

 Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.

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

---

Présenté et soutenu publiquement le 29/01/2024 par

**Ninsè Marc-Yannick GOUHÉ (20180633)**

**Encadrant 2iE** : Arnaud OUEDRAOGO, Docteur, Département Génie Civil, Institut 2iE,

**Maître de stage** : Abdul Aziz TRAORE, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique à  
PORTEO

**Structure d'accueil du stage** : EDEN EXPERT'S GROUP CIV

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr. Adamah MESSAN

Membres : Dr. Yasmine TRAORE

Dr. Philbert NSHIMIYIMANA

**Promotion : 2023-2024**

**CITATION**

*« Si vous planifiez pour une année, semez du riz ; si vous planifiez pour une décennie, plantez des arbres ; si vous planifiez pour la vie, éduquez la population. »*

Proverbe chinois

## **DEDICACE**

Je dédie ce travail à :

❖ **Mon père et ma mère ;**

Ce travail est le fruit de votre patience, votre persévérance et tous les sacrifices que vous avez consentis. Puisse Dieu vous bénir davantage !

## **REMERCIEMENTS**

J'adresse mes sincères remerciements à :

- L'ensemble du corps professoral et administratif de l'institut 2iE ;
- Mon directeur de mémoire, **Dr Arnaud OUEDRAOGO**, Maître-Assistant à l'institut 2iE pour son encadrement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de la rédaction de mon mémoire ;
- Le Président Directeur Général d'EDEN EXPERT'S GROUP CIV, **M. Yaya DIALLO** pour son soutien ;
- Madame **Auriane YAPKA**, Directrice d'Exploitation d'EDEN EXPERT'S GROUP CIV pour son soutien ;
- Mon maître de stage **Abdul Aziz TRAORÉ**, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique à PORTEO BTP pour sa disponibilité ;
- Monsieur **Abdel Khader KONÉ**, Géomètre/Topographe à EDEN EXPERT'S GROUP CIV pour son soutien indéfectible, sa disponibilité et ses conseils inestimables ;
- Monsieur **Sami KAMBOU**, Topographe assistant à EDEN EXPERT'S GROUP CIV pour son aide et ses conseils ;
- Tout le personnel d'EDEN EXPERT'S GROUP CIV, pour leur sympathie et le bon environnement de travail ;
- Mes parents, mes frères et mes sœurs pour leur présence et leur soutien au quotidien ;
- Mes amis pour leur aide et soutien ;
- Tous ceux et celles qui ont contribué à mon épanouissement tant intellectuel qu'humain durant ce stage.

## **RESUME**

La Cité des Élus est une réponse au modèle d'aménagement foncier, idéal pour tout citoyen désireux de vivre dans un environnement qui allie à la fois la garantie d'une propriété certaine et le confort d'une urbanisation réussie.

La Cité des Élus est un projet d'aménagement situé à la Riviera 6 (Bingerville, feu de mère enfant à droite, en bordure de la lagune Ébrié) et large d'une superficie globale de **9,5 ha**, pour **53 879 m<sup>2</sup>** de surface utile et **35 588 m<sup>2</sup>** de voiries caractérisées par une longueur globale de **2,15 km**, larges de **3,5 m** et **3 m** de type **2×1** voie. Le présent mémoire traite du dimensionnement de la chaussée et des ouvrages hydrauliques.

Ainsi, une étude hydrologique est faite par la méthode rationnelle afin d'évaluer un débit de crue. Les sections hydrauliques des ouvrages sont obtenues par la méthode de débitantes. Un dimensionnement structural de l'ouvrage est fait afin de s'assurer de sa résistance vis-à-vis des sollicitations extérieures. La structure de la chaussée est obtenue par la méthode du CEBTP et vérifiée par le logiciel Alizé LCPC.

Le choix de l'ouvrage est porté sur des caniveaux de section **60×60 cm<sup>2</sup>** et des dalots de traversée de section **100×100 cm<sup>2</sup>**. La chaussée est constituée d'une couche de fondation de **20 cm** en Sable argileux, une couche de base de **15 cm** en GNT et une couche de roulement en revêtement BBSG de **5 cm** sur une plateforme de type **S4**. Une synthèse de l'étude d'impact environnemental et social a permis de définir des mesures d'atténuation des impacts négatifs des travaux. L'estimation du coût de réalisation des travaux s'élève à **736,249,908 FCFA TTC**.

### **Mots clés :**

---

- 1- Caniveau,**
- 2- Dalot,**
- 3- Dimensionnement,**
- 4- Chaussée,**
- 5- Impact environnemental.**

## **ABSTRACT**

The city of elected officials is a response to the land development model, ideal for any citizen wishing to live in an environment which combines both the guarantee of certain property and the comfort of successful urbanization.

The city of the elected is a development project located in Riviera 6 (Bingerville, mother-child fire on the right, on the edge of the lagoon) and with a total surface area of **9.5 ha**, for **53,879 m<sup>2</sup>** of useful surface area and **35,588 m<sup>2</sup>** of roads characterized by an overall length of 2.15 km, width of **3.5 m** and **3 m** of **2×1** lane type. This report deals with the design of the roadway and hydraulic works.

Thus, a hydrological study is carried out using the rational method in order to evaluate flood flow. The hydraulic sections of the structures are obtained by the flow rate method. A structural dimensioning of the work is done to ensure its resistance to external stresses. The structure of the roadway is obtained by the CEBTP method and verified by the Alizé LCPC software.

The choice of work is based on gutters with a section of **60×60 cm<sup>2</sup>** and crossing scuppers with a section of **100×100 cm<sup>2</sup>**. The roadway consists of a **20 cm** foundation layer of clay sand, a **15 cm** base layer of GNT and a **5 cm** wearing course of BBSG coating on an S4 type platform. A summary of the environmental and social impact study made it possible to define measures to mitigate the negative impacts of the work. The estimated cost of carrying out the work amounts to **736,249,908 FCFA** including tax.

## **Keywords:**

---

- 1- Gutter,**
- 2- Scupper,**
- 3- Sizing,**
- 4- Roadway,**
- 5- Environmental impact.**

## **LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

<b>2iE</b>	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>Ast</b>	Section d'acier tendue
<b>Asc</b>	Section d'acier comprimée
<b>Amin</b>	Section d'acier minimal
<b>BA</b>	Béton Armé
<b>BAEL</b>	Béton Armé aux États Limites
<b>BBSG</b>	Béton Bitumineux semi-grenu
<b>c</b>	Enrobage
<b>CBR</b>	Californian Bearing Ratio (coefficient de Portance Californien)
<b>CEBTP</b>	Centre Expérimental de Recherche et d'Étude du Bâtiment et Travaux Publics
<b>e</b>	Excentricité
<b>ELS</b>	État Limite de Service
<b>ELU</b>	État Limite Ultime
<b>Esp</b>	Espacement des barres d'aciers de béton
<b><i>f<sub>e</sub></i></b>	Limite d'élasticité des armature
<b><i>f<sub>cj</sub></i></b>	Résistance caractéristique à la traction du béton à l'âge j jours
<b>FP</b>	Fissuration Préjudiciable
<b>FPP</b>	Fissuration peu Préjudiciable
<b>GNT</b>	Grave naturel non traité
<b>HA</b>	Acier haut Adhérence
<b>HT</b>	Hors Taxes
<b>ICTAVRU</b>	Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaine
<b>TTC</b>	Toutes Taxes Comprises
<b>kN</b>	Kilonewton
<b>KN.m</b>	Kilo Newton Mètre
<b>KN/ml</b>	Kilo Newton par Mètre linéaire
<b>MJA</b>	Moyenne journalière annuelle
<b>MPa</b>	Mégapascal
<b>NE</b>	Nombre équivalent
<b>NF</b>	Norme française
<b>ORSTOM</b>	Office de la Recherche scientifique et technique d'outre-mer

<b>OPM</b>	Optimum Proctor Modifié
<b>PL</b>	Poids Lourds
<b>SETRA</b>	Service d'Étude des Routes et Autoroutes
<b>TPC</b>	Terre-plein central
<b>T.N</b>	Terrain naturel
<b>TMJA</b>	Trafic Moyen Journalier Annuel
<b>Tpl</b>	Nombre de poids lourds
<b>Vr</b>	Vitesse de référence

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Rayon minimal selon ICTAVRU .....	13
Tableau 2 : Valeur limite de déclivité .....	14
Tableau 3 : Rayon limite en angle saillant .....	14
Tableau 4 : Rayon limite en angle entrant.....	14
Tableau 5 : Références normatives .....	17
Tableau 6 : Les résultats des essais de laboratoire .....	17
Tableau 7 : Classe de sols de plate-forme .....	19
Tableau 8 : Tableau des hypothèses définies .....	20
Tableau 9 : Trafic cumulé poids lourds.....	20
Tableau 10 : Coefficient d'agressivité moyen.....	21
Tableau 11 : Hypothèse retenue .....	21
Tableau 12 : Structures de chaussée proposées.....	22
Tableau 13: Normes par couches .....	23
Tableau 14 : Caractéristiques mécaniques des matériaux .....	24
Tableau 15: Charges appliquées.....	24
Tableau 16 : Structure admissible .....	26
Tableau 17 : Structure admissible .....	27
Tableau 18: Caractéristiques des bassins versants .....	32
Tableau 19: Coefficients de Montana d'Abidjan .....	32
Tableau 20 : Méthode rationnel .....	33
Tableau 21: Vérification du débit.....	34
Tableau 22: Section des caniveaux .....	35
Tableau 23: Section des Dalots .....	36
Tableau 24: Tableau récapitulatif des notes de calcul des dalots.....	40
Tableau 25: Ferrailage dalot.....	41

Tableau 26: Récapitulatif ferrailage du caniveau.....	43
Tableau 27: Description des impacts .....	49
Tableau 28: Étude financière.....	52

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Localisation de l'entreprise.....	3
Figure 2: Organigramme de la structure d'accueil.....	4
Figure 3 : Carte de localisation de notre zone du projet.....	5
Figure 4 : Vue d'ensemble du projet (Distinction des différentes voies).....	6
Figure 5 : Vues d'état des lieux de notre zone .....	9
Figure 6 : Vue stratigraphique de la ville d'Abidjan.....	9
Figure 7 : Calcul alizé .....	25
Figure 8 : Calcul Alizé structure N°1 .....	26
Figure 9 : Calcul Alizé Structure N°2 .....	26
Figure 10 : Profil en travers type.....	28
Figure 11 : Profil en travers type.....	29
Figure 12 : Carte de délimitation du bassin versant .....	31
Figure 13 : Dalot type.....	38
Figure 14 : Schéma statique du dalot amorce .....	39
Figure 15 : Caniveau type .....	42
Figure 16 : Types d'implantation des luminaires (source : Association française de l'éclairage).....	47
Figure 17 : Graphique sectoriel du coût du projet.....	54

## **TABLE DES MATIERES**

Citation .....	i
DEdicace .....	ii
Remerciements .....	iii
Résumé .....	iv
Abstract .....	v
Liste des sigles et abréviations .....	vi
Liste des tableaux .....	viii
Liste des figures .....	x
Table des matières .....	xi
Introduction .....	1
<b>I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU CADRE DU PROJET .....</b>	<b>3</b>
Présentation de la structure d'accueil .....	3
I.1.1 Domaines d'intervention .....	3
I.1.2 Organisation .....	4
Présentation et contexte du projet .....	5
I.1.3 Objectifs du Projet .....	6
I.1.3.1 Objectif global .....	6
I.1.3.2 Objectifs spécifiques .....	6
I.1.4 Présentation de la zone d'étude .....	7
I.1.4.1 Situation géographique .....	7
I.1.4.2 Climat .....	7
I.1.4.3 Végétation .....	8
I.1.4.4 Sol .....	8
I.1.4.5 Relief .....	8
I.1.4.6 Hydrographie .....	8
I.1.4.7 État des lieux .....	8
I.1.4.8 Contexte géologique et pédologique .....	9
I.1.5 Données de base .....	10
Méthodologie de l'étude : .....	10
Conclusion partielle .....	11
<b>II. CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE .....</b>	<b>12</b>

Étude topographique .....	12
Conception géométrique de la chaussée [1].....	12
II.1.1    Tracé en plan .....	12
II.1.2    Choix de la norme et la catégorie de la route .....	12
II.1.3    Profil en long du terrain naturel.....	13
II.1.4    Profil en long du projet (ligne rouge).....	14
II.1.5    Valeur minimale conseillée à l'absence des contraintes particulières .....	15
II.1.6    Profil en travers type .....	15
III.          DONNEES GÉOTECHNIQUES .....	17
III.1 Généralités.....	17
III.2 Résultats des essais d'identification des sols de plateforme .....	17
III.3 Méthode et principe de dimensionnement [2].....	18
III.4 Sol de plateforme [2].....	18
IV.          ETUDE DU TRAFIC ET DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE .....	20
IV.1 Trafic moyen journalier de poids lourds et taux de croissance.....	20
IV.2 Trafic cumulé de poids lourds sur la période de calcul .....	20
IV.3 Agressivité du trafic .....	21
IV.4 Rappel des données de trafic .....	21
IV.5 Dimensionnement à partir des catalogues de structure .....	22
IV.6 Risque de calcul .....	22
IV.7 Caractéristiques des matériaux pour les calculs de vérification ALIZE [4] .....	23
IV.8 Détermination des sollicitations internes .....	25
IV.8.1 Calcul des contraintes et déformations admissibles.....	25
Conclusion partielle.....	27
V.  ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE.....	30
V.1 Étude hydrologique .....	30
V.1.1    Méthode Rationnelle .....	32

V.2 Étude hydraulique.....	33
V.2.1 Dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement [6] .....	33
a.        Calcul des caniveaux .....	34
b.        Calcul des dalots amorces .....	35
V.2.2 Dimensionnement structural des ouvrages [7] .....	36
a.        Normes et règlements de calcul.....	36
b.        Caractéristiques des matériaux .....	36
V.2.3 Dimensionnement de dalot .....	37
a.        Évaluation des charges permanentes.....	38
b.        Surcharges routières .....	38
VI.                SÉCURITÉ ROUTIÈRE, ECLAIRAGE-PUBLIC, NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET ÉTUDE FINANCIÈRE.....	45
VI.1 Signalisation et sécurité .....	45
VI.1.1    Signalisation temporaire.....	45
VI.1.2    La signalisation permanente.....	45
VI.2 Éclairage public.....	46
VI.3 Notice d'Impact Environnemental et Social .....	48
VI.3.1 Justification du projet.....	48
VI.3.2 Objectifs du EIES.....	48
VI.3.3 Impacts positifs en phase d'exécution ou de construction .....	51
VI.3.4 Mesures de bonification des impacts positifs du projet .....	52
VI.4 Etude financière .....	52
VII.                Planning d'exécution des travaux .....	55
Conclusion partielle.....	56
BIBLIOGRAPHIE .....	58
ANNEXES .....	59

## **INTRODUCTION**

Le développement urbain de la ville d'Abidjan connaît un essor significatif partant de ces années précédentes visant à améliorer le cadre de vie des populations et à faciliter leur mobilité d'un endroit à un autre.

Au titre des infrastructures de soutien à ce développement, la Cité des Elus reflète un projet immobilier offrant des commodités de haut standing avec des aménagements routiers.

Ces travaux routiers dont la réalisation est exécutée par l'entreprise « EDEN EXPERT'S GROUP CIV » totalisent une longueur de 2,15 km avec un réseau d'assainissement composé de 1.16 km de caniveaux de (60x60cm<sup>2</sup>) et des traversées en 04 dalots de 100x100cm<sup>2</sup>.

En effet, le ruissellement des eaux pluviales canalisé se déverse vers le point le plus bas du projet en aval dans la lagune Ébrié proche du lotissement.

Le présent mémoire traite du « *Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.* »

L'objectif général de l'étude est de dimensionner les chaussées de tronçons de voirie et proposer des ouvrages hydrauliques pour drainer les eaux pluviales.

- Réaliser une étude hydrologique du projet pour déterminer le débit de crue ;
- Réaliser une étude hydraulique afin de déterminer la section d'un ouvrage par la méthode de la débitante ;
- Dimensionner une structure de chaussée suivant la méthode du CEBTP, vérifiée par le logiciel Alizé LCPC ;
- Dimensionner des ouvrages hydrauliques sur le tronçon ;
- Projeter les profils en long ;
- Établir une signalisation pour assurer la sécurité routière ;
- Faire le métré pour le terrassement, chaussée et ouvrages ;
- Réaliser une notice d'impact environnemental et social.

Notre travail présente et restitue les études réalisées dans ce cadre et se structure en sept (7) parties :

- I. Présentation de la structure d'accueil et du cadre du projet
- II. Conception géométrique
- III. Données géotechniques
- IV. Etude du trafic et dimensionnement de la chaussée

- V. Étude hydrologique et hydraulique
- VI. Sécurité routière, éclairage public, notice d'impact environnemental et social et étude financière
- VII. Planning d'exécution des travaux.

## I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU CADRE DU PROJET

Pendant six (06) mois, nous avons travaillé comme stagiaire dans une entreprise ivoirienne de BTP sur un projet particulier dans le but de résoudre un problème public pour le confort de la population.

### Présentation de la structure d'accueil

Eden Expert's Group Civ Sarl est une entreprise ivoirienne, spécialisée dans l'exécution et la réalisation des ouvrages en Bâtiments et Travaux Publics. Elle a été créée en 2020 et compte à son actif plusieurs réalisations dans l'aménagement routier et le reprofilage de voies qui lui confèrent aujourd'hui une place importante en Côte d'Ivoire. Elle confère à sa clientèle, un savoir-faire et une expérience accrue due au maintien d'une équipe mobilisée dans toutes les circonstances. La Erreur ! Source du renvoi introuvable. présente la localisation d'Éden xpert's Group Civ dans la ville d'Abidjan.



Figure 1 : Localisation de l'entreprise

### I.1.1 Domaines d'intervention

Eden Expert's Group Civ intervient dans :

- La construction des Bâtiments et Travaux publics en Génie Civil;
- L'ingénieur-conseil;
- Le foncier urbain;
- L'Immobilier;
- Le contrôle de chantier.

## I.1.2 Organisation

L'organisation de l'entreprise est présentée dans l'organigramme ci-après :

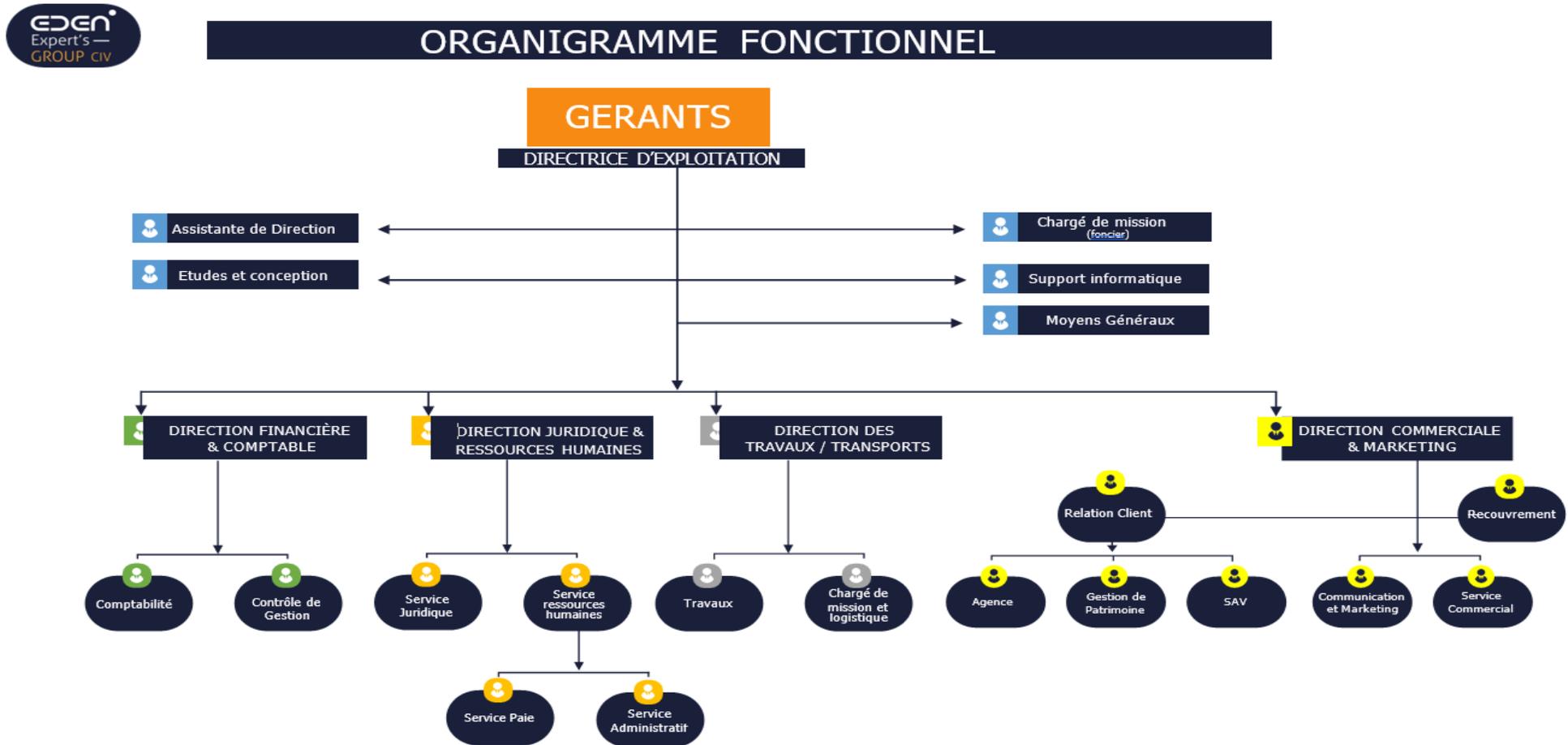


Figure 2: Organigramme de la structure d'accueil

## Présentation et contexte du projet

L'écosystème de l'immobilier en Côte d'Ivoire est dominé par une production de masse plutôt qu'une production de qualité.

Par conséquent, les attentes des usagers s'avèrent de moins en moins satisfaites.

La « CITÉ DES ÉLUS » est une réponse au modèle d'aménagement foncier, idéal pour tout citoyen désireux de vivre dans un environnement qui allie à la fois la garantie d'une propriété certaine et le confort d'une urbanisation réussie.

Le projet de réalisation de voiries sur l'ensemble du lotissement de la Cité des Élus permet de :

- Renforcer le confort des usagers à l'intérieur et à l'extérieur de la cité à l'image de la scierie voisine ;
- Desservir, viabiliser et favoriser le développement des quartiers environnants.

Ce projet répond à une politique d'aménagement foncier de qualité tout en visant à pérenniser la durée de vie des ouvrages.

