bordereau des prix du projet. Ainsi, on détermine le coût partiel de chaque phase du projet, ce qui permet d'arriver au coût total du projet. Pour ce faire, nous

avons employé la liste des prix de construction de Ouagadougou de l'année 2023 [8] afin d'obtenir les prix unitaires.

Dans notre estimation, nous avons pris en compte les prix les plus bas pour évaluer le coût des travaux. Les détails de l'étude financière sont fournis en annexe 10 et synthétisés dans le tableau suivant.

**Tableau 30** : Récapitulatif du devis estimatif

RECAPITULATIF DEVIS ESTIMATIF	
Désignation	Montant FCFA
TRAVAUX PRELIMINAIRES	50 000 000,00
DEMOLITION	3 000 000,00
PREPARATION DU TERRAIN	162 280 000,00
TERRASSEMENT	1 196 233 000,00
CHAUSSEE	1 416 658 681,00
REVETEMENT	4 409 717 760,00
OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT	1 448 557 142,00
SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC	692 431 200,00
MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES	1 506 000 000,00
<b>TOTAL HORS TAXE</b>	<b>10 934 877 783,00</b>
TVA (18%)	1 968 278 000,94
<b>TTC</b>	<b>12 903 156 000</b>
<b>COUT AU KILOMETRE (Km)</b>	<b>496 276 000</b>

## CONCLUSION GENERALE

À la fin de notre étude intitulée « étude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'avant-projet détaillé des travaux de construction et de bitumage de route de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1 : safane-lanfiera : tronçon du pk 53+662 au pk 80+542 », nous avons pris conscience de la complexité de la conception et du dimensionnement de la chaussée, ainsi que des ouvrages contribuant à sa mise hors d'eau. Une conception bien pensée permet de réduire les coûts de réalisation et facilite grandement la mise en œuvre sur le chantier.

L'élaboration de ce projet, à travers les démarches d'une étude technique détaillée, nous a permis de formuler les propositions suivantes :

- Une structure de chaussée de 2 voies de type T100 hors agglomération et R60 en agglomération, avec un corps de chaussée constituée de 5 cm d'enrobé dense, une couche de base de 15 cm et une couche de fondation de 20 cm tout deux en graveleux latéritique naturelle ;
- Quarante-quatre (44) dalots de sections variables et des caniveaux de dimension 80 x 80 cm<sup>2</sup> ;
- L'aménagement d'un carrefour giratoire et d'un carrefour en T qui va fluidifier la circulation ;
- La signalisation routière et l'éclairage des rues qui vont améliorer la sécurité des usagers ;
- Des mesures d'atténuations face aux impacts négatifs que vont engendrer le projet à travers l'EIES.

L'analyse complète des études nous a donné une estimation des quantités de matériaux et d'équipements nécessaires pour la réalisation du projet. Ces données ont ensuite été utilisées pour évaluer les coûts financiers de la route, aboutissant à un budget total de **12 903 156 000 FCFA TTC**.

Toutefois, afin que notre projet réponde aux exigences pour lesquelles il est destiné, il est essentiel de respecter certains éléments. Par conséquent, voici quelques recommandations indispensables :

- Il est essentiel de soumettre les matériaux utilisés pour la structure de la chaussée à des essais géotechniques. Ces tests permettront de vérifier que leurs caractéristiques sont conformes aux normes utilisées pour le dimensionnement du corps de chaussée ;
- Il est crucial de mettre en place toutes les signalisations retenues pour assurer la sécurité routière. Cette mise en œuvre effective contribuera à réduire les risques d'accidents ;
- Il est essentiel de réaliser des entretiens réguliers et périodiques pour la chaussée, les ouvrages hydrauliques et les signalisations.



## **BIBLIOGRAPHIES**

- [1] : « Crues et apports » Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche, BULLETIN FAO D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE, Mars 1998
- [2] : G. LIAUTAUD (CEBTP), « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux, Ministère de la coopération », 1984 ;
- [3] : Van Tuu, N., & Lemoine, B, « Hydraulique Routière », manuel d'exécution de petits ouvrages routiers en Afrique, BCEOM, 1975 ;
- [4] : SETRA, « Titre II : programmes des charges et épreuves des ponts routes », Fascicule : conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, n°61, (29 décembre 1971) ;
- [5] : Service d'études techniques des routes et autoroutes, « Aménagement des carrefours interurbains », SETRA, 1998 ;
- [6] : Service d'études techniques des routes et autoroutes, « Aménagement des routes interurbains », SETRA, 1998
- [7] : BAEL 91 modifié 99
- [8] : Mercuriale 2023 de la ville de Ouagadougou
- [9] : Fascicule 62 titre V : Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de génie civil, Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports
- [10] : Fascicule 61 titre II : Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports
- [11] : Documentation bordure, VIBROMAT
- [12] : Normes des ralentisseurs de type dos-d'âne, coussin ou plateau, plateau trapézoïdal, Direction Départementales des Territoires SERBAT/BRRT/DS, 12 décembre 2013, 4 pages
- [13] : Code zone pour les panneaux

[14] : Comprendre les principaux paramètres de conception géométrique des routes, Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), janvier 2006, 112 pages

[15] : Pont-cadres et portiques « Guide de conception », Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), décembre 1992, 112 pages

[16] : Hydrologie urbaine quantitative « Assainissement pluvial », François-Noël CRES, Groupe des écoles EIER-ETSHER, septembre 2001 version 2.0, 128 pages.

## ANNEXES

### Liste des annexes

ANNEXE1 : DIMENSIONNEMENT DU CANIVEAU .....	XI
ANNEXE 2 : ABAQUES UTILISES POUR ETUDE HYDRAULIQUE .....	XXVIII
ANNEXE 3 : NOTE DE CALCUL, PLAN D'EXECUTION DU DALOT 2 X 300 X 300, PLAN D'EXECUTION DU CANIVEAU .....	XXXI
ANNEXE 4 : AXE EN PLAN .....	XI
ANNEXE 5 : PROFILS EN LONG ET VOLUME DE CUBATURES.....	XVI
ANNEXE 6 : PROFIL EN TRAVERS TYPE.....	XI
ANNEXE 7 : PROFIL EN TRAVERS COURANT.....	XI
ANNEXE 8 : PROFIL EN TRAVERS DU GIRATOIRE .....	XI
ANNEXE 9 : TRACE COMBINE .....	XII
ANNEXE 10 : DEVIS ESTIMATIF .....	XI

## ANNEXE1 : DIMENSIONNEMENT DU CANIVEAU

### ➤ Prédimensionnement

$$e = \frac{b}{32} + 0,125$$

$$\underline{\text{AN}} : e = \frac{0,8}{32} + 0,125$$

$$e = 0,15 \text{ m soit } 15 \text{ cm}$$

- Limite d'élasticité  $f_e = 400 \text{ Mpa}$
- Ouverture du caniveau :  $B = 80 \text{ cm}$  ;
- Epaisseur de lèvre de la feuillure :  $a \simeq \frac{e}{2} = 7,5 \text{ cm}$  ;
- Redent de la feuillure :  $h = e - a = 7,5 \text{ cm}$  ;
- Portée de la dalle :  $B = b + 2h = 95 \text{ cm}$  ;
- Epaisseur de la dalle :  $e = 15 \text{ cm}$  ;
- Largeur de la dalle :  $g = 50 \text{ cm}$  ;
- Epaisseur du piédroit :  $e = 15 \text{ cm}$  ;
- Hauteur du piédroit :  $H = B + R = 1,20 \text{ cm}$  ;
- Epaisseur du radier  $e = 15 \text{ cm}$ .

**NB** : L'ensemble des calculs sera effectué au mètre linéaire.

### ➤ Détermination des aciers de la dalle :

#### ✚ Descente de charges

- ✓ Le poids propre de la dalle :

$$P_1 = e \times \gamma_b \times 1,00$$

$$\underline{\text{AN}} : P_1 = 0,15 \times 25 \times 1$$

$$P_1 = 3,75 \text{ kN/ml}$$

- ✓ Le poids de la surcharge routière :

Le fascicule 61 Titre II mentionne que la dalle est dimensionnée par la surcharge routière Br avec une roue isolée de 100 kN.

$$P_{\text{Br}} = \frac{Q}{B}$$

$$\underline{\text{AN:}} P_{Br} = \frac{100}{0,95}$$

$$P_{Br} = 105,26 \text{ kN/ml}$$

#### ✚ Sollicitations

#### ✚ Combinaison des charges à l'ELS :

- L'effort tranchant  $V_{ser}$  :

$$V_{ser} = \frac{P_1 \times B}{2} + \frac{P_{Br}}{2}$$

$$\underline{\text{AN:}} V_{ser} = \frac{3,75 \times 0,95}{2} + \frac{105,26}{2}$$

$$V_{ser} = 54,41 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant  $M_{ser}$  :

$$M_{ser} = \frac{P_1 \times B^2}{8} + \frac{P_{Br}}{4}$$

$$\underline{\text{AN:}} M_{ser} = \frac{3,75 \times 0,95^2}{8} + \frac{105,26}{4}$$

$$M_{ser} = 26,74 \text{ kN.m/ml}$$

#### ✚ Combinaison des charges à l'ELU :

- L'effort tranchant  $V_u$  :

$$V_u = 1,35 \times \frac{P_1 \times B}{2} + 1,6 \times \frac{P_{Br}}{2}$$

$$\underline{\text{AN:}} V_u = 1,35 \times \frac{3,75 \times 0,95}{2} + 1,6 \times \frac{105,26}{2}$$

$$V_u = 86,61 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant  $M_u$  :

$$M_u = 1,35 \times \frac{P_1 \times B^2}{8} + 1,6 \times \frac{P_{Br}}{4}$$

$$\underline{\text{AN:}} M_u = 1,35 \times \frac{3,75 \times 0,95^2}{8} + 1,6 \times \frac{105,26}{4}$$

$$M_u = 42,68 \text{ kN.m/ml}$$

#### ✚ Ferrailage

- ✓ Calcul de  $\overline{\alpha}_{ser}$  :

$$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n\overline{\sigma}_{bc}}{n\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}}$$

$$\underline{\text{AN:}} \overline{\alpha}_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 201,63}$$

$$\overline{\alpha}_{ser} = 0,53$$

✓ Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$Y_{ser} = d \times \alpha_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} Y_{ser} = 0,9 \times 0,15 \times 0,53$$

$$Y_{ser} = 0,07 \text{ m}$$

✓ Calcul de  $Z_{ser}$  :

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

$$\underline{\text{AN:}} Z_{ser} = 0,135 - \frac{0,07}{3}$$

$$Z_{ser} = 0,11 \text{ m}$$

✓ Détermination du moment réduit  $M_{serb}$  :

$$M_{serb} = \frac{1}{2} b o \times Z_{ser} \times \overline{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} M_{serb} = \frac{1}{2} \times 1 \times 0,11 \times 15 \times 0,07$$

$$M_{serb} = 59,41 \text{ kN.m/ml}$$

On a  $M_{serf} < M_{serb} \leftrightarrow$  il n'y a pas d'aciers comprimés.

✓ Calcul de la section d'aciers  $A_{st}$  :

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z_{ser} \times \overline{\sigma}_{st}}$$

$$\underline{\text{AN:}} A_{st} = \frac{26,74 \times 10^{-3}}{0,11 \times 201,63} \times 10^4$$

$$A_{st} = 12,05 \text{ cm}^2$$

✓ Calcul de la section d'aciers minimale  $A_{stmin}$  :

$$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$$

$$\underline{\text{AN:}} A_{stmin} = \frac{0,23 \times 1 \times 0,135 \times 2,10}{400}$$

$$A_{stmin} = 1,63 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité :

On a  $A_{stmin} < A_{st} \leftrightarrow$  **condition vérifiée.**

**Prenons  $A_{st} = 12,05 \text{ cm}^2$**

Nous convenons de prendre **8HA14** totalisant une section pratique de **12,32 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **12,05 cm<sup>2</sup>**. Le ferrailage sera en double nappe soit **4HA14** par nappe.

$$\checkmark \text{ Espacement minimal : } e_{ht} = \max[\phi_l ; 1,5G_g] = \max[1,2 ; 1,5 \times 2,5]$$

$$e_{ht} = 3,75 \text{ cm}$$

$$\checkmark \text{ Espacement réel : } e_h = \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1} = \frac{100 - (1,2 * 10 + 3 * 2)}{10 - 1} = 11,83$$

**Prenons  $e_h = 10 \text{ cm}$**

✓ Aciers de répartition :

$$A_r = \frac{A_{st}}{3}$$

$$\underline{\text{AN:}} A_r = \frac{12,32}{3}$$

$$A_r = 4,11 \text{ cm}^2$$

Nous convenons de prendre **6HA10** totalisant une section pratique de **4,71 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **4,11 cm<sup>2</sup>**.

$$\checkmark \text{ Espacement réel : } e_h = \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1} = \frac{100 - (1 * 6 + 3 * 2)}{6 - 1} = 17,6$$

**Prenons  $e_h = 15 \text{ cm}$**

🚦 Vérification des contraintes à l'ELS :

○ Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$\frac{b_0}{2} Y_{ser}^2 - n A_{st} (d - Y_{ser}) = 0$$

$$\leftrightarrow \frac{100}{2} \times Y_{ser}^2 - 15 \times 11,31 \times (13,5 - Y_{ser})$$

$$\leftrightarrow 50Y_{ser}^2 + 169,65Y_{ser} - 2290,275 = 0$$

$$Y_{ser} = 5,28 \text{ cm soit } 0,0528 \text{ m}$$

- Calcul du moment quadratique  $I_{ser}$  :

$$I_{ser} = \frac{b_0}{2} Y_{ser}^3 + nA_{st}(d - Y_{ser})^2$$

$$\underline{\text{AN:}} I_{ser} = \frac{1}{2} \times 0,0528^3 + 15 \times 11,31 \times 10^{-4} \times (0,135 - 0,0528)^2$$

$$I_{ser} = 1,88 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Calcul de la contrainte réelle du béton  $\sigma_{bc}$  :

$$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{bc} = \frac{0,02674}{1,88 \times 10^{-4}} \times 0,0528$$

$$\sigma_{bc} = 7,51 \text{ MPa}$$

La contrainte limite du béton est  $\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$

On a  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc} \leftrightarrow$  la contrainte du béton est vérifiée.

- Calcul de la contrainte réelle de l'acier  $\sigma_{st}$  :

$$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{st} = 15 \times \frac{0,02674}{1,88 \times 10^{-4}} \times (0,135 - 0,0528)$$

$$\sigma_{st} = 175,37 \text{ MPa}$$

- Calcul de la contrainte limite de l'acier :

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} F_e; \max \left( \frac{1}{2} F_e; 110 \sqrt{\eta F_t} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} \times 400; \max \left( \frac{1}{2} \times 400; 110 \sqrt{15 \times 2,10} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \{ 266,67; \max(200; 201,63) \}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = 201,63 \text{ MPa}$$

On a  $\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st} \leftrightarrow$  la contrainte de l'acier est également vérifiée.



➤ **Détermination des aciers des piédroits :**

✚ Descente de charges

✓ Le poids propre de la dalle :

$$P_1 = e \times \frac{1}{2} \times \gamma_b$$

$$\underline{\text{AN:}} P_1 = 0,15 \times \frac{0,95}{2} \times 25$$

$$P_1 = 1,78 \text{ kN/ml}$$

✓ Le poids propre du piédroit :

$$P_2 = e' \times H \times \gamma_b$$

$$\underline{\text{AN:}} P_2 = 0,15 \times 1,2 \times 25$$

$$P_2 = 4,50 \text{ kN/ml}$$

✓ La poussée des terres :

$$P_3 = \frac{1}{2} \times K_a \times H^2 \times \gamma_{\text{terre}}$$

$$\underline{\text{AN:}} P_3 = \frac{1}{2} \times 0,33 \times 1,2^2 \times 20$$

$$P_3 = 4,75 \text{ kN/ml}$$

✓ Le poids de la surcharge routière  $P_{Br}$  sur un piédroit :

$$P_{Br} = \frac{100}{2}$$

$$P_{Br} = 50 \text{ kN}$$

✚ Sollicitations

✓ Combinaison des charges à l'ELS :

○ L'effort normal  $N_{ser}$  :

$$N_{ser} = P_1 + P_2 + P_{Br}$$

$$\underline{\text{AN:}} N_{ser} = 1,78 + 4,50 + 4,75$$

$$N_{ser} = 56,28 \text{ kN/ml}$$

○ L'effort tranchant  $V_{ser}$  :

$$V_{ser} = \frac{P_3}{3}$$

$$\underline{AN}: V_{ser} = \frac{4,75}{3}$$

$$V_{ser} = 1,58 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant :

$$M_{ser} = \frac{P_3 \times H}{3}$$

$$\underline{AN}: M_{ser} = \frac{4,75 \times 1,2}{3}$$

$$M_{ser} = 1,90 \text{ kN.m/ml}$$

- ✓ Combinaison des charges à l'ELU :

- L'effort normal :

$$N_u = 1,35(P_1 + P_2) + 1,6Q_1$$

$$\underline{AN}: N_u = 1,35(1,78 + 4,50) + 1,6 \times 50$$

$$N_u = 88,48 \text{ kN/ml}$$

- L'effort tranchant  $V_u$  :

$$V_u = 1,35 \times \frac{P_3}{3}$$

$$\underline{AN}: V_u = 1,35 \times \frac{4,50}{3}$$

$$V_u = 2,14 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant  $M_u$  :

$$M_u = 1,35 \times \frac{P_3 \times H}{3}$$

$$\underline{AN}: M_u = 1,35 \times \frac{4,75 \times 1,2}{3}$$

$$M_u = 2,57 \text{ kN.m/ml}$$

#### ✚ Ferraillage

- Calcul de l'excentricité du premier ordre  $e_1$  :

$$e_1 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}}$$

$$\underline{\text{AN}} : e_1 = \frac{1,90}{56,28}$$

$$e_1 = 0,03 \text{ m}$$

- Calcul de l'excentricité due aux effets secondaires  $e_2$  :

$$e_2 = \max (2\text{cm} ; \frac{L}{250})$$

$$\underline{\text{AN}} : e_2 = \max (2\text{cm} ; \frac{120}{250})$$

$$e_2 = 0,02 \text{ m}$$

- Calcul de  $\alpha$  :

$$\alpha = 10(1 - \frac{M_u}{1,5 M_{ser}})$$

$$\underline{\text{AN}} : \alpha = 10 \times (1 - \frac{2,57}{1,5 \times 1,90})$$

$$\alpha = 1$$

- Calcul de l'excentricité additionnelle  $e_a$  :

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

$$\underline{\text{AN}} : e_a = \frac{3L_f^2}{10000 \times 0,15} (2 + 1 \times 2)$$

$$e_a = 0,0028 \text{ m}$$

- L'excentricité  $e$  :

$$e = e_1 + e_2 + e_a$$

$$\underline{\text{AN}} : e = 0,03 + 0,02 + 0,0028$$

$$e = 0,057 \text{ m}$$

- L'effort de compression maximale centré supportable par le béton :

$$N_{b\max} = b \times h \times f_{bc}$$

$$\underline{\text{AN}} : N_{b\max} = 1 \times 0,15 \times 14,17$$

$$N_{b\max} = 2,13$$

- Le coefficient de remplissage :

$$\psi_1 = \frac{N_{ser}}{Nb_{max}}$$

$$\underline{\text{AN:}} \psi_1 = \frac{56,28/1000}{2,13}$$

$$\psi_1 = 0,03$$

On a  $\psi_1 < 0,81$  d'où  $e_{NC} = \zeta \times h$  avec  $\zeta = 0,1645$

$$\underline{\text{AN:}} e_{NC} = 0,1645 \times 0,03$$

$$e_{NC} = 0,004 \text{ m}$$

On a  $e > e_{NC} \leftrightarrow$  la section est partiellement comprimée.

- Calcul de :

$$e_A = e + (d - 0,5h)$$

$$\underline{\text{AN:}} e_A = 0,057 + (0,135 - 0,5 \times 0,15)$$

$$e_A = 0,12 \text{ m}$$

- Le moment fictif :

$$M_{serf} = N_{ser} \times e_A$$

$$\underline{\text{AN:}} M_{serf} = 56,28 \times 0,12$$

$$M_{serf} = 8,47 \text{ kN.m/ml}$$

- Calcul de  $\overline{\alpha}_{ser}$  :

$$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n\overline{\sigma}_{bc}}{n\overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}}$$

$$\underline{\text{AN:}} \overline{\alpha}_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 201,63}$$

$$\overline{\alpha}_{ser} = 0,53$$

- Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$Y_{ser} = d \times \overline{\alpha}_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} Y_{ser} = 0,9 \times 0,15 \times 0,53$$

$$Y_{ser} = 0,07 \text{ m}$$

- Calcul de  $Z_{ser}$  :

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

$$\underline{\text{AN}}: Z_{ser} = 0,135 - \frac{0,07}{3}$$

$$Z_{ser} = 0,11 \text{ m}$$

- Détermination du moment réduit  $M_{serb}$  :

$$M_{serb} = \frac{1}{2} b_0 \times Z_{ser} \times \bar{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN}}: M_{serb} = \frac{1}{2} \times 1 \times 0,11 \times 15 \times 0,07$$

$$M_{serb} = 59,41 \text{ kN.m/ml}$$

On a  $M_{serf} < M_{serb} \leftrightarrow$  il n'y a pas d'aciers comprimés.

