



ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONCON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DE NORD (ROCADE NORD) AU BURKINA FASO.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIERIE 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE GENIE CIVIL – BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

Présenté et soutenu publiquement le... par

Aïssatou Leïla Dano-Viel BALIMA (20180497)

Encadrant 2iE : Marie Thérèse GOMIS, Enseignant chercheur et de recherche au département Génie civil à l'institut 2IE.

Maître de stage : Arouna YONABA, Chef de projet dans le département structure et recherche à AGEIM-IC.

Structure d'accueil du stage : AGEIM-IC

Jury d'évaluation du mémoire

Président : **Dr Mamadou DIOP**

Membres et correcteurs : **M. Marc COMBERE**

M. Kader Banaou DJIBO

Promotion 2023-2024

Dédicaces

A

Mon **Dieu** pour la santé et le souffle de vie. Je ne pense pas que sans lui je serai à ce niveau. Que toute la gloire lui revienne.

Mon père **M. BALIMA Amidou**, pour tous les sacrifices consentis à mon égard, malgré tous mes caprices il a su à sa manière me soutenir et être toujours là pour moi.

Ma mère **Mme BALIMA Haliël** pour ses efforts et conseils même étant très malade. Je t'aime Maman et tu seras toujours fière de moi.

Mes quatre grands frères pour leurs encouragements tout au long de ces années d'études.

Mes amis qui m'ont constamment soutenu à qui je souhaite le meilleur.

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui nous ont soutenus et ont contribué à enrichir notre expérience. Nous adressons nos remerciements à :

- ✚ Toute l'administration et le corps professoral de l'Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement pour tous les efforts consentis à notre égard pour un enseignement et une formation de qualité tout le long de notre cursus ;
- ✚ Monsieur Tiraogo Hervé OUEDRAOGO, Directeur Général de AGEIM-Ingénieurs Conseils pour nous avoir accordé l'opportunité de nous former au sein de son entreprise ;
- ✚ Mon encadreur Mme Marie Therese Marame GOMIS, enseignante chercheuse dans le département du Génie-Civil à l'Institut 2iE pour son encadrement et son soutien ;
- ✚ Mon maitre de stage M. Arouna YONABA, chef de projet dans le département de structure et de recherche à AGEIM-IC qui malgré son programme chargé n'a ménagé aucun effort pour notre encadrement. Vous êtes un excellent encadreur et merci beaucoup pour vos sacrifices.
- ✚ Monsieur Alioune OUEDRAOGO, ingénieur à AGEIM-IC pour tous ses conseils et sa disponibilité ;
- ✚ Monsieur Gilles GUIGMA, ingénieur à AGEIM-IC pour tous ses mots d'encouragements et son soutien.
- ✚ Monsieur Eugenio ADJALO, étudiant en Master 2 en Génie Civil pour avoir été un véritable soutien durant cette expérience ;
- ✚ Tout le personnel de AGEIM-IC pour leurs accueils et disponibilités ;
- ✚ Tous les stagiaires dont nous avons fait la connaissance lors de cette expérience, pour le soutien et de travail d'équipe ;
- ✚ Je réitère mes remerciements à ma famille et mes amis pour toutes les prières, les encouragements reçus de votre part.

Résumé

Le projet de construction et de bitumage du boulevard des Tansoba, reliant l'intersection avec la RN03 à l'échangeur du nord (rocade nord) à Ouagadougou, répond à un besoin important de renforcement de l'infrastructure routière au Burkina Faso. Initié par le gouvernement burkinabé et soutenu par la BOAD, ce présent projet intitulé « Etudes techniques détaillées des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon du boulevard Tansoba entre l'intersection avec la RN03 et l'échangeur du Nord (rocade nord) à partir du PK3+375 au PK8+375 au Burkina Faso » vise à améliorer la mobilité des personnes et des marchandises. Les termes de référence du projet recommandent la construction d'une route à 2x2 voies avec terre-plein central, trottoir et piste cyclable. Le projet est toujours en phase d'exécution.

Pour ce faire, nous avons utilisé le document ICTAVRU et le logiciel PISTE 5 pour la conception géométrique, le CEBTP pour le dimensionnement structurel du revêtement de la chaussée et vérifié avec le logiciel Alizé-LCPC. Pour les ouvrages d'assainissements, le document BCEOM a été sollicité pour déterminer les sections hydrauliques. La conception géométrique de notre route a révélé deux (02) carrefours à sens giratoire à aménager. Le dimensionnement de la chaussée donne 5 cm de béton bitumineux comme revêtement, 15 cm de grave bitume comme couche de base et 20 cm de graveleux latéritique concassé pour la couche de fondation. Concernant les ouvrages d'assainissements, deux dalots de section $3 \times 300 \times 300 \text{ cm}^2$ et $3 \times 300 \times 250 \text{ cm}^2$ et des caniveaux de dimensions variant de $100 \times 100 \text{ cm}^2$ à $140 \times 120 \text{ cm}^2$.

Pour une étude complète, il est crucial d'examiner l'impact environnemental et d'estimer les coûts du projet. L'analyse de l'impact environnemental visait à repérer les possibles dommages causés par sa réalisation et à recommander des mesures pour les atténuer. Parallèlement, l'évaluation du devis estimatif nous a permis de chiffrer le coût total du projet à 11 889 219 657.00 FCFA hors taxe, ce qui correspond à un coût de 2 377 843 931.00 FCFA par kilomètre.

Mots clés

- 1- Conception géométrique
- 2- Dimensionnement de la chaussée
- 3- Etudes hydrauliques
- 4- Impact environnemental
- 5- Sécurité routière de la Rcade Nord

Abstract

The construction and paving project of Tansoba Boulevard, connecting the intersection with RN03 to the northern interchange (northern bypass) in Ouagadougou, addresses a significant need to enhance the road infrastructure in Burkina Faso. Initiated by the Burkinabé government and supported by BOAD, this project, titled "Detailed Technical Studies for the Construction and Paving of a Section of Tansoba Boulevard between the Intersection with RN03 and the Northern Interchange (northern bypass) from PK3+375 to PK8+375 in Burkina Faso," aims to improve the mobility of people and goods. The project's terms of reference recommend constructing a 2x2 lane road with a central reserve, sidewalks, and a bicycle path. The project is still in the execution phase.

For this purpose, we utilized the ICTAVRU document and PISTE 5 software for geometric design, CEBTP for the structural design of the pavement, and verified it with Alizé-LPC software. For the drainage structures, the BCEOM document was employed to determine the hydraulic sections. The geometric design of our road revealed two roundabouts to be constructed. The pavement design specifies 5 cm of bituminous as the surfacing, 15 cm of bituminous gravel as the base layer, and 20 cm of pound lateritic gravel as the sub-base layer. Regarding the drainage structures, two box culverts with dimensions 3x300x300 cm² and 3x300x250 cm², and gutters with dimensions ranging from 100x80 cm² to 140x120 cm² were designed.

For a comprehensive study, it is crucial to examine the environmental impact and estimate the project costs. The environmental impact analysis aimed to identify potential damages caused by the project and recommend mitigation measures. Simultaneously, the cost estimate allowed us to quantify the total project cost at 11,889,219,657.00 FCFA excluding taxes, which corresponds to a cost of 2,377,843,931.00 FCFA per kilometer.

Keywords

- 1- Geometric Design
- 2- Pavement Structure
- 3- Hydraulic studies
- 4- Environmental impact
- 5- Road safety on the Northern Bypass

Liste des abréviations

AGEIM-IC : Agence d'Etude d'Ingénierie de Maitrise d'Ouvrage-Ingénieurs Conseils

BAEL : Béton Armé aux Etats Limites

BOAD : Banque Ouest Africaine de Développement

BV : Bassin Versant

CAM : Coefficient d'Agressivité Moyen

CBR : California Bearing Ratio

CEBTP : Centre Expérimental de Recherche et d'Etude du Bâtiment et Travaux Publics

CIEH : Comité Interafricain d'Etude Hydraulique

CPA : Ciment Portland Artificiel

BB : Béton Bitumineux

GB : Grave Bitume

GL : Graveleux Latéritique

HA : Haute Adhérence

ICTAVRU : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides

IP : Indice de Plasticité

LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussée

ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer

PK : Point Kilométrique

Sommaire

Dédicaces.....	i
Remerciements	ii
Résumé.....	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations	v
Sommaire	vi
Liste des tableaux	vii
Liste des figures.....	viii
Introduction	1
CHAPITRE I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET	2
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	2
I.2. Présentation du projet.....	5
CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE CONCEPTION	8
II.1. Etudes topographiques.....	8
II.2. Etudes géotechniques.....	8
II.3. Conception géométrique de la route	9
II.4. Ouvrages hydrauliques	10
II.5. Assainissement routier.....	10
CHAPITRE III. ETUDES TECHNIQUES	12
III.1. Conception géométrique.....	12
III.2. Dimensionnement structural de la chaussée.....	20
III.3. Etude hydrologique, hydraulique et dimensionnement des ouvrages	28
CHAPITRE IV. SIGNALISATION ROUTIERE, ECLAIRAGE PUBLIC ET ETUDE FINANCIERE.	49
IV.1. Signalisations	49
IV.2. Eclairage public et équipement de sécurité routière.....	55
IV.3. Etude financière	57
CHAPITRE V : PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE.....	59
V.1. Cadre législatif et règlementaire.....	59
V.2. Impacts du projet de l'environnement	59
V.3. Mesures d'atténuations préconisées	60
Conclusion.....	62
Bibliographie	63
Annexes.....	I

Liste des tableaux

Tableau 1: Valeurs limites du tracé du plan.....	12
Tableau 2: Valeurs limites du tracé du profil en long.....	14
Tableau 3 : Différents paramètres des voies d'entrée et de sortie.	19
Tableau 4: Récapitulatif des différents paramètres de construction des ilots séparateurs.....	19
Tableau 5: Récapitulatif des calculs du trafic cumulé pendant la durée de vie de la route	22
Tableau 6: Classe de trafic en fonction du nombre cumulée de poids lourd (CEBTP).....	23
Tableau 7: Choix de matériaux et des épaisseurs de couches de chaussées.....	23
Tableau 8: Structure retenue pour l'étude	24
Tableau 9: Indice de Plasticité et indice CBR des graveleux latéritique.....	25
Tableau 10: Les valeurs des limites admissibles et calculées	26
Tableau 11: Les valeurs des limites admissibles et calculées.....	27
Tableau 12: Constitution du corps de chaussée.....	28
Tableau 13: Caractéristiques des formes des bassins BV1 et BV2	30
Tableau 14: Assemblage en série.....	33
Tableau 15: Débit des grands bassins.....	34
Tableau 16: Débit des bassins assemblés	34
Tableau 17: Classe du pont.....	41
Tableau 18: Valeurs de a_1	41
Tableau 19: Valeurs de v_0 en fonction de la classe du pont.....	42
Tableau 20: Coefficient de pondération B_c	43
Tableau 21: Coefficient de pondération B_t	44
Tableau 22: Sections d'armatures	47
Tableau 23: Différents panneaux de l'étude	51
Tableau 24: Devis estimatif.....	57

Liste des figures

Figure 1: Localisation de la zone d'étude	6
Figure 2: Profil en travers type.....	17
Figure 3: Terminologies d'un carrefour à sens giratoire.....	19
Figure 4: Terminologies d'un ilot séparateur de rayon de giration > 15m.....	20
Figure 5: Carrefour PK3+375	20
Figure 6: Carrefour 5+700.....	20
Figure 7: Vérification sur Alizé de la variante 2	26
Figure 8: Vérification sur Alizé de la variante 2	27
Figure 9: Différents bassins versants.....	29
Figure 10: Caractéristique du convoi Bc.....	42
Figure 11: Caractéristiques du convoi Bt.....	44
Figure 12 : Caractéristiques du convoi Br.....	44
Figure 13: Système de charge Mc 80	45
Figure 14: Système de charge Me 80	45
Figure 15: Système de charge Mc 120	46
Figure 16: Système de charge Me 120	46
Figure 17: Différents types de panneaux.....	50
Figure 18: Lignes continus de « STOP » et lignes discontinues de « CEDEZ LE PASSAGE »	53
Figure 19: Flèches de rabattement.....	53
Figure 20: Flèches de direction	54
Figure 21: Lignes de passage piéton	54
Figure 22: Passage cycliste	54
Figure 23: Les différentes lignes de chaussée	55

Introduction

Le Burkina Faso occupe une position stratégique en tant que carrefour du trafic international de transit, facilitant les échanges entre les pays de l'hinterland et les ports maritimes. Ouagadougou, capitale du pays, constitue un point de passage clé pour ce flux de transit, mais la croissance rapide de la ville a augmenté les défis liés à la congestion urbaine et à la sécurité routière, surtout aux intersections majeures. Pour remédier à ces problèmes, le gouvernement burkinabé, avec le soutien de la BOAD, a entrepris la construction et le bitumage du boulevard des Tansoba, reliant l'intersection avec la RN03 à l'échangeur du Nord (ROCADE Nord) à Ouagadougou dont l'étude technique a été confiée à AGEIM Ingénieurs-Conseils, le bureau où nous avons effectué le stage.

Pour approfondir notre compréhension des principes et des procédures impliqués dans cette étude, nous avons rédigé un mémoire intitulé « Études techniques détaillées des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon du boulevard des Tansoba, s'étendant de l'intersection avec la RN03 à l'échangeur du Nord (ROCADE Nord), du PK3+375 au PK8+375, au Burkina Faso ».

Cette présente étude vise à répondre à la question suivante : comment concevoir et dimensionner une infrastructure routière durable, sécurisée et adaptée aux besoins locaux, tout en optimisant les coûts et en minimisant l'impact environnemental ?

Elle aura pour objectif principale de proposer une étude technique détaillée des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon de la ROCADE Nord. Il s'agit spécifiquement de :

- Développer une conception géométrique pour la route ;
- Dimensionner correctement le corps de la chaussée ;
- Dimensionner les ouvrages d'assainissement nécessaires pour une gestion efficace des eaux pluviales ;
- Effectuer une analyse détaillée de la signalisation routière, de l'éclairage public et estimer les coûts associés à la réalisation du projet ;
- Réaliser une évaluation environnementale complète afin d'identifier et de réduire les impacts potentiels sur l'environnement local.

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

Ce présent chapitre sera consacré à la présentation de la structure d'accueil, ainsi que du projet faisant l'objet de notre étude.

I.1. Présentation de la structure d'accueil

Le stage de préparation de mémoire représente une étape essentielle pour les étudiants en master à l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE), visant à leur fournir une formation pratique de qualité. C'est dans ce cadre que Monsieur Tiraogo Hervé OUEDRAOGO, en tant que Directeur général de l'Agence d'Étude d'Ingénierie et de Maîtrise d'œuvre-Ingénieurs Conseils (AGEIM-IC), a gracieusement accepté notre demande de stage au sein de son bureau d'ingénieur. Ce stage s'est avéré être une expérience enrichissante, offrant un environnement propice à l'apprentissage grâce à la disponibilité des ingénieurs et du personnel de la structure. Les connaissances transmises ont été à la hauteur de la réputation du bureau d'ingénieur. Dans les lignes suivantes, nous aurons le plaisir de présenter plus en détail la structure AGEIM-IC, mettant en lumière les bénéfices tirés de cette opportunité de stage.

1. Historique

AGEIM-Ingénieurs Conseils est une agence spécialisée dans les études en ingénierie et la gestion de projets, établie en Janvier 2000 avec une approche multidisciplinaire. La société fonctionne en tant que SARL axée sur le développement économique et social, avec un capital social de 2 000 000 de francs CFA.

Son siège social 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

Tél. (226) 50 36 91 98 / 50 36 97 11 / Fax (226) 50 36 34 03

E-mail : ageim@fasonet.bf ou ageim@ageim-ic.com

Site web : www.ageim-ic.com

2. Domaines d'interventions

AGEIM Ingénieurs Conseils exerce dans les domaines des infrastructures de transport, des aménagements hydrauliques et environnementaux, ainsi que des bâtiments et ouvrages d'arts.

❖ **Infrastructures de transports**

Dans le domaine des infrastructures de transport, AGEIM-IC est impliqué dans les études, le contrôle et la surveillance des travaux :

- Des routes, voiries et réseaux divers,
- Des pistes rurales,
- De la réhabilitation d'infrastructures de transports,
- De topographie.

❖ **Aménagement hydraulique et environnement**

Pour atteindre un développement réel et durable, il est important de gérer efficacement les ressources en eau, voire de les maîtriser entièrement. Cette gestion implique l'établissement d'infrastructures fiables pour le stockage, le transport et l'utilisation rationnelle de l'eau. Dans cette perspective, AGEIM-IC a acquis une expertise lui permettant de contribuer à l'ensemble de ces processus en ce qui concerne :

- Les aménagements hydro-agricoles ;
- Les barrages ;
- L'environnement ;
- L'hydrologie et l'hydrogéologie

❖ **Bâtiments et ouvrages d'arts**

La réalisation et la conception de bâtiments publics et d'ouvrages d'art présentent une importance capitale pour la réalisation des objectifs pour lesquels ces infrastructures ont été conçues. Le bon fonctionnement et la durabilité de ces ouvrages dépendent en grande partie de leur conception, mais surtout de leur exécution. Cela implique la rigueur et la qualité avec lesquelles chaque élément de ces ouvrages est mis en œuvre.

AGEIM-IC s'engage à accompagner quotidiennement sa clientèle dans la réalisation de ses objectifs, en se focalisant sur tous les aspects liés à :

- Les structures métalliques ;

- Les bâtiments ;
- Les ouvrages d'arts ;
- La géotechnique ;
- L'expertise et la réhabilitation.

Son rayon d'action s'étend sur plusieurs nations africaines, notamment le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée Bissau, la Guinée Conakry, la Mauritanie, le Mali, le Niger, le Togo et le Tchad. AGEIM Ingénieurs Conseils est accréditée par des bailleurs de fonds et divers organismes de financement. Son équipe se compose de vingt et un (21) ingénieurs et une quarantaine (40) de techniciens supérieurs et topographes, qui participent à toutes les étapes de l'élaboration des projets.

3. Objectifs et missions

Les objectifs et les missions à entreprendre sont les suivants :

- Identification des projets à réaliser ;
- Reconnaissance des sites de projet ;
- Réalisation d'études préliminaires détaillées ;
- Conduite d'études techniques approfondies ;
- Élaboration des dossiers pour la consultation des entreprises ;
- Supervision et contrôle rigoureux des travaux ;
- Suivi et maintenance des ouvrages achevés ;
- Évaluation de l'impact environnemental des projets ;
- Aménagement forestier pour une gestion durable ;
- Gestion intégrée des ressources naturelles ;
- Réalisation d'études de diagnostics conjoints ;
- Élaboration des plans de développement et de gestion des territoires ;
- Recherche sur les énergies nouvelles et renouvelables ;
- Formation en entreprise ou inter-entreprises ;
- Organisation de séminaires ;
- Élaboration et mise en œuvre de programmes de formation ;
- Dispensation de formations théoriques et pratiques.

4. Organigramme

L'organigramme de AGEIM-Ingénieurs Conseils est composé des divisions suivantes :

- ❖ Une Direction Générale, constituée du Directeur Général Adjoint, de l'Assistant de Direction et du Secrétariat ;
- ❖ Une Direction de la Communication et des Ressources Humaines ;
- ❖ Une Direction Administrative et Financière, comportant un Département administratif et un Département Financier et comptable ;
- ❖ Une Direction Technique, incluant un Département Infrastructures de Transport, un Département Aménagement Hydraulique, un Département Structure et Recherche, une Cellule Projet et une Cellule Topographique.

I.2. Présentation du projet

1. Contexte du projet

Le projet faisant l'objet de notre étude contribue au renforcement de l'infrastructure routière urbaine, un élément important pour l'économie à la fois au niveau local et national. Avec le soutien de la Banque Ouest Africaine de Développement (BOAD), le gouvernement du Burkina Faso entreprend la construction et le revêtement en bitume du boulevard des Tansoba à Ouagadougou, de l'intersection avec la RN03 à l'échangeur du Nord (Rocade Nord), afin de faciliter la mobilité des biens et des personnes.

2. Description du projet

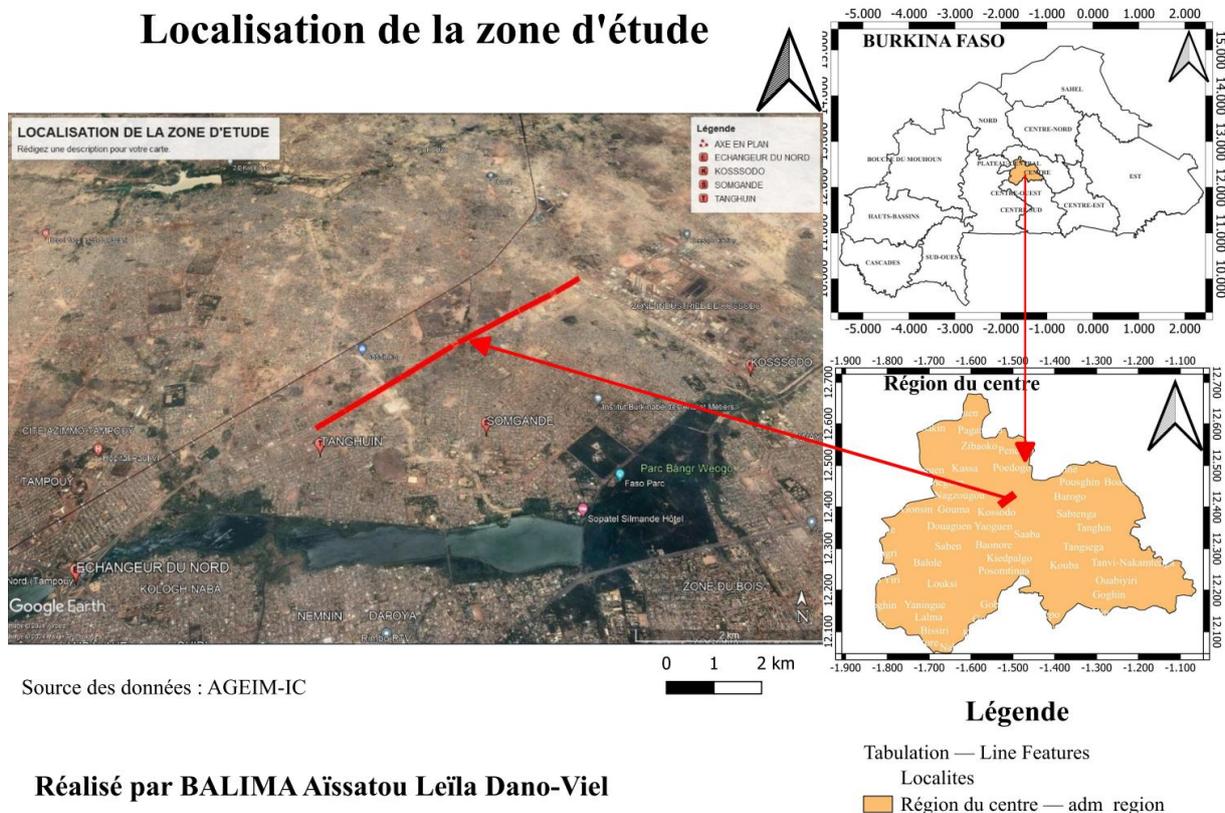
Le projet est situé dans la région Centre du Burkina Faso, plus précisément à Ouagadougou, dans la province du Kadiogo. Les différentes tâches sont regroupées en un (01) seul lot et consistent principalement en l'aménagement d'une route de 10,230 km, comprenant 2 x 2 voies avec un revêtement en béton bitumineux à module élevé (BBME) sur le boulevard des Tansoba. Par ailleurs, il implique la construction d'un passage supérieur à l'intersection avec la RN03, sur une distance de 77 m.

3. Localisation du projet

Le projet de bitumage du boulevard des Tansoba est implanté dans la ville de Ouagadougou, plus spécifiquement dans la zone de Kossodo, et traverse les quartiers Somgandé et Tanghuin en direction de l'échangeur du Nord.

Dans le cadre de notre étude, nous couvrons un axe s'étendant du PK3+375 au PK8+375, incluant deux carrefours à sens giratoire, le premier étant situé au PK3+375 et le second au PK5+700.

Localisation de la zone d'étude



Réalisé par **BALIMA Aïssatou Leïla Dano-Viel**

Figure 1: Localisation de la zone d'étude

4. Objectifs de l'étude

a. Objectif global du projet

L'objectif global du projet est de faire une étude technique détaillée des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon du boulevard Tansoba entre l'intersection avec la RN03 et l'échangeur du Nord à partir du PK 3+375 au PK 8+375.

b. Objectifs spécifiques

Dans le but d'atteindre notre objectif global, nous avons identifié les objectifs spécifiques suivants :

- Concevoir la configuration géométrique de la route et recommander des aménagements pertinents ;
- Dimensionner la structure de la chaussée ;

- Examiner l'hydrologie et l'hydraulique afin d'évaluer les dimensions appropriées des ouvrages hydrauliques ;
- Estimer les coûts financiers globaux du projet ;
- Évaluer les éventuels impacts environnementaux et sociaux.

5. Outils et logiciels

Pour le traitement des données, nous avons utilisé les outils informatiques suivants :

- AUTOCAD : pour le dessin et l'impression des plans.
- PISTE 5 : pour la conception longitudinale, transversale et plane.
- ALIZE LCPC : pour vérifier la structure de la chaussée.
- GLOBAL MAPPER : pour délimiter et caractériser les bassins versants et sous-bassins versants.
- HYFRAN Plus : pour déterminer les pluies maximales journalières décennales.
- GOOGLE EARTH : pour localiser le site.
- CYPE 2017 : pour dimensionner tous les dalots.
- MICROSOFT OFFICE (Word, Excel, PowerPoint, MS-Project) : pour les calculs, la rédaction du rapport et le traitement des données.
- ZOTERO : pour citer les documents utilisés.

À la conclusion de ce chapitre, il ressort que notre structure d'accueil AGEIM-IC est responsable de la réalisation des études, du contrôle et de la supervision des travaux. De plus le projet de construction et de bitumage de la ROCADE Nord est une initiative de l'État du Burkina Faso, soutenue par la BOAD. Ce projet s'inscrit dans le cadre du renforcement du réseau routier urbain de Ouagadougou.

CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

Ce chapitre, dédié à la méthodologie de conception, traitera des études topographiques et géotechniques essentielles pour la conception géométrique de notre route, ainsi que des études relatives à l'assainissement de cette dernière.

II.1. Etudes topographiques

Les données topographiques sont fournies sous forme de fond topographique au format DWG, utilisées pour élaborer la conception géométrique de la route avec le logiciel Piste. La zone du projet présente des ravins et des points bas dû aux cours d'eau. Le terrain est légèrement accidenté, sans dénivelés majeurs. Les limites de l'emprise sont définies par le plan de lotissement urbain, avec une emprise de **60 mètres de largeur**.

Le levé général matérialise le paysage et comprend tous les détails rencontrés sur le site et dans son voisinage immédiat tels que :

- Les lieux commerciaux ;
- Les arbres ;
- Les lampadaires et poteaux électriques à haute tension ;
- Les limites de constructions ;
- Les passages d'eaux ;
- Les chaussées existantes
- Etc...

II.2. Etudes géotechniques

Les études géotechniques présentent une importance cruciale dans notre étude, car elles analysent en détail la composition et la stabilité du sol. Leur objectif principal est d'évaluer la capacité du sol à supporter les structures nécessaires. À partir des données collectées, notamment le CBR (California Bearing Ratio) obtenu à partir des essais sur la plateforme et les matériaux d'emprunt du projet, ainsi que l'analyse du trafic réalisée par la structure AGEIM-IC pour déterminer le niveau de trafic prévu sur la route, ces informations nous permettront ensuite de calculer avec précision les épaisseurs spécifiques de chaque couche de la chaussée, conformément aux normes du CEBTP adaptées aux conditions tropicales.

Ce processus nous guidera dans le choix de la variante optimale pour notre étude. Ensuite, nous utiliserons le logiciel Alize-LCPC pour vérifier et valider la conception proposée, en

garantissant que toutes les spécifications et dimensions des couches de la chaussée sont correctement ajustées pour assurer sa durabilité et sa sécurité à long terme.

II.3. Conception géométrique de la route

1. Norme

Plusieurs normes régissent la conception des routes selon leur catégorie. Au Burkina Faso, la réglementation comprend trois instructions :

- La norme I.C.T.A.A.L : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison, applicable aux autoroutes interurbaines ;
- La norme ARP : Aménagement des Routes Principales, utilisée pour les autoroutes à une seule chaussée, les routes interurbaines et les artères principales entre les villes ;
- La norme I.C.T.A.V.R.U : Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines, destinée aux routes et autoroutes urbaines.

Pour notre projet, nous opterons pour la norme I.C.T.A.V.R.U, adaptée à notre route située dans une zone urbaine densément peuplée, principalement dédiée aux déplacements locaux et aux échanges.

2. Choix du type de route

Nous identifions principalement deux types de voies :

- ✓ Les voies typiques autoroutières (type A) ;
- ✓ Les voies typiques non autoroutières (type U).[1]

Notre projet adopte la voie de type « U », laquelle se subdivise en deux catégories principales en fonction de la vitesse de référence [1]: les « U 80 » et les « U 60 », avec des vitesses respectives de 80 km/h et 60 km/h. En raison de son emplacement en milieu urbain, nous avons défini une vitesse de référence de 60 km/h, ce qui nous oriente vers une conception routière de type **U60**.

3. Conception géométrique

La conception géométrique d'une route s'appuie sur trois éléments essentiels :

- Le tracé en plan représente une vue de dessus de la route délimitant la zone d'influence de notre projet ;
- Le profil en long représente une coupe longitudinale de la route ;
- Le profil en travers représente une vue transversale du projet.

Ces éléments revêtent une importance capitale dans la conception d'une route sécurisée et fonctionnelle. Pour élaborer ces différents plans, nous utiliserons le logiciel Piste.

II.4. Ouvrages hydrauliques

1. Délimitation des bassins versants

Un bassin versant désigne à la fois la zone délimitée par des crêtes topographiques et la surface où les précipitations sont interceptées, pouvant être drainées vers un exutoire par un réseau hydrographique. La délimitation des bassins versants fournit des données physiques essentielles telles que la superficie, le périmètre, la pente moyenne, ainsi que les altitudes minimales et maximales, permettant de mieux appréhender le cycle hydrologique.

2. Méthodes de calculs du dimensionnement

La quantification des débits est importante pour définir les sections hydrauliques de nos ouvrages. Diverses méthodes sont employées pour estimer les débits de crues, adaptées à la zone d'étude et aux caractéristiques physiques des bassins versants. Parmi ces méthodes, on peut citer :

- La méthode de l'ORSTOM ;
- La méthode CIEH ;
- La méthode CAQUOT ;
- La méthode de BOUVIER.

Pour notre projet, nous optons pour les approches suivantes :

- La méthode ORSTOM et CIEH pour déterminer le débit des bassins versants dont la superficie dépasse 4 km²,
- La méthode de Caquot est utilisée pour les bassins versants dont la superficie est inférieure à 4 km².

II.5. Assainissement routier

L'objectif du processus d'assainissement routier est de garantir la durabilité de la route en la protégeant contre les effets néfastes de l'eau. Cela implique la mise en place d'un réseau d'assainissement pour recueillir et évacuer les eaux de surface ou internes vers un point d'évacuation en dehors de la zone routière. Les ouvrages d'assainissement comprennent divers éléments hydrauliques tels que des buses, des dalots et des radiers, qui rétablissent les flux d'eau à travers la route, ainsi que des dispositifs de drainage tels que des fossés de crête, des

caniveaux et des bourrelets, pour évacuer l'eau de la chaussée. Le processus d'assainissement routier se divise en deux étapes principales :

- ✓ **Une étude hydrologique** fournit des informations concernant les débits et les propriétés des cours d'eau constituent les fondements du dimensionnement hydraulique des infrastructures ;

- ✓ **Une étude hydraulique** utilise les résultats de l'étude hydrologique pour dimensionner correctement les ouvrages.

À la fin de ce chapitre, il apparaît que la route est complexe, impliquant des aspects géométriques et structuraux. Les chapitres suivants offriront des réponses à ces défis de conception et de dimensionnement conformes aux normes en vigueur.

CHAPITRE III. ETUDES TECHNIQUES

Ce chapitre se concentrera sur la conception géométrique de la route, le dimensionnement structural de la chaussée, et celui des ouvrages d'art. Il inclura l'étude hydrologique et hydraulique ainsi que le dimensionnement structurel des ouvrages conformément aux normes et règlements en vigueur.

III.1. Conception géométrique

Nous passerons en revue la conception géométrique proprement dite, englobant le tracé en plan, le profil en long et les profils en travers, tout en détaillant les normes à suivre, ainsi que l'aménagement des carrefours.

1. Caractéristiques géométriques

1.1. Tracé en plan

Le tracé en plan est une représentation de la vue de dessus de la route, formée d'une combinaison de courbes et de segments droits, parfois reliés par des transitions progressives. Son objectif est de définir le cheminement de la route tout en assurant sécurité et confort, et en s'intégrant harmonieusement au relief du terrain.

Il se conforme aux normes de conception de l'ICTAVRU pour la catégorie U60, en utilisant généralement les valeurs minimales de cette catégorie. Cependant, dans certaines zones présentant des conditions difficiles, il peut être nécessaire d'adopter des caractéristiques géométriques inférieures aux valeurs minimales de la catégorie. Le tableau 1 fournit les rayons recommandés pour ces situations.[1]

Tableau 1: Valeurs limites du tracé du plan

Catégorie	U60	U80
Rayon minimal R_m (m)	120	240
Rayon minimal non déversé R_{nd} (m)	200	400

NB:

- R_m : C'est le rayon auquel le dévers maximal est atteint (7%).
- R_{nd} : C'est le rayon en dessous duquel la courbe doit nécessairement être inclinée vers l'intérieur du virage, tandis qu'au-dessus, la courbe est en profil en toile.

L'alternance entre les courbes et les segments droits permet aux conducteurs d'aborder les virages en toute sécurité. Pour cela, il est crucial de respecter les critères suivants :

- Éviter les longs segments droits à l'extrémité, dépassant 1 km, ainsi que les courbes dont le rayon est inférieur à 300 mètres, quelle que soit la catégorie de la route ;
- Éviter les courbes de rayon inférieur à 200 mètres au bas des longues descentes rapides et à l'extrémité des segments droits d'une longueur de 0,5 à 1 km ;
- Rechercher des rayons de courbure supérieurs au rayon recommandé à l'extrémité de très longs segments droits où un virage serait situé ;
- Éviter autant que possible les irrégularités de relief telles que les creux, les marécages et les collines ;
- Lorsque deux courbes de rayons R et R' se succèdent (éventuellement séparées par un segment droit), vérifier que la condition de progressivité des rayons est respectée, à savoir $0,67 < R/R' < 1,5$;
- Deux courbes de même concavité doivent être séparées par un segment droit d'au moins 200 mètres.

Après le tracé de notre axe en plan, nous constatons qu'il est constitué de **six segments droits** et **cinq courbes** en annexe 01.

1.2.Profil en long

Le profil en long offre une coupe longitudinale de la route le long de son axe, montrant les pentes et les dénivelés reliés par des transitions en forme de paraboles. Il est généralement corrélé avec le profil en long du terrain naturel.

La position de la ligne rouge du projet prend en considération plusieurs éléments, notamment :

- L'optimisation du déplacement des terres selon les zones d'extraction identifiées,
- Le placement des déblais dans les sections de terrain difficile pour éviter les volumes excessifs de remblais et les risques d'instabilité des talus,
- Le drainage efficace de la chaussée et de la plate-forme, notamment dans les zones humides et les bas-fonds, en laissant quelques points bas pour l'écoulement des eaux vers des exutoires naturels via des fossés en terre ou en béton
- Le respect des emplacements imposés pour les ouvrages d'art.

Les raccordements paraboliques sont utilisés aux changements de pente, avec des rayons de courbure choisis pour répondre aux normes de visibilité requises tout en minimisant les coûts de terrassement. Les détails de conception du profil en long sont répertoriés dans le tableau 2 récapitulatif [1]:

Tableau 2: Valeurs limites du tracé du profil en long

Catégories	U60	U80 & A80	A100
Déclivité moyenne π (%)	6	6	5
Rayon normal en angle saillant* (m)	2500	6000	10000
Rayon minimal en angle saillant (m)	1500	3000	6000
Rayon normal en angle rentrant (m)	1500	2000	3000
Rayon minimal en angle rentrant (m)	800	1000	1500

Source : ICTAVRU

NB :

- La déclivité fait référence à la pente ou à la rampe exprimée en pourcentage le long d'une section de route ;
- Un angle saillant est un angle dont la courbure est orientée vers le bas, tandis qu'un angle rentrant présente une courbure orientée vers le haut ;
- (*) indique une valeur recommandée minimale en l'absence de contraintes particulières.

Selon les normes de voirie routière, les profils longitudinaux et transversaux des routes doivent être conçus pour favoriser le drainage des eaux de pluie et l'assainissement de la chaussée. Bien qu'il n'existe généralement pas de valeur minimale fixe pour les déclivités, certaines directives sont recommandées : 0,5 à 1 % pour les zones sans dévers afin d'assurer l'écoulement des eaux de surface, 0,2 % pour les longues sections en déblai afin d'éviter des

creux excessifs pour le drainage des eaux de pluie, et une limite de remblai de plus de 30 cm dans les zones urbanisées. Dans notre projet, nous avons privilégié la construction en remblai plutôt qu'en déblai pour le profil en long, bien que cela soit inévitable dans certaines zones en raison de la topographie locale. Pour la conception, nous avons utilisé des rayons allant de 3 000 à 10 000 pour les angles saillants et de 1 000 à 5 000 pour les angles rentrants.

1.3. Coordination du tracé en plan et du profil en long

Le respect des bonnes conditions de visibilité et lisibilité claire de l'itinéraire pour les conducteurs nécessite une coordination efficace entre le tracé horizontal et le profil en long de la route. Cela consiste à :

- Créer une transition visuellement confortable tout en évitant les virages brusques ou les discontinuités dans le tracé. Il est important de synchroniser le début des virages du tracé horizontal avec les courbes du profil en long, en veillant à ce que le rayon de courbure vertical (**RVerticale**) soit supérieur à 6 fois le rayon de courbure horizontal (**Rhorizontal**) pour éviter les déflexions excessives.
- Éviter de commencer les virages (avec des rayons inférieurs à 300 m) à partir de points hauts du profil en long, ce qui pourrait altérer considérablement la perception du virage.
- Minimiser les intersections ou les accès résidentiels situés à proximité des virages dans le tracé horizontal et des zones à visibilité réduite.

Dans le cadre de notre projet cette coordination est observée au niveau du tracé combiné (superposition du tracé en plan et du profil en long) qui est représenté en annexe 03.

1.4. Profil en travers type

Le profil en travers représente une vue transversale du projet, décrivant les dimensions de ses éléments tels que la chaussée, les accotements, le terre plein central et les caniveaux. En général il est comparé au profil en travers du terrain naturel pour repérer les zones nécessitant les déplacements de terre, facilitant ainsi le calcul des remblais et déblais.

Le profil en travers standard de notre route est composé de 2 x 2 voies conformément aux exigences des Termes de Référence (TDR) du projet. La route sera construite sur une emprise de 60 m, conformément aux contraintes du plan de lotissement existant. La largeur standard d'une voie est de 3,50 m, mais peut être réduite à 3,00 m, surtout sur les voies de type **U60** et notamment aux intersections. Dans notre projet, nous maintenons la largeur des voies à 3,50

m. La piste cyclable a une largeur de 4 m, séparée de la chaussée par une bordure de séparation. Le trottoir, quant à lui, fait 2 m de large et est séparé de la piste cyclable par une bordure de type **T2+CS2**. Les deux chaussées sont séparées par un Terre-Plein Central (TPC). Les caniveaux ont été dimensionnés avec des dimensions variables. Concernant les épaisseurs des couches du corps de chaussée, nous avons respectivement 5 cm pour la couche de roulement, 20 cm pour la couche de base et 25 cm pour la couche de fondation.

Le profil en travers comprend les éléments suivants :

- **La chaussée** : est une surface, revêtue ou aménagée, qui constitue la voie principale sur laquelle circulent les véhicules. Sa largeur peut varier de 3 à 7 mètres ;
- **Le Terre-Plein Central (TPC)** : il s'agit d'une zone centrale séparant les voies de circulation, souvent présente sur les routes à double sens ;
- **Le trottoir** : situé le long des routes urbaines, il sert d'accotement pour les piétons, souvent pavé pour supporter un trafic piétonnier important et parfois équipé d'aménagements pour le stationnement des véhicules ;
- **La piste cyclable** : réservée exclusivement aux vélos à deux ou trois roues, cette voie offre un espace dédié à la circulation des cyclistes ;
- **La plateforme routière** englobe la surface de la route, comprenant les voies de circulation, les accotements, les terre-pleins et éventuellement les pistes cyclables ;
- **Les caniveaux** désignent des fossés généralement maçonnés, de forme trapézoïdale ou rectangulaire, souvent présents dans les zones urbaines et parfois dans les régions rurales où la pente du fond du fossé est prononcée ;
- **L'assiette** représente la surface réellement utilisée par la route et ses éléments adjacents, incluant la plateforme, les fossés, les talus ainsi que toute structure publique associée ;
- **L'emprise** fait référence à la surface de terrain légalement dédiée à la route et à ses éléments adjacents. Elle est au moins aussi grande que l'assiette, généralement de 30 mètres pour les routes et de 70 à 100 mètres pour les autoroutes. Dans notre projet, l'emprise s'étend sur 60 mètres.

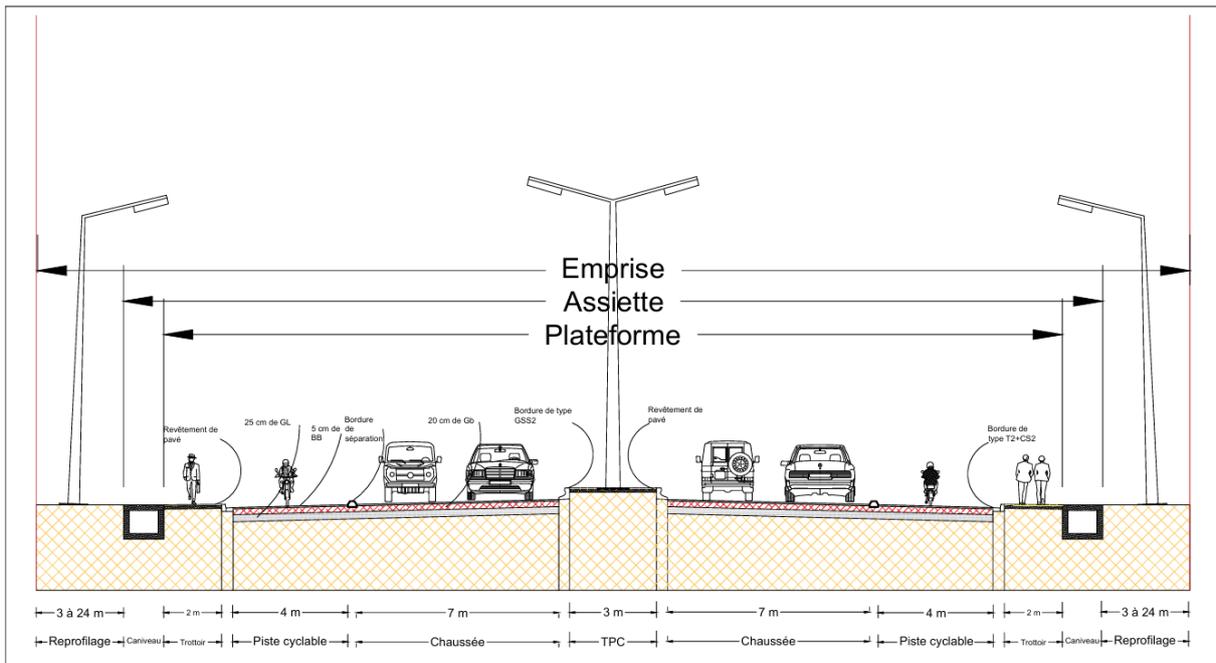


Figure 2: Profil en travers type

1.5. Profil en travers courant

Le profil en travers courant implique l'ajustement du profil standard de la route en fonction du relief naturel, soit en le suivant à des intervalles réguliers prédéfinis, soit en se basant sur des relevés topographiques existants. Il fournit des informations essentielles sur les travaux de terrassement requis à chaque emplacement, avec généralement trois types de profils : en déblais, en remblais et mixtes.