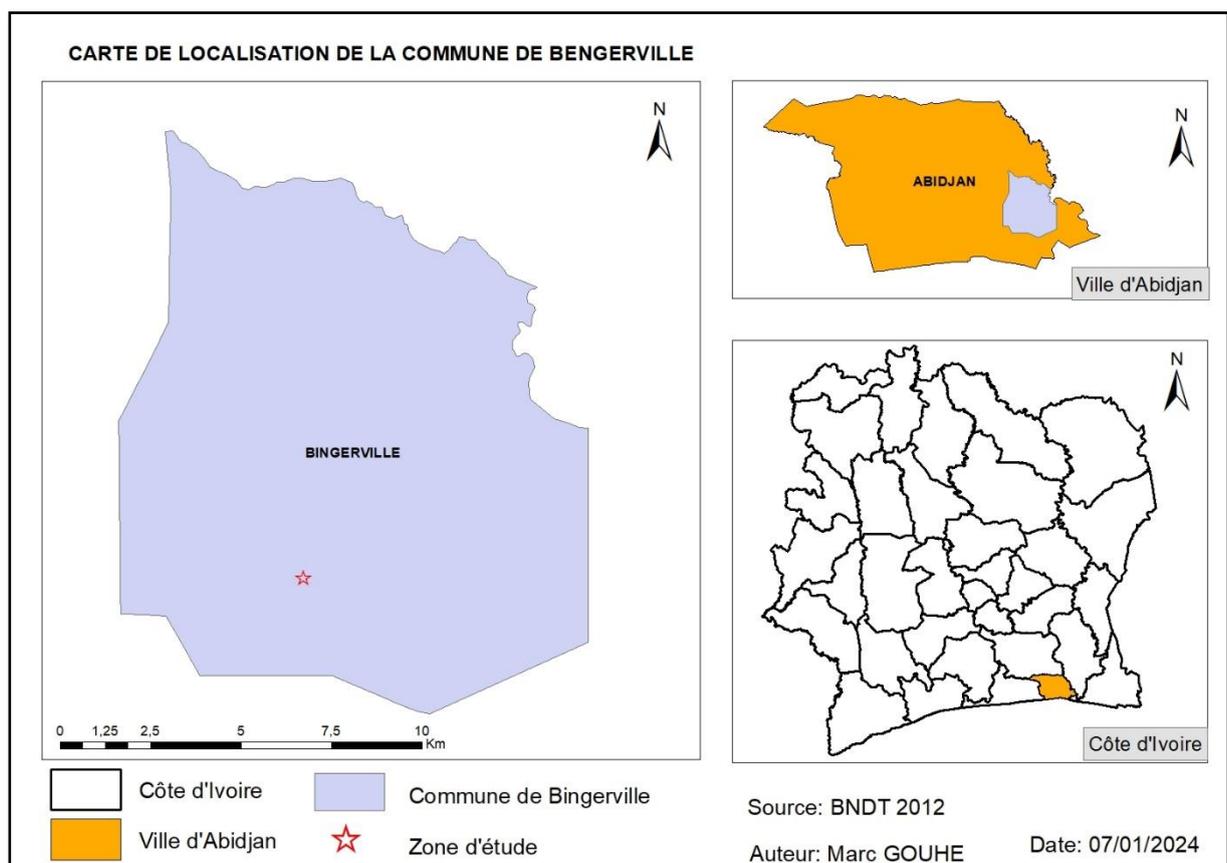


Figure 3 : Carte de localisation de notre zone du projet

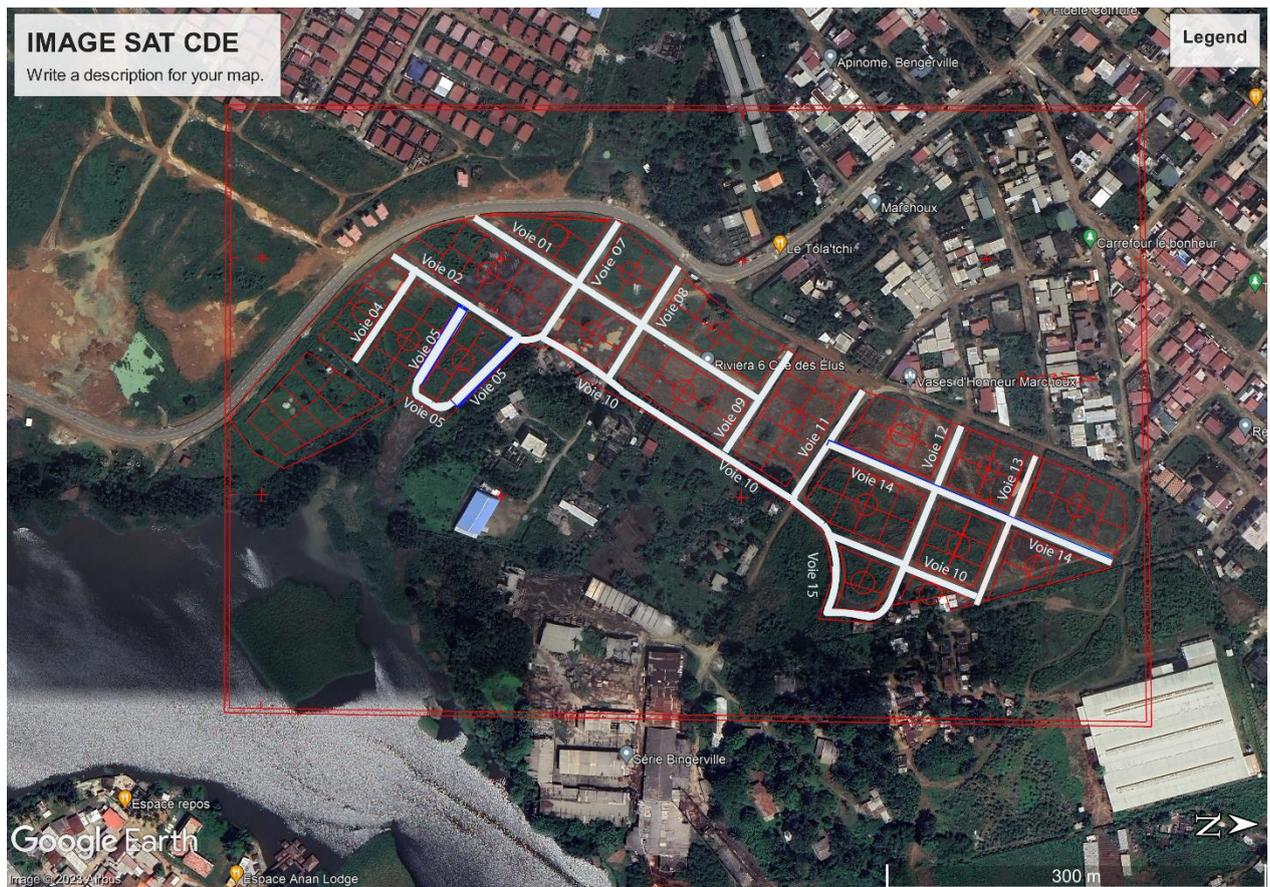


Figure 4 : Vue d'ensemble du projet (Distinction des différentes voies)

### I.1.3 Objectifs du Projet

#### I.1.3.1 Objectif global

Ce projet s'inscrit dans la politique du gouvernement consistant à proposer des ouvrages dans les normes. Il vise à :

- Décongestionner le réseau routier des quartiers environnants
- D'assurer une bonne structuration de la voirie urbaine dans le développement d'une meilleure circulation des biens et des personnes.

L'objectif général de l'étude est de dimensionner les chaussées de tronçons de voirie et proposer des ouvrages hydrauliques pour drainer les eaux pluviales.

#### I.1.3.2 Objectifs spécifiques

- Réaliser une étude hydrologique du projet pour déterminer le débit de crue ;
- Réaliser une étude hydraulique afin de déterminer la section d'un ouvrage par la méthode de la débitante ;

- Dimensionner une structure de chaussée suivant la méthode du CEBTP, vérifiée par le logiciel Alizé LCPC ;
- Dimensionner des ouvrages hydrauliques sur le tronçon ;
- Projeter les profils en long ;
- Établir une signalisation pour assurer la sécurité routière ;
- Faire le métré pour le terrassement, chaussée et ouvrages ;
- Réaliser une synthèse d'étude d'impact environnemental et social.

#### **I.1.4 Présentation de la zone d'étude**

##### ***I.1.4.1 Situation géographique***

Notre projet se situe dans la commune de Bingerville, précisément en bordure de la lagune Ébrié au sud de la Côte d'Ivoire et à l'Est d'Abidjan. Elle fait partie de l'agglomération d'Abidjan. Bingerville est une localité cosmopolite regroupant des peuples nationaux et internationaux cohabitant en parfaite harmonie. Les échanges commerciaux y sont favorables au regard de sa position géographique. Notre étude se situe aux coordonnées :

- 5° 19'52.43'' Nord,
- 3° 53'00.91'' Ouest

La commune de Bingerville couvre une superficie de 305 km<sup>2</sup> avec une population de 205.000 habitants.

##### ***I.1.4.2 Climat***

La zone du projet présente un climat humide de la côtière, caractérisée par :

- Une saison de pluies de juin-juillet à septembre ;
- La période la plus venteuse de l'année dure 5 mois, du 30 mai au 19 octobre, avec des vitesses de vent moyennes supérieures à 12,4 kilomètres par heure. Le mois le plus venteux de l'année à Bingerville est août, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 14,9 kilomètres par heure ;
- Des pluviométries annuelles moyennes variant entre 1918 et 2191 mm ;
- Des températures chaudes, dont les plus fortes, dépassent souvent 31°C à l'ombre pendant les mois de décembre à mai ;
- Des températures basses en août, variant de 22°C à 27°C.

### ***I.1.4.3 Végétation***

Les écosystèmes de la zone sont caractérisés par des forêts denses sempervirentes.

D'ailleurs avec l'urbanisation de la zone, la végétation naturelle est quasi inexistante sauf en bordure de la lagune avec des mangroves et arbustes.

### ***I.1.4.4 Sol***

Quant à la nature des sols, on distingue trois types de sols :

- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions (sable argileux)
- Les sols peu évolués d'érosion sur matériaux pavillonnaires (généralement sableux en surface)
- Les sols bruns par endroit

Ces sols sont pollués par les rejets de déchets solides (sachets plastiques, morceaux de ferrailles, etc., et liquides (eaux usées, hydrocarbures, etc.).

### ***I.1.4.5 Relief***

La zone se caractérise par un relief monotone dans la majeure partie des cas avec des dénivellations peu marquées. On y retrouve une altitude moyenne variant de 0.90 à 31.36 m et quelques singularités marquées par la présence de points hauts constitués par des collines et d'affleurements de roches nues avec des érosions et des ravinements très poussés dus à la convergence de forts débits d'eaux de ruissellement.

### ***I.1.4.6 Hydrographie***

La zone du projet est tributaire du bassin de la lagune Aghien et est drainée par un réseau hydrographique, de bas-fonds et d'affluents périodiques à régime pluvial tropical fortement tributaire des précipitations.

### ***I.1.4.7 État des lieux***

Les tronçons étudiés entrent dans le cadre d'un projet immobilier de l'entreprise regroupant des accès à des constructions de bâtiments à usage d'habitation. Nous avons une longueur globale d'environ 2.15 km de voies avec des emprises délimitées par les limites de lotissement de la cité. Les largeurs de route vont de 10 à 20m visant à réaliser en majorité les 1\*2 voies et 2\*2 voies. La route existante, en partie non bitumée, serpente notre lotissement en donnant accès aux voies 13, 12, 11, et 9 et celle bitumée donne une entrée sur les voies 08, 07 et 02 dudit lotissement. Il est noté également des installations industrielles, la présence

d'une scierie de bois. Un dépotoir d'ordure a été identifié au large de la voie existante. On note des logements et des infrastructures sociaux économiques, des lieux de culte, des écoles et des installations spontanées de commerces près du lotissement. Plus proche de la lagune, on observe une zone de dépression constituant un bas-fond, des plantations d'eucalyptus. Les photos suivantes illustrent l'état des lieux.

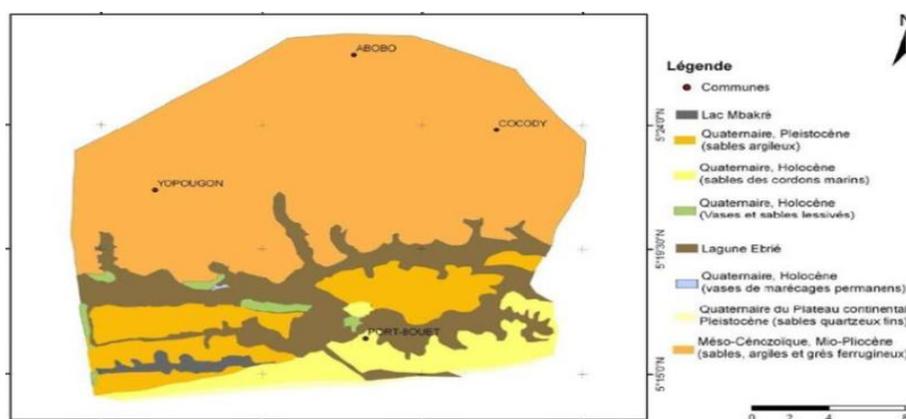


*Figure 5 : Vues d'état des lieux*

N. B. Notons que la zone de bas-fond a été traitée en faisant une purge afin de pouvoir substituer le sol en place que nous avons jugé de mauvaise qualité pour nos ouvrages.

#### ***1.1.4.8 Contexte géologique et pédologique***

L'aperçu général du site tel que présenté par la carte géologique de la ville d'Abidjan montre que la zone concernée par l'étude appartient au domaine des formations datées du quaternaire et est constituée de sable argileux.



*Figure 6 : Vue stratigraphique de la ville d'Abidjan***Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

### **I.1.5 Données de base**

#### **✚ Levé topo :**

Les levés topographiques fournissent une représentation précise des détails et des formes visibles sur le terrain en utilisant un système de coordonnées X, Y et Z. L'entreprise nous a fourni ces données sous forme de fichiers numériques, notamment au format DWG, qui permettent de visualiser et d'analyser les informations topographiques de manière plus efficace. Ces fichiers facilitent la planification et l'exécution des travaux en fournissant des informations précises sur la configuration du terrain, ce qui permet de prendre des décisions éclairées lors du processus de conception et de réalisation.

#### **✚ Étude géotechnique :**

Nous avons effectué des essais au laboratoire dans le but principal d'avoir des informations sur la nature et la portance des sols support sur le site du projet ainsi que les dispositions à prendre et de déterminer des zones d'emprunt effectif.

#### **✚ Données du trafic :**

Nous avons réalisé un relevé manuel sur site en partant aussi d'une réalité du fait qu'il s'agit d'une cité à caractère de promotion immobilière.

#### **✚ Données pluviométriques :**

Les données pluviométriques dans la zone d'Abidjan nous ont été fournies par la SODEXAM, ces données nous procurent des informations sur les quantités de pluies selon les périodes et sur une série d'années.

#### **Méthodologie de l'étude :**

Notre approche méthodologique sera axée sur :

- Une collecte de données relatives au projet auprès de l'entreprise et éventuellement auprès des instances liées à ce projet et riverains.
- Une recherche documentaire des travaux antérieurs en rapport avec le dimensionnement des structures de chaussée

- Une analyse et une interprétation des résultats obtenus issus d'études géotechniques et géométriques suivies d'une proposition technique de la structure de chaussée la mieux adaptée suivant la méthode et recommandation du CEBTP-LCPC
- Une Étude hydraulique et hydrologique suivie d'un prédimensionnement puis d'un dimensionnement de l'ouvrage suivant les règles du BAEL 91 modifié 99 (Béton Armé aux États Limites)
- Une Synthèse de l'étude d'impact environnemental et social suivie de l'évaluation du projet.

### **Conclusion partielle**

Ce chapitre nous donne un aperçu global sur le type de projet à réaliser et sur les objectifs fixés qui ne pourront être atteints qu'en suivant une démarche scientifique et professionnelle. Nous entamerons à la suite les études purement techniques et détaillées de notre travail.

## **II. CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE**

### **Étude topographique**

Le but de cette étude est de recueillir les informations requises sur le site en vue de réaliser la conception géométrique de la route. Cela nécessite le relevé d'un ensemble de points désignés comme "semi de point" le long de toute la zone d'emprise potentielle de la route. Par la suite, ces données seront traitées à l'aide de divers logiciels de conception routière.

### **Conception géométrique de la chaussée [1]**

#### **II.1.1 Tracé en plan**

Il s'agit de la ligne qui symbolise la configuration géométrique de l'axe de la voie, tracée sur un plan de situation et identifiée par les coordonnées de ses points essentiels. Dans le contexte des projets routiers, il est crucial d'évaluer les distances minimales nécessaires pour les alignements droits. Cela concerne la distance entre deux raccordements progressifs.

#### **II.1.2 Choix de la norme et la catégorie de la route**

Nos divers tronçons routiers se situent dans une zone urbaine à faible circulation, ce qui nous a conduits à adopter la norme ICTAVRU, conçue pour les routes en agglomération. Le relief présente des contraintes limitées, à l'exception d'une plateforme avec un dénivelé significatif, d'où notre choix de la catégorie U60 pour l'ensemble des tronçons.

Le tracé a été planifié de manière à être le plus économique possible, en évitant les rayons normaux sur la plateforme élevée tout en appliquant le rayon minimal en angle saillant. L'axe a été défini à l'aide du logiciel Covadis. La longueur développée de l'axe en plan varie d'environ 80 à 419 mètres.

### **Justification du choix**

- Relations fonctionnelles avec un site à devenir très urbanisé ;
- Trafic faible ;
- Servitude sur les zones voisines ;
- Relief à faible contrainte et contexte d'un projet immobilier donc une vitesse de référence de 60 km/h ;

Tableau 1 : Rayon minimal selon ICTAVRU

Catégories	U 60	U 80
Rayon non déversé	200 m	400 m
Rayon minimal	120 m	240 m

Pour leur réalisation et le respect des Règles de progressivité, le tracé en plan respectera les règles ci-après :

- L'utilisation de rayons inférieurs aux rayons normaux non déversés est déconseillée en présence d'obstacles latéraux et à l'approche des carrefours, notamment en raison de problèmes de visibilité ;
- L'inclinaison des courbes de faible rayon ne doit pas nécessairement être orientée vers l'intérieur du virage ;
- Il est recommandé de prendre en compte les conditions d'évacuation des eaux dans les virages ;
- Il est préférable de maintenir une constance du dévers dans les courbes et d'éviter les variations ;
- Chaque courbe circulaire doit être précédée de sections droites d'une longueur égale ou supérieure à la longueur minimale de raccordement de part et d'autre.

En résumé, il est conseillé de ne pas utiliser de rayons inférieurs aux rayons normaux près des obstacles et des carrefours, de prendre en compte l'évacuation des eaux dans les virages, de maintenir une inclinaison constante dans les courbes et de respecter les sections droites avant chaque courbe circulaire.

Notons que dans notre cas on a été confrontés à des cas exceptionnels au niveau des voies 02, 05 et 10 où nous avons fait appel à des clothoïdes pour annoncer les virages dans de petits rayons.

### **II.1.3 Profil en long du terrain naturel**

Il s'agit de la représentation verticale des divers points en x et z du terrain naturel, alignés selon l'axe du tracé en plan. L'altitude du terrain est déterminée par une lecture directe ou une interpolation sur le fond de plan altimétrique. Ce profil est préalablement établi, car il découle du profil du terrain naturel.

### **II.1.4 Profil en long du projet (ligne rouge)**

Le profil en long illustre les variations d'altitude de la route tout au long de son tracé horizontal. Il est élaboré en tenant compte du relief, de l'épaisseur des différentes couches de la chaussée, de la présence de la couche végétale, des altitudes de calage des ouvrages d'assainissement et du calcul des courbes de la route.

Les pentes et les rampes du profil en long sont connectées par des courbes paraboliques. Les liaisons en point haut sont désignées sous le terme de raccordements en angle saillant, tandis que celles en point bas sont appelées raccordements en angle entrant. Le tableau ci-dessous présente les valeurs minimales utilisées lors de l'élaboration de la ligne de projet.

La réalisation du profil en long est conditionnée par plusieurs facteurs, notamment :

- La côte de calage des ouvrages hydrauliques ;
- Le décapage de la couche végétale ;
- La substitution des matériaux selon les zones ;
- Le sens d'écoulement des eaux ;

*Tableau 2 : Valeur limite de déclivité*

<b>Catégorie</b>	<b>U 60</b>	<b>U80 et A80</b>	<b>À 100</b>
Déclivité moyenne	6%	6%	5%

Il est déconseillé d'avoir des rayons supérieurs à 3% à l'approche des carrefours et plans.

*Tableau 3 : Rayon limite en angle saillant*

<b>Catégorie</b>	<b>U60</b>	<b>U80 et A80</b>	<b>À 100</b>
Rayon normal en angle saillant *	2500m	6000m	10000
Rayon minimal en angle saillant	1500m	3000m	6000

*Tableau 4 : Rayon limite en angle entrant*

<b>Catégorie</b>	<b>U 60</b>	<b>U80 et A80</b>	<b>À 100</b>
Déclivité moyenne	6%	6%	5%

### **II.1.5 Valeur minimale conseillée à l'absence des contraintes particulières**

À l'approche d'un carrefour, d'une voie de déboitement ou d'insertion, le rayon doit obligatoirement être supérieur au rayon normal.

Pour les tronçons de route en voie 14, voie 13 et voie 10 ayant de faibles contraintes, nous allons utiliser des rayons minimaux conseillés à l'absence des contraintes particulières (\*).

### **II.1.6 Profil en travers type**

Le profil en travers complète les données fournies par le tracé en plan et le profil en long. Il consiste en des coupes verticales effectuées perpendiculairement à l'axe du tracé en plan. Ces coupes fournissent des détails sur les dimensions transversales, tels que la largeur et le dévers de la chaussée, la largeur et le dévers des accotements, les formes et sections des fossés latéraux, ainsi que la pente des talus. La création du profil en travers s'effectue à l'aide des logiciels COVADIS et AutoCAD.

#### **Profil type N°1**

- Chaussée : 1\*2\*3
- Trottoir : 2\*1,5 revêtus de pavés en I de 8 cm
- Déclivité : 2,5%
- Caniveaux latéraux de section rectangulaire
- Couche de roulement : 5 cm en béton bitumineux semi-grenu
- Couche de base : 15 cm en grave naturel non traité
- Couche de fondation : 20 cm en sable argileux
- Éclairage : construction de réseau moyenne tension pour raccordement au réseau public
- Aménagement paysager : Planting d'arbres.

#### **Profil type N°2**

- Chaussée : 1\*2\*3.5
- Trottoir : 2\*1.5m
- Terre-plein central (TPC) : 2m encadrés de bordures de type A2.
- Déclivité : 2.5%

- Couche de roulement : 5 cm en béton bitumineux semi-grenu
- Couche de base : 15 cm en grave naturel non traité
- Couche de fondation : 20 cm en sable argileux
- Éclairage : construction de réseau moyenne tension pour raccordement au réseau public
- Aménagement paysager : Planting d'arbres.