- Calcul de la section d'aciers fictive  $A_{stf}$  :

$$A_{stf} = \frac{M_{serf}}{Z_{ser} \times \sigma_{st}}$$

$$\underline{\text{AN}}: A_{stf} = \frac{\left(\frac{8,47}{1000}\right)}{0,11 \times 347,83} \times 10000$$

$$A_{stf} = 2,19 \text{ cm}^2$$

- Calcul de la section d'aciers théorique  $A_s$  :

$$A_s = A_{stf} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$$

$$\underline{\text{AN}}: A_s = 2,19 - \frac{56,28/1000}{347,83} \times 10000$$

$$A_s = 0,57 \text{ cm}^2$$

- Calcul de la section d'aciers minimale  $A_{stmin}$  :

$$A_{stmin} = \max\left(\frac{bh}{1000}; \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}\right)$$

$$\underline{\text{AN}}: A_{stmin} = \max\left(\frac{100 \times 0,15}{1000}; \frac{0,23 \times 1 \times 0,135 \times 2,10 \times 10000}{400}\right)$$

$$A_{stmin} = 1,63 \text{ cm}^2$$

- Condition de non fragilité :

On a  $A_{stmin} > A_s \leftrightarrow$  condition non vérifiée.

**Prenons  $A_s = 1,63 \text{ cm}^2$**

Nous convenons de prendre **5HA8** totalisant une section pratique de **2,51 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **1,63 cm<sup>2</sup>**.

- Espacement réel  $e_h$  :

**Prenons  $e_h = 20 \text{ cm}$**

- Aciers de répartition :

$$A_r = \frac{A_{sr}}{3}$$

$$\underline{\text{AN}} : A_r = \frac{1,63}{3}$$

$$A_r = 0,54 \text{ cm}^2$$

Nous convenons de prendre **5HA8** totalisant une section pratique de **2,51 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **0,54 cm<sup>2</sup>**.

Espacement réel  $e_h$  :

**Prenons  $e_h = 20 \text{ cm}$**

🚧 Vérification des contraintes à l'ELS :

- Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$\frac{b_0}{2} Y_{ser}^2 - n A_{st} (d - Y_{ser}) = 0$$

$$\leftrightarrow \frac{100}{2} \times Y_{ser}^2 - 15 \times 2,51 \times (13,5 - Y_{ser})$$

$$\leftrightarrow 50 Y_{ser}^2 + 37,65 Y_{ser} - 508,275 = 0$$

$$Y_{ser} = 2,83 \text{ cm soit } 0,0283 \text{ m}$$

- Calcul du moment quadratique  $I_{ser}$  :

$$I_{ser} = \frac{b_0}{2} Y_{ser}^3 + n A_{st} (d - Y_{ser})^2$$

$$\underline{\text{AN:}} I_{ser} = \frac{1}{2} \times 0,0283^3 + 15 \times 2,51 \times 10^{-4} \times (0,135 - 0,0283)^2$$

$$I_{ser} = 4,43 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Calcul de la contrainte réelle du béton  $\sigma_{bc}$  :

$$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{bc} = \frac{0,00847}{4,43 \times 10^{-4}} \times 0,0283$$

$$\sigma_{bc} = 0,54 \text{ MPa}$$

La contrainte limite du béton est  $\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$

On a  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc} \leftrightarrow$  la contrainte du béton est vérifiée.

- Calcul de la contrainte réelle de l'acier  $\sigma_{st}$  :

$$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{st} = 15 \times \frac{0,00847}{4,43 \times 10^{-4}} \times (0,135 - 0,0283)$$

$$\sigma_{st} = 30,60 \text{ MPa}$$

- Calcul de la contrainte limite de l'acier :

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} F_e; \max \left( \frac{1}{2} F_e; 110 \sqrt{\eta F t_j} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} \times 400; \max \left( \frac{1}{2} \times 400; 110 \sqrt{15 \times 2,10} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \{ 266,67; \max(200; 201,63) \}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = 201,63 \text{ MPa}$$

On a  $\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st} \leftrightarrow$  la contrainte de l'acier est également vérifiée.

### ➤ Détermination des aciers du radier :

#### ✚ Descente de charges

- Le poids propre de la dalette  $P_1$  :

$$P_1 = e \times b \times \gamma_b$$

$$\underline{\text{AN:}} P_1 = 0,15 \times 1,00 \times 25$$

$$P_1 = 3,75 \text{ kN/ml}$$

- Le poids propre du radier  $P_2$  :

$$P_2 = e' \times b \times \gamma_b$$

$$\underline{\text{AN:}} P_2 = 0,15 \times 1,00 \times 25$$

$$P_2 = 3,75 \text{ kN/ml}$$

- Le poids propre des piédroits  $P_3$  :

$$P_3 = \frac{2 \times e' \times h}{B} \times \gamma_b$$

$$\underline{\text{AN:}} P_3 = \frac{2 \times 0,15 \times 1,20}{0,80} \times 25$$

$$P_3 = 11,25 \text{ kN/ml}$$

- Le poids de l'eau :

$$P_e = \gamma_e \times H \times B$$

$$\underline{\text{AN:}} P_e = 10 \times 1,20 \times 0,80$$

$$P_e = 9,6 \text{ kN/ml}$$

- Le poids de la surcharge routière  $P_{Br}$  :

$$P_{Br} = \frac{100}{B}$$

$$\underline{\text{AN:}} P_{Br} = \frac{100}{0,80}$$

$$P_{Br} = 125 \text{ kN/ml}$$

Le poids total G:

$$G = P_1 + P_2 + P_3 + P_e + P_{Br}$$

$$\underline{\text{AN:}} G = 3,75 + 3,75 + 11,25 + 9,6 + 125$$

$$G = 153,35 \text{ kN/ml}$$

✚ Sollicitations

Combinaison des charges à l'ELS :



- L'effort tranchant  $V_{ser}$  :

$$V_{ser} = \frac{G \times l}{2}$$

$$\underline{AN} : V_{ser} = \frac{153,35 \times 0,95}{2}$$

$$V_{ser} = 72,84 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant  $M_{ser}$  :

$$M_{ser} = \frac{G \times l^2}{8}$$

$$\underline{AN} : M_{ser} = \frac{153,35 \times 0,95^2}{8}$$

$$M_{ser} = 17,30 \text{ kN.m/ml}$$

- ✓ Combinaison des charges à l'ELU :

- L'effort tranchant  $V_u$  :

$$V_u = 1,35 \times \frac{G \times l}{2}$$

$$\underline{AN} : V_u = 1,35 \times \frac{153,35 \times 0,95}{2}$$

$$V_u = 98,34 \text{ kN/ml}$$

- Le moment fléchissant  $M_u$  :

$$M_u = 1,35 \times \frac{G \times l^2}{8}$$

$$\underline{AN} : M_u = 1,35 \times \frac{153,35 \times 0,95^2}{8}$$

$$M_u = 23,35 \text{ kN.m/ml}$$

#### ✚ Ferrailage

- Calcul de  $\overline{\alpha}_{ser}$  :

$$\overline{\alpha}_{ser} = \frac{n \overline{\sigma}_{bc}}{n \overline{\sigma}_{bc} + \overline{\sigma}_{st}}$$

$$\underline{AN} : \overline{\alpha}_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 201,63}$$

$$\overline{\alpha}_{ser} = 0,53$$

- Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$Y_{ser} = d \times \alpha_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} Y_{ser} = 0,9 \times 0,15 \times 0,53$$

$$Y_{ser} = \mathbf{0,07 \text{ m}}$$

- Calcul de  $Z_{ser}$  :

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

$$\underline{\text{AN:}} Z_{ser} = 0,135 - \frac{0,07}{3}$$

$$Z_{ser} = \mathbf{0,11 \text{ m}}$$

- Détermination du moment réduit  $M_{serb}$  :

$$M_{serb} = \frac{1}{2} b o \times Z_{ser} \times \bar{\sigma}_{bc} \times Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} M_{serb} = \frac{1}{2} \times 1 \times 0,11 \times 15 \times 0,07$$

$$M_{serb} = \mathbf{59,41 \text{ kN.m/ml}}$$

On a  $M_{serf} < M_{serb} \leftrightarrow$  il n'y a pas d'aciers comprimés.

- Calcul de la section d'aciers  $A_{st}$  :

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z_{ser} \times \bar{\sigma}_{st}}$$

$$\underline{\text{AN:}} A_{st} = \frac{17,30 \times 10^{-3}}{0,11 \times 201,63 \times 10^4}$$

$$A_{st} = \mathbf{7,80 \text{ cm}^2}$$

- Calcul de la section d'aciers minimale  $A_{stmin}$  :

$$A_{stmin} = \frac{0,23 b d f_{tj}}{f_e}$$

$$\underline{\text{AN:}} A_{stmin} = \frac{0,23 \times 1 \times 0,135 \times 2,10}{400}$$

$$A_{stmin} = \mathbf{1,63 \text{ cm}^2}$$

- Condition de non fragilité :

On a  $A_{stmin} < A_{st} \leftrightarrow$  condition vérifiée.

**Prenons  $A_{st} = 7,80 \text{ cm}^2$**

Nous convenons de prendre **8HA12** totalisant une section pratique de **9,05 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **7,80 cm<sup>2</sup>**. Le ferrailage sera en double nappe soit **4HA12** par nappe.

Espacement minimal :  $e_{ht} = \max[\phi_l ; 1,5G_g] = \max[1,2 ; 1,5 \times 2,5]$

$$e_{ht} = 3,75 \text{ cm}$$

- Espacement réel :  $e_h = \frac{100 - (\phi * n + enr * 2)}{n - 1} = \frac{100 - (1,2 * 10 + 3 * 2)}{10 - 1} = 14,26$

**Prenons  $e_h = 10 \text{ cm}$**

- Aciers de répartition :

$$A_r = \frac{A_{st}}{3}$$

$$\text{AN: } A_r = \frac{7,92}{3}$$

$$A_r = 2,64 \text{ cm}^2$$

Nous convenons de prendre **6HA8** totalisant une section pratique de **3,02 cm<sup>2</sup>**, qui équilibre la section théorique de **2,60 cm<sup>2</sup>**.

Espacement réel  $e_h$  :

**Prenons  $e_h = 20 \text{ cm}$**

✚ Vérification des contraintes à l'ELS :

- Calcul de  $Y_{ser}$  :

$$\frac{b_0}{2} Y_{ser}^2 - n A_{st} (d - Y_{ser}) = 0$$

$$\leftrightarrow \frac{100}{2} \times Y_{ser}^2 - 15 \times 7,80 \times (13,5 - Y_{ser})$$

$$\leftrightarrow 50 Y_{ser}^2 + 117 Y_{ser} - 1579,5 = 0$$

$$Y_{ser} = 4,57 \text{ cm soit } 0,0457 \text{ m}$$

- Calcul du moment quadratique  $I_{ser}$  :

$$I_{ser} = \frac{b_0}{2} Y_{ser}^3 + nA_{st}(d - Y_{ser})^2$$

$$\underline{\text{AN:}} I_{ser} = \frac{1}{2} \times 0,0457^3 + 15 \times 7,80 \times 10^{-4} \times (0,135 - 0,0457)^2$$

$$I_{ser} = 1,40 \times 10^{-4} \text{ m}^4$$

- Calcul de la contrainte réelle du béton  $\sigma_{bc}$  :

$$\sigma_{bc} = \frac{M_{ser}}{I_{ser}} Y_{ser}$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{bc} = \frac{0,01730}{1,40 \times 10^{-4}} \times 0,0457$$

$$\sigma_{bc} = 5,64 \text{ MPa}$$

- La contrainte limite du béton est  $\bar{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$

On a  $\sigma_{bc} < \bar{\sigma}_{bc} \leftrightarrow$  la contrainte du béton est vérifiée.

- Calcul de la contrainte réelle de l'acier  $\sigma_{st}$  :

$$\sigma_{st} = n \frac{M_{ser}}{I_{ser}} (d - Y_{ser})$$

$$\underline{\text{AN:}} \sigma_{st} = 15 \times \frac{0,01730}{1,40 \times 10^{-4}} \times (0,135 - 0,0457)$$

$$\sigma_{st} = 165,52 \text{ MPa}$$

- Calcul de la contrainte limite de l'acier :

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} F_e; \max \left( \frac{1}{2} F_e; 110 \sqrt{\eta F t_j} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} \times 400; \max \left( \frac{1}{2} \times 400; 110 \sqrt{15 \times 2,10} \right) \right\}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = \min \{ 266,67; \max(200 ; 201,63) \}$$

$$\bar{\sigma}_{st} = 201,63 \text{ MPa}$$

On a  $\sigma_{st} < \bar{\sigma}_{st} \leftrightarrow$  la contrainte de l'acier est également vérifiée.

ANNEXE 2 : ABAQUES UTILISES POUR ETUDE HYDRAULIQUE

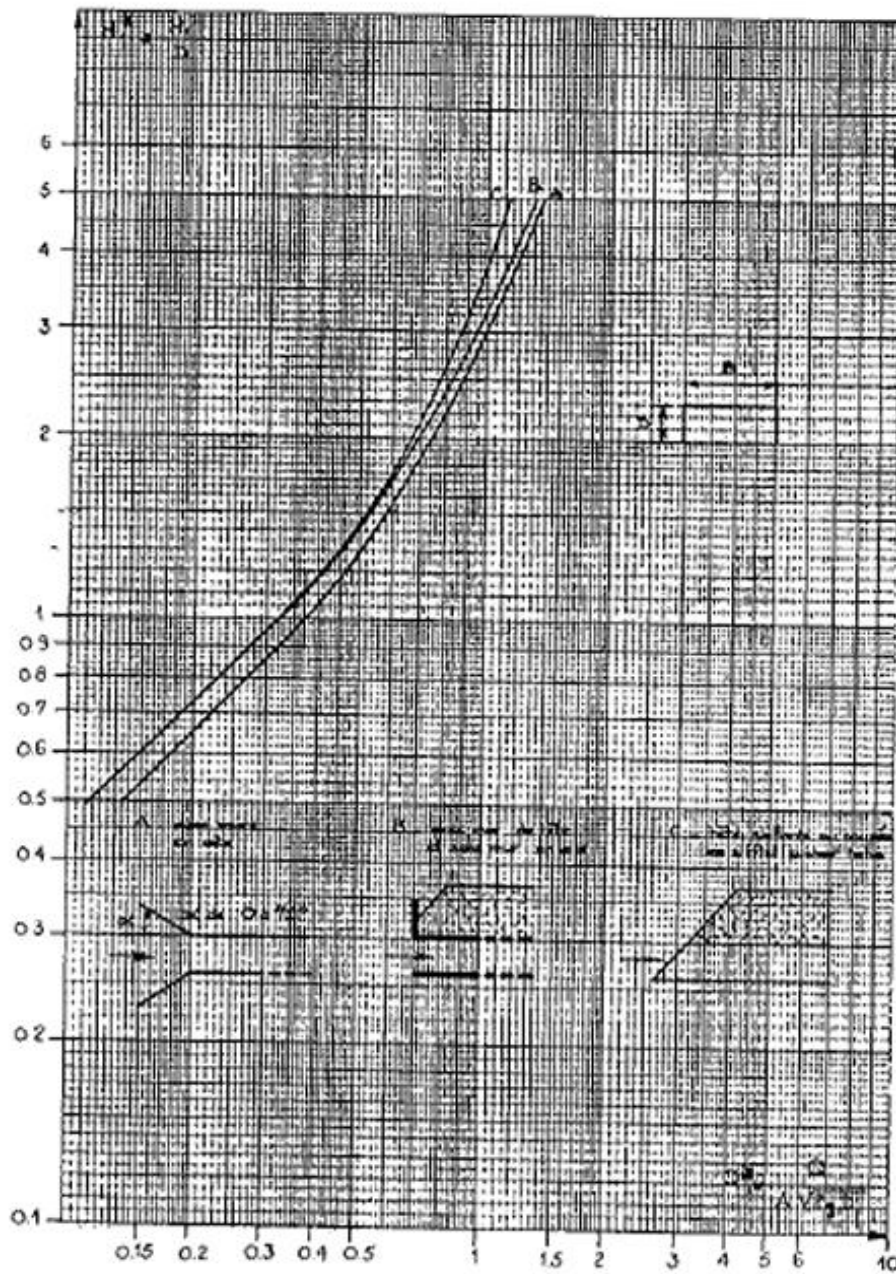


Fig. 77. Sortie libre. Dalots rectangulaires.

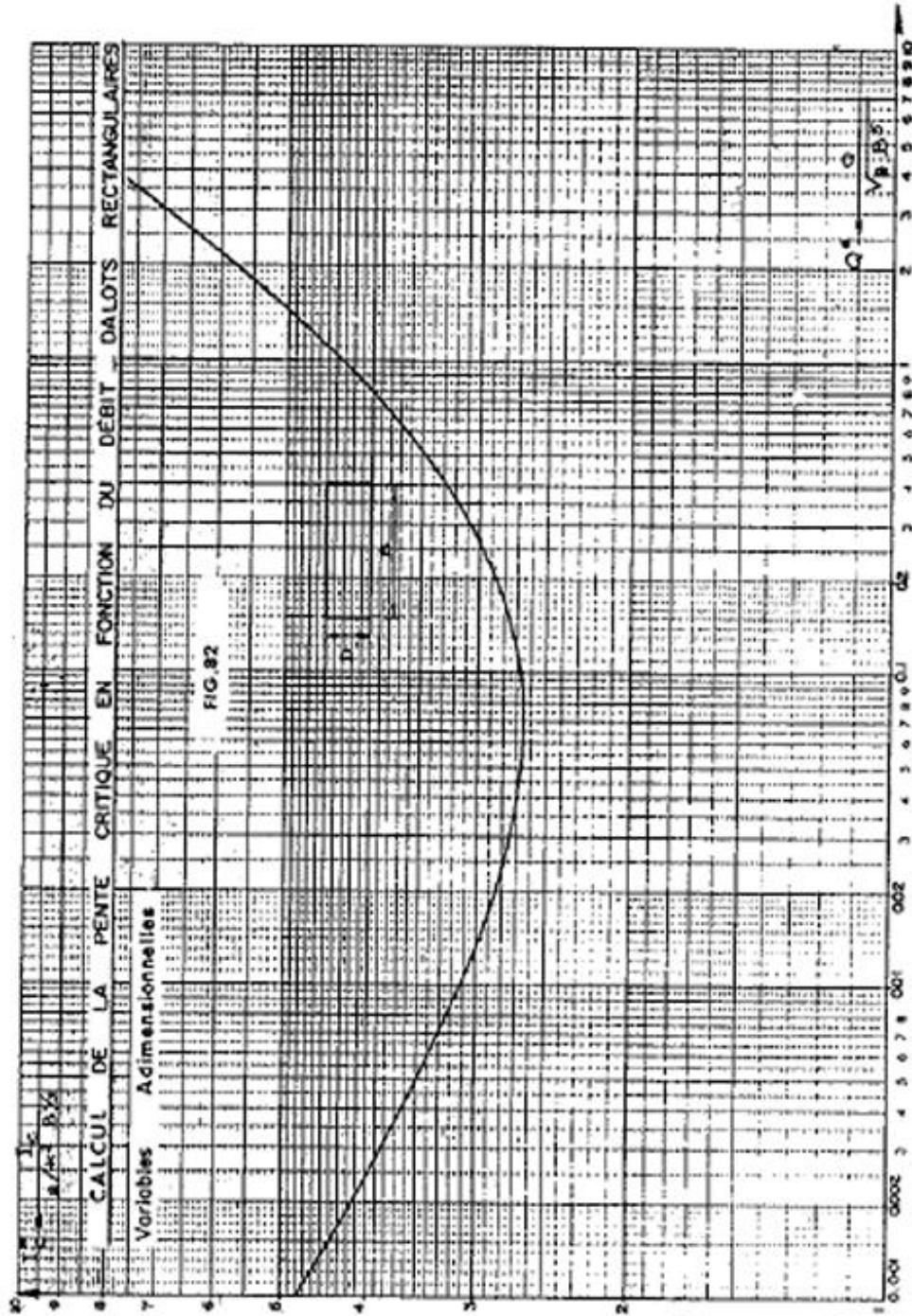


Fig. 82. Calcul de la pente critique en fonction du débit. Dalots rectangulaires.

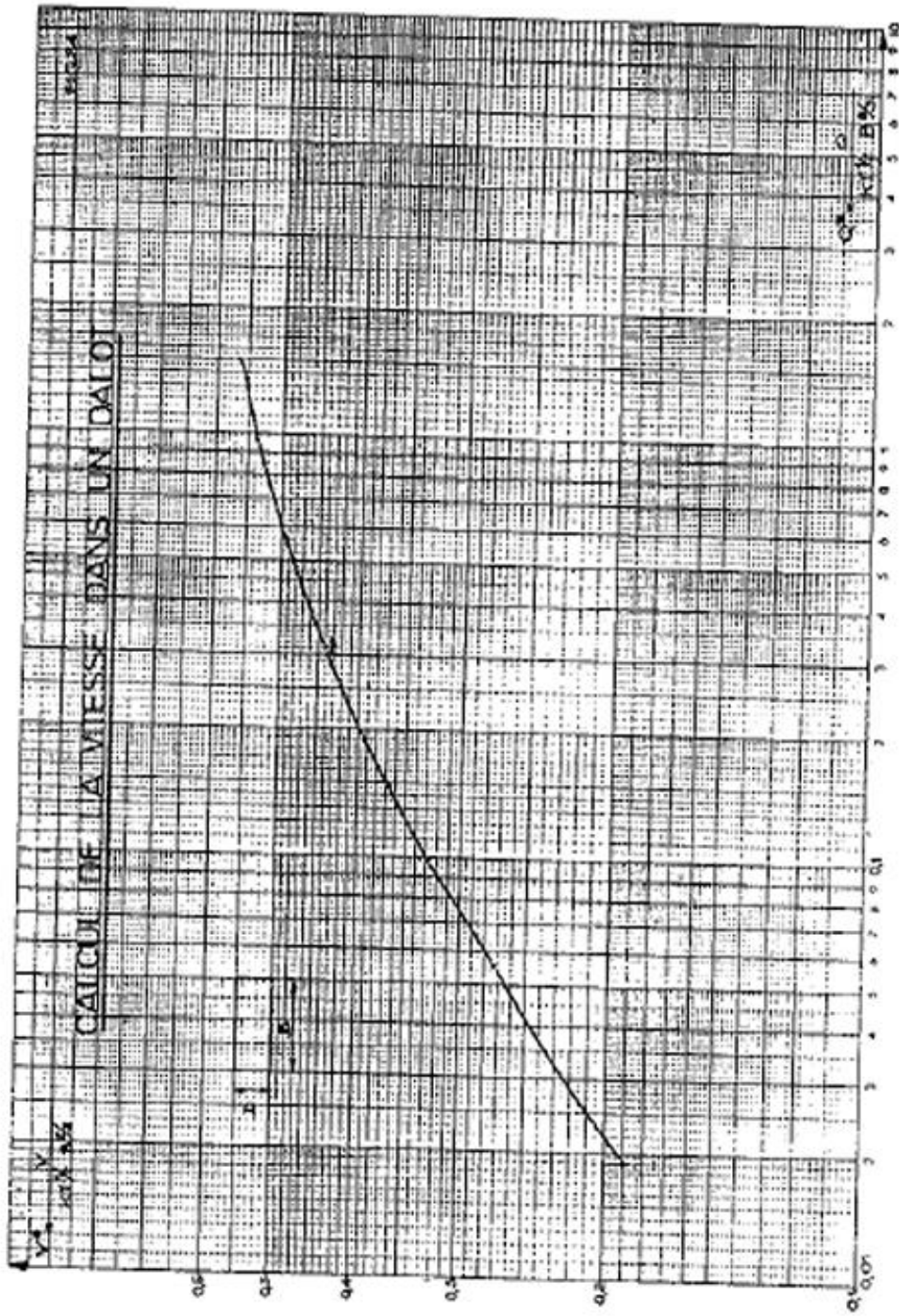


Fig. 84. Calcul de la vitesse dans un dalot.