Dans notre projet, nous avons positionné 213 profils à des intervalles de 25 mètres, notamment aux points de tangence, ce qui revêt une importance cruciale pour l'implantation et la préparation des différentes couches de la route. Pour une meilleure compréhension, nous joindrons en annexe un profil en déblai, remblai et mixte.

2. Aménagement des carrefours

2.1. Généralités sur les carrefours

Un carrefour représente le point où deux ou plusieurs voies de circulation se croisent ou se rejoignent au même niveau. Chaque voie est désignée comme une branche, et l'efficacité des intersections est d'une importance capitale pour le bon fonctionnement du réseau routier. La classification des carrefours en différentes catégories, tout comme pour les routes, vise à assurer une clarté optimale pour les conducteurs. Globalement, deux principales catégories de carrefours se distinguent :

- ❖ Les carrefours dénivelés ou échangeurs, qui séparent et gèrent les échanges entre les routes en dehors des axes principaux pour réduire les conflits de circulation ;
- ❖ Les carrefours plans, regroupant les échanges entre les routes sur un même niveau, comprenant notamment les carrefours plans ordinaires et les carrefours à sens giratoire, plus communément appelés "ronds-points".

Le choix du type de carrefour dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- La sécurité ;
- Les coûts ;
- Les délais de trajet ;
- La cohérence globale des aménagements le long de l'axe routier.

Dans notre projet, nous envisageons d'installer deux (02) carrefours à sens giratoire.

2.2.Principes fondamentaux

Lors de la conception des carrefours, il est primordial de suivre des principes fondamentaux à chaque étape du processus, qu'il s'agisse de la conception générale ou géométrique. Ces principes englobent :

- La conformité avec le type de route et les comportements qu'il induit ;
- L'intégration du carrefour dans la continuité de l'itinéraire, en maintenant la cohérence des aménagements et en contribuant à la structure et à la segmentation de l'axe routier;
- La clarté de l'aménagement pour assurer une identification rapide et sans équivoque du fonctionnement du carrefour ;
- L'amélioration des conditions de sécurité pour tous les flux de trafic, y compris les flux moins importants ;
- L'optimisation de la fluidité pour les flux de trafic prioritaires ;
- La prise en considération des besoins des usagers spécifiques tels que les piétons, les cyclistes, les transports en commun et les véhicules exceptionnels.

2.3.Aménagement des principaux carrefours

Les carrefours sont configurés sous forme de giratoires régulés par des panneaux de cédez-le-passage. Des îlots directionnels sont positionnés sur les voies d'accès pour séparer les flux entrants et sortants du carrefour. En fonction de l'emprise de notre chaussée nous préconisons un rayon giratoire de 20 mètres, ces giratoires facilitent les manœuvres pour les véhicules

lourds et encouragent les conducteurs à réduire leur vitesse à l'approche et à l'intérieur du carrefour.

Dans le cadre de notre étude, deux de ces intersections sont prévues : l'une située au point kilométrique (PK) 3+375 de l'axe routier, comprenant quatre branches, et l'autre localisée au PK 5+700 avec trois branches. Ces intersections projetées sont conçues en respectant les critères spécifiés dans le document "Aménagement des Carrefours Interurbains - Carrefours plans" - Référence B 9836, notamment en ce qui concerne le rayon de courbure. Ces critères sont récapitulés dans le tableau 3 et 4 ci-dessous [2] et la figure 3, montre les terminologies d'un carrefour à sens giratoire :

Tableau 3 : Différents paramètres des voies d'entrée et de sortie.

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

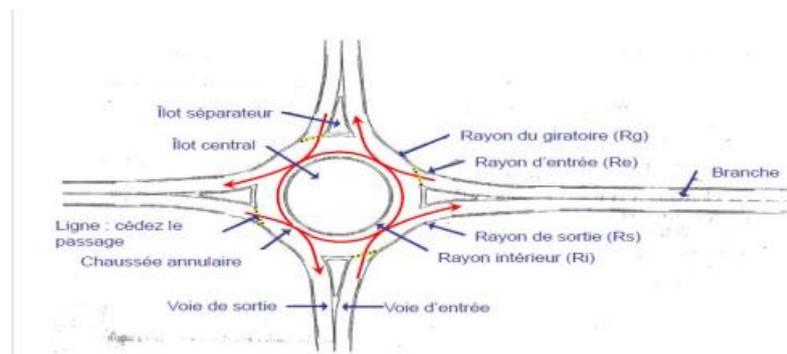


Figure 3: Terminologies d'un carrefour à sens giratoire

Tableau 4: Récapitulatif des différents paramètres de construction des îlots séparateurs.

	Notation	Paramétrage	Valeurs courantes (en m)			
Rayon giratoire	R_g		$R_g < 15$	$R_g = 15$	$R_g = 20$	$R_g = 25$
Hauteur du triangle de construction	H	$H = R_g$	12 à 15	15	20	25
Base du triangle de construction	B	$B = R_g / 4$	3 à 3,75	3,75	5,00	6,25
Départ de l'îlot sur l'axe	d	$d = (0,5 + R_g / 50) / 2$ ou 0	0	0,40	0,45	0,50
Rayon de raccordement des bordures	r	$r = R_g / 50$	0,25	0,30	0,40	0,50

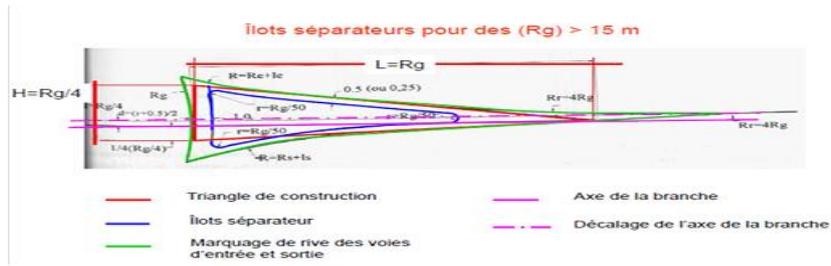


Figure 4: Terminologies d'un îlot séparateur de rayon de giration > 15m.

Les différents critères des carrefours cités dans les tableaux ci-dessous, nous ont permis de faire la conception de nos carrefours qui sont représentés en figure 5 et 6.

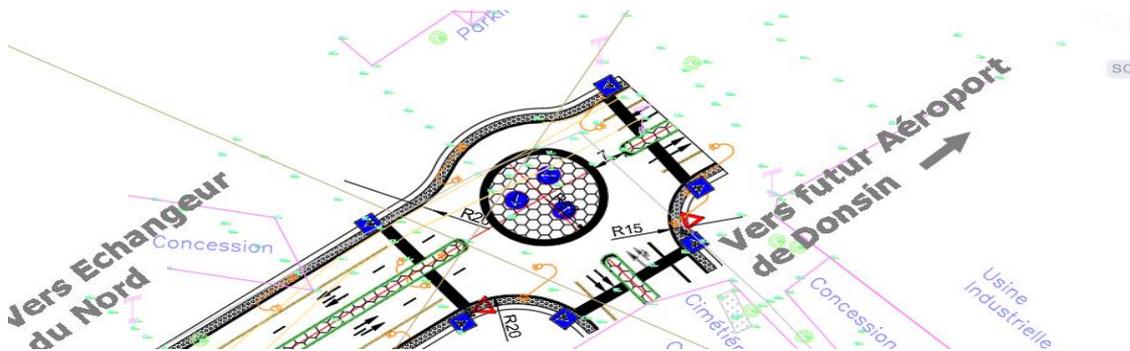


Figure 5: Carrefour PK3+375

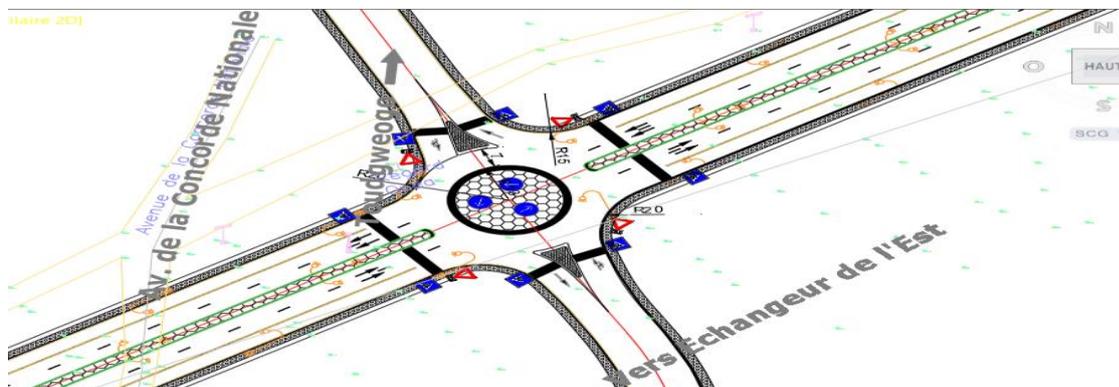


Figure 6: Carrefour 5+700

III.2. Dimensionnement structural de la chaussée

Le dimensionnement des chaussées, bien que semblable dans son principe à celui des autres structures de génie civil, poursuit l'objectif de définir une structure capable de supporter les charges générées par les véhicules tout en préservant l'intégrité du sol. Ainsi, dimensionner une chaussée revient à déterminer l'épaisseur des différentes couches la constituant, afin de lui permettre de faire face aux diverses sollicitations auxquelles elle sera soumise tout au long de

sa durée de vie. Il existe plusieurs méthodes de dimensionnement, mais pour ce projet, nous choisirons d'utiliser la méthode du CEBTP pour établir la configuration de la chaussée. Le résultat obtenu sera ensuite validé à l'aide de la méthode rationnelle en utilisant le logiciel Alizé LCPC.

1. Détermination de la classe de portance du sol

La portance d'un sol se réfère à sa capacité à supporter les charges, ce qui représente sa résistance à la rupture. Elle est également déterminée par le California Bearing Ratio (CBR), qui indique comment la portance du sol évolue sous l'effet des charges. Les essais CBR sont couramment utilisés pour évaluer cet indice, faisant partie intégrante des essais géotechniques. Les résultats des essais géotechniques réalisés par le LNBTP sur les sols de plateforme, ont permis d'identifier des classes de portance de plateformes variant de S2 à S4. Dans le cadre de notre projet et du fait que la chaussée est majoritairement en remblai nous considérerons une classe portante S4 pour notre plateforme de chaussée. Nous adopterons un CBR de 24 pour une plateforme très peu déformable pour la suite de l'étude.

2. Etude du trafic

1.1. Données du trafic

Les données relatives à l'étude du trafic proviennent du projet d'étude de faisabilité économique portant sur les travaux de construction et de revêtement bitumineux du boulevard des Tansoba à Ouagadougou, s'étendant de l'intersection avec la RN03 jusqu'à l'échangeur du Nord (ROCADE Nord). Ces études ont été menées en 2018 par AGEIM-IC, et voici les résultats obtenus :

- Trafic journalier PL dans les deux sens en 2018 : 1029 PL/jr/sens
- Taux de croissance géométrique des PL : 4,00%
- Date de mise en service : 2021
- Durée de vie escomptée de la structure de chaussée : 15 ans
- Coefficient de répartition transversale pour 2 x 2 voies : 0,5 x 0,75[3]
- Coefficient d'agressivité moyen : 0,9

1.2. Estimation du trafic de dimensionnement

Pour déterminer les structures de chaussées, il est nécessaire de tenir compte du trafic total prévu sur la voie la plus fréquentée pendant toute la durée de vie de la chaussée. La formule utilisée pour estimer ce trafic reflète une croissance exponentielle typique des pays en développement, formulée comme suit :

$$t_n = t_1(1 + i)^{n'-1}$$

$$365 \sum_1^n t_n = 365 t_1 \frac{(1 + i)^n - 1}{i} [4]$$

Avec : t_n : trafic moyen journalier de l'année n ;

T_1 : trafic moyen journalier de la première année ;

n : nombre d'année (durée de vie) ;

$365 \sum_1^n t_n$: trafics cumulés pendant la durée de vie n.

Les détails du calcul du trafic cumulé sont présentés dans le tableau 05 :

Tableau 5: Récapitulatif des calculs du trafic cumulé pendant la durée de vie de la route

Désignation	Formule	Valeurs
Trafic moyen journalier annuel en 2018	-	1029
Taux d'accroissement géométrique (i)	-	4,00%
Durée de vie (n)	-	15
Coefficient de répartition Cr pour 2 x 2 voies	-	0,5 x 0,75
Trafic moyen journalier annuel en 2021	$t_{2018}(1 + i)^{n'-1}$	1112,9664
Trafic cumulé pendant la durée de vie (Tc)	$365 \times t_{2021} \times \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$	8,13E+06
Trafic cumulé pendant la durée de vie pour 2 x 2 voies	$Cr \times Tc$	3,05E+06

$n'=3$, écart d'année entre l'année de service et l'année de comptage

Le trafic cumulé équivalent NE représente le débit de circulation à prendre en compte lors du dimensionnement, exprimé en nombre total d'essieux équivalents à 13 tonnes sur la durée de vie spécifiée. Cependant, il est noté que les poids lourds circulant sur la route peuvent avoir une charge différente de cette norme. Par conséquent, l'application d'un coefficient d'équivalence est nécessaire pour ajuster cette variation entre le poids standard et la charge

effective des poids lourds utilisant la voie. Ce coefficient est appelé coefficient d'agressivité moyen (CAM), et pour notre projet, il est fixé à **0,9**.

$$NE = CAM \times t_n [4]$$

$$NE = 0,9 \times 3,05.10^6$$

$$NE = 2,75.10^6 PL$$

Tableau 6: Classe de trafic en fonction du nombre cumulé de poids lourds (CEBTP)

Classe du trafic	Nombre cumulé de poids lourds
T1	$NE < 5.10^5$
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 : CEBTP

A la vue de notre trafic en nombre cumulé de poids lourds ($NE = 2,75.10^6 PL$), la classe de trafic de notre route est **T3** car $1,5.10^6 < 2,75.10^6 < 4.10^6$.

1.3.Choix de la structure de dimensionnement de la chaussée dans le CEBTP

L'analyse du trafic indique qu'il appartient à la classe T3, tandis que la plateforme est catégorisée comme étant de classe S4. Selon le "Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux" publié par le CEBTP en 1984, le couple T3/S4 conduit aux variantes de structures de chaussée suivantes :

Tableau 7: Choix de matériaux et des épaisseurs de couches de chaussées

Couches	Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	Matériau	Épaisseur	Matériau	Épaisseur	Matériau	Épaisseur
Revêtement	Béton bitumineux	5 cm	Béton bitumineux	4 cm	Béton bitumineux	5 cm
Base	Concassé o/d	30 cm	Grave bitume	15 cm	Grave ciment	20 cm
Fondation	Concassée o/d		Graveleux naturel	15 cm	Grave latéritique	20 cm

Dans le domaine de la construction, le choix des matériaux joue un rôle important dans la réussite d'un projet. La disponibilité des matériaux comme le graveleux latéritique naturel présente des avantages en termes de coût et d'accessibilité par rapport à d'autres options. Cependant, des facteurs tels que les variations de température peuvent affecter différemment les matériaux de construction. Par exemple, le grave ciment peut être sujet à des problèmes de retrait en raison des différences de température tandis que le grave bitume voit son module décroître avec l'augmentation de la température.

De plus, les distributions spécifiques des matériaux concassés, telles que celles définies par "o/d", peuvent influencer la disponibilité et le coût des matériaux. Des distributions particulières peuvent nécessiter des commandes spéciales, ce qui peut affecter les délais de projet et les budgets.

En conclusion, la sélection du matériau approprié pour un projet doit tenir compte de divers facteurs tels que la performance sous contraintes climatiques, la disponibilité des matériaux et leur impact sur les coûts et les délais. Dans ce contexte, la variante 2 semble être le choix optimal pour la suite de l'étude, en tenant compte des considérations mentionnées.

Tableau 8: Structure retenue pour l'étude

Couches	Couche de roulement	de	Couche de base	Couche de	de
				de	de
Variante 2	Béton bitumineux 4 cm		Grave bitume 15 cm		Graveleux naturel 15 cm

1.4. Vérification de la structure de chaussée sur Alizé

Le logiciel ALIZE-LCPC est dédié à l'analyse des infrastructures routières, portuaires, logistiques et aéronautiques. Il propose des fonctionnalités étendues permettant à la fois la conception de nouvelles chaussées ainsi que pour l'amélioration de projets déjà réalisés.

a. Donnée d'entrée

Pour les différentes couches de la chaussée en graveleux latéritique, il est essentiel que les matériaux satisfassent des exigences spécifiques en termes d'Indice de Plasticité (IP) et d'indice CBR [4]. Les valeurs recommandées pour ces paramètres sont détaillées dans le tableau ci-dessous, conformément aux normes en vigueur.

Tableau 9: Indice de Plasticité et indice CBR des graveleux latéritique

	Couche de fondation	Couche de base
IP	≤ 30 pour les trafics T1-T2 ≤ 20 pour les trafics T3-T5	≤ 15
CBR à 95% de l'OPM	≥ 30	≥ 80

Source CEBTP

A l'IP et l'indice CBR s'ajoute la valeur du module du matériau. Pour les matériaux naturels, le module E est déterminé par les équations suivantes :

$$E = 50 \times \text{CBR (en bar)} \text{ ou } E = 5 \times \text{CBR (en MPa)} [4]$$

La valeur maximale recommandée pour le module de la grave latéritique crue est de $E_{GL1} = 200$ MPa pour la couche de fondation. [5]

Le modules E correspondant pour la plateforme :

$$E_{\text{Plateforme}} = 5 \times 24 \Rightarrow E_{\text{Plateforme}} = 120 \text{ MPa.}$$

Le modules E correspondant pour la couche de fondation :

$$E_{\text{Fondation}} = \text{Min} [2 \times E_{\text{Plateforme}} ; E_{GL1}] \Rightarrow E_{\text{Fondation}} = 200 \text{ MPa.}$$

Le logiciel Alizé fournit les valeurs du module de Young pour le béton bitumineux, le grave bitume et le grave ciment. Pour la détermination des modules de la grave bitume et du béton bitumineux, nous considèrerons la température équivalente préconisée par le guide de dimensionnement du CEBTP qui est de 30°C.

Le trafic des poids lourds est estimé à 3,05 millions de PL, avec un taux de croissance géométrique de 4% sur une période de service de la route de 15 ans.

b. Entrée de structure de chaussée proposée par le CEBTP sur Alizé

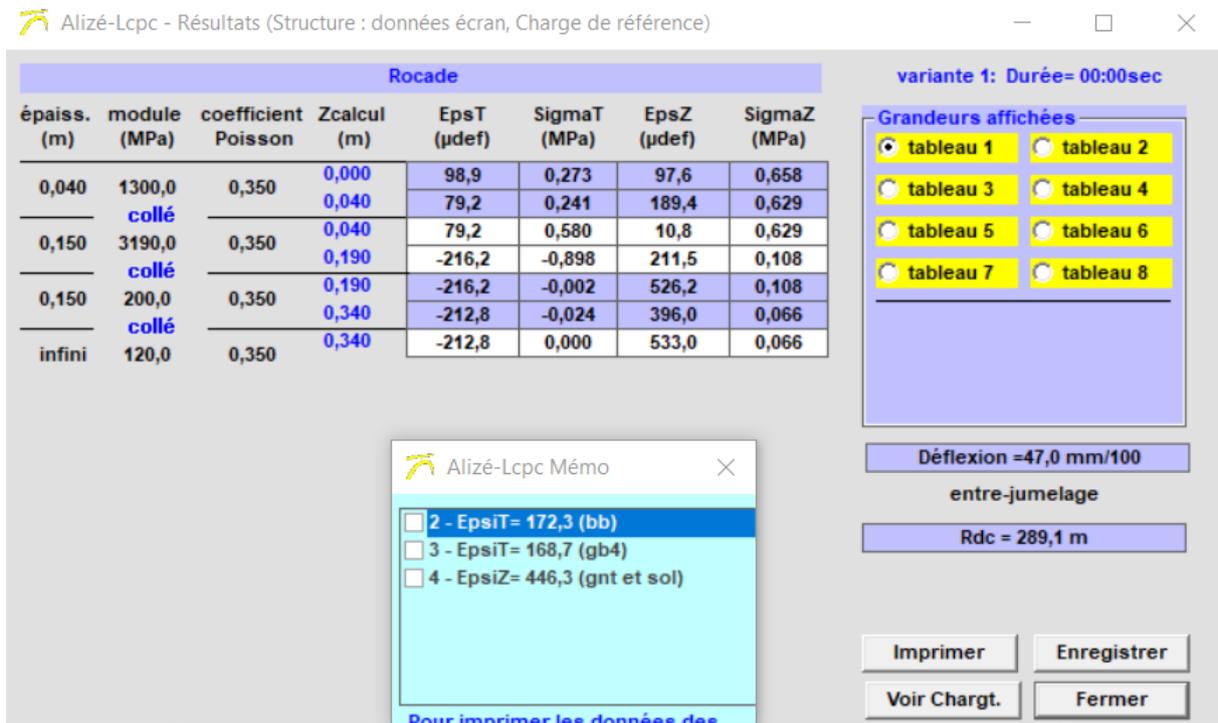


Figure 7: Vérification sur Alizé de la variante 2

Le tableau 10 présente les valeurs des limites admissibles et les valeurs calculées de nos différentes couches.

Tableau 10: Les valeurs des limites admissibles et calculées

Couches	Valeurs des limites admissibles	Valeurs calculées
	L'allongement ϵ_t	
Couche de revêtement (BB)	172,3 µdef	79,2 µdef
Couche de base (GB)	168,7 µdef	-216,2 µdef
	L'allongement ϵ_z	
Plateforme	446,3 µdef	533 µdef

L'allongement (ϵ_t) à la base des couches de graves bitumes dépasse la limite admissible, tandis que la déformation verticale (ϵ_z) à la surface des matériaux non traités excède également la valeur autorisée. Par conséquent, les conditions requises ne sont pas satisfaites.

c. Ajustement de la structure de chaussée

Pour s'assurer que les conditions nécessaires sont respectées, nous envisageons d'améliorer aux concassés le matériau de la couche de fondation et ajuster les épaisseurs de la couche de roulement et fondation.

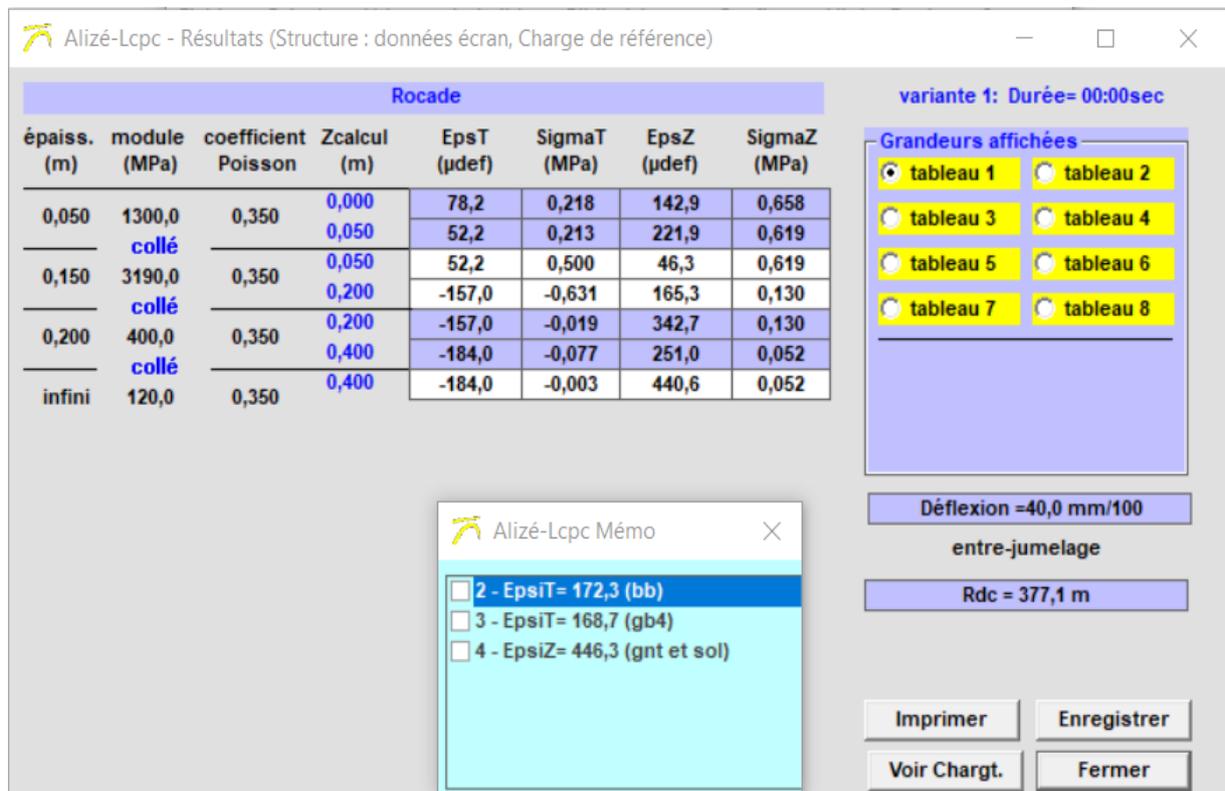


Figure 8: Vérification sur Alizé de la variante 2

Le tableau 11 présente les valeurs des limites admissibles et les valeurs calculées de nos différentes couches.

Tableau 11: Les valeurs des limites admissibles et calculées

Couches	Valeurs des limites admissibles	Valeurs calculées
	L'allongement ϵ_t	
Couche de revêtement (BB)	172,3 µdef	52,2 µdef
Couche de base (GB)	168,7 µdef	-157 µdef
	L'allongement ϵ_z	
Plateforme	446,3 µdef	440,6 µdef

Les déformations tangentielles sont maintenues en dessous des limites admissibles, et la déformation verticale demeure également inférieure au seuil acceptable. Ainsi, nous concluons que les critères requis sont respectés. Pour cela, nous avons amélioré le module de la couche de fondation de 200 MPa à 400 MPa. En conséquence, nous recommandons d'améliorer la couche de fondation aux concassés et d'ajouter une couche d'imprégnation entre la plateforme et la couche de fondation.

Voici la configuration finale de notre structure de chaussée, comme présentée dans le tableau 12 ci-dessous.

Tableau 12: Constitution du corps de chaussée

Variante	Couche de roulement	Couche de base	Couche de fondation
2	Béton bitumineux 5 cm	Grave bitume 15 cm	Graveleux latéritique concassé 20 cm

Pour résumer, la structure de la chaussée a été déterminée en utilisant la méthode CEBTP, avec l'évaluation de trois options initiales. En raison de contraintes budgétaires et du respect des critères de dimensionnement, la variante 2 a été retenue pour le projet. Toutes les options, y compris celle-ci, ont été évaluées à l'aide du logiciel ALIZE-LCPC. Initialement, les valeurs obtenues dépassaient les seuils admissibles, mais après amélioration du matériau de la couche de fondation et ajustement des épaisseurs de la couche de roulement et fondation, ces valeurs sont devenues inférieures aux seuils admissibles, entraînant des révisions d'épaisseur. De plus, notre tracé inclut des ouvrages de franchissement qui requièrent une attention particulière, comme c'est courant dans les projets de génie civil. Cette problématique sera examinée plus en détail dans la section suivante.

III.3. Etude hydrologique, hydraulique et dimensionnement des ouvrages

L'assainissement routier est essentiel pour garantir la longévité des routes en les protégeant des dégâts potentiels dus à l'eau. Cette section se penchera sur la détermination des quantités d'eau à évacuer à travers nos ouvrages d'assainissement, ainsi que sur la conception appropriée des sections hydrauliques pour ces dispositifs.

1. Etats des lieux et détermination des bassins versants

1.1. Etats des lieux

Au cours de la visite terrain du 21 février 2024, nous avons repéré deux (02) ouvrages transversaux aux emplacements suivants : PK 3+625 et PK 7+225 de notre tronçon, ainsi que des ouvrages longitudinaux positionnés de part et d'autre de la route.

1.2. Détermination des bassins versants

L'utilisation des logiciels SIG Google Earth et Global Mapper dans un système d'information géographique (SIG) a permis de délimiter les bassins versants, aboutissant à l'identification de deux (02) bassins versants et de douze (12) sous-bassins, comme présenté dans la figure.

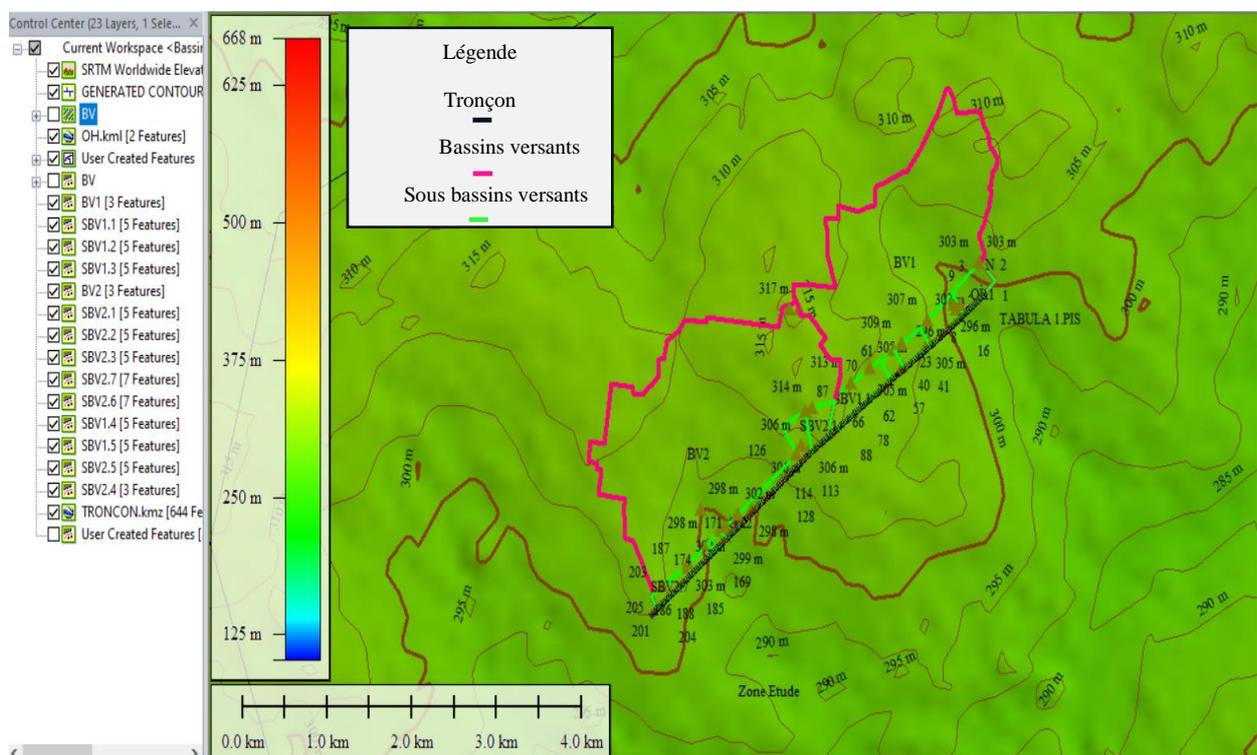


Figure 9: Différents bassins versants

Les caractéristiques principales des bassins versants (BV) incluent leur superficie, leur contour, leur pente moyenne et leur trajectoire hydraulique. Ces données sont extraites du logiciel GLOBAL MAPPER et récapitulées en annexe. Les paramètres géométriques tels que l'indice de compacité, la longueur du rectangle équivalent, la densité de drainage et l'indice global de pente sont calculés uniquement pour les BV dont la superficie dépasse 4 km², soit les BV1 et BV2 dans notre cas.

Pour le calcul de l'indice global de pente selon la formule :

$$I_g = \frac{D}{Leq} \text{ Avec } D = Z_{5\%} - Z_{95\%} \text{ et } Leq \text{ la longueur du rectangle équivalent [6]}$$

Les altitudes $Z_{5\%}$ et $Z_{95\%}$ désignent respectivement les hauteurs supérieures à une valeur donnée, représentant 5% et 95% de la surface du BV. Ces valeurs sont obtenues à partir de la courbe hypsométrique présentée en annexe 1. Les caractéristiques de forme des BV1 et BV2 sont consignées dans le tableau 13 ci-dessous.

Tableau 13: Caractéristiques des formes des bassins BV1 et BV2

Bassins	Indice de compacité $I_c = 0,282 \cdot P \cdot \sqrt{S}$	Longueur du rectangle équivalent $Leq = S^{0.5} \cdot \left(\frac{I_{comp}}{1,128}\right) \cdot \left(1 + \left(1 - \left(\frac{1,128}{I_{com}}\right)^2\right)^{0.5}\right)$	Indice globale de pente $I_g = D/Leq$
BV1	1,49	4.23	2.84
BV2	1,31	3.35	4

2. Etude hydrologique

L'objectif principal de l'étude hydrologique est de déterminer les débits maximums observés aux emplacements des ouvrages, essentiels pour les concevoir de manière appropriée.

2.1. La méthode ORSTOM et CIEH

Les méthodes ORSTOM et CIEH seront utilisés pour nos deux bassins versants BV1 et BV2.

La méthode ORSTOM

La méthode ORSTOM est utilisée pour estimer le débit de crue décennale associé au ruissellement, adaptée aux bassins dont la superficie varie de quelques dizaines d'hectares à plus de 1500 km². Le débit est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{10} = \frac{A \times P_{10} \times Kr_{10} \times \alpha_{10} \times S}{Tb_{10}} [6]$$

Avec : Q_{10} : Le débit maximal décennal (m³/s) ;

A : Le coefficient d'abattement ;

P_{10} : la précipitation décennale ponctuelle journalière (m) ;

Kr_{10} : le coefficient de ruissellement décennal ;

α_{10} : le coefficient de pointe décennal = 2.6 ;

S : la superficie du bassin versant (m²) ;

T_b : le temps de base (s).

Les valeurs de P₁₀ et P_{an} sont déterminées à partir des données de précipitations journalières maximales et moyennes annuelles, analysées par le logiciel HyfranPlus, avec des résultats de 87,4 mm et 792 mm respectivement.

- Le coefficient d'abattement A est un paramètre utilisé pour ajuster une hauteur de pluie ponctuelle en une hauteur moyenne estimée pour une zone pluviométrique considérée uniforme. Sa valeur est déterminée par la formule suivante :

$$A = 1 - \left[\left(\frac{161 - 0.042 \times P_{an}}{1000} \right) \times \log(S) \right] [6]$$

S : la superficie du bassin versant en km²

P_{an} : la hauteur moyenne de précipitation annuelle en mm.

- Le coefficient de ruissellement se fait par interpolation [6]

$$K_{r70} \text{ ou } K_{r100} = \frac{a}{s + b} + c$$

- Le temps de base T_b est défini comme la durée pendant laquelle le ruissellement rapide s'écoule du début à la fin. Pour les régions tropicales sèches, sa formule de calcul est la suivante [6]:

$$T_b = aS^{0,36} + b$$

La méthode CIEH

La méthode CIEH, élaborée par Puech et Chabi-Gonni, est une approche statistique qui utilise un schéma de régression multiple pour estimer le débit de pointe Q₁₀. Sa formule est la suivante [6] :

$$Q_{10} = a \times S^s \times P^{p_{an}} \times K_{r10}^k \times I^i g \times D^d d \dots$$

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

S est la surface du bassin (km²)

I_g est l'indice global de pente (m/km)

Pan est la pluie annuelle moyenne (mm)

Kr10 est le coefficient de ruissellement décennal (%)

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

Pour notre projet, nous utiliserons les équations 39, 40, 41, 42 et 44 pour calculer les débits nécessaires. Les détails complets des calculs pour les deux méthodes sont inclus en annexe.

2.2.La méthode Caquot

Le modèle de Caquot est appliqué pour dimensionner les bassins versants urbains de moins de 4 km². Il représente une évolution de la méthode rationnelle en tenant compte du stockage temporaire de l'eau dans le réseau et de la dépendance du temps de concentration du bassin versant par rapport au débit et à la période de retour choisie. La formule de Caquot est la suivante [7] :

$$Q_p = k \frac{1}{u} \times C \frac{1}{v} \times I \frac{v}{u} \times A \frac{w}{u}$$

Avec :

$$k = \frac{a \times \mu^b}{6(\beta + \delta)}$$

$$u = 1 - bf$$

$$v = cb$$

$$w = 1 - \epsilon + db$$

$$\mu = 0,28M^{0,84}$$

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \text{ Avec } M > 0,8 ; \text{ pour } M \neq 2 \text{ on calcule } m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7b}$$

M : L'allongement du bassin versant ;

A : La surface en ha ;

L : Le chemin hydraulique ;

I : La pente hydraulique prise en valeur décimale.

Ces coefficients ont été ajustés à partir de données collectées dans des bassins versants expérimentaux en Occident (France, États-Unis) ainsi qu'en Afrique (Ouagadougou, Niamey et Abidjan).

Les valeurs proposées ici sont celles issues de Sighomnou, 1986 :

$$\beta + \delta = 1,4 ;$$

$$\varepsilon = 0,05 ;$$

$$c = 0,41 ;$$

$$d = 0,51 ;$$

$$f = 0,29 ;$$

Les coefficients de Montana utilisés correspondent à un temps de retour de 10 ans, avec les valeurs **a = 9,4** et **b = -0,5**.

Pour notre projet, les ouvrages longitudinaux ne sont pas conçus pour une période de retour de 10 ans mais pour une période de retour de 5 ans. Le calcul selon la méthode de Caquot sera ajusté avec un coefficient de 80% pour la période de retour de 5 ans[7].

La configuration de nos sous-bassins versants permet d'effectuer un montage en série, ce qui nous donne les formules suivantes dans le tableau 14 :

Tableau 14: Assemblage en série

Surface Aeq	Longueur hydraulique Leq	Coefficient de ruissellement Ceq	Pente Ieq	Coefficient d'allongement Meq	m
$\sum A_i$	$\sum L_i$	$\frac{\sum C_i \times A_i}{A_i}$	$\frac{(\sum L_i)^2}{\left(\sum \frac{L_i}{\sqrt{I_i}}\right)^2}$	$\frac{\sum L_i}{\sqrt{\sum A_i}}$	$\left(\frac{Meq}{2}\right)^{0,7b}$

Les débits obtenus sont consignés dans les tableaux 15 et 16 ci-dessous :

Tableau 15: Débit des grands bassins

Désignation	Débits m3/s
BV1	14,21
BV2	17,05

Tableau 16: Débit des bassins assemblés

Désignation		Assemblage	Qp (m ³ /s)
Série 1	SBV1.1	BV = SBV1.1	5,83
	SBV1.2	BVe _q = SBV1.1 + SBV1.2	4,45
	SBV1.3	BVe _q = SBV1.1 + SBV1.2 + SBV1.3	4,64
	SBV1.4	BVe _q = SBV1.1 + SBV1.2 + SBV1.3 + SBV1.4	5,46
Série 2	SBV1.5	BVe _q = SBV1.5	3,84
Série 3	SBV2.1	BV = SBV2.1	2,17
	SBV2.2	BVe _q = SBV2.1 + SBV2.2	2,68
	SBV2.3	BVe _q = SBV2.1 + SBV2.2 + SBV2.3	3,80
	SBV2.4	BVe _q = SBV2.1 + SBV2.2 + SBV2.3 + SBV2.4	3,71
Série 4	SBV2.7	BVe _q = SBV2.7	3,38
	SBV2.6	BVe _q = SBV2.7 + SBV2.6	3,22
	SBV2.5	BVe _q = SBV2.7 + SBV2.6 + SBV2.5	4,00

Cependant, la méthode de Caquot a ses limites qui sont :

- $0,25 < C < 0,80$;
- $0,0065 < I < 0,014$;
- $22 \text{ ha} < A < 1110 \text{ ha}$;

Une limite supérieure à 200 ha est plus raisonnable pour les bassins africains tout comme pour la France.

3. Etude hydraulique

L'étude hydraulique implique de déterminer les sections hydrauliques de nos ouvrages. Dans notre projet, nous avons à la fois des ouvrages transversaux et longitudinaux.

3.1. Dimensionnement des ouvrages transversaux

La sélection entre une buse et un dalot dépend du débit à évacuer. Pour des débits excédant 10 m³/s, les dalots sont préférés. Pour des débits inférieurs, le choix entre buses et dalots dépend de la zone d'étude et des caractéristiques spécifiques de la route. Étant donné que les débits calculés pour ce projet dépassent 10 m³/s, seuls les dalots seront utilisés. Une vitesse maximale de 3 m/s est choisie pour garantir l'auto-curage des dalots, prévenant ainsi l'accumulation de particules solides tout en maintenant la propreté du fond. Le calcul de la section hydraulique selon le principe recommandé par le BCEOM peut être brièvement décrit en utilisant les variables sans dimension Q* et H*. La profondeur d'eau en amont de la structure (H1) est déterminée en se basant sur les relations empiriques suivantes [8]:

$$Q^* = \frac{q}{A \times \sqrt{2gD}}$$

$$H1 = D \times H^*$$

Avec :

Q* : variable adimensionnelle

H* : variables adimensionnelle (lecture sur abaque ; figure 77 BCEOM)

A : section utile de l'ouvrage

q : débit cellulaire

D : hauteur de l'ouvrage

g : pesanteur

Remarque : Si la valeur de H1 ne correspond pas à la morphologie du site de l'ouvrage, il est impératif d'effectuer une nouvelle estimation préliminaire avant de continuer les calculs.

La détermination de la pente critique du radier de l'ouvrage (Ic) se fait à partir de nouvelles variables sans dimension Q* et I*, en utilisant les formules empiriques suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{(g \times B^5)^{0,5}}$$

$$Ic = \frac{I^* \times g}{K^2 \times B^{\frac{1}{3}}}$$

Avec :

Q^* : variable adimensionnelle

Ic^* : variables adimensionnelle (lecture sur abaque ; figure 82 BCEOM)

Ic : pente critique du radier

q : débit cellulaire

B : largeur de l'ouvrage

K : coefficient de rugosité = 67 (ouvrages en béton)

g : pesanteur

Nous déterminerons la vitesse réelle d'écoulement à partir de nouvelles variables adimensionnelles Q^* et V^* à l'aide des formules empiriques suivantes :

$$Q^* = \frac{q}{K \times Ic^{*\frac{1}{2}} \times B^{\frac{8}{3}}}$$

$$V = V^* \times K \times Ic^{*\frac{1}{2}} \times B^{\frac{2}{3}}$$

Avec :

Q^* : variable adimensionnelle

V^* : variables adimensionnelle (lecture sur abaque ; figure 84 BCEOM)

Ic : pente critique du radier

q : débit cellulaire

B : largeur de l'ouvrage

K : coefficient de rugosité = 67 (dalot en béton)

Le processus de dimensionnement hydraulique pour les deux bassins a abouti à des sections de variables adimensionnelle (lecture sur abaque ; figure 84 BCEOM)

Ic : pente critique du radier

q : débit cellulaire

B : largeur de l'ouvrage

K : coefficient de rugosité = 67 (dalot en béton)

Le processus de dimensionnement hydraulique pour les deux bassins a abouti à des sections de 3x3x3 au PK 3+625 et 3x3x2,5 au PK 7+225. Les calculs détaillés sont récapitulés en annexe 06.