### **Profil type N°3**

- Chaussée : 1\*2\*3,5
- Trottoir : 2\*1.5m
- Déclivité : 2,5%
- Caniveaux latéraux de section rectangulaire
- Couche de roulement : 5 cm en béton bitumineux semi-grenu
- Couche de base : 15 cm en grave naturel non traité
- Couche de fondation : 20 cm en sable argileux
- Éclairage : construction de réseau moyenne et tension pour raccordement au réseau public.
- Aménagement paysager : Planting d'arbres.

### III. DONNEES GÉOTECHNIQUES

#### III.1 Généralités

Le projet est situé dans la commune de Bingerville, précisément dans le quartier Marchoux. Il couvre une superficie d'environ 9,5 Ha, et il est inséré dans un lotissement approuvé et construit et les environnants concernés par le projet sont des habitations.

Le site est recouvert d'une végétation herbeuse et sa topographie présente une pente douce.

Les essais ont été effectués en saisons pluvieuses, laissant apparaître par endroits des flaques d'eau peu profondes.

*Tableau 5 : Références normatives*

DÉSIGNATION	LIEU D'EXÉCUTION	RÉFÉRENCE
<i>Plateforme</i>		
Essais d'identification des sols prélevés (Teneur en eau, Analyse granulométrique, limites d'Atterberg)	Laboratoire	NF P 94-049-1 ; NF EN ISO 17892-12; NF EN ISO 17892-4
Essai CBR	Laboratoire	NF P 94-078
Essai Proctor modifié	Laboratoire	NF P 94-093

#### III.2 Résultats des essais d'identification des sols de plateforme

Cinq (05) sondages par puits manuels descendus à 1,50 m de profondeur ont été effectués au niveau de la voirie, les sols rencontrés sont des sables argileux.

Lors de l'exécution des sondages, des échantillons remaniés ont été prélevés afin d'être analysés au laboratoire. Des essais d'identification (Analyse granulométrique et Limite d'ATTEBERG) et de caractérisation (PROCTOR et CBR) ont ainsi été effectués.

*Tableau 6 : Les résultats des essais de laboratoire*

Lieu de prélèvement	Nature de matériau	Caractéristiques géotechniques						
		Analyse granulométrique %f	Limites d'Atterberg			Proctor		CBR
			LL	LP	IP	Y (T/m <sup>3</sup> )	W (%)	
Puits 9	Sable argileux	14	35	17	18	2,13	10,40	32
Puits 10	Sable argileux	46	44	20	24	1,80	11,31	22
Puits 11	Sable argileux	12	39	21	18	1,93	13,31	25

Puits 12	Sable argileux	17	45	22	23	2,11	9,70	32
Puits 13	Sable argileux	42	45	21	24	2,06	12,45	28

### **Commentaire**

La plateforme des voies soumises à notre étude est constituée de sable argileux de couleurs variables avec des CBR variant de 22 à 32. L'examen des caractéristiques géotechniques par des essais de laboratoire révèle un comportement plus ou moins satisfaisant du point de vue portance et granulométrie.

### **III.3 Méthode et principe de dimensionnement [2]**

Le dimensionnement de la structure de chaussée est fait par la méthode française exposée dans le guide technique élaboré par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC) et le SETRA en décembre 1994. La méthodologie adoptée se résume comme suit :

Les calculs des contraintes et déformations sont faits à l'aide du logiciel ALIZE 1.3 du LCPC. Cet objectif conduit par une démarche logique, à articuler le programme autour des fonctionnalités suivantes :

- Définition de la structure de chaussée : épaisseur des couches, paramètres D'élasticité des différents matériaux et conditions d'interface ;
- Définition du chargement appliqué à la surface (charge de référence ou autre chargement désigné par chargement spécial) ;
- Détermination des sollicitations admissibles par les matériaux en fonction du trafic ;
- Réalisation du calcul mécanique à l'aide du moteur de calcul alizé-mécanique ;
- Présentation des résultats du calcul mécanique ;
- Comparaison avec les valeurs des contraintes et déformations admissibles.

### **III.4 Sol de plateforme [2]**

Les sols de plateforme sont classés en cinq (5) catégories, selon le catalogue du **L.B.T.P**, qui dépendent essentiellement de leur portance, c'est-à-dire de leur indice de compacité **CBR**. Le tableau ci-dessous donne l'indice CBR de différentes catégories de sol :

Tableau 7 : Classe de sols de plate-forme

Catégorie du sol de la plate-forme	Intervalle de valeurs de CBR correspondant
S1	$0 < \text{CBR} < 5$
S2	$5 \leq \text{CBR} < 10$
S3	$10 \leq \text{CBR} < 15$
<b>S4</b>	<b><math>15 \leq \text{CBR} &lt; 30</math></b>
S5	$\text{CBR} \geq 30$

Les résultats des essais géotechniques effectués sur les échantillons prélevés sur la plateforme de chaussée conduisent à une classe de plateforme S4 au sens de la classification LBTP.

Il est par ailleurs admis que le module du sol est compris entre 5 et 10 fois la valeur du CBR, on a donc un module de plateforme de 110 MPa minimum soit, une plateforme PF2<sup>qs</sup>, ce qui, sauf traitement localisé dans des zones dégradées ne justifie pas la mise en œuvre d'une couche de forme.

Nous considérerons par sécurité pour la plateforme la classe **S3**. (**Catalogue du L.B.T.P.**) et PF2<sup>qs</sup> (**norme NF P 98-086**).

#### IV. ETUDE DU TRAFIC ET DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUSSEE

##### IV.1 Trafic moyen journalier de poids lourds et taux de croissance

Le tableau ci-dessous présente les données de comptage de véhicules de 2023 qui nous ont été transmises par le client.

Les campagnes de comptage n'ayant pas été réalisées, nous utiliseront les hypothèses suivantes[3] :

*Tableau 8 : Tableau des hypothèses définies*

<b>Taux de croissance (géométrique)</b>	<b>Trafic poids lourds par sens (T0)</b>
3-5%	5

##### IV.2 Trafic cumulé de poids lourds sur la période de calcul

Le trafic cumulé exprimé en nombre cumulé de poids lourd sera déterminé par la formule suivante (Norme NFP 98-086) :

$$T = 365 \times T_1 \times \frac{(1 + i)^n}{i} \quad (1)$$

Avec :

❖ **T<sub>1</sub>** : Trafic moyen journalier de la première année (année de mise en service)

La durée de service communiquée dans les termes de références du présent projet est de 20 ans. Les trafics cumulés poids lourds sur cette durée sont donnés dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 9 : Trafic cumulé poids lourds*

<b>Sections de voie</b>	<b>Durée de service</b>	<b>Taux de croissance (géométrique)</b>	<b>Trafic poids lourds par sens en 2023 (T0)</b>	<b>Trafic cumulé poids lourds par sens</b>
Voiries	20	5%	5	6,0345 <sup>E</sup> +4

Le niveau de trafic correspondant aux voies étudiées est de classe T5 (**norme NF P 98-086**), suivant la classification française du trafic, ce qui correspond à la classe T1 selon le catalogue LBTP.

Alizé-Lcpc - Cam, valeurs de la norme NF P98-086 (annexe C informative)

Classes de trafic														
Classe	T5	T4	T3		T2		T1		T0		TS		TEX	
Mg	5	35	65	115	175	245	390	615	950	1550	2450	3875	5920	
TMJA	1	25	50	85	150	200	300	500	750	1200	2000	3000	5000	7000

### IV.3 Agressivité du trafic

L'étude de l'agressivité du trafic a été réalisée selon la norme NF P 98-086. Les pesées de poids lourds n'ayant pas été effectuées, il serait sécuritaire de considérer que la charge à l'essieu est atteinte. Ce qui correspond à un CAM de 1.

Tableau 10 : coefficient d'agressivité moyen

CAM faible trafic de classe T5	Coefficients d'agressivité fournis par la norme NFP 98-086
Tout type de matériaux	1

### IV.4 Rappel des données de trafic

Les hypothèses retenues pour le calcul du trafic sont récapitulées ci-dessous :

Tableau 11 : Hypothèse retenue

Sections de voie	TMJA	Taux de croissance géométrique	Durée de service (an)	CAM	Trafic cumulé poids lourds sur la période de calcul
Voiries	5	5%	20	1	6,0345 <sup>E+4</sup>

Calcul Alizé :

Trafic PL cumulé : données		Aide	
<input checked="" type="checkbox"/> Moyenne journalière annuelle (MJA) :	5	CAM : Guide lcpc-sétra 94	
<input checked="" type="checkbox"/> Taux accroissement géométrique (%) :	5	CAM : Catalogue 1998	
<input type="checkbox"/> Taux accroissement arithmétique (%) :	6,88	Risques : Guide lcpc-sétra 94	
<input checked="" type="checkbox"/> Durée de service (années) :	20	Risques : Catalogue 1998	
<input type="checkbox"/> Trafic cumulé PL :	6,0345E+4	Structures catalogue 98	
<b>Cocher au plus 3 cases</b>			

#### IV.5 Dimensionnement à partir des catalogues de structure

Le manuel de dimensionnement du CEBTP propose les dimensionnements suivants pour l'ensemble des sections de voie :

Tableau 12 : Structures de chaussée proposées

	Structure N°1	Structure N°2
	Variante	Variante
Couche de roulement	Béton bitumineux : 3cm	Béton bitumineux : 3cm
Couche de base	Sable argileux amélioré (3%) : 15 cm	Concassé 0/31,5 : 15cm
Couche de fondation	Sable argileux : 15 cm	Sable argileux : 20 cm

- Pour un BBSG 0/10, la norme NF P 98-130 demande une épaisseur minimale de 5 cm. Nous avons donc porté pour les calculs l'épaisseur des couches de roulement à 5 cm.
- Nous avons également porté, pour les calculs, l'épaisseur de la couche de fondation des trois structures à 20 cm afin de limiter les déplacements verticaux de la plateforme.

#### IV.6 Risque de calcul

Le risque de calcul correspond à la probabilité qu'apparaissent au cours de la durée de service considérée des désordres qui impliqueraient des travaux de réparation. Le risque de calcul est choisi par le maître d'ouvrage. Compte tenu du type d'investissement (initiale élevée) et du type d'aménagement (définitif), nous adopterons un risque de 15% dans les calculs.

Chaussées pour lesquelles la classe de trafic est inférieure ou égale à T3 <i>Catégories définies dans la norme NF EN 13285</i>									
couche de base	catégorie 1 : $E_{GNT} = 600$ MPa								
	catégorie 2 : $E_{GNT} = 400$ MPa								
	catégorie 3 : $E_{GNT} = 200$ MPa								
couche de fondation <i>(GNT subdivisée en sous-couches de 0,25 m d'épaisseur indiquée par i croissant de bas en haut)</i>	$E_{GNT} \{1\} = 3 E_{\text{plateforme-support}}$ $E_{GNT} \{\text{sous-couche } i\} = k E_{GNT} \{\text{sous-couche } (i-1)\}$ <i>k variant selon la catégorie de la GNT</i> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>Catégorie</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>3</td> <td>2,5</td> <td>2</td> </tr> </table> $E_{GNT}$ borné par la valeur indiquée en couche de base Voir Tableau G.1	Catégorie	1	2	3	k	3	2,5	2
Catégorie	1	2	3						
k	3	2,5	2						
Chaussées pour lesquelles la classe de trafic est T2 ou T1 – structures bitumineuses épaisses avec fondation en GNT									
couche de fondation <i>(GNT subdivisée en sous-couches de 0,25 m d'épaisseur)</i>	$E_{GNT} \{1\} = 3 E_{\text{plateforme-support}}$ $E_{GNT} \{\text{sous-couche } i\} = 3 E_{GNT} \{\text{sous-couche } (i-1)\}$ $E_{GNT}$ borné par 360 MPa								
Chaussées à structure inverse (GNT de type B)									
	$E_{GNT} = 480$ MPa								

#### IV.7 Caractéristiques des matériaux pour les calculs de vérification ALIZE [4]

Les caractéristiques des matériaux sont tirées dans l'ensemble du logiciel Alizé LCPC-SETRA. Et de la norme NF P 98-086. Les modules des matériaux bitumineux sont pris à 30°C, 10 Hz selon les usages de dimensionnement en Côte d'Ivoire. Certaines caractéristiques sont tirées de l'expérience locale et ne répondent pas strictement aux données officielles des Guides Techniques LCPC-SETRA.

Selon la norme NF P 98-086, le module de la GNT varie suivant la classe de trafic et la catégorie de GNT utilisée

Les chaussées, objet de la présente étude, sont assimilées à des chaussées urbaines. Selon la norme NF P 98-86, la GNT est de classe B et de catégorie 2. Par conséquent, le module de la GNT neuve sera fixé à 400 MPa. Ainsi, les caractéristiques mécaniques des matériaux neufs retenues pour la présente étude sont regroupées dans le tableau suivant :

*Tableau 13 : Caractéristiques mécaniques des matériaux*

Matériaux neufs	E (30°C)	- 1/b	Sh (cm)	SN	Kc	1/Kd	ε6 μdef	σ6 MPa	ν
BB	3000	5	1	0,25	1,1	-	100	-	0,40
GNT	400	-	-	-	-	-	-	-	0,35
Sa	220	-	-	-	-	-	-	-	0,35
SaC 3%	1000	11	2,5	0,8	1,5	1	-	0,4	0,25
PF2 <sup>qs</sup>	110	-	-	-	-	-	-	-	0,35

Avec :

- **E (30)** : Module du matériau à 30°C ;
- **b** : pente de la droite de fatigue ;
- **kc** : coefficient de calage, fonction de la nature du matériau ;
- **kr** : coefficient de risque de calcul pris pour un risque de 30 % compte tenu du trafic de projet ;
- **ks** : coefficient de plate-forme pris égal à 1/1,1 pour une PF2.

➤ **Chargement appliqué à la surface**

Signalement du calcul : chargement sous Essieux standard de 13T

Données et chargement :

*Tableau 14: Charges appliquées*

Charge de référence	Valeur
Jumelage standard	65 kN
Pression verticale	0,6620 MPa
Rayon de contact	0,1250 m
Entraxe jumelage	0,3750 m

**Charge référence : jumelage standard**

Y(m)

R=0,125 m

X(m)

d=0,375m

**Caractéristiques**

<input checked="" type="checkbox"/> rayon (m) =	0,1250
<input checked="" type="checkbox"/> pression (MPa) =	0,6620
<input type="checkbox"/> poids/roue (MH) =	0,03250
d entre-axe (m) =	0,3750

**Points de calcul**

- points (x=0 et d/2 y=0 z=interfaces)
- autres points à définir

option1 : jumelage standard français  
option2 : autre jumelage  
option3 : roue isolée  
option4 : aucune charge de référence

OK Annuler

Figure 7 : Calcul Alizé

## IV.8 Détermination des sollicitations internes

### IV.8.1 Calcul des contraintes et déformations admissibles

**Structure N°1**

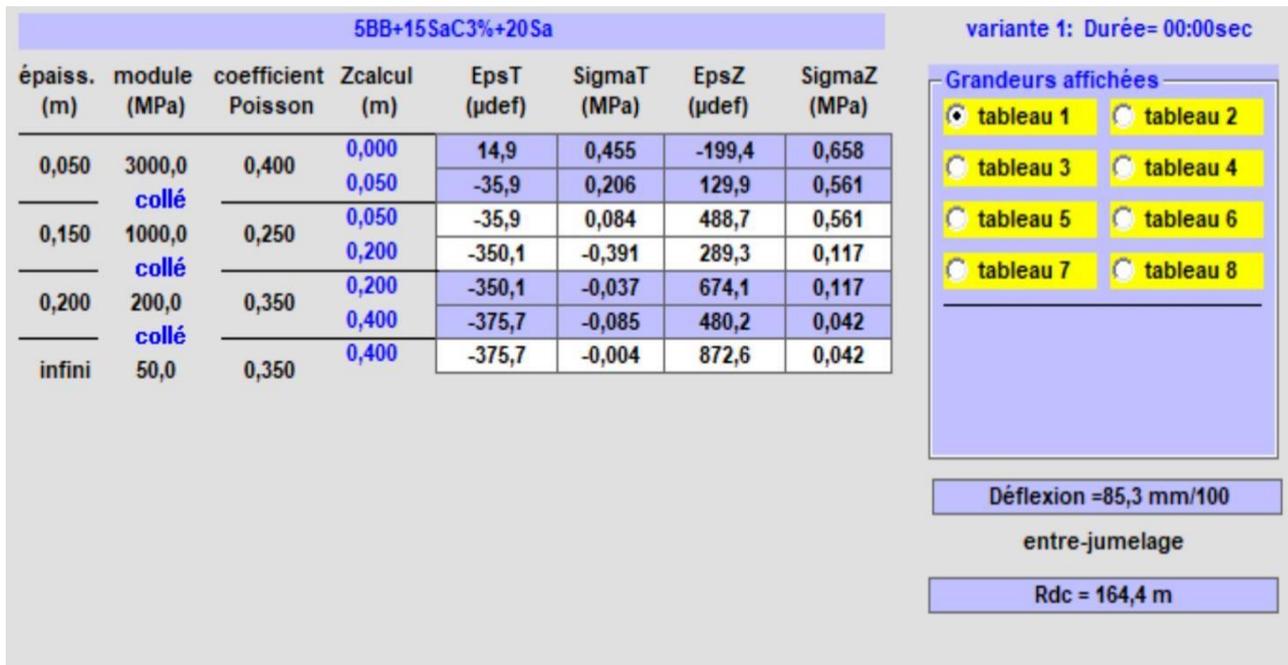


Figure 8 : Calcul Alizé structure N°1

Tableau 15 : Structure admissible

	Admissible	Calculé
BBSG : 5 cm	Epsilon T= 248,9 µ	Epsilon T=35,9 µdef
Sable argileux amélioré au ciment (3%) : 15 cm	Sigma T= 0,523 µ	Sigma T= 0,391 MPa
Sable argileux : 20 cm	Epsilon Z= 1389,4 µ	Epsilon Z= 674,1 µdef
Plateforme	Epsilon Z= 1389,4 µ	Epsilon Z= 872,6 µdef

Cette structure est admissible

**Structure N°2**



Tableau 16 : Structure admissible

	Admissible	Calculé
BBSG : 5 cm	Epsilon T= 248,9 $\mu$	Epsilon T= 232,3 $\mu_{def}$
GNT (0/31,5) : 15 cm	Epsilon Z= 1042,0 $\mu$	Epsilon Z= 629,1 $\mu_{def}$
Sable argileux : 20 cm	Epsilon Z= 1389,4 $\mu$	Sigma T= 0,107 MPa
Plateforme	Epsilon Z= 1389,4 $\mu$	Epsilon Z= 1061,5 $\mu_{def}$

### Conclusion partielle

La structure de la chaussée obtenue par la méthode du CEBTP, et vérifiée par le logiciel Alizé LCPC, est constituée d'une couche de fondation de 20 cm en Sable argileux, une couche de base de 15 cm en GNT et une couche de roulement en revêtement BBSG de 5 cm sur une plateforme de type S4. Toutefois, notons que nous avons opté pour cette structure de chaussée ci-dessus pour faire plus optimaux en ayant des matériaux drainants vu les réalités de la plateforme.