# ANNEXE 3 : NOTE DE CALCUL, PLAN D'EXECUTION DU DALOT 2 X 300 X 300, PLAN D'EXECUTION DU CANIVEAU

## 1- Note de calcul du dalot

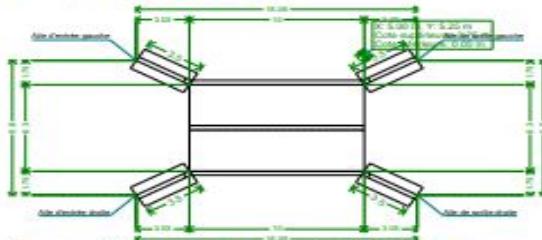
### Sélection de récapitulatifs

2x3x3 Date: 26/06/24

#### 1.- NORME ET MATÉRIAUX

Norme: BAEL-91 (R-99) (France)  
 Béton: B25  
 Acier des barres: Fe E500  
 Enrobage extérieur: 3.0 cm  
 Enrobage intérieur: 3.0 cm

#### 2.- GÉOMÉTRIE



Plan supérieur module: Par gabarit (3.00 m)

#### MODULE

Épaisseurs	Piedroits: 30 cm Tablier/radier: 30 cm
Cellule 1	Mesure de la portée: Perpendiculairement à la paroi gauche Portée à l'entrée: 300 cm Portée en sortie: 300 cm
Mur intermédiaire	Épaisseur: 30 cm

#### MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Longueur totale: 3.50 m  
 Longueur supérieure: 0.40 m  
 Épaisseur en extrémité: 0.30 m  
 Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Épaisseur du mur: 0.30 m  
 Épaisseur de la semelle: 0.30 m  
 Débords semelle:  
 - Arrière: 0.65 m  
 - Avant: 0.65 m

#### MUR EN AILE D'ENTRÉE DROITE

Longueur totale: 3.50 m  
 Longueur supérieure: 0.40 m  
 Épaisseur en extrémité: 0.30 m  
 Hauteur: 3.30 m  
 Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Épaisseur du mur: 0.30 m  
 Épaisseur de la semelle: 0.30 m  
 Débords semelle:  
 - Arrière: 0.65 m  
 - Avant: 0.65 m

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3 Date: 26/06/24

#### MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE

Longueur totale: 3.50 m  
 Longueur supérieure: 0.40 m  
 Épaisseur en extrémité: 0.30 m  
 Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Épaisseur du mur: 0.30 m  
 Épaisseur de la semelle: 0.30 m  
 Débords semelle:  
 - Arrière: 0.65 m  
 - Avant: 0.65 m

#### MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Longueur totale: 3.50 m  
 Longueur supérieure: 0.40 m  
 Épaisseur en extrémité: 0.30 m  
 Surcharge du terrain sur l'arrière: 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Épaisseur du mur: 0.30 m  
 Épaisseur de la semelle: 0.30 m  
 Débords semelle:  
 - Arrière: 0.65 m  
 - Avant: 0.65 m

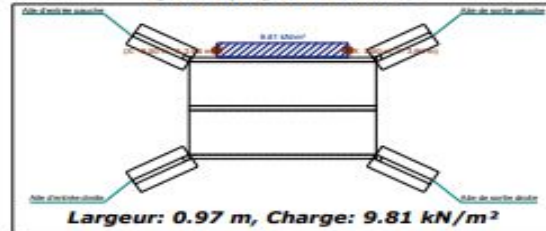
#### 3.- TERRAINS

Module de réaction: 90000.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Contrainte admissible sol d'assise: 200.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Poids volumique: 20.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Angle de frottement interne: 37 degrés  
 Cohésion: 0.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Pourcentage de frottement terrain-mur: 0 %  
 Angle de transmission des charges: 45 degrés

#### 4.- ACTIONS

Sans surcharge supérieure  
 Sans surcharge inférieure  
 Sans charge hydraulique

#### CHARGES EN BANDE



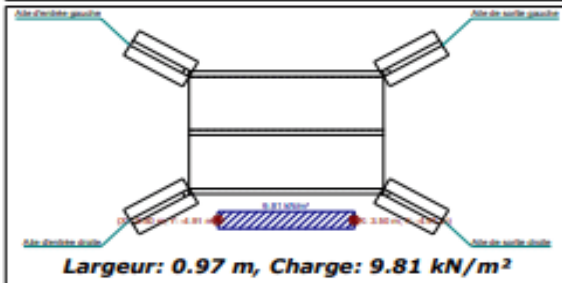
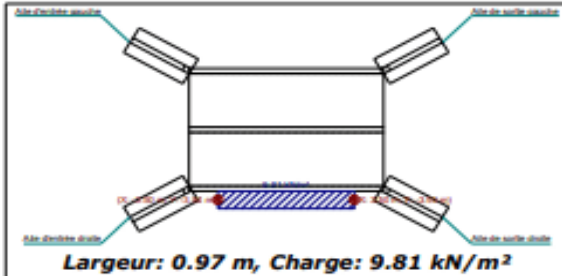
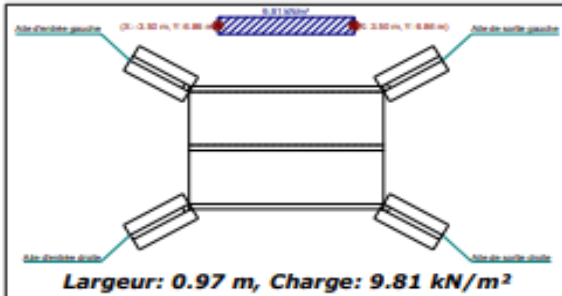
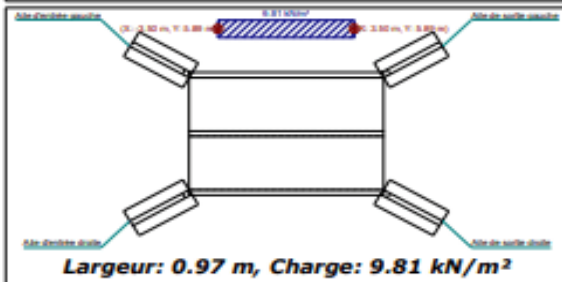
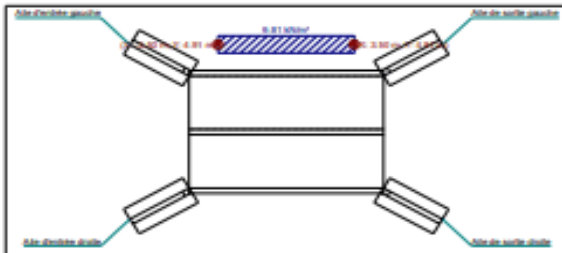




### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

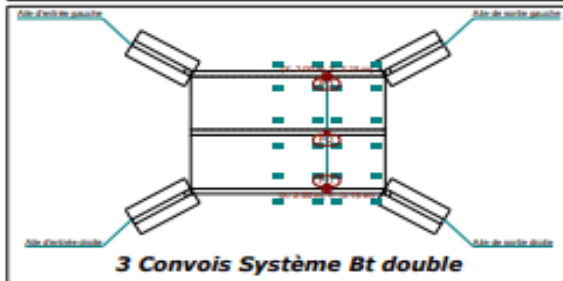
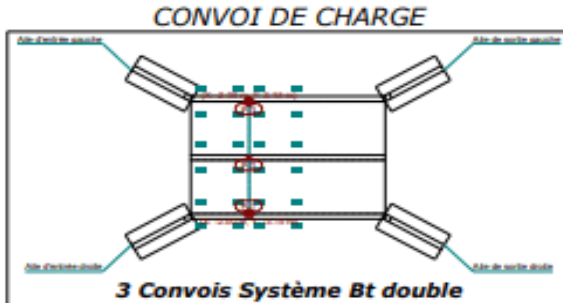
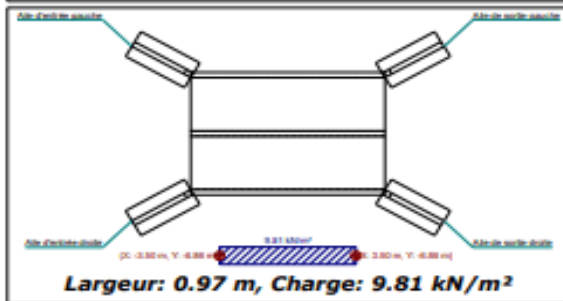
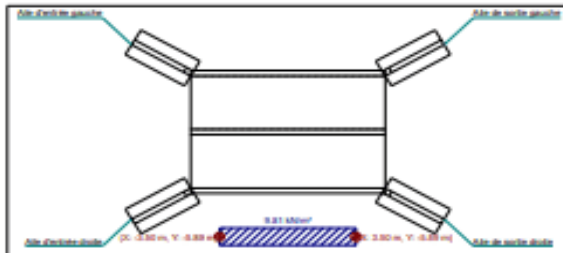
Date: 26/06/24

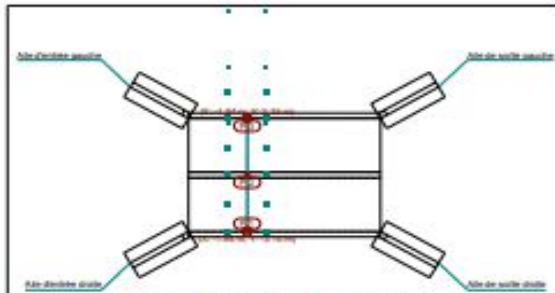


### Sélection de récapitulatifs

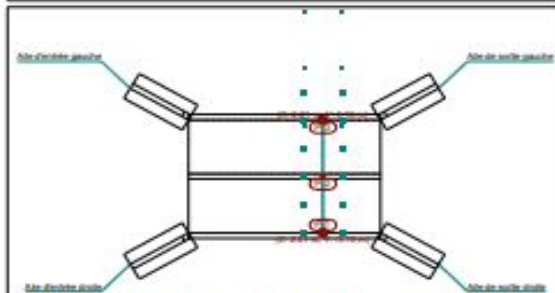
2x3x3

Date: 26/06/24





**3 Convois Système Bc (CPC Fascicule 61, titre II)**



**3 Convois Système Bc (CPC Fascicule 61, titre II)**

## 5.- MÉTHODE DE CALCUL

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



## 6.- DESCRIPTION DE L'ARMATURE

### MODULE

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HABe=10, crosse=44cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HABe=10, crosse=26cm
	Inférieur	Longitudinal	HABe=10, crosse=44cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10e=10, crosse=11cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HABe=10, crosse=53cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10e=10, crosse=34cm
	Supérieur	Longitudinal	HABe=10, crosse=53cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA10e=10, crosse=13cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA10e=10, crosse=26cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=26 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm
	Avant	Vertical	HABe=10, crosse=11cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA10e=10, crosse=26cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=26 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm
	Avant	Vertical	HABe=10, crosse=11cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm
Mur intermédiaire	Gauche	Vertical	HABe=10, crosse=11cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm
	Droite	Vertical	HABe=10, crosse=11cm - Attente=0.26 m - Longueur crosse en pied=11 cm
		Horizontal	HABe=10, crosse=53cm

### MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Armature horizontale: HABe=10 Armature longitudinale inférieure: HA10e=20, crosse=13cm Armature longitudinale supérieure: HA10e=20, crosse=13cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HABe=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	Transversal inférieur: HA10e=10 Transversal supérieur: HA10e=10
Armature verticale avant: HABe=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	

### MUR EN AILE D'ENTRÉE DROITE

Armature horizontale: HABe=10 Armature longitudinale inférieure: HA10e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA10e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HABe=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	Transversal inférieur: HA10e=10 Transversal supérieur: HA10e=10
Armature verticale avant: HABe=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

#### MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE

Armature horizontale: HA8e=10 Armature longitudinale inférieure: HA10e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA10e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA8e=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m Armature verticale avant: HA8e=10 - Recouvrement =0.30m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	Transversal inférieur: HA10e=10 Transversal supérieur: HA10e=10

#### MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Armature horizontale: HA8e=10 Armature longitudinale inférieure: HA10e=20, crosse=15cm Armature longitudinale supérieure: HA10e=20, crosse=15cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA8e=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m Armature verticale avant: HA8e=10 - Recouvrement =0.40m - Crosse =20cm - Ancrage face supérieure =0.20m	Transversal inférieur: HA10e=10 Transversal supérieur: HA10e=10

## 7.- VÉRIFICATION

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: Critère de CYPE		
Semelle superficielle: - Coefficient de sécurité au renversement: - Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.8 Calculé: 2.32  Minimum: 1.5 Calculé: 1.55	Vérfiée  Vérfiée
Épaisseur minimale: - Semelle superficielle: Critère de CYPE - Mur: Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"	Minimum: 15 cm  Calculé: 30 cm  Calculé: 30 cm	Vérfiée  Vérfiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.7.2,5 Mur: - Arrière: - Avant:	Minimum: 3.7 cm  Calculé: 9.2 cm Calculé: 9.2 cm	Vérfiée  Vérfiée
Séparation maximale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.4.5,33 Mur: - Arrière: - Avant:	Maximum: 25 cm  Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérfiée  Vérfiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

#### Référence: Mur en aile d'entrée gauche

Vérification	Valeurs	État
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: BAEL-91, Article SETRA 3.4.3 Mur: - Arrière (0.00 m): - Avant (0.00 m):	Minimum: 0.0015  Calculé: 0.00167 Calculé: 0.00167	Vérfiée  Vérfiée
Séparation maximale entre barres: BAEL-91, Article A.4.5,33 - Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Mur: - Armature verticale Arrière, vertical: - Armature verticale Avant, vertical:	Maximum: 25 cm  Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm  Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérfiée  Vérfiée  Vérfiée  Vérfiée
Séparation minimale entre barres: Critère de CYPE Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure:	Minimum: 10 cm  Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérfiée  Vérfiée  Vérfiée
Pourcentage géométrique minimum: Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: FASCICULE A62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.001 Calculé: 0.0013	Vérfiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/05/24

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.0005 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal: Semelle superficielle:		
- Armature longitudinale inférieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: BAEL-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00062 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: BAEL-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00055 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Vérification au cisaillement en amorce du mur: - Mur: Critère de CYPE	Maximum: 346.8 kN/m Calculé: 38.2 kN/m	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: Article A.8.2.41 de la norme BAEL-91	Minimum: 0.00041	
Mur: - Arrière:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: Mur: - Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article B.6.4	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: Mur: - Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article A.4.2, 1	Minimum: 0.00096 Calculé: 0.00167	Vérifiée

Page 9

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/05/24

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: Mur: - Avant (0.00 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Section minimale des armatures verticales de la face comprimée: Mur: - Avant (0.00 m): BAEL-91, Article A.8.1.21	Minimum: 4 cm <sup>2</sup> /m Calculé: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: Mur: - (3.30 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Maximum: 0.05 Calculé: 0.00335	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: BAEL-91, Article A.7.2.5	Minimum: 2.5 cm	
Mur: - Arrière, vertical:	Calculé: 8.4 cm	Vérifiée
- Avant, vertical:	Calculé: 8.4 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures horizontales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures verticales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: - Mur: Vérification réalisée par unité de longueur de mur		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: - Mur: BAEL-91, Article A.5.2.2	Maximum: 310.3 kN/m Calculé: 32.3 kN/m	Vérifiée
Vérification de la fissuration par contraintes dans les barres: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Maximum: 250 MPa Calculé: 231.201 MPa	Vérifiée
Longueur de recouvrement: BAEL-91, Article A.6.1.2	Calculé: 0.4 m	
Mur: - Base arrière:	Minimum: 0.35 m	Vérifiée
- Base avant:	Minimum: 0.21 m	Vérifiée

Page 10

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/05/24

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de l'ancrage de l'armature de base à la face supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 18.6 cm	
Mur: - Arrière:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: Vérification basée sur des critères résistants.		
Semelle superficielle: - Contrainte moyenne: - Contrainte maximale:	Maximum: 0.2 MPa Calculé: 0.0385 MPa Maximum: 0.25 MPa Calculé: 0.067 MPa	Vérifiée
Flexion dans la semelle: Vérification basée sur des critères résistants	Calculé: 7.85 cm <sup>2</sup> /m	
Semelle superficielle: - Armature sup. arrière:	Minimum: 1.38 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature inf. arrière:	Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature sup. avant:	Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature inf. avant:	Minimum: 1.55 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
Effort tranchant: BAEL-91, Article A.5.2.2	Maximum: 315 kN/m	
Semelle superficielle: - Arrière:	Calculé: 24.2 kN/m	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 27 kN/m	Vérifiée
Longueur d'ancrage: BAEL-91, Article A.6.1.2		
Semelle superficielle: - Attentes arrière:	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Attentes avant:	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Armature inf. arrière (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature inf. avant (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature sup. arrière (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature sup. avant (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
Diamètre minimum: Critère de CYPE	Minimum: Ø10	
Semelle superficielle: - Armature transversale inférieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: HA10	Vérifiée

Page 11

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/05/24

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
- Armature transversale supérieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Référence: Mur en aile d'entrée droite		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: Critère de CYPE		
Semelle superficielle: - Coefficient de sécurité au renversement: - Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.8 Calculé: 2.32 Minimum: 1.5 Calculé: 1.55	Vérifiée
Épaisseur minimale:	Minimum: 15 cm	
- Semelle superficielle: Critère de CYPE	Calculé: 30 cm	Vérifiée
- Mur: Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"	Calculé: 30 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.7.2.5	Minimum: 3.7 cm	
Mur: - Arrière:	Calculé: 9.2 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 9.2 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.4.5.33	Maximum: 25 cm	
Mur: - Arrière:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: BAEL-91, Article SETRA 3.4.3	Minimum: 0.0015	
Mur: - Arrière (0.00 m):	Calculé: 0.00167	Vérifiée
- Avant (0.00 m):	Calculé: 0.00167	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: BAEL-91, Article A.4.5.33	Maximum: 25 cm	
- Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée

Page 12

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile d'entrée droite		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Mur:		
- Armature verticale Arrière, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature verticale Avant, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Séparation minimale entre barres: Critère de CYPE	Minimum: 10 cm	
Semelle superficielle:		
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum:		
Semelle superficielle:		
- Armature longitudinale inférieure: FASCICULE IP62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.001 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE IP62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.0005 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal:		
Semelle superficielle:		

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile d'entrée droite		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale inférieure: FASCICULE IP62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE IP62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: BAEL-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00062 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: BAEL-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00055 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Vérification au cisaillement en amorce du mur: - Mur: Critère de CYPE	Maximum: 346.8 kN/m Calculé: 38.2 kN/m	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: Article A.8.2.41 de la norme BAEL-91	Minimum: 0.00041	
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: Mur:		
- Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article B.6.4	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: Mur:		
- Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article A.4.2.1	Minimum: 0.00096 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: Mur:		
- Avant (0.00 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Section minimale des armatures verticales de la face comprimée: Mur:		
- Avant (0.00 m): BAEL-91, Article A.8.1.21	Minimum: 4 cm <sup>2</sup> /m Calculé: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile d'entrée droite		
Vérification	Valeurs	État
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: Mur: - (3.30 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Maximum: 0.05 Calculé: 0.00335	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: BAEL-91, Article A.7.2.5	Minimum: 2.5 cm	
Mur:		
- Arrière, vertical:	Calculé: 8.4 cm	Vérifiée
- Avant, vertical:	Calculé: 8.4 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures horizontales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures verticales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: - Mur: Vérification réalisée par unité de longueur de mur		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: - Mur: BAEL-91, Article A.5.2.2	Maximum: 310.3 kN/m Calculé: 32.3 kN/m	Vérifiée
Vérification de la fissuration par contraintes dans les barres: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Maximum: 250 MPa Calculé: 231.201 MPa	Vérifiée
Longueur de recouvrement: BAEL-91, Article A.6.1.2	Calculé: 0.4 m	
Mur:		
- Base arrière:	Minimum: 0.35 m	Vérifiée
- Base avant:	Minimum: 0.21 m	Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base à la face supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 18.6 cm	
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: Vérification basée sur des critères résistants.		
Semelle superficielle:		

### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile d'entrée droite		
Vérification	Valeurs	État
- Contrainte moyenne:	Maximum: 0.2 MPa Calculé: 0.0385 MPa	Vérifiée
- Contrainte maximale:	Maximum: 0.25 MPa Calculé: 0.067 MPa	Vérifiée
Flexion dans la semelle: Vérification basée sur des critères résistants	Calculé: 7.85 cm <sup>2</sup> /m	
Semelle superficielle:		
- Armature sup. arrière:	Minimum: 1.38 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature inf. arrière:	Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature sup. avant:	Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
- Armature inf. avant:	Minimum: 1.55 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
Effort tranchant: BAEL-91, Article A.5.2.2	Maximum: 315 kN/m	
Semelle superficielle:		
- Arrière:	Calculé: 24.2 kN/m	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 27 kN/m	Vérifiée
Longueur d'ancrage: BAEL-91, Article A.6.1.2		
Semelle superficielle:		
- Attentes arrière:	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Attentes avant:	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Armature inf. arrière (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature inf. avant (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature sup. arrière (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
- Armature sup. avant (Crosse):	Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée
Diamètre minimum: Critère de CYPE	Minimum: Ø10	
Semelle superficielle:		
- Armature transversale inférieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: HA10	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
Tablier:		
- Armature (Longitudinal):		
- Ratio minimal supérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée



Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Armature (Transversal):		
- Ratio minimal supérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Effort tranchant maximum:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Déplacement maximum. Perpendiculaire au plan du plancher:	Maximum: 50 mm Calculé: 1.06 mm	Vérifiée
- Distorsion angulaire maximale:	Minimum: 150 Calculé: 2841	Vérifiée
- Flèche relative:	Minimum: 250	Vérifiée
- Longitudinal:	Calculé: 2806	Vérifiée
- Transversal:	Calculé: 2806	Vérifiée
- Élancement mécanique:	Maximum: 100 Calculé: 39	Vérifiée
- Longueur d'ancrage: BAEI-91, Article A.6.1,2		
- Armature de base transversale extérieure:	Minimum: 16 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Minimum: 11 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 44 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 44 cm	Vérifiée
- Séparation minimale entre barres: BAEI-91, Article A.7.2,5		

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base transversale extérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature extérieure - intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5,33	Maximum: 25 cm	
- Armature de base transversale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
<b>Radiers:</b>		
- Armature (Longitudinal):		
- Ratio minimal supérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Armature (Transversal):		
- Ratio minimal supérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Effort tranchant maximum:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Déplacement maximum. Perpendiculaire au plan du plancher:	Maximum: 50 mm Calculé: 0.9 mm	Vérifiée
- Distorsion angulaire maximale:	Minimum: 150 Calculé: 3038	Vérifiée
- Flèche relative:	Minimum: 250	Vérifiée
- Longitudinal:	Calculé: 3302	Vérifiée
- Transversal:	Calculé: 3302	Vérifiée
- Élancement mécanique:	Maximum: 100 Calculé: 39	Vérifiée
- Longueur d'ancrage: BAEI-91, Article A.6.1,2		
- Armature de base transversale extérieure:	Minimum: 25 cm Calculé: 34 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Minimum: 11 cm Calculé: 13 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Séparation minimale entre barres: BAEI-91, Article A.7.2,5		
- Armature de base transversale extérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature extérieure - intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5,33	Maximum: 25 cm	
- Armature de base transversale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base transversale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base longitudinale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
<b>Piédroit gauche:</b>		
- Armature (Vertical):		
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal extérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Armature (Horizontal):		
- Ratio minimal inférieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal extérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Effort tranchant maximum:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Déplacement maximum. Perpendiculaire au plan du plancher:	Maximum: 50 mm Calculé: 0.32 mm	Vérifiée
- Distorsion angulaire maximale:	Minimum: 150 Calculé: 3122	Vérifiée
- Flèche relative:	Minimum: 250	Vérifiée
- Vertical:	Calculé: 31048	Vérifiée
- Horizontal:	Calculé: 9314	Vérifiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Étalement mécanique:	Maximum: 100 Calculé: 41	Vérifiée
- Longueur d'ancrage: BAEI-91, Article A.6.1.2		
- Armature de base verticale extérieure:	Minimum: 25 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale intérieure:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Attente armature de base extérieure:	Minimum: 25 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Attente armature de base intérieure:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Longueur de recouvrement: BAEI-91, Article A.6.1.2	Calculé: 26 cm	
- Attente armature de base extérieure:	Minimum: 26 cm	Vérifiée
- Attente armature de base intérieure:	Minimum: 21 cm	Vérifiée
- Séparation minimale entre barres: BAEI-91, Article A.7.2.5		
- Armature de base verticale extérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature extérieure - intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5.33	Maximum: 25 cm	

Page 21



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base verticale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Piedroit droit:		
- Armature (Vertical):		
- Ratio minimal intérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal extérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Armature (Horizontal):		
- Ratio minimal intérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal extérieur:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Effort tranchant maximum:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Déplacement maximum. Perpendiculaire au plan du plancher:	Maximum: 50 mm Calculé: 0.32 mm	Vérifiée
- Distorsion angulaire maximale:	Minimum: 150 Calculé: 2984	Vérifiée
- Flèche relative:	Minimum: 250	
- Vertical:	Calculé: 9314	Vérifiée
- Horizontal:	Calculé: 31048	Vérifiée
- Étalement mécanique:	Maximum: 100 Calculé: 41	Vérifiée
- Longueur d'ancrage: BAEI-91, Article A.6.1.2		

Page 22



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base verticale extérieure:	Minimum: 25 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale intérieure:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Attente armature de base extérieure:	Minimum: 25 cm Calculé: 25 cm	Vérifiée
- Attente armature de base intérieure:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Longueur de recouvrement: BAEI-91, Article A.6.1.2	Calculé: 26 cm	
- Attente armature de base extérieure:	Minimum: 26 cm	Vérifiée
- Attente armature de base intérieure:	Minimum: 21 cm	Vérifiée
- Séparation minimale entre barres: BAEI-91, Article A.7.2.5		
- Armature de base verticale extérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature extérieure - intérieure:	Minimum: 2 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5.33	Maximum: 25 cm	
- Armature de base verticale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée

Page 23



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base verticale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale extérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale intérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Mur intermédiaire:		
- Armature (Vertical):		
- Ratio minimal gauche:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal droit:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Armature (Horizontal):		
- Ratio minimal gauche:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Ratio minimal droit:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment positif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Flexion composée moment négatif:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Effort tranchant maximum:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Déplacement maximum. Perpendiculaire au plan du plancher:	Maximum: 50 mm Calculé: 0.34 mm	Vérifiée
- Distorsion angulaire maximale:	Minimum: 150 Calculé: 5334	Vérifiée
- Flèche relative:	Minimum: 250	
- Vertical:	Calculé: 8737	Vérifiée
- Horizontal:	Calculé: 29125	Vérifiée
- Étalement mécanique:	Maximum: 100 Calculé: 41	Vérifiée
- Longueur d'ancrage: BAEI-91, Article A.6.1.2		
- Armature de base verticale gauche:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée

Page 24





### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base verticale droite:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Attente armature de base gauche:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Attente armature de base droite:	Minimum: 8 cm Calculé: 11 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale gauche:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale droite:	Minimum: 35 cm Calculé: 52 cm	Vérifiée
- Longueur de recouvrement: BAEI-91, Article A.6.1,2	Minimum: 21 cm	
- Attente armature de base gauche:	Calculé: 26 cm	Vérifiée
- Attente armature de base droite:	Calculé: 26 cm	Vérifiée
- Séparation minimale entre barres: BAEI-91, Article A.7.2,5		
- Armature de base verticale gauche:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale droite:	Minimum: 2 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale gauche:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale droite:	Minimum: 3 cm Calculé: 9 cm	Vérifiée
- Armature gauche - droite:	Minimum: 2 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5,33	Maximum: 25 cm	
- Armature de base verticale gauche:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base verticale droite:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature de base horizontale gauche:	Calculé: 10 cm	Vérifiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Module		
Vérification	Valeurs	État
- Armature de base horizontale droite:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Terrain:		
- Soulèvement:	Vérification à 100%	Vérifiée
- Contrainte admissible:	Maximum: 200 kN/m <sup>2</sup> Calculé: 81.7639 kN/m <sup>2</sup>	Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Référence: Mur en aile de sortie gauche		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: Critère de CYPE		
Semelle superficielle:		
- Coefficient de sécurité au renversement:	Minimum: 1.8 Calculé: 2.32	Vérifiée
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5 Calculé: 1.55	Vérifiée
Épaisseur minimale:	Minimum: 15 cm	
- Semelle superficielle: Critère de CYPE	Calculé: 30 cm	Vérifiée
- Mur: Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"	Calculé: 30 cm	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: BAEI-91, Article A.7.2,5	Minimum: 3.7 cm	
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 9.2 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 9.2 cm	Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: BAEI-91, Article A.4.5,33	Maximum: 25 cm	
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: BAEI-91, Article SETRA 3.4.3	Minimum: 0.0015	
Mur:		
- Arrière (0.00 m):	Calculé: 0.00167	Vérifiée
- Avant (0.00 m):	Calculé: 0.00167	Vérifiée
Séparation maximale entre barres: BAEI-91, Article A.4.5,33	Maximum: 25 cm	
- Semelle superficielle:		



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie gauche		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Mur:		
- Armature verticale Arrière, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature verticale Avant, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Séparation minimale entre barres: Critère de CYPE	Minimum: 10 cm	
Semelle superficielle:		
- Armature longitudinale inférieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure:	Calculé: 20 cm	Vérifiée
- Armature transversale inférieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
- Armature transversale supérieure:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum:		
Semelle superficielle:		
- Armature longitudinale inférieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.001 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0.0005 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal:		
Semelle superficielle:		



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie gauche		
Vérification	Valeurs	État
- Armature longitudinale inférieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3	Minimum: 0 Calculé: 0.0013	Vérifiée
- Armature transversale inférieure: BAEI-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00062 Calculé: 0.00261	Vérifiée
- Armature transversale supérieure: BAEI-91, Article A.4.2	Minimum: 0.00055 Calculé: 0.00261	Vérifiée
Vérification au cisaillement en amorce du mur: - Mur: Critère de CYPE	Maximum: 346.8 kN/m Calculé: 38.2 kN/m	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: Article A.8.2.41 de la norme BAEI-91	Minimum: 0.00041	
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
- Avant:	Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: Mur:		
- Arrière (0.00 m): BAEI-91, Article B.6.4	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: Mur:		
- Arrière (0.00 m): BAEI-91, Article A.4.2, 1	Minimum: 0.00096 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: Mur:		
- Avant (0.00 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEI-91	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Section minimale des armatures verticales de la face comprimée: Mur:		
- Avant (0.00 m): BAEI-91, Article A.8.1.21	Minimum: 4 cm <sup>2</sup> /m Calculé: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée



**Sélection de récapitulatifs**

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie gauche		
Vérification	Valeurs	État
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: Mur: - (3.30 m): Article A.8.1,21 de la norme BAEL-91	Maximum: 0.05 Calculé: 0.00335	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: BAEL-91, Article A.7.2,5 Mur: - Arrière, vertical: - Avant, vertical:	Minimum: 2.5 cm  Calculé: 8.4 cm Calculé: 8.4 cm	Vérifiée Vérifiée
Diamètre minimal des armatures horizontales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5,3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures verticales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5,3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: - Mur: Vérification réalisée par unité de longueur de mur		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: - Mur: BAEL-91, Article A.5.2,2	Maximum: 310.3 kN/m Calculé: 32.3 kN/m	Vérifiée
Vérification de la fissuration par contraintes dans les barres: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5,3	Maximum: 250 MPa Calculé: 231.201 MPa	Vérifiée
Longueur de recouvrement: BAEL-91, Article A.6.1,2 Mur: - Base arrière: - Base avant:	Minimum: 0.35 m Calculé: 0.4 m Minimum: 0.21 m Calculé: 0.3 m	Vérifiée Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base à la face supérieure: Critère de CYPE Mur: - Arrière: - Avant:	Minimum: 18.6 cm  Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: Vérification basée sur des critères résistants.		

**Sélection de récapitulatifs**

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie gauche		
Vérification	Valeurs	État
Semelle superficielle: - Contrainte moyenne: - Contrainte maximale:	Maximum: 0.2 MPa Calculé: 0.0385 MPa Maximum: 0.25 MPa Calculé: 0.067 MPa	Vérifiée Vérifiée
Flexion dans la semelle: Vérification basée sur des critères résistants	Calculé: 7.85 cm <sup>2</sup> /m	
Semelle superficielle: - Armature sup. arrière: - Armature inf. arrière: - Armature sup. avant: - Armature inf. avant:	Minimum: 1.38 cm <sup>2</sup> /m Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m Minimum: 1.55 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Effort tranchant: BAEL-91, Article A.5.2,2	Maximum: 315 kN/m	
Semelle superficielle: - Arrière: - Avant:	Calculé: 24.2 kN/m Calculé: 27 kN/m	Vérifiée Vérifiée
Longueur d'ancrage: BAEL-91, Article A.6.1,2		
Semelle superficielle: - Attentes arrière: - Attentes avant: - Armature inf. arrière (Crosse): - Armature inf. avant (Crosse): - Armature sup. arrière (Crosse): - Armature sup. avant (Crosse):	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Diamètre minimum: Critère de CYPE	Minimum: Ø10	
Semelle superficielle: - Armature transversale inférieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale supérieure:	Calculé: HA10 Calculé: HA10 Calculé: HA10 Calculé: HA10	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Toutes les conditions sont vérifiées		
Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité: Critère de CYPE		
Semelle superficielle:		

**Sélection de récapitulatifs**

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
- Coefficient de sécurité au renversement: - Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.8 Calculé: 2.32 Minimum: 1.5 Calculé: 1.55	Vérifiée Vérifiée
Épaisseur minimale: - Semelle superficielle: Critère de CYPE - Mur: Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"	Minimum: 15 cm Calculé: 30 cm Calculé: 30 cm	Vérifiée Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.7.2,5 Mur: - Arrière: - Avant:	Minimum: 3.7 cm Calculé: 9.2 cm Calculé: 9.2 cm	Vérifiée Vérifiée
Séparation maximale des armatures horizontales: BAEL-91, Article A.4.5,33 Mur: - Arrière: - Avant:	Maximum: 25 cm Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérifiée Vérifiée
Pourcentage géométrique horizontal minimum par face: BAEL-91, Article SETRA 3.4.3 Mur: - Arrière (0.00 m): - Avant (0.00 m):	Minimum: 0.0015 Calculé: 0.00167 Calculé: 0.00167	Vérifiée Vérifiée
Séparation maximale entre barres: BAEL-91, Article A.4.5,33 - Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure:	Maximum: 25 cm Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
- Mur: - Armature verticale Arrière, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée

**Sélection de récapitulatifs**

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
- Armature verticale Avant, vertical:	Calculé: 10 cm	Vérifiée
Séparation minimale entre barres: Critère de CYPE	Minimum: 10 cm	
Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: - Armature longitudinale supérieure: - Armature transversale inférieure: - Armature transversale supérieure:	Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm Calculé: 10 cm Calculé: 10 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Pourcentage géométrique minimum:		
Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3 - Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3 - Armature transversale inférieure: Critère de CYPE - Armature transversale supérieure: Critère de CYPE	Minimum: 0.001 Calculé: 0.0013 Minimum: 0.0005 Calculé: 0.0013 Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261 Minimum: 0.001 Calculé: 0.00261	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Pourcentage mécanique minimal:		
Semelle superficielle: - Armature longitudinale inférieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3 - Armature longitudinale supérieure: FASCICULE N°62 - Titre V, Article B.4.3 - Armature transversale inférieure: BAEL-91, Article A.4.2 - Armature transversale supérieure: BAEL-91, Article A.4.2	Minimum: 0 Calculé: 0.0013 Minimum: 0 Calculé: 0.0013 Minimum: 0.00062 Calculé: 0.00261 Minimum: 0.00055 Calculé: 0.00261	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
Vérification au cisaillement en amorce du mur: - Mur: Critère de CYPE	Maximum: 346.8 kN/m Calculé: 38.2 kN/m	Vérifiée
Pourcentage mécanique horizontal minimum par face: Article A.8.2.41 de la norme BAEL-91 Mur: - Arrière: - Avant:	Minimum: 0.00041  Calculé: 0.00167 Calculé: 0.00167	Vérifiée Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face tendue: Mur: - Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article B.6.4	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage mécanique vertical minimum sur la face tendue: Mur: - Arrière (0.00 m): BAEL-91, Article A.4.2, 1	Minimum: 0.00096 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Pourcentage géométrique vertical minimum sur la face comprimée: Mur: - Avant (0.00 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Minimum: 0.001 Calculé: 0.00167	Vérifiée
Section minimale des armatures verticales de la face comprimée: Mur: - Avant (0.00 m): BAEL-91, Article A.8.1.21	Minimum: 4 cm <sup>2</sup> /m Calculé: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
Pourcentage géométrique maximum d'armature verticale total: Mur: - (3.30 m): Article A.8.1.21 de la norme BAEL-91	Maximum: 0.05 Calculé: 0.00335	Vérifiée
Séparation libre minimale des armatures verticales: BAEL-91, Article A.7.2.5 Mur: - Arrière, vertical: - Avant, vertical:	Minimum: 2.5 cm  Calculé: 8.4 cm Calculé: 8.4 cm	Vérifiée Vérifiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
Diamètre minimal des armatures horizontales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Diamètre minimal des armatures verticales: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Minimum: 0.6 cm Calculé: 0.8 cm	Vérifiée
Vérification sous flexion composée: - Mur: Vérification réalisée par unité de longueur de mur		Vérifiée
Vérification à l'effort tranchant: - Mur: BAEL-91, Article A.5.2.2	Maximum: 310.3 kN/m Calculé: 32.3 kN/m	Vérifiée
Vérification de la fissuration par contraintes dans les barres: - Mur: BAEL-91, Article A.4.5.3	Maximum: 250 MPa Calculé: 231.201 MPa	Vérifiée
Longueur de recouvrement: BAEL-91, Article A.6.1.2 Mur: - Base arrière: - Base avant:	Calculé: 0.4 m  Minimum: 0.35 m Minimum: 0.21 m	Vérifiée Vérifiée
Vérification de l'ancrage de l'armature de base à la face supérieure: Critère de CYPE Mur: - Arrière: - Avant:	Minimum: 18.6 cm  Calculé: 20 cm Calculé: 20 cm	Vérifiée Vérifiée
Contraintes appliquées au sol: Vérification basée sur des critères résistants. Semelle superficielle: - Contrainte moyenne: - Contrainte maximale:	Maximum: 0.2 MPa Calculé: 0.0385 MPa Maximum: 0.25 MPa Calculé: 0.067 MPa	Vérifiée Vérifiée
Flexion dans la semelle: Vérification basée sur des critères résistants Semelle superficielle: - Armature sup. arrière: - Armature inf. arrière: - Armature sup. avant:	Calculé: 7.85 cm <sup>2</sup> /m  Minimum: 1.38 cm <sup>2</sup> /m Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m Minimum: 0 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée Vérifiée Vérifiée



### Sélection de récapitulatifs

2x3x3

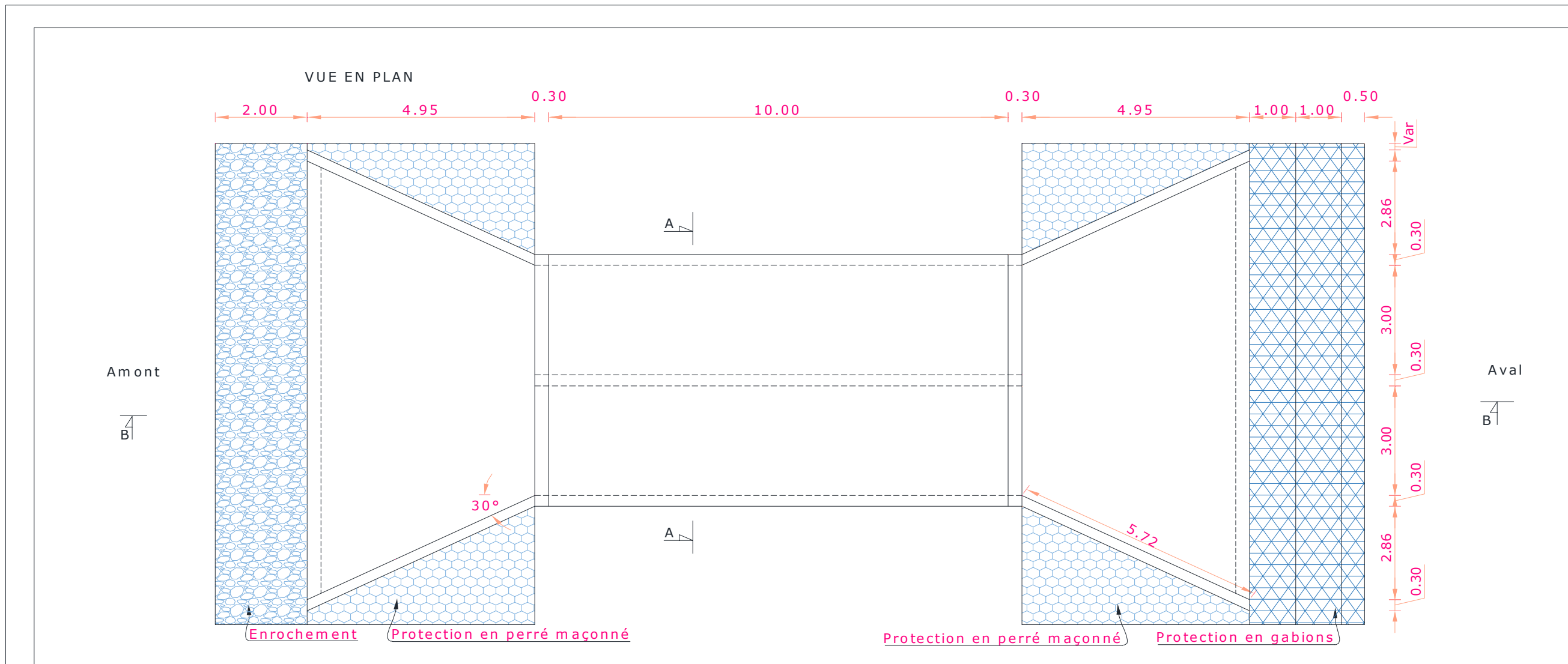
Date: 26/06/24

Référence: Mur en aile de sortie droite		
Vérification	Valeurs	État
- Armature inf. avant:	Minimum: 1.55 cm <sup>2</sup> /m	Vérifiée
Effort tranchant: BAEL-91, Article A.5.2.2 Semelle superficielle: - Arrière: - Avant:	Maximum: 315 kN/m  Calculé: 24.2 kN/m Calculé: 27 kN/m	Vérifiée Vérifiée
Longueur d'ancrage: BAEL-91, Article A.6.1.2 Semelle superficielle: - Attentes arrière: - Attentes avant: - Armature inf. arrière (Crosse): - Armature inf. avant (Crosse): - Armature sup. arrière (Crosse): - Armature sup. avant (Crosse):	Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm Minimum: 22.8 cm Calculé: 25 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm Minimum: 0 cm Calculé: 0 cm	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée
Diamètre minimum: Critère de CYPE Semelle superficielle: - Armature transversale inférieure: - Armature longitudinale inférieure: - Armature transversale supérieure: - Armature longitudinale supérieure:	Minimum: Ø10  Calculé: HA10 Calculé: HA10 Calculé: HA10 Calculé: HA10	Vérifiée Vérifiée Vérifiée Vérifiée