3.2. Dimensionnement des ouvrages longitudinaux

Les ouvrages longitudinaux dans notre projet comprennent principalement des caniveaux conçus pour assainir la chaussée. Les calculs hydrauliques ont été effectués en utilisant la formule de **Manning-Strickler** pour des conditions d'écoulement uniforme. La pente de calcul a été fixée à 1 %, basée sur les données de Global Mapper et les ajustements locaux effectués, qui montrent que les pentes des bassins versants avoisinent cette valeur.

Le principe directeur est d'assurer que les vitesses dans les caniveaux dépassent la vitesse minimale de 1 m/s afin de prévenir l'accumulation de matières en suspension. Cependant, ces vitesses doivent également rester aussi basses que possible pour éviter toute érosion excessive, visant idéalement des vitesses inférieures à la vitesse érosive de 4,00 m/s.

La formule de Manning-Strickler est la suivante [9]:

$$Q_p = K_s \times S \times R_h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

- Q_p : Le débit de projet en m^3/s ;
- K_s : Coefficient de Strickler pris égal à 67 pour les caniveaux en béton ;
- $S = by$: La section d'écoulement en m^2 ;
- $R_h = S/P$: Le rayon hydraulique en m ;
- I : La pente du fond en valeur décimale ;
- $P = b + 2y$: Périmètre mouillé du caniveau (en m) ;
- y : Tirant d'eau (en m) ;
- b : Largeur au plafond (en m).

4. Dimensionnement structurale des ouvrages d'assainissements

Dans l'étude de tout projet de construction, il est primordial de considérer deux aspects essentiels : la sécurité et le coût. L'atteinte d'un dimensionnement optimal résulte de la prise en compte minutieuse de ces deux facteurs. En ce qui concerne le dimensionnement structural, cela implique la détermination des sections d'armatures requises pour établir les plans de ferrailage de chaque composant.

4.1. Normes et hypothèses de calculs

a. Normes

Les calculs seront faits selon les prescriptions des principaux documents suivants :

- Guide de conception des Ponts – cadres et Portiques (SETRA) ;
- Fascicule 62 (titre V), Règles techniques de conception et de calcul des fondations des ouvrages de Génie civil ;
- Fascicule n° 61 (Titre II), Conception, Calcul et épreuves des ouvrages d'art ;
- La norme NF EN 206-1 ;
- BAEL 91 modifié en 99.

b. Hypothèses de calculs

Les considérations de calcul portent principalement sur le béton, l'acier et le sol support. En ce qui concerne :

Béton

En raison d'un environnement alternant entre humidité et sécheresse, nos structures sont susceptibles de subir une corrosion par carbonatation. Conformément à la norme NF EN 206-1, la classe d'exposition de nos structures est XC4, exigeant une résistance minimale du béton de C25/30 avec l'utilisation du ciment CPA 45. Les caractéristiques présumées de notre béton sont les suivantes :

- ✓ Type de fissuration : fissuration préjudiciable ;
- ✓ Béton de classe B25 (avec une masse volumique de 25 kN/m³) dosé à 400 Kg/m³ pour les dalots et 350 Kg/m³ pour les caniveaux ;
- ✓ Le diamètre du plus gros des granulats est de 25 mm ;
- ✓ Résistance à la compression à 28 jours : $f_{c28} = 25$ MPa ;
- ✓ Résistance à la traction à 28 jours : $f_{t28} = 2,1$ MPa ;
- ✓ Le coefficient de sécurité $\gamma_b = 1,5$;
- ✓ La contrainte admissible à l'ELS $\sigma_{bc} = 0,6 f_{c28} = 15$ MPa.

Acier

L'acier choisi est de type HA (Haute Adhérence) avec une nuance FeE500, ce qui correspond à une limite d'élasticité de 500 MPa. Pour assurer une protection adéquate, un enrobage de 3 cm sera appliqué autour de l'acier.[10]

D'autres paramètres sont également définis :

- ✓ Coefficient de sécurité : $\gamma_s = 1,15$.
 - ✓ Coefficient d'adhérence : $\eta = 1,6$.
 - ✓ Contrainte limite des aciers à l'ELS : $\sigma_s = \left(\min \left(\frac{2}{3} f_e ; 100\sqrt{\eta} \cdot f_{t28} \right) \right) = 201,63 \text{ MPa}$.
- ✚ Sol support

Le sol support présente une résistance en traction à 28 jours évaluée à 201,63 MPa. Les dalots prévus, qui incluent des ouvertures simples ou multiples, sont avantageux sur le plan géotechnique par rapport aux ponts, car ils sont moins sensibles aux tassements de la fondation. Nous supposons que le sol est constitué de sable dense, avec un module pseudo-élastique E_{sol} de 150 MPa, pour nos analyses.[11]

Pour le remblai, les caractéristiques suivantes sont considérées :

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

4.2.Dimensionnement structural des ouvrages transversaux (dalots).

a. Pré- dimensionnement des dalots

Le prédimensionnement implique de déterminer les épaisseurs des divers éléments qui composent la structure considérée. Pour le dimensionnement, notre étude va porter sur un Dalot Cadre Fermé (DCF) de section de 3 x 300 x 300 cm².

- Epaisseur de la traverse supérieure ou tablier et du radier

Les épaisseurs du tablier (e_1) et du radier (e_2) sont déterminées par la même expression, comme illustré ci-dessous[11] :

$$e_1 = e_2 = \frac{L}{32} + 0.125$$

L : longueur d'une cellule.

Nous obtenons comme épaisseur du tablier et du radier 22 cm, mais de manière général e_1 doit être au minimum 0,3 m ($e_1 \geq 0,3 \text{ m}$). L'épaisseur adoptée pour e_1 et e_2 est de **25 cm**.

- Epaisseur des piédroits

L'épaisseur de chaque piédroit est prise égale à l'épaisseur du tablier. (Guide de conception pont cadres et portiques) ce qui donne $e_3 = e_4 = \mathbf{25 \text{ cm}}$.

➤ Longueur de mur de tête

Les murs de tête sont séparés du cadran fermé de notre dalot, ce qui les rend ouverts à un angle de 30° par rapport au cadran fermé.

b. Evaluation des charges appliquées sur les ouvrages

➤ Charges d'exploitations

Les charges fixes sont des charges stables dans le temps, englobant les poids propres des éléments structuraux et les poussées de tous les composants essentiels à maintenir la stabilité globale de la structure.

Afin de calculer la pression exercée par les sols sur les piédroits extérieurs, nous utilisons les résultats des tests géotechniques pour définir les propriétés des remblais techniques. En l'absence de données précises sur ces matériaux, nous assumons les caractéristiques suivantes:

- Masse volumique du sol : 20 kN/m³.
- Angle de frottement interne : $\varphi = 30^\circ$.
- Cohésion interne du matériau : $C = 0$ (considérée comme nulle dans les calculs pour garantir une marge de sécurité accrue).

➤ Charges routières

Avant de considérer l'application des charges routières, il est essentiel de définir la classe de notre ouvrage, déterminée par sa largeur roulable. Bien que notre projet soit structuré en 2 x 2 voies, seule une voie sera chargée, car il n'est pas possible de charger les deux voies simultanément.

- Détermination de la largeur roulable L_r et de la largeur chargeable L_c
 - ❖ La largeur roulable (L_r) est définie comme la distance entre les dispositifs de retenue ou les bordures. Pour notre ouvrage, la largeur roulable est de **7 m**.
 - ❖ La largeur chargeable (L_c) est obtenue à partir de la largeur roulable en soustrayant une bande de 0,50 m le long de chaque dispositif de retenue, le cas échéant. Ainsi, la largeur chargeable est égale à : **$L_c = L_r = 7 \text{ m}$** .
- La classe de l'ouvrage

Les ponts sont rangés en trois (03) classes suivant leur largeur roulable dans le tableau 17.

Tableau 17: Classe du pont

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

Source : Fascicule 61 titre II

Étant donné que la largeur roulable de nos dalots est de 7 m, nous pouvons conclure que nos ouvrages appartiennent à la **1^{ère} classe**.

Les charges routières applicables selon le Fascicule 61 titre II sont :

- Système de charge A(L)

Selon les prescriptions du titre 2 du fascicule 61, une charge uniformément répartie sera appliquée sur les chaussées des ouvrages. Les coefficients a_1 et a_2 , décrits dans ledit fascicule, ajusteront l'intensité de cette charge. La formule suivante détermine cette charge en fonction de la largeur chargée L[12] :

$$A(L) = \left(0,23 + \frac{36}{L + 12} \right) \times a_1 \times a_2$$

Avec A(L) en t/m²

Les coefficients a_1 et a_2 sont calculés en fonction de la classe du pont et du nombre de voies. La valeur de a_1 est répertoriée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18: Valeurs de a_1

Nombre de voies chargée		1	2	3	4	≥ 5
Classe du pont	1 ^{ère} classe	1	1	0,9	0,75	0,7
	2 ^{ème} classe	1	0,9	-	-	-
	3 ^{ème} classe	0,9	0,8	-	-	-

Quant au coefficient a_2 , elle est donnée par formule[12] :

$$a_2 = \frac{v_0}{v}$$

Avec v représentant la largeur d'une voie, qui est de 3,5 m dans notre cas, et les valeurs de v_0 indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19: Valeurs de v_0 en fonction de la classe du pont

Classe du pont	1 ^{ère} classe	3,5
	2 ^{ème} classe	3
	3 ^{ème} classe	2,75

Nos ouvrages étant de la 1^{ère} classe avec deux (02) voies chargées, il ressort que $a_1 = 1$ et $a_2 = 1$.

- Système de charge B

Le système B se décompose en trois sous-systèmes de camions, à savoir :

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

➤ Système de charge Bc

Le système de charge Bc implique un convoi pouvant inclure un à deux camions types par voie. En termes de répartition, il y a autant de files que de voies au maximum dans le sens transversal, tandis que dans le sens longitudinal, chaque file ne peut accueillir que deux camions au maximum.[12]

Les caractéristiques du convoi Bc sont présentées dans la figure ci-dessous, en notant que les charges sont données par essieu :

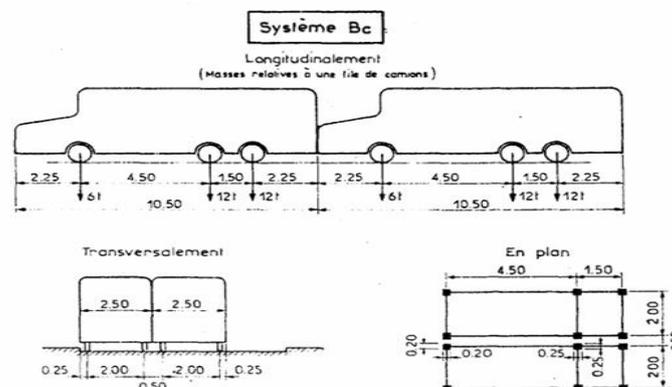


Figure 10: Caractéristique du convoi Bc

Les valeurs du système Bc sont ajustées par un coefficient de majoration dynamique δ et un facteur bc, dont la détermination dépend du nombre de files de camions et de la classe de l'ouvrage.

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 L} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G}{S}} [12]$$

Avec :

- L représentant la portée de la travée considérée ;
- G désignant le poids total de l'ouvrage dans cette travée ;
- S indiquant le poids total le plus élevé des essieux du système pouvant être placé sur le tablier de cette travée.

Les valeurs de bc sont consignées dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20: Coefficient de pondération Bc

Nombre de voies chargée		1	2	3	4	≥ 5
Classe du pont	1ère classe	1,2	1,1	0,95	0,8	0,7
	2ème classe	1	1	-	-	-
	3ème classe	1	0,8	-	-	-

Source : Fascicule 61 titre II.

La valeur du coefficient pris en compte est égale à **1,1**.

➤ **Système de charge Bt**

Il s'agit d'un tandem constitué de deux essieux de 16 tonnes chacun. Selon les directives du titre II du fascicule 61, nous pouvons avoir au maximum deux tandems, soit un tandem par voie. Les spécificités du convoi Bt sont présentées dans la figure ci-dessous, en indiquant que les charges sont par essieu.

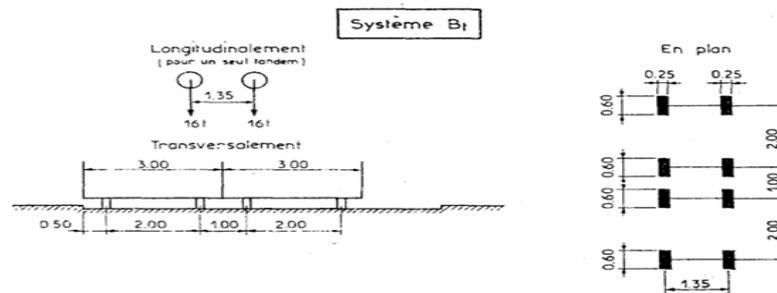


Figure 11: Caractéristiques du convoi Bt

De la même manière que pour le système Bc, les charges du système Bt sont affectées par un coefficient de pondération et un coefficient de majoration dynamique δ , appliqués de la même manière que précédemment.

Tableau 21: Coefficient de pondération Bt

Classe d'un pont	Première	Deuxième
Coefficient	1,00	0,90

Source : Fascicule 61 titre II

Le DCF de notre projet étant de la première classe, nous obtenons $bt=1$.

➤ Système de charge Br

Dans ce système, une roue isolée de 10 tonnes peut être placée à tout endroit du tablier. Contrairement aux charges précédentes, cette surcharge n'est pas affectée par un coefficient de pondération, mais elle est soumise à un coefficient de majoration dynamique, appliqué selon les mêmes principes.

Les caractéristiques du convoi Br sont présentées dans la figure ci-dessous.

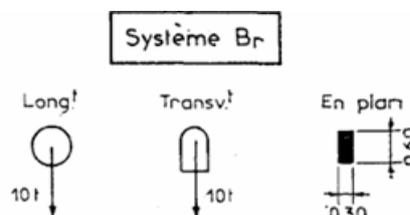


Figure 12 : Caractéristiques du convoi Br

- Système de charge M

Le système de charge M est constitué de quatre sous-systèmes de camions, à savoir :

➤ Système Mc80

Le système Mc80, qui est composé d'un char militaire de 72 tonnes réparties sur deux chenilles, supportant chacune 36 tonnes sur toute la largeur de la chaussée. Les caractéristiques du convoi sont présentées dans la figure ci-dessous

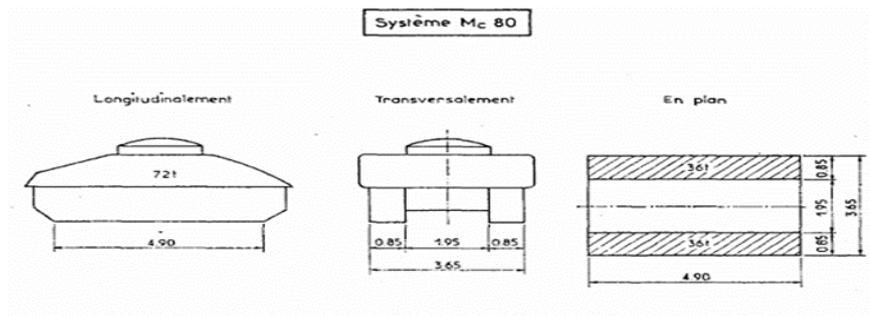


Figure 13: Système de charge Mc 80

➤ Système de charge Me 80

C'est un système comportant deux essieux portant chacun 22 tonnes assimilable à un rouleau de 44 tonnes sur toute la largeur de la chaussée. Les caractéristiques du convoi Me 80 sont présentées dans la figure ci-dessous.

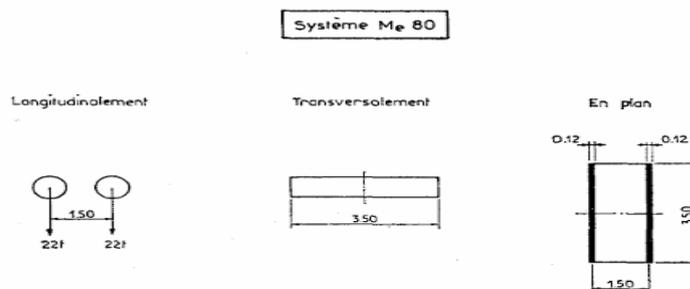


Figure 14: Système de charge Me 80

➤ Système Mc 120

Le système Mc 120 se compose d'un char militaire de 110 tonnes réparties sur deux chenilles, supportant chacune 55 tonnes, et capable de circuler sur toute la largeur de la chaussée. Les caractéristiques du convoi Mc 120 sont illustrées dans la figure ci-dessous.

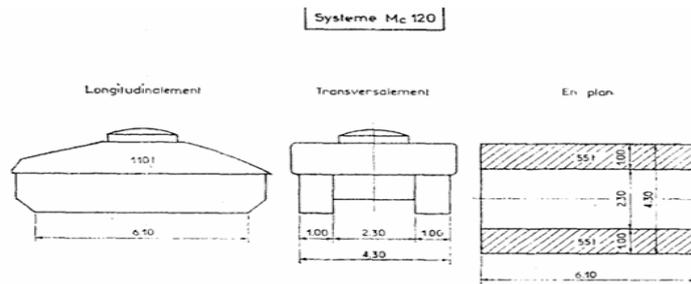


Figure 15: Système de charge Mc 120

➤ Système Me 120

Il s'agit d'un système comprenant deux essieux, chacun supportant 33 tonnes, équivalent à un rouleau de 66 tonnes pouvant être placé sur toute la largeur de la chaussée. Les caractéristiques du convoi Me120 sont illustrées dans la figure ci-dessous.

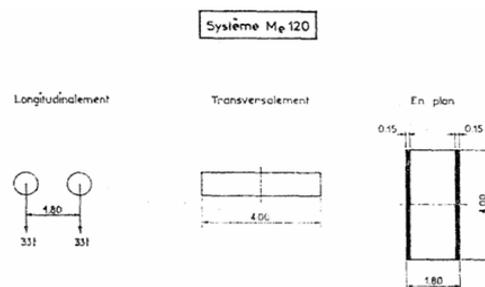


Figure 16: Système de charge Me 120

c. Déterminations des sections d'armatures à l'aide du Logiciel

Le logiciel CYPE (module Ponts cadres PICF) est utilisé pour le dimensionnement des ponts-cadre selon les normes françaises ou une réglementation générale des états-limites, adaptée aussi bien aux préfabriquations qu'aux constructions sur site. Il prend en charge les dalots simples ou multiples et traite les cas courants des ponts-cadre droits ou biais. La méthode de calcul utilisée est basée sur des éléments finis triangulaires de type lamelle épaisse tridimensionnelle, intégrant la résistance à l'effort tranchant. Chaque élément est défini par 6 nœuds aux sommets et au centre de chaque côté, avec 6 degrés de liberté par nœud.

Concernant les charges, le logiciel considère le poids propre de la structure et des murs de tête, ainsi que les charges dues aux accessoires et surcharges, incluant :

- Les charges en bande pour simuler les surcharges des accessoires et de la circulation routière ;

- Les convois de charge pour modéliser les charges véhiculées selon les règlements en vigueur.

Les résultats comprennent une étude complète de la stabilité, englobant l'analyse du glissement, du renversement et du poinçonnement, ainsi que la proposition de plans d'exécution détaillés suite à la détermination de la section théorique des armatures. Les plans sont représentés en annexe 08.

Dans le cadre de l'élaboration de la note de calcul dans le logiciel CYPE, nous avons considéré le convoi de charges BT qui s'avère être le convoi de charge prépondérant pour des ouvrages ayant la même gamme de portée que l'ouvrage faisant l'objet de notre étude.

4.3. Dimensionnement des ouvrages longitudinaux (caniveaux)

Plusieurs sections de caniveaux ont été obtenues suite à l'étude, nous avons opté dans le cadre de notre étude de dimensionner le caniveau de section 140 x 120 cm². Les détails de calcul des sections d'armature sont présentés en annexe 09 et récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 22: Sections d'armatures

Désignation	Face	Types	Choix des aciers	Espacement (cm)
Dalette	Double nappe	Principaux	HA12	10
		Répartition	HA10	10
Piédroit	Contre terre	Verticale	HA12	10
		Horizontale	HA8	10
	Libre	Verticale	HA8	10
		Horizontale	HA8	10
Radier	Double nappe	Principaux	HA12	15
		Répartition	HA8	10

Au terme de ce chapitre, il est conclu que notre route est de type U60. Le plan combiné, intégrant le tracé en plan et le profil en long, est présenté en annexe. De plus, nous avons prévu l'aménagement de deux carrefours équipés de giratoires : le premier avec trois branches et le second avec quatre. Notre analyse dimensionnelle indique que la route supporte un trafic de classe T3. Sa structure comprend une couche de roulement en béton bitumineux de 5 cm, une couche de base en grave bitume de 15 cm et une couche de fondation en graveleux

latéritique concassé de 20 cm. Les études hydrologiques ont joué un rôle déterminant dans la conception hydraulique et structurelle des ouvrages. Les débits de projet obtenus ont guidé nos calculs structurels, visant à optimiser la sécurité et la durabilité de l'ouvrage.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons les aspects liés à la signalisation, à la sécurité routière et au coût de réalisation.

CHAPITRE IV. SIGNALISATION ROUTIERE, ECLAIRAGE PUBLIC ET ETUDE FINANCIERE.

Après avoir évalué la configuration de la route, analysé la structure de sa chaussée et conçu divers ouvrages pour prévenir les risques d'inondation, il est essentiel d'améliorer la sécurité le long de cette route. Ce chapitre dédié à la signalisation et aux équipements permettra de présenter les diverses mesures envisagées pour assurer la sécurité des usagers.

IV.1. Signalisations

Les dispositifs de signalisation routière jouent un rôle essentiel dans la réduction des accidents et la fluidification du trafic. Ils se divisent principalement en deux catégories :

- La signalisation verticale, qui comprend principalement des panneaux ;
- La signalisation horizontale, représentée par des marquages peints sur la chaussée.

Ces éléments doivent être uniformes, homogènes, simples et continus afin de ne pas surcharger l'attention des usagers avec une surabondance de signaux. Leurs objectifs principaux sont les suivants : [13]

- Améliorer la sécurité routière ;
- Faciliter la circulation ;
- Indiquer ou rappeler diverses règles de circulation ;
- Fournir des informations concernant l'utilisation de la route.

1. Signalisation verticale

La signalisation routière utilise des panneaux pour transmettre des messages visuels à travers leur emplacement, leur type, leur couleur et leur forme. Cette forme de signalisation remplit trois missions principales : [13]

- Avertir des dangers à l'aide de panneaux triangulaires ;
- Indiquer une interdiction ou une obligation à l'aide de panneaux ronds ;
- Fournir des indications ou des informations tout au long du trajet.

Les différents types de panneaux sont regroupés dans la figure ci-dessous selon leur forme et leur signification.

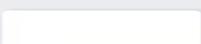
FORME	COULEUR	ANNONCÉ À	SIGNIFIE
	Rouge et blanc	50 m en agglomération, 150 m en dehors	Danger
	Rouge et blanc	À l'endroit	Ordre, interdiction ou prescription
	Bleu foncé et blanc	À l'endroit	Obligation
	Bleu foncé et blanc	À l'endroit ou avant en fonction des besoins	Indication
	Blanc	À l'endroit	Localisation
	Vert ou bleu	À l'endroit où il faut changer de direction	Direction

Figure 17: Différents types de panneaux

❖ Panneaux de danger

Les panneaux triangulaires sont employés pour avertir des dangers. En milieu urbain, ces panneaux sont installés à 50 mètres avant le danger, alors que sur les routes hors agglomération, ils sont positionnés à 150 mètres avant le danger pour alerter les usagers.

Selon la couleur de leur fond, ces panneaux peuvent être permanents (fond blanc) ou temporaires (fond jaune).



AB25
Carrefour à sens giratoire



AK2
Cassis, dos d'âne

❖ Les panneaux ronds d'interdiction ou d'obligation

Il y a deux types de panneaux ronds :

- Les panneaux avec un fond rouge et blanc signalent une interdiction.
- Les panneaux avec un fond bleu et blanc indiquent une obligation.



B22b
Chemin obligatoire pour piéton:



B14
Limitation de vitesse. Ce panneau notifie l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée

❖ Les panneaux de direction

Contrairement aux panneaux de danger ou d'obligation, qui donnent des instructions directes aux usagers, les panneaux de direction sont conçus pour faciliter leurs déplacements.

La couleur bleue indique la direction d'une autoroute, tandis que la couleur verte indique une grande ville. Les autres couleurs ont également des significations spécifiques : le blanc est utilisé pour indiquer une localité voisine, tandis que le jaune signale la mise en place d'un itinéraire temporaire. En outre, il existe des panneaux de pré-signalisation, d'annonce et de confirmation, qui se différencient par leurs formes et leurs utilisations spécifiques. Tous ces panneaux visent à préparer le conducteur à prendre des décisions :

- Les panneaux de pré-signalisation, de forme rectangulaire, indiquent une direction.
- Les panneaux de position, terminés par une flèche, sont positionnés pour permettre l'exécution d'une manœuvre.
- Les panneaux de confirmation précisent le nombre de kilomètres à parcourir pour atteindre l'information mentionnée. Ils sont accompagnés d'un cartouche précisant la catégorie et le numéro de la route empruntée.

Pour notre étude, nous récapitulerons nos différents panneaux que nous avons eu à utiliser et leurs nombres dans le tableau 23 ci-dessous :

Tableau 23: Différents panneaux de l'étude

Panneaux de signalisations	Nombre
	14
 CÉDEZ LE PASSAGE	6
	5

	12
	7

2. Signalisation horizontale

Les marquages sur chaussées visent à délimiter clairement les parties réservées aux différents sens de déplacement ou à des catégories spécifiques d'usagers, ainsi que, dans certaines situations, à indiquer la conduite à suivre pour les usagers. Bien que le marquage des chaussées ne soit pas obligatoire, excepté sur autoroute et route express[14], il est souvent utilisé seul ou en complément d'autres moyens de signalisation. Tous les marquages de signalisation horizontale sont de couleur blanche, mais dans certaines conditions spéciales, d'autres couleurs peuvent être employées comme [14]:

- Le jaune est utilisé pour les marques interdisant l'arrêt ou le stationnement, les lignes zigzag indiquant les arrêts d'autobus, ainsi que pour les marquages temporaires.
- Le bleu peut être utilisé éventuellement pour délimiter les zones de stationnement en zone bleue.

Il existe plusieurs catégories de marquages, notamment les lignes longitudinales et les lignes transversales.

a. Lignes longitudinales

Au nombre des lignes longitudinales on peut avoir :

- Les lignes continues infranchissables, signalant l'interdiction de changer de voie.
- Les lignes interrompus axiales de types T1 et T'1.
- Les lignes discontinues annonçant une ligne continue ou servant de dissuasion, remplaçant une ligne continue, ou délimitant les voies dans certains cas en agglomération de type T3.
- Les lignes discontinues délimitant la chaussée de type T2 et T'2.
- Les lignes mixtes qui ne peuvent être franchies que si la ligne discontinue la plus proche du véhicule se trouve au début de la manœuvre de dépassement.

- Les lignes continues ou discontinues délimitant les voies réservées à certaines catégories de véhicules ou les bandes d'arrêt d'urgence de type T2, T3 et T4.

Pour notre projet, nous considérons les lignes interrompus axiales de type T1.

b. Lignes transversales

On distingue :

- Les lignes continues « STOP »,
- Les lignes discontinues « CÉDEZ LE PASSAGE », d'effet des feux de signalisation, et de guidage en intersection.

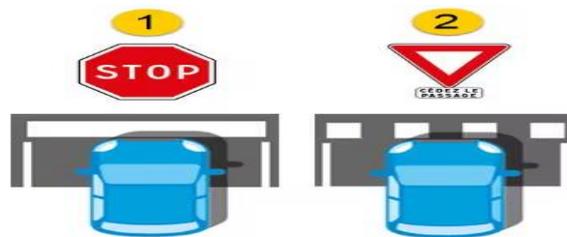


Figure 18: Lignes continues de « STOP » et lignes discontinues de « CEDEZ LE PASSAGE »

c. Flèches

Comme flèches, nous avons :

- Les flèches de rabattements

Une flèche de rabattement est une flèche légèrement incurvée signalant aux usagers qu'ils devaient emprunter la voie située du côté qu'elle indique.



Figure 19: Flèches de rabattement

- Flèches directionnelles

Les flèches directionnelles sont des flèches situées au milieu d'une voie signalant aux usagers notamment à proximité des intersections, qu'ils doivent suivre la direction indiquée

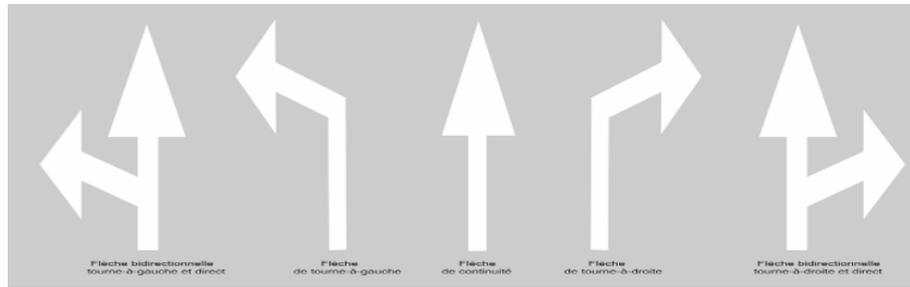


Figure 20: Flèches de direction

d. Autres marques

Nous pouvons avoir comme autres marques :

- Le passage pour piétons ;

Dans notre étude, nous utiliserons les lignes de passage piéton avec pour dimensions une longueur de 2,50 m et largeur de 0.5m



Figure 21: Lignes de passage piéton

- Le passage pour cyclistes ;



Figure 22: Passage cycliste

e. Caractéristiques des lignes

Les caractéristiques des lignes incluent leur position, la longueur des segments, l'espace entre chaque segment, le rapport entre les espaces vides et la largeur des lignes. Cette dernière est déterminée en fonction d'une unité de largeur "u" spécifique à chaque type de route. Les valeurs du « u » sont les suivantes :

- u = 7,5 cm pour les autoroutes, les routes à chaussées séparées et les routes à 4 voies en zone rurale ;
- u = 6 cm pour les routes importantes, notamment celles à fort trafic ;
- u = 5 cm pour toutes les autres routes ;
- u = 3 cm pour les pistes cyclables.

Pour notre route à 2 x 2 voies, nous adoptons une valeur de "u" de 5 cm. Il est essentiel que la valeur de "u" reste constante sur l'ensemble d'un itinéraire et ne varie pas d'un département à l'autre.[14]



Figure 23: Les différentes lignes de chaussée

IV.2. Eclairage public et équipement de sécurité routière

L'éclairage public et la signalisation nocturne des routes sont essentiels pour assurer la sécurité sur les routes. Leur objectif est de garantir aux usagers une circulation de nuit aussi sûre et confortable que possible. Les autres équipements de sécurité ne sont pas en reste en termes de réduction des accidents.

1. Sécurité routière

L'objectif de la sécurité routière est de prévenir autant que possible les accidents en concevant des aménagements adaptés. Pour y parvenir, il est essentiel de respecter certaines exigences telles que la visibilité, la lisibilité, la réduction de la gravité des collisions et la cohérence de tous les éléments de la route et de l'environnement. Les dispositifs de sécurité sont :

- Les balises ;
- Les garde-corps ;
- Les glissières de sécurité ;

- Les ralentisseurs.

2. L'éclairage public

L'éclairage public doit garantir aux usagers de la route une circulation nocturne aussi sécurisée et confortable que possible. Cela signifie qu'ils doivent être en mesure de voir tous les obstacles sans dépendre des phares de leur voiture ou des feux de croisement, ainsi que tous les éléments de la route tels que les bordures de trottoir et les intersections. Une visibilité adéquate des bordures de trottoir, des véhicules et des obstacles, ainsi que l'absence de zones d'ombre, sont essentielles pour la sécurité des piétons.

Les travaux d'éclairage public comprennent principalement :

- La création de mini-réseaux MT ;
- L'installation et la connexion des postes de transformateurs MT/BT au réseau de distribution de la SONABEL ;
- La mise en place de candélabres et de luminaires ;
- L'installation de feux tricolores.

L'éclairage des voies à établir sera assuré par des consoles munies de lanternes complètes, utilisant des lampes à vapeur de sodium haute pression montées sur des candélabres simples et doubles. Le fonctionnement de l'éclairage public sera géré par un coffret d'éclairage normalisé.

Le choix s'est porté sur le luminaire pour lampe ballon et SBP en raison de sa durée de vie de 8000 heures, pouvant atteindre jusqu'à 12 000 heures pour un allumage de 4 heures, ainsi que pour des considérations économiques, car il est moins coûteux que d'autres types de luminaires.

La hauteur des candélabres sera d'environ dix mètres, en fonction de la largeur de la voie (incluant la présence éventuelle de pistes cyclables). L'espacement entre les candélabres variera de 30 à 40 mètres. La luminance moyenne pour l'éclairage urbain et les voies à fort trafic sera d'au moins deux candelas par mètre carré (2 cd/m²).

3. Autres équipements

Comme autres équipements, nous avons les bordures. Les bordures sont utilisées soit pour séparer deux chaussées soit pour délimiter un espace. Les bordures utilisées sur notre route sont essentiellement les bordures de type CS2+T2, utilisées pour séparer la piste cyclable du trottoir. La chaussée est séparée de la piste cyclable par une bordure de séparation. Le terre-plein central (TPC) quant à lui, est délimité par des bordures de type GSS2. Nous représenterons les équipements en annexe.

La sécurité est un aspect important lors de la conception d'une route. Pour garantir la sécurité des usagers, notre projet utilise des dispositifs de retenue et d'autres équipements de sécurité. Cependant, l'éclairage public est également un élément essentiel, car il améliore la visibilité et contribue à la sécurité des conducteurs pendant la nuit, tout en assurant également la sécurité des résidents locaux.

IV.3. Etude financière

Dans l'étude technique d'une route, il est essentiel d'estimer son coût de construction pour évaluer sa faisabilité. Pour ce faire, la première étape consiste à réaliser un métré afin de déterminer les quantités nécessaires, avant d'établir le devis estimatif.

1. Avant métré

Le métré est une méthode utilisée pour évaluer précisément les éléments d'un ouvrage en construction. Il consiste à déterminer les quantités de matériaux, de produits finis ou semi-finis, ainsi que le temps nécessaire à la réalisation d'une construction à partir des informations fournies, telles que des esquisses, des avant-projets de construction ou des plans détaillés.

Le devis quantitatif s'effectuera suivant les différents postes 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 ;
- Les mesures sociales et environnementales.

2. Devis estimatif

Le devis estimatif résulte d'une analyse visant à évaluer économiquement les quantités nécessaires. Il est acquis en multipliant les grandeurs relevées pour chaque élément de construction par leur prix correspondant dans le relevé des prix du projet. Ainsi, on calcule le coût partiel de chaque étape de réalisation du projet pour obtenir finalement le coût total du projet. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur la mercuriale des prix de construction de la ville de Ouagadougou 2023 pour obtenir les prix unitaires.

Nous avons utilisé les prix moyens pour estimer les coûts des travaux. Les détails de l'étude financière sont présentés en annexe 10 et récapitulés dans le tableau 23 ci-dessous.

Tableau 24: Devis estimatif

Récapitulatif		
I	TRAVAUX PRELIMINAIRES	50 068 250
II	PREPARATION DU TERRAIN	92 722 936
III	TERRASSEMENT	358 330 500
IV	CHAUSSEE	7 967 549 635
V	REVETEMENT	1 071 552 683
VI	OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS	1 034 076 731
VII	SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC	305 805 608
VIII	MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES	1 009 113 314

TOTAL (F CFA HT) (1)	11 889 219 657
TVA (18%) de (1) : (2)	2 140 059 538
TOTAL (F CFA TTC) (1) +(2): (3)	14 029 279 195
Coût Kilométrique du projet (F CFA)	2 377 843 931

En conclusion, nous pouvons dire que ce chapitre nous a renseigné sur les différents types de signalisations à mettre en place sur notre route afin d'assurer la sécurité des usagers. Ainsi un devis estimatif a été étudié et il en ressort un débit global estimé à onze milliards huit cent quatre-vingt-neuf millions deux cent dix-neuf mille six cent cinquante-sept FCFA soit un coût kilométrique estimé à deux milliards trois cent soixante-dix-sept millions huit cent quarante-trois mille neuf cent trente et un FCFA.

CHAPITRE V : PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

Afin de s'assurer que le projet respecte les normes environnementales et sociales du Burkina Faso ainsi que les exigences de la BOAD, le Gouvernement burkinabé a décidé de procéder à une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES). L'objectif de cette étude est d'analyser les impacts potentiels, positifs et négatifs, du projet sur l'environnement et la société, et de formuler des recommandations pour prévenir, réduire, atténuer ou compenser les effets défavorables tout en maximisant les retombées positives.

V.1. Cadre législatif et règlementaire

La loi N°066-2013/AN établit les principes fondamentaux régissant l'environnement au Burkina Faso. Elle s'applique à l'ensemble des éléments naturels ou artificiels, ainsi qu'aux causes économiques, sociaux, politiques et culturels ayant un effet sur la préservation de la vie, la transformation et le développement de l'environnement, ainsi que sur les ressources naturelles et les activités humaines. L'objectif de cette loi est de protéger les êtres vivants contre les atteintes nuisibles ou inconfortables et les risques pouvant compromettre leur existence en raison de la dégradation de leur environnement, et d'améliorer leurs conditions de vie. Les autorités publiques sont tenues de veiller à :

- La gestion constante des ressources naturelles ;
- Le changement des conditions de vie des êtres vivants ;
- La protection et à la gestion adéquate des problèmes technologiques et des catastrophes ;
- La restauration de l'environnement.

V.2. Impacts du projet de l'environnement

L'impact d'un projet est déterminé à la fois par l'ampleur de son influence et par la vulnérabilité de l'environnement récepteur, évalués par rapport à un état initial précis du site. Ces impacts peuvent être de nature positive ou négative. Les effets positifs contribuent à justifier le projet et doivent être renforcés dans la mesure du possible. En revanche, les impacts néfastes doivent faire l'objet de mesures d'atténuation, de compensation, de modifications du projet, voire conduire à son abandon.

1. Impacts négatifs

Les conséquences socio-économiques négatives englobent principalement la destruction ou l'expropriation de biens d'importance socio-économique. Cela comprend notamment :

- 120 tombes ;
- 3 sites funéraires ;
- 474 habitations en terre ;
- 131 constructions en parpaing ;
- 250 clôtures ;
- 273 structures de stockage ;

- 55 stands de vente ;
- 111 terrasses ;
- 33 hectares de terres agricoles ;
- L'expropriation de 0,37 hectare de terrains maraîchers ;
- Des perturbations temporaires de la circulation dans la zone du projet ;
- Des interruptions dans les activités socio-économiques, causées par la perte de clientèle pour les commerçants déplacés et la rupture des liens sociaux ;
- Le risque de coupures temporaires des services fournis par les concessionnaires locaux (ONEA, SONABEL et ONATEL), entraînant des désagréments pour les habitants ;
- La pollution de l'air locale et temporaire due aux émissions de poussière et de gaz d'échappement ;
- Les risques d'accidents.

2. Impacts positifs

Parmi les retombées positives envisageables du projet, on peut citer notamment :

- L'amélioration de la fluidité du trafic, la réduction des distances et des temps de déplacement pour les usagers, ainsi que la diminution de la consommation de carburant et l'amélioration du confort de conduite ;
- L'optimisation du drainage des eaux pluviales dans la région du projet, conduisant à une amélioration de l'assainissement et de l'environnement urbain ;
- La diminution des incidents routiers (pannes, accidents, etc.) grâce à l'aménagement de routes sécurisées, d'équipements de sécurité et de signalisation, ainsi que la création de voies piétonnes et cyclables ;
- L'installation le long du tronçon de route d'infrastructures socio-économiques de meilleure qualité ;
- La création d'emplois par le développement d'activités économiques le long de la route rénovée ;
- Le renforcement des activités économiques des femmes et la réduction de la pauvreté grâce aux aménagements réalisés et à l'éclairage public ;
- L'amélioration des conditions sanitaires et de vie des habitants, avec une réduction de la propagation des maladies telles que le paludisme, la dengue, les diarrhées, etc., grâce à un meilleur assainissement ;
- La réduction des dépenses de santé de la population locale grâce à une diminution des risques sanitaires liés à un meilleur assainissement.

V.3. Mesures d'atténuations préconisées

Face à tous les risques et impacts que notre projet pourrait engendrer, nous proposons des mesures visant à atténuer leurs effets. Ces mesures comprennent notamment :

- L'indemnisation des riverains affectés par le projet ;
- Une compensation financière pour les commerces et les entités déplacées ;
- La division et la préparation de nouveaux sites, attribués de manière compensatoire pour le relogement des personnes déplacées ;

- Le respect des clauses techniques et environnementales stipulées dans le cahier des charges, ainsi que des normes de rejet de polluants dans l'air ;
- La réduction autant que possible des déchets papier, plastique et métallique en privilégiant l'utilisation de matériaux préfabriqués pour les caniveaux et de camions toupies pour le béton ;
- Une gestion appropriée des zones d'emprunt et des carrières, devant être remises en état ;
- La restauration du couvert végétal par la plantation d'arbres le long du tronçon à aménager et dans les espaces disponibles ainsi que sur le terreplein central ;
- L'arrosage régulier et suffisant des zones de travaux et des pistes d'accès aux zones d'emprunt traversant des zones habitées, ainsi que la limitation de la vitesse des véhicules sur le chantier et les voies d'accès ;
- La mise en place d'une signalisation provisoire appropriée pour les déviations du chantier et la sécurité des usagers ;
- La sensibilisation des ouvriers et des populations environnantes aux maladies sexuellement transmissibles ;
- La fourniture d'équipements de protection individuelle (EPI) aux ouvriers, avec port obligatoire.

Dans ce chapitre, nous avons abordé la loi N°066-2013/AN relative au code de l'environnement au Burkina Faso. Cette législation établit des directives visant à assurer une harmonie entre notre projet et son environnement local. Cependant, comme tout chantier, notre projet aura des répercussions, à la fois positives et négatives, sur l'environnement et les habitants avoisinants. Pour atténuer ces impacts négatifs, nous avons proposé des mesures appropriées.

Conclusion

Au terme de notre étude, qui visait à faire une étude technique détaillée d'un tronçon du projet de la rocade nord à partir du PK3+375 au PK8+375 au Burkina Faso, nous avons appréhendé la complexité de concevoir et dimensionner la chaussée ainsi que les ouvrages d'assainissements pour assurer sa mise hors de l'eau. Une conception rigoureuse de la structure permet non seulement de minimiser les coûts de réalisation mais aussi de faciliter grandement la mise en œuvre sur le terrain.