**PROFIL EN TRAVERS TYPE N°2** : Applicable Voie 11 : du P1 au P13

**EMPRISE : 12.80 m**

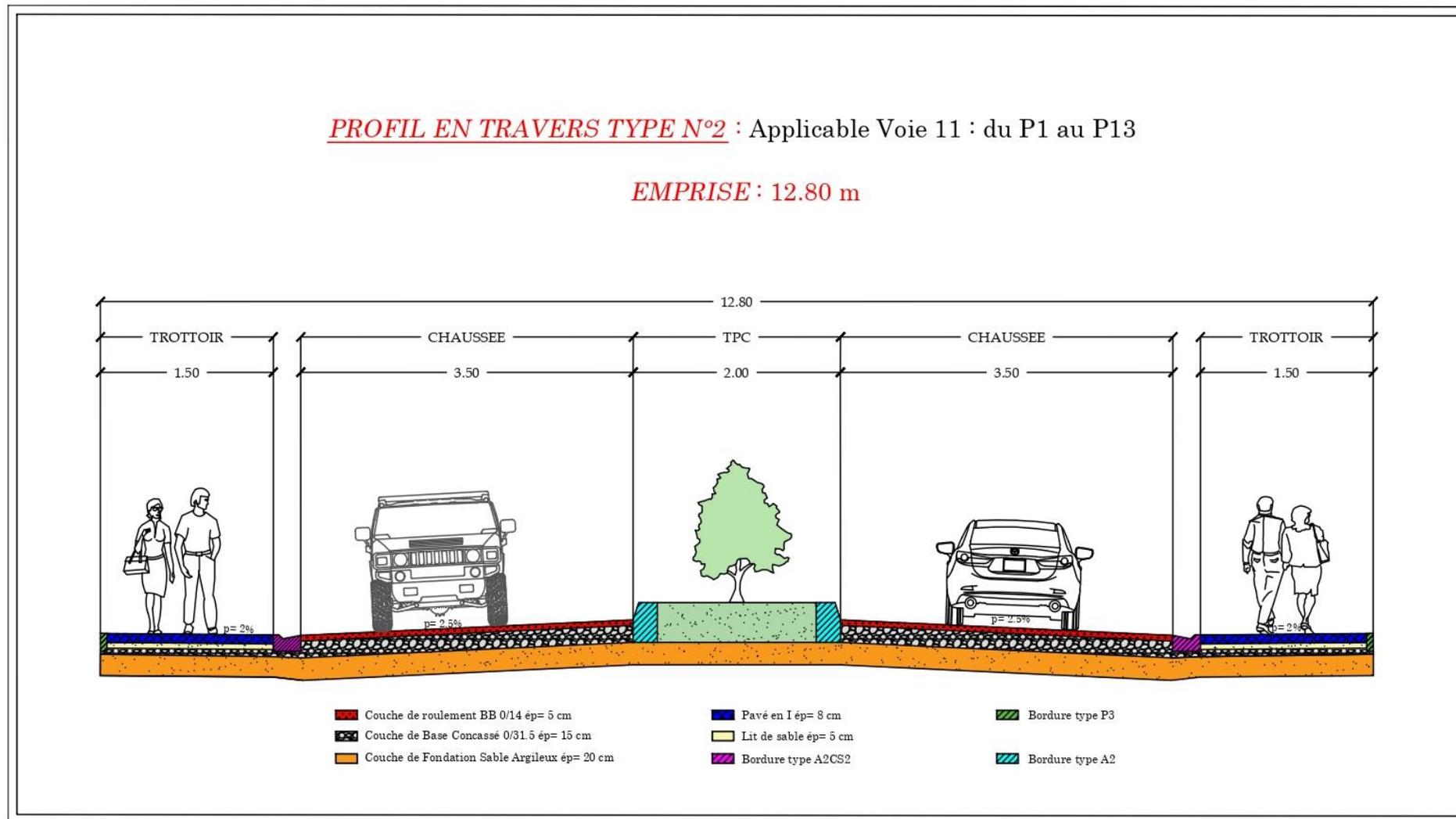


Figure 10 : Profil en travers type

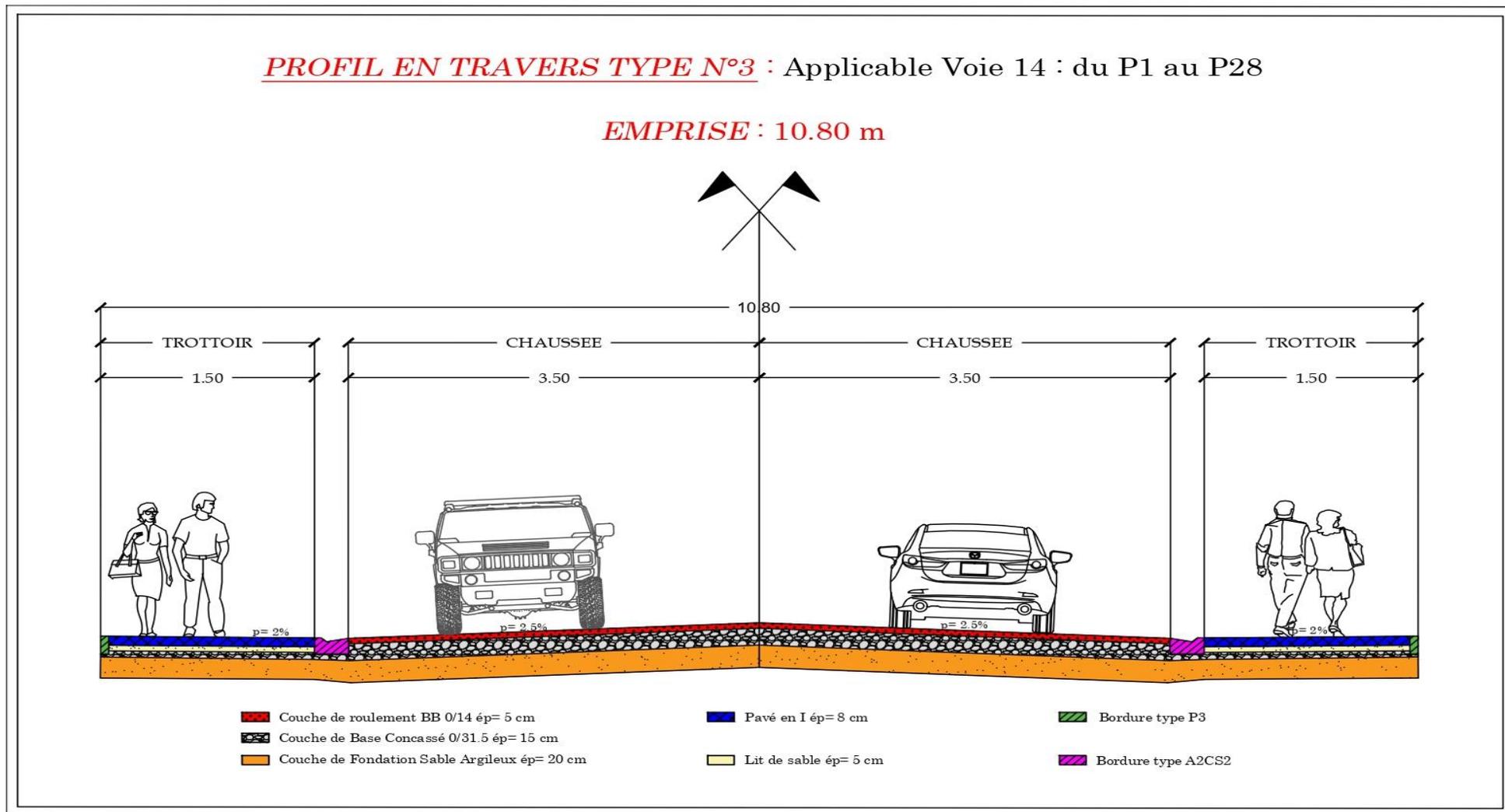


Figure 11 : Profil en travers type

## **V. ÉTUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE**

L'eau constitue une des causes premières de la dégradation d'une route. Ainsi donc la durée de vie de la chaussée dépend étroitement à la fiabilité de l'étude hydrologique et hydraulique, car elle permettra d'évaluer avec précision le débit de pointe à évacuer et ensuite déterminer les ouvrages nécessaires qui permettront l'évacuation de ce débit sans risque. Cette étude se décompose normalement en deux parties à savoir :

- Une Étude hydrologique destinée à évaluer les apports d'eau et plus particulièrement les apports d'eau durant les crues exceptionnelles au niveau des ouvrages à réaliser.
- Une étude hydraulique destinée à proposer des ouvrages qui soient capables d'évacuer les apports d'eau en limitant au maximum les dégâts et les dégradations locales.[5]

### **V.1 Étude hydrologique**

Nous avons effectué une évaluation visuelle des zones de passage d'eau en tenant compte de leur étendue et de la nécessité de construire des ouvrages appropriés. Cette évaluation nous a permis d'identifier plusieurs zones de passage d'eau, dont deux présentant des débits plus significatifs.

Dans le cadre spécifique de ce projet, le dimensionnement des ouvrages a été réalisé en considérant un débit de crue décennale, en raison du coût élevé de réalisation de ces ouvrages si l'on prenait en compte une crue d'une fréquence supérieure à 10 ans.

En utilisant les informations collectées sur le terrain, nous avons effectué une étude approfondie à l'aide des logiciels QGIS et Global Mapper. Cette étude avait pour objectif d'identifier précisément les zones de passage d'eau et de caractériser les différents bassins versants du projet. Nous avons traité les données pour positionner l'axe du projet dans son système géographique en utilisant le logiciel QGIS. Ensuite, à l'aide du logiciel Global Mapper, nous avons délimité les bassins versants, analysé l'écoulement des eaux et extrait les paramètres morphologiques spécifiques à chaque bassin versant. Au total, deux bassins versants distincts ont été identifiés.

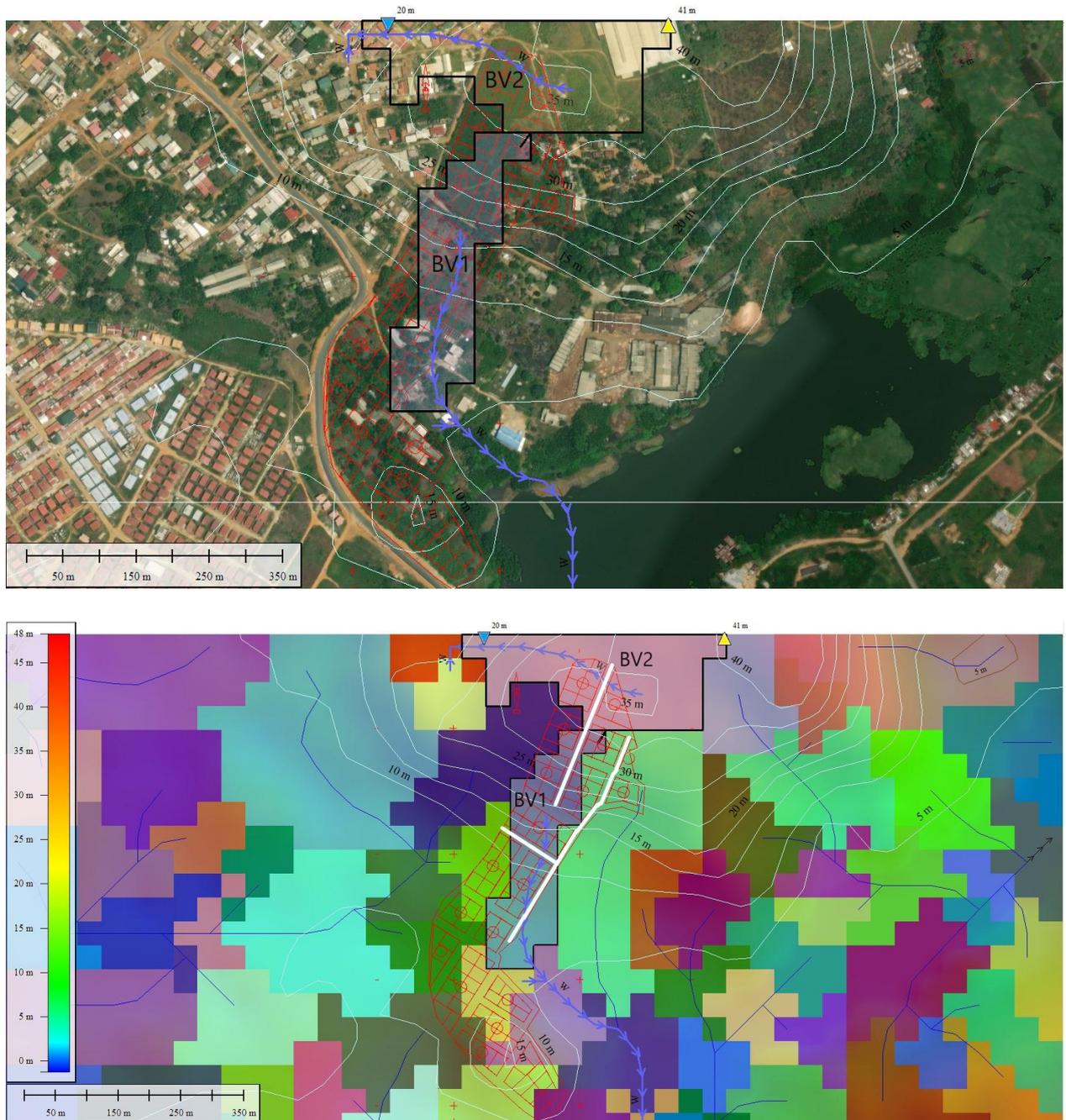


Figure 12 : Carte de délimitation du bassin versant

Notons que les voies affectées par les écoulements d'eau sont les voies 14, 10 et 09 comme l'illustre la **Figure 12**.

En nous basant sur les caractéristiques morphologiques propres à chaque bassin versant, nous avons procédé à la détermination des débits de crue pour le projet, c'est-à-dire les débits auxquels nous souhaitons protéger l'ouvrage. Il est courant de prendre en compte les caractéristiques d'une crue dite "décennale" en tant que référence, conformément aux recommandations des hydrologues de l'Orstom, qui ont été utilisées depuis de nombreuses

années. Cependant, si le concepteur de l'aménagement souhaite accroître la marge de sécurité en fonction des risques encourus (humains, économiques, etc.), il est possible d'appliquer un coefficient multiplicateur pour majorer ces caractéristiques.

Dans le cadre de notre étude, nous utiliserons la méthode rationnelle pour les bassins versants d'une superficie inférieure à 4 km<sup>2</sup>, comme décrite dans le livre "Hydraulique routière du BCEOM"<sup>4</sup>.

*Tableau 17:Caractéristiques des bassins versants*

<b>Bassin versant</b>	<b>Surfaces</b>	<b>Périmètres</b>	<b>Zmax</b>	<b>Zmin</b>	<b>Slope</b>	<b>Méthode</b>
<b>BV 1</b>	0,03501	1.142	34	6	6,24	RATIONNELLE
<b>BV 2</b>	0,04669	1.219	41	20	3,42	RATIONNELLE

Afin de pouvoir réaliser le calcul et l'analyse du débit, nous avons sollicité la collaboration de la SODEXAM (Société d'exploitation et de développement aéroportuaire, aéronautique et météorologique), qui nous a fourni les informations suivantes :

*Tableau 18:Coefficients de Montana d'Abidjan*

<b>Temps</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
<b>2 ans</b>	<b>8,709375</b>	<b>0,5112</b>
<b>5 ans</b>	<b>10,90913</b>	<b>0,5079</b>
<b>10 ans</b>	<b>12,3345</b>	<b>0,5059</b>

### **V.1.1 Méthode Rationnelle**

Cette approche convient aux petits bassins versants dont la superficie ne dépasse pas 4 km<sup>2</sup>, conformément aux conditions spécifiées dans les considérations théoriques ayant conduit à l'élaboration de cette méthode. En utilisant une intensité de pluie I exprimée en mm/h, la superficie A du bassin en km<sup>2</sup>, le coefficient de ruissellement C, et le débit Q en m<sup>3</sup>/s, la formule est la suivante :

$$Q = 0,278 CIA$$

*Tableau 19 : Méthode rationnelle*

Bassins Versants	Superficie (km <sup>2</sup> )	Tc (mn)	Coefficients de Montana		I(mm/h)	C	Débit
			a	b			Q (m <sup>3</sup> /s)
BV1	0,03501	5,25	12 334	0,51	88,87	0,85	0,74
BV2	0,04669	6,05	12 334	0,51	82,72	0,85	0,91

**Nous avons donc comme débits :**

**Q = 0,74 m<sup>3</sup>/s et Q = 0,91 m<sup>3</sup>/s**

Les détails des calculs sont présentés en annexe

## **V.2 Étude hydraulique**

L'étude hydraulique repose principalement sur le dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement de la route. Pour ce projet spécifique, le système d'assainissement comprend des caniveaux et des dalots de traversée.

### **V.2.1 Dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement [6]**

Le dimensionnement hydraulique des ouvrages fait appel à plusieurs paramètres, définis en fonction du site et des normes de conception de ceux-ci.

Les paramètres suivants ont été pris en compte pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages d'assainissement :

- Le débit du projet qui est préalablement déterminé dans l'étude hydrologique
- La pente du canal
- Le coefficient de rugosité qui est de l'ordre de 67 pour les ouvrages en béton
- La vitesse maximale de l'eau à l'entrée de l'ouvrage qui serait  $\leq 3,5$  m/s
- La vitesse minimale d'écoulement qui est de l'ordre 1 m/s pour assurer l'autocurage.

Pour le calcul des sections à partir du débit de projet, diverses formules sont proposées parmi lesquelles :

- La formule Chézy

- La formule Manning-Strickler

Cependant, le plus célèbre reste celui de Manning-Strickler, et a été utilisé pour le calcul de l'ouverture.

Son expression générale s'écrit :

$$Q = Ks \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2)$$

Où :

- Q : débit en m<sup>3</sup>/s
- Ks : coefficient de rugosité S : section mouillée en (m<sup>2</sup>)
- R : rayon hydraulique en m (R=S)
- $s = (b + my)$  : Section mouillée du caniveau en (m<sup>2</sup>)

Périmètre mouillé en (m) :

$$p = b + 2y\sqrt{1 + m^2} \quad (3)$$

- b : largeur au plafond du caniveau y : tirant d'eau en m
- m : fruit des parois (m= 0 pour une section rectangulaire)
- I : pente du canal en %

#### a. Calcul des caniveaux

Le dimensionnement s'est fait en fixant la base et on calcule la hauteur par itération jusqu'à la convergence pour l'obtention des valeurs optimales.

Remarque : pour un bassin versant donné, le débit calculé est normalement observé à l'exutoire.

*Tableau 20: Vérification du débit*

Bassins versant	Débit équivalent (Q <sub>éq</sub> )	Pente	Section		Position		Position	Débit capable (QC)	Vérification
			Base	Hauteur	Début	Fin			
<b>BV1</b>	0,74	0,077	0,6	0,6	Pr0 Voie 14	Pr26 Voie 14	Droite & Gauche	2,28	QC ≥ Q <sub>éq</sub>

<b>BV2</b>	0,91	0,077	0,6	0,6	Pr0 Voies 10, 11 et 05	Pr Voie 10, 11 et 05	Droite & Gauche	2,28	QC ≥ Qéq
------------	------	-------	-----	-----	------------------------	----------------------	-----------------	------	----------

Les sections de caniveaux et leurs positionnements ont été déterminés selon les réalités et les contraintes du terrain.

Le tableau suivant présente la section des caniveaux.

Les détails de calcul sont présentés en **ANNEXE 4**

*Tableau 21: Section des caniveaux*

Caniveau					
Localisation	Section		Position (Pk)		Positionnement
	Base	Hauteur	Début	Fin	
<b>Projet complet</b>	0,6	0,6	Pr0 Voies 14,11,10 et 05	Pr26 Voies 14,11,10 et 05	Droite/Gauche

Les résultats de dimensionnement hydraulique de caniveaux ainsi que tous les paramètres qui ont servi à ces calculs sont joints en annexe.

#### **b. Calcul des dalots amorces**

Les dalots amorces sont les prolongements des caniveaux pour permettre la traversée des rues adjacentes. Le tronçon compte 3 rues adjacentes reliant les bordures drainant A2CS2 de la voie 14 vers la voie 11 et la canalisation en caniveau de la voie 10 vers la droite et celle de la voie 05 vers l'exutoire. Pour chaque rue adjacente, il a été prévu un dalot traversé de 6m, 8m et 11m de long respectivement. Ils seront fermés avec un système hyperstatique de 20 cm d'épaisseur.

Le tableau ci-dessous donne les dimensions des dalots à réaliser avec leurs nombres :

*Tableau 22: Section des Dalots*

Ouverture de dalot	Nombre de traversées		Longueur unitaire de traversées (m)	Longueur de traversées (m)		
	Droite	Gauche		Droite	Gauche	Totale
100 x 100	1	3	10	10	30	40

### V.2.2 Dimensionnement structural des ouvrages [7]

#### a. Normes et règlements de calcul

Les actions à prendre en compte dans le calcul des dalots sont définies par les textes réglementaires normatifs en particulier le titre 2 du fascicule 61 du cahier de prescriptions communes (CPC) conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art

Les sollicitations sont déterminées à partir des expressions de KLEINLOGEL portant sur formulaire des cadres simples.

Le calcul de ferrailage se fera suivant les règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé de la méthode des états limites dites règles BAEL 91 modifié 99. [8]

#### b. Caractéristiques des matériaux

##### Béton Fissuration préjudiciable :

- Béton **B25** de poids volumique 25 kN/m<sup>3</sup>
- Résistance à la compression a 28 jours :  $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$
- Résistance à la traction a 28 jours :  $f_{t28} = 0,6 + 0,06 \times f_{c28} = 2,1 \text{ MPa}$
- La contrainte à l'état limite du béton :  $\sigma_{bc} = \frac{0,85 \times f_{c28}}{\theta \times \gamma_b} = \frac{0,85 \times 25}{1 \times 1,5} = 14,16 \text{ MPa}$
- Contrainte admissible du béton :  $\bar{\sigma}_{bc} = 0,6 \times f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15 \text{ MPa}$
- Enrobage :  $c = 3 \text{ cm}$

##### Acier :

- Nuance : acier haute adhérence  $Fe E 400$  ;
- Limite d'élasticité  $f_e = 400 \text{ MPa}$  ;

- Coefficient partiel  $\gamma_s = 1,15$  ;
- Contrainte de calcul de l'acier :  $\sigma_s = fe/\gamma_s = 347,83 \text{ MPa}$  ;
- Contrainte admissible de l'acier :

$$\bar{\sigma}_s = \min \left\{ \frac{2}{3} fe; \max(0,5 fe; 110 \sqrt{\eta f_{t28}}) \right\} \quad (4)$$

$$\bar{\sigma}_s = 201,63 \text{ MP}$$

### Remblai d'accès :

Contrainte admissible :  $\sigma_{sol} = 0,15 \text{ MPa}$  ;

Poids volumique :  $\gamma_{sol} = 20 \text{ kN/m}^3$  ;

Coefficient de poussée :  $Ka = 0,33$ .

### V.2.3 Dimensionnement de dalot

De manière générale les études sont faites par bande de 1 m de dalot ( $b=1\text{m}$ )

Pour le calcul de sollicitations dans les éléments de structure du cadre simple, de différents cas de charges ont été considérés : sous actions permanentes d'une part et sous surcharge d'exploitation d'autre part. Pour chaque cas de charge, les moments fléchissant  $M$  aux appuis A, B, C et D les moments en mi-travée dans la travée AB (piédroit gauche) ; BC (tablier) ; CD (piédroit droit) et AD (radier) ; et les efforts normaux dans ces mêmes éléments désignés respectivement par  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  et  $N_1$  ont été calculés sur la base de calcul en cadre simple à partir de la formule provenant de l'ouvrage de KLEINLOGEL.

Le cas de calcul présent ne prend en compte que le dimensionnement d'un dalot dont les caractéristiques géométriques sont les suivantes :

Largeur nette de passage de l'eau :  $L=1 \text{ m}$  Hauteur nette de l'ouverture :  $H=1 \text{ m}$

Épaisseur de tous les éléments uniformes  $e_1 = e_2 = 0,2\text{m}$  à cela il faut aussi ajouter les données suivantes :

Largeur roulable :  $7 \text{ m}$  ; nombre de voies :  $2$ . Ce qui classe l'ouvrage en première classe.

Les autres dalots ont été aussi dimensionnés selon le même principe à la seule différence où Seule les caractéristiques géométriques vont changer notamment sur la base et la hauteur.

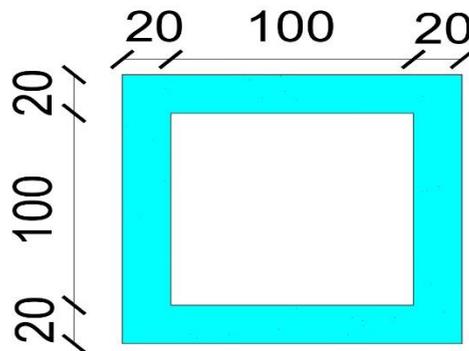


Figure 13 : Dalot type

#### a. Évaluation des charges permanentes

##### Tablier :

La charge permanente appliquée au tablier est d'abord son poids propre augmenté du poids de la couche de roulement qui passe au-dessus ce qui donne un total de :  $g1 = 6,2 \text{ kN/ml}$

##### Radier :

$$g2 = 23,2 \text{ kN/ml}$$

##### Poids propre des pénétrations :

$$Pp = \gamma \times e \times h \quad (6)$$

$$Pp = 6 \text{ kN/ml}$$

##### Réaction du sol :

$$RS = \frac{2P}{l} \quad (7)$$

$$RS = \frac{2 \times 6}{1,2} = 10 \text{ kN/ml}$$

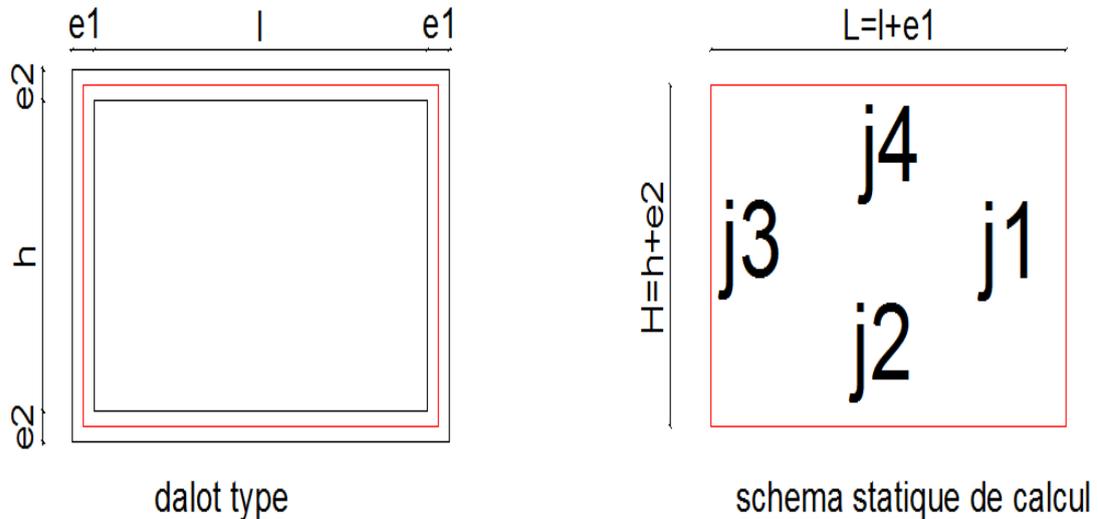
#### b. Surcharges routières

- **Surcharge générée par le sous-système BC et Bt**

Charge générée par les remblais d'accès est  $10 \text{ kN/m}^2$  (voir en annexe dimensionnement dalot pour les détails de calcul).