Toutes les conditions sont vérifiées



2- Plan d'exécution du dalot 2 x 300 x 300 cm<sup>2</sup>



**BURKINA FASO**  
 Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports  
 Ministère de l'économie et des Finances  
 La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements

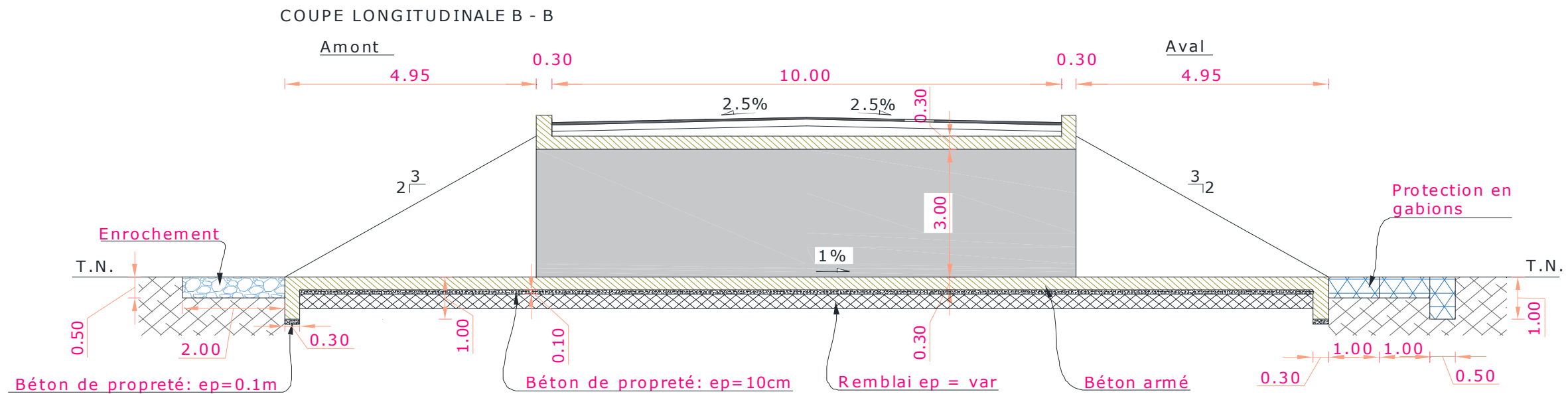
AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)  
**AGEIM**  
 Ingénieurs Conseils  
 Contrat de stage N°

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(2iE)  
 Direction des études  
 Département GENIE CIVIL  
**2iE**

Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRRN01)-Safané-Lanfièra.

**Vue en plan**


Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date: 29/04/2024
Option :	Transport	Echelle: 1/10
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page 1/1



**BURKINA FASO**  
 Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports  
 Ministère de l'économie et des Finances  
 La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements



AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)  
  
 Contrat de stage N°

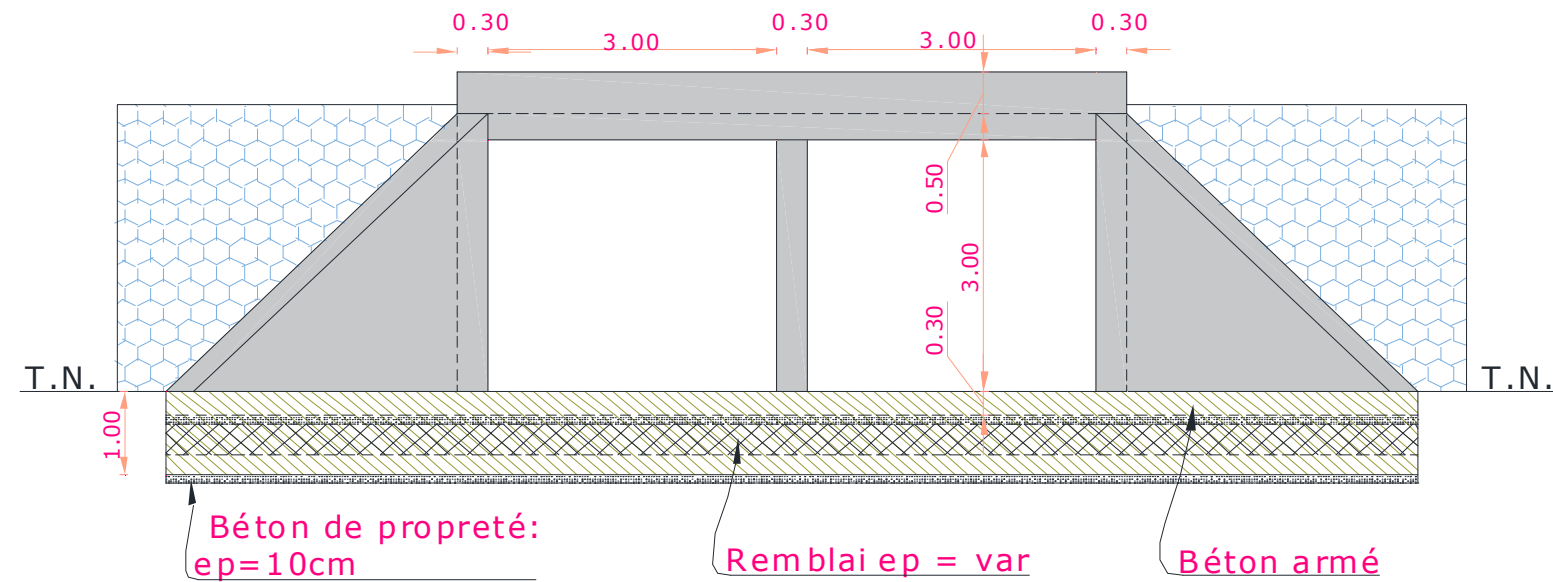
Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE)  
 Direction des études  
 Département GENIE CIVIL  


Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRRN01)-Safané-Lanfièra.

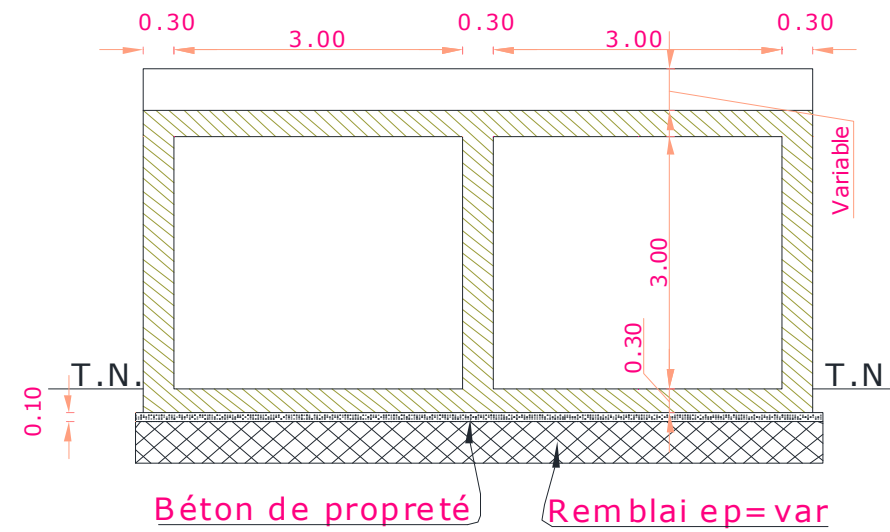
**Coupe longitudinale B-B**

Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date: 29/04/2024
Option :	Transport	Echelle: 1/10
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page 1/1

VUE DE FACE



COUPE TRANSVERSALE A - A



Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports

Ministère de l'économie et des Finances

La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements

BURKINA FASO



AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)



Contrat de stage N°

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) Direction des études

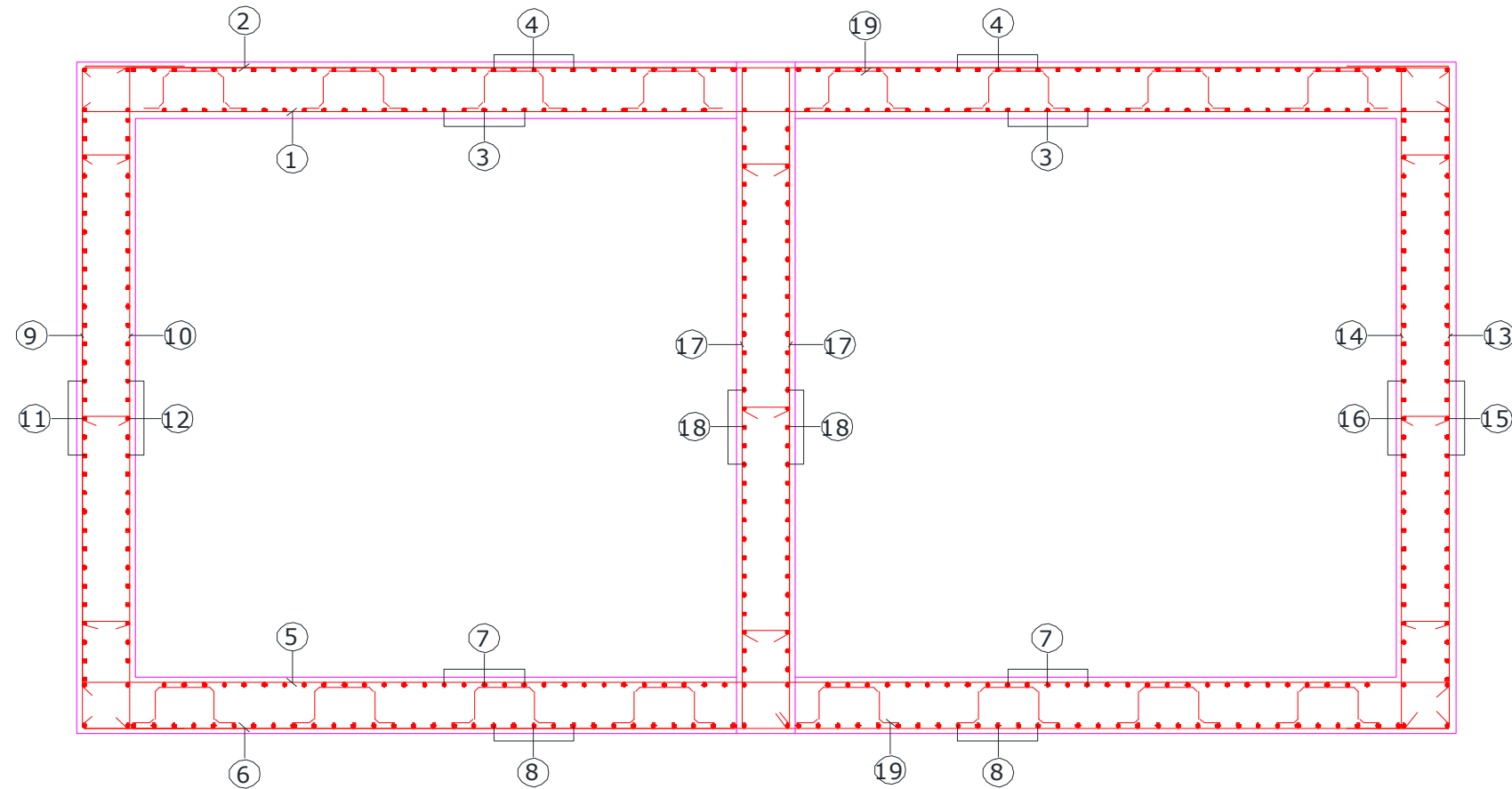
Département GENIE CIVIL



Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo (EMBRN01)-Safané-Lanfiéra.

**-Vue de face  
-Coupe  
transversale  
A-A**

Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date: 29/04/2024
Option :	Transport	Echelle: 1/12,5
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page 1/1



Numéro	Diamètre	Façonnage	Espacement	Longueur	Nombre
1	HA10	5,684,5	10	694	10
2	HA8	5,684,5	10	694	10
3	HA8	94	10	94	63
4	HA8	94	10	94	68
5	HA10	5,684,5	10	694	10
6	HA10	5,684,5	10	694	10
7	HA8	94	10	94	63
8	HA8	94	10	94	68
9	HA10	50,354,50	10	454	10
10	HA8	5,354,5	10	364	10
11	HA8	94	10	94	35
12	HA8	94	10	94	30
13	HA10	50,354,50	10	454	10
14	HA8	5,354,5	10	364	10
15	HA8	94	10	94	35
16	HA8	94	10	94	30
17	HA8	5,354,24	10	766	10
18	HA8	94	10	94	60
19	HA8	24,30,24	80	118	16

Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports

**BURKINA FASO**



Ministère de l'économie et des Finances

La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements

AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)




Contrat de stage N°

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

Direction des études

Département GENIE CIVIL

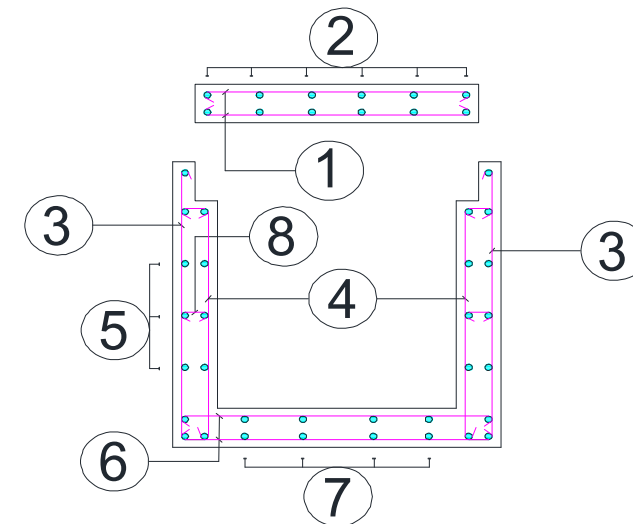
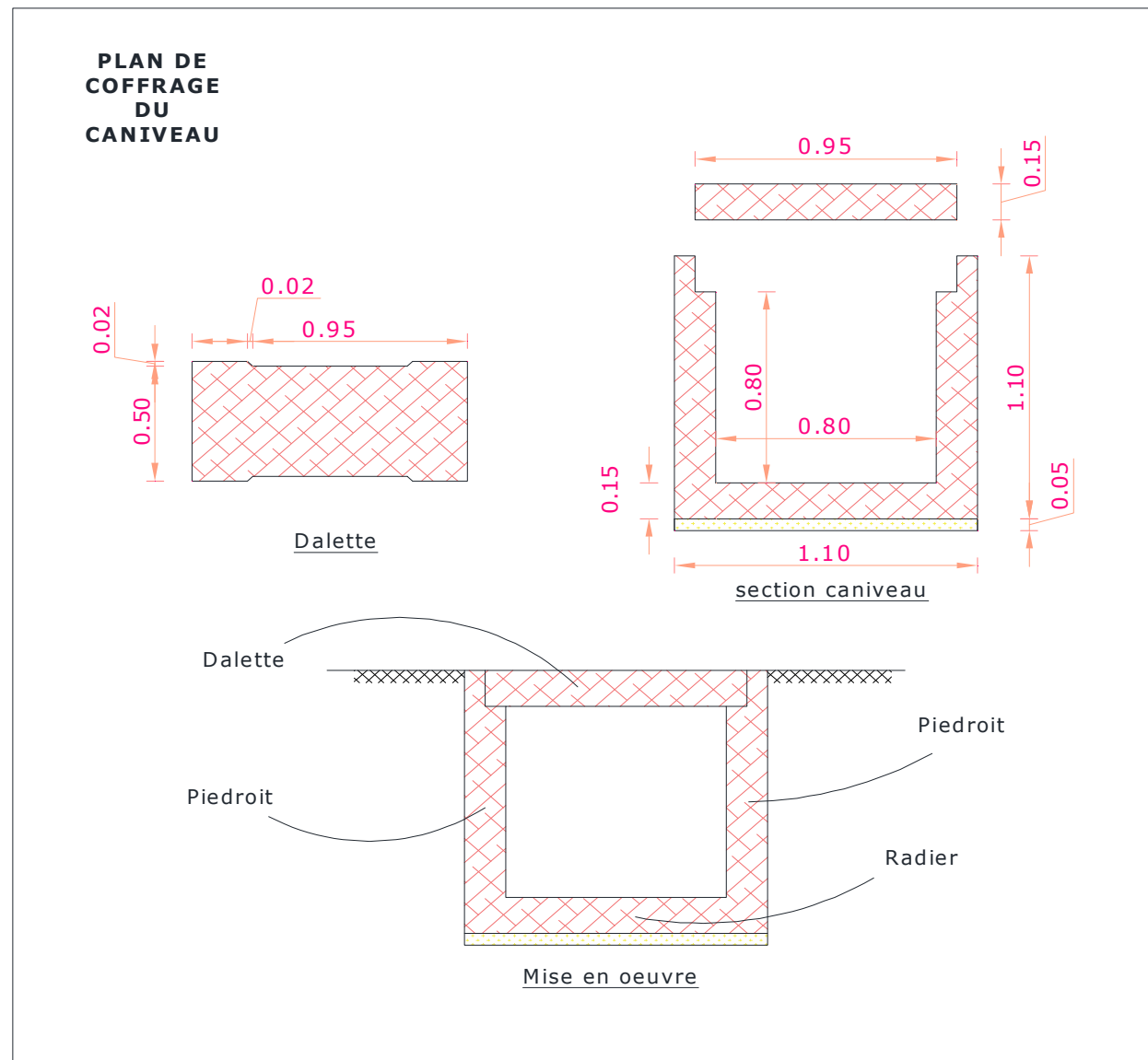


Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRRN01)-Safané-Lanfiera.

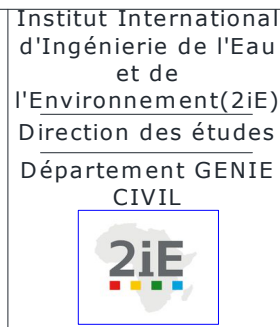
**Plan d'exécution de dalot 2x3x3**

Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry		
Niveau:	Master 2		
Filière:	Génie-Civil	Date:	29/04/2024
Option :	Transport	Echelle:	1/10
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page	1/1

3- Plan d'exécution du caniveau 80 x 80 cm<sup>2</sup>



Numéro	Diamètre	Forme	E spacement
1	HA14	↔ 89 ↔	10
2	HA10	↔ 100 ↔	15
3	HA8	↔ 104 ↔	20
4	HA8	↔ 89 ↔	20
5	HA8	↔ 100 ↔	20
6	HA12	↔ 104 ↔	10
7	HA8	↔ 100 ↔	20
8	HA8	↔ 9 ↔	80



Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRRN01)-Safané-Lanfiéra.