Ce projet nous a permis, à travers une étude technique approfondie, de proposer :

- ✚ Une chaussée à 2x2 voies de type U60, comprenant une couche de roulement en béton bitumineux de 5 cm, une couche de base de 15 cm de grave bitume, et une couche de fondation de 20 cm de graveleux latéritique concassé.
- ✚ Deux (02) dalots de dimensions variées (3 x 300 x 300 cm², 3 x 300 x 250 cm²) ainsi que des caniveaux dont les dimensions vont de 100 x 100 cm² à 140 x 120 cm².
- ✚ Un coût global de réalisation du projet s'élevant à 11 889 219 657.00 FCFA hors taxes, correspondant à un coût de 2 377 843 931.00 FCFA par kilomètre.

Pour assurer le succès de notre projet, il est impératif de suivre ces recommandations essentielles : réaliser des essais géotechniques sur les matériaux de la chaussée, installer toutes les signalisations de sécurité nécessaires, et maintenir régulièrement la chaussée, les ouvrages hydrauliques et les dispositifs de signalisation. Ces mesures garantiront la conformité aux normes et la sécurité optimale des utilisateurs de la route.

Notre stage au sein de AGEIM-IC s'est déroulé dans un environnement propice, avec un soutien total de l'ensemble du personnel. Cette expérience a été extrêmement enrichissante pour nous, nous permettant de découvrir le monde professionnel, d'acquérir une expérience précieuse et de développer nos compétences en travail d'équipe.

Bibliographie

➤ Ouvrages et références

- [1] le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie en France, « Instruction sur les conditions techniques d'aménagement des voies rapides urbaines ICTAVRU ». Editions du Certu, mars 2009.
- [2] « AMENAGEMENT DES CARREFOURS INTERURBAINS SUR LES ROUTES PRINCIPALES ^ CARREFOURS PLANS ». décembre 1998.
- [3] « Dimensionnement structurel des chaussées routières Entrée en application de la norme homologuée NF P 98-086: Octobre 2011 ».
- [4] « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux (CEBTP) ». Réimpression avec mise à jour 1984.
- [5] « Guide de dimensionnement des chaussées au SENEGAL ». avril 2015.
- [6] CIEH,ORSTOM et LCT-CEMAGREF-ENGREF, « 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 ». FAO, 1996.
- [7] M. Alain, « L'ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES EN MILIEU URBAIN TROPICAL SUBSAHARIEN ». CERGRENE,1996.
- [8] Nguyen VAN TUU, « BCEOM_Hydraulique Routière ». 1981.
- [9] F.-N. CRES, « Hydrologie urbaine quantitative "Assainissement pluvial" ». septembre 2001.
- [10] « BAEL 91 révisé 99 ».
- [11] « Pont-cadres et portiques « Guide de conception » ». Services d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), décembre 1992.
- [12] « Fascicule 61 : Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art, Titre II : Programme de charges et Epreuves des Ponts-Routes ». Ministère de l'Equipement des Transports et du Logement.
- [13] « INSTRUCTION INTERMINISTÉRIELLE SUR LA SIGNALISATION ROUTIÈRE 1ère PARTIE : Généralités ». 7 juin 1977.
- [14] « INSTRUCTION INTERMINISTERIELLE SUR LA SIGNALISATION ROUTIERE 7ème PARTIE : Marques sur chaussée ». 16 février 1988.

➤ Internet

<https://www.ornikar.com> visité le 10/05/24

<http://www.intragatine.org> visité le 25/05/24

Annexes

ANNEXE 01 : Axe en plan

ANNEXE 02 : Profil en long

ANNEXE 03 : Tracé combiné

ANNEXE 04 : Profils en travers courants

ANNEXE 05 : Etudes hydrologiques et hydrauliques

ANNEXE 06 : Abaques

ANNEXE 07 : Note de calculs et plan d'exécution des dalots 3 x 300 x 300

ANNEXE 08 : Note de calculs et plan d'exécution du caniveau 140 x 120

ANNEXE 09 : Autres équipements de sécurité

ANNEXE 10 : Devis estimatif détaillé

ANNEXE 01 : Axe en plan

Eléments	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	X	Y
			0.000	663530.554	1374726.364
D1	ANG = 242.857g	542.656			
			542.656	663106.286	1374388.026
C1	XC= 661859.317				
	YC= 1375951.697				
	R = -2000.000	113.637			
			656.293	663015.477	1374319.737
D2	ANG = 239.240g	636.469			
			1292.763	662496.130	1373951.807
C2	XC= 663652.290				
	YC= 1372319.846				
	R = 2000.000	23.209			
			1315.972	662477.270	1373938.28
D3	ANG = 239.978g	1166.719			
			2482.692	661533.141	1373252.821
C3	XC= 662708.161				
	YC= 1371634.387				
	R = 2000.000	125.231			
			2607.923	661434.170	1373176.122
D4	ANG = 243.965g	948.576			
			3556.499	660702.944	1372571.884
C4	XC= 658791.958				
	YC= 1374884.487				
	R = -3000.000	5.871			
			3562.370	660698.414	1372568.149
D5	ANG = 243.840g	962.305			
			4524.675	659955.407	1371956.618
C5	XC= 658684.436				
	YC= 1373500.844				

	R = -2000.000	13.929			
			4538.603	659944.621	1371947.804
D6	ANG = 243.397g	465.449			
			5004.053	659583.191	1371654.528
LONGUEUR DE L'AXE		5004.053			

ANNEXE 02 : Profil en long

Eléments	Caractéristiques	Longueur	Abscisse	Z
			0	300,168
D1	PENTE= -1,359 %	277,916		
			277,916	296,391
PA1	S= 291,5070 Z= 296,2984			
	R = 1000,00	37,152		
			315,067	296,576
D2	PENTE= 2,356 %	247,287		
			562,355	302,402
PA2	S= 797,9566 Z= 305,1775			
	R = -10000,00	25,291		
			587,645	302,966
D4	PENTE= 2,103 %	177,177		
			764,822	306,692
PA3	S= 869,9778 Z= 307,7979			
	R = -5000,00	70,356		
			835,178	307,677
D5	PENTE= 0,696 %	79,451		
			914,629	308,23
PA4	S= 935,5088 Z= 308,3025			
	R = -3000,00	20,742		
			935,371	308,302
D6	PENTE= 0,005 %	162,919		

Etudes techniques détaillées des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon du boulevard Tansoba entre l'intersection avec la RN03 et l'échangeur de nord (rocade nord) au Burkina Faso.

			1098,29	308,31
PA5	S= 1098,1521 Z= 308,3099			
	R = 3000,00	2,261		
			1100,55	308,311
D7	PENTE= 0,080 %	222,421		
			1322,971	308,489
PA6	S= 1320,5727 Z= 308,4877			
	R = 3000,00	3,238		
			1326,209	308,493
D17	PENTE= 0,188 %	486,484		
			1812,693	309,407
PA15	S= 1807,0568 Z= 309,4018			
	R = 3000,00	24,413		
			1837,107	309,552
D8	PENTE= 1,002 %	283,26		
			2120,367	312,39
PA7	S= 2170,4504 Z= 312,6404			
	R = -5000,00	93,926		
			2214,293	312,448
D9	PENTE= -0,877 %	385,439		
			2599,732	309,068
PA8	S= 2634,8059 Z= 308,9147			
	R = 4000,00	4,216		
			2603,948	309,034

D18	PENTE= - 0,771 %	435,705		
			3039,654	305,673
PA16	S= 3001,0814 Z= 305,8213			
	R = -5000,00	21,393		
			3061,046	305,462
D16	PENTE= -1,199 %	188,388		
			3249,434	303,202
PA9	S= 3309,3991 Z= 302,8428			
	R = 5000,00	47,092		
			3296,526	302,859
D10	PENTE= -0,257 %	576,554		
			3873,08	301,375
PA10	S= 3878,2293 Z= 301,3683			
	R = 2000,00	3,84		
			3876,92	301,369
D11	PENTE= -0,065 %	318,098		
			4195,019	301,161
PA11	S= 4198,2915 Z= 301,1594			
	R = 5000,00	62,683		
			4257,701	301,512
D12	PENTE= 1,188 %	154,184		
			4411,885	303,344
PA12	S= 4447,5311 Z= 303,5562			
	R = -3000,00	26,19		

Etudes techniques détaillées des travaux de construction et de bitumage d'un tronçon du boulevard Tansoba entre l'intersection avec la RN03 et l'échangeur de nord (rocade nord) au Burkina Faso.

			4438,075	303,541
D13	PENTE= 0,315 %	184,486		
			4622,561	304,123
PA13	S= 4613,1045 Z= 304,1079			
	R = 3000,00	4,579		
			4627,139	304,141
D14	PENTE= 0,468 %	234,75		
			4861,89	305,239
PA14	S= 4885,2811 Z= 305,2937			
	R = -5000,00	26,101		
			4887,99	305,293
D15	PENTE= -0,054 %	116,062		
			5004,053	305,23
LONGUEUR DE L'AXE		5004,053		

ANNEXE 03 : Tracé Combiné

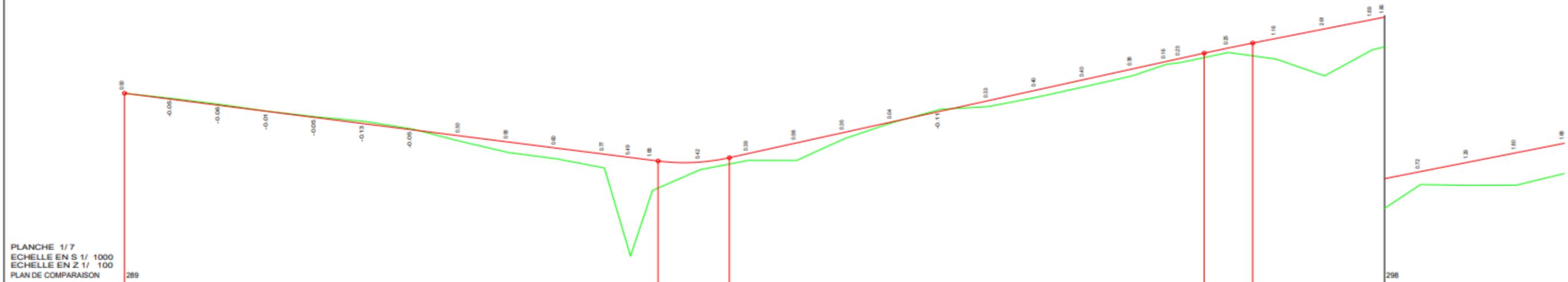
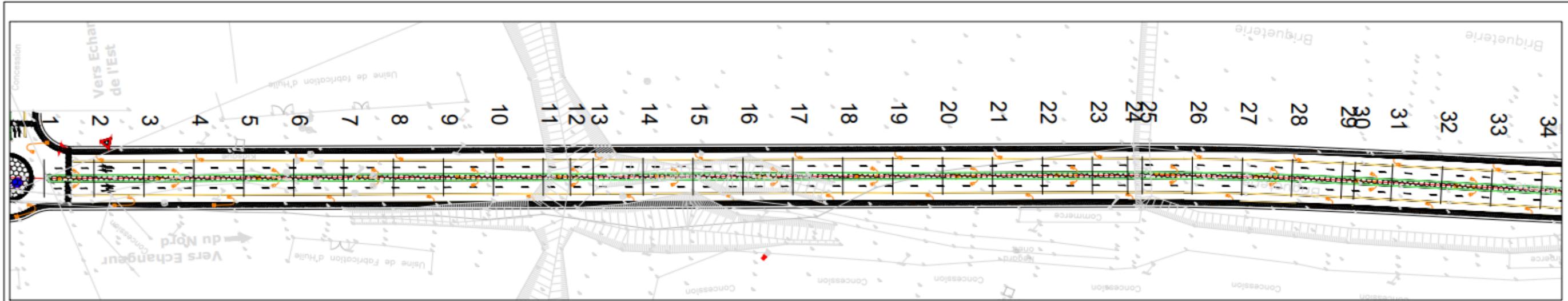


PLANCHE 1/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

PK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34					
COTES TERRAIN	111.800	110.800	110.000	109.500	109.000	108.500	108.000	107.500	107.000	106.500	106.000	105.500	105.000	104.500	104.000	103.500	103.000	102.500	102.000	101.500	101.000	100.500	100.000	99.500	99.000	98.500	98.000	97.500	97.000	96.500	96.000	95.500	95.000	94.500	94.000				
DISTANCES PARTIELLES	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	13.57	11.43	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
DISTANCES CUMULEES	00.00	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00	150.00	175.00	200.00	225.00	238.57	250.00	275.00	300.00	325.00	350.00	375.00	400.00	425.00	450.00	475.00	500.00	525.00	550.00	575.00	600.00	625.00	650.00	675.00	700.00	725.00	750.00	775.00	800.00	825.00	850.00	875.00	900.00	
COTES PROJET	111.800	110.800	110.000	109.500	109.000	108.500	108.000	107.500	107.000	106.500	106.000	105.500	105.000	104.500	104.000	103.500	103.000	102.500	102.000	101.500	101.000	100.500	100.000	99.500	99.000	98.500	98.000	97.500	97.000	96.500	96.000	95.500	95.000	94.500	94.000	93.500	93.000	92.500	92.000
DECLIVITES PROJET	L=277.916										P=1.36%		R=1000 L=247.281		P=2.36%						L=247.281		R=1000 L=247.281				R=2000 L=153.837		P=2.1%		L=162.351								
ALIGNEMENTS ET COURBES	P=257.143 L=542.656 P=260.760 L=463.707																																						
DEVERS GAUCHE	5%																																						
DEVERS DROIT	5%																																						
FOSSE GAUCHE																																							
FOSSE DROIT																																							

<p>Ministère des Infrastructures du Développement et des Transports Ministère de l'Économie et des Finances La Direction Centrale des Marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE) DIRECTION DES ETUDES Département GENE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p> <p style="text-align: center;">TRACÉ COMBINÉ</p>	INTITULE DATE N°	14/05/2024 01
				DESSIN PROMOTION FILIERE OPTION	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL 2023-2024 GENIE CIVIL TRANSPORTS
				N° Intitulés	M. ARDJUNA YONABA Mlle MARIE THERESE MARAME GOMIS BALIMA AISSATOU LEILA D.

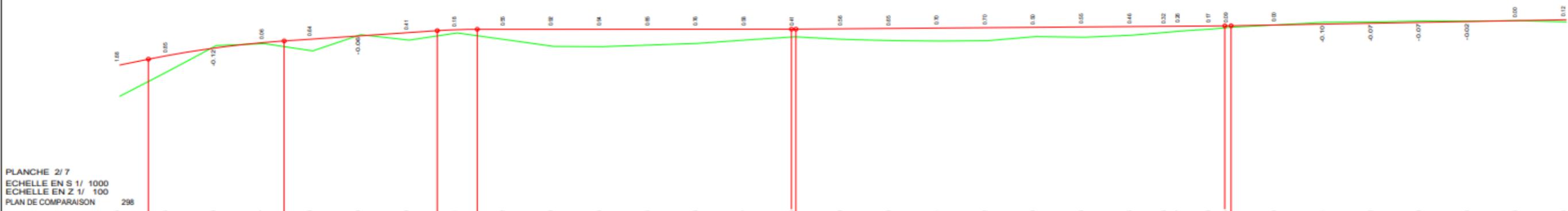
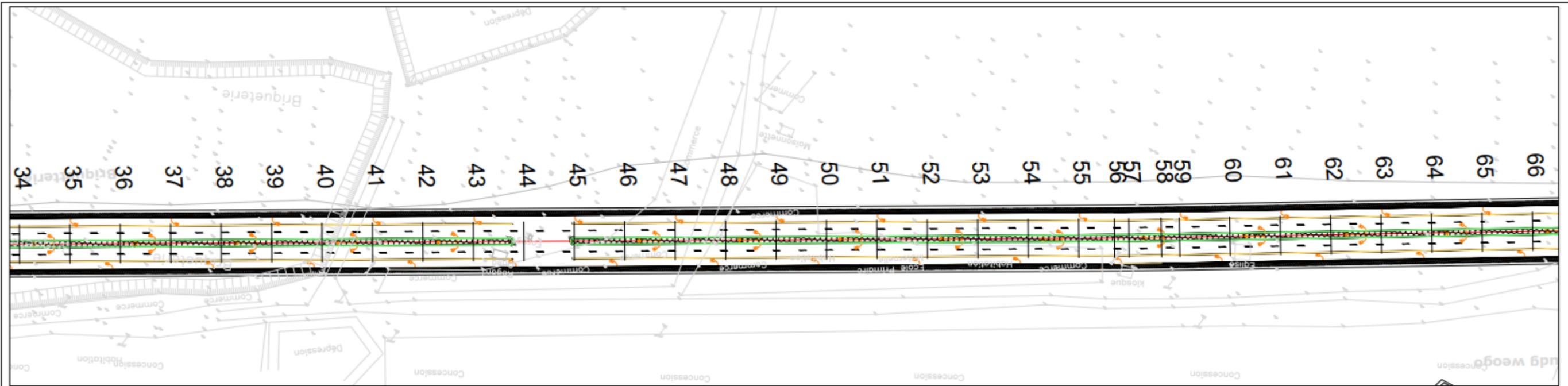


PLANCHE 2/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

STATION	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
COTES TERRAIN	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	
DISTANCES PARTIELLES	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
DISTANCES CUMULEES	0+00	0+25	0+50	0+75	1+00	1+25	1+50	1+75	2+00	2+25	2+50	2+75	3+00	3+25	3+50	3+75	4+00	4+25	4+50	4+75	5+00	5+25	5+50	5+75	6+00	6+25	6+50	6+75	7+00	7+25	7+50	7+75	
COTES PROJET	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	281.10	
DECLIVITES PROJET	P=2.50%		R=5000 L=70.356		P=0.7%		L=79.451		R=2000 L=35.742		P=0%		L=182.91		P=0.08%		L=222.42		R=2000 L=23.208		P=0.19%		L=173.79		R=2000 L=184.028		P=0.02%		L=173.79				
ALIGNEMENTS ET COURBES	→ 260.780 L=542.783																																
DEVERS GAUCHE	5%																																
DEVERS DROIT	5%																																
FOSSE GAUCHE																																	
FOSSE DROIT																																	

<p>Ministère des Infrastructures et des Transports Ministère de l'économie et des finances La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE)</p> <p>DIRECTION DES ETUDES Département GENIE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS</p> <p>01 BP: 594 OUAGADOUGOU 01 Tel: 50 49 28 00 01</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p>	<p>TRACÉ COMBINÉ</p>	<table border="1"> <tr> <td>INTITULE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DATE</td> <td>14/05/2024</td> </tr> <tr> <td>N°</td> <td>02</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>DESSIN</td> <td>BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL</td> </tr> <tr> <td>PROMOTION</td> <td>2023-2024</td> </tr> <tr> <td>FILIERE</td> <td>GENIE CIVIL</td> </tr> <tr> <td>OPTION</td> <td>TRANSPORTS</td> </tr> </table>	INTITULE		DATE	14/05/2024	N°	02	DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL	PROMOTION	2023-2024	FILIERE	GENIE CIVIL	OPTION	TRANSPORTS	<table border="1"> <tr> <th>N°</th> <th>Intitulés</th> <th>Intitulés</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>MAITRE DE STAGE</td> <td>M. AROUNA YONABA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ENCADRANT 2IE</td> <td>Mme MARIE THERESE MARAMA GOMIS</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ETUDIANT</td> <td>BALIMA AISSATOU LEILA D.</td> </tr> </table>	N°	Intitulés	Intitulés	1	MAITRE DE STAGE	M. AROUNA YONABA	2	ENCADRANT 2IE	Mme MARIE THERESE MARAMA GOMIS	3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.
INTITULE																																
DATE	14/05/2024																															
N°	02																															
DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL																															
PROMOTION	2023-2024																															
FILIERE	GENIE CIVIL																															
OPTION	TRANSPORTS																															
N°	Intitulés	Intitulés																														
1	MAITRE DE STAGE	M. AROUNA YONABA																														
2	ENCADRANT 2IE	Mme MARIE THERESE MARAMA GOMIS																														
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.																														

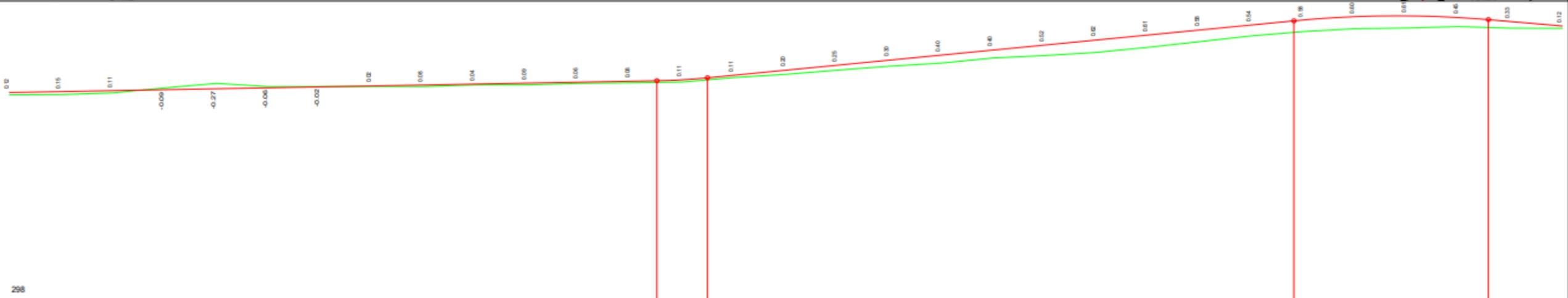
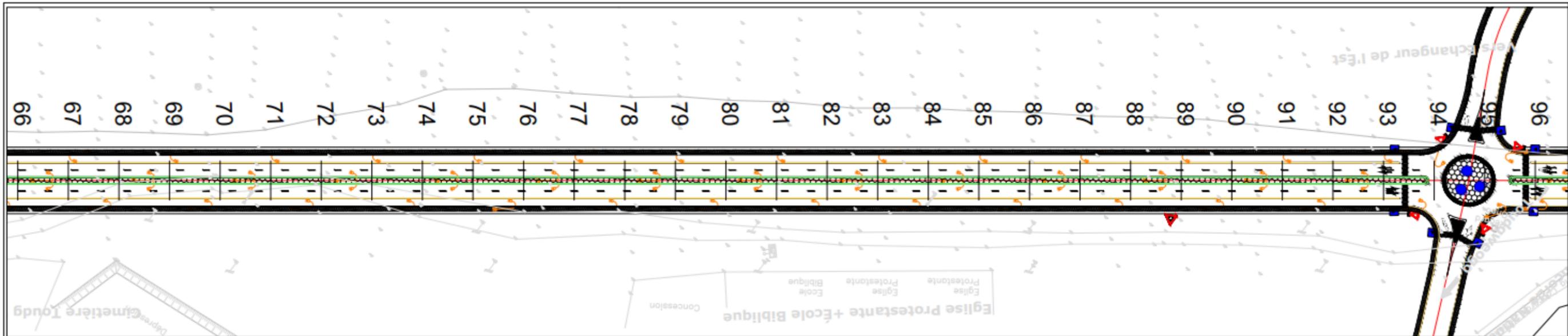


PLANCHE 3/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON

	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96					
COTES TERRAIN	308.72	308.72	308.01	308.05	308.28	308.15	308.17	308.13	308.12	308.21	308.21	308.28	308.33	308.34	308.33	308.57	308.57	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62					
DISTANCES PARTIELLES	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25					
DISTANCES CUMULEES	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00	125.00	150.00	175.00	200.00	225.00	250.00	275.00	300.00	325.00	350.00	375.00	400.00	425.00	450.00	475.00	500.00	525.00	550.00	575.00	600.00	625.00	650.00	675.00	700.00	725.00	750.00					
COTES PROJET	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62	308.62					
DECLIVITES PROJET	P=0.19%																L=312.000 R=3000 224.413 P=1%										L=283.28 R=5000 L=93.926 P=0.88%									
ALIGNEMENTS ET COURBES																	L=750 R=260.022																			
DEVERS GAUCHE	5%																																			
DEVERS DROIT	5%																																			
FOSSE GAUCHE																																				
FOSSE DROIT																																				

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'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)

INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE)
DIRECTION DES ETUDES
Département GENE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

01 BP. 594
OUAGADOUGOU 01
Tel: 50 49 28 00 /01

ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO

TRACÉ COMBINÉ

INTITULE	
DATE	14/05/2024
N°	03

DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL
PROMOTION	MASTER 2
FILIERE	GENIE CIVIL
OPTION	TRANSPORTS

N°	Intitulés	Intitulés
1	MAITRE DE STAGE	M. ARDOUNA YONABA
2	ENCADRANT 2E	Mme MARIE THERESE MARAME GOMES
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.

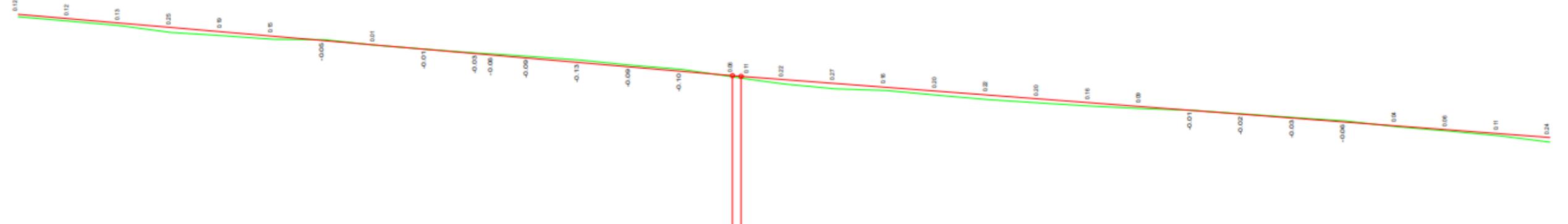
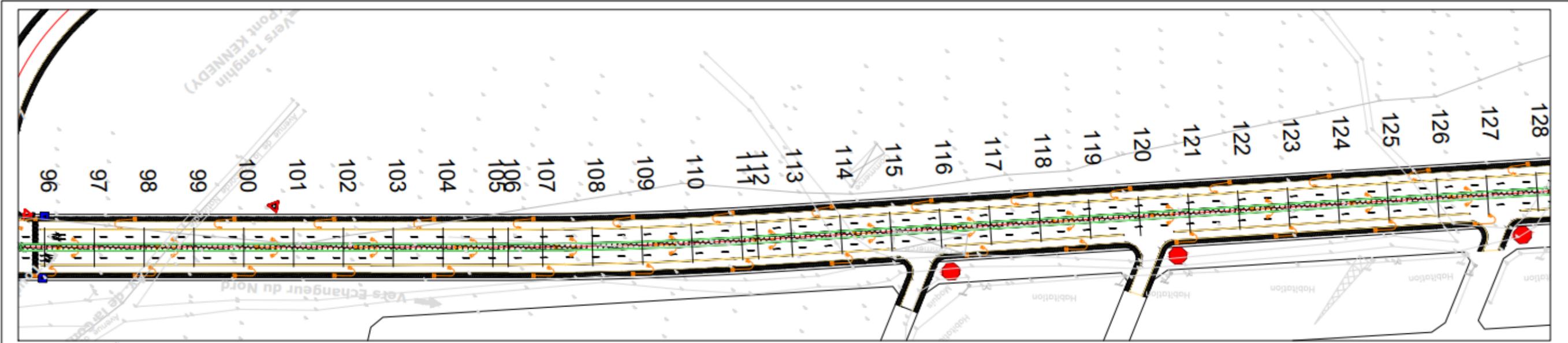


PLANCHE 4/7
 ECHELLE EN S 1/ 1000
 ECHELLE EN Z 1/ 100
 PLAN DE COMPARAISON 298

PK	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128		
COTES TERRAIN	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	
DISTANCES PARTIELLES		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
DISTANCES CUMULEES	0	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850
COTES PROJET	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11	207.11
DECLIVITES PROJET	L=349.732																P=0.88%		L=396.052										P=0.77%						
ALIGNEMENTS ET COURBES	R=200.022 L=232.692																R=2000 L=125.231		R=256.035 L=392.077																
DEVERS GAUCHE	5%																																		
DEVERS DROIT	5%																																		
FOSSE GAUCHE																																			
FOSSE DROIT																																			

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'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEM-IC)

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

DIRECTION DES ETUDES
Département GENIE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

2IE Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
01 BP: 594 OUAGADOUGOU 01
Tel: 50 49 28 00 /01

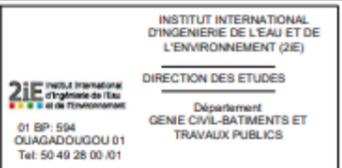
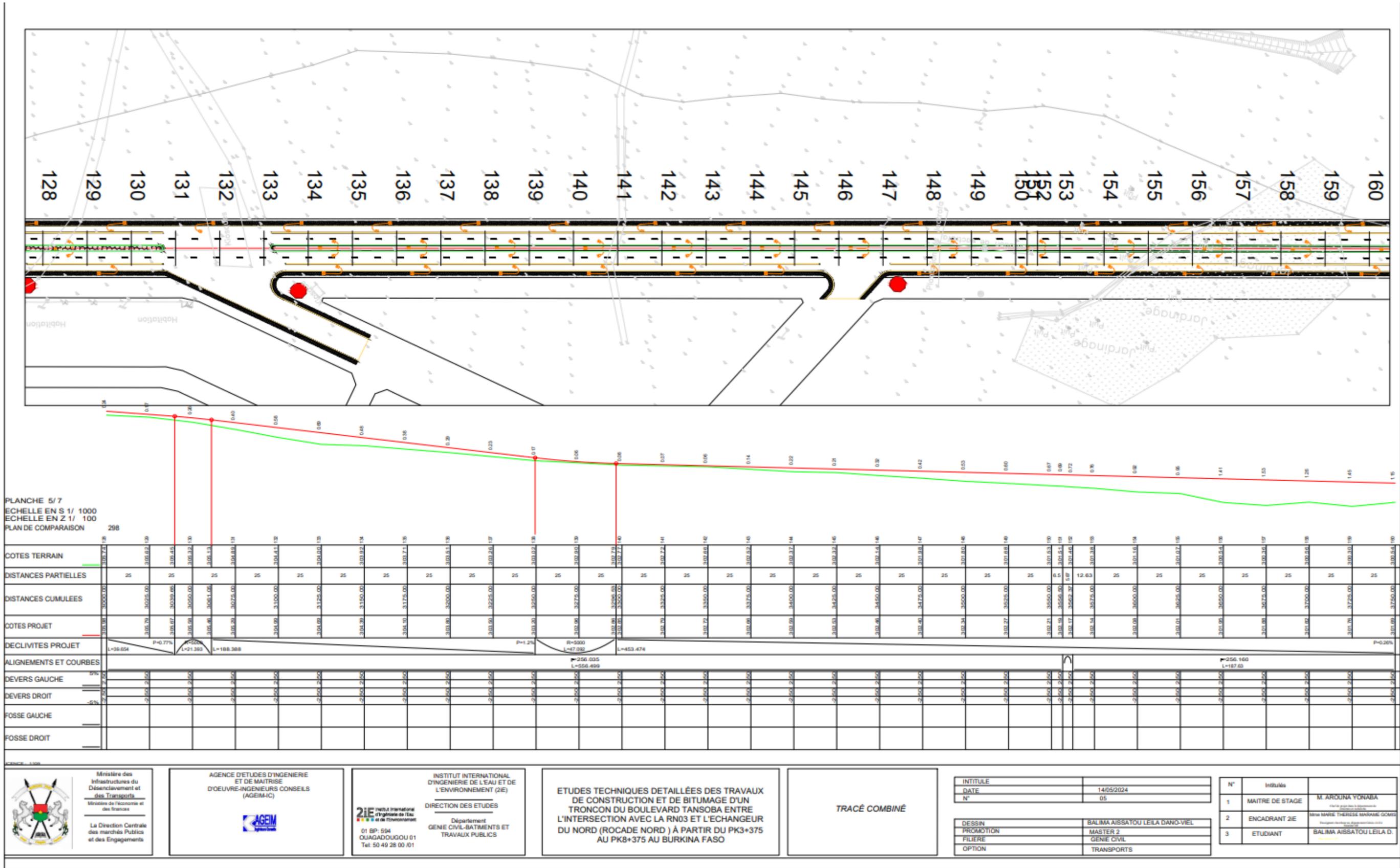
ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO

TRACÉ COMBINÉ

INTITULE	14/05/2024
DATE	04
N°	

DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL
PROMOTION	MASTER 2
FILIERE	GENIE CIVIL
OPTION	TRANSPORTS

N°	Intitulés	Intitulés
1	MAITRE DE STAGE	M. ARDOUNA YONABA
2	ENCADRANT 2IE	Mme MARIE THERESE DE SARAHANE GOMI
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.

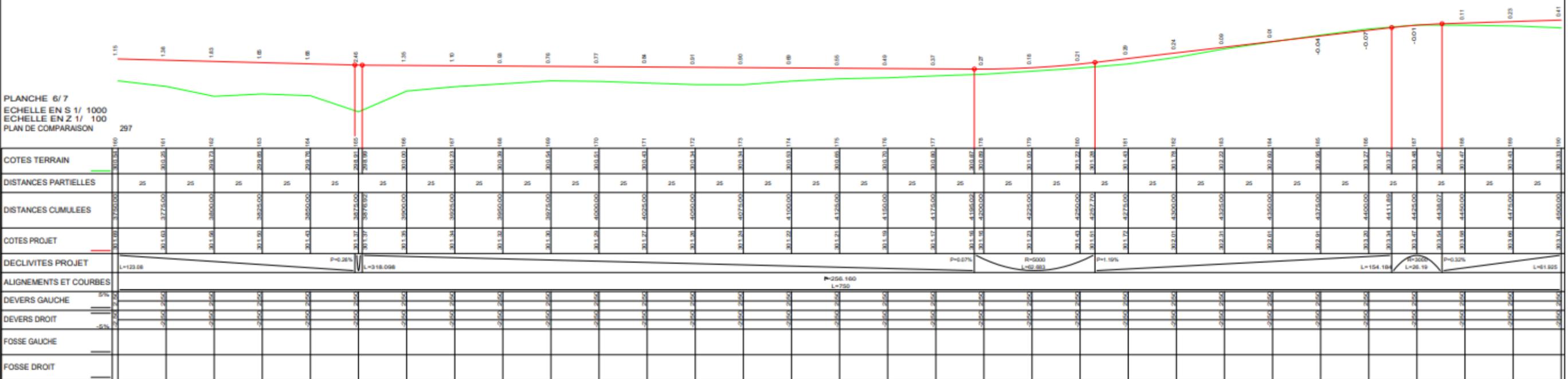
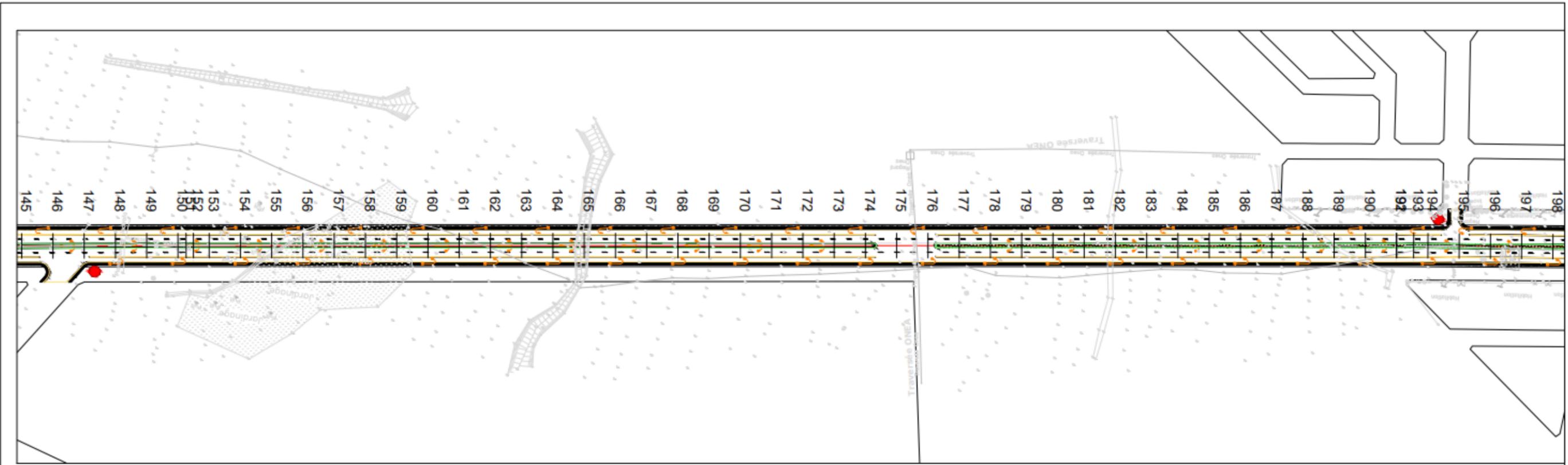


ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO

TRACÉ COMBINÉ

INTITULE	
DATE	14/05/2024
N°	05
DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL
PROMOTION	MASTER 2
FILIERE	GENIE CIVIL
OPTION	TRANSPORTS

N°	Intitulé	Intitulé
1	MAITRE DE STAGE	M. AROUNA YONABA
2	ENCADRANT 2iE	Mme MARIE THERESE MARHAM GOMBO
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.



Ministère des Infrastructures du Transport et des Marchés Publics
Ministère de l'économie et des Engagements
La Direction Centrale des Marchés Publics et des Engagements

AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)

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

DIRECTION DES ETUDES
Département GENE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

01 BP: 594
OUAGADOUGOU 01
Tel: 50 49 28 00 01

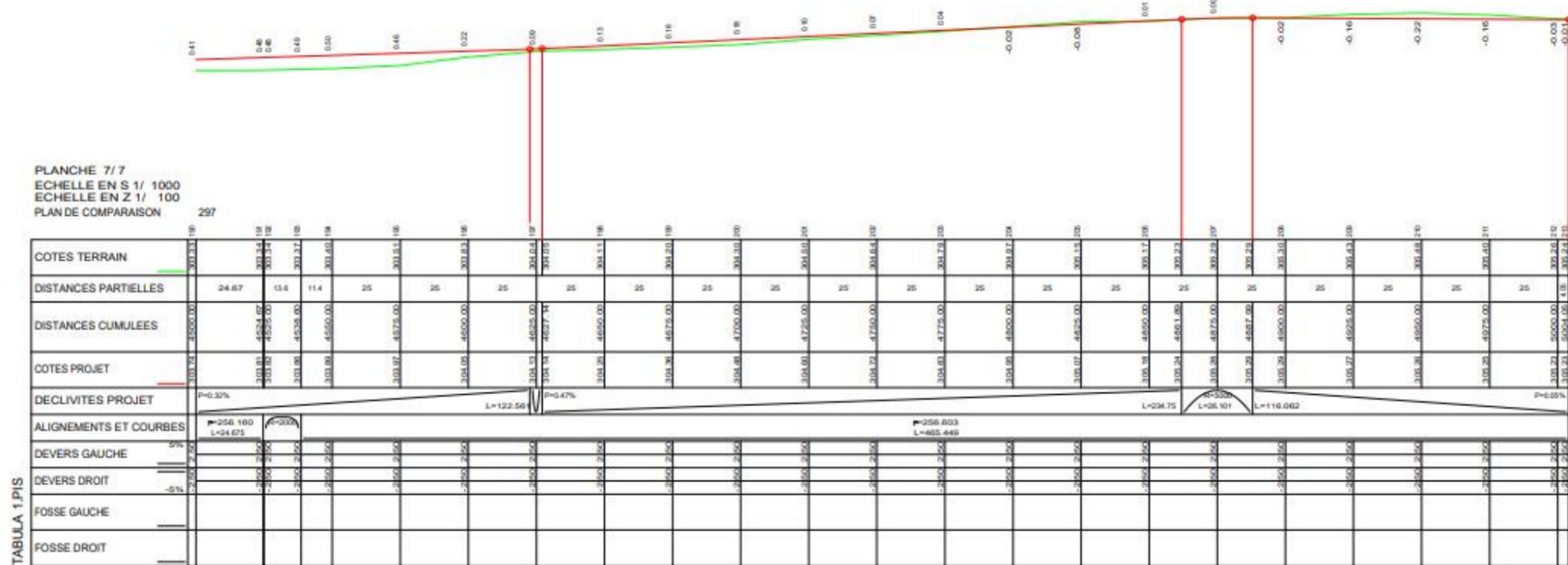
ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK8+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO

TRACÉ COMBINÉ

INTITULE	14/05/2024
DATE	08
N°	

DESSIN	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL
PROMOTION	MASTER 2
FILIERE	GENIE CIVIL
OPTION	ROUTES ET OUVRAGES D'ARTS

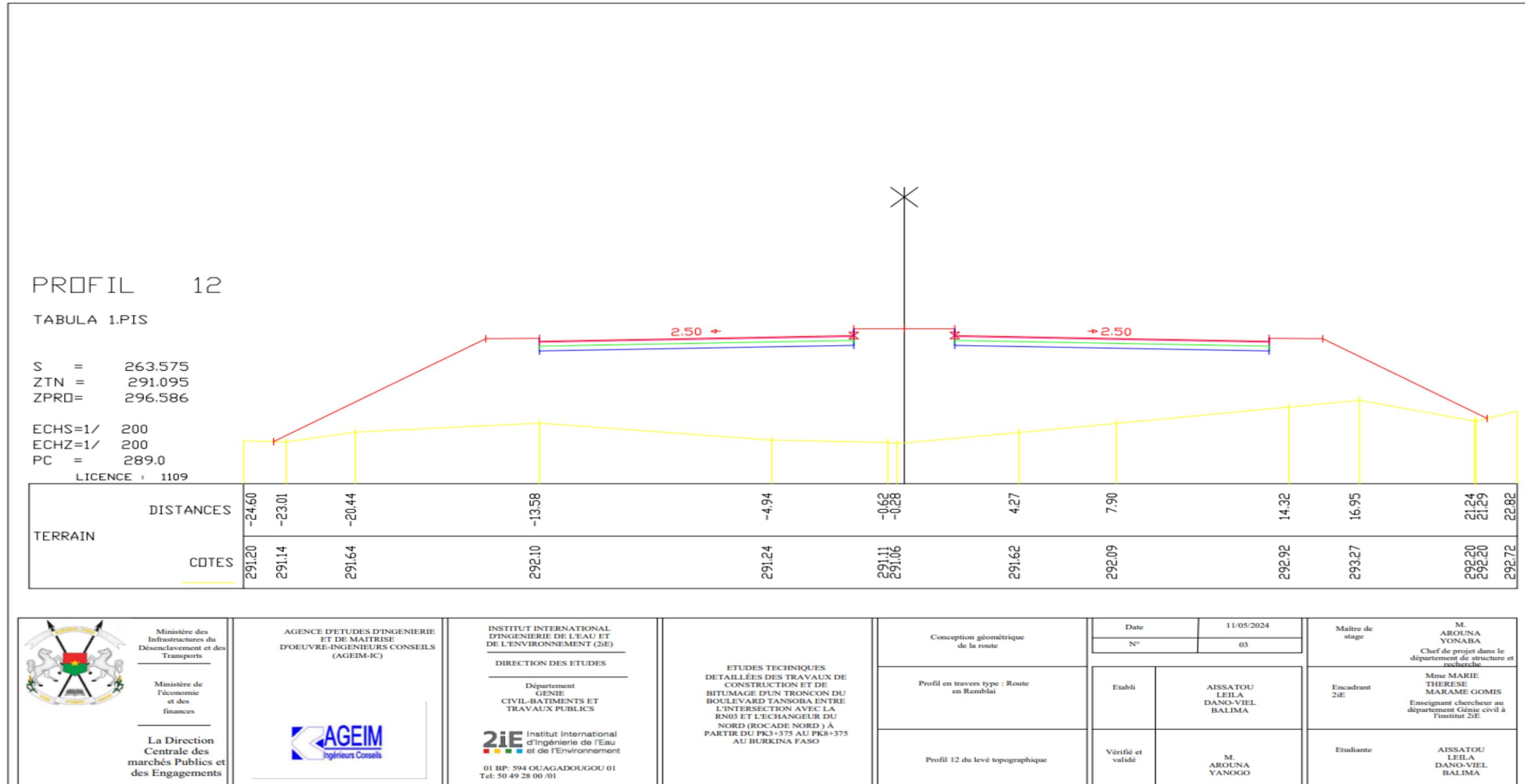
N°	Intitulés	Intitulés
1	MAITRE DE STAGE	M. ARDUNA YONABA
2	ENCADRANT 2IE	Mme MARIE THERESE SPARANS GOMI
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.