- **Calcul des sollicitations**

Le calcul des sollicitations s'est fait sur la base de calcul en cadre simple avec des formules provenant de l'ouvrage, cette méthode est dite de KLEINLOGEL. Le schéma statique qui a permis de calculer les sollicitations est montré sur la figure ci-dessous :



*Figure 14 : schéma statique du dalot amorcé*

À partir du schéma statique, on a les grandeurs suivantes :

$$l = L + e2 \quad (8)$$

AN:  $l = 1 + 0,2 = 1,2 \quad l = 1,2m$

$$h = H + e1 \quad (9)$$

AN:  $h = 1 + 0,2 = 1,2 \quad h = 1,2m$

Calcul des moments d'inertie de chaque élément (Ji)

$$JAD = JAB = JBC = JCD = \frac{be_1^3}{12} \quad (10)$$

AN:  $JAD = JAB = JBC = JCD = \frac{1 \times 0,2^3}{12} = 6,67 \times 10^{-4} m^4$

En appliquant la méthode des trois moments, on obtient les sollicitations qui sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23: tableau récapitulatif des notes de calcul des dalots

		MON	M(A-B)	MB	M(B-C)	MC	M(A-D)	MD	N1	N2	N2b	N3		
	<b>1</b>	-0,15	-0,15	-0,15	0,3	-0,15	0,3	-0,15	0	1,5	1,5	0		
	<b>2</b>	-0,075	-0,03	0,015	0,015	0,015	0,105	-0,075	0,075	0,6	0,6	-0,075		
	<b>3</b>	-0,065	0,147	-0,06	-0,06	-0,06	-0,065	-0,065	0,704	0	0	0,548		
	<b>I=4,5,6</b>	-0,164	-0,164	-0,164	0,328	-0,164	0,328	-0,164	0	1,641	1,641	0		
	<b>7</b>	-0,018	0,037	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	0,184	0	0	0,184		
<b>G</b>	<b>1+2+3</b>	-0,29	-0,033	-0,195	0,255	-0,195	0,34	-0,29	0,779	2,1	2,1	0,473		
<b>Q</b>	<b>I+7</b>	-0,182	-0,127	-0,182	0,31	-0,182	0,31	-0,182	0,184	1,641	1,641	0,184		
Moment=abs (G+1,2Q)		0,508	0,185	0,413	0,627	0,413	0,712	0,508						
									Effort=NG+1,2NQ		1	4,069	4,069	0,694

Q = surcharges routières

G = charges permanentes

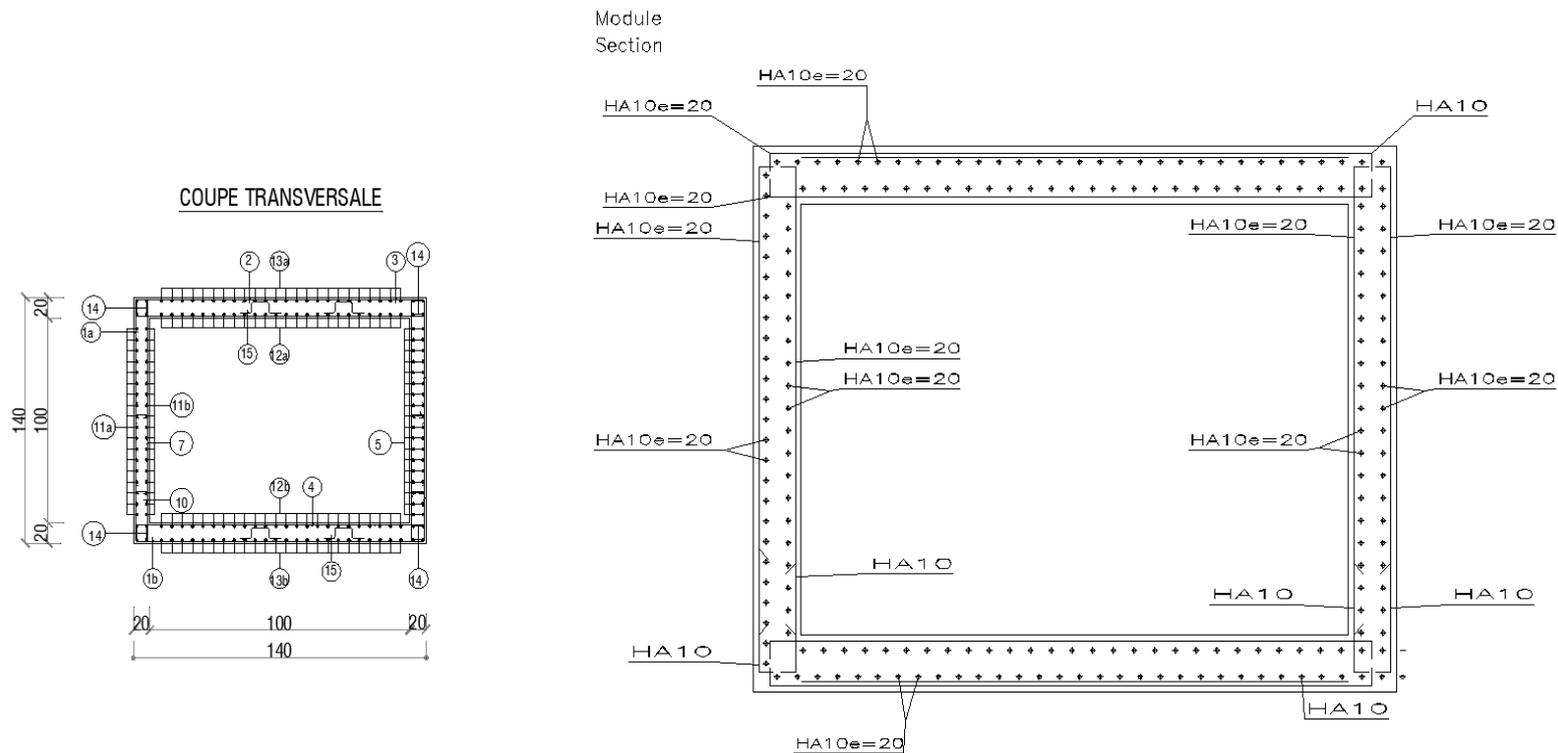
**Calcul des armatures**

Le calcul est mené en flexion composée, en considérant une poutre de hauteur 20 cm et de base 100 cm, soumis à un effort normal et un moment.

Après application des sollicitations répertoriées ci-haut, nous obtenons les armatures suivantes pour chaque partie du dalot :

*Tableau 24: Ferrailage dalot*

Éléments de structure	Sections d'armatures (cm <sup>2</sup> )	Aciers retenus	Espacement (cm)
Tablier	3,25	5HA10	20
Radier	3,25	5HA10	20
Piédroits	2,32	4HA10	20

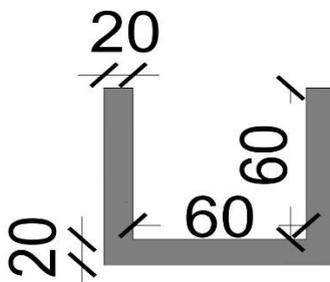


NOMENCLATURE DES ACIERS DU CORPS DU DALOT : 1x 1.00 x 1.00										
	Repères	Nbre	DIAMETRES			Ecart. (cm)	Nbre élément ident.	Nbre Total barre	Longueur totale (cm)	CROQUIS
			HA	DX						
CORPS D'OUVRAGE	1a	24	10			20	2	48	207.06	
	1b	24	10			20	2	48	90.00	
	2	24	10			20	1	24	182.12	
	3	24	10			20	1	24	85.00	
	4	24	10			20	1	24	212.02	
	5	2x15	10			20	1	15	118.20	
	6	24	10			20	1	24	196.02	
	7	24	10			20	1	24	130.16	
	8	24	10			20	2	48	104.88	
	9	24	10			20	1	24	116.16	
	10	24	10			20	1	24	87.00	
	11a	1x15	10			20	2	15	125.20	
	11b	1x15	10			20	2	15	125.20	
	12a	1x15	10			20	2	15	125.20	
	12b	1x15	10			20	2	15	125.20	
	13a	1x15	10			20	2	15	125.20	
13b	1x15	10			20	2	15	125.20		
14	2	10			-	6	12	103.56		
15	40	10			4/m2	4	240	259		
16	40	8			4/m2	3	180	67		

### 1. Dimensionnement caniveau

Le caniveau est de forme rectangulaire avec les dimensions suivantes :

- Une base  $b = 0,6$  m ;
- Une hauteur  $h = 0,6$  m ;
- Une épaisseur homogène  $e = 0,2$ m.



*Figure 15 : Caniveau type*

Le calcul du caniveau se fera en deux parties à savoir le calcul du radier puis celui des ailes.

Le radier est calculé comme une poutre rectangulaire sur une bande de 1 m de longueur, alors que les ailes sont calculées comme des poteaux.

❖ **Évaluation des charges :**

- Radier

Charges permanentes :  $g = 14,54 \text{ kN/ml}$

Surcharge (poids de l'eau qui coule) :  $q = 1 \text{ kN/ml}$

- Ailes

Charges permanentes :  $g = 4,54 \text{ kN/m}$

Surcharges :  $q = 6,6 \text{ kN/ml}$

❖ **Calcul des armatures**

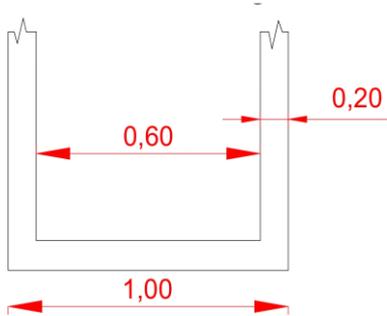
Les armatures des éléments du caniveau sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

(Voir annexe pour les calculs)

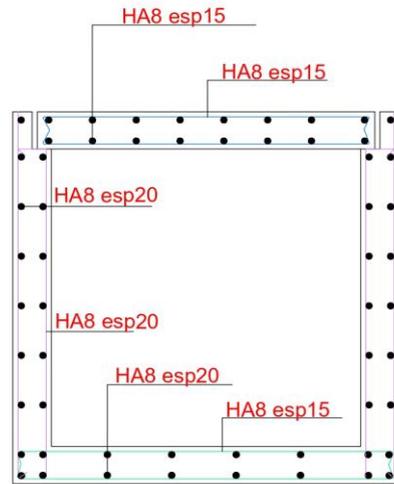
*Tableau 25: Récapitulatif ferrailage du caniveau*

<b>Partie de l'ouvrage</b>	<b>Radier</b>	<b>Ailes</b>
Moment à l'ELS (kN.m)	1,23	2,27
Effort normal à l'ELS(kN)	4,91	4,54
Sections d'acier nécessaires (cm <sup>2</sup> )	4,11	7,58
Section d'acier minimale (cm <sup>2</sup> )	2,17	2,17
Barres principales choisies	7HA8	6HA8/face
Barres de répartition	5HA8	4HA8/face

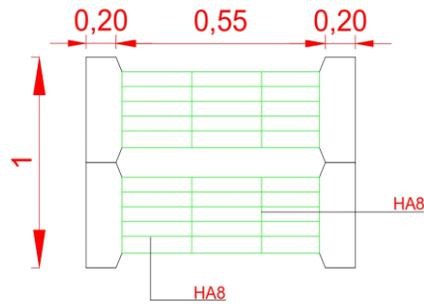
Plan de coffrage



Plan de ferrailage



Vue en plan



## **VI. SÉCURITÉ ROUTIÈRE, ECLAIRAGE-PUBLIC, NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL ET ÉTUDE FINANCIÈRE**

### **VI.1 Signalisation et sécurité**

La signalisation routière englobe tous les panneaux conventionnels placés le long des routes dans le but d'assurer la sécurité des usagers. Elle remplit deux fonctions principales : informer les conducteurs des dangers, des règles de circulation et des éléments pertinents pour leur prise de décision, tout en leur indiquant les repères et équipements nécessaires à leurs déplacements. On distingue généralement deux catégories principales de signalisation : la signalisation temporaire et la signalisation permanente.

#### **VI.1.1 Signalisation temporaire**

La signalisation temporaire regroupe divers éléments de signalisation visant à avertir les usagers de la route d'une modification soudaine ou d'un danger spécifique sur la voie qu'ils empruntent. Elle est généralement utilisée lors de travaux ou en cas d'accidents sur la route. Les panneaux de danger temporaires jouent un rôle essentiel dans la signalisation temporaire. Reconnaissables à leur fond jaune, ces panneaux mettent en évidence la nature temporaire de la situation dangereuse. Certains panneaux de danger conventionnels sont également utilisés temporairement, mais de nombreux panneaux spécifiques ne sont présents que dans le cadre de dangers temporaires. Par exemple, les panneaux indiquant des embouteillages ou des travaux ne représentent pas un danger permanent pour les usagers de la route.

#### **VI.1.2 La signalisation permanente.**

Elle regroupe la signalisation routière verticale et la signalisation routière horizontale, constituées des marquages au sol et des plots.

##### **❖ Signalisation verticale**

Lors de chaque déplacement, les usagers croiseront des panneaux de signalisation, aussi nommés "éléments de signalisation verticale" qui comprennent les panneaux, les balises, les feux de signalisations (type gyrophare), les bornes et les feux tricolores. Ce type de signalisation répond à trois missions fondamentales :

- Avertir des dangers à l'aide des panneaux triangulaires ;
- Signaler une interdiction ou une obligation à l'aide des panneaux ronds ;
- Donner des indications et des informations lors d'un trajet ;

- Signalisation routière horizontale.

Tous les éléments peints ou imprimés sur les voies destinés à fournir des informations aux usagers de la route sont considérés comme relevant de la signalisation horizontale, également connue sous le nom de "marquage au sol". Cette forme de signalisation tire son appellation du fait qu'elle s'étend horizontalement directement sur les voies de circulation, contrairement aux panneaux ou aux signalisations verticales. On distingue notamment les lignes longitudinales continues et discontinues, les bandes transversales, ainsi que les flèches directionnelles et de rabattement.

## **VI.2 Éclairage public**

L'éclairage public revêt une importance majeure dans la perception nocturne des espaces publics à divers égards. Sur le plan de la sécurité, il met en lumière les zones de circulation et leurs environs immédiats. De plus, il peut signaler la présence d'équipements importants.

Le principal but de l'éclairage public est de :

- Favoriser la sécurité routière
- Diminuer l'éblouissement dû aux feux des véhicules d'en face
- Valoriser les espaces publics
- Réduire les risques de banditisme

### **❖ Choix des luminaires**

Pour le choix des luminaires, deux possibilités s'offrent à nous :

- Lampes à vapeur de sodium basse pression ;
- Lampes à vapeur de sodium haute pression.

Pour les raisons de rendement, des lampes à vapeur de sodium basse pression ont été choisies. Ce choix peut-être encore justifié par le fait que les lampes à vapeur de sodium basse pression ont une durée de vie dans l'ordre de 14000 heures, ce qui est nettement supérieur à celle des lampes à vapeur de sodium haute pression qui est dans l'ordre de 12000 heures.

### **❖ Type d'implantation des luminaires**

Les supports des luminaires sont des candélabres à double crosse en acier galvanisé.

Leurs implantations sont fonction du profil en travers de la chaussée selon que la chaussée dispose d'un terre-plein central ou non. La figure ci-dessous montre les différents types d'implantation possibles :

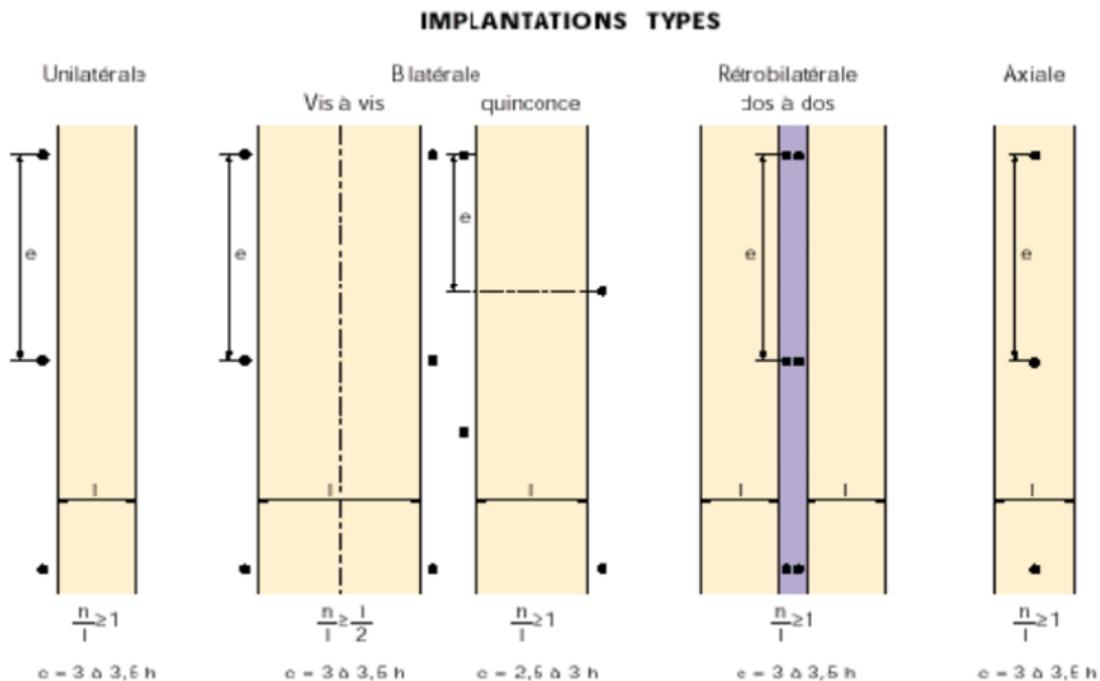


Figure 16 : Types d'implantation des luminaires (source : Association française de l'éclairage)

Vu la **Figure 16** une implantation rétro-bilatérale et B latérale est judicieuse, puisqu'elle est appropriée aux Chaussées disposant de terre-plein central et des chaussées bidirectionnelles.

#### ❖ Calcul de la hauteur des feux et des espacements des supports

Si la hauteur du feu  $H = 12 \text{ m}$  alors,  $H/L > 1$   $L$  étant la largeur de la voie de part et d'autre du terre-plein central qui est de  $7 \text{ m}$ .

$$H/L = 12/7 = 1,71 > L. \text{ Condition vérifiée}$$

L'espacement est fonction du type d'implantation choisie.

- Pour une implantation rétro bilatérale :  $e/H \leq 3,5 \text{ m}$ , ce qui nous donne un espacement de :  $e = 12 \times 3,5 = 42 \text{ m}$ .

Vu, le calcul qui précède et le linéaire du tronçon, un espacement de  $40 \text{ m}$  a été retenu.

- Pour une implantation b latérale :  $e/H \leq 3,5 \text{ m}$ , ce qui nous donne un espacement de :  $e = 12 \times 3,5 = 42 \text{ m}$ .

Vu, le calcul qui précède et le linéaire du tronçon, un espacement de 40 m a été retenu donnant un éclairage de part et autre de la chaussée se faisant face.

### **VI.3 Notice d'Impact Environnemental et Social**

Cette partie s'inscrit dans le cadre national du processus d'Évaluation Environnementale règlementée par la Loi n°96-766 du 3 octobre 1996, portant Code de l'Environnement et le Décret n°96-894 du 8 novembre 1996 déterminant les règles et procédures applicables aux études relatives à l'impact environnemental des projets de développement.

#### **VI.3.1 Justification du projet**

Un tel projet génère des impacts aussi bien positifs que négatifs sur l'environnement biophysique et humain.

Pour cerner les différents impacts liés à la réalisation de ce sous-projet, il était nécessaire d'intégrer un PGES Chantier (Plan de Gestion Environnemental et Social chantier).

#### **VI.3.2 Objectifs du EIES**

##### **Objectif général**

Cette Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) a pour objectif de garantir l'efficacité des mesures de protection de l'environnement, en alignement avec les attentes des divers partenaires engagés dans la mise en œuvre du projet. Il a également pour but de vérifier la conformité du projet avec la législation ivoirienne ainsi qu'avec les politiques de sauvegarde environnementale et sociale.

##### **Objectifs spécifiques**

De façon spécifique, EIES vise à établir les modalités de mise en œuvre des actions requises pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts environnementaux et sociaux négatifs pouvant découler des travaux et pour accroître (ou bonifier) les impacts positifs du sous-projet.

Les mesures d'atténuation et de bonification des impacts sont présentés sous forme d'activités ou d'actions.

**Objectif spécifique 1 :** Description de l'aire d'influence du projet, de la situation de référence, du cadre institutionnel, légal et normatif ainsi que les partenaires clés et de leurs intérêts.

- ✓ Activité 1 : Définir le cadre politique, juridique et institutionnel
- ✓ Activité 2 : Identifier les acteurs et partenaires clés et leurs intérêts
- ✓ Activité 3 : Description de l'aire d'influence du projet, de la situation de référence

**Objectif spécifique 2 :** Décrire des aspects clés de l'environnement et des interactions projet-environnement, identifier et évaluer les impacts

- ✓ Activité 1 : Décrire des aspects clés de l'environnement ;
- ✓ Activité 2 : Identifier les interactions projet-environnement ;
- ✓ Activité 3 : identifier et évaluer les impacts potentiels du projet sur l'environnement

**Objectif spécifique 3 :** Fournir un Plan de gestion environnemental et social (PGES)

- ✓ Activité 1 : proposer des mesures d'atténuation et de bonification, pour prévenir, minimiser, atténuer ou compenser les impacts environnementaux et sociaux négatifs ou pour accroître les impacts positifs ;
- ✓ Activité 2 : formuler des indicateurs de suivi des impacts selon les phases d'étude ;
- ✓ Activité 3 : estimer les coûts d'investissements et d'opérations relatifs aux différentes mesures proposées et au programme de suivi.