**Plan de ferrailage**

Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry		
Niveau:	Master 2		
Filière:	Génie-Civil	Date:	29/04/2024
Option :	Transport	Echelle:	1/10
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page	1/1

ANNEXE 4 : AXE EN PLAN

Tableau : axe en plan 1

ÉLÉMENTS	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	476207.755	1340149.208
D1	ANG = 143.508g	290.848			
			290.848	476024.098	1340374.736
C1	XC= 475016.059				
	YC= 1339553.848				
	R = 1300.000	32.558			
			323.406	476003.225	1340399.722
D2	ANG = 145.103g	66.503			
			389.909	475959.954	1340450.221
C2	XC= 474972.788				
	YC= 1339604.347				
	R = 1300.000	137.342			
			527.252	475865.251	1340549.603
D3	ANG = 151.828g	6.565			
			533.816	475860.478	1340554.110
C3	XC= 476752.941				
	YC= 1341499.367				
	R = -1300.000	47.407			
			581.223	475826.608	1340587.276
D4	ANG = 149.507g	100.212			
			681.435	475756.298	1340658.684
C4	XC= 474829.966				
	YC= 1339746.594				
	R = 1300.000	70.811			
			752.247	475705.267	1340707.764
D5	ANG = 152.975g	103.963			
			856.209	475628.401	1340777.763
C5	XC= 476503.702				
	YC= 1341738.933				
	R = -1300.000	121.520			
			977.729	475542.506	1340863.661
D6	ANG = 147.024g	153.288			
			1131.017	475439.299	1340976.999
C6	XC= 474995.670				
	YC= 1340573.027				
	R = 600.000	42.160			
			1173.177	475409.842	1341007.149
D7	ANG = 151.497g	9.833			
			1183.010	475402.728	1341013.936
C7	XC= 475485.563				
	YC= 1341100.760				



	R = -120.000	24.918			
			1207.928	475386.608	1341032.878
D8	ANG = 138.278g	27.642			
			1235.570	475370.971	1341055.672
C8	XC= 475865.745				
	YC= 1341395.083				
	R = -600.000	64.768			
			1300.337	475337.284	1341110.953
D9	ANG = 131.405g	42.906			
			1343.244	475316.966	1341148.744
LONGUEUR DE L'AXE			1343.244		

Source : piste 5

Tableau : axe en plan 4

ÉLÉMENTS	CARACTERISTIQUES	LONGUEUR	ABSCISSE	X	Y
			0.000	473342.202	1359732.671
D112	ANG = 91.618g	38.116			
			38.116	473347.207	1359770.457
C109	XC= 473942.013				
	YC= 1359691.684				
	R = -600.000	25.921			
			64.037	473351.164	1359796.072
D113	ANG = 88.867g	30.536			
			94.573	473356.476	1359826.142
C110	XC= 472765.627				
	YC= 1359930.530				
	R = 600.000	27.732			
			122.305	473360.668	1359853.552
D114	ANG = 91.810g	179.006			
			301.311	473383.634	1360031.079
C111	XC= 474672.891				
	YC= 1359864.295				
	R = -1300.000	21.434			
			322.745	473386.559	1360052.313
D115	ANG = 90.760g	268.308			
			591.053	473425.364	1360317.800
C112	XC= 472534.827				
	YC= 1360447.966				
	R = 900.000	119.481			
			710.534	473434.758	1360436.823
D116	ANG = 99.212g	157.874			
			868.408	473436.713	1360594.685
C113	XC= 474336.644				
	YC= 1360583.543				
	R = -900.000	17.087			
			885.495	473437.086	1360611.768

D117	ANG = 98.003g	95.695			
			981.191	473440.087	1360707.416
C114	XC= 473864.878				
	YC= 1360694.088				
	R = -425.000	43.846			
			1025.037	473443.719	1360751.092
D118	ANG = 91.435g	58.836			
			1083.873	473451.610	1360809.397
C115	XC= 474739.863				
	YC= 1360635.030				
	R = -1300.000	65.293			
			1149.166	473461.989	1360873.853
D119	ANG = 88.238g	57.290			
			1206.457	473472.514	1360930.168
C116	XC= 474750.388				
	YC= 1360691.345				
	R = -1300.000	18.276			
			1224.733	473475.997	1360948.109
D120	ANG = 87.343g	31.613			
			1256.346	473482.241	1360979.100
C117	XC= 474756.632				
	YC= 1360722.336				
	R = -1300.000	78.944			
			1335.290	473500.173	1361055.968
D121	ANG = 83.477g	149.727			
			1485.018	473538.599	1361200.680
C118	XC= 472282.140				
	YC= 1361534.312				
	R = 1300.000	153.399			
			1638.417	473569.139	1361350.918
D122	ANG = 90.989g	29.590			
			1668.007	473573.313	1361380.212
C119	XC= 472286.314				
	YC= 1361563.607				
	R = 1300.000	41.826			
			1709.834	473578.547	1361421.708
D123	ANG = 93.037g	276.522			
			1986.355	473608.730	1361696.578
C120	XC= 474900.962				
	YC= 1361554.679				
	R = -1300.000	12.068			
			1998.424	473610.103	1361708.568
D124	ANG = 92.446g	137.584			
			2136.007	473626.389	1361845.184
C121	XC= 472335.530				
	YC= 1361999.073				

	R = 1300.000	11.333			
			2147.340	473627.682	1361856.443
D125	ANG = 93.001g	136.198			
			2283.538	473642.625	1361991.818
C122	XC= 472350.473				
	YC= 1362134.448				
	R = 1300.000	12.586			
			2296.124	473643.945	1362004.334
D126	ANG = 93.618g	272.700			
			2568.823	473671.239	1362275.665
C123	XC= 472377.767				
	YC= 1362405.778				
	R = 1300.000	36.480			
			2605.303	473674.380	1362312.008
D127	ANG = 95.404g	20.335			
			2625.638	473675.847	1362332.290
C124	XC= 474972.461				
	YC= 1362238.519				
	R = -1300.000	22.237			
			2647.875	473677.641	1362354.455
D128	ANG = 94.315g	125.697			
			2773.572	473688.851	1362479.650
C125	XC= 472394.030				
	YC= 1362595.585				
	R = 1300.000	24.333			
			2797.905	473690.794	1362503.905
D129	ANG = 95.507g	129.804			
			2927.709	473699.948	1362633.386
C126	XC= 474996.711				
	YC= 1362541.706				
	R = -1300.000	14.264			
			2941.973	473701.032	1362647.609
D130	ANG = 94.808g	278.685			
			3220.658	473723.734	1362925.367
C127	XC= 475019.414				
	YC= 1362819.465				
	R = -1300.000	21.096			
			3241.754	473725.623	1362946.378
D131	ANG = 93.775g	122.658			
			3364.412	473737.598	1363068.450
C128	XC= 472443.808				
	YC= 1363195.363				
	R = 1300.000	34.205			
			3398.616	473740.489	1363102.531
D132	ANG = 95.450g	264.234			
			3662.851	473759.358	1363366.091

C129	XC= 472462.677				
	YC= 1363458.923				
	R = 1300.000	36.885			
			3699.736	473761.470	1363402.915
D133	ANG = 97.256g	125.418			
			3825.154	473766.873	1363528.217
C130	XC= 472468.080				
	YC= 1363584.225				
	R = 1300.000	12.035			
			3837.189	473767.336	1363540.242
D134	ANG = 97.846g	281.821			
			4119.010	473776.871	1363821.902
C131	XC= 475076.126				
	YC= 1363777.919				
	R = -1300.000	19.878			
			4138.888	473777.695	1363841.763
D135	ANG = 96.872g	77.343			
			4216.231	473781.493	1363919.012
C132	XC= 472483.062				
	YC= 1363982.856				
	R = 1300.000	23.439			
			4239.669	473782.433	1363942.432
D136	ANG = 98.020g	131.385			
			4371.055	473786.519	1364073.753
C133	XC= 472487.147				
	YC= 1364114.178				
	R = 1300.000	10.946			
			4382.000	473786.813	1364084.695
D137	ANG = 98.556g	226.732			
			4608.732	473791.955	1364311.369
C134	XC= 472492.289				
	YC= 1364340.851				
	R = 1300.000	36.168			
			4644.900	473792.272	1364347.534
D138	ANG = 100.327g	49.839			
			4694.739	473792.016	1364397.372
C135	XC= 473367.022				
	YC= 1364395.187				
	R = 425.000	237.477			
			4932.216	473726.220	1364622.348
D139	ANG = 135.900g	413.388			
			5345.603	473505.266	1364971.731
LONGUEUR DE L'AXE			5345.603		

Source : piste 5

## ANNEXE 5 : PROFILS EN LONG ET VOLUME DE CUBATURES

### 1- Profil en long

Tableau : Profil en long de l'axe A1

ÉLÉMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	347.822
D1	PENTE= 1.342 %	94.888		
			94.888	349.096
PA1	S= 14.3680 Z= 348.5556			
	R = 6000.00	60.224		
			155.112	350.206
D2	PENTE= 2.346 %	45.323		
			200.435	351.269
PA2	S= 341.1787 Z= 352.9202			
	R = -6000.00	116.851		
			317.285	352.873
D3	PENTE= 0.398 %	72.313		
			389.599	353.161
PA3	S= 413.4919 Z= 353.2082			
	R = -6000.00	170.443		
			560.041	351.418
D4	PENTE= -2.442 %	116.042		
			676.083	348.584
PA4	S= 822.6326 Z= 346.7944			
	R = 6000.00	47.834		
			723.917	347.607
D5	PENTE= -1.645 %	271.013		
			994.930	343.148
PA5	S= 1093.6460 Z= 342.3356			
	R = 6000.00	60.139		
			1055.070	342.460
D6	PENTE= -0.643 %	88.828		
			1143.898	341.888
PA6	S= 1182.4740 Z= 341.7644			
	R = 6000.00	58.625		
			1202.522	341.798
D7	PENTE= 0.334 %	47.453		
			1249.976	341.957
PA7	S= 1270.0242 Z= 341.9900			
	R = -6000.00	20.048		
			1270.024	341.990
D8	PENTE= 0.000 %	73.220		
			1343.244	341.990
LONGUEUR DE L'AXE		1343.244		

Tableau : Profil en long de l'axe A4

ÉLÉMENTS	CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS	LONGUEUR	ABSCISSE	Z
			0.000	308.400
D1	PENTE= 0.000 %	131.504		
			131.504	308.400
PA1	S= 131.5038 Z= 308.4000			
	R = 10000.00	36.992		
			168.496	308.468
D2	PENTE= 0.370 %	171.284		
			339.780	309.102
PA2	S= 302.7875 Z= 309.0336			
	R = 10000.00	69.180		
			408.960	309.597
D3	PENTE= 1.062 %	178.695		
			587.655	311.494
PA3	S= 523.9514 Z= 311.1563			
	R = 6000.00	74.690		
			662.345	312.752
D4	PENTE= 2.307 %	30.002		
			692.347	313.444
PA4	S= 830.7405 Z= 315.0405			
	R = -6000.00	15.227		
			707.573	313.776
D5	PENTE= 2.053 %	132.094		
			839.667	316.488
PA5	S= 716.5003 Z= 315.2237			
	R = 6000.00	20.665		
			860.333	316.948
D6	PENTE= 2.397 %	64.677		
			925.009	318.498
PA6	S= 1068.8417 Z= 320.2221			
	R = -6000.00	96.101		
			1021.111	320.032
D7	PENTE= 0.796 %	59.731		
			1080.842	320.507
PA7	S= 1128.5730 Z= 320.6973			
	R = -6000.00	98.696		
			1179.538	320.481
D8	PENTE= -0.849 %	242.624		
			1422.162	318.420
PA9	S= 1371.1967 Z= 318.6364			
	R = -6000.00	98.876		
			1521.038	316.765
D10	PENTE= -2.497 %	283.855		
			1804.893	309.676

PA10	S= 2054.6288 Z= 306.5581			
	R = 10000.00	90.214		
			1895.107	307.830
D12	PENTE= -1.595 %	465.311		
			2360.418	300.408
PA12	S= 2456.1311 Z= 299.6443			
	R = 6000.00	79.164		
			2439.582	299.667
D13	PENTE= -0.276 %	322.049		
			2761.631	298.779
PA13	S= 2745.0821 Z= 298.8017			
	R = -6000.00	6.417		
			2768.049	298.758
D14	PENTE= -0.383 %	379.559		
			3147.608	297.305
PA14	S= 3185.8857 Z= 297.2316			
	R = 10000.00	54.784		
			3202.392	297.245
D15	PENTE= 0.165 %	441.021		
			3643.413	297.973
PA15	S= 3659.9197 Z= 297.9868			
	R = -10000.00	32.493		
			3675.907	297.974
D16	PENTE= -0.160 %	560.359		
			4236.266	297.078
PA16	S= 4245.8579 Z= 297.0705			
	R = 6000.00	10.229		
			4246.494	297.071
D17	PENTE= 0.011 %	259.460		
			4505.955	297.098
PA18	S= 4506.5912 Z= 297.0981			
	R = -6000.00	36.510		
			4542.465	296.991
D18	PENTE= -0.598 %	206.156		
			4748.621	295.758
PA17	S= 4808.4113 Z= 295.5795			
	R = 10000.00	2.758		
			4751.379	295.742
D19	PENTE= -0.570 %	363.750		
			5115.129	293.668
PA19	S= 5172.1616 Z= 293.5049			
	R = 10000.00	69.742		
			5184.871	293.513
D20	PENTE= 0.127 %	160.732		
			5345.603	293.717
LONGUEUR DE L'AXE 5345.603				





2- Volume de cubatures

Tableau : volume cubature de l'axe A1

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGNE	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	0.0	66.1	0.0	0.0
2	25.000	0.0	67.6	0.0	0.0
3	50.000	0.2	40.6	0.0	0.0
4	75.000	1.4	31.7	0.0	0.0
5	100.000	2.7	28.6	0.0	0.0
6	125.000	5.3	22.7	0.0	0.0
7	150.000	29.7	7.9	0.0	0.0
8	175.000	51.0	3.8	0.0	0.0
9	200.000	74.7	0.0	0.0	0.0
10	225.000	23.1	1.0	0.0	0.0
11	250.000	0.0	116.0	0.0	0.0
12	275.000	0.0	119.9	0.0	0.0
13	290.848	0.0	83.2	0.0	0.0
14	300.000	0.0	117.1	0.0	0.0
15	323.406	0.0	96.4	0.0	0.0
16	325.000	0.0	103.0	0.0	0.0
17	350.000	0.0	210.1	0.0	0.0
18	375.000	0.0	193.0	0.0	0.0
19	389.909	0.0	133.5	0.0	0.0
20	400.000	0.0	202.6	0.0	0.0
21	425.000	0.0	284.8	0.0	0.0
22	450.000	0.0	283.6	0.0	0.0
23	475.000	0.0	237.9	0.0	0.0
24	500.000	0.0	171.9	0.0	0.0
25	525.000	0.0	52.1	0.0	0.0
26	527.252	0.0	14.0	0.0	0.0
27	533.816	0.0	30.8	0.0	0.0
28	550.000	0.0	36.2	0.0	0.0
29	575.000	2.1	5.3	0.0	0.0
30	581.223	4.3	1.2	0.0	0.0
31	600.000	35.9	0.0	0.0	0.0
32	625.000	73.8	0.0	0.0	0.0
33	650.000	109.1	0.0	0.0	0.0
34	675.000	70.7	0.0	0.0	0.0
35	681.435	55.1	0.0	0.0	0.0
36	700.000	100.8	0.0	0.0	0.0
37	725.000	123.9	0.0	0.0	0.0
38	750.000	75.1	0.0	0.0	0.0
39	752.247	69.6	0.0	0.0	0.0
40	775.000	118.3	0.0	0.0	0.0
41	800.000	91.6	0.0	0.0	0.0

42	825.000	43.4	0.0	0.0	0.0
43	850.000	8.0	7.3	0.0	0.0
44	856.209	5.0	8.6	0.0	0.0
45	875.000	12.0	24.2	0.0	0.0
46	900.000	5.2	43.2	0.0	0.0
47	925.000	2.9	37.4	0.0	0.0
48	950.000	5.3	21.6	0.0	0.0
49	975.000	7.4	12.0	0.0	0.0
50	977.729	6.2	11.6	0.0	0.0
51	1000.000	0.3	50.6	0.0	0.0
52	1025.000	0.0	82.5	0.0	0.0
53	1050.000	0.0	98.5	0.0	0.0
54	1075.000	0.6	57.0	0.0	0.0
55	1100.000	1.7	38.5	0.0	0.0
56	1125.000	1.9	27.6	0.0	0.0
57	1131.017	2.5	24.4	0.0	0.0
58	1150.000	9.7	59.3	0.0	0.0
59	1173.177	10.0	24.4	0.0	0.0
60	1175.000	4.9	9.1	0.0	0.0
61	1183.010	19.1	13.0	0.0	0.0
62	1200.000	23.6	16.6	0.0	0.0
63	1207.928	24.7	6.4	0.0	0.0
64	1225.000	55.1	0.0	0.0	0.0
65	1235.570	94.2	0.0	0.0	0.0
66	1250.000	153.7	0.0	0.0	0.0
67	1275.000	164.2	0.0	0.0	0.0
68	1300.000	42.3	0.0	0.0	0.0
69	1300.337	41.5	0.0	0.0	0.0
70	1325.000	10.8	17.1	0.0	0.0
71	1343.244	1.4	4.2	0.0	0.0
Total		1876	3458	0	0

Source : piste 5

Tableau : volume cubature de l'axe A4

N° PROF	ABSCISSE CURVILIGN	REMBLAI VOLUME	DEBLAI VOLUME	DECAPAGE VOLUME	PURGE VOLUME
1	0.000	167.7	0.0	0.0	0.0
2	25.000	272.8	0.0	0.0	0.0
3	38.116	174.6	0.0	0.0	0.0
4	50.000	168.9	0.0	0.0	0.0
5	64.037	165.8	0.0	0.0	0.0
6	75.000	202.0	0.0	0.0	0.0
7	94.573	142.9	0.0	0.0	0.0

8	100.000	165.2	0.0	0.0	0.0
9	122.305	123.1	0.0	0.0	0.0
10	125.000	136.6	0.0	0.0	0.0
11	150.000	190.0	0.3	0.0	0.0
12	175.000	160.9	0.0	0.0	0.0
13	200.000	177.0	0.0	0.0	0.0
14	225.000	145.6	0.0	0.0	0.0
15	250.000	102.2	0.0	0.0	0.0
16	275.000	86.6	0.0	0.0	0.0
17	300.000	32.1	0.0	0.0	0.0
18	301.311	26.4	0.0	0.0	0.0
19	322.745	9.3	4.0	0.0	0.0
20	325.000	8.4	5.3	0.0	0.0
21	350.000	0.0	52.7	0.0	0.0
22	375.000	0.0	109.8	0.0	0.0
23	400.000	0.0	143.9	0.0	0.0
24	425.000	0.0	155.4	0.0	0.0
25	450.000	0.0	145.0	0.0	0.0
26	475.000	0.0	151.8	0.0	0.0
27	500.000	0.0	150.9	0.0	0.0
28	525.000	0.0	151.9	0.0	0.0
29	550.000	0.0	101.7	0.0	0.0
30	575.000	0.1	79.4	0.0	0.0
31	591.053	0.0	46.7	0.0	0.0
32	600.000	0.0	77.8	0.0	0.0
33	625.000	0.0	111.8	0.0	0.0
34	650.000	0.0	94.0	0.0	0.0
35	675.000	0.0	97.2	0.0	0.0
36	700.000	0.0	80.0	0.0	0.0
37	710.534	0.0	34.8	0.0	0.0
38	725.000	0.0	50.7	0.0	0.0
39	750.000	0.0	47.2	0.0	0.0
40	775.000	0.0	15.8	0.0	0.0
41	800.000	19.0	2.1	0.0	0.0
42	825.000	44.6	0.3	0.0	0.0
43	850.000	57.2	0.0	0.0	0.0
44	868.408	35.4	0.0	0.0	0.0
45	875.000	24.0	0.0	0.0	0.0
46	885.495	35.6	0.0	0.0	0.0
47	900.000	34.8	0.3	0.0	0.0
48	925.000	1.4	21.1	0.0	0.0
49	950.000	0.0	77.5	0.0	0.0
50	975.000	0.0	26.3	0.0	0.0
51	981.191	1.6	9.2	0.0	0.0
52	1000.000	62.9	0.0	0.0	0.0
53	1025.000	35.7	0.0	0.0	0.0

54	1025.037	35.5	0.0	0.0	0.0
55	1050.000	42.2	0.0	0.0	0.0
56	1075.000	0.1	6.0	0.0	0.0
57	1083.873	0.0	5.5	0.0	0.0
58	1100.000	1.6	5.0	0.0	0.0
59	1125.000	8.3	1.1	0.0	0.0
60	1149.166	9.7	0.0	0.0	0.0
61	1150.000	10.0	0.0	0.0	0.0
62	1175.000	12.9	0.6	0.0	0.0
63	1200.000	3.5	2.1	0.0	0.0
64	1206.457	2.0	2.3	0.0	0.0
65	1224.733	0.5	2.8	0.0	0.0
66	1225.000	0.7	3.8	0.0	0.0
67	1250.000	0.0	10.7	0.0	0.0
68	1256.346	0.0	10.0	0.0	0.0
69	1275.000	0.0	23.4	0.0	0.0
70	1300.000	0.0	34.9	0.0	0.0
71	1325.000	0.0	33.6	0.0	0.0
72	1335.290	0.0	30.9	0.0	0.0
73	1350.000	0.0	78.1	0.0	0.0
74	1375.000	0.0	157.8	0.0	0.0
75	1400.000	0.0	231.1	0.0	0.0
76	1425.000	0.0	314.9	0.0	0.0
77	1450.000	0.0	423.4	0.0	0.0
78	1475.000	0.0	406.2	0.0	0.0
79	1485.018	0.0	321.1	0.0	0.0
80	1500.000	0.0	605.1	0.0	0.0
81	1525.000	0.0	745.6	0.0	0.0
82	1550.000	0.0	408.9	0.0	0.0
83	1575.000	0.0	170.7	0.0	0.0
84	1600.000	1.3	46.2	0.0	0.0
85	1625.000	70.2	0.2	0.0	0.0
86	1638.417	79.6	0.0	0.0	0.0
87	1650.000	117.6	0.0	0.0	0.0
88	1668.007	133.6	0.0	0.0	0.0
89	1675.000	190.5	0.0	0.0	0.0
90	1700.000	227.8	0.0	0.0	0.0
91	1709.834	161.5	0.0	0.0	0.0
92	1725.000	254.9	0.0	0.0	0.0
93	1750.000	289.3	0.0	0.0	0.0
94	1775.000	257.9	0.0	0.0	0.0
95	1800.000	220.6	0.0	0.0	0.0
96	1825.000	178.2	0.0	0.0	0.0
97	1850.000	146.4	0.0	0.0	0.0
98	1875.000	125.6	0.0	0.0	0.0
99	1900.000	120.8	0.0	0.0	0.0