<p>Ministère des Infrastructures et des Transports Ministère de l'économie et des Finances La Direction Centrale des marchés Publics et des Engagements</p>	<p>AGENCE D'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2IE) DIRECTION DES ETUDES Département GENE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p>	<p>TRACÉ COMBINÉ</p>	INTITULÉ DATE N°	14/05/2024 07	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>Intitulés</th> <th>Intitulés</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>MAITRE DE STAGE</td> <td>M. ARDJUNA YONABA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>ENCADRANT 2E</td> <td>Mme MARIE THERESE MARIAM GOMES</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ETUDIANT</td> <td>BALIMA AISSATOU LEILA D.</td> </tr> </tbody> </table>	N°	Intitulés	Intitulés	1	MAITRE DE STAGE	M. ARDJUNA YONABA	2	ENCADRANT 2E	Mme MARIE THERESE MARIAM GOMES	3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.
					N°	Intitulés		Intitulés											
1	MAITRE DE STAGE	M. ARDJUNA YONABA																	
2	ENCADRANT 2E	Mme MARIE THERESE MARIAM GOMES																	
3	ETUDIANT	BALIMA AISSATOU LEILA D.																	
DESSIN PROMOTION FILIERE OPTION	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL MASTER 2 GENE CIVIL TRANSPORT																		

ANNEXE 04 : Profil en travers courants

- Profil en déblai



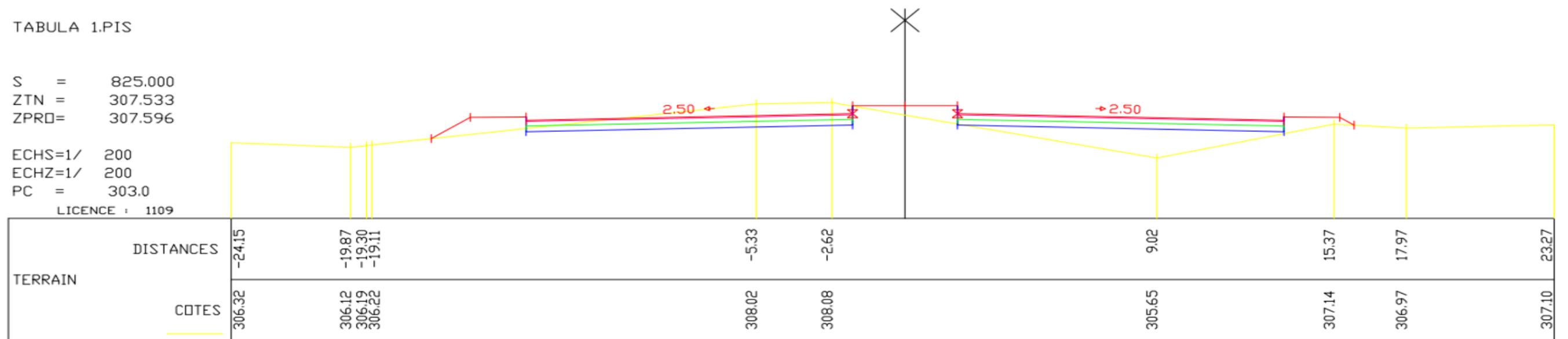
- Profil mixte

PROFIL 37

TABULA 1.PIS

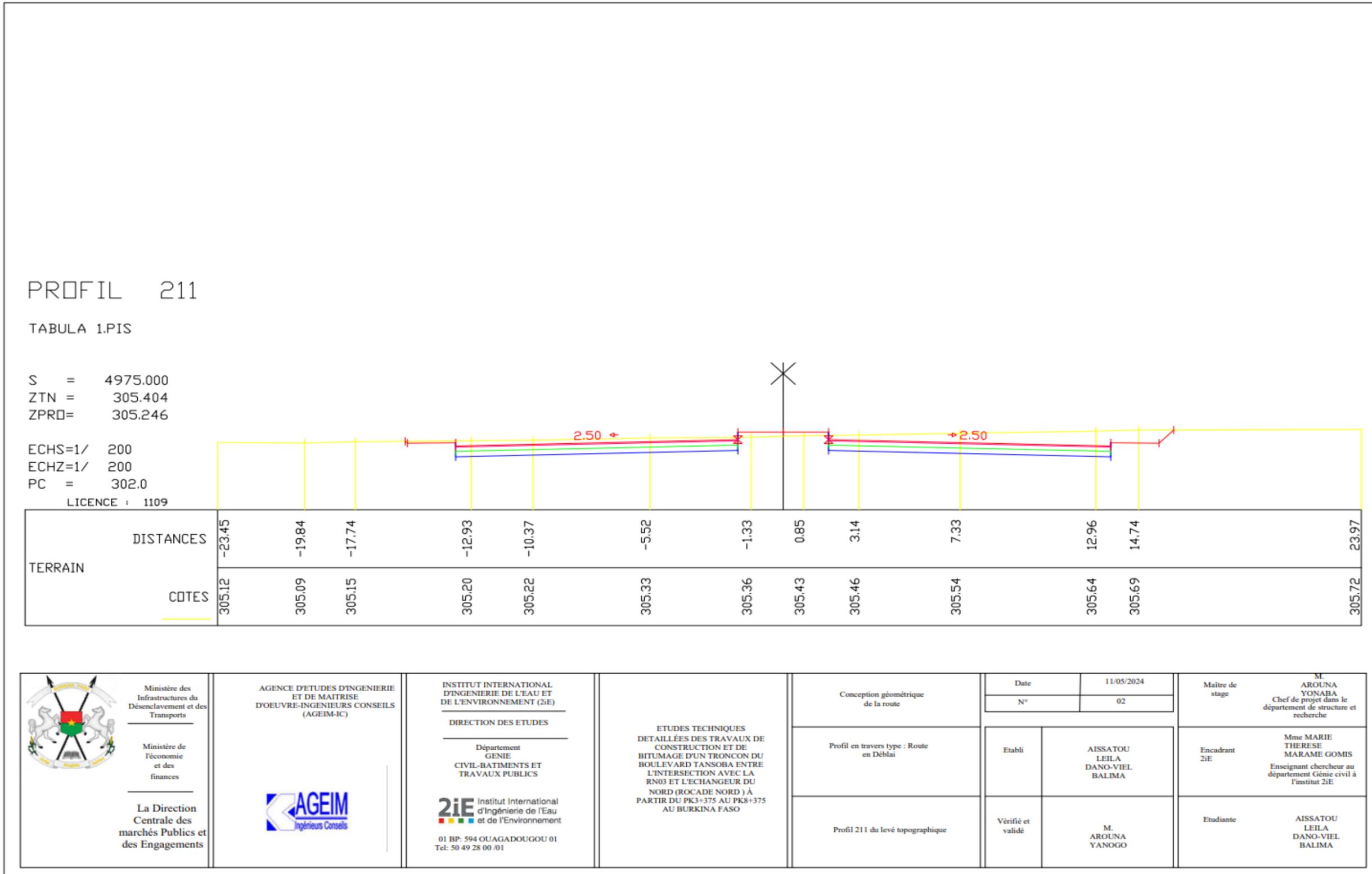
S = 825.000
 ZTN = 307.533
 ZPRO = 307.596

ECHS=1/ 200
 ECHZ=1/ 200
 PC = 303.0
 LICENCE : 1109



<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'ETUDES D'INGENIERIE ET DE MAITRISE D'OEUVRE-INGENIEURS CONSEILS (AGEIM-IC)</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2iE)</p> <p>DIRECTION DES ETUDES</p> <p>Département GENIE CIVIL-BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS</p> <p>Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement</p> <p>01 BP: 594 OUAGADOUGOU 01 Tel: 50 49 28 00 /01</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DETAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONCON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p>	Conception géométrique de la route	Date	11/05/2024	Maître de stage	M. AROUNA YONABA Chef de projet dans le département de structure et recherche
					N°	01		Encadrant 2iE
				Profil en travers type : Route Mixte	Etabli	AISSATOU LEILA DANO-VIEL BALIMA		
Profil 37 du levé topographique	Vérifié et validé	M. AROUNA YANOGO						

- Profil en déblai



ANNEXE 05 : ETUDES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

I. Etudes hydrologiques

1. Détermination des bassins versants

La détermination des caractéristiques des BV de notre projet sont obtenues à partir du logiciel GLOBAL MAPPER et sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Bassins	Surface Km ²	Périmètre Km	Zmax m	Zmin m	Pente %	Longueur hydraulique m
BV1	3,755	10,221	317	296	0,43	2720
SBV1.1	0,1914	2,189	313	305	0,34	249,58
SBV1.2	0,04178	0,81973	309	306	0,2	216,67
SBV1.3	0,0747	1,144	309	305	0,2	203,05
SBV1.4	0,1099	1,448	307	296	0,42	241,43
SBV1.5	0,1168	1,426	303	296	0,43	255,71
BV2	4,764	10,147	317	298	0,4	2249
SBV2.1	0,0959	1,344	314	306	0,29	329,29
SBV2.2	0,0892	1,26	314	306	0,41	381,82
SBV2.3	0,0794	1,994	309	298	0,42	88,06
SBV2.4	0,03924	1,064	302	298	0,34	89,494
SBV2.5	0,01808	0,57852	299	298	0,21	0,57852

SBV2.6	0,03104	0,8421	303	298	0,3	95,377
SBV2.7	0,0617	1,291	309	302	0,46	115,99

Les caractéristiques de forme, incluant l'indice de compacité, la longueur du rectangle équivalent, la densité de drainage et l'indice global de pente, sont calculées exclusivement pour les bassins versants (BV) dont la superficie est supérieure à 4 km².

Pour le calcul de l'indice global de pente selon la formule :

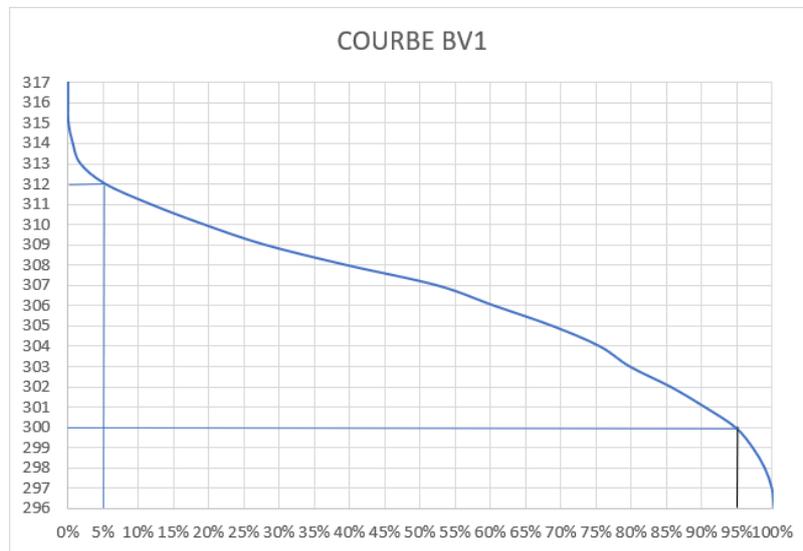
$$I_g = \frac{D}{L_{eq}} \text{ Avec } D = Z_{5\%} - Z_{95\%}$$

Les altitudes $Z_{5\%}$ et $Z_{95\%}$ désignent respectivement les hauteurs supérieures à une valeur donnée, représentant 5% et 95% de la surface du BV. Ces valeurs sont obtenues à partir de la courbe hypsométrique.

BV1		
Courbe hypsométrique		
Surface (km ²)	Altitude (m)	Superficie (%)
3,766	296	100%
3,754	297	100%
3,716	298	99%
3,652	299	97%

3,56	300	95%
3,397	301	90%
3,214	302	86%
2,996	303	80%
2,835	304	75%
2,583	305	69%
2,272	306	61%
1,967	307	52%
1,483	308	39%
1,049	309	28%
0,724	310	19%
0,4386	311	12%
0,1977	312	5%
0,0656	313	2%
0,02526	314	1%
0,002178	315	0%
0	316	0%

0	317	0%

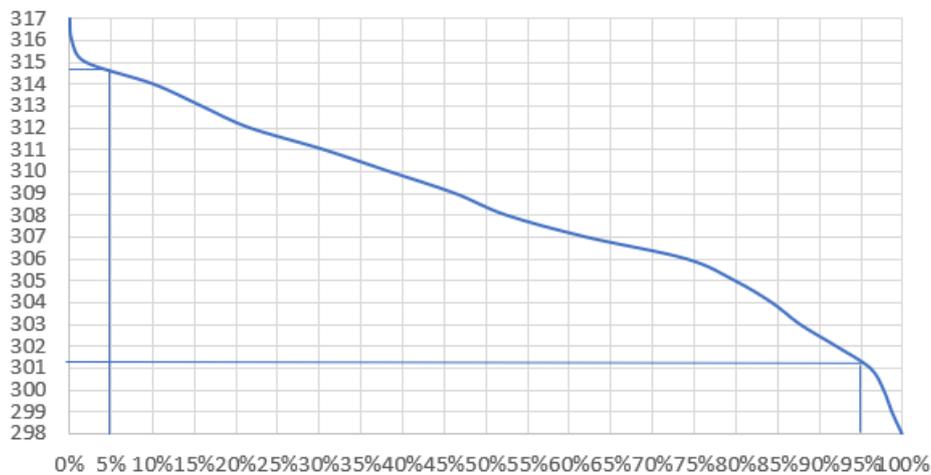


BV1	
$Z_{95\%} (m)$	300
$Z_{5\%} (m)$	312

BV2		
Courbe hypsométrique		
Surface (km ²)	Altitude(m)	Superficie (%)
4,757	298	100%
4,699	299	99%
4,652	300	98%
4,576	301	96%

4,382	302	92%
4,175	303	88%
4,013	304	84%
3,802	305	80%
3,524	306	74%
2,95	307	62%
2,495	308	52%
2,2	309	46%
1,824	310	38%
1,45	311	30%
1,025	312	22%
0,75	313	16%
0,4752	314	10%
0,0887	315	2%
0,01122	316	0%
0	317	0%

COURBE BV2



BV2	
$Z_{95\%} (m)$	301,3
$Z_{5\%} (m)$	314,7

2. Détermination des débits

Pour la détermination des débits de nos BV trois (03) méthodes de calcul sera utilisée :

- Les méthodes ORSTOM et CIEH pour les bassins versants dont la superficie est supérieure à 4 Km² ;
- Le modèle de CAQUOT pour les bassins versants dont la superficie est inférieure à 200 ha.

a. La méthode de ORSTOM

Le calcul du débit par la méthode ORSTOM est donnée par la formule :

$$Q_{10} = \frac{A \times P_{10} \times K r_{10} \times \alpha_{10} \times S}{T b_{10}}$$

Avec :

Q_{10} : le débit maximum décennal (m³ /s)

A : le coefficient d'abattement (fonction de S et Pan)

P_{10} : la précipitation décennale ponctuelle journalière (m)

Kr_{10} : le coefficient de ruissellement décennal

α_{10} : le coefficient de pointe décennal = 2.6

S : la superficie du bassin versant (m²)

Tb_{10} : le temps de base (s)

$m = 1,045$

➤ Détermination du coefficient d'abattement A

Le coefficient d'abattement A est donnée par la formule :

$$A = 1 - \left[\left(\frac{161 - 0.042 \times P_{an}}{1000} \right) \times \log(S) \right];$$

Avec :

Pan : la hauteur moyenne de précipitation annuelle, en mm.

S : la surface du BV en Km².

➤ Détermination de Pan et P_{10}

La pluie moyenne annuelle (Pan) et la pluie de projet (P_{10}) sont déterminées à l'aide du logiciel Hyfran Plus, en utilisant les données des précipitations journalières maximales et des moyennes annuelles de précipitations.

<i>Année</i>	<i>P_{jmax}</i>	<i>Année</i>	<i>P_{jmax}</i>	<i>Année</i>	<i>P_{jmax}</i>
1961	72,1	1979	46,5	1997	45,2
1962	93,6	1980	45,7	1998	72,4
1963	58,4	1981	61,5	1999	66,0
1964	57,3	1982	37,1	2000	58,6
1965	62,4	1983	63,3	2001	49,8
1966	42,7	1984	42,8	2002	58,1
1967	56,1	1985	50,4	2003	62,1
1968	40,2	1986	47,2	2004	55,1
1969	102,7	1987	75,6	2005	75,7
1970	89,6	1988	64,2	2006	51,5

1971	89,8	1989	74,9	2007	116,7
1972	59,9	1990	55,0	2008	58,4
1973	59,0	1991	105,2	2010	70,4
1974	60,5	1992	53,9	2011	43,8
1975	65,6	1993	54	2012	67,8
1976	76,7	1994	58,2	2013	67,3
1977	89,3	1995	73,1	2014	57,2
1978	67,5	1996	70,3	2015	115

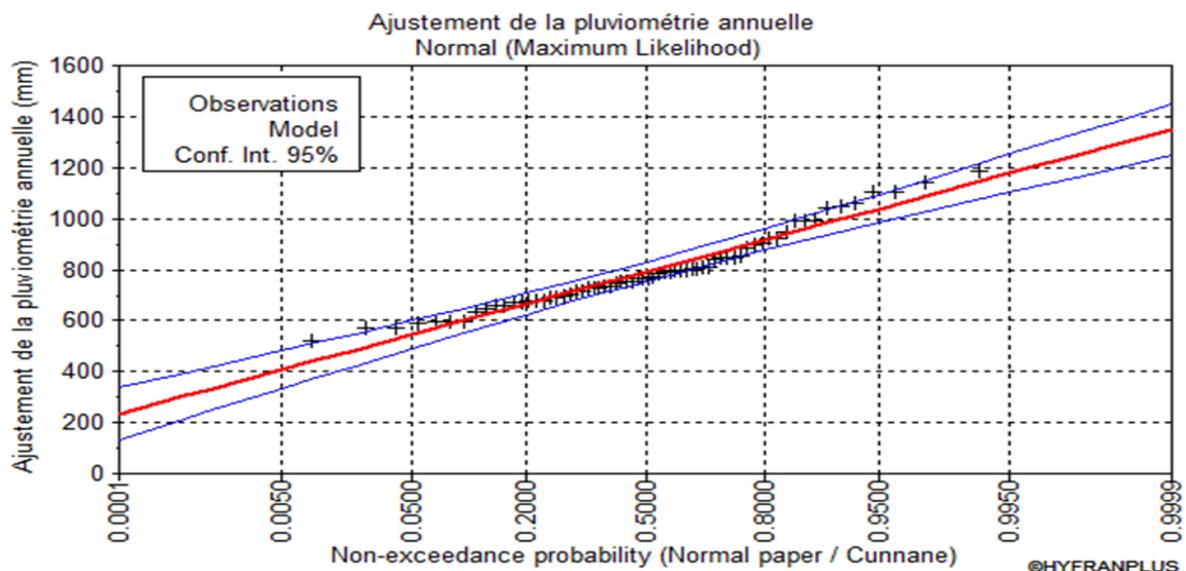
Année	Pan	Année	Pan	Année	Pan
1952	810	1974	924	1996	677
1953	884	1975	756	1997	588
1954	950	1976	1106	1998	669
1955	1040	1977	569	1999	801
1956	1102	1978	764	2000	594
1957	993	1979	731	2001	518
1958	766	1980	593	2002	656
1959	990	1981	714	2003	847
1960	804	1982	635	2004	792
1961	750	1983	675	2005	839
1962	1183	1984	571	2006	597
1963	657	1985	674	2007	713
1964	1145	1986	794	2008	808
1965	852	1987	785	2009	923
1966	648	1988	735	2010	850
1967	764	1989	798	2011	689
1968	774	1990	676	2012	991
1969	1045	1991	901	2013	795
1970	729	1992	699	2014	844
1971	726	1993	751	2015	897
1972	1060	1994	728	2016	788
1973	746	1995	700	2017	692

Pour analyser les données pluviométriques dans Hyfran Plus, nous utiliserons deux distributions : la loi normale et la loi de Gumbel.

La loi normale est employée pour estimer la pluie annuelle Pan, car elle s'adapte le mieux aux variations pluviométriques annuelles. Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

Ajustement de la pluviométrie annuelle par la loi normale					
	Temps de retour T	q	Pluies annuelle Pan (mm)	Standard déviation	Confidence intervalle (95%)
Période humide	10000.0	0.9999	1350	52.2	1250-1450
	2000.0	0.9995	1280	47.0	1190--1380
	1000.0	0.9990	1250	44.6	1170-1340
	200.0	0.9950	1180	38.5	1100-1250
	100.0	0.9900	1140	35.7	1070-1210
	50.0	0.9800	1100	32.7	1040-1160
	20.0	0.9500	1040	28.4	983-1090
	10.0	0.9000	984	25.0	935-1030
	5.0	0.8000	918	21.5	876-960
	3.0	0.6667	856	19.3	819-894
	Pan	2.0	0.5000	792	18.4
	1.4286	0.3000	713	19.7	675-752
	1.2500	0.2000	666	21.5	624-708
	1.1111	0.1000	600	25.0	551-649

Période sèche	1.0526	0.0500	545	28.4	490-601
	1.0204	0.0200	484	32.7	420-548
	1.0101	0.0100	443	35.7	373-513
	1.0050	0.0050	406	38.5	331-482
	1.0010	0.0010	329	44.6	242-416
	1.0005	0.0005	299	47.0	207-391
	1.0001	0.0001	235	52.2	133-337

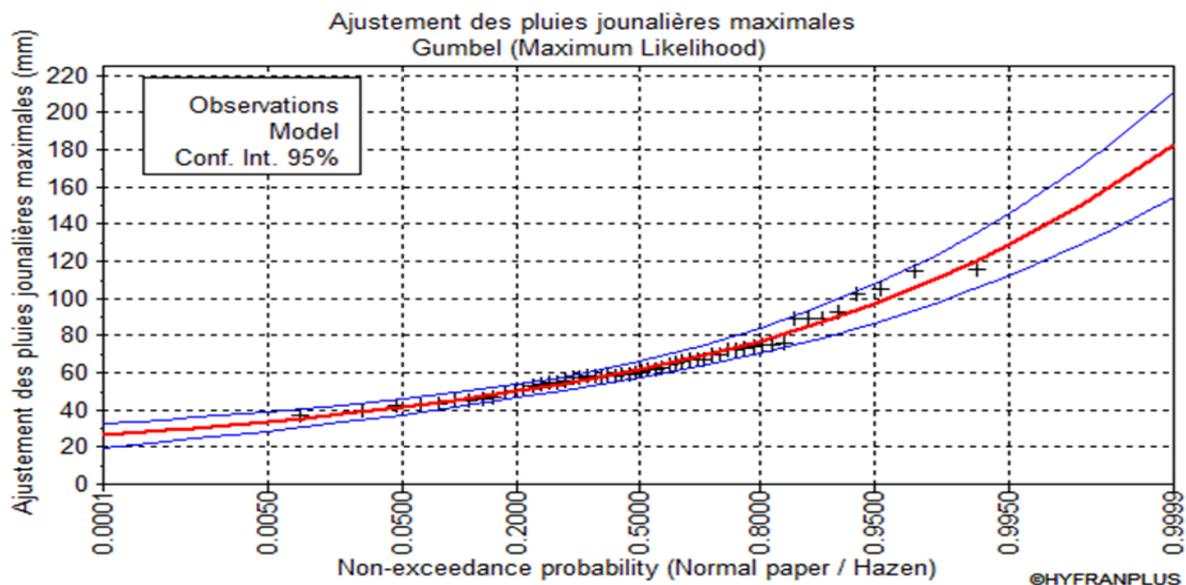


La loi de Gumbel est utilisée pour ajuster les données de pluviométrie maximale journalière, car elle est plus appropriée pour identifier les valeurs extrêmes. Les résultats obtenus sont affichés ci-dessous.

Pluviométrie maximale journalière par la loi Gumbel					
	Temps de retour T	q	Pluies annuelle Pan (mm)	Standard déviation	Confidence interval (95%)

Période humide	10000.0	0.9999	183	14.3	155-211
	2000.0	0.9995	161	11.9	137-184
	1000.0	0.9990	151	10.9	130-172
	200.0	0.9950	129	8.60	112-146
	100.0	0.9900	119	7.60	105-134
	50.0	0.9800	110	6.61	97-123
	20.0	0.9500	97.2	5.31	86.8-108
	10.0	0.9000	87.4	4.33	78.9-95.8
	5.0	0.8000	77.1	3.37	70.5-83.7
	3.0	0.6667	68.9	2.68	63.7-74.2
	2.0	0.5000	61.6	2.18	57.3-65.9
Période sèche	1.4286	0.3000	54.0	1.89	50.3-57.7
	1.2500	0.2000	50.1	1.86	46.4-53.7
	1.1111	0.1000	45.2	1.97	41.3-49
	1.0526	0.0500	41.6	2.12	37.4-45.7
	1.0204	0.0200	37.9	2.34	33.3-42.5
	1.0101	0.0100	35.7	2.49	30.8-40.6

	1.0050	0.0050	33.8	2.63	28.6-38.9
	1.0010	0.0010	30.1	2.92	24.4-35.9
	1.0005	0.0005	28.8	3.03	22.9-34.8
	1.0001	0.0001	26.2	3.26	19.8-32.6



➤ Détermination du coefficient de ruissellement décennale Kr10

La détermination de la valeur de Kr10, correspondant à des précipitations décennales de 10 mm, se réalise par une interpolation linéaire entre les valeurs de Kr70 et Kr100, correspondant respectivement à des pluies décennales de 70 mm et 100 mm. Les coefficients de ruissellement Kr70 et Kr100 ont été établis en fonction de la superficie S du bassin pour cinq classes d'infiltrabilité définies au chapitre 1 (PI, I, RI, P, TP), ainsi que pour différentes valeurs de l'indice global de pente I_{gcor}. Si la pente transversale n'entraîne pas de correction, I_{gcor} est égal à I_g. La détermination des valeurs peut être réalisée graphiquement par des courbes empiriques ou à partir de formules analytiques de forme générale dans le cas des zones tropicales sèche :

$$Kr_{70} \text{ ou } Kr_{100} = \frac{a'}{(S+b')} + c'$$

Les valeurs de a' , b' et c' sont consignées dans les tableaux ci-dessous en fonction de la classe d'infiltration et de l'indice global de pente.

Caractéristiques		a'	b'	c'
Infiltrabilité	Pente			
I	15	2000	100	29,5
	7	1620	100	27,5
	3	1250	100	25
RI	15	250	20	21,7
	7	200	20	18,5
	3	150	20	15
P	7	50	15	8

Caractéristiques		a'	b'	c'
Infiltrabilité	Pente			
I	15	2400	100	32
	7	1940	100	30
	3	1440	100	28
RI	15	325	30	26
	7	240	30	22
	3	200	30	17
P	7	55	17	9,5

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Classe d'infiltration	Ig	Détermination de Kr70 et Kr100			Détermination de Kr10 (%)
RI	2,84	Kr100 = Kr70 = $(a' / (S+b')) + c'$			22,0122
		Kr70 BV1		21,09	
		a'	b'	c'	
		148	20	14,86	
		Kr100 BV1		22,68	

		a'	b'	c'
		198,4	30	16,80
RI	4	Kr70 BV2		22,44
		a'	b'	c'
		162,5	20	15,88
		Kr100 BV2		24,29
		a'	b'	c'
		210	30	18,25
				23,513

➤ Détermination du temps de base Tb

Le temps de base des bassins en zone tropicale sèche est calculé à partir de la formule suivante :

$$T_b = aS^{0,36} + b$$

Les paramètres a et b variant en fonction de la pente global, nous l'expression de notre Tb10 compris entre :

$$\text{Pour } I_g=3, Tb_{10} = 325 \times S^{0,36} + 315$$

$$\text{Pour } I_g=7, Tb_{10} = 163 \times S^{0,36} + 142$$

Les valeurs de a et b sont obtenues par interpolation et consignées dans le tableau ci-dessous.

I _g	Paramètres Tb10			Tb10 (mn)
		a'	b'	
2,84	BV1	331,48	322	855,64
4	BV2	284,5	272	770,81

➤ Calcul de débit maximum décennal Q₁₀

Le calcul du débit Q10 est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

Désignation	S (m ²)	A	α_{10}	Kr10 (décimal)	P10	Tb10(s)	Q10(m ³ /s)
BV1	3755000	0,93	2,6	0,220122	0,0874	51338,65	3,56
BV2	4764000	0,91	2,6	0,23513	0,0874	46248,55	5,23

b. Méthode CIEH

La méthode CIEH, conçue par Puech et Chabi-Gonni, est une approche statistique qui utilise un schéma de régression multiple pour estimer le débit de pointe Q₁₀. La formule retenue est la suivante :

$$Q_{10} = a \times S^s \times P^{pan} \times Kr^k_{10} \times I^i g \times D^d d \dots \dots$$

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

S est la surface du bassin (km²)

Ig est l'indice global de pente (m/km)

Pan est la pluie annuelle moyenne (mm)

Kr10 est le coefficient de ruissellement décennal (%)

Dd est la densité de drainage (km⁻¹)

Dans le cadre de notre projet, nous adopterons les équations 39,40,41,42 et 44 pour le calcul du débit de projet.

	N°	a	s	kr	i	pm	Débit de projet	Débit de projet
Équation	39	0,41	0,425	0,923			12,48	14,21
Équation	40	0,254	0,462	0,976	0,101		10,93	

BV1	Équation	41	0,407	0,532	0,941			15,09
	Équation	42	0,0912	0,643	1,019	0,399		8,44
	Équation	44	203	0,459	0,813		-1,301	15,06

		N°	a	s	kr	i	pm	Débit de projet	Débit de projet
BV2	Équation	39	0,41	0,425	0,923			14,68	17,05
	Équation	40	0,254	0,462	0,976	0,101		13,10	
	Équation	41	0,407	0,532	0,941			18,23	
	Équation	42	0,0912	0,643	1,019	0,399		10,80	
	Équation	44	203	0,459	0,813		-1,301	18,24	

Bassins	Surface	Indice globale de pente	Coefficient de ruissellement Kr	Pluie annuelle (Pan)	Pluie journalière	Coefficient d'abattement A	Pluie moyenne Pm10	Débit projet Q10
BV1	3,755	2,84	22,0122	792	87,4	0,93	81,282	14,21

BV2	4,764	4	23,513	792	87,4	0,91	79,534	17,05
-----	-------	---	--------	-----	------	------	--------	-------

c. Méthode de Caquot

Le modèle de Caquot est utilisé pour le dimensionnement des bassins versants urbains de moins de 4 km²). La formule de Caquot est la suivante :

$$Q_p = k \frac{1}{u} \times C \frac{1}{v} \times I \frac{v}{u} \times A \frac{w}{u}$$

Avec :

$$k = \frac{a \times \mu^b}{6 (\beta + \delta)}$$

$$u = 1 - bf$$

$$v = cb$$

$$w = 1 - \epsilon + db$$

$$\mu = 0,28M^{0,84}$$

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \text{ Avec } M > 0,8 ; \text{ pour } M \neq 2 \text{ on calcule } m = \left(\frac{M}{2}\right)^{0,7b}$$

Désignation	Assemblage	S (ha)	Pente %	Li(h m)	∑Li	Meq	μ	u	v	w	m	K	Li/(I ^{0,5})	I	c	Seq (ha)	Q (T)	Qp	Q(T=5ans)	
Série 1	SBV 1.1	BV = SBV1.1	19,14	0,34	3	3	0,69	0,20	0,86	0,21	0,70	1,45	2,48	51,45	0,0034 0	0,66	19,14	5,01	7,29	5,83
	SBV 1.2	BVeq=SBV1.1+ SBV1.2	4,178	0,2	2,16 67	5,16 67	1,07	0,30	0,86	0,21	0,70	1,24	2,06	48,45	0,0026 7	0,66	23,318	4,47	5,56	4,45
	SBV 1.3	BVeq=SBV1.1+ SBV1.2 + SBV1.3	7,47	0,2	2,03 05	7,19 72	1,30	0,35	0,86	0,21	0,70	1,16	1,90	45,40	0,0024 5	0,66	30,788	4,99	5,80	4,64
	SBV 1.4	BVeq=SBV1.1+ SBV1.2 + SBV1.3 + SBV1.4	10,99	0,42	2,41 43	9,61 15	1,49	0,39	0,86	0,21	0,70	1,11	1,79	37,25	0,0027 7	0,66	41,778	6,15	6,83	5,46
Série 2	SBV 1.5	BVeq=SBV1.5	11,68	0,43	2,55 71	2,55 71	0,75	0,22	0,86	0,21	0,70	1,41	2,39	39,00	0,0043 0	0,66		3,40	4,80	3,84
Série 3	SBV 2.1	BV = SBV2.1	9,59	0,29	3,29 29	3,29 29	1,06	0,29	0,86	0,21	0,70	1,25	2,06	61,15	0,0029 0	0,66	9,59	2,17	2,71	2,17
	SBV 2.2	BVeq = SBV2.1 + SBV2.2	8,92	0,41	3,81 82	7,11 11	1,65	0,43	0,86	0,21	0,70	1,07	1,71	59,63	0,0034 7	0,66	18,51	3,13	3,35	2,68
	SBV 2.3	BVeq = SBV2.1 + SBV2.2 + SBV2.3	7,94	0,42	0,88 06	7,99 17	1,55	0,41	0,86	0,21	0,70	1,09	1,76	13,59	0,0035 4	0,66	26,45	4,34	4,74	3,80
	SBV 2.4	BVeq = SBV2.1 + SBV2.2 + SBV2.3 + SBV2.4	2,119	0,13	0,88 51	8,87 68	1,66	0,43	0,86	0,21	0,70	1,07	1,71	24,55	0,0031 2	0,66	28,569	4,34	4,63	3,71

Série 4	SBV 2.7	$B_{Veq} = SBV_{2.7}$	6,17	0,46	1,15 99	1,15 99	0,47	0,15	0,86	0,21	0,70	1,66	2,91	17,10	0,0046 0	0,66	6,17	2,54	4,23	3,38
	SBV 2.6	$B_{Veq} = SBV_{2.7} + SBV_{2.6}$	3,104	0,13	0,88 51	2,11 367	0,69	0,21	0,86	0,21	0,70	1,45	2,47	17,41	0,0037 5	0,66	9,274	2,78	4,02	3,22
	SBV 2.7	$B_{Veq} = SBV_{2.7} + SBV_{2.6} + SBV_{2.5}$	1,808	0,21	0,00 5785 2	2,11 9455 2	0,64	0,19	0,86	0,21	0,70	1,49	2,56	0,13	0,0037 4	0,66	11,082	3,35	5,00	4,00

II. ETUDE HYDRAULIQUE

1. Détermination des sections hydrauliques des dalots

La méthode utilisée est celle décrite dans le BCEOM pour un dalot rectangulaire à sortie libre. Les valeurs adimensionnelles de la hauteur réduite, de la pente critique et de la vitesse réduite sont obtenues à partir des abaques. Le détail des calculs est consigné dans le tableau ci-dessous :

Etude hydraulique		
Bassins versants	BV1	BV2
Débit de projet Q10 (m ³ /s)	14,21	17,05
Hauteur du dalot D	3	2,5
largeur de la cellule B	3	3
Vitesse ammissible (m ³ /s)	3	3
Nombre de cellule	3	3
Débit par cellule	4,74	5,68
Présentateur g	9,18	9,18
Calcul de la profondeur d'eau en amont		
Débits réduit Q*	0,071	0,112
Hauteur réduite H* (abaque 77 BCEOM)	0,5	0,5
Profondeur d'eau en amont H1	1,50	1,25
Vérification H*/D ≤ 1,25	Condition vérifiée	Condition vérifiée
Revanche D-H1(m)	1,50	1,25
Calcul de la pente critique		
Débits réduit Q**	0,100	0,120
Pente critique Ic* réduit abaque 82 BCEOM	2,65	2,7
Coefficient de rugosité du béton (k)	67	67
Pente critique Ic	0,0038	0,0038
Détermination de la vitesse de sortie		
Débits réduit Q***	0,062	0,073
Vitesse v* (abaque 84 BCEOM)	0,2	0,22
Vitesse de sortie V	1,71	1,90
Vsortie ≤ Vmax	Condition vérifiée	Condition vérifiée
Section des ouvrages		
BV1	3x3x3	
BV2	3x2,5x3	

2. Détermination de la section hydraulique des caniveaux

Le calcul des sections hydrauliques de nos caniveaux est fait par la formule de Manning-Strickler est la suivante :

$$Q_p = Ks \times S \times Rh^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

- Q_p : Le débit de projet en m^3/s ;
- K_s : Coefficient de Strickler pris égal à 67 pour les caniveaux en béton ;
- $S = by$: La section d'écoulement en m^2 ;
- $R_h = S/P$: Le rayon hydraulique en m ;
- I : La pente du fond en valeur décimale ;
- $P = b + 2y$: Périmètre mouillé du caniveau (en m) ;
- y : Tirant d'eau (en m) ;
- b : Largeur au plafond (en m).

Pour la vérification de la section adoptée, la méthode de la « Débitance » sera utilisée avec :

$D = K S \times S \times R_h$ et $K = \frac{Q_p}{I^{\frac{1}{2}}}$ de tel sorte que $D - K$ soit égal à 0 pour que la section soit vérifiée.

Le détail des calculs est consigné dans le tableau ci-dessous.

Désignation	Assemblage	$Q_p = K_s \times S \times R h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$								Q (m3/s)	D	K	D-K	Sections Adoptées (cm)		Rev anch e	Vites se
		K	B	Y	S	P	Rh	I	b					h			
Série 1	SBV1.1	Bveq1=SBV1.1	67	1,4	1,0685	1,495897	3,4	0,44	0,01011	5,83	57,98	57,977106	0,000231604	140	120	0,13	3,47
	SBV1.2	Bveq2=SBV1.1+SBV1.2	67	1,4	0,90863	1,272083	3,4	0,37	0,01011	4,45	44,25	44,2535372	-0,000000316	140	120	0,29	2,65
	SBV1.3	Bveq3=SBV1.1+SBV1.2+SBV1.3	67	1,4	0,93171	1,304398	3,4	0,38	0,01011	4,64	46,14	46,1430141	-0,000000329	140	120	0,27	2,76
	SBV1.4	Bveq4=SBV1.1+SBV1.2+SBV1.3+SBV1.4	67	1,4	1,02728	1,438186	3,4	0,42	0,01011	5,46	54,30	54,2975984	-0,000000387	140	120	0,17	3,25
Série 2	SBV1.5	Bveq1=SBV1.5	67	1	0,68326	0,683256	3	0,23	0,05059	3,84	17,07	17,07259469	0,000006141	100	100	0,32	3,84
Série 3	SBV2.1	Bveq1=SBV2.1	67	1,2	0,82414	0,988966	3,2	0,31	0,00513	2,17	30,29	30,2884517	0,000000871	120	100	0,18	1,81
	SBV2.2	Bveq2=SBV2.1+SBV2.2	67	1,2	0,93541	1,12249	3,2	0,35	0,00513	2,68	37,41	37,4069357	-0,000536333	120	100	0,06	2,23
	SBV2.3	Bveq3=SBV2.1+SBV2.2+SBV2.3	67	1,4	1,01293	1,418105	3,4	0,42	0,00513	3,80	53,04	53,039685	0,000211880	140	120	0,19	2,26
	SBV2.4	Bveq4=SBV2.1+SBV2.2+SBV2.3+SBV2.4	67	1,4	0,99847	1,397853	3,4	0,41	0,00513	3,71	51,78	51,7834819	-0,000000369	140	120	0,20	2,21
	SBV2.7	Bveq1=SBV2.7	67	1,4	0,84385	1,181384	3,4	0,35	0,00746	3,38	39,12	39,120585	0,000156069	140	100	0,16	2,41

Série 4																	
	SBV2.6	Bveq2=SBV2.7+SBV2.6	67	1,4	0,81965	1,147505	3,4	0,34	0,0074 6	3,22	37,27	37,268723	0,000148681	140	100	0,18	2,30
	SBV2.5	Bveq3=SBV2.7+SBV2.6+SBV2.5	67	1,4	0,75694	1,059719	3,4	0,31	0,0074 6	2,82	32,64	32,6390679	0,00	140	100	0,24	2,01

ANNEXE 06 : Abaques

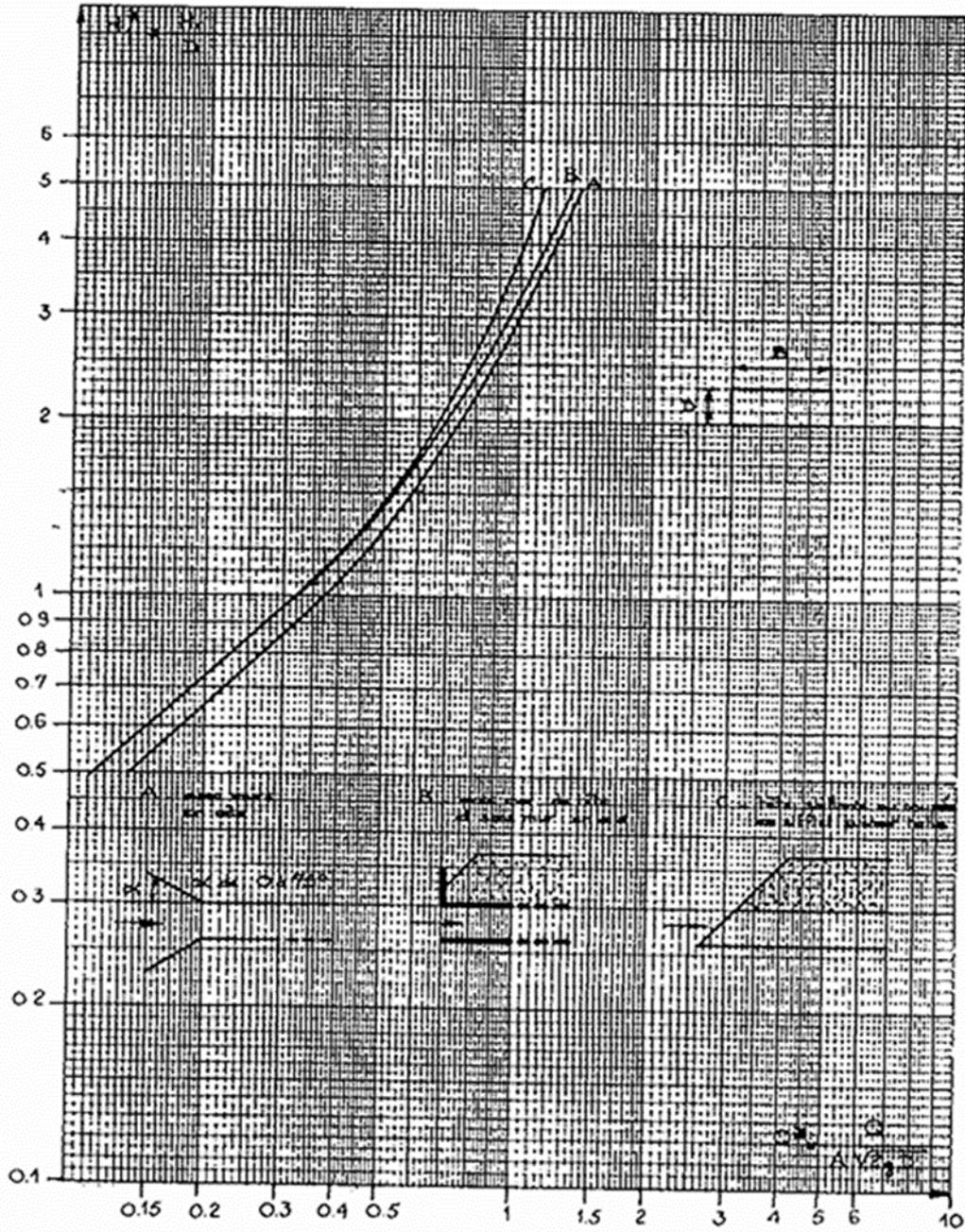


Fig. 77. Sortie libre. Dalots rectangulaires.