*Tableau 26 : Description des impacts*

Phase du projet	Activités/sources d'impact	Composantes du milieu affecté	Description de l'impact	Mesures d'atténuation	Indication
	Installation de chantier	Milieu biophysique			
	Transport des engins et	Sol	Risque d'érosion	Compacteur protéger le sol contre l'érosion	surface aménagée

Phase de préparation	équipements de chantier	Air	Pollution atmosphérique	Arroser moins 3fois/jour	au Surface arrosée  Panneaux  Limitation vitesse
	Déplacement de réseaux	Cadre de vie	Dégradation du cadre de vie par les déchets de chantier	Regrouper et évacuer les déchets	Quantités des déchets évacués
		Réseaux concession- naires	Risque de destruction ou de perturbation de réseaux de concessionnai res	Communiquer et informer la population sur le démarrage des travaux	Nombre de communiqué effectué
		Nuisance sonore	perturbation de la quiétude des populations	Utiliser des engins en bon état et éviter les travaux aux heures de repos	Nombre d'engins entrevus
		Sécurité	Risque d'accident	Equiper le personnel et	Nombre d'ouvriers
Phase du projet	Activités/sour ces d'impact	Composantes du milieu affecté	Description de l'impact	Mesures d'atténuation	Indication

Phase construction				Installer des panneaux de signalisation	Présence de panneaux de signalisation
	Sécurité	Risque d'incendie dû au stockage du carburant	Risque d'incendie dû au stockage du carburant	Disposition de sécurité mise en place	

### **VI.3.3 Impacts positifs en phase d'exécution ou de construction**

Impacts positifs sur le milieu humain

- **Création d'emplois temporaires :**

Le projet contribuera à la création d'emplois directs et indirects dans la ville d'Abidjan. Cela permettra aux jeunes d'avoir des revenus et se prendre en charge.

- **Développement circonstanciel d'activités économiques :**

L'exécution des travaux favorisera un développement circonstanciel d'activités économiques avec la présence du personnel de chantier qui s'approvisionnera dans les petits commerces et restaurants environnants. Ce qui contribuera à la dynamisation de l'économie locale durant la période des travaux.

- **Opportunités d'affaires**

Le développement des activités génératrices de revenus constitue l'un des principaux impacts positifs de cette phase. En effet, en plus de ce qui existe, on assistera à l'installation de petits commerces (restauration, ventes de biens de consommations et d'articles divers) grâce aux travaux. Toutes ces opportunités entraîneront l'amélioration du chiffre d'affaires des gérants d'activités.

- **Amélioration des conditions de vie des riverains**

Les revenus tirés des activités économiques et des travaux de chantier permettront aux populations d'améliorer leur quotidien.

- **Autonomisation des femmes**

Les petits commerces et restaurants seront majoritairement tenus par des femmes. Cette opportunité leur permettra d'être autonome et de participer aux charges familiales.

- **Animation de la vie sociale**

L'arrivée du personnel de l'entreprise contribuera à l'animation de la vie sociale dans la commune de Bingerville. La réalisation des travaux va susciter un sentiment de fierté chez les bénéficiaires du sous-projet, principalement la population riveraine.

- **Amélioration du paysage urbain**

Pendant la phase des travaux, des voies d'accès seront aménagées et libérées des déchets et ordures qui les assaillent. Ceci contribuera à l'amélioration de l'esthétique paysagère et à la visibilité des usagers de la route.

#### **VI.3.4 Mesures de bonification des impacts positifs du projet**

La mise en œuvre des mesures de bonification, nécessite une intégration de la gestion des problèmes environnementaux et sociaux aux formalités d'exécution du projet.

Avant le démarrage des travaux, une séance d'information et de consultation publique de la population locale sera organisée dans l'optique d'une appropriation du sous-projet par les bénéficiaires. Elle portera sur la consistance des travaux, le PGES Chantier, le mécanisme de gestion des plaintes et la durée du sous-projet. Les populations riveraines bénéficieront des sensibilisations de proximité (porte à porte) qui seront réalisées par un collectif délégué. Par ailleurs, les mesures concourent à la lutte contre la pauvreté, et ont pour objectifs d'aider les personnes défavorisées et vulnérables à travers leur insertion socio-économique.

Ainsi, dans le recrutement pour l'exécution des travaux, une priorité sera accordée à la main d'œuvre locale, principalement aux jeunes sans emploi.

#### **VI.4 Etude financière**

*Tableau 27: Etude financière*

<b>N°</b>	<b>Désignations</b>	<b>Montant (FCFA)</b>
	<b>SÉRIE A : TRAVAUX DES VOIRIES</b>	

0	<b>Sous-total section 0 : Installation de chantier</b>	44,504,400
100	<b>Sous-total 1 : Dégagement des emprises</b>	27,537,155
200	<b>Sous-total 2 : Terrassement général</b>	<b>68,367,300</b>
300	<b>Sous-total 3 : Chaussée</b>	196,922,880
400	<b>ASSAINISSEMENT - DRAINAGE</b>	
401	Fourniture et pose de bordures, caniveaux et galettes	262,348,523
412	Fourniture et pose de système de drainage souterrain	10,000,000
	<b>Sous-total 4 : Assainissement</b>	272,348,523
500	<b>SIGNALISATION ET ÉQUIPEMENT</b>	
501	Signalisation horizontale	1,184,650
502	Panneaux de signalisation	2,010,000
	<b>Sous-total 5 : Signalisation et Équipements</b>	3,194,650
600	<b>MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES</b>	
	<b>Sous-total 6 : Mesures environnementales et sociales</b>	10,375,000
	<b>RÉCAPITULATIF</b>	
0	INSTALLATION DU CHANTIER	44,504,400
100	DÉGAGEMENT DE L'EMPRISE	27,537,155
200	TERRASSEMENT GÉNÉRAL	<b>68,367,300</b>
300	CHAUSSÉE	196,922,880
400	ASSAINISSEMENT -DRAINAGE	253,748,523

500	SIGNALISATION ET ÉQUIPEMENT	3,194,650
600	MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES	10,375,000
	<b>TOTALE SÉRIE A</b>	<b>604,649,908</b>
	<b>SÉRIE B : TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE PUBLIC</b>	
<b>N°</b>	<b>Désignations</b>	<b>Montant</b>
1500	Provisions pour travaux d'éclairage public l'ensemble des voies	101,000,000
	<b>TOTALE SÉRIE B</b>	<b>101,000,000</b>
	<b>SÉRIE C : TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT PAYSAGER</b>	
1500	Provisions pour travaux d'aménagement paysager	12,000,000
	<b>TOTALE SÉRIE C</b>	<b>12,000,000</b>
<b>TOTAL GENERAL TRAVAUX TTC SERIE A + SERIE B + SERIE C</b>		<b>736,249,908</b>

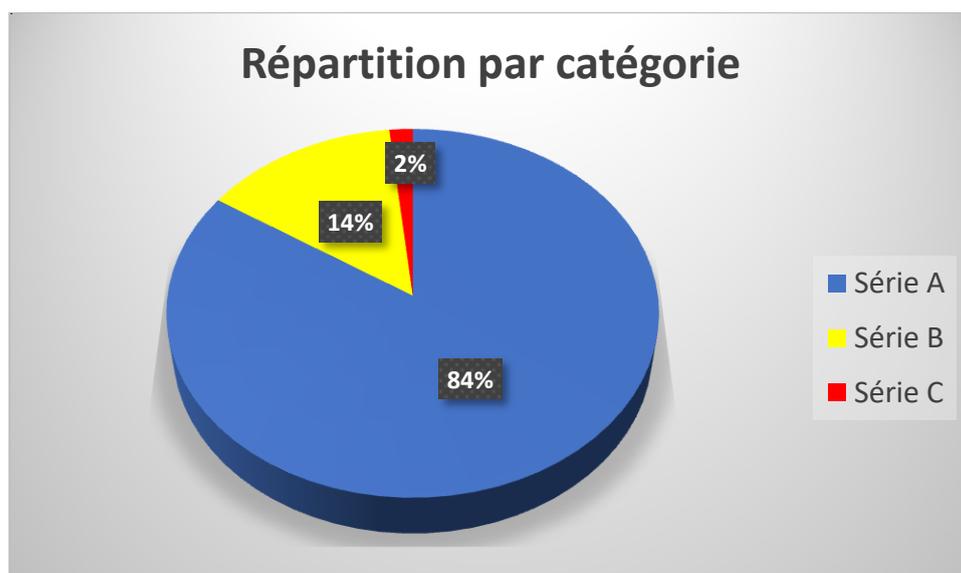


Figure 17 : Graphique sectoriel du coût du projet

## **VII. PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX**

Le planning des travaux est une opération qui consiste à représenter graphiquement toutes les activités (tâches) d'un projet dans le temps.

Le planning est un élément nécessaire qui permet à l'entrepreneur de savoir s'il est performant et s'il peut livrer (achever) les travaux dans le délai contractuel. Il permet aussi au maître d'œuvre et le maître d'ouvrage de suivre l'évolution des travaux et de pouvoir prendre des mesures adéquates contre des cas de dérapage.

### **1. Éléments de base pour l'élaboration d'un planning**

Les éléments de base qui entrent dans l'élaboration d'un planning sont ;

- Le délai global ou partiel
- Le rendement lequel dépend des moyens mis en œuvre
- Le début et la fin du projet

À ceux-là peut s'ajouter la décomposition des ouvrages en tâches élémentaires, la composition des équipes types capables de relever le défi.

### **2. Méthode d'élaboration du planning**

Il existe plusieurs méthodes d'élaboration d'un planning à savoir :

- La méthode de GANTT
- La méthode PERT
- La méthode de chemin de fer, etc.

Mais la méthode retenue dans le cas présent est celle de GANTT, pour le fait qu'elle est facile à établir ; facile à lire et à interpréter sans formation spéciale.

Le graphique est consigné en **ANNEXE 7**.

### **Conclusion partielle**

Dans ce chapitre, nous faisons un récapitulatif de l'impact environnemental et social du projet, ainsi que de l'étude financière. Nous soulignons également l'importance de mettre en place des mesures d'atténuation pour minimiser les impacts négatifs. En ce qui concerne l'étude financière, le coût total de notre projet s'élève à **736,249,908 FCFA** (sept cent trente-six millions deux cent quarante-neuf mille neuf cent huit) francs CFA TTC.

## **CONCLUSION**

Ce projet de fin d'études a porté sur le dimensionnement d'une chaussée et ses ouvrages hydrauliques. Les voiries associées à notre projet immobilier constituent des routes qui servent de jonction à différentes rues de la cité. Ce mémoire décrit les étapes principales de l'étude détaillée des voiries en question et des dispositions techniques du dimensionnement dudit projet.

Au regard des dispositions techniques, les données topographiques, géotechniques et les données du trafic nous ont permis de définir les matériaux à mettre en œuvre pour les différentes couches de la chaussée, ainsi que leurs dimensions. À cet effet, nous avons retenu, par la méthode du CEBTP vérifiée par le logiciel Alizé LCPC :

- Une couche de roulement en revêtement BBSG de 5 cm ;
- Une couche de base en GNT de 15 cm et
- Une couche de fondation en Sable argileux de 20 cm.

Les études hydrologiques et hydrauliques nous ont conduits à un débit de crue de  $0,92 \text{ m}^3$  avec le choix des caniveaux de section  $60 \times 60 \text{ cm}^2$ , connectés par un ouvrage de traversée qui raccorde les canalisations des rues adjacentes. Cet ouvrage est un dalot de section  $100 \times 100 \text{ cm}^2$  long de 10ml.

Le coût de réalisation de l'ensemble des voiries, dont les caniveaux, les dalots de traversée, de 10ml est estimé à **736,249,908 (sept cent trente-six millions deux cent quarante-neuf mille neuf cent huit) francs CFA TTC.**

Nous recommandons un suivi technique et un entretien périodique de l'ensemble des ouvrages pour assurer son bon fonctionnement et sa pérennité. De même nous insistons sur la mise en place et l'entretien des panneaux et des dispositifs de sécurité afin que l'ouvrage ne devienne pas une source d'accidents pour les riverains.

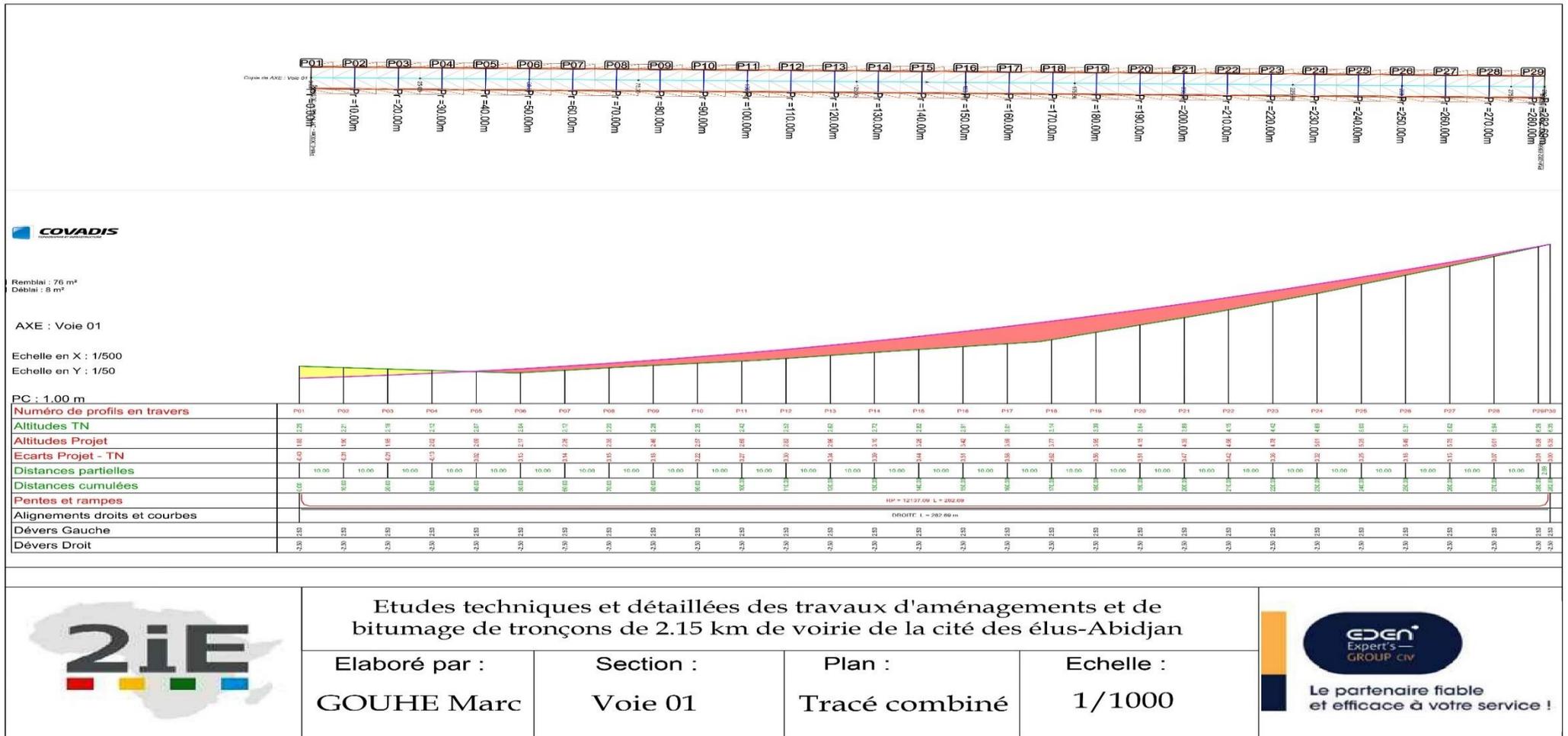
## **BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Dr Adamah MESSAN, « Hydraulique routière partie 2: Ouvrage d'art conception et dimensionnement des petits ouvrages de franchissement routier. » 2iE, 2019.
- [2] C. Ing, « Cours de Route II, CHAPITRE III, Les paramètres de dimensionnement ».
- [3] Alain FRERE, « Guide pratique pour la conception géométrique des routes et autoroutes . » Consulté le: 2 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.gcalgerie.com/guide-pratique-pour-la-conception-geometrique-des-routes-et-autoroutes/>
- [4] « ALIZE-LCPC-MU-v1.5-FR.pdf ». Consulté le: 11 janvier 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.alize-lcpc.com/fr/documents/ALIZE-LCPC-MU-v1.5-FR.pdf>
- [5] « Bceom Hydraulique-routière (1) », pdfcoffee.com. Consulté le: 11 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://pdfcoffee.com/bceom-hydraulique-routiere-1-pdf-free.html>
- [6] « Guide Assainissement Routier PDF | PDF | Assainissement | Eau ». Consulté le: 11 janvier 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.scribd.com/document/394583574/90430654-Guide-Assainissement-Routier-pdf>
- [7] « fascicule\_ndeg61\_titre\_ii.pdf ». Consulté le: 11 janvier 2024. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.fntp.fr/sites/default/files/content/fascicule\\_ndeg61\\_titre\\_ii.pdf](https://www.fntp.fr/sites/default/files/content/fascicule_ndeg61_titre_ii.pdf)
- [8] S. LEBELLE, « Base de calcul élément en béton armé - Selon le BAEL 91 additif 99 - Studocu ». Consulté le: 13 décembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.studocu.com/row/document/universite-de-ouagadougou/statistique/base-de-calcul-element-en-beton-arme/63540558>
- [9] D. Coulibaly, « Cours de programmation et gestion des chantiers ».

**ANNEXES**

ANNEXE 1 : Conception géométrique et Planning d'exécution des tableaux .....	II
ANNEXE 2 : Étude géotechnique.....	II
ANNEXE 3 : Dimensionnement de la structure de chaussée .....	II
ANNEXE 4 : Étude hydraulique.....	II
ANNEXE 5 : Dimensionnement structural de dalot et caniveaux .....	II
ANNEXE 6 : Dimensionnement des Caniveaux.....	II
ANNEXE 7 : Planning d'exécution des travaux.....	II

**ANNEXE 1 : Conception géométrique et Planning d'exécution des tableaux**



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

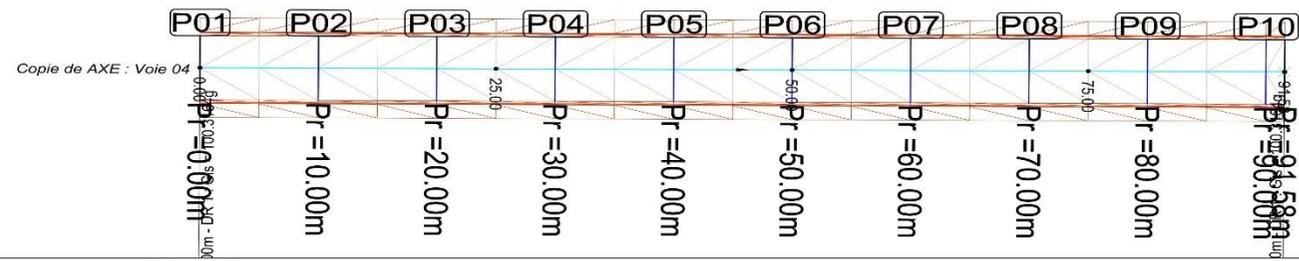
Elaboré par :  
GOUHE Marc

Section :  
Voie 01

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000





PC : 0.50 m

Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
Altitudes TN	1.62	1.69	1.75	1.82	1.48	1.00	1.30	1.78	1.51	1.22	1.17
Altitudes Projet	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.19	2.20
Ecarts Projet - TN	0.12	0.10	0.09	0.07	0.46	0.99	0.73	0.31	0.63	0.97	1.03
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	1.58
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	91.58
Pentes et rampes	RAMPE L = 91.58 m P = 0.50 %										
Alignements droits et courbes	DROITE L = 91.58 m										
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dévers Droit	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50

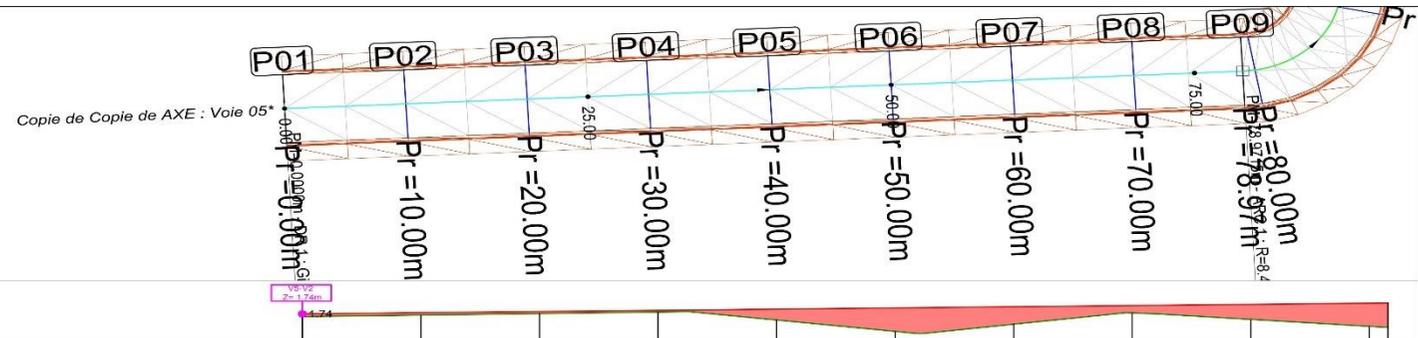


Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :	Section :	Plan :	Echelle :
GOUHE Marc	Voie 04	Tracé combiné	1/1000



- Echelle
- Echelle
- PC : 0
- Numé
- Altitud
- Altitud
- Ecarts
- Distan
- Distan
- Pente
- Aligne
- Déver
- Déver



PC : 0.50 m

Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P1011
Altitudes TN	1.62	1.69	1.75	1.82	1.48	1.00	1.30	1.78	1.51	1.22 1.17
Altitudes Projet	1.74	1.79	1.84	1.89	1.94	1.99	2.04	2.09	2.14	2.19 2.20
Ecart Project - TN	0.12	0.10	0.09	0.07	0.46	0.99	0.73	0.31	0.63	0.97 1.03
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	1.58 10.00
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00 91.58
Pentes et rampes	RAMPE L = 91.58 m P = 0.50 %									
Alignements droits et courbes	DROITE L = 91.58 m									
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50 2.50
Dévers Droit	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50 -2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

Section :  
Voie 05

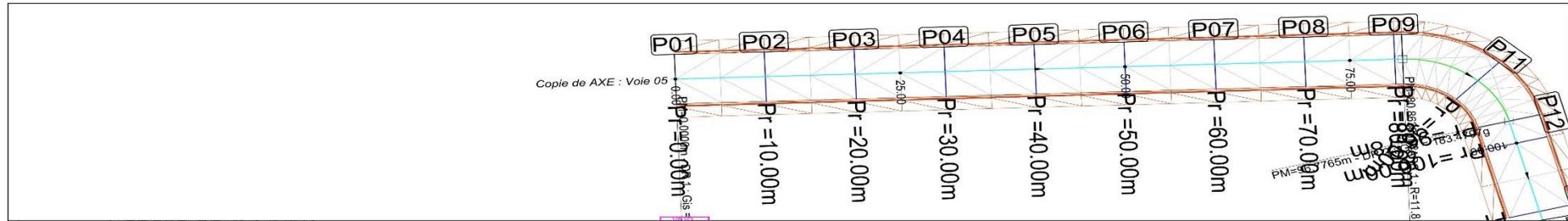
Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Le partenaire fiable  
et efficace à votre service !

Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Echelle en Y : 1/50

PC : 1.00 m

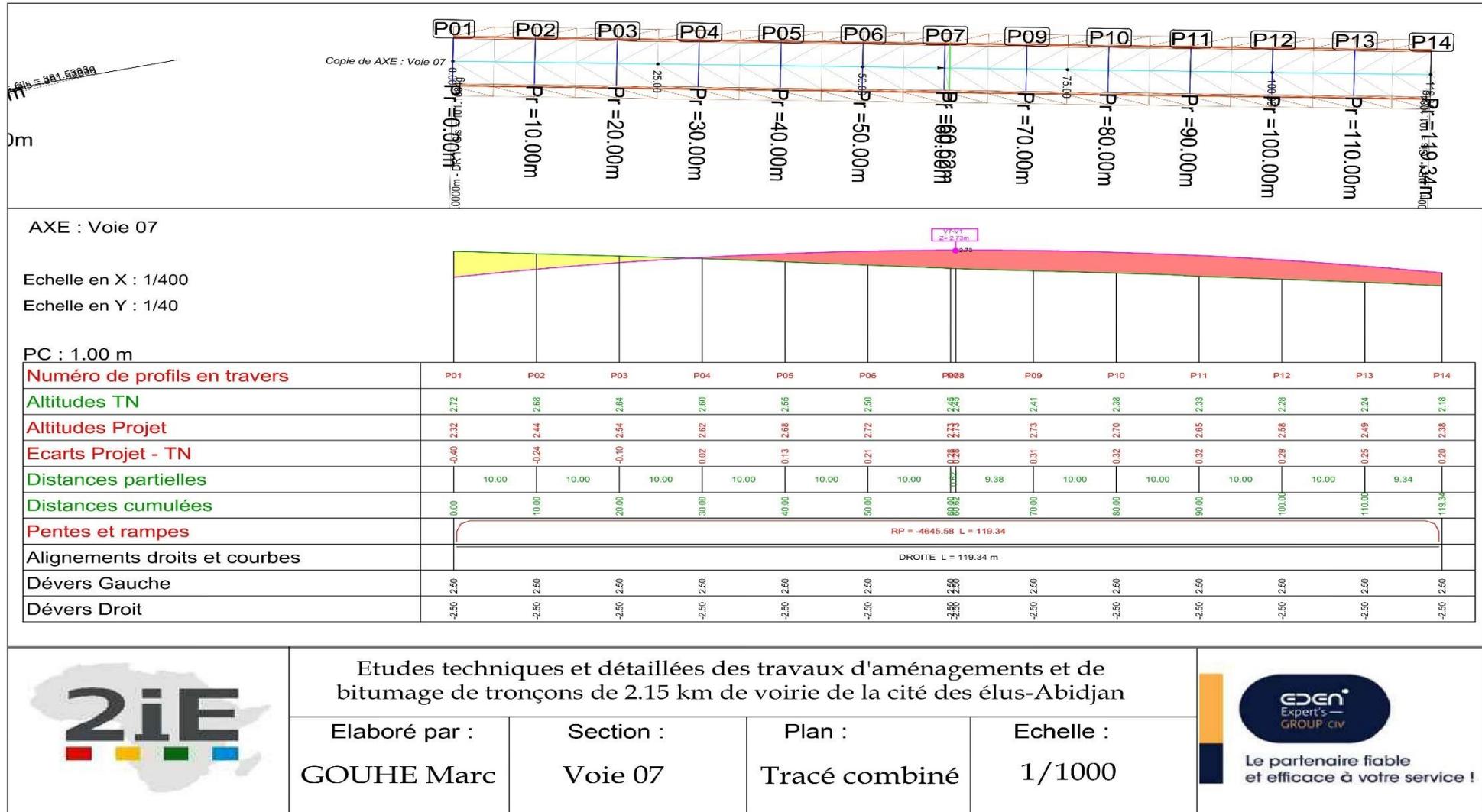
Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P13
Altitudes TN	1.53	1.43	1.34	1.25	1.27	1.31	1.36	1.35	1.33	1.33	1.38	1.41
Altitudes Projet	2.00	1.94	1.87	1.81	1.75	1.68	1.62	1.55	1.48	1.43	1.43	1.41
Ecart Proj - TN	0.48	0.50	0.53	0.56	0.48	0.37	0.26	0.21	0.17	0.05	0.05	0.00
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	8.97	10.00	2.75	
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	78.97	88.97	90.00	92.75
Pentes et rampes	PENTE L = 92.75 m P = -0.64 %											
Alignements droits et courbes	DROITE L = 78.97 m										ARC R = 8.44 m L = 13.48 m	
Dévers Gauche	2.50	2.82	3.13	3.45	3.77	4.08	4.40	4.72	5.00	5.00	5.00	2.50
Dévers Droit	-2.50	-1.55	-0.60	0.35	1.30	2.25	3.20	4.15	5.00	5.00	5.00	-2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :	Section :	Plan :	Echelle :
GOUHE Marc	Voie 05*	Tracé combiné	1/1000

Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

Section :  
Voie 07

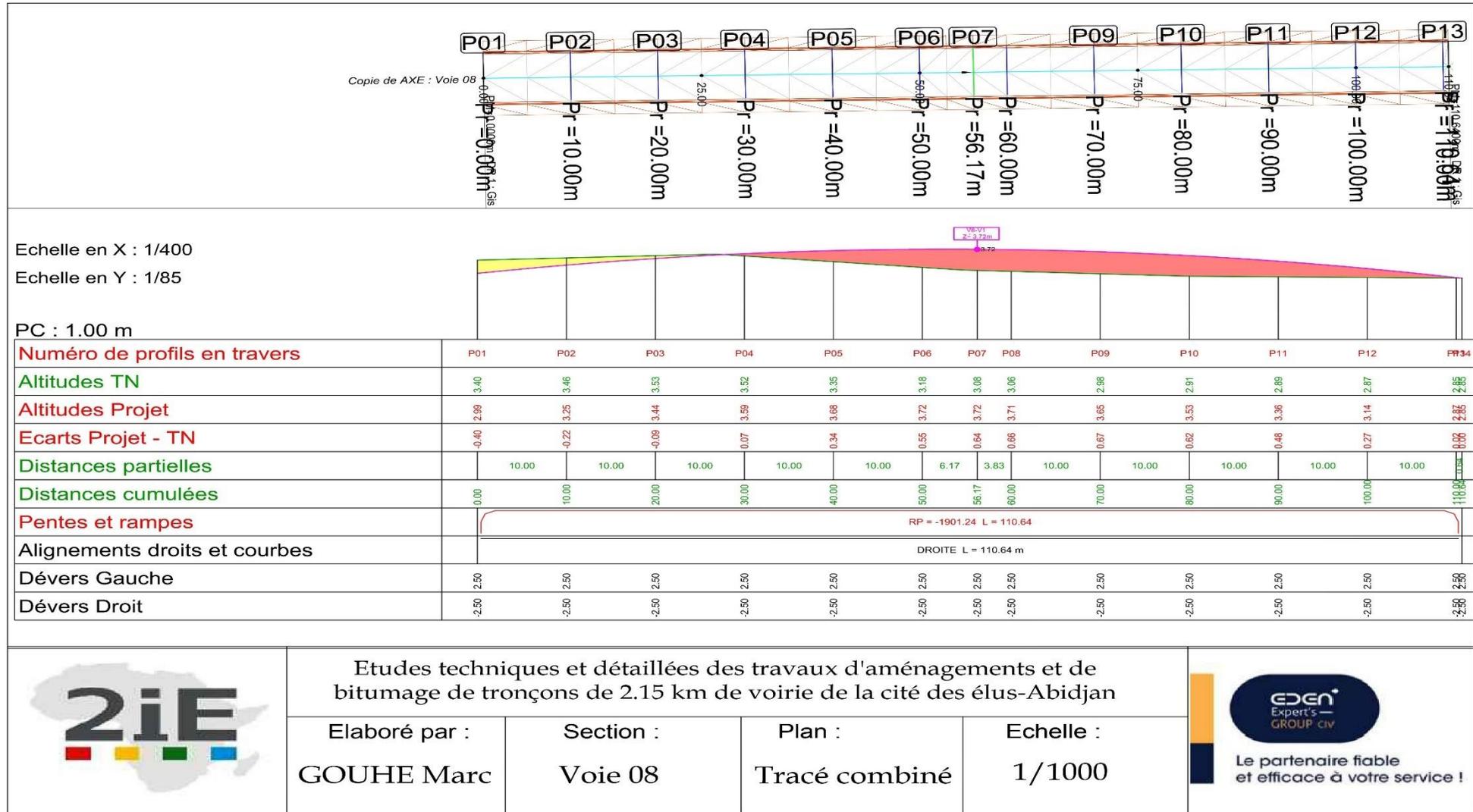
Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Le partenaire fiable et efficace à votre service !

Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

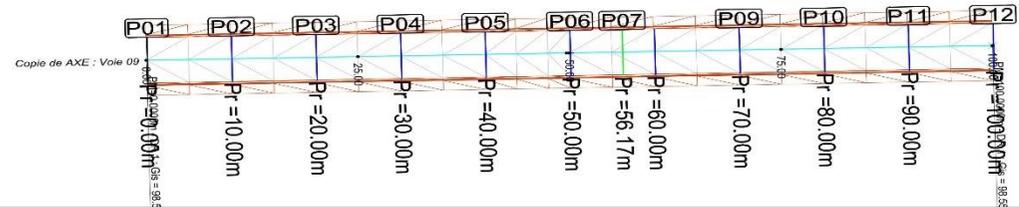
Section :  
Voie 08

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000

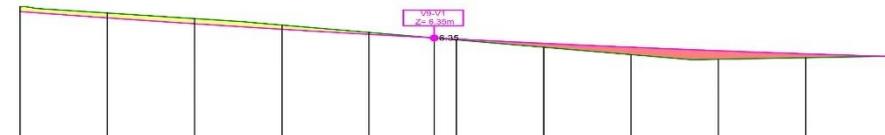


Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Echelle en X : 1/560  
Echelle en Y : 1/120

PC : 3.00 m



Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12
Altitudes TN	7.34	7.15	6.97	6.76	6.52	6.35	6.29	6.05	5.81	5.66	5.71	5.75
Altitudes Projet	7.19	6.99	6.80	6.63	6.46	6.35	6.31	6.17	6.05	5.94	5.84	5.75
Ecart Proj - TN	-0.15	-0.16	-0.16	-0.13	-0.06	0.00	0.02	0.13	0.24	0.28	0.13	0.00
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	7.45	7.55	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	47.45	50.00	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00
Pentes et rampes	RP = 7810.93 L = 100.00											
Alignements droits et courbes	DROITE L = 100.00 m											
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dévers Droit	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

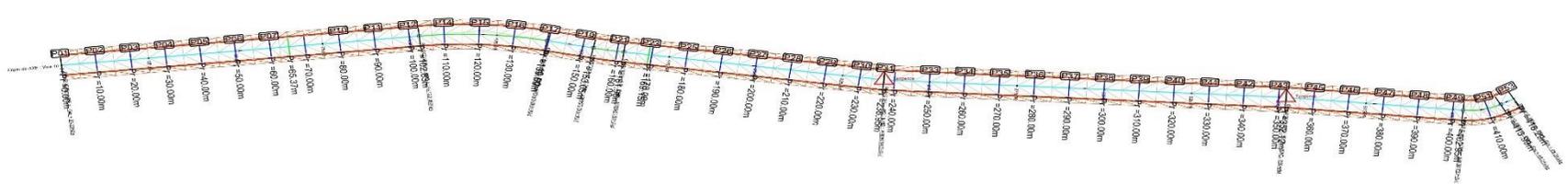
Section :  
Voie 09

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Revêtement : 113 m<sup>2</sup>  
Dépouil : 110 m<sup>2</sup>

AXE : Voie 10

Echelle en X : 1/500  
Echelle en Y : 1/250

PC : 2,00 m

Numéro de profils en travers

Altitudes TN

Altitudes Projet - TN

Ecartés Projet - TN

Distances partielles

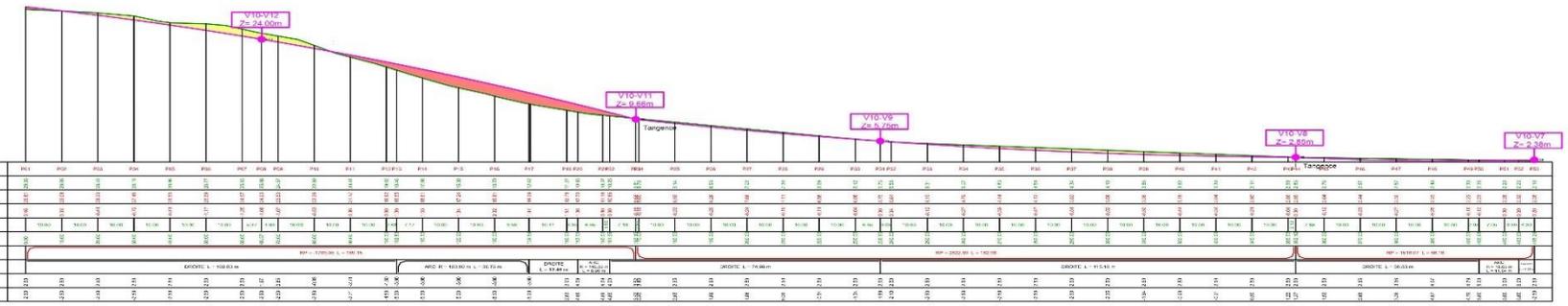
Distances cumulées

Pentes et rampes

Alignements droits et courbes

Dévers Gauche

Dévers Droit



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

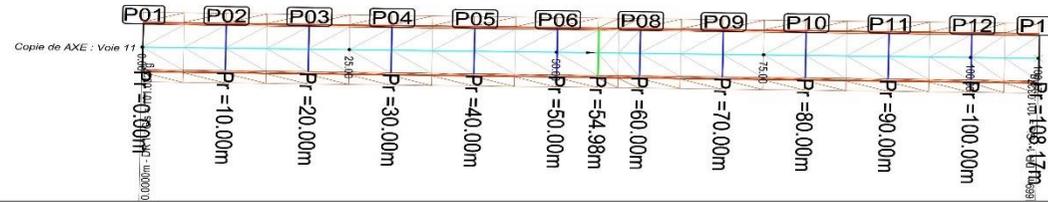
Section :  
Voie 10

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000

Le partenaire fiable et efficace à votre service !

Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.

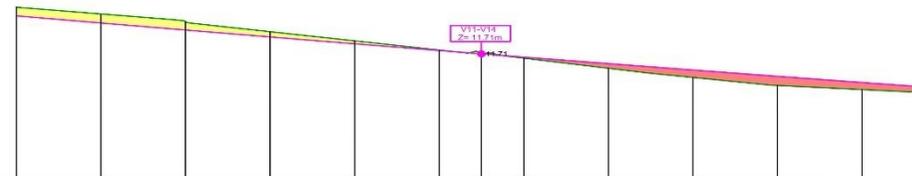


AXE : Voie 11

Echelle en X : 1/500

Echelle en Y : 1/200

PC : 4.00 m



Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13
Altitudes TN	14.55	14.14	13.67	13.06	12.50	11.94	11.71	11.44	10.83	10.27	9.79	9.54	9.81
Altitudes Projet	14.02	13.59	13.16	12.74	12.32	11.91	11.71	11.51	11.11	10.72	10.34	9.96	9.66
Ecart Project - TN	-0.52	-0.55	-0.51	-0.32	-0.18	-0.03	-0.00	0.07	0.28	0.45	0.55	0.43	-0.15
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	4.98	5.02	10.00	10.00	10.00	10.00	8.17
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	54.98	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	108.17
Pentes et rampes	RP = 15480.72 L = 108.17												
Alignements droits et courbes	DROITE L = 108.17 m												
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dévers Droit	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

Section :  
Voie 11

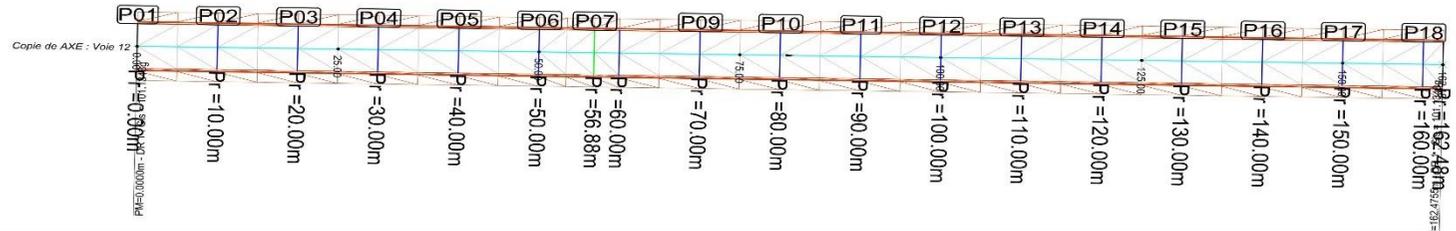
Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Le partenaire fiable et efficace à votre service !

Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



AXE : Voie 12

Echelle en X : 1/500

Echelle en Y : 1/240

PC : 10.00 m

Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19
Altitudes TN	22.20	22.46	22.74	23.06	23.43	23.72	23.89	23.95	24.26	24.61	24.97	24.97	25.06	25.35	25.57	24.79	24.42	24.50	24.06
Altitudes Projet	21.95	22.22	22.46	22.71	22.93	23.12	23.25	23.30	23.46	23.90	23.73	23.33	23.32	23.63	24.03	24.06	24.07	24.07	24.06
Ecart Proj - TN	-0.25	-0.25	-0.27	-0.36	-0.50	-0.60	-0.64	-0.65	-0.79	-1.00	-1.15	-1.14	-1.17	-1.11	-1.14	-0.72	-0.35	-0.44	-0.00
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	6.88	3.12	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	2.48
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	56.88	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	130.00	140.00	150.00	160.00	162.48
Pentes et rampes	RP = -5387.05 L = 162.48																		
Alignements droits et courbes	DROITE L = 162.48 m																		
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dévers Droit	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50	-2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

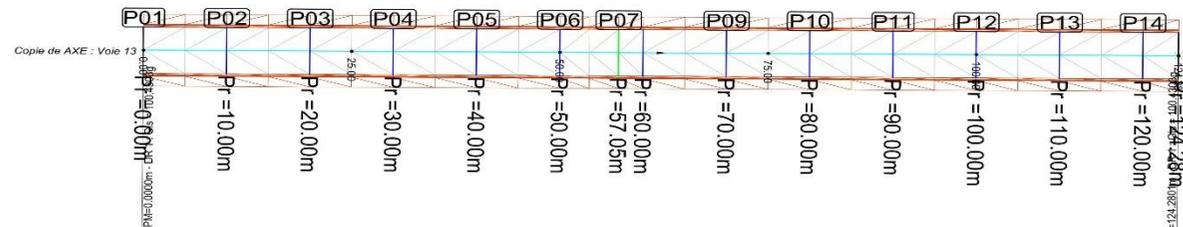
Section :  
Voie 12

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Remblai : 78 m<sup>2</sup>  
Déblai : 1 m<sup>2</sup>

AXE : Voie 13

Echelle en X : 1/400

Echelle en Y : 1/185

PC : 13.00 m

Numéro de profils en travers	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15
Altitudes TN	25.50	25.50	26.32	26.65	26.76	27.15	27.22	27.19	27.65	28.22	28.74	28.37	28.27	28.25	28.35
Altitudes Projet	25.18	25.82	26.14	26.55	27.45	27.90	28.18	28.31	28.87	29.88	29.25	29.47	29.84	29.82	29.82
Ecart Proj - TN	-0.32	0.32	-0.18	-0.10	0.69	0.75	1.17	1.11	1.22	1.66	0.51	1.10	1.57	1.57	1.47
Distances partielles		10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	7.05	2.05	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	4.28
Distances cumulées	0.00	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00	57.05	60.00	70.00	80.00	90.00	100.00	110.00	120.00	124.28
Pentes et rampes	RP = -2164.65 L = 124.28														
Alignements droits et courbes	DROITE L = 124.28 m														
Dévers Gauche	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Dévers Droit	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
GOUHE Marc