100	1925.000	112.0	0.0	0.0	0.0
101	1950.000	105.1	0.0	0.0	0.0
102	1975.000	75.3	0.0	0.0	0.0
103	1986.355	48.8	0.0	0.0	0.0
104	1998.424	29.0	0.0	0.0	0.0
105	2000.000	56.8	0.0	0.0	0.0
106	2025.000	118.5	0.0	0.0	0.0
107	2050.000	126.0	0.0	0.0	0.0
108	2075.000	131.5	0.0	0.0	0.0
109	2100.000	134.8	0.0	0.0	0.0
110	2125.000	94.8	0.0	0.0	0.0
111	2136.007	58.2	0.0	0.0	0.0
112	2147.340	35.1	0.0	0.0	0.0
113	2150.000	68.3	0.0	0.0	0.0
114	2175.000	103.1	0.0	0.0	0.0
115	2200.000	81.7	0.0	0.0	0.0
116	2225.000	57.8	0.0	0.0	0.0
117	2250.000	32.2	0.1	0.0	0.0
118	2275.000	5.2	2.3	0.0	0.0
119	2283.538	0.9	3.1	0.0	0.0
120	2296.124	0.0	6.3	0.0	0.0
121	2300.000	0.0	13.2	0.0	0.0
122	2325.000	0.0	62.9	0.0	0.0
123	2350.000	0.0	89.8	0.0	0.0
124	2375.000	0.0	106.0	0.0	0.0
125	2400.000	0.0	107.0	0.0	0.0
126	2425.000	0.0	48.0	0.0	0.0
127	2450.000	7.5	4.0	0.0	0.0
128	2475.000	61.6	0.0	0.0	0.0
129	2500.000	110.4	0.0	0.0	0.0
130	2525.000	142.4	0.0	0.0	0.0
131	2550.000	153.0	0.0	0.0	0.0
132	2568.823	99.9	0.0	0.0	0.0
133	2575.000	130.2	0.0	0.0	0.0
134	2600.000	143.9	0.0	0.0	0.0
135	2605.303	122.0	0.0	0.0	0.0
136	2625.000	110.3	0.0	0.0	0.0
137	2625.638	124.6	0.0	0.0	0.0
138	2647.875	159.8	0.0	0.0	0.0
139	2650.000	180.5	0.0	0.0	0.0
140	2675.000	392.3	0.0	0.0	0.0
141	2700.000	432.6	0.0	0.0	0.0
142	2725.000	468.4	0.0	0.0	0.0
143	2750.000	520.3	0.0	0.0	0.0
144	2773.572	282.5	0.0	0.0	0.0
145	2775.000	270.2	0.0	0.0	0.0

146	2797.905	206.4	0.0	0.0	0.0
147	2800.000	218.1	0.0	0.0	0.0
148	2825.000	284.0	0.0	0.0	0.0
149	2850.000	204.0	0.0	0.0	0.0
150	2875.000	146.7	0.0	0.0	0.0
151	2900.000	111.1	0.0	0.0	0.0
152	2925.000	49.0	0.0	0.0	0.0
153	2927.709	29.2	0.0	0.0	0.0
154	2941.973	34.2	0.0	0.0	0.0
155	2950.000	48.7	0.0	0.0	0.0
156	2975.000	65.0	0.0	0.0	0.0
157	3000.000	66.3	0.0	0.0	0.0
158	3025.000	69.4	0.0	0.0	0.0
159	3050.000	67.1	0.0	0.0	0.0
160	3075.000	66.6	0.0	0.0	0.0
161	3100.000	66.1	0.0	0.0	0.0
162	3125.000	66.3	0.0	0.0	0.0
163	3150.000	56.5	0.0	0.0	0.0
164	3175.000	54.7	0.0	0.0	0.0
165	3200.000	61.1	0.0	0.0	0.0
166	3220.658	42.3	0.0	0.0	0.0
167	3225.000	37.3	0.0	0.0	0.0
168	3241.754	51.9	0.0	0.0	0.0
169	3250.000	74.3	0.0	0.0	0.0
170	3275.000	136.8	0.0	0.0	0.0
171	3300.000	126.9	0.0	0.0	0.0
172	3325.000	110.6	0.0	0.0	0.0
173	3350.000	125.8	0.0	0.0	0.0
174	3364.412	99.2	0.0	0.0	0.0
175	3375.000	155.7	0.0	0.0	0.0
176	3398.616	121.1	0.0	0.0	0.0
177	3400.000	127.6	0.0	0.0	0.0
178	3425.000	235.7	0.0	0.0	0.0
179	3450.000	203.4	0.0	0.0	0.0
180	3475.000	164.9	0.0	0.0	0.0
181	3500.000	135.7	0.0	0.0	0.0
182	3525.000	109.9	0.0	0.0	0.0
183	3550.000	83.4	0.0	0.0	0.0
184	3575.000	54.5	0.0	0.0	0.0
185	3600.000	51.9	0.0	0.0	0.0
186	3625.000	50.2	0.0	0.0	0.0
187	3650.000	47.8	0.0	0.0	0.0
188	3662.851	33.3	0.0	0.0	0.0
189	3675.000	48.1	0.0	0.0	0.0
190	3699.736	29.4	0.0	0.0	0.0
191	3700.000	29.7	0.0	0.0	0.0

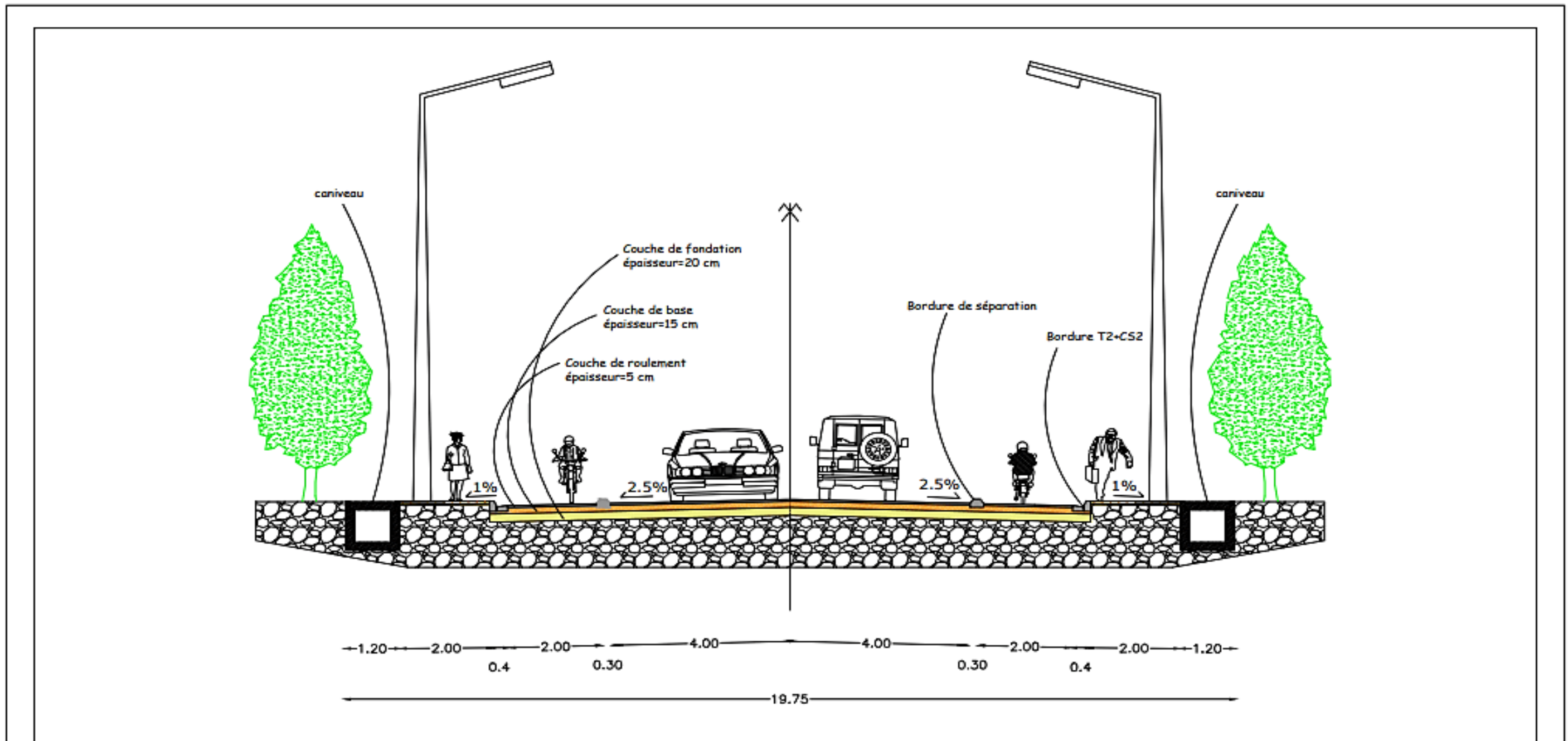
192	3725.000	55.3	0.0	0.0	0.0
193	3750.000	83.0	0.0	0.0	0.0
194	3775.000	118.1	0.0	0.0	0.0
195	3800.000	142.2	0.0	0.0	0.0
196	3825.000	79.6	0.0	0.0	0.0
197	3825.154	38.6	0.0	0.0	0.0
198	3837.189	81.0	0.0	0.0	0.0
199	3850.000	126.9	0.0	0.0	0.0
200	3875.000	174.5	0.0	0.0	0.0
201	3900.000	204.5	0.0	0.0	0.0
202	3925.000	244.9	0.0	0.0	0.0
203	3950.000	275.4	0.0	0.0	0.0
204	3975.000	303.3	0.0	0.0	0.0
205	4000.000	332.1	0.0	0.0	0.0
206	4025.000	360.4	0.0	0.0	0.0
207	4050.000	386.5	0.0	0.0	0.0
208	4075.000	410.0	0.0	0.0	0.0
209	4100.000	351.4	0.0	0.0	0.0
210	4119.010	206.0	0.0	0.0	0.0
211	4125.000	167.3	0.0	0.0	0.0
212	4138.888	219.7	0.0	0.0	0.0
213	4150.000	327.6	0.0	0.0	0.0
214	4175.000	479.9	0.0	0.0	0.0
215	4200.000	386.1	0.0	0.0	0.0
216	4216.231	228.5	0.0	0.0	0.0
217	4225.000	211.6	0.0	0.0	0.0
218	4239.669	226.8	0.0	0.0	0.0
219	4250.000	327.7	0.0	0.0	0.0
220	4275.000	497.6	0.0	0.0	0.0
221	4300.000	509.7	0.0	0.0	0.0
222	4325.000	515.1	0.0	0.0	0.0
223	4350.000	515.2	0.0	0.0	0.0
224	4371.055	290.7	0.0	0.0	0.0
225	4375.000	128.1	0.0	0.0	0.0
226	4382.000	293.3	0.0	0.0	0.0
227	4400.000	519.5	0.0	0.0	0.0
228	4425.000	634.4	0.0	0.0	0.0
229	4450.000	638.0	0.0	0.0	0.0
230	4475.000	624.1	0.0	0.0	0.0
231	4500.000	658.7	0.0	0.0	0.0
232	4525.000	652.9	0.0	0.0	0.0
233	4550.000	620.9	0.0	0.0	0.0
234	4575.000	559.8	0.0	0.0	0.0
235	4600.000	356.0	0.0	0.0	0.0
236	4608.732	258.0	0.0	0.0	0.0
237	4625.000	343.8	0.0	0.0	0.0

238	4644.900	227.4	0.0	0.0	0.0
239	4650.000	271.1	0.0	0.0	0.0
240	4675.000	385.5	0.0	0.0	0.0
241	4694.739	195.8	0.0	0.0	0.0
242	4700.000	231.0	0.0	0.0	0.0
243	4725.000	337.9	0.0	0.0	0.0
244	4750.000	333.3	0.0	0.0	0.0
245	4775.000	337.1	0.0	0.0	0.0
246	4800.000	314.6	0.0	0.0	0.0
247	4825.000	307.2	0.0	0.0	0.0
248	4850.000	303.4	0.0	0.0	0.0
249	4875.000	292.7	0.0	0.0	0.0
250	4900.000	291.0	0.0	0.0	0.0
251	4925.000	177.1	0.0	0.0	0.0
252	4932.216	135.9	0.0	0.0	0.0
253	4950.000	216.3	0.0	0.0	0.0
254	4975.000	222.0	0.0	0.0	0.0
255	5000.000	150.9	0.0	0.0	0.0
256	5025.000	86.8	0.0	0.0	0.0
257	5050.000	59.3	0.0	0.0	0.0
258	5075.000	76.6	0.0	0.0	0.0
259	5100.000	63.5	0.0	0.0	0.0
260	5125.000	22.2	1.6	0.0	0.0
261	5150.000	18.3	3.6	0.0	0.0
262	5175.000	52.1	0.0	0.0	0.0
263	5200.000	90.7	0.0	0.0	0.0
264	5225.000	121.4	0.0	0.0	0.0
265	5250.000	150.3	0.0	0.0	0.0
266	5275.000	164.5	0.0	0.0	0.0
267	5300.000	213.5	0.0	0.0	0.0
268	5325.000	71.6	0.2	0.0	0.0
269	5345.603	0.0	48.6	0.0	0.0
Total		36644	6624	0	0

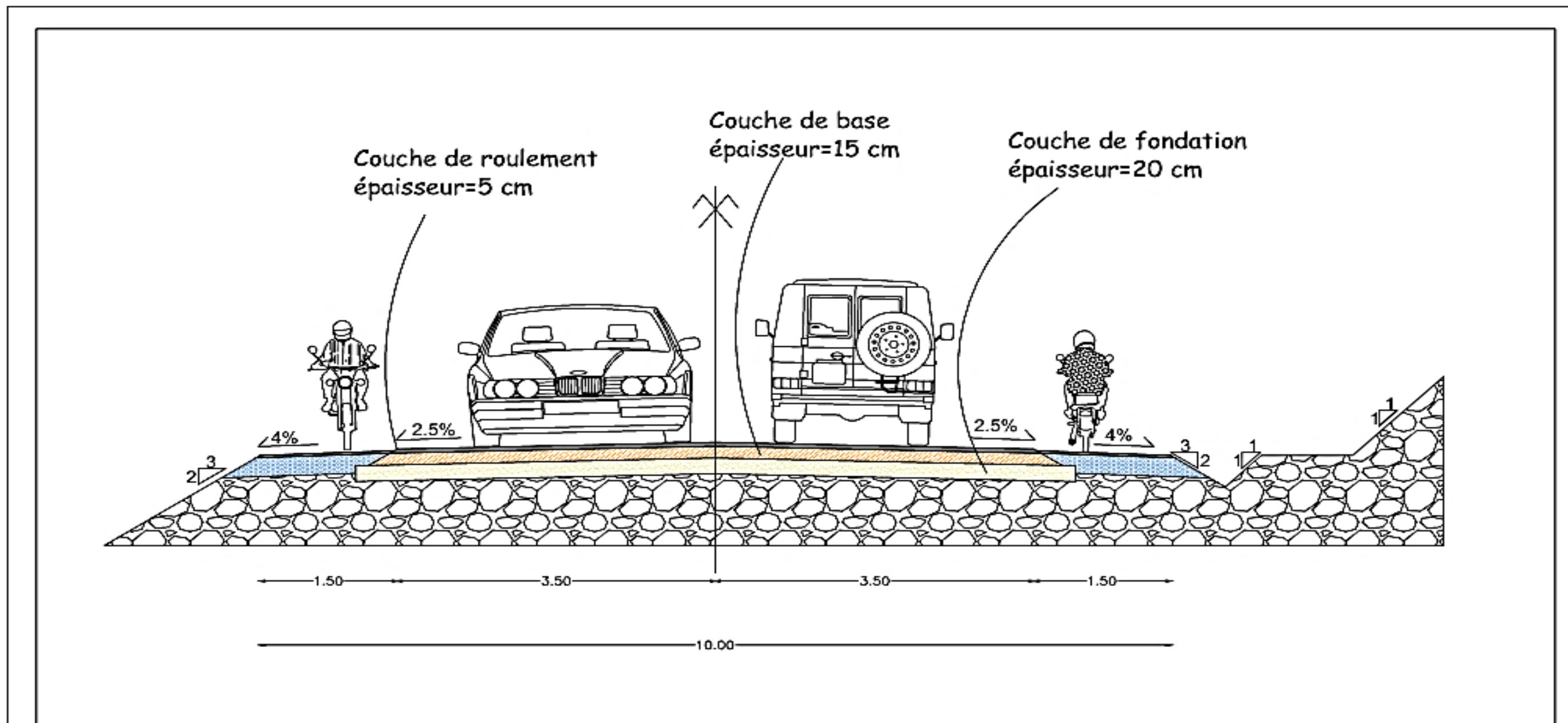
Source : Piste 5



ANNEXE 6 : PROFIL EN TRAVERS TYPE



<p><b>BURKINA FASO</b></p> <p>Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports</p> <p>Ministère de l'économie et des Finances</p> <p>La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)</p> <p><b>AGEIM</b></p> <p>Ingénieurs Conseils</p> <p>Contrat de stage N°</p>	<p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(2iE)</p> <p>Direction des études</p> <p>Département GENIE CIVIL</p> <p><b>2iE</b></p>	<p>Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRN01)-Safané-Lanfiéra.</p>	<p>profil en travers type en agglomération</p>	<p>Etabli par: ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry</p>		
					<p>Niveau: Master 2</p>		
					<p>Filière: Génie-Civil</p>	Date: 29/04/2024	
					<p>Option : Transport</p>	Echelle: 1/10	
					<p>Vérifié par: M. Brice KIEMA</p>	Page 1/1	



**BURKINA FASO**

Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports

Ministère de l'économie et des Finances

La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements



AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC)

**AGEIM**  
Ingénieurs Conseils

Contrat de stage N°

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

Direction des études

Département GENIE CIVIL

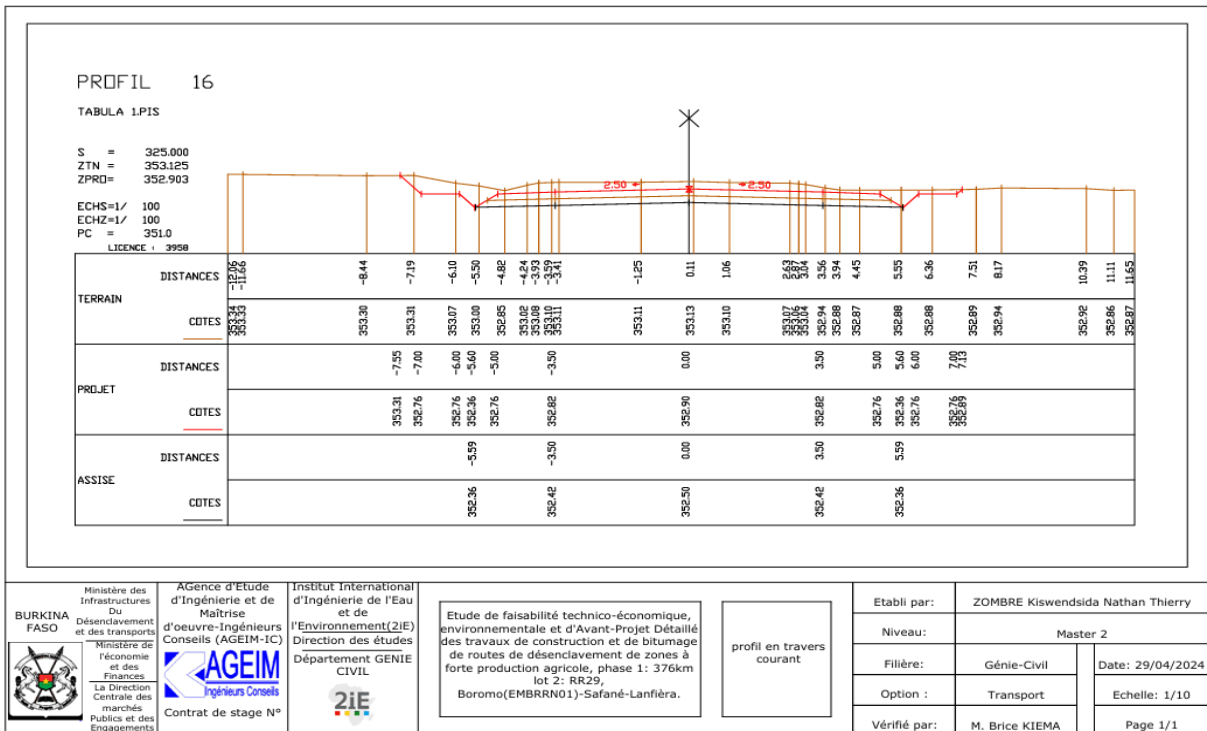
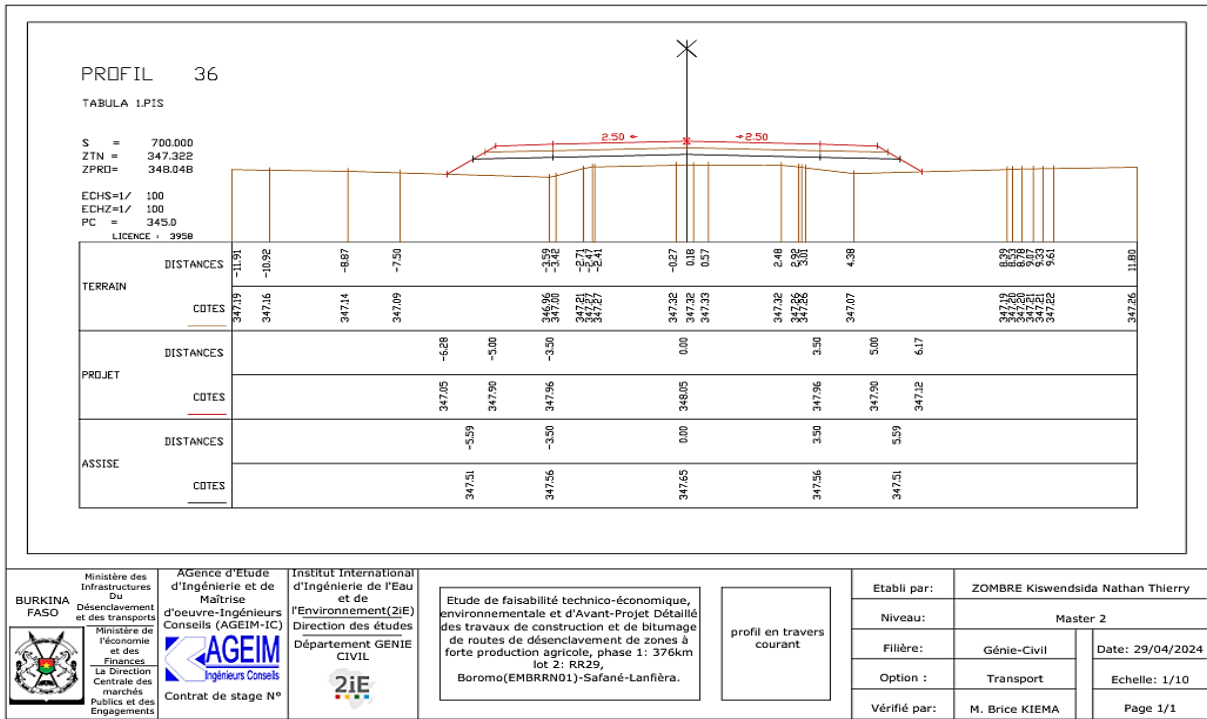
**2iE**

Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRND1)-Safané-Lanfiera.