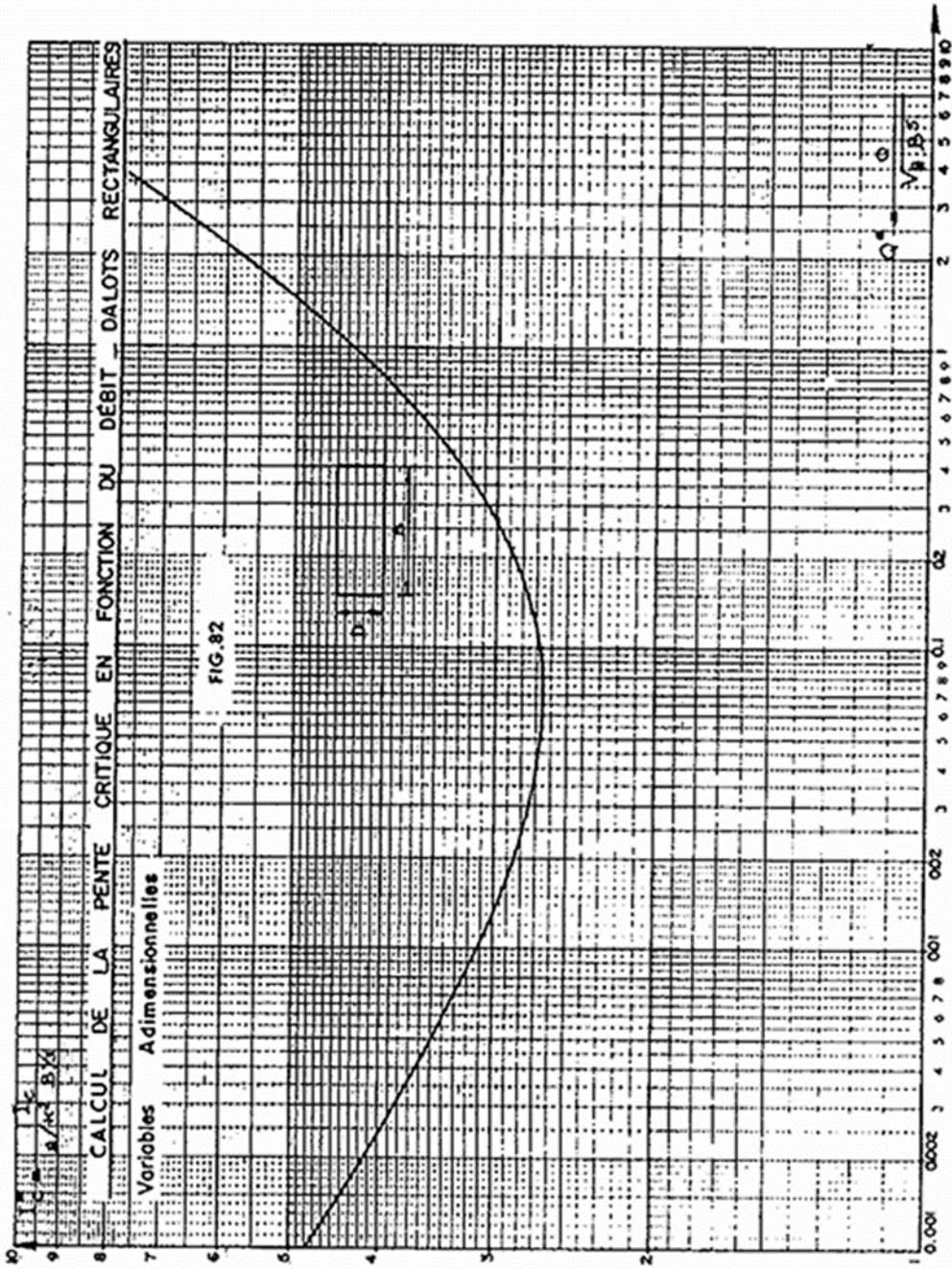


Fig. 82. Calcul de la pente critique en fonction du débit. Dalots rectangulaires.

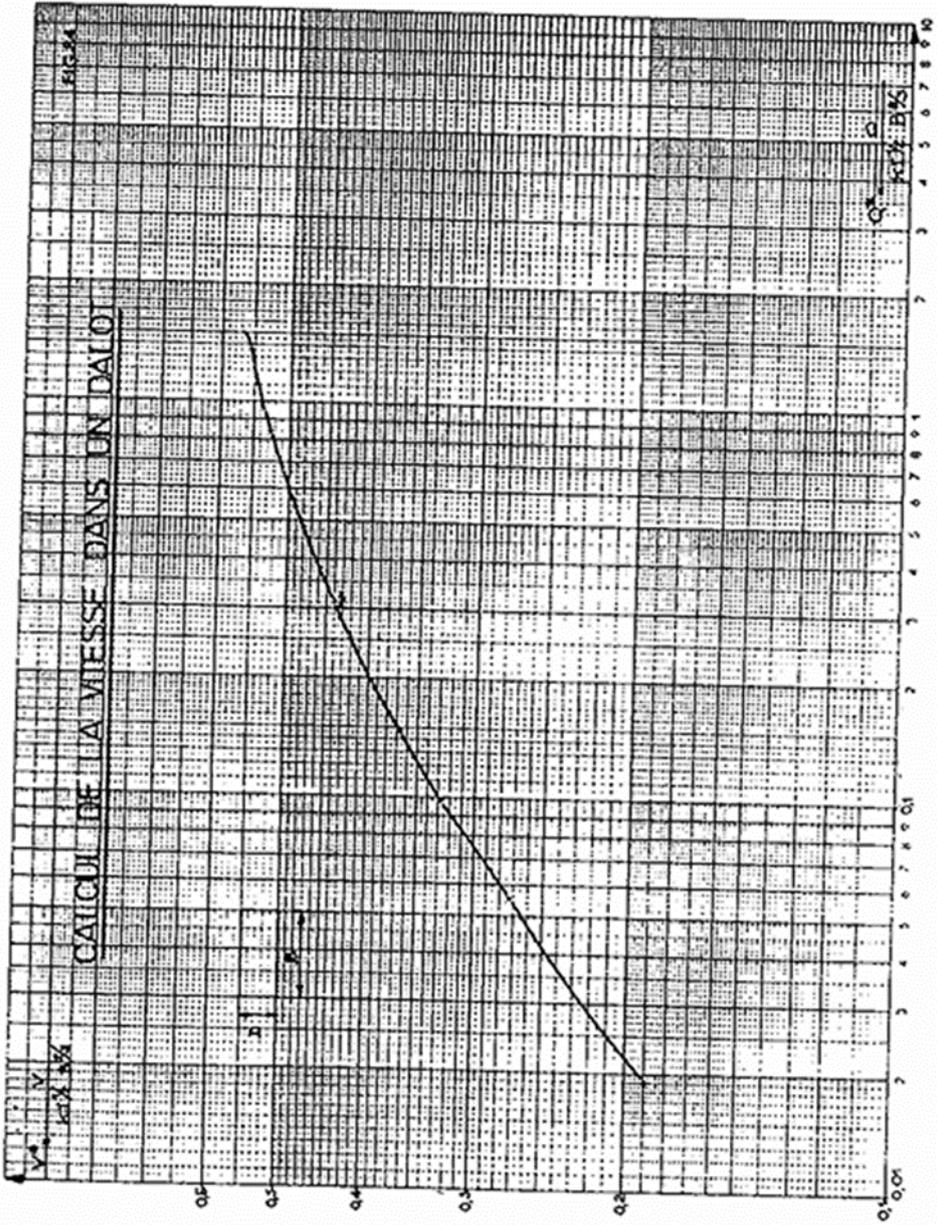
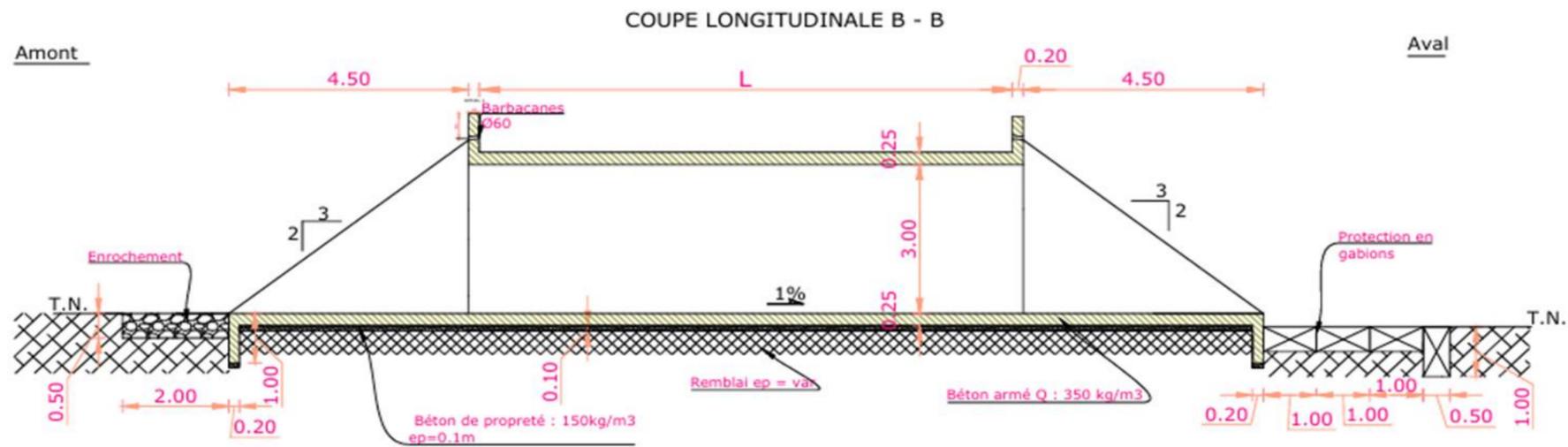
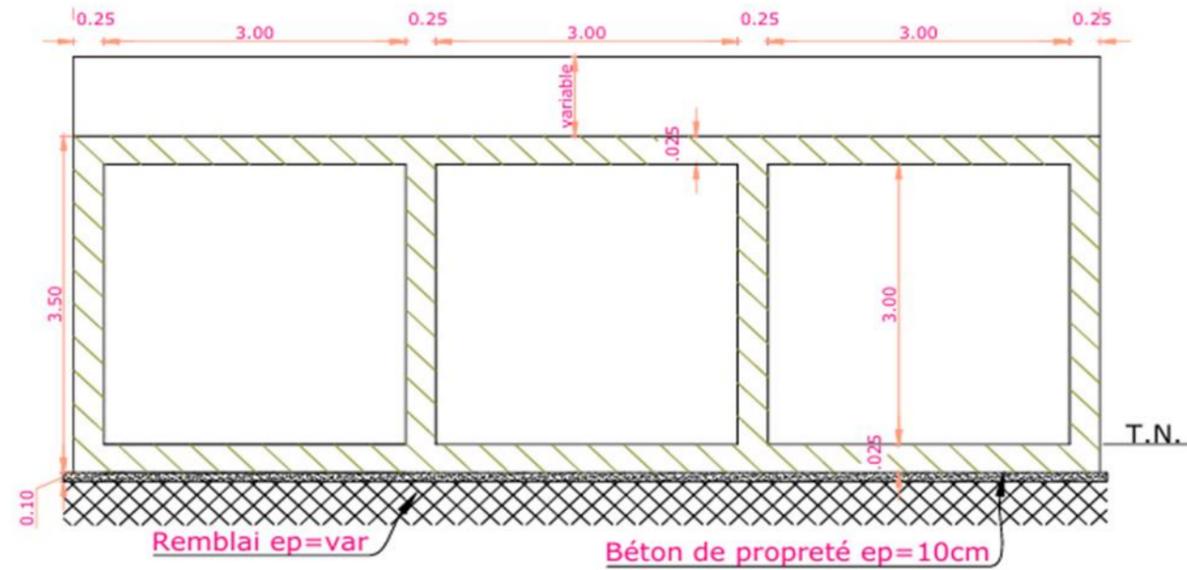


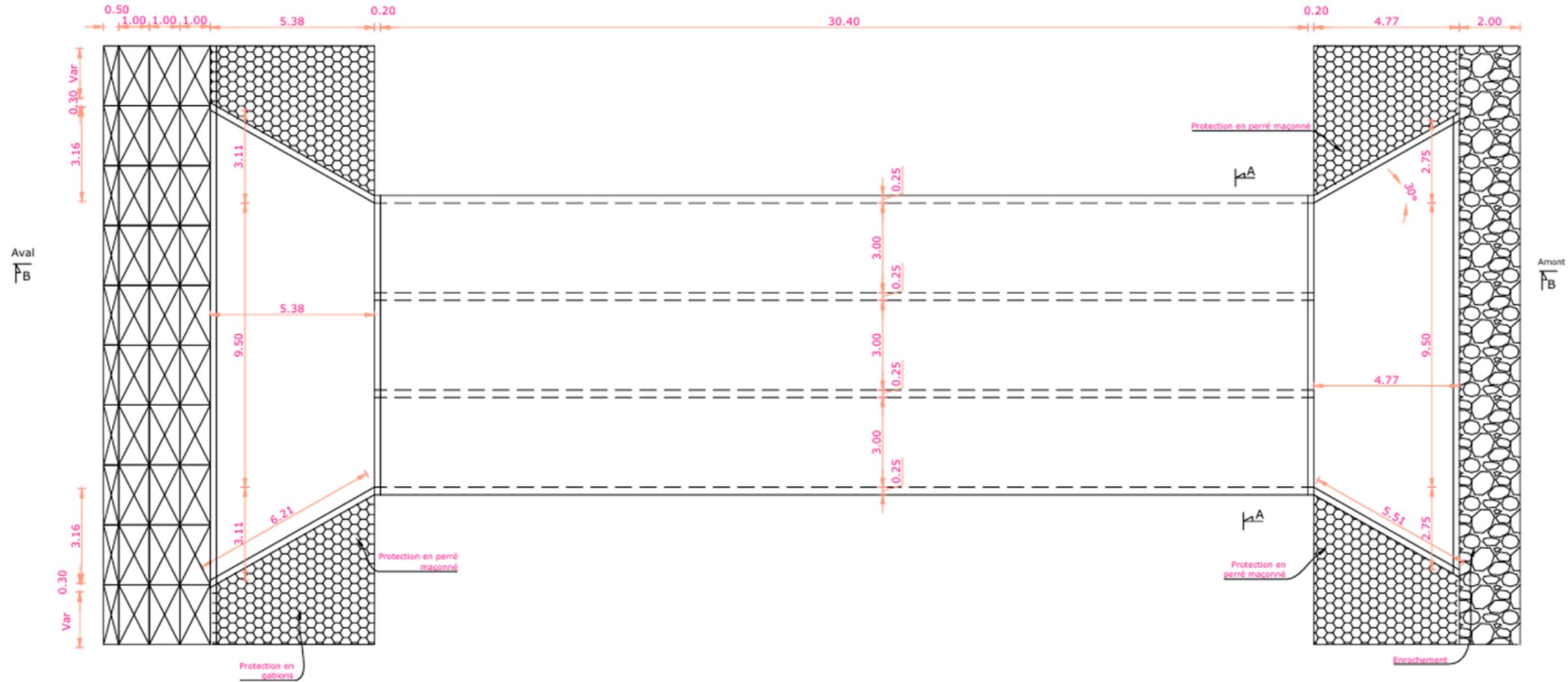
Fig. 84. Calcul de la vitesse dans un dalot.

ANNEXE 07 : Note de calculs et plan d'exécution des dalots 3 x 300 x 300

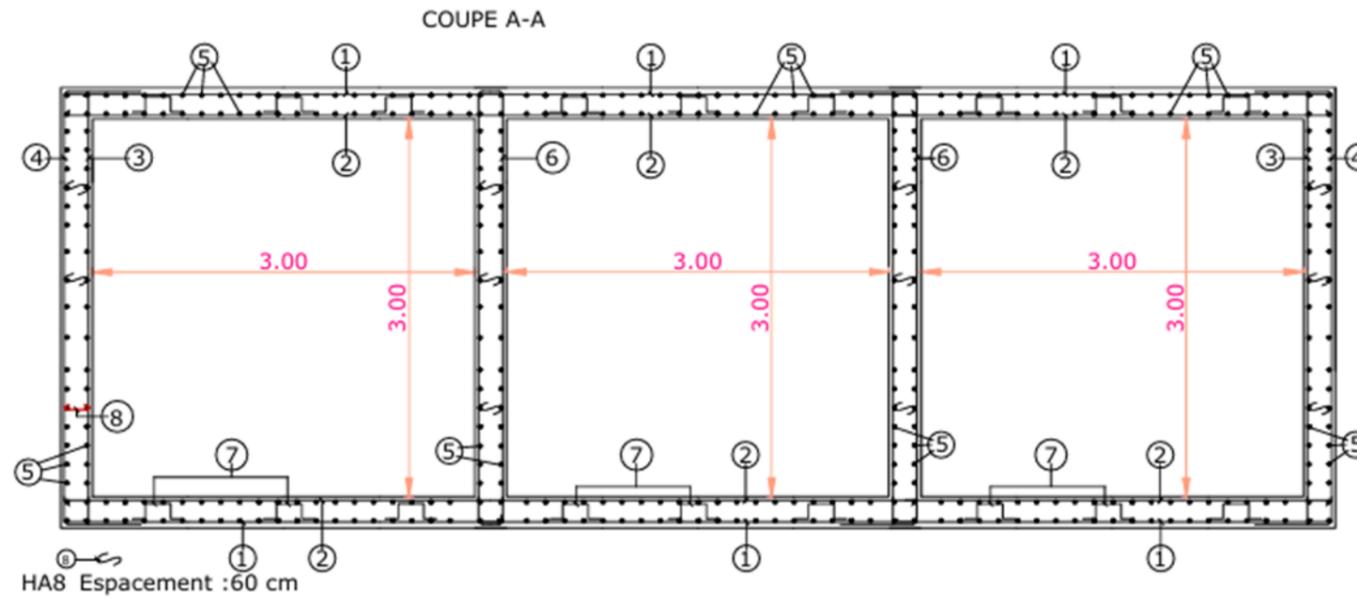


 BURKINA FASO Unité - Progrès - Justice	 INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2iE)	MISSION DE CONTROLE  AGEIM Ingénieurs Conseils	ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ÉCHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO	Etabli Aïssatou L. D.BALIMA	Echelle: 1/140
			PLAN DE COFFRAGE (Coupe) DALOT DE 3 x 300 x 300	Vérifié par maître de stage A.YONABA	PAGE N° 1/3
			Validé par encadrante 2iE	Mme.T.GOMIS	DATE : MAI 2024

VUE EN PLAN



<p>BURKINA FASO</p> <p>Unité - Progrès - Justice</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2iE)</p>	<p>MISSION DE CONTROLE</p> <p>AGEIM Ingénieurs Conseils</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p>		<p>Etabli</p> <p>Aïssatou L.D.BALIMA</p>	<p>Echelle: 1/140</p>
			<p>PLAN DE COFFRAGE (vue en plan) DALOT DE 3 x 300 x 300</p>		<p>Vérifié par maître de stage</p> <p>A.YONABA</p>	<p>PAGE N° 2/3</p>
					<p>Validé par encadrante 2iE</p> <p>Mme.T.GOMIS</p>	<p>DATE : MAI 2024</p>



Position	Armature		Nombre / ml
1	HA12	esp=15	16
2	HA14	esp=15	16
3	HA10	esp=15	16
4	HA12	esp=15	16
5	HA10	esp=10	596
6	HA10	esp=15	16
7	HA8	esp=100	48

<p>BURKINA FASO</p> <p>Unité - Progrès - Justice</p>	<p>INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT (2iE)</p>	<p>MISSION DE CONTROLE</p> <p>AGEIM Ingénieurs Conseils</p>	<p>ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONCON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO</p> <p>PLAN DE FERRAILLAGE DALOT DE 3 x 300 x 300</p>	Etabli	Aïssatou L.D.BALIMA	
				Vérifié par maître de stage	A.YONABA	PAGE N° 3/3
				Validé par encadrante 2iE	Mme.T.GOMIS	DATE : MAI 2024



1. NORME ET MATÉRIAUX

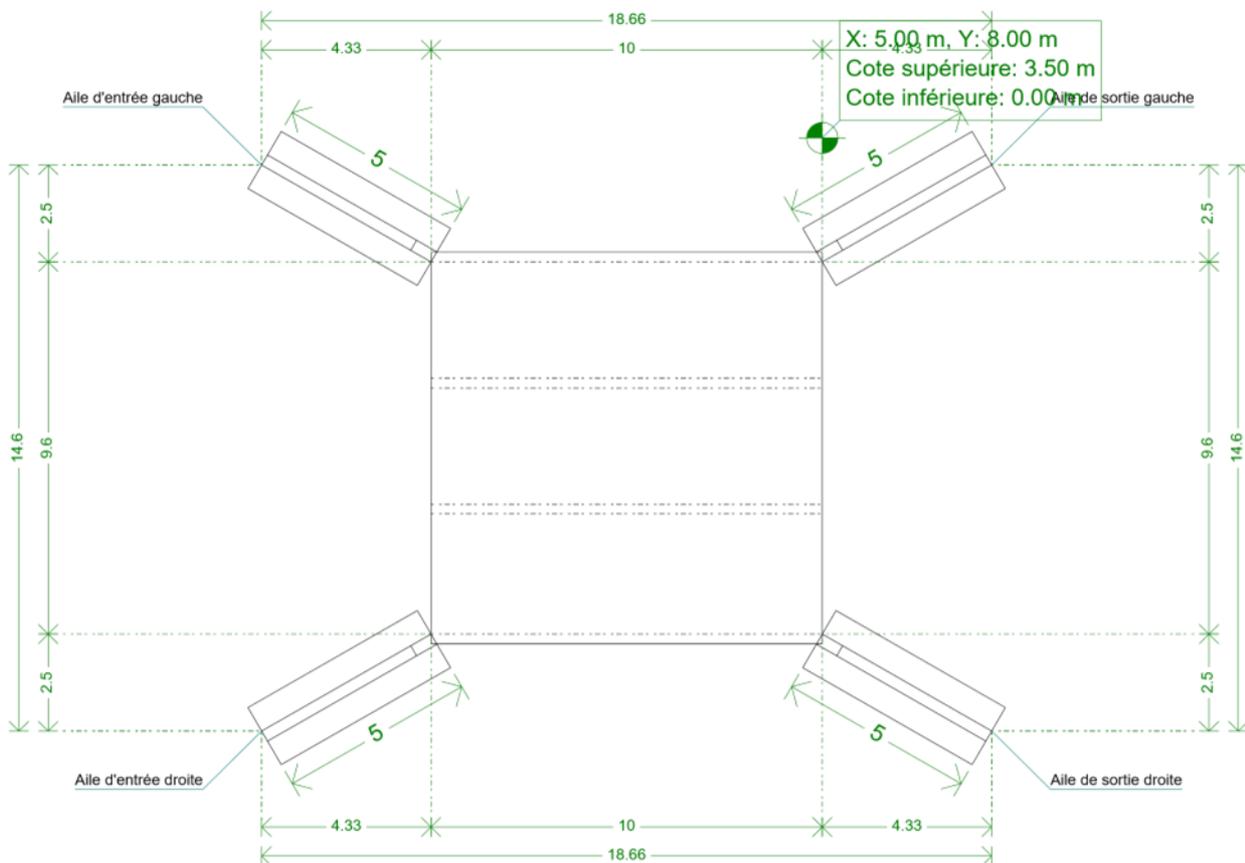
Norme : BAEL-91 (R-99) (France)

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	Piédroits: 25 cm Tablier/radier: 25 cm
------------	---



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Cellule 1	Mesure de la portée : Perpendiculairement à la paroi gauche Portée à l'entrée : 300 cm Portée en sortie : 300 cm
Mur intermédiaire 1	Épaisseur : 25 cm
Cellule 2	Mesure de la portée : Perpendiculairement à la paroi gauche Portée à l'entrée : 300 cm Portée en sortie : 300 cm
Mur intermédiaire 2	Épaisseur : 25 cm

MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Longueur totale : 5.00 m
Longueur supérieure : 0.60 m
Épaisseur en extrémité : 0.40 m
Surcharge du terrain sur l'arrière : 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur : 0.30 m Épaisseur de la semelle : 0.50 m
Débords semelle :
- Arrière : 0.70 m
- Avant : 0.70 m

MUR EN AILE D'ENTRÉE DROITE

Longueur totale : 5.00 m
Longueur supérieure : 0.60 m
Épaisseur en extrémité : 0.40 m
Surcharge du terrain sur l'arrière : 5.00 kN/m²
Épaisseur du mur : 0.30 m Épaisseur de la semelle : 0.50 m



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Débords semelle :

- Arrière : 0.70 m
- Avant : 0.70 m

MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE

Longueur totale : 5.00 m

Longueur supérieure : 0.60 m

Épaisseur en extrémité : 0.40 m

Surcharge du terrain sur l'arrière : 5.00 kN/m²

Épaisseur du mur : 0.30 m Épaisseur de la semelle : 0.50 m

Débords semelle :

- Arrière : 0.70 m
- Avant : 0.70 m

MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Longueur totale : 5.00 m

Longueur supérieure : 0.60 m

Épaisseur en extrémité : 0.40 m

Surcharge du terrain sur l'arrière : 5.00 kN/m²

Épaisseur du mur : 0.30 m Épaisseur de la semelle : 0.50 m

Débords semelle :

- Arrière : 0.70 m
- Avant : 0.70 m

3. TERRAINS



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

Module de réaction : 90000.0 kN/m³

Contrainte admissible sol d'assise : 200.00 kN/m²

Poids volumique : 20.0 kN/m³

Angle de frottement interne : 37 degrés

Cohésion : 0.00 kN/m²

Pourcentage de frottement terrain-mur : 0 %

Angle de transmission des charges : 45 degrés

4. ACTIONS

Sans surcharge supérieure

Sans surcharge inférieure

Sans charge hydraulique

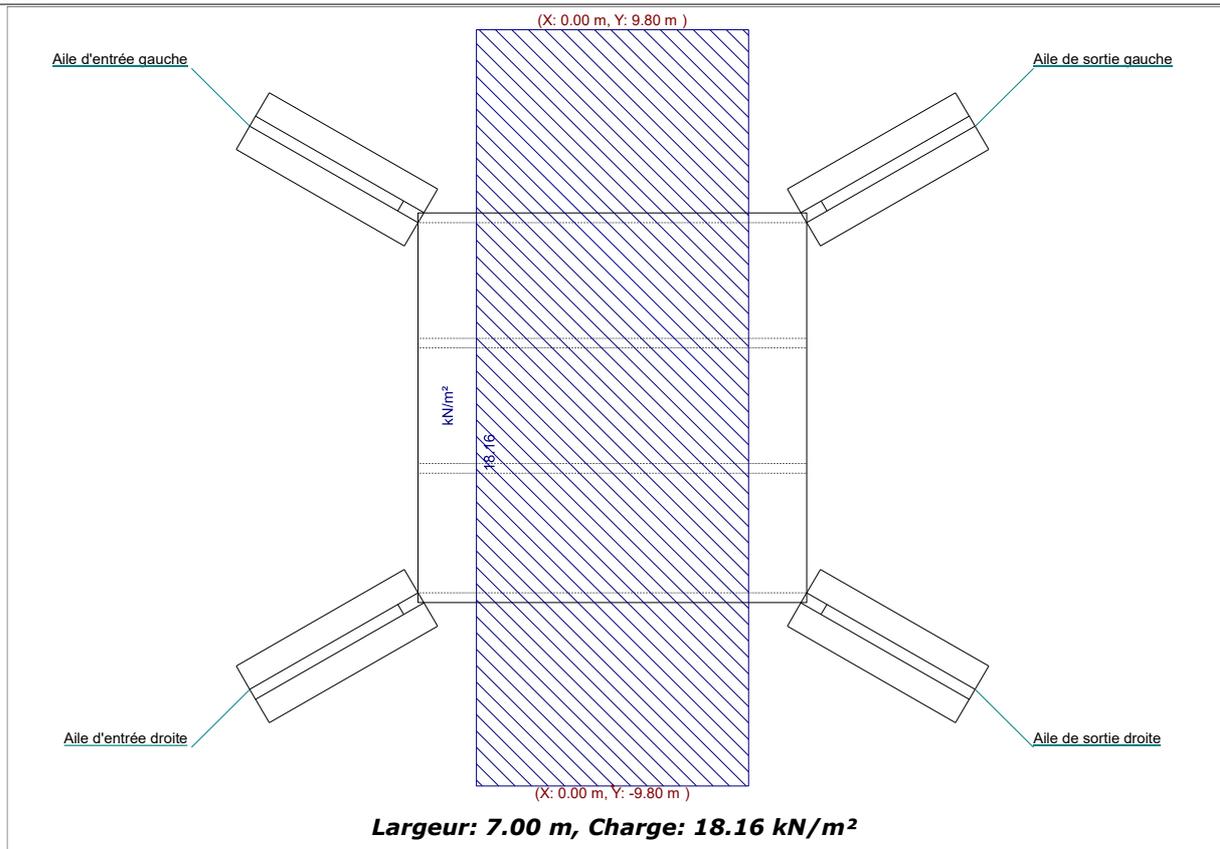
CHARGES EN BANDE



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24



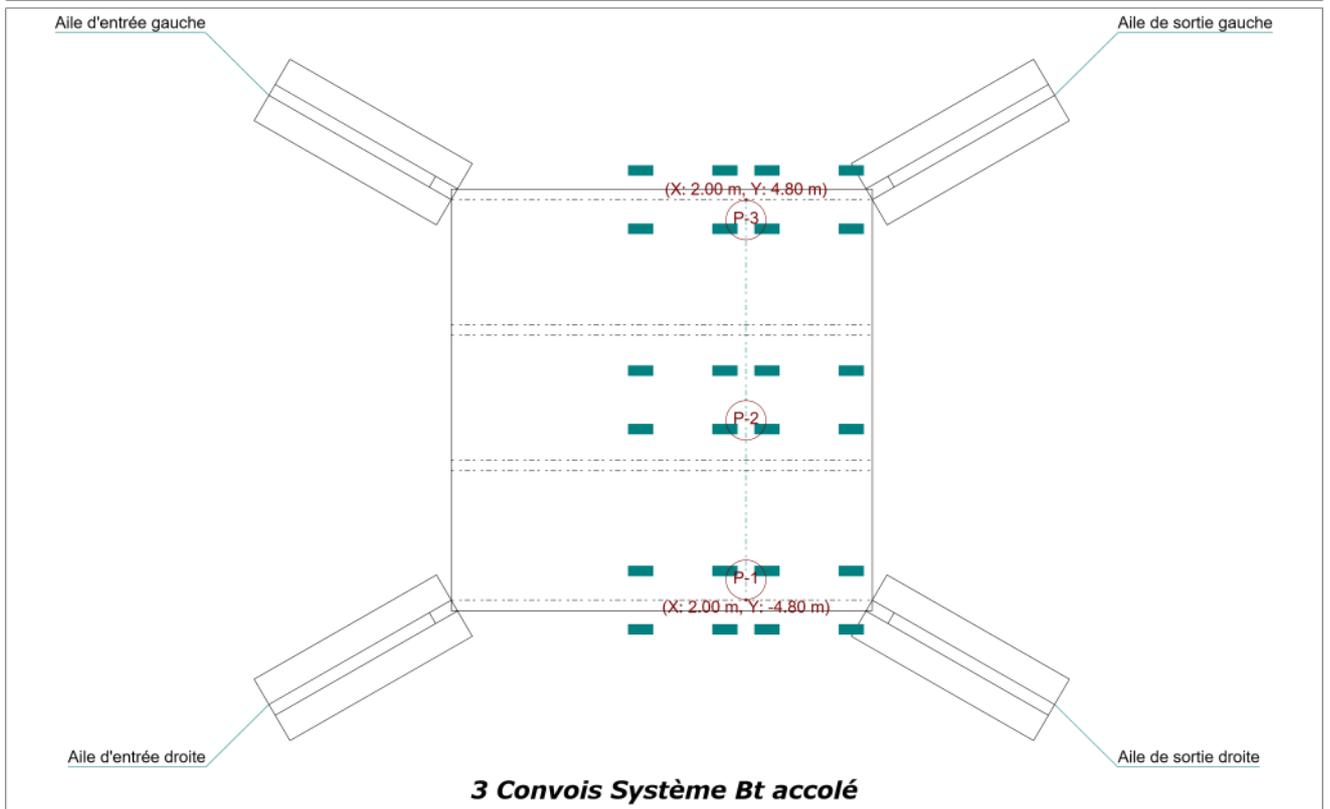
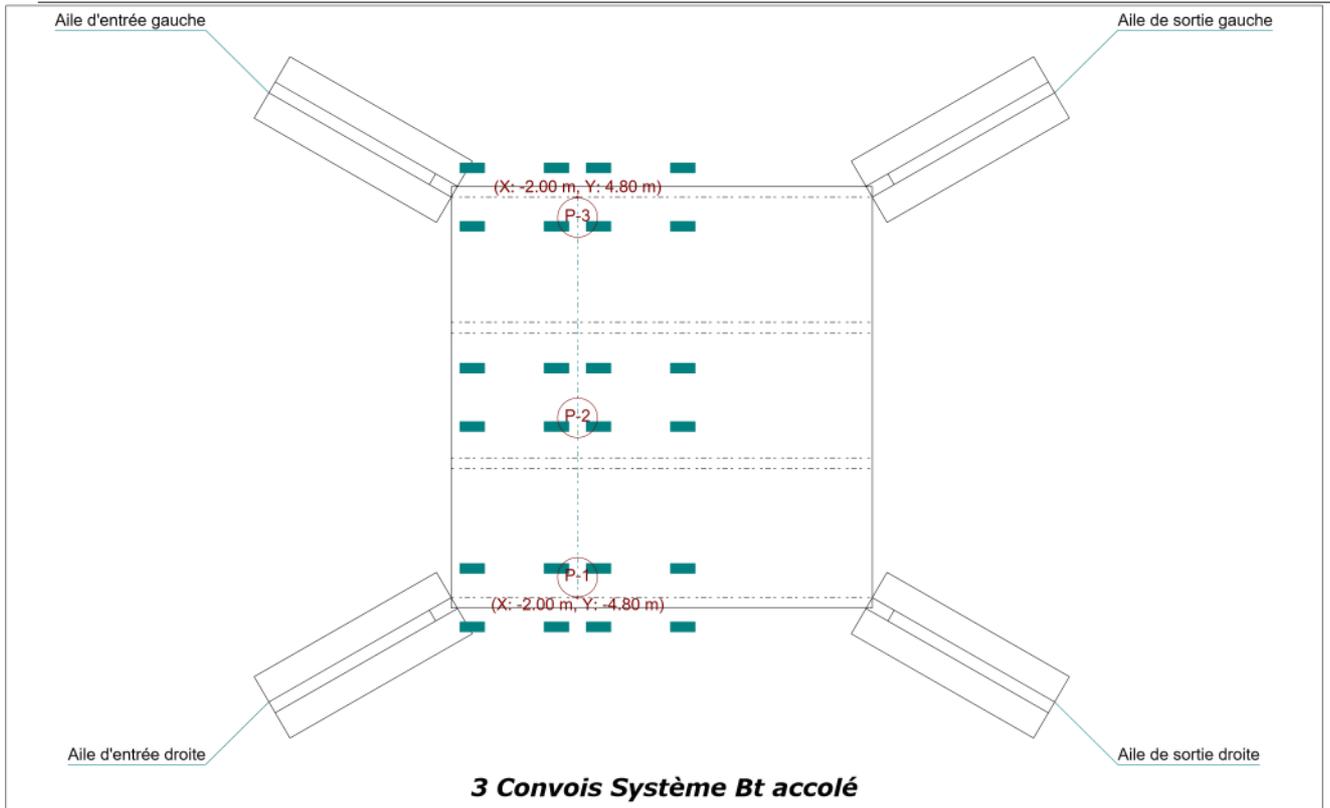
CONVOI DE CHARGE



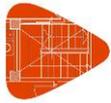
3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24



5. MÉTHODE DE CALCUL

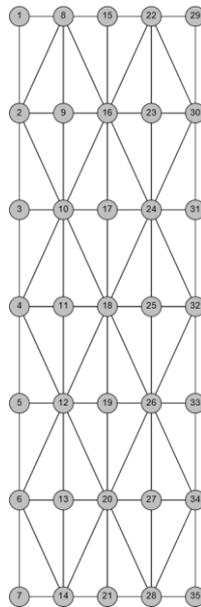


Le modèle de calcul utilisé consiste en éléments finis triangulaires du type lamelle épaisse tridimensionnelle, qui considère la déformation par l'effort tranchant. Chaque élément est constitué de six nœuds, aux sommets et aux milieux des côtés, avec six degrés de liberté chacun. Le maillage du pont-cadre est réalisé en fonction de ses dimensions (épaisseur et portée). Sur chaque nœud, 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. RÉSULTATS

Module

Piédroit gauche.