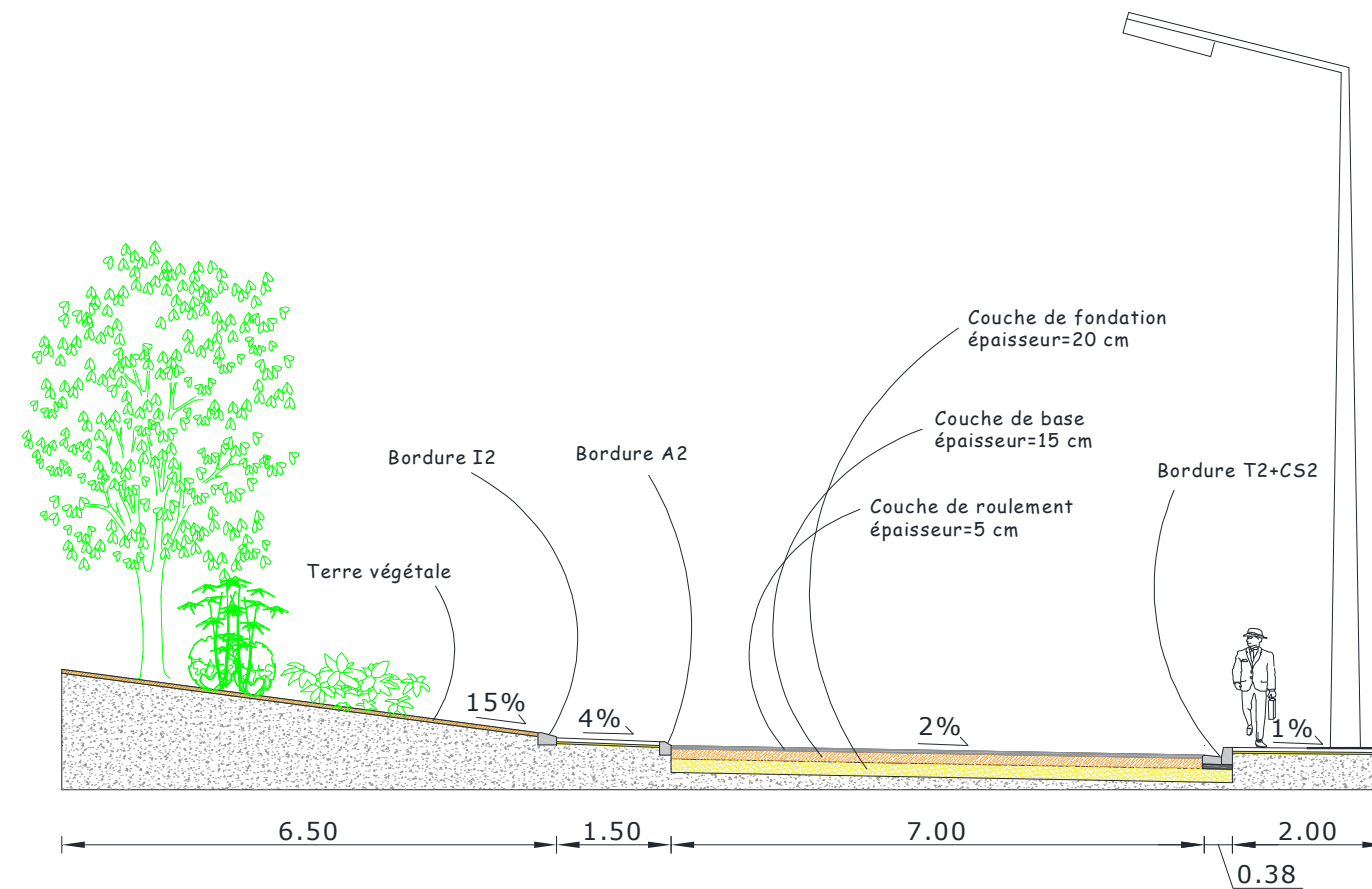
profil en travers type hors agglomération

Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date: 29/04/2024
Option :	Transport	Echelle: 1/10
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page 1/1

# ANNEXE 7 : PROFIL EN TRAVERS COURANT



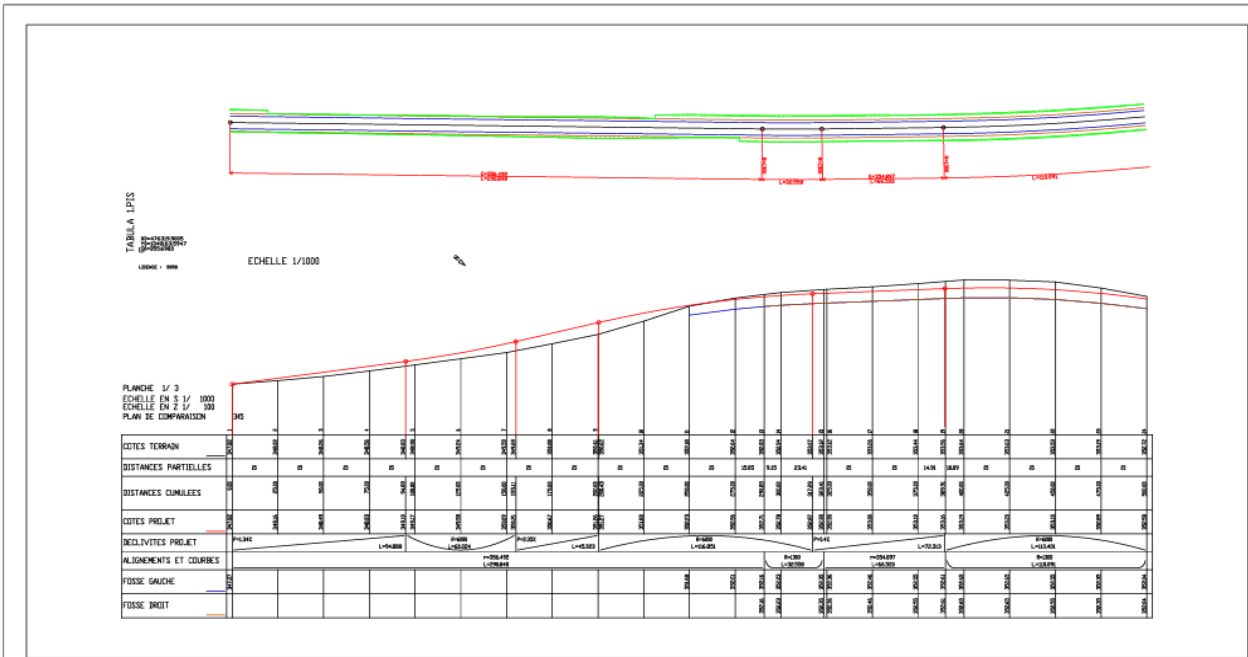
ANNEXE 8 : PROFIL EN TRAVERS DU GIRATOIRE



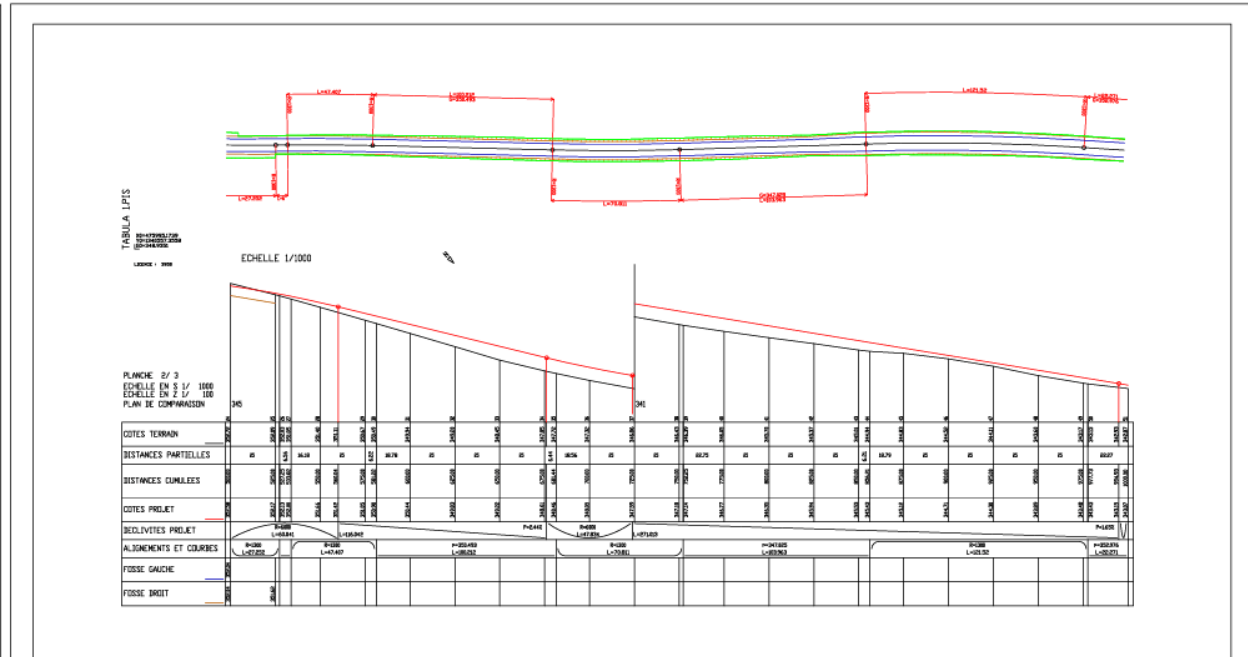
 <p>Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports Ministère de l'économie et des Finances La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGence d'Etude d'Ingénierie et de Maîtrise d'oeuvre-Ingénieurs conseils (AGEIM-IC)</p>  <p>Contrat de stage N°</p>	<p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(2iE) Direction des études Département GENIE CIVIL</p> 	<p>Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRRN01)-Safané-Lanfiéra.</p>	<p><b>Profil en travers giratoire</b></p>	Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
					Niveau:	Master 2	
					Filière:	Génie-Civil	Date: 29/04/2024
					Option :	Transport	Echelle: 1/10
					Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page 1/1



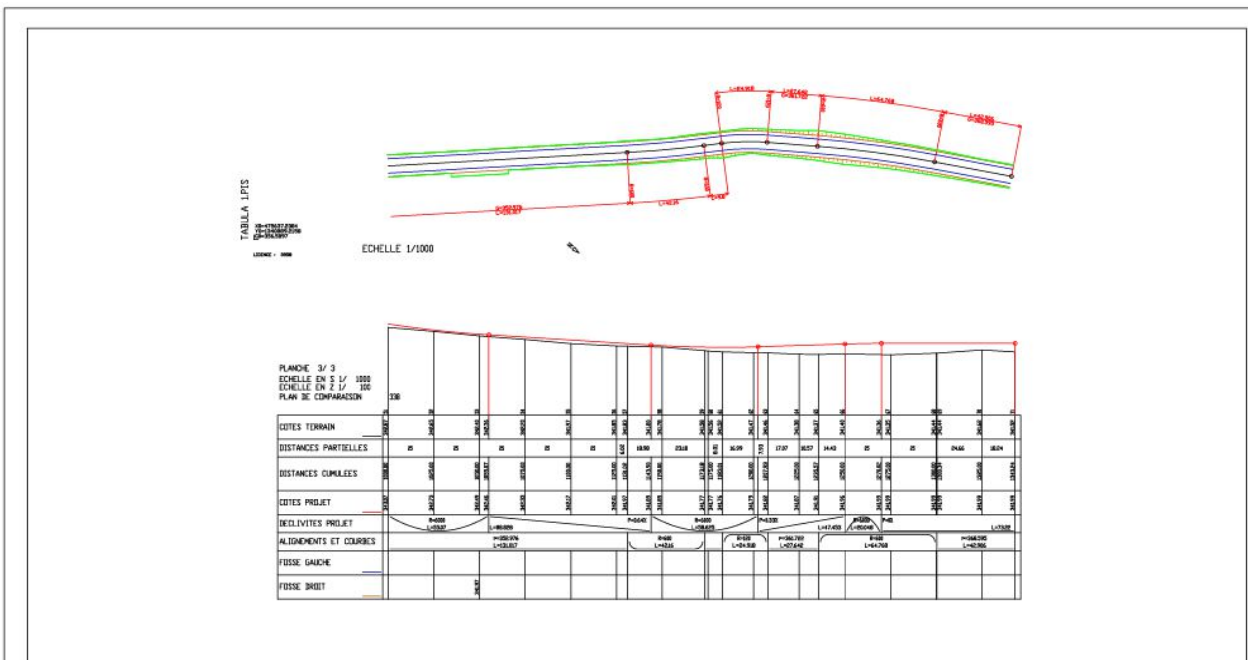
ANNEXE 9 : TRACE COMBINE



<p>BURKINA FASO</p> <p>Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports</p> <p>Ministère de l'économie et des Finances</p> <p>La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDE D'INGÉNIERIE ET DE MAÎTRISE D'ŒUVRE-INGÉNIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p> <p>Contrat de stage N°</p>	<p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(ZIE)</p> <p>Direction des études</p> <p>Département GENIE CIVIL</p>	<p>Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRN01)-Safané-Lanfiera.</p>	<p><b>tracé combiné Axe 1</b></p>	Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
					Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date:	29/04/2024				
Option :	Transport	Echelle:	1/10				
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page:	1/1				



<p>BURKINA FASO</p> <p>Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports</p> <p>Ministère de l'économie et des Finances</p> <p>La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDE D'INGÉNIERIE ET DE MAÎTRISE D'ŒUVRE-INGÉNIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p> <p>Contrat de stage N°</p>	<p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(ZIE)</p> <p>Direction des études</p> <p>Département GENIE CIVIL</p>	<p>Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRN01)-Safané-Lanfiera.</p>	<p><b>tracé combiné Axe 1</b></p>	Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
					Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date:	29/04/2024				
Option :	Transport	Echelle:	1/10				
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page:	1/1				



<p>BURKINA FASO</p> <p>Ministère des Infrastructures Du Désenclavement et des transports</p> <p>Ministère de l'économie et des Finances</p> <p>La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDE D'INGÉNIERIE ET DE MAÎTRISE D'ŒUVRE-INGÉNIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p> <p>Contrat de stage N°</p>	<p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement(ZIE)</p> <p>Direction des études</p> <p>Département GENIE CIVIL</p>	<p>Etude de faisabilité technico-économique, environnementale et d'Avant-Projet Détaillé des travaux de construction et de bitumage de routes de désenclavement de zones à forte production agricole, phase 1: 376km lot 2: RR29, Boromo(EMBRN01)-Safané-Lanfiera.</p>	<p><b>tracé combiné Axe 1</b></p>	Etabli par:	ZOMBRE Kiswendsida Nathan Thierry	
					Niveau:	Master 2	
Filière:	Génie-Civil	Date:	29/04/2024				
Option :	Transport	Echelle:	1/10				
Vérifié par:	M. Brice KIEMA	Page:	1/1				

**ANNEXE 10 : DEVIS ESTIMATIF**

Devis quantitatif et estimatif					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU	Prix total
I	<b>TRAVAUX PRELIMINAIRES</b>				
I	Installation de chantier/amenée et repli de chantier	FF	1,00	50000000,00	50000000,00
	<b>Total des TRAVAUX PRELIMINAIRES</b>	<b>FF</b>	<b>1,00</b>	<b>50000000,00</b>	<b>50000000,00</b>
II	<b>DEMOLITION</b>				
	Démolition des bâtis se trouvant dans l'emprise de la route	FF	1,00	3 000 000,00	3 000 000,00
	<b>Total DEMOLITION</b>	<b>FF</b>	<b>1,00</b>	<b>3 000 000,00</b>	<b>3 000 000,00</b>
III	<b>PREPARATION DU TERRAIN</b>				
	Abattage des arbres	FF	1	1 000 000,00	1 000 000,00
	Nettoyage et débroussaillage de l'emprise de la route	m <sup>2</sup>	537600	300,00	161280000,00
	<b>Total PREPARATION DU TERRAIN</b>				<b>162 280 000,00</b>
IV	<b>TERRASSEMENT</b>				
	Remblais provenant d'emprunts y compris extraction, transport, et mise en œuvre	m <sup>3</sup>	204287	5 000,00	1021435000,00
	Volume déblai	m <sup>3</sup>	29133	6000,00	174798000,00
	<b>Total terrassement</b>				<b>1196233000,00</b>
V	<b>CHAUSSEE</b>				
	Couche de fondation de 20 cm en GN	m <sup>3</sup>	59714	6 900,00	412026600,00
	Couche de base de 15 cm de GN	m <sup>3</sup>	42695	6 900	294595500,00
	Mise en œuvre des bordures de type T2+CS2	ml	8534	26300	224444200
	Mise en œuvre des bordures de séparation de chaussé	ml	8534	20000	170680000
	Mise en œuvre du revêtement du trottoir (pavé autobloquant de 6 cm d'épaisseur)	m <sup>2</sup>	17068	17000	290156000
	Réalisation de giratoire en béton armé (couche de base de 15 cm)	m <sup>3</sup>	75,87	326300	24756381
	<b>Total Chaussée</b>				<b>1416658681,00</b>
VI	<b>REVETEMENT</b>				
	Couche d'Imprégnation de 2,5 cm	m <sup>2</sup>	466636,8	750,00	349977600,00
	Revêtement en BB de 5 cm	m <sup>3</sup>	23331,84	174000,00	4059740160,00
	<b>Total revetement</b>				<b>4409717760,00</b>
VII	<b>OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS</b>				
	Caniveaux				

	Caniveaux: 80 x 80				
	Caniveaux en béton armé	ml	8534	75000	640050000
	Dalette	ml	8534	35000	298690000
	Sous total				938740000
	Sous total Caniveaux				938740000
	Dalots				
	Dalot 10 x (2 x 200 x 150)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	345,5	252500	87238750
	Acier HA500	Kg	26 199,10	1400	36678740
	Sous total 2 x 200 x 150				123917490
	Dalot 2 x 300 x 300				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	83,4	252 500,00	21058500
	Acier HA500	Kg	6 324,19	1 400,00	8853866
	Sous total 2 x 300 x 300				29912366
	Dalot 14 x (1 x 100 x 100)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	244,02	252 500,00	61615050
	Acier HA500	Kg	15 708,28	1 400,00	21991592
	Sous total 1 x 100 x 100				83606642
	Dalot 5 x (2 x 100 x 100)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	278,9	252 500,00	70422250
	Acier HA500	Kg	18006,45	1 400,00	25209030
	Sous total 2 x 100 x 100				95631280
	Dalot 4 x (3 x 200 x 150)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	318,68	252 500,00	80466700
	Acier HA500	Kg	20334,16	1 400,00	28467824
	Sous total 3 x 200 x 150				108934524
	Dalot 5 x (4 x 200 x 150)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	85,56	252 500,00	21603900
	Acier HA500	Kg	6540,22	1 400,00	9156308
	Sous total 4 x 200 x 150				30760208
	Dalot (4 x 300 x 200)				
	Béton dosé à 400 kg/m3	m <sup>3</sup>	101,26	252 500,00	25568150
	Acier HA500	Kg	8204,63	1 400,00	11486482
					37054632
	Sous total Dalot				509817142
	Total OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS				1448557142

VIII	SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC				
	Signalisation horizontale				
	Marquage de chaussée: ligne d'axe discontinue (Modulation T1)	m <sup>2</sup>	2688	5800	15590400
	Marquage flèche de direction	m <sup>2</sup>	30	5800	174000
	Passage piéton	m <sup>2</sup>	14	5800	81200
	Marquage CEDEZ LE PASSAGE	m <sup>2</sup>	7	5800	40600
	<b>Sous total signalisation horizontale</b>				<b>15886200</b>
	Signalisation verticale				
	Panneau de type A	U	14	125000	1750000
	Panneau de type AB	U	11	125000	1375000
	Panneau de type B	U	12	130000	1560000
	Panneau de type C	U	14	140000	1960000
	<b>Sous total Signalisation verticale</b>				<b>6645000</b>
	Sécurité				
	Ensemble feux tricolores sur support haut acier galvanisé en console	U	3	1 200 000	3600000
	<b>Sous total Sécurité</b>				<b>8400000</b>
	Eclairage public				
	Candélabre				
	Candélabre simple crosse	U	360	1 837 500	661500000
	<b>Sous total Eclairage public</b>				<b>661500000</b>
	<b>Total SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC</b>				<b>692431200</b>
IX	MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES				
	Mesures compensatrice Environnementale et Social	FF	1,00	1 000 000 000,00	1000000000
	Déplacement de tombes et vestiges et mesures de préservations de sites culturels et culturel	FF	1,00	2 000 000,00	2000000
	Mise en état des carrières et aires de stockages	FF	1,00	500 000 000,00	500000000
	Sensibilisation sur les MST, VIH	FF	1,00	4 000 000,00	4000000
	<b>Total MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES</b>				<b>1506000000</b>
	TOTAL HORS TAXE				10934877783,00
	TVA (18%)				1968278001
	TTC				12903155783,94