Abréviation	Signification	Unités
Nx	Effort normal X	kN/m
Ny	Effort normal Y	kN/m
Nxy	Effort normal XY	kN/m
Mx	Moment fléchissant X	kN·m/m
My	Moment	kN·m/m



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

	fléchissant Y	
Mxy	Moment fléchissant XY	kN·m/m
Qx	Effort tranchant X	kN/m
Qy	Effort tranchant Y	kN/m
Dx	Déplacement X	mm
Dy	Déplacement Y	mm
Dz	Déplacement Z	mm
Gx	Rotation X	mRad
Gy	Rotation Y	mRad
Gz	Rotation Z	mRad

POIDS PROPRE

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	- 26.80	- 34.90	12.07	- 6.91	- 0.76	1.26	4.36	- 6.89	0.00	0.02	- 0.38	- 0.16	0.03	- 0.01
4	- 25.85	-2.93	0.00	- 6.39	- 1.24	- 0.00	3.68	- 0.00	- 0.00	0.02	- 0.38	- 0.17	- 0.00	0.00
7	- 26.80	- 34.90	- 12.07	- 6.91	- 0.76	- 1.26	4.36	6.89	- 0.00	0.02	- 0.38	- 0.16	- 0.03	0.01
15	- 15.88	0.05	0.03	- 3.24	- 0.02	- 1.12	2.04	0.23	- 0.00	0.10	- 0.38	0.02	0.00	- 0.01
18	- 17.00	-1.88	0.00	- 2.99	- 0.66	- 0.00	1.53	0.00	0.00	0.10	- 0.38	0.03	0.00	- 0.00
21	- 15.88	0.05	-0.03	- 3.24	- 0.02	1.12	2.04	- 0.23	0.00	0.10	- 0.38	0.02	0.00	0.01



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

29	-7.29	-	-5.15	-	0.65	-	1.46	-	0.00	0.01	-	0.08	-	-
		17.01		0.27		0.88		3.25			0.38		0.01	0.01
32	-7.50	-0.40	0.00	-	0.18	0.00	1.13	-	0.00	0.01	-	0.09	-	0.00
				0.55				0.00			0.38		0.00	
35	-7.29	-	5.15	-	0.65	0.88	1.46	3.25	-	0.01	-	0.08	0.01	0.01
		17.01		0.27					0.00		0.38			

POUSSÉE DES TERRES

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	29.81	-	-	-	-	32.06	-	-	-	-	0.17	-	0.03
	19.41		0.91	10.22	5.55	2.04		0.19	0.00	0.04	0.01		0.00	
4	-	1.73	-	-8.16	-	-	30.02	0.00	-	-	-	0.17	-	-
	14.48		0.00		3.13	0.00			0.00	0.04	0.01		0.00	0.00
7	-	29.81	0.91	-	-	2.04	32.06	0.19	0.00	-	-	0.17	0.00	-
	19.41			10.22	5.55					0.04	0.01			0.03
15	-	-0.53	0.14	12.55	2.75	1.31	-3.07	-	-	-	-	-	0.00	-
	12.39							0.75	0.00	0.26	0.01	0.03		0.02
18	-	1.65	-	8.52	2.75	0.00	-2.17	0.00	0.00	-	-	-	0.00	0.00
	11.66		0.00							0.27	0.01	0.04		
21	-	-0.53	-	12.55	2.75	-	-3.07	0.75	0.00	-	-	-	0.00	0.02
	12.39		0.14			1.31				0.26	0.01	0.03		
29	-	18.73	-	-	-	1.53	-	-	-	-	-	-	0.00	0.02
	17.53		0.59	10.97	4.60		21.05	0.64	0.00	0.03	0.01	0.11		
32	-	0.80	0.00	-8.78	-	-	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00	-
	13.73				3.02	0.00	18.98			0.03	0.02	0.12		0.00

LVIII



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

35	-	18.73	0.59	-	-	-	-	0.64	0.00	-	-	-	-	-
	17.53			10.97	4.60	1.53	21.05			0.03	0.01	0.11	0.00	0.02

CHARGE EN BANDE 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	-	10.87	-	-	0.84	4.55	-	0.00	-	-	0.14	-	-
	20.28	28.99		4.63	0.27			7.52		0.01	0.24		0.02	0.01
4	-	6.88	0.11	-	-	-	0.37	-	0.00	-	-	0.17	-	0.00
	19.76			3.74	0.52	0.00		0.10		0.02	0.25		0.00	
7	-	-	-	-	-	-	2.26	7.26	-	-	-	0.14	0.02	0.01
	19.57	30.46	11.06	4.38	0.08	1.02			0.00	0.02	0.24			
15	-9.15	0.07	1.51	-	-	-	0.55	0.10	0.00	-0.11	-	-	0.00	0.00
				3.59	0.02	0.12					0.24	0.00		
18	-	-1.33	0.04	-	-	0.00	-	-	0.00	-	-	0.02	0.00	0.00
	24.41			4.67	1.18		1.13	0.00		0.16	0.26			
21	-8.73	0.08	-1.47	-	-	0.26	0.91	-	-	-	-	-	0.00	-
				3.87	0.04			0.20	0.00	0.12	0.25	0.00		0.00
29	-0.59	-	-4.68	-	0.41	-	1.37	-	-	-	-	-0.11	0.01	-
		29.06		1.80		0.50		4.77	0.00	0.02	0.24			0.01
32	-	-8.99	0.03	-	-	0.01	-	-	0.00	-	-	-	-	0.00
	26.84			8.04	1.45		4.77	0.01		0.03	0.26	0.24	0.00	
35	-0.39	-	4.77	-	0.47	0.58	1.84	4.64	0.00	-	-	-0.11	-	0.01
		29.39		1.59						0.02	0.25		0.01	

CONVOI 1 POSITION 1



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	0.01	-5.17	1.89	-3.06	- 0.79	0.10	0.97	-1.19	- 0.01	0.01	0.01	- 0.02	- 0.04	0.00
4	- 20.45	1.92	6.81	-8.87	- 2.19	- 0.08	8.66	-3.06	- 0.01	0.01	- 0.19	0.04	- 0.04	0.00
7	- 39.53	- 30.23	- 14.81	- 15.00	- 3.13	- 1.30	13.25	7.78	- 0.01	0.00	- 0.38	0.12	- 0.01	0.00
15	2.69	0.09	-0.61	-0.16	0.03	- 1.06	1.28	-0.09	- 0.06	0.11	0.01	- 0.08	0.00	- 0.01
18	- 22.36	-1.84	8.01	-0.49	0.24	0.20	2.09	-0.82	- 0.06	0.13	- 0.19	- 0.13	0.00	- 0.01
21	- 29.22	-0.15	-1.24	-1.35	0.80	2.43	5.29	-0.51	- 0.07	0.11	- 0.38	- 0.15	0.00	0.02
29	2.49	-1.74	0.73	3.06	0.66	0.20	1.61	0.68	- 0.12	0.21	0.01	- 0.03	- 0.04	- 0.02
32	- 24.43	-7.08	3.70	-5.44	- 1.25	0.52	- 14.39	-0.85	- 0.12	0.29	- 0.20	- 0.16	- 0.04	- 0.01
35	- 28.11	- 44.12	16.41	-6.60	- 1.15	1.83	- 13.26	10.71	- 0.12	0.37	- 0.39	- 0.22	- 0.07	- 0.01

CONVOI 1 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	8.46	5.19	-	2.85	0.56	-	-	2.03	-	0.00	0.10	-	-	-



Sélection de récapitulatifs

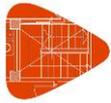
3x300x300

Date: 14/06/24

			3.88			0.27	2.16		0.01			0.05	0.01	0.00
4	1.42	0.18	-	0.96	0.25	-	-	2.35	-	0.00	0.03	-	-	-
			6.37			0.11	0.36		0.01			0.02	0.01	0.00
7	-	-	-	-	0.04	-	1.09	2.40	-	0.00	-	0.00	-	0.00
	5.31	7.69	3.73	0.56		0.31			0.01		0.04		0.01	
15	3.29	-	-	0.41	0.00	0.77	-	-	-	0.01	0.10	0.01	0.00	0.00
		0.01	0.29				1.43	0.03	0.03					
18	1.68	0.01	-	0.38	0.13	0.01	-	0.01	-	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
			7.14				0.30		0.03					
21	-	-	-	0.08	0.00	0.00	0.07	-	-	0.01	-	-	0.00	0.00
	1.89	0.01	0.11					0.02	0.03		0.04	0.00		
29	-	2.45	-	-	-	0.03	-	-	-	0.01	0.10	-	-	0.00
	1.69		1.22	1.88	0.51		1.71	0.64	0.05			0.02	0.02	
32	1.62	-	-	0.01	-	-	0.05	-	-	0.01	0.03	0.01	-	-
		0.29	6.73		0.07	0.07		2.80	0.05				0.02	0.00
35	1.92	5.86	-	0.42	-	-	0.68	-	-	0.01	-	0.01	-	-
			2.71		0.10	0.18		2.26	0.05		0.04		0.01	0.00

CONVOI 1 POSITION 3

Noeud	Efforts							Déplacements						
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	-	3.41	-	0.09	0.14	1.13	-	0.01	-	-	0.07	0.01	0.00
	7.05	5.97		0.43				2.24		0.01	0.10			
4	-	-	4.67	1.92	0.52	-	-	-	0.01	-	-	0.06	0.01	0.00
	1.04	0.48				0.03	1.44	2.15		0.02	0.04			



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

7	5.13	1.04	2.26	4.79	1.08	-	-	-	0.01	-	0.01	0.05	0.01	0.00
						0.04	4.29	1.80		0.03				
15	-	0.00	0.26	-	-	-	0.47	0.03	0.03	-	-	0.06	0.00	0.01
	3.15			0.36	0.00	0.00				0.11	0.10			
18	-	-	5.14	-	-	-	-	-	0.03	-	-	0.11	0.00	0.01
	1.19	0.08		0.13	0.02	0.20	1.17	0.03		0.15	0.04			
21	0.86	-	0.43	0.08	-	-	-	0.02	0.03	-	0.01	0.14	0.00	0.01
		0.00			0.00	1.81	3.71			0.20				
29	0.32	-	0.81	-	-	-	0.62	1.02	0.05	-	-	0.04	0.01	0.02
		0.53		0.56	0.16	0.17				0.19	0.10			
32	-	0.35	5.06	-	-	-	-	2.74	0.05	-	-	0.05	0.01	0.02
	1.35			2.22	0.56	0.12	1.52			0.28	0.04			
35	-	1.21	1.42	-	-	-	-	1.32	0.05	-	0.01	0.06	0.01	0.02
	3.56			4.49	1.06	0.16	4.05			0.37				

CONVOI 2 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	-	14.81	-	-	1.30	13.25	-7.78	0.01	0.00	-	0.12	0.01	-
	39.53	30.23		15.00	3.13						0.38			0.00
4	-	1.92	-6.81	-8.87	-	0.08	8.66	3.06	0.01	0.01	-	0.04	0.04	-
	20.45				2.19						0.19			0.00
7	0.01	-5.17	-1.89	-3.06	-	-	0.97	1.19	0.01	0.01	0.01	-	0.04	-
					0.79	0.10						0.02		0.00
15	-	-0.15	1.24	-1.35	0.80	-	5.29	0.51	0.07	0.11	-	-	0.00	-
	29.22					2.43					0.38	0.15		0.02



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

18	- 22.36	-1.84	-8.01	-0.49	0.24	- 0.20	2.09	0.82	0.06	0.13	- 0.19	- 0.13	0.00	0.01
21	2.69	0.09	0.61	-0.16	0.03	1.06	1.28	0.09	0.06	0.11	0.01	- 0.08	0.00	0.01
29	- 28.11	- 44.12	- 16.41	-6.60	- 1.15	- 1.83	- 13.26	- 10.71	0.12	0.37	- 0.39	- 0.22	0.07	0.01
32	- 24.43	-7.08	-3.70	-5.44	- 1.25	- 0.52	- 14.39	0.85	0.12	0.29	- 0.20	- 0.16	0.04	0.01
35	2.49	-1.74	-0.73	3.06	0.66	- 0.20	1.61	-0.68	0.12	0.21	0.01	- 0.03	0.04	0.02

CONVOI 2 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	- 5.31	- 7.69	3.73	- 0.56	0.04	0.31	1.09	- 2.40	0.01	0.00	- 0.04	0.00	0.01	- 0.00
4	1.42	0.18	6.37	0.96	0.25	0.11	- 0.36	- 2.35	0.01	0.00	0.03	- 0.02	0.01	0.00
7	8.46	5.19	3.88	2.85	0.56	0.27	- 2.16	- 2.03	0.01	0.00	0.10	- 0.05	0.01	0.00
15	- 1.89	- 0.01	0.11	0.08	0.00	- 0.00	0.07	0.02	0.03	0.01	- 0.04	- 0.00	0.00	- 0.00
18	1.68	0.01	7.14	0.38	0.13	- 0.01	- 0.30	- 0.01	0.03	0.02	0.03	0.00	0.00	- 0.00
21	3.29	- 0.01	0.29	0.41	0.00	- 0.77	- 1.43	0.03	0.03	0.01	0.10	0.01	0.00	- 0.00



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

29	1.92	5.86	2.71	0.42	-	0.18	0.68	2.26	0.05	0.01	-	0.01	0.01	0.00
					0.10						0.04			
32	1.62	-	6.73	0.01	-	0.07	0.05	2.80	0.05	0.01	0.03	0.01	0.02	0.00
		0.29			0.07									
35	-	2.45	1.22	-	-	-	-	0.64	0.05	0.01	0.10	-	0.02	-
	1.69			1.88	0.51	0.03	1.71					0.02		0.00

CONVOI 2 POSITION 3

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	5.13	1.04	-	4.79	1.08	0.04	-	1.80	-	-	0.01	0.05	-	-
			2.26				4.29		0.01	0.03			0.01	0.00
4	-	-	-	1.92	0.52	0.03	-	2.15	-	-	-	0.06	-	-
	1.04	0.48	4.67				1.44		0.01	0.02	0.04		0.01	0.00
7	-	-	-	-	0.09	-	1.13	2.24	-	-	-	0.07	-	-
	7.05	5.97	3.41	0.43		0.14			0.01	0.01	0.10		0.01	0.00
15	0.86	-	-	0.08	-	1.81	-	-	-	-	0.01	0.14	0.00	-
		0.00	0.43		0.00		3.71	0.02	0.03	0.20				0.01
18	-	-	-	-	-	0.20	-	0.03	-	-	-	0.11	0.00	-
	1.19	0.08	5.14	0.13	0.02		1.17		0.03	0.15	0.04			0.01
21	-	0.00	-	-	-	0.00	0.47	-	-	-	-	0.06	0.00	-
	3.15		0.26	0.36	0.00			0.03	0.03	0.11	0.10			0.01
29	-	1.21	-	-	-	0.16	-	-	-	-	0.01	0.06	-	-
	3.56		1.42	4.49	1.06		4.05	1.32	0.05	0.37			0.01	0.02
32	-	0.35	-	-	-	0.12	-	-	-	-	-	0.05	-	-
	1.35		5.06	2.22	0.56		1.52	2.74	0.05	0.28	0.04		0.01	0.02



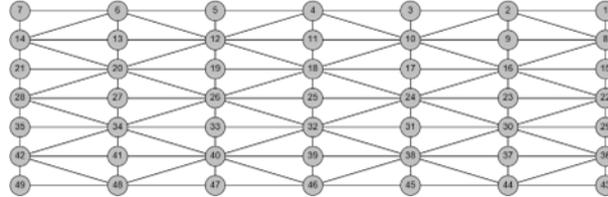
Sélection de récapitulatifs

3x300x300

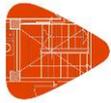
Date: 14/06/24

35	0.32	-	-	-	-	0.17	0.62	-	-	-	-	0.04	-	-
		0.53	0.81	0.56	0.16			1.02	0.05	0.19	0.10		0.01	0.02

Tablier (1).



Abréviation	Signification	Unités
Nx	Effort normal X	kN/m
Ny	Effort normal Y	kN/m
Nxy	Effort normal XY	kN/m
Mx	Moment fléchissant X	kN·m/m
My	Moment fléchissant Y	kN·m/m
Mxy	Moment fléchissant XY	kN·m/m
Qx	Effort tranchant X	kN/m
Qy	Effort tranchant Y	kN/m
Dx	Déplacement X	mm
Dy	Déplacement Y	mm
Dz	Déplacement Z	mm
Gx	Rotation X	mRad



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

Gy	Rotation Y	mRad
Gz	Rotation Z	mRad

POIDS PROPRE

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	17.65	0.37	5.25	0.87	-	-	-	6.43	0.00	-	-	0.08	0.01	0.01
					0.51	0.65	3.62			0.00	0.39			
4	1.28	0.67	0.00	0.22	-	-	-	6.35	0.00	-	-	0.09	-	0.00
					0.66	0.00	0.00			0.00	0.39		0.00	
7	17.65	0.37	-	0.87	-	0.65	3.62	6.43	-	-	-	0.08	-	-
			5.25		0.51				0.00	0.00	0.39		0.01	0.01
22	-0.38	2.27	-	-	-	0.65	0.64	-2.17	0.00	-	-	-	-	0.00
			0.30	2.31	2.80					0.00	0.43	0.07	0.03	
25	1.65	0.94	0.00	-	-	0.00	0.00	-2.95	0.00	-	-	-	0.00	0.00
				0.95	5.47					0.00	0.43	0.06		
28	-0.38	2.27	0.30	-	-	-	-	-2.17	-	-	-	-	0.03	0.00
				2.31	2.80	0.65	0.64		0.00	0.00	0.43	0.07		
43	11.95	3.20	-	2.81	9.13	0.11	-	-	0.00	-	-	-	0.01	-
			5.52				1.03	15.27		0.00	0.28	0.04		0.00
46	1.61	1.53	0.00	1.99	7.32	-	0.00	-	0.00	-	-	-	-	-
						0.00		12.76		0.00	0.28	0.03	0.00	0.00
49	11.95	3.20	5.52	2.81	9.13	-	1.03	-	-	-	-	-	-	0.00
						0.11		15.27	0.00	0.00	0.28	0.04	0.01	

POUSSÉE DES TERRES



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	-	-	2.52	12.02	0.90	6.41	15.27	-	-	-	-	-	-
	25.74	21.27	11.86						0.00	0.01	0.00	0.11	0.00	0.02
4	-0.22	-	0.00	2.32	10.15	-	-	12.46	0.00	-	-	-	0.00	-
		17.44				0.00	0.00			0.01	0.00	0.12		0.00
7	-	-	11.86	2.52	12.02	-	-	15.27	0.00	-	-	-	0.00	0.02
	25.74	21.27				0.90	6.41			0.01	0.00	0.11		
22	-0.01	-	-0.37	-	0.68	-	0.49	2.12	0.00	-	-	0.05	-	0.00
		17.82		1.80		0.62				0.01	0.02		0.03	
25	-0.65	-	0.00	-	-1.33	0.00	-	3.00	0.00	-	-	0.05	0.00	0.00
		17.48		0.09			0.00			0.01	0.03			
28	-0.01	-	0.37	-	0.68	0.62	-	2.12	-	-	-	0.05	0.03	0.00
		17.82		1.80			0.49		0.00	0.01	0.02			
43	3.31	-	-1.68	1.11	2.37	-	5.99	-6.60	0.00	-	-	0.03	0.01	0.00
		17.11				0.49				0.01	0.07			
46	-0.56	-	0.00	0.54	2.08	-	-	-5.76	0.00	-	-	0.03	-	-
		17.89				0.00	0.00			0.01	0.07		0.00	0.00
49	3.31	-	1.68	1.11	2.37	0.49	-	-6.60	-	-	-	0.03	-	-
		17.11					5.99		0.00	0.01	0.07		0.01	0.00

CHARGE EN BANDE 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	23.36	-	3.85	1.88	0.47	0.72	-	2.79	-	-	-	0.09	0.01	0.01



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

		0.47					8.69		0.00	0.00	0.24			
4	-	-	0.03	1.77	4.33	-	-	22.09	-	-	-	0.21	0.00	0.00
	10.40	4.88				0.00	0.01		0.00	0.00	0.27			
7	23.14	-	-	1.92	0.70	-	8.58	3.01	0.00	-	-	0.09	-	-
		1.02	3.61			0.75				0.00	0.24		0.01	0.01
22	-0.05	5.39	-	-	-1.62	0.40	0.05	-1.30	-	-	-	-	-	0.00
			0.06	2.45					0.00	0.00	0.31	0.03	0.08	
25	-6.06	-	0.05	-	-	0.00	-	-4.27	-	-	-	-	0.00	0.00
		4.93		2.41	14.09		0.00		0.00	0.00	0.50	0.05		
28	-0.05	5.13	0.09	-	-1.58	-	-	-1.22	0.00	-	-	-	0.08	0.00
				2.46		0.38	0.05			0.00	0.31	0.03		
43	16.24	0.07	-	3.24	7.19	-	-	-8.02	-	-	-	-	0.01	-
			3.98			0.93	2.45		0.00	0.00	0.21	0.03		0.00
46	-9.05	-	0.06	4.26	16.12	0.00	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00
		2.01					0.01	32.18	0.00	0.00	0.24	0.03		
49	16.18	-	3.98	3.22	7.12	0.94	2.38	-7.91	0.00	-	-	-	-	0.00
		0.03								0.00	0.21	0.03	0.01	

CONVOI 1 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	0.64	-	0.22	0.75	0.08	0.28	-	0.04	0.22	-	-	0.01	-
	0.21		0.67					0.21			0.09	0.05		0.02
4	0.32	-	-	0.54	2.32	0.08	2.59	1.58	0.04	0.30	-	-	0.01	-
		1.53	4.87								0.04	0.05		0.02



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

7	- 0.40	- 4.42	0.14	0.98	4.57	- 0.01	- 0.19	3.99	0.04	0.39	0.01	- 0.06	0.01	- 0.01
22	- 0.01	3.69	- 0.11	0.00	0.09	0.03	- 0.02	0.08	0.02	0.22	- 0.04	- 0.03	0.00	0.00
25	0.39	- 1.65	- 4.76	0.04	0.19	0.11	- 0.02	1.58	0.02	0.30	- 0.02	- 0.00	0.00	0.00
28	- 0.10	- 6.49	- 0.06	- 0.00	0.31	0.79	0.03	2.43	0.02	0.39	0.01	0.03	0.01	0.00
43	1.50	6.55	- 1.70	- 0.20	- 0.76	0.14	- 1.31	0.30	- 0.01	0.22	0.01	- 0.04	- 0.00	- 0.02
46	0.45	- 1.81	- 4.68	- 0.46	- 1.97	0.08	- 0.71	1.70	- 0.01	0.30	0.00	- 0.04	- 0.00	- 0.02
49	1.27	- 8.81	- 0.26	- 0.87	- 4.03	0.05	1.10	4.47	- 0.01	0.39	- 0.01	- 0.04	- 0.00	- 0.01

CONVOI 1 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	- 2.31	-1.57	0.24	0.24	1.78	- 0.06	0.44	1.41	- 0.05	- 0.00	0.09	0.01	- 0.01	- 0.00
4	0.57	0.23	6.38	- 0.07	0.24	- 0.27	-2.80	- 1.98	- 0.05	0.00	0.03	- 0.02	- 0.01	- 0.00
7	- 6.61	1.25	2.43	- 0.48	- 0.34	- 0.37	-1.66	- 2.71	- 0.05	0.01	- 0.03	- 0.01	- 0.01	0.00
22	0.10	-5.95	0.22	0.09	0.37	- 0.18	0.21	0.90	- 0.05	- 0.00	0.04	0.06	- 0.01	0.00

LXIX



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

25	- 1.46	1.64	5.92	0.97	3.31	0.15	-0.53	-	-	0.00	0.04	0.03	-	0.00
								2.74	0.05				0.00	
28	0.75	2.48	0.46	0.15	3.31	-	-0.17	-	-	0.01	-	0.04	-	0.00
						0.24		0.95	0.05		0.04		0.02	
43	1.31	-	1.66	0.06	-	0.28	-4.23	1.89	-	-	-	0.04	-	-
		11.10			1.97				0.06	0.00	0.04		0.02	0.00
46	-	2.81	4.82	1.16	8.01	0.86	-8.51	-	-	0.00	-	0.27	-	-
	3.42							6.74	0.06		0.13		0.02	0.01
49	-	10.30	3.87	2.90	5.07	1.42	-	-	-	0.01	-	0.21	-	-
	4.18						19.86	6.10	0.06		0.22		0.03	0.01

CONVOI 1 POSITION 3

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	1.58	1.69	-	-	-3.08	-	-1.95	-2.90	-	-	-	0.02	-	0.02
			0.44	0.60		0.08			0.14	0.19	0.01		0.04	
4	-8.80	-	-	2.20	5.07	1.39	-5.63	29.49	-	-	-	0.18	-	0.02
		15.15	8.40						0.14	0.29	0.26		0.04	
7	43.42	-	-	5.60	5.39	0.12	9.29	32.00	-	-	-	0.24	-	0.01
		16.55	6.51						0.14	0.39	0.48		0.08	
22	0.03	5.55	-	-	-0.03	0.25	-0.08	-0.81	-	-	0.02	-	-	0.00
			0.90	0.09					0.11	0.19		0.04	0.04	
25	-2.81	-	-	-	-	-	1.54	-	-	-	-	-	-	0.00
		14.36	2.51	1.44	10.21	0.54		18.15	0.11	0.29	0.37	0.17	0.11	
28	-1.15	-6.86	-	-	-6.71	-	-0.21	-7.74	-	-	-	-	0.02	0.00
			0.04	3.50		2.86			0.11	0.39	0.58	0.24		

LXX



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

43	0.25	10.15	-	0.67	2.61	-	-0.30	-0.51	-	-	0.06	0.01	-	0.02
			1.25			0.38			0.08	0.19			0.02	
46	-2.06	-	-	2.72	10.08	-	3.14	-	-	-	-	-	-	0.02
		11.64	2.37			1.52		12.03	0.08	0.29	0.06	0.08	0.02	
49	15.49	-	1.03	4.33	17.04	-	11.37	-	-	-	-	-	-	0.03
		21.57				0.92		18.45	0.08	0.39	0.17	0.12	0.03	

CONVOI 2 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	-	-	0.98	4.57	0.01	0.19	3.99	-	0.39	0.01	-	-	0.01
	0.40	4.42	0.14						0.04			0.06	0.01	
4	0.32	-	4.87	0.54	2.32	-	-	1.58	-	0.30	-	-	-	0.02
		1.53				0.08	2.59		0.04		0.04	0.05	0.01	
7	-	0.64	0.67	0.22	0.75	-	-	-	-	0.22	-	-	-	0.02
	0.21					0.08	0.28	0.21	0.04		0.09	0.05	0.01	
22	-	-	0.06	-	0.31	-	-	2.43	-	0.39	0.01	0.03	-	0.00
	0.10	6.49		0.00		0.79	0.03		0.02				0.01	
25	0.39	-	4.76	0.04	0.19	-	0.02	1.58	-	0.30	-	-	-	0.00
		1.65				0.11			0.02		0.02	0.00	0.00	
28	-	3.69	0.11	0.00	0.09	-	0.02	0.08	-	0.22	-	-	-	0.00
	0.01					0.03			0.02		0.04	0.03	0.00	
43	1.27	-	0.26	-	-	-	-	4.47	0.01	0.39	-	-	0.00	0.01
		8.81		0.87	4.03	0.05	1.10				0.01	0.04		
46	0.45	-	4.68	-	-	-	0.71	1.70	0.01	0.30	0.00	-	0.00	0.02
		1.81		0.46	1.97	0.08						0.04		



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

49	1.50	6.55	1.70	-	-	-	1.31	0.30	0.01	0.22	0.01	-	0.00	0.02
				0.20	0.76	0.14						0.04		

CONVOI 2 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	1.25	-	-	-	0.37	1.66	-	0.05	0.01	-	-	0.01	-
	6.61		2.43	0.48	0.34			2.71			0.03	0.01		0.00
4	0.57	0.23	-	-	0.24	0.27	2.80	-	0.05	0.00	0.03	-	0.01	0.00
			6.38	0.07				1.98				0.02		
7	-	-1.57	-	0.24	1.78	0.06	-0.44	1.41	0.05	-	0.09	0.01	0.01	0.00
	2.31		0.24							0.00				
22	0.75	2.48	-	0.15	3.31	0.24	0.17	-	0.05	0.01	-	0.04	0.02	0.00
			0.46					0.95			0.04			
25	-	1.64	-	0.97	3.31	-	0.53	-	0.05	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00
	1.46		5.92			0.15		2.74						
28	0.10	-5.95	-	0.09	0.37	0.18	-0.21	0.90	0.05	-	0.04	0.06	0.01	0.00
			0.22							0.00				
43	-	10.30	-	2.90	5.07	-	19.86	-	0.06	0.01	-	0.21	0.03	0.01
	4.18		3.87			1.42		6.10			0.22			
Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
46	-	2.81	-	1.16	8.01	-	8.51	-	0.06	0.00	-	0.27	0.02	0.01
	3.42		4.82			0.86		6.74			0.13			
49	1.31	-	-	0.06	-	-	4.23	1.89	0.06	-	-	0.04	0.02	0.00



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

		11.10	1.66		1.97	0.28				0.00	0.04			
--	--	-------	------	--	------	------	--	--	--	------	------	--	--	--

CONVOI 2 POSITION 3

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	43.42	- 16.55	6.51	5.60	5.39	- 0.12	-9.29	32.00	0.14	- 0.39	- 0.48	0.24	0.08	- 0.01
4	-8.80	- 15.15	8.40	2.20	5.07	- 1.39	5.63	29.49	0.14	- 0.29	- 0.26	0.18	0.04	- 0.02
7	1.58	1.69	0.44	- 0.60	-3.08	0.08	1.95	-2.90	0.14	- 0.19	- 0.01	0.02	0.04	- 0.02
22	-1.15	-6.86	0.04	- 3.50	-6.71	2.86	0.21	-7.74	0.11	- 0.39	- 0.58	- 0.24	- 0.02	0.00
25	-2.81	- 14.36	2.51	- 1.44	- 10.21	0.54	-1.54	- 18.15	0.11	- 0.29	- 0.37	- 0.17	0.11	0.00
28	0.03	5.55	0.90	- 0.09	-0.03	- 0.25	0.08	-0.81	0.11	- 0.19	0.02	- 0.04	0.04	0.00
43	15.49	- 21.57	- 1.03	4.33	17.04	0.92	- 11.37	- 18.45	0.08	- 0.39	- 0.17	- 0.12	0.03	- 0.03
46	-2.06	- 11.64	2.37	2.72	10.08	1.52	-3.14	- 12.03	0.08	- 0.29	- 0.06	- 0.08	0.02	- 0.02
49	0.25	10.15	1.25	0.67	2.61	0.38	0.30	-0.51	0.08	- 0.19	0.06	0.01	0.02	- 0.02

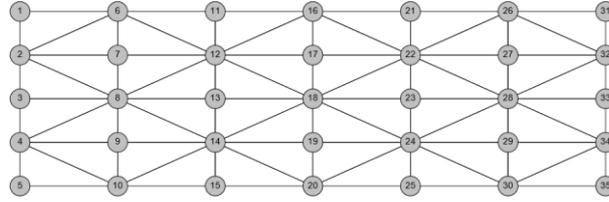
Tablier (2).



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24



Abréviation	Signification	Unités
Nx	Effort normal X	kN/m
Ny	Effort normal Y	kN/m
Nxy	Effort normal XY	kN/m
Mx	Moment fléchissant X	kN·m/m
My	Moment fléchissant Y	kN·m/m
Mxy	Moment fléchissant XY	kN·m/m
Qx	Effort tranchant X	kN/m
Qy	Effort tranchant Y	kN/m
Dx	Déplacement X	mm
Dy	Déplacement Y	mm
Dz	Déplacement Z	mm
Gx	Rotation X	mRad
Gy	Rotation Y	mRad
Gz	Rotation Z	mRad

POIDS PROPRE



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	7.37	4.21	- 3.95	2.36	6.90	- 0.10	- 5.69	11.48	- 0.00	- 0.00	- 0.27	- 0.04	- 0.01	0.00
3	0.01	2.22	- 0.07	- 1.05	- 2.50	0.07	- 0.21	0.12	- 0.00	- 0.00	- 0.30	0.00	0.02	0.00
5	3.45	4.05	2.68	2.34	6.59	0.16	- 5.13	- 11.26	- 0.00	- 0.00	- 0.27	0.03	- 0.01	- 0.01
16	2.02	2.47	- 0.00	1.61	5.83	- 0.00	0.00	10.21	0.00	- 0.00	- 0.27	- 0.03	- 0.00	- 0.00
18	1.82	2.12	0.00	- 0.60	- 1.16	0.00	- 0.00	0.09	0.00	- 0.00	- 0.30	0.00	0.00	0.00
20	2.27	2.52	- 0.00	1.52	5.53	- 0.00	- 0.00	- 10.01	0.00	- 0.00	- 0.27	0.03	- 0.00	- 0.00
31	7.37	4.21	3.95	2.36	6.90	0.10	5.69	11.48	0.00	- 0.00	- 0.27	- 0.04	0.01	- 0.00

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
33	0.01	2.22	0.07	- 1.05	- 2.50	- 0.07	0.21	0.12	0.00	- 0.00	- 0.30	0.00	- 0.02	0.00
35	3.45	4.05	- 2.68	2.34	6.59	- 0.16	5.13	- 11.26	0.00	- 0.00	- 0.27	0.03	0.01	0.01

POUSSÉE DES TERRES

Efforts	Déplacements
---------	--------------



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Noeud	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	7.30	- 18.43	- 1.90	1.50	3.65	0.40	0.32	8.37	- 0.00	- 0.01	- 0.08	0.03	- 0.01	- 0.00
3	- 0.01	- 17.52	- 0.00	- 0.86	- 3.68	0.00	- 0.26	0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.15	0.00	0.00	0.00
5	6.04	- 18.18	1.64	1.59	3.62	- 0.38	- 0.71	- 8.52	- 0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	- 0.01	0.00
16	- 0.58	- 18.87	- 0.00	1.00	2.99	- 0.00	0.00	7.80	- 0.00	- 0.01	- 0.08	0.03	- 0.00	- 0.00
18	- 0.30	- 18.96	- 0.00	- 0.80	- 2.44	0.00	- 0.00	0.01	- 0.00	- 0.00	- 0.15	0.00	- 0.00	0.00
20	- 0.43	- 18.87	- 0.00	0.99	2.97	- 0.00	0.00	- 7.83	- 0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	- 0.00	- 0.00
31	7.30	- 18.43	1.90	1.50	3.65	- 0.40	- 0.32	8.37	0.00	- 0.01	- 0.08	0.03	0.01	0.00
33	- 0.01	- 17.52	0.00	- 0.86	- 3.68	- 0.00	0.26	0.00	0.00	- 0.00	- 0.15	0.00	- 0.00	0.00
35	6.04	- 18.18	- 1.64	1.59	3.62	0.38	0.71	- 8.52	0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	0.01	- 0.00

CHARGE EN BANDE I

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	10.86	0.75	- 2.16	2.97	5.73	- 1.06	- 2.94	5.37	0.00	- 0.00	- 0.21	- 0.03	- 0.01	0.00



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

3	0.12	4.52	- 0.10	- 0.52	-1.58	0.05	0.76	0.01	0.00	- 0.00	- 0.22	0.00	0.03	0.00
5	4.09	1.19	0.49	3.07	5.68	1.19	- 3.29	-5.65	0.00	- 0.00	- 0.21	0.03	- 0.01	- 0.01
16	-7.93	- 1.02	0.07	3.99	14.42	0.00	0.01	28.38	- 0.00	- 0.00	- 0.23	- 0.03	0.00	0.00
18	-5.15	- 2.90	0.07	- 2.01	-4.86	0.00	0.00	0.22	- 0.00	- 0.00	- 0.36	0.01	- 0.00	0.00
20	-7.01	- 1.01	0.07	3.78	13.74	0.00	- 0.00	- 27.95	0.00	- 0.00	- 0.24	0.03	- 0.00	0.00
31	10.86	0.85	2.20	2.98	5.76	1.07	3.03	5.41	- 0.00	- 0.00	- 0.21	- 0.03	0.01	- 0.00
33	0.12	4.52	0.10	- 0.52	-1.58	- 0.06	- 0.76	0.03	- 0.00	- 0.00	- 0.22	0.00	- 0.03	0.00
35	4.10	1.09	- 0.46	3.07	5.65	- 1.19	3.24	-5.61	- 0.00	- 0.00	- 0.21	0.03	0.01	0.01

CONVOI 1 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	- 3.38	- 13.98	1.78	0.53	2.72	- 0.13	- 1.01	1.15	- 0.01	0.39	0.00	- 0.04	- 0.00	- 0.01
3	0.03	- 14.63	- 0.00	0.01	1.70	0.60	0.10	1.35	- 0.04	0.39	- 0.01	0.04	- 0.00	0.00
5	- 4.35	- 11.96	0.80	0.40	0.91	1.02	- 9.23	- 0.18	- 0.06	0.39	- 0.11	0.09	- 0.02	- 0.03

LXXVII



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

16	0.18	-4.60	-	0.46	2.06	0.00	-	0.79	-	0.30	0.01	-	-	-
			2.64				0.52		0.01			0.04	0.00	0.02
18	0.48	-5.42	-	0.26	1.11	0.14	-	0.51	-	0.30	0.02	0.02	-	0.00
			2.88				0.60		0.03				0.00	
20	0.53	-5.28	-	-	0.47	0.41	-	0.10	-	0.31	-	0.05	-	-
			3.59	0.04			3.88		0.06		0.03		0.01	0.02
31	-	5.87	-	0.34	1.72	0.14	0.68	0.50	-	0.22	0.02	-	-	-
	1.44		0.98						0.01			0.04	0.00	0.02
33	0.02	9.77	-	0.01	0.45	-	-	0.34	-	0.22	0.05	-	-	0.00
			0.25			0.39	0.01		0.03			0.00	0.01	
35	0.26	10.85	-	-	-	0.13	-	0.58	-	0.21	0.05	-	-	-
			1.27	0.25	1.13		1.39		0.06			0.01	0.02	0.02

CONVOI 1 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	40.07	-0.10	-	5.93	12.88	-	10.26	17.51	-	0.01	-	0.21	-	-
			5.17			0.54			0.06		0.27		0.03	0.01
3	-0.21	14.07	0.18	-	-	0.49	5.27	0.71	-	0.01	-	0.02	0.09	0.00
			1.87	16.20					0.06		0.59			
5	55.89	-0.87	8.33	6.32	10.44	0.49	15.58	-	-	0.01	-	-	-	0.02
							18.74	0.06		0.31	0.22	0.04		
16	-	-7.36	-	5.22	15.31	0.19	5.97	38.16	-	0.00	-	0.27	-	-
	10.11		0.68						0.06		0.20		0.02	0.01
18	-5.67	-7.13	0.88	-	-	-	-6.07	1.46	-	0.01	-	0.05	-	0.00
			8.73	17.24	0.84				0.06		0.68		0.03	

LXXVIII



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

20	- 11.51	-8.06	1.98	5.04	14.01	0.80	0.88	-	-	0.01	-	-	-	0.01
								48.58	0.06		0.24	0.32	0.01	
31	4.89	- 12.28	0.11	0.42	-0.38	0.66	-0.07	-2.93	-	-	-	0.04	-	-
									0.06	0.00	0.05		0.02	0.00
33	0.00	- 15.24	0.15	-	-0.96	-	0.67	0.18	-	0.00	-	0.01	-	0.00
				0.25		0.16			0.06		0.09		0.03	
35	3.86	- 13.74	0.80	0.35	-1.21	-	-1.70	3.82	-	0.01	-	-	-	0.00
						0.57			0.06		0.08	0.03	0.02	

CONVOI 1 POSITION 3

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	- 1.21	- 10.73	- 2.56	0.91	2.18	-	-	1.25	-	-	-	-	-	0.03
						1.20	13.97		0.07	0.39	0.14	0.12	0.03	
3	0.05	- 14.48	- 0.18	0.01	2.30	-	0.11	-	-	-	-	-	-	0.00
						0.32		0.91	0.04	0.38	0.01	0.04	0.00	
5	- 4.82	- 14.48	- 2.34	0.43	2.56	0.26	-1.83	-	-	-	-	0.04	-	0.02
								0.77	0.01	0.38	0.00		0.00	
16	0.01	-5.03	3.63	0.20	1.73	-	-7.16	0.77	-	-	-	-	-	0.02
						0.61			0.07	0.29	0.04	0.08	0.02	
18	0.41	-5.32	2.64	0.36	1.57	-	-1.01	-	-	-	0.03	-	-	0.00
						0.15		0.10	0.04	0.29		0.02	0.00	
20	0.27	-4.31	2.29	0.37	1.85	0.03	-0.77	-	-	-	0.01	0.04	-	0.02
								0.36	0.01	0.29			0.00	
31	0.68	11.85	1.21	-	-	-	-2.35	-	-	-	0.06	0.01	-	0.02
				0.14	0.87	0.17		0.36	0.07	0.19			0.02	



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

33	0.02	11.17	0.28	0.01	0.56	0.27	-0.04	-	-	-	0.06	0.00	-	0.00
								0.09	0.04	0.19			0.01	
35	-	7.43	1.00	0.29	1.53	-	0.53	-	-	-	0.03	0.04	-	0.02
	2.21					0.17		0.27	0.01	0.19			0.00	

CONVOI 2 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-	5.87	0.98	0.34	1.72	-	-	0.50	0.01	0.22	0.02	-	0.00	0.02
	1.44					0.14	0.68					0.04		
3	0.02	9.77	0.25	0.01	0.45	0.39	0.01	0.34	0.03	0.22	0.05	-	0.01	0.00
												0.00		
5	0.26	10.85	1.27	-	-	-	1.39	0.58	0.06	0.21	0.05	-	0.02	0.02
				0.25	1.13	0.13						0.01		
16	0.18	-4.60	2.64	0.46	2.06	-	0.52	0.79	0.01	0.30	0.01	-	0.00	0.02
						0.00						0.04		
18	0.48	-5.42	2.88	0.26	1.11	-	0.60	0.51	0.03	0.30	0.02	0.02	0.00	0.00
						0.14								
20	0.53	-5.28	3.59	-	0.47	-	3.88	0.10	0.06	0.31	-	0.05	0.01	0.02
				0.04		0.41					0.03			
31	-	-	-	0.53	2.72	0.13	1.01	1.15	0.01	0.39	0.00	-	0.00	0.01
	3.38	13.98	1.78									0.04		
33	0.03	-	0.00	0.01	1.70	-	-	1.35	0.04	0.39	-	0.04	0.00	0.00
		14.63				0.60	0.10				0.01			
35	-	-	-	0.40	0.91	-	9.23	-	0.06	0.39	-	0.09	0.02	0.03
	4.35	11.96	0.80			1.02		0.18			0.11			

LXXX



3x300x300

Date: 14/06/24

Sélection de récapitulatifs

CONVOI 2 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	4.89	-	-	0.42	-0.38	-	0.07	-2.93	0.06	-	-	0.04	0.02	0.00
		12.28	0.11			0.66				0.00	0.05			
3	0.00	-	-	-	-0.96	0.16	-0.67	0.18	0.06	0.00	-	0.01	0.03	0.00
		15.24	0.15	0.25							0.09			
5	3.86	-	-	0.35	-1.21	0.57	1.70	3.82	0.06	0.01	-	-	0.02	-
		13.74	0.80								0.08	0.03		0.00
16	-	-7.36	0.68	5.22	15.31	-	-5.97	38.16	0.06	0.00	-	0.27	0.02	0.01
	10.11					0.19					0.20			
18	-5.67	-7.13	-	-	-	0.84	6.07	1.46	0.06	0.01	-	0.05	0.03	0.00
			0.88	8.73	17.24						0.68			
20	-	-8.06	-	5.04	14.01	-	-0.88	-	0.06	0.01	-	-	0.01	-
	11.51		1.98			0.80		48.58			0.24	0.32		0.01
31	40.07	-0.10	5.17	5.93	12.88	0.54	-	17.51	0.06	0.01	-	0.21	0.03	0.01
							10.26				0.27			
33	-0.21	14.07	-	-	-	-	-5.27	0.71	0.06	0.01	-	0.02	-	0.00
			0.18	1.87	16.20	0.49					0.59		0.09	
35	55.89	-0.87	-	6.32	10.44	-	-	-	0.06	0.01	-	-	0.04	-
			8.33			0.49	15.58	18.74			0.31	0.22		0.02

CONVOI 2 POSITION 3

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz



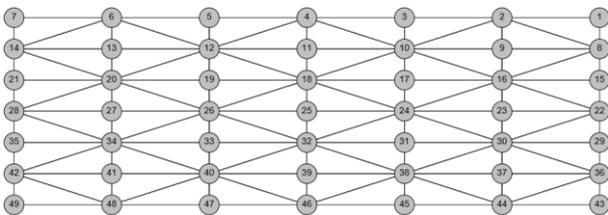
Sélection de récapitulatifs

3x300x300

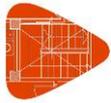
Date: 14/06/24

1	0.68	11.85	-	-	-	0.17	2.35	-	0.07	-	0.06	0.01	0.02	-
			1.21	0.14	0.87			0.36		0.19				0.02
3	0.02	11.17	-	0.01	0.56	-	0.04	-	0.04	-	0.06	0.00	0.01	0.00
			0.28			0.27		0.09		0.19				
5	-	7.43	-	0.29	1.53	0.17	-0.53	-	0.01	-	0.03	0.04	0.00	-
	2.21		1.00					0.27		0.19				0.02
16	0.01	-5.03	-	0.20	1.73	0.61	7.16	0.77	0.07	-	-	-	0.02	-
			3.63							0.29	0.04	0.08		0.02
18	0.41	-5.32	-	0.36	1.57	0.15	1.01	-	0.04	-	0.03	-	0.00	0.00
			2.64					0.10		0.29		0.02		
20	0.27	-4.31	-	0.37	1.85	-	0.77	-	0.01	-	0.01	0.04	0.00	-
			2.29			0.03		0.36		0.29				0.02
31	-	-	2.56	0.91	2.18	1.20	13.97	1.25	0.07	-	-	-	0.03	-
	1.21	10.73								0.39	0.14	0.12		0.03
33	0.05	-	0.18	0.01	2.30	0.32	-0.11	-	0.04	-	-	-	0.00	0.00
		14.48						0.91		0.38	0.01	0.04		
35	-	-	2.34	0.43	2.56	-	1.83	-	0.01	-	-	0.04	0.00	-
	4.82	14.48				0.26		0.77		0.38	0.00			0.02

Tablier (3).



Abréviation	Signification	Unités
Nx	Effort normal X	kN/m



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

Ny	Effort normal Y	kN/m
Nxy	Effort normal XY	kN/m
Mx	Moment fléchissant X	kN·m/m
My	Moment fléchissant Y	kN·m/m
Mxy	Moment fléchissant XY	kN·m/m
Qx	Effort tranchant X	kN/m
Qy	Effort tranchant Y	kN/m
Dx	Déplacement X	mm
Dy	Déplacement Y	mm
Dz	Déplacement Z	mm
Gx	Rotation X	mRad
Gy	Rotation Y	mRad
Gz	Rotation Z	mRad

POIDS PROPRE

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	13.82	3.16	6.08	3.11	10.26	- 0.19	0.92	16.24	0.00	- 0.00	- 0.28	0.03	0.01	0.01
4	1.49	1.41	0.00	2.27	8.37	- 0.00	- 0.00	13.69	0.00	- 0.00	- 0.28	0.03	- 0.00	- 0.00

LXXXIII



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

7	13.82	3.16	- 6.08	3.11	10.26	0.19	- 0.92	16.24	- 0.00	- 0.00	- 0.28	0.03	- 0.01	- 0.01
22	-0.36	2.06	0.29 2.43	-	-3.12	- 0.70	0.63	2.28	0.00	- 0.00	- 0.46	0.07	- 0.03	0.00
25	1.66	0.96	- 0.00	- 1.03	-5.88	0.00	- 0.00	2.89	0.00	- 0.00	- 0.46	0.07	0.00	0.00
28	-0.36	2.06	- 0.29	- 2.43	-3.12	0.70	- 0.63	2.28	- 0.00	- 0.00	- 0.46	0.07	0.03	0.00
43	19.22	0.06	- 5.35	1.09	-0.03	0.79	- 3.68	-7.16	0.00	- 0.00	- 0.40	- 0.09	0.01	- 0.01
46	1.31	0.45	- 0.00	0.35	-0.27	- 0.00	- 0.00	-6.98	- 0.00	- 0.00	- 0.40	- 0.10	- 0.00	0.00
49	19.22	0.06	5.35	1.09	-0.03	- 0.79	3.68	-7.16	- 0.00	- 0.00	- 0.40	- 0.09	- 0.01	0.01

POUSSÉE DES TERRES

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	6.19	- 17.11	2.78	1.41	3.26	0.45	4.20	7.52	0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	0.01	- 0.00
4	-0.61	- 17.98	0.00	0.74	2.74	- 0.00	- 0.00	6.57	- 0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	- 0.00	- 0.00
7	6.19	- 17.11	-2.78	1.41	3.26	- 0.45	- 4.20	7.52	- 0.00	0.00	- 0.08	- 0.03	- 0.01	0.00
22	0.01	- 17.75	0.31	- 1.90	0.25	0.57	0.44	-1.91	0.00	0.00	- 0.04	- 0.05	- 0.03	0.00

LXXXIV



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

25	-0.60	-	0.00	-	-1.88	0.00	0.00	-2.53	-	0.00	-	-	0.00	0.00
		17.70		0.21					0.00		0.05	0.05		
28	0.01	-	-0.31	-	0.25	-	-	-1.91	-	0.00	-	-	0.03	0.00
		17.75		1.90		0.57	0.44		0.00		0.04	0.05		
43	-	-	11.36	2.59	12.11	-	6.39	-	0.00	0.01	-	0.11	-	0.02
	24.96	21.23				0.85		15.27			0.00		0.00	
46	-0.26	-	-0.00	2.39	10.26	0.00	-	-	-	0.01	-	0.12	-	-
		17.53					0.00	12.67	0.00		0.00		0.00	0.00
49	-	-	-	2.59	12.11	0.85	-	-	-	0.01	-	0.11	0.00	-
	24.96	21.23	11.36				6.39	15.27	0.00		0.00			0.02

CHARGE EN BANDE 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	20.32	-	4.75	3.65	8.35	0.91	-	8.28	-	-	-	0.03	0.01	0.01
		0.92					1.59		0.00	0.00	0.22			
4	-9.76	-	0.06	5.00	18.95	0.00	0.00	34.92	0.00	-	-	0.03	-	0.00
		2.20								0.00	0.24		0.00	
7	20.37	-	-	3.67	8.42	-	1.60	8.39	0.00	-	-	0.03	-	-
		0.84	4.75			0.90				0.00	0.22		0.01	0.01
22	0.01	5.24	0.02	-	-2.02	-	0.04	1.46	-	-	-	0.04	-	0.00
				2.67		0.45			0.00	0.00	0.35		0.09	
25	-5.90	-5.11	0.05	-	-	0.00	0.00	4.48	0.00	-	-	0.06	-	0.00
				2.72	15.28					0.00	0.57		0.00	
28	0.01	5.48	0.01	-	-2.06	0.47	-	1.53	0.00	-	-	0.04	0.09	0.00
				2.67		0.04				0.00	0.35			

LXXXV



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

43	25.46	-	-	2.21	1.08	-	-	-3.21	-	-	-	-0.11	0.01	-
		1.21	3.67			0.75	9.12		0.00	0.00	0.26			0.01
46	-	-	0.03	2.08	5.18	-	0.01	-	0.00	0.00	-	-	-	0.00
	11.08	5.49				0.00		23.59			0.29	0.24	0.00	
49	25.68	-	3.92	2.17	0.85	0.71	9.23	-2.99	0.00	-	-	-0.11	-	0.01
		0.67								0.00	0.26		0.01	

CONVOI 1 POSITION 1

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	-0.13	9.35	0.76	0.59	2.56	0.28	-	0.45	-	0.21	0.06	-	-	-
							0.84		0.06			0.01	0.02	0.02
4	-1.09	-	2.45	2.30	8.81	0.99	-	9.45	-	0.31	-	0.05	-	-
		10.96					0.53		0.06		0.03		0.01	0.02
7	9.48	-	0.61	3.71	15.54	0.95	2.98	16.44	-	0.39	-	0.09	-	-
		22.06							0.06		0.12		0.02	0.03
22	0.03	5.62	0.83	-	-0.01	-	-	0.83	-	0.21	0.02	0.04	-	0.00
				0.09		0.27	0.04		0.09				0.03	
25	-1.62	-	2.00	-	-6.88	0.47	1.07	13.94	-	0.31	-	0.15	-	0.00
		13.34		1.52					0.09		0.30		0.09	
28	-0.91	-9.34	0.19	-	-5.48	2.40	-	6.37	-	0.40	-	0.23	0.00	0.00
				1.91			1.33		0.09		0.51			
43	1.21	1.74	0.36	-	-3.00	0.11	-	2.78	-	0.21	0.00	-	-	-
				0.60			1.73		0.12			0.03	0.04	0.02
46	-7.03	-	6.20	1.89	4.36	-	-	-	-	0.31	-	-	-	-
		14.56				0.66	4.65	26.01	0.13		0.22	0.16	0.04	0.01

LXXXVI



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

49	36.85	-	4.98	5.16	5.83	-	4.95	-	-	0.40	-	-	-	-
		16.87				0.73		30.95	0.13		0.42	0.22	0.07	0.01

CONVOI 1 POSITION 2

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	5.23	-	-	0.15	-	-	-3.74	-	-	0.01	-	-	-	0.00
		14.36	1.13		2.69	0.23		2.18	0.06		0.07	0.03	0.02	
4	-	4.46	-	1.11	8.30	-	-3.33	5.19	-	0.01	-	-	-	0.01
	7.11		4.23			0.54			0.06		0.20	0.32	0.01	
7	2.22	10.98	-	3.42	4.61	-	-	4.11	-	0.01	-	-	-	0.02
			8.36			2.44	14.47		0.06		0.29	0.22	0.04	
22	0.06	-7.80	-	0.11	0.19	0.24	0.16	-	-	0.01	0.02	-	-	0.00
			0.39					1.16	0.06			0.07	0.01	
25	-	1.59	-	0.99	3.32	-	-0.53	2.56	-	0.01	0.02	-	-	0.00
	2.65		6.55			0.16			0.06			0.04	0.00	
28	0.90	3.74	-	0.19	3.15	0.15	0.07	0.71	-	0.01	-	-	-	0.00
			0.49						0.06		0.06	0.05	0.02	
43	-	-1.85	-	0.31	2.07	0.08	0.37	-	-	0.01	0.10	-	-	0.00
	2.14		0.47					1.73	0.06			0.02	0.02	
46	0.32	0.19	-	-	0.33	0.26	-3.00	1.78	-	0.01	0.03	0.01	-	-
			6.85	0.05					0.06				0.02	0.00
49	-	1.49	-	-	-	0.33	-1.57	2.53	-	0.00	-	0.01	-	-
	5.74		2.28	0.45	0.36				0.06		0.04		0.01	0.00

*CONVOI 2 POSITION 3*

Noeud	Efforts								Déplacements					
	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy	Dx	Dy	Dz	Gx	Gy	Gz
1	2.92	3.73	- 2.07	- 2.67	- 0.57	0.23	1.13	- 0.49	- 0.00	- 0.01	0.02	0.02	0.00	- 0.00
4	0.97	0.29	- 2.90	- 3.98	- 1.00	0.13	2.85	0.43	0.00	- 0.01	0.01	0.02	0.00	- 0.00
7	- 1.47	- 2.02	- 1.26	- 6.43	- 1.47	0.16	5.38	1.35	- 0.00	- 0.02	- 0.01	0.03	0.00	- 0.00
15	1.12	- 0.01	0.17	- 0.30	- 0.00	- 0.75	0.88	0.03	0.01	- 0.09	0.02	0.07	0.00	- 0.01
18	1.11	0.60	- 3.33	- 0.23	- 0.07	0.20	2.07	- 0.10	0.01	- 0.14	0.01	0.12	0.00	- 0.01
21	- 0.35	- 0.02	0.10	- 0.19	- 0.00	2.47	4.93	- 0.02	0.01	- 0.19	- 0.01	0.15	0.00	- 0.01
29	- 0.22	0.58	- 0.49	1.94	0.59	0.03	0.92	- 0.30	0.01	- 0.19	0.02	0.04	0.00	- 0.02
32	1.02	1.00	- 2.75	3.40	0.91	0.09	2.57	- 1.71	0.01	- 0.28	0.01	0.04	0.00	- 0.02
35	2.37	5.18	- 2.80	6.08	1.54	0.24	5.29	- 0.91	0.01	- 0.38	- 0.01	0.04	0.00	- 0.02

7. COMBINAISONS*HYPOTHÈSES*



1 - Poids propre
2 - Poussée des terres
3 - Charge en bande 1
4 - Convoi 1 position 1
5 - Convoi 1 position 2
6 - Convoi 1 position 3
7 - Convoi 2 position 1
8 - Convoi 2 position 2
9 - Convoi 2 position 3

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES ULTIMES

Combinaison	Hypothèses								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.00	1.00							
2	1.35	1.00							
3	1.00	1.35							



Sélection de récapitulatifs

4	1.35	1.35							
5	1.00	1.00	1.60						
6	1.35	1.00	1.60						
7	1.00	1.35	1.60						
8	1.35	1.35	1.60						
9	1.00	1.00		1.60					
10	1.35	1.00		1.60					
11	1.00	1.35		1.60					
12	1.35	1.35		1.60					
13	1.00	1.00	1.60	1.60					
14	1.35	1.00	1.60	1.60					
15	1.00	1.35	1.60	1.60					
16	1.35	1.35	1.60	1.60					
17	1.00	1.00			1.60				
18	1.35	1.00			1.60				
19	1.00	1.35			1.60				
20	1.35	1.35			1.60				

	Hypothèses								
Combinaison	1	2	3	4	5	6	7	8	9



3x300x300

Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

21	1.00	1.00	1.60		1.60				
22	1.35	1.00	1.60		1.60				
23	1.00	1.35	1.60		1.60				
24	1.35	1.35	1.60		1.60				
25	1.00	1.00				1.60			
26	1.35	1.00				1.60			
27	1.00	1.35				1.60			
28	1.35	1.35				1.60			
29	1.00	1.00	1.60			1.60			
30	1.35	1.00	1.60			1.60			
31	1.00	1.35	1.60			1.60			
32	1.35	1.35	1.60			1.60			
33	1.00	1.00					1.60		
34	1.35	1.00					1.60		
35	1.00	1.35					1.60		
36	1.35	1.35					1.60		
37	1.00	1.00	1.60				1.60		
38	1.35	1.00	1.60				1.60		
39	1.00	1.35	1.60				1.60		
40	1.35	1.35	1.60				1.60		

XCI



Sélection de récapitulatifs

41	1.00	1.00						1.60	
42	1.35	1.00						1.60	
43	1.00	1.35						1.60	
44	1.35	1.35						1.60	
45	1.00	1.00	1.60					1.60	
46	1.35	1.00	1.60					1.60	
47	1.00	1.35	1.60					1.60	
48	1.35	1.35	1.60					1.60	
49	1.00	1.00							1.60
50	1.35	1.00							1.60
51	1.00	1.35							1.60
52	1.35	1.35							1.60
53	1.00	1.00	1.60						1.60
54	1.35	1.00	1.60						1.60
55	1.00	1.35	1.60						1.60
56	1.35	1.35	1.60						1.60

COMBINAISONS POUR LES ÉTATS LIMITES DE SERVICE

		Hypothèses								
Combinaison	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.00	1.00								



Sélection de récapitulatifs

2	1.00	1.00	1.20						
3	1.00	1.00		1.20					
4	1.00	1.00	1.20	1.20					
5	1.00	1.00			1.20				
6	1.00	1.00	1.20		1.20				
7	1.00	1.00				1.20			
8	1.00	1.00	1.20			1.20			
9	1.00	1.00					1.20		
10	1.00	1.00	1.20				1.20		
11	1.00	1.00						1.20	
12	1.00	1.00	1.20					1.20	
13	1.00	1.00							1.20
14	1.00	1.00	1.20						1.20



8. DESCRIPTION DE L'ARMATURE

MODULE

Panneau	Position	Direction	Armature de base
Tablier	Supérieur	Longitudinal	HA10e=10, crosse=65cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=15, crosse=70cm
	Inférieur	Longitudinal	HA10e=10, crosse=65cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA14e=15, crosse=70cm
Radier	Inférieur	Longitudinal	HA10e=10, crosse=70cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA12e=15, crosse=70cm
	Supérieur	Longitudinal	HA10e=10, crosse=65cm
		Transversal Perpendiculaire au piédroit droit	HA14e=15, crosse=70cm
Piédroit gauche	Arrière	Vertical	HA12e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en



			ped=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=70cm
	Avant	Vertical	HA10e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en ped=52 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=70cm
Piédroit droit	Arrière	Vertical	HA14e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en ped=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=44cm
	Avant	Vertical	HA12e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en ped=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=44cm
Mur intermédiaire 1	Gauche	Vertical	HA10e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en ped=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=70cm



	Droite	Vertical	HA10e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en pied=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=44cm
Mur intermédiaire 2	Gauche	Vertical	HA10e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en pied=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=44cm
	Droite	Vertical	HA10e=15, crosse=70cm - Attente=0.50 m - Longueur crosse en pied=50 cm
		Horizontal	HA10e=10, crosse=44cm

MUR EN AILE D'ENTRÉE GAUCHE

Armature horizontale: HA12e=25	
Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=13cm	
Armature longitudinale supérieure: HA12e=30, crosse=13cm	
Armature verticale	Armature semelle



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Armature verticale arrière: HA10e=25 <ul style="list-style-type: none">- Recouvrement =0.45m- Crosse =20cm- Ancrage face supérieure =0.19m- Renfort : HA10- Longueur=1.50m- Crosse =20cm	Transversal inférieur: HA12e=20 Transversal supérieur: HA12e=20
Armature verticale avant: HA12e=25 <ul style="list-style-type: none">- Recouvrement =0.35m- Crosse =20cm- Ancrage face supérieure =.18m	

Armature horizontale: HA12e=25

Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=13cm

Armature longitudinale supérieure: HA12e=30, crosse=13cm



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

		<i>Armature verticale</i>	<i>Armature semelle</i>
<i>MUR AILE D'ENTRÉE DROITE</i>	<i>EN</i>	<i>Armature verticale arrière:</i> <i>HA10e=25</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Recouvrement =0.45m</i> - <i>Crosse =20cm</i> - <i>Ancrage face supérieure =0.19m</i> - <i>Renfort : HA10</i> - <i>Longueur=1.50m</i> - <i>Crosse =20cm</i> 	<i>Transversal inférieur:</i> <i>HA12e=20</i> <i>Transversal</i> <i>supérieur: HA12e=20</i>
		<i>Armature verticale avant:</i> <i>HA12e=25</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Recouvrement =0.35m</i> - <i>Crosse =20cm</i> - <i>Ancrage face supérieure =0.18m</i> 	
		<i>Armature horizontale: HA12e=25</i> <i>Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=13cm</i> <i>Armature longitudinale supérieure: HA12e=30, crosse=13cm</i>	
		<i>Armature verticale</i>	<i>Armature semelle</i>

XCVIII



Sélection de récapitulatifs

3x300x300

Date: 14/06/24

Armature verticale arrière: HA10e=25 <ul style="list-style-type: none">- Recouvrement =0.45m- Crosse =20cm- Ancrage face supérieure =0.19m- Renfort : HA10- Longueur=1.50m- Crosse =20cm	Transversal inférieur: HA12e=20 Transversal supérieur: HA12e=20
Armature verticale avant: HA12e=25 <ul style="list-style-type: none">- Recouvrement =0.35m- Crosse =20cm- Ancrage face supérieure =0.18m	

MUR EN AILE DE SORTIE GAUCHE



Sélection de récapitulatifs

MUR EN AILE DE SORTIE DROITE

Armature horizontale: HA12e=25	
Armature longitudinale inférieure: HA12e=20, crosse=13cm	
Armature longitudinale supérieure: HA12e=30, crosse=13cm	
Armature verticale	Armature semelle
Armature verticale arrière: HA10e=25	Transversal inférieur: HA12e=20 Transversal supérieur: HA12e=20
- Recouvrement =0.45m	
- Crosse =20cm	
- Ancrage face supérieure =0.19m	
- Renfort : HA10	
- Longueur=1.50m	
- Crosse =20cm	
Armature verticale avant: HA12e=25	
- Recouvrement =0.35m	
- Crosse =20cm	
- Ancrage face supérieure =0.18m	

**9. VÉRIFICATION**

Référence: Mur en aile d'entrée gauche		
Vérification	Valeurs	État
Vérification de la stabilité:		
<i>Critère de CYPE</i>		
Semelle superficielle:	Minimum: 1.8	Conforme
- Coefficient de sécurité au renversement:	Calculé: 2.69	
- Coefficient de sécurité au glissement:	Minimum: 1.5	Conforme
	Calculé: 1.9	
Épaisseur minimale:		
- Semelle superficielle:	Minimum: 15 cm	Conforme
<i>Critère de CYPE</i>	Calculé: 50 cm	
- Mur:		Conforme
<i>Critère du SETRA "Les ouvrages de soutènement: Guide de conception générale"</i>	Calculé: 30 cm	
Espacement libre minimal des armatures horizontales:		
<i>BAEL-91, Article A.7.2,5</i>	Minimum: 3.7 cm	Conforme
Mur:		
- Arrière:	Calculé: 23.8 cm	
- Avant:	Calculé: 23.8 cm	
Espacement maximal des armatures horizontales:		
	Maximum: 45 cm	



3x300x300

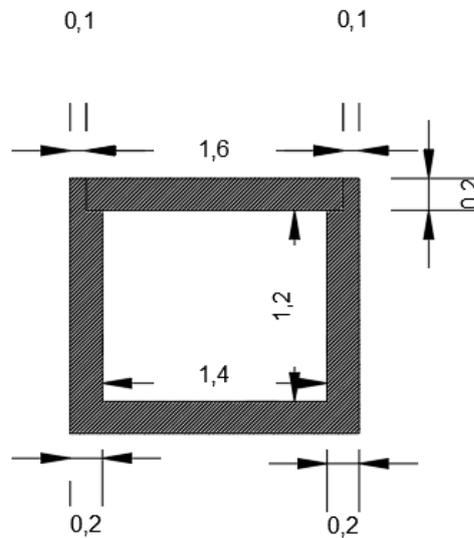
Sélection de récapitulatifs

Date: 14/06/24

<p><i>BAEL-91, Article A.8.2,42</i></p> <p>Mur:</p> <ul style="list-style-type: none">- Arrière:- Avant:	<p>Calculé: 25 cm</p> <p>Calculé: 25 cm</p>	<p>Conforme</p> <p>Conforme</p>
<p>Pourcentage géométrique horizontal minimum par face:</p> <p><i>BAEL-91, Article SETRA 3.4.3</i></p> <p>Mur:</p> <ul style="list-style-type: none">- Arrière (0.00 m):- Avant (0.00 m):	<p>Minimum: 0.0015</p> <p>Calculé: 0.0015</p> <p>Calculé: 0.0015</p>	<p>Conforme</p> <p>Conforme</p>
<p>Espacement maximal entre les barres:</p> <p><i>BAEL-91, Article A.8.2,42</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Semelle superficielle:- Armature longitudinale inférieure:- Armature longitudinale supérieure:- Armature transversale inférieure:- Armature transversale supérieure:	<p>Maximum: 33 cm</p> <p>Calculé: 20 cm</p> <p>Calculé: 30 cm</p> <p>Calculé: 20 cm</p> <p>Calculé: 20 cm</p>	<p>Conforme</p> <p>Conforme</p> <p>Conforme</p> <p>Conforme</p>

CXIV

ANNEXE 08 : Note de calculs et plan d'exécution du caniveau 140 x 120



Caniveau 140 x 120 mm		
Dimensionnement de la dalle		
Données		
Portée de la dalle	$l (m)$	1,6
Largeur de la dalle	$b (m)$	1
Epaisseur du radier et de la dalle	$e (m)$	0,3
Epaisseur piédroit	$e (m)$	0,3
Hauteur du piédroit	$H (m)$	1,2

Dalle			
Descente de charge			
Charges permanentes	Poids propre de la dalle (KN/ml)	$P_d = e \times b \times \gamma_b$	5

Charges d'exploitations	Roue isolée 80 KN	Q_1	80
Sollicitations			
Poids propre de la dalette (KN/ml)	$P_{ud} \left(\frac{KN}{ml} \right)$	$1,35 \times P_d$	6,75
Roue isolée 80 KN	$P_{uBt} (KN)$	$1,6 \times 80$	128
Moment	$M_{ud} \left(\frac{KN}{m} \right)$	$\frac{P_{ud} \times l^2}{8} + \frac{P_{uBt} \times l}{4}$	53,36
Poids propre de la dalette (KN/ml)	$P_{serd} \left(\frac{KN}{ml} \right)$	$1 \times P_d$	5
Roue isolée 80 KN	$P_{serBt} (KN)$	$1,2 \times 80$	96
Moment	$M_{serd} \left(\frac{KN}{m} \right)$	$\frac{P_{serd} \times l^2}{8} + \frac{P_{serBt} \times l}{4}$	40
Ferrailage			
Moment réduit	μ_u	$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bu}}$	0,116
Moment réduit ultime	μ_{ul}		0,182
Conclusion	$\mu_u < \mu_{ul}$	Pivot A il n'y a pas d'aciers Comprimés	
Alpha	α_u	$1,25(1 - \sqrt{1 - \mu_u})$	0,1546
Bras de levier	$Z_u (m)$	$d(1 - 0,4\alpha_u)$	0,1689
Sections d'aciers	$A_{st} (cm^2)$	$\frac{M_u}{z_u \times \sigma_s}$	8,57
Condition de non fragilité	$A_{stmin} (cm^2)$	$0,23 \times b_0 \times d \times \frac{ft_{28}}{fe}$	1,738
Acier à l'ELU	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$\max(A_{st}; A_{stmin})$	9.08

Déformation $\overline{\alpha}_{ser}$	$\overline{\alpha}_{ser}$	$\frac{n \times \overline{\sigma}_{bc}}{\sigma_{st} + n \times \overline{\sigma}_{bc}}$	0,473
La fibre neutre y_{ser}	$y_{ser} (m)$	$\overline{\alpha}_{ser} \times d$	0,085
Bras de levier	$Z_{ser} (m)$	$d - \frac{y_{ser}}{3}$	0,15
Moment réduit	$M_{serb} \left(\frac{MN}{m} \right)$	$\frac{1}{2} \times b_0 \times z_{ser} \times \overline{\sigma}_{ser} \times \frac{ft_{28}}{fe}$	0,087
Conclusion	$M_{serd} < M_{serb}$	Pas d'aciers comprimés	
Sections d'aciers	$A_{st} (cm^2)$	$\frac{M_{ser}}{z_{ser} \times \sigma_s}$	10,67
Condition de non fragilité	$A_{stmin} (cm^2)$	$0,23 \times b_0 \times d \times \frac{ft_{28}}{fe}$	1,738
Acier à l'ELS	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$A_{st} > A_{stmin}$	11,67
Acier	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$\max(A_{st} \text{ à l'ELU}; A_{st} \text{ à l'ELS})$	11,67
Choix	HA12		
Espacement réel (cm)		$e = \frac{b - (\emptyset * n + enr \times 2)}{n - 1}$	10,8
Acier	HA12 ; esp = 10cm		

Dimensionnement du piedroit		
Descente de charge		
Distance adoptée	a (m)	0,70

Hauteur h	h(m)	$e + 1,2$	1,4
Coté	Z1(m)	$atan\varphi$	0,404
Coté	Z2(m)	$atan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$	1,21
Coté	Zp (m)	$\frac{z1 + z2}{2}$	0,81
Bras de levier (A ;P)	Lp (m)	h-Zp	0,59
Bras de levier (A ;Pt)	Lpt (m)	$\frac{h}{3}$	0,47
Resultante dû à la charge Bt à l'ELU	P(KN)	$1,6 \times B_t \times \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$	73,90
Poids des poussées de terre	Ht (KN)	$\gamma \times Ka \times \frac{(d + e)^2}{2}$	6,468
Résultante de la charge Bt à l'ELS	P(KN)	$1,2 \times B_t \tan\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$	55,43
Sollicitations			
Effort normal	$N_{ser}(KN)$	$e \times h \times \gamma b + P$	62,43
Moment d'encastrement maximal à l'ELU	$M_{max} \left(KN \frac{m}{m} \right)$	$L_{pt}Ht + L_pP$	46,64
Moment	$M_{ser}(KN m)$	$L_{pt}Ht + L_pP$	35,74
Ferrailage			
Déformation $\overline{\alpha}_{ser}$	$\overline{\alpha}_{ser}$	$\frac{n \times \overline{\sigma}_{bc}}{\sigma_{st} + n \times \overline{\sigma}_{bc}}$	0,474
La fibre neutre y_{ser}	$y_{ser}(m)$	$\overline{\alpha}_{ser} \times d$	0,085
Bras de levier	$Z_{ser}(m)$	$d \left(1 - \frac{\overline{\alpha}_{ser}}{3} \right)$	0,15

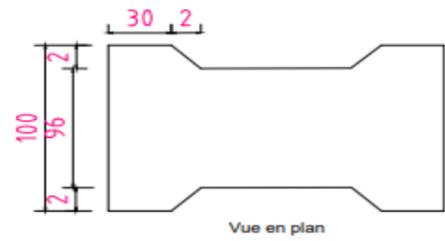
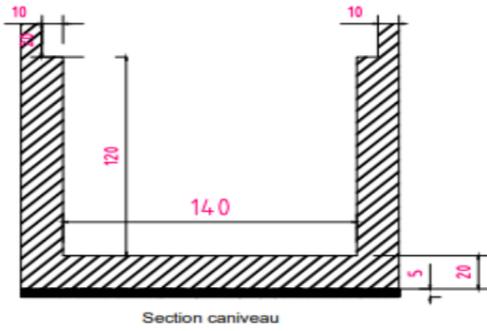
Moment réduit	$M_{serb} \left(\frac{MN}{m} \right)$	$\frac{1}{2} b_0 z_{ser} \sigma_{ser} \gamma_{ser}$	0,095
Conclusion	$M_{serd} < M_{serb}$	Pas d'aciers comprimés	
Sections d'aciers	$A_{st} (cm^2)$	$\frac{M_{ser}}{z_{ser} \times \sigma_{st}}$	9,53
Condition de non fragilité	$A_{stmin} (cm^2)$	$0,23 \times b_0 \times d \times \frac{ft_{28}}{fe}$	1,73
Acier à l'ELS	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$A_{st} > A_{stmin}$	9,53
Choix	HA12		
Espacement réel (cm)	$e = \frac{b - (\emptyset * n + enr \times 2)}{n - 1}$		10,9
Acier	HA12 ; esp : 10cm		

Radier			
Flexion simple			
Poids propre des piédroits	Pp (KN / ml)	$\frac{\gamma_b \times ((e + d) - g \times d)}{l + 2 \times c}$	21,56
Poids propre du radier	Pr (KN / ml)	$\gamma_b \times f \times (l + 2 \times c) \times b$	9
Sollicitations			

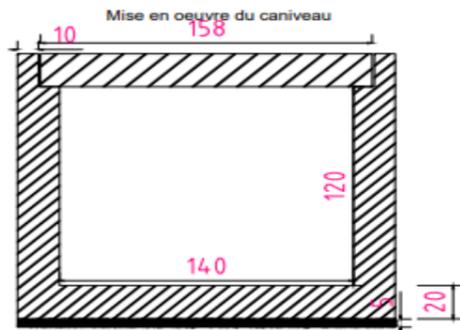
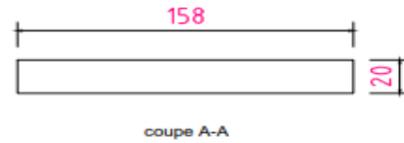
Poids propre du radier	$P_{ud} \left(\frac{KN}{ml} \right)$	$1,35 \times (Pr + Pp)$	41,256
Moment	$M_u \left(\frac{KN}{m} \right)$	$\frac{P_u \times l'^2}{24} + M_{max}$	50,009
Poids propre du radier	$P_{ser} \left(\frac{KN}{ml} \right)$	$Pr + Pp$	30,56
Moment	$M_{ser} \left(\frac{KN}{m} \right)$	$\frac{P_u \times l'^2}{24} + M_{ser}$	
Ferrailage			
Moment réduit	μ_u	$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f_{bu}}$	0,124
Moment réduit ultime	μ_{ul}		0,182
Conclusion	$\mu_u < \mu_{ul}$	Pivot A il n'y a pas d'aciers Comprimés	
Alpha	α_u	$1,25(1 - \sqrt{1 - \mu_u})$	0,08
Bras de levier	Z_u	$d(1 - 0,4\alpha_u)$	0,1742
Section d'aciers	$A_{st} (cm^2)$	$\frac{M_u}{z_u \times \sigma_s}$	9,37
Acier à l'ELU	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$A_{st} > A_{stmin}$	9,37
Déformation $\overline{\alpha_{ser}}$	$\overline{\alpha_{ser}}$	$\frac{n \times \overline{\sigma_{bc}}}{\sigma_{st} + n \times \overline{\sigma_{bc}}}$	0,473
La fibre neutre y_{ser}	$y_{ser} (m)$	$\overline{\alpha_{ser}} \times d$	0,085
Bras de levier	$Z_{ser} (m)$	$d \left(1 - \frac{\overline{\alpha_{ser}}}{3} \right)$	0,15
Moment réduit	$M_{serb} \left(\frac{MN}{m} \right)$	$\frac{1}{2} b_0 z_{ser} \sigma_{ser} y_{ser}$	0,095
Conclusion	$M_{serd} < M_{serb}$	Pas d'aciers comprimé	
Sections d'aciers	$A_{st} (cm^2)$	$\frac{M_{ser}}{z_{ser} \times \sigma_{st}}$	10,196

Condition de non fragilité	$A_{stmin}(cm^2)$	$0,23 \times b_0 \times d \times \frac{ft_{28}}{fe}$	1,73
Acier à l'ELS	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$A_{st} > A_{stmin}$	10,196
Acier	$A_s \left(\frac{cm^2}{ml} \right)$	$\max(A_{st} \text{ à l'ELU}; A_{st} \text{ à l'ELS})$	10,196
Choix	HA12		
Espacement réel (cm)		$e = \frac{b - (\emptyset * n + enr \times 2)}{n - 1}$	9,11
Acier	HA12 ; esp = 10cm		

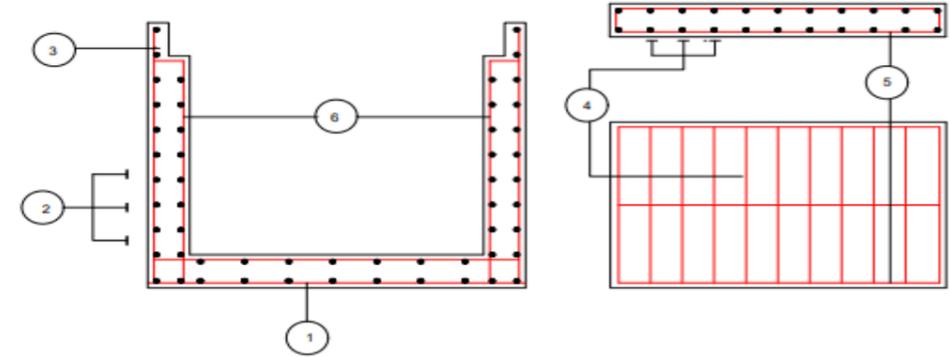
Plan de coffrage du caniveau de 140x120



Dalette



Plan de ferrailage du caniveau de 140x120



Position	Armature	
1	HA12	esp=10
2	HA8	esp=10
3	HA12	esp=10
4	HA10	esp=10
5	HA12	esp=10
6	HA8	esp=10



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



MISSION DE CONTROLE



ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE BITUMAGE D'UN TRONÇON DU BOULEVARD TANSOBA ENTRE L'INTERSECTION AVEC LA RN03 ET L'ECHANGEUR DU NORD (ROCADE NORD) À PARTIR DU PK3+375 AU PK8+375 AU BURKINA FASO

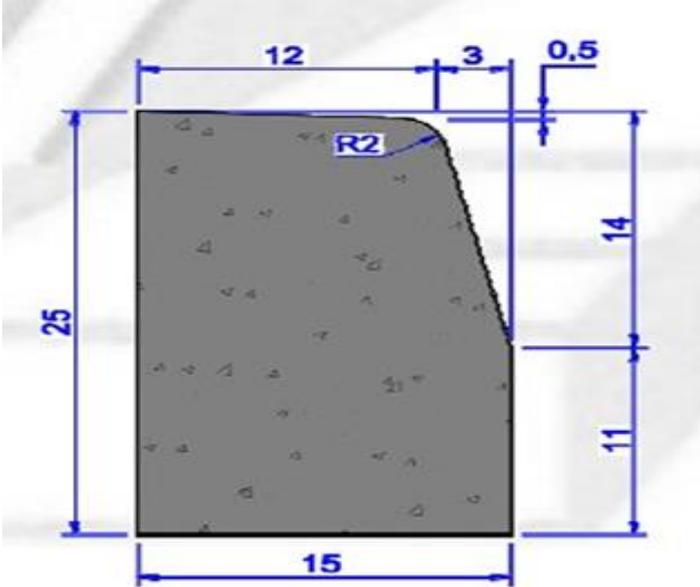
PLAN DE COFFRAGE ET DE FERRAILAGE DU CANIVEAU 140X120CMF

Echelle	1/1
Date	14/05/2024
N°	001
Dessin	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL
Promotion	2023-2024
Filière	Génie-Civil
Option	Transports

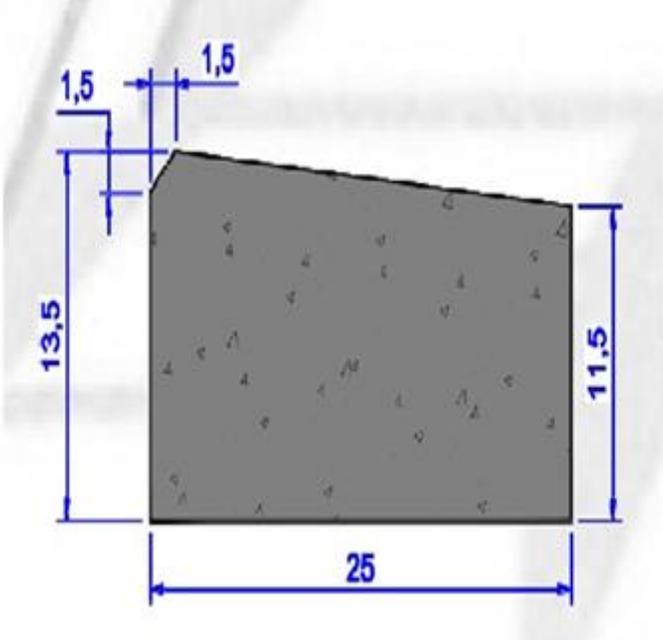
Maître de stage	M. AROUNA YONABA Chef de projet dans le département de structure
Encadrant 2iE	Mme MARIE THERESE MARAME GOMIS Ingénieur-architecte au département Génie civil à l'Institut 2iE
Etudiant	BALIMA AISSATOU LEILA DANO-VIEL

ANNEXE 09 : Autres équipements de sécurité

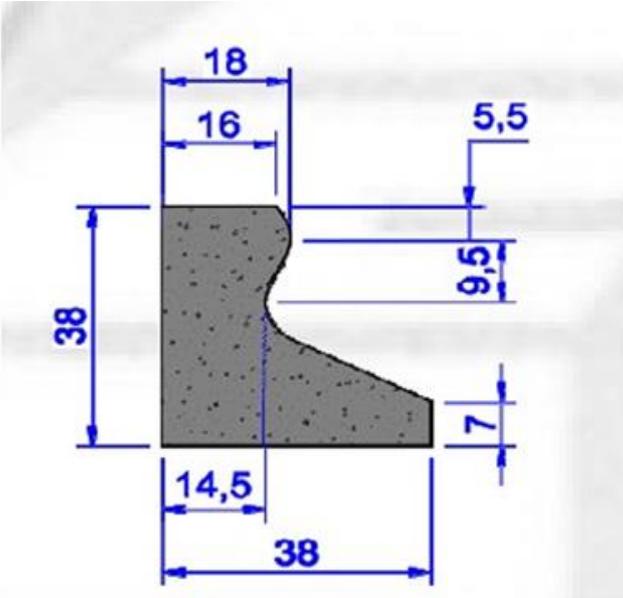
- Bordure de type T2



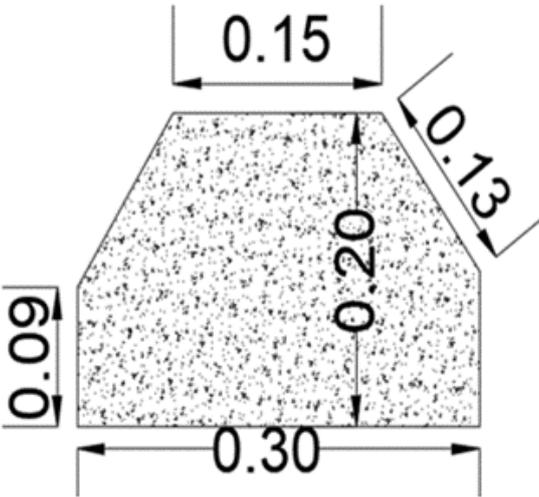
- Bordure de type CS2



➤ Bordure de type GSS2



➤ Bordure de séparation



ANNEXE 10 : Devis estimatif détaillé

Devis quantitatif et estimatif					
N°	Désignation	Unité	Quantité	PU	Prix total
I	TRAVAUX PRELIMINAIRES				
I.1	Installation de chantier/amenée et repli de chantier	FF	1,00	50000000,00	50 000 000
I.2	Démolition des bâtis se trouvant dans l'emprise de la route	FF	1,00	68250,00	68 250
	Total des TRAVAUX PRELIMINAIRES				50 068 250
II	PREPARATION DU TERRAIN				
II.1	Abattage des arbres	FF	53	50 000,00	2 650 000
II.2	Nettoyage et débroussaillage de l'emprise de la route	m ²	300243,12	300,00	90 072 936
	Total PREPARATION DU TERRAIN				92 722 936
III	TERRASSEMENT				
III.1	Décapage de terre végétale	m ³	750	350,00	262 500
III.2	Remblais provenant d'emprunts y compris extraction, transport, et mise en œuvre	m ³	39 158	5 000,00	195 790 000
III.3	Volume déblai	m ³	44 678	6000,00	268 068 000
III.4	Reprofilage des espaces de l'emprise (largeur emprise-chaussée et son assainissement)	m ²	30 000,00	3000,00	90 000 000
	Total terrassement				358 330 500
IV	CHAUSSEE				
IV.1	Couche de fondation de 20 cm en GL amélioré aux concassé	m ³	28182,82086	33 000,00	930 033 089
IV.2	Couche de base de 15 cm de GB	m ³	23388,93905	248 200	5 805 134 672
IV.3	Mise en œuvre des bordures de type GSS2	ml	17401,3596	27 000	469 836 709
IV.4	Mise en œuvre des bordures de type T2+CS2	ml	10639,9025	16 000	170 238 440
IV.5	Mise en œuvre des bordures de séparation de chaussé	ml	18271,0311	5 700	104 144 877
IV.6	Mise en œuvre du revêtement du TPC (pavé autobloquant de 6 cm d'épaisseur)	m ²	15012,156	14 000	210 170 184
IV.7	Mise en œuvre du revêtement ilot central (pavé autobloquant de 6 cm d'épaisseur)	m ²	1061,858	14 000	14 866 012
IV.8	Mise en œuvre du revêtement du trottoir (pavé autobloquant de 6 cm d'épaisseur)	m ²	10008,104	14 000	140 113 456
IV.9	Réalisation de giratoire en béton armé (couche de base de 15 cm)	m ³	376,9911	326 300	123 012 196
	Total Chaussée				7 967 549 635
V	REVETEMENT				
V.1	Couche d'Imprégnation de 2,5 cm	m ²	113391,8183	750,00	85 043 864
V.2	Revêtement en BB de 5 cm	m ³	5669,590916	174000,00	986 508 819
	Total revêtement				1 071 552 683

VI OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS					
Caniveaux					
Caniveaux : 140 x 120					
VI.1	Caniveaux en béton armé	ml	3045,0559	130000	395 857 267
	Dalette	ml	3045,0559	56300	171 436 647
	Sous total				567 293 914
Caniveau : 100 x 100					
	Caniveaux en béton armé	ml	462,0016	103300	38 299 933
	Dalette	ml	462,0016	44400	17 232 660
	Sous total				55 532 592
Caniveau : 120 x 100					
	Caniveaux en béton armé	ml	655,5239	105800	69 354 429
	Dalette	ml	655,5239	46000	30 154 099
	Sous total				99 508 528
Caniveau : 140 x 100					
	Caniveaux en béton armé	ml	834,8955	125000	104 361 938
	Dalette	ml	834,8955	54400	45 418 315
	Sous total				149 780 253
Sous total Caniveaux					884 820 331
Dalots					
VI.2	Dalot 3 x 300 x 300	ml	31,16	2 490 000	77 588 400
	Dalot 3 x 300 x 250	ml	31,16	2 300 000	71 668 000
Sous total Dalot					149 256 400
Total OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS					1 034 076 683
VII SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC					
Signalisation horizontale					
VII.1	Marquage de chaussée: ligne d'axe discontinue (Modulation T1)	m ²	230,76	5800	1 338 408
VII.2	Marquage flèche de direction	m ²	24	5800	139 200
VII.3	Passage piéton	m ²	14	5800	81 200
VII.4	Marquage CEDEZ LE PASSAGE	m ²	7	5800	40 600
	Sous total signalisation horizontale				1 599 408
Signalisation verticale					
VII.5	Panneau de type A	U	7	130000	910 000

VII.6	Panneau de type AB	U	11	130000	1 430 000
VII.7	Panneau de type B	U	12	130000	1 560 000
VII.8	Panneau de type C	U	14	143300	2 006 200
	Sous total Signalisation verticale				5 906 200
	Sous total Sécurité				7 505 608
	Éclairage public				
VII.9	Fourniture d'équipement et installation de Candélabre simple cross y compris fileterie et branchement à la SONABEL	U	143	1 100 000	157 300 000
VII.10	Fourniture d'équipement et installation de Candélabre double cross y compris fileterie et branchement à la SONABEL	U	94	1 500 000	141 000 000
	Sous total Éclairage public				298 300 000
	Total SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC				305 805 608
VIII	MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES				
VIII.1	Compensation si possible des biens affectés dans les emprises des travaux /Mise en œuvre du PAR	FF	1,00	1 000 000 000,00	1 000 000 000
VIII.2	Déplacement de tombes et vestiges et mesures de préservations de sites culturels et culturel	FF	1,00	2 000 000,00	2 000 000
VIII.3	Sensibilisation du personnel de chantier et des populations riveraines du tronçon de route au respect des consignes de sécurité routière	FF	1,00	2 334 906,00	2 334 906
VIII.4	Plantation des arbres non fruitiers	U	181,00	9200,00	1 665 200
VIII.5	Sensibilisation du personnel de chantier et des populations riveraines contre les IST, le VIH/SIDA et les grossesses non désirées	FF	1,00	2 334 906,00	2 334 906
VIII.6	Réalisation de sacrifices par les coutumiers de la zone du projet pour le bon déroulement des travaux		1,00	778 302	778 302
	Total MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES				1 009 113 314

Récapitulatif		
I	TRAVAUX PRELIMINAIRES	50 068 250
II	PREPARATION DU TERRAIN	92 722 936
III	TERRASSEMENT	358 330 500
IV	CHAUSSEE	7 967 549 635
V	REVETEMENT	1 071 552 683
VI	OUVRAGES D'ASSAINISSEMENTS	1 034 076 683
VII	SIGNALISATION - SECURITE ET ECLAIRAGE PUBLIC	305 805 608
VIII	MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES	1 009 113 314
TOTAL (F CFA HT) (1)		
		11 889 219 657
TVA (18%) de (1): (2)		
		2 140 059 538
TOTAL (F CFA TTC) (1) +(2): (3)		
		14 029 279 195
Coût Kilométrique du projet (F CFA)		
		2 377 843 931