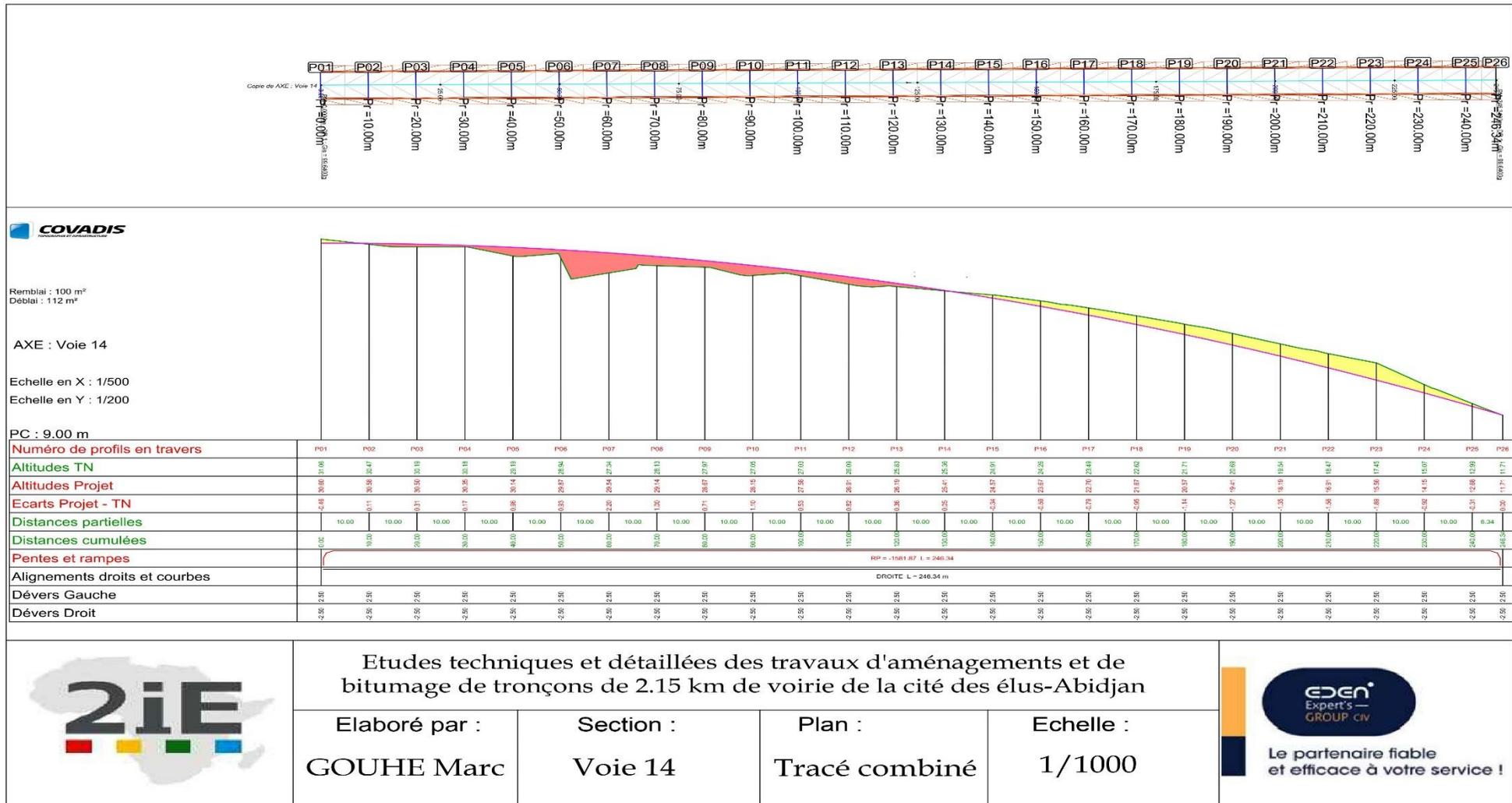
Section :  
Voie 13

Plan :  
Tracé combiné

Echelle :  
1/1000



Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par : **GOUHE Marc**

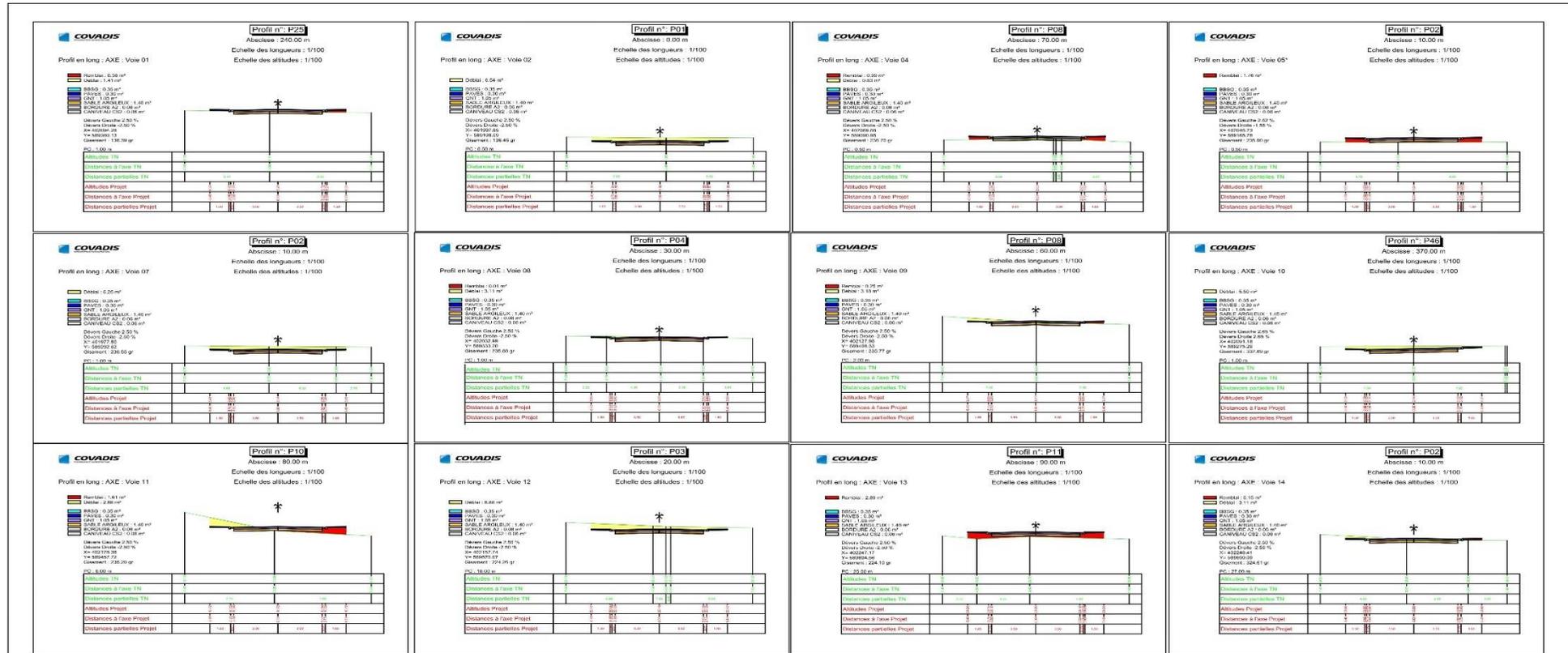
Section : **Voie 14**

Plan : **Tracé combiné**

Echelle : **1/1000**



# Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



## Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan

Elaboré par :  
**GOUHE Marc**

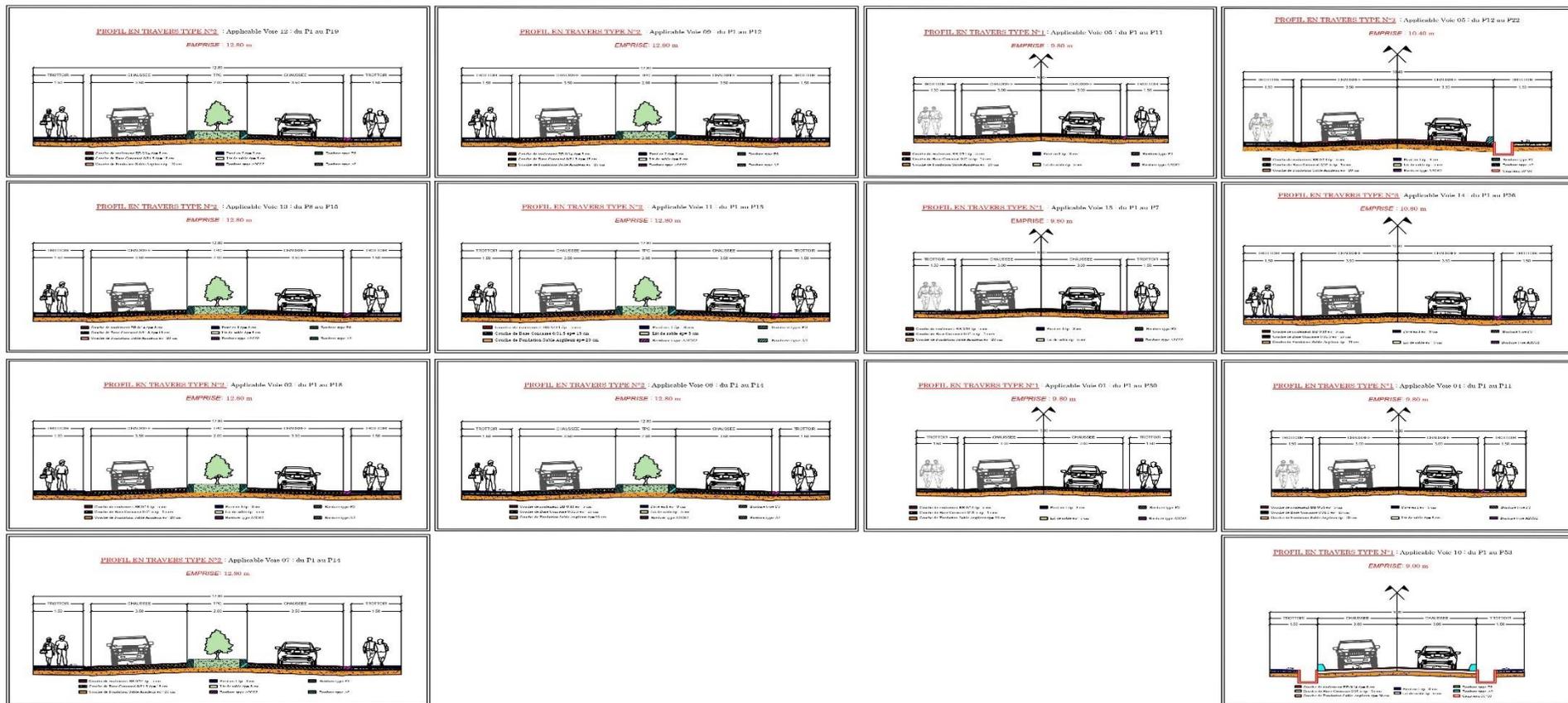
Section :  
**Voie 01-14**

Plan :  
**Profils en travers courant**

Echelle :  
**1/1000**



# Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.



## Etudes techniques et détaillées des travaux d'aménagements et de bitumage de tronçons de 2.15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan



Elaboré par :  
**GOUHE Marc**

Section :  
**Voie 01-14**

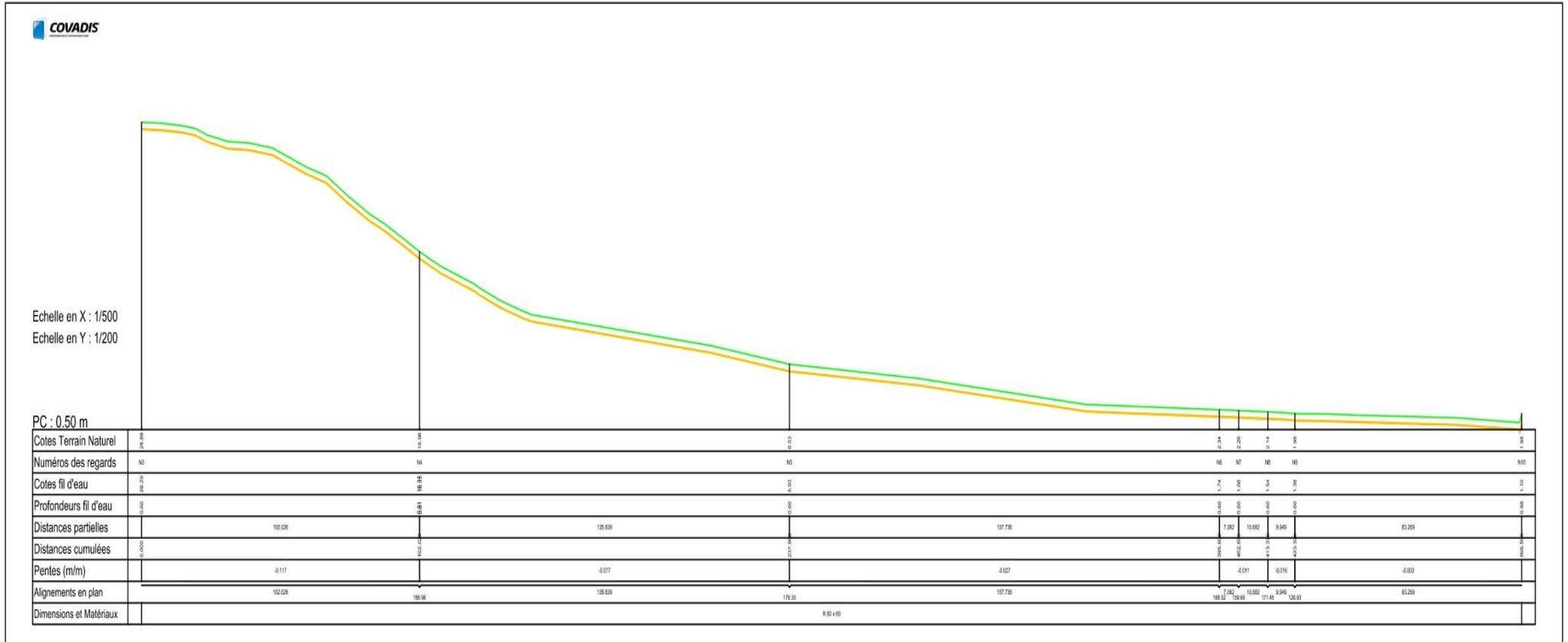
Plan :  
**Profils en travers type**

Echelle:  
**1/1000**

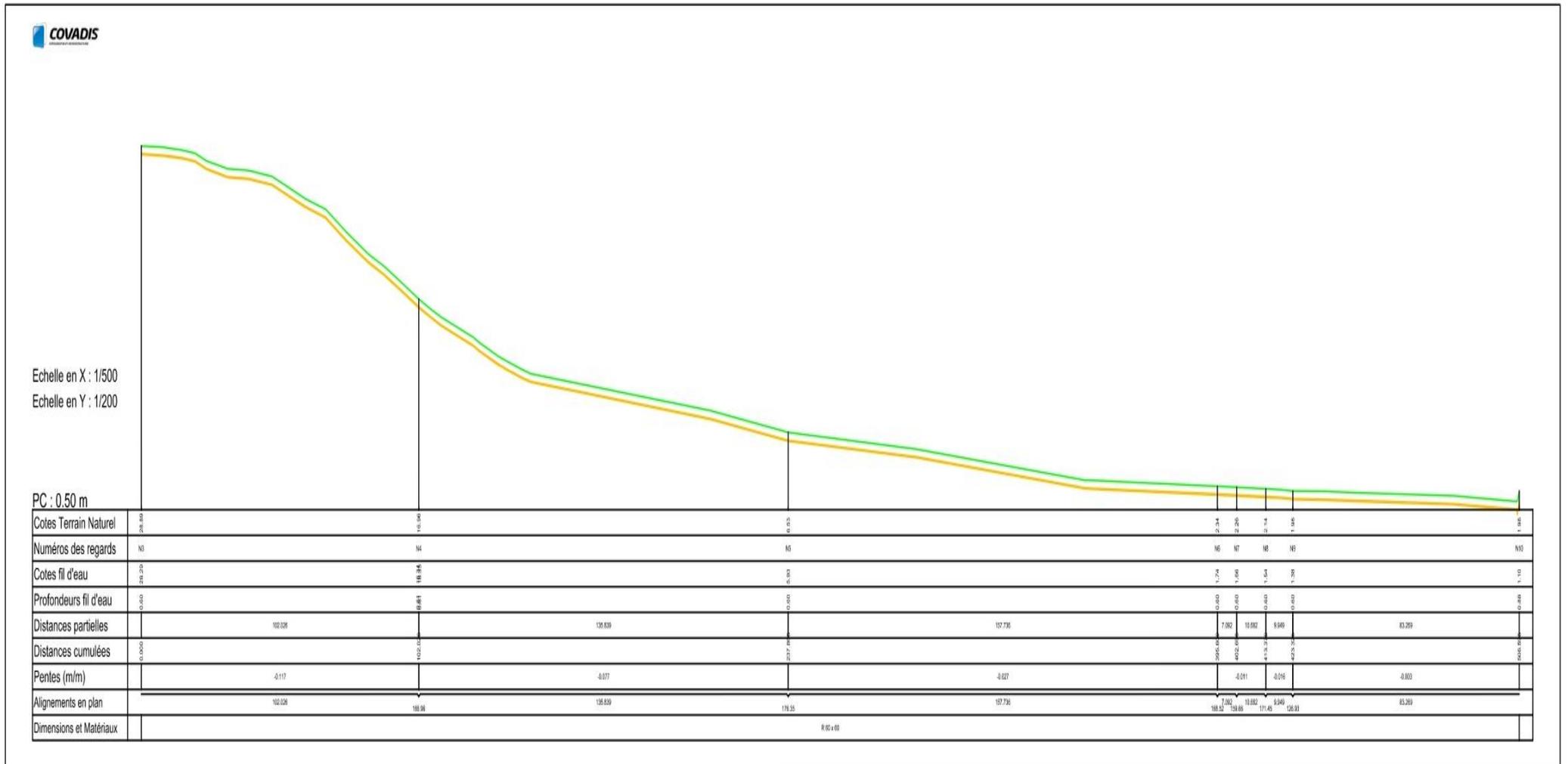




## Calage de caniveaux



Études techniques détaillées des travaux d'aménagement et de bitumage de tronçons de 2,15 km de voirie de la cité des élus-Abidjan.





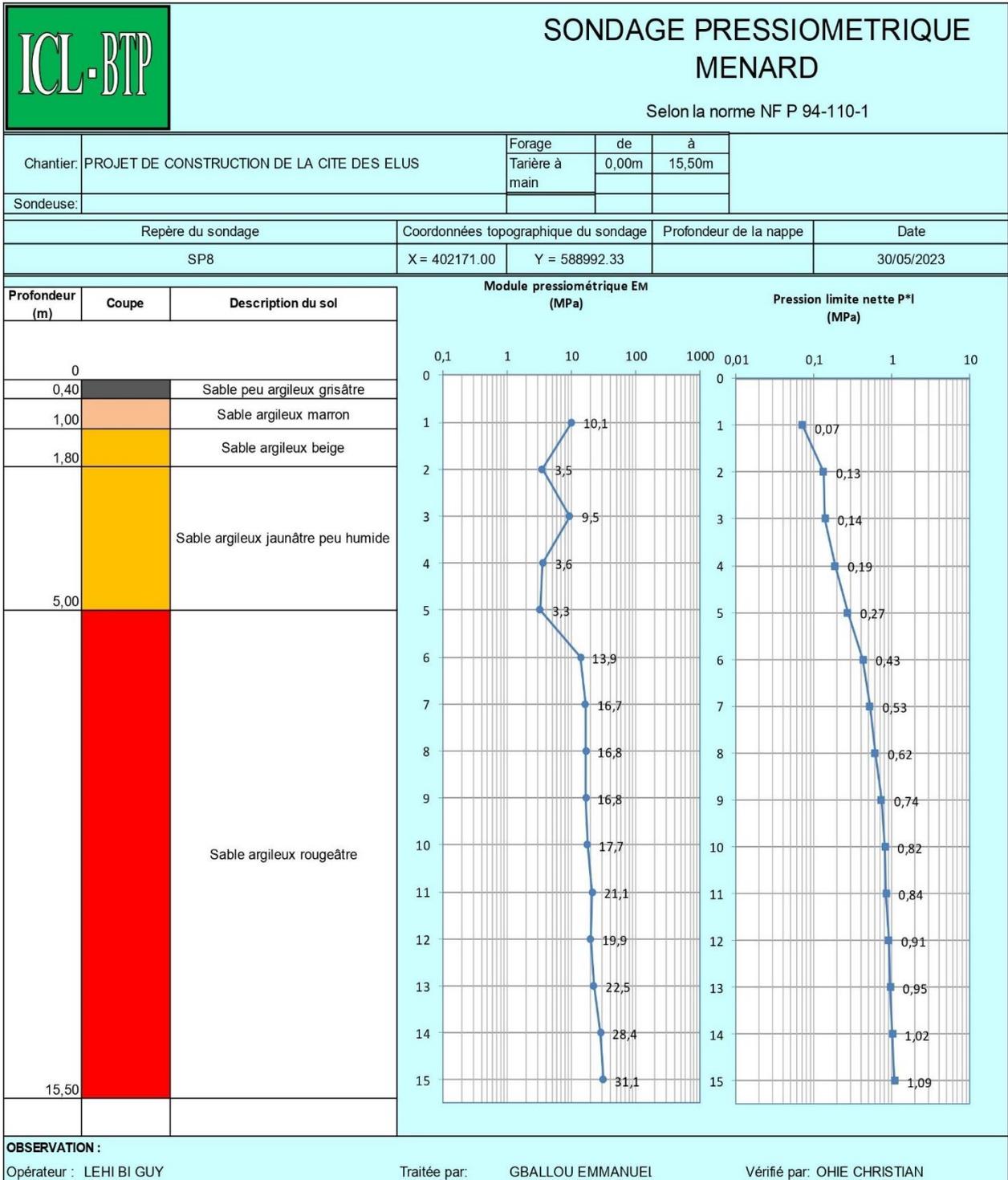
Echelle en X : 1/500

Echelle en Y : 1/200

PC : 0.50 m

Cotes Terrain Naturel	1.38	1.28
Numéros des regards	N1	N2
Cotes fil d'eau	0.78	0.68
Profondeurs fil d'eau	0.60	0.60
Distances partielles		22.704
Distances cumulées	0.000	22.704
Pentes (m/m)		-0.004
Alignements en plan	22.704	
Dimensions et Matériaux	R 60 x 60	

**ANNEXE 2 : Étude géotechnique**





*Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics*

**INGÉNIERIES CONSEILS**

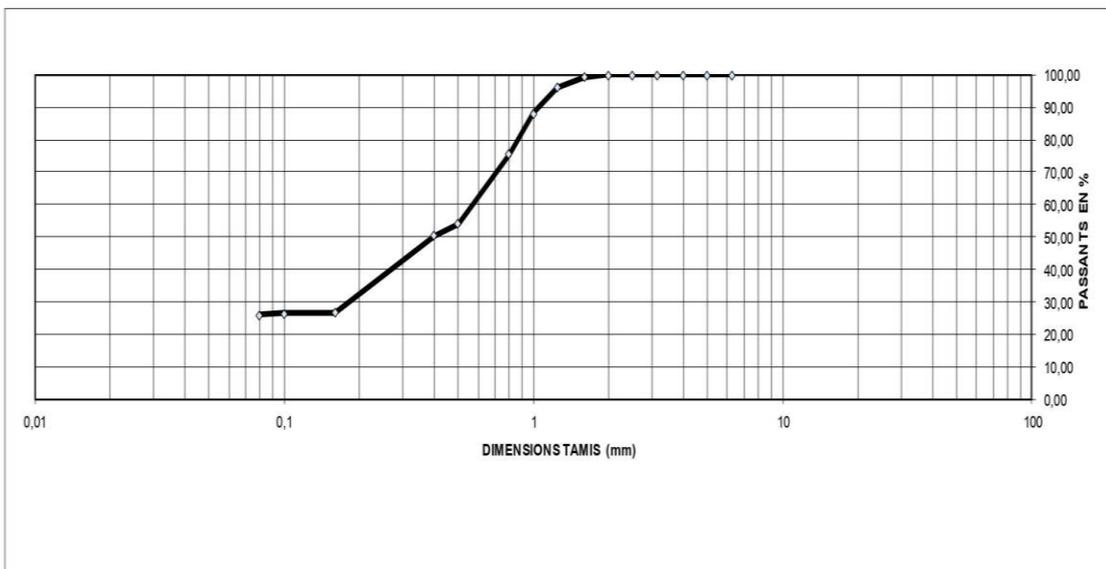
(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)  
*Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Délai.*

**PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX**

Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

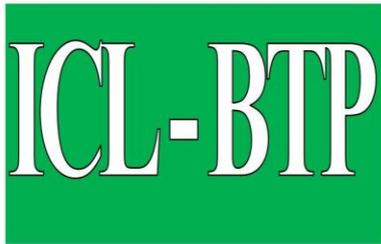
Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 1
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX ROUGEATRE	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
15	26	44	25	19



\*



Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics

**INGÉNIERIES CONSEILS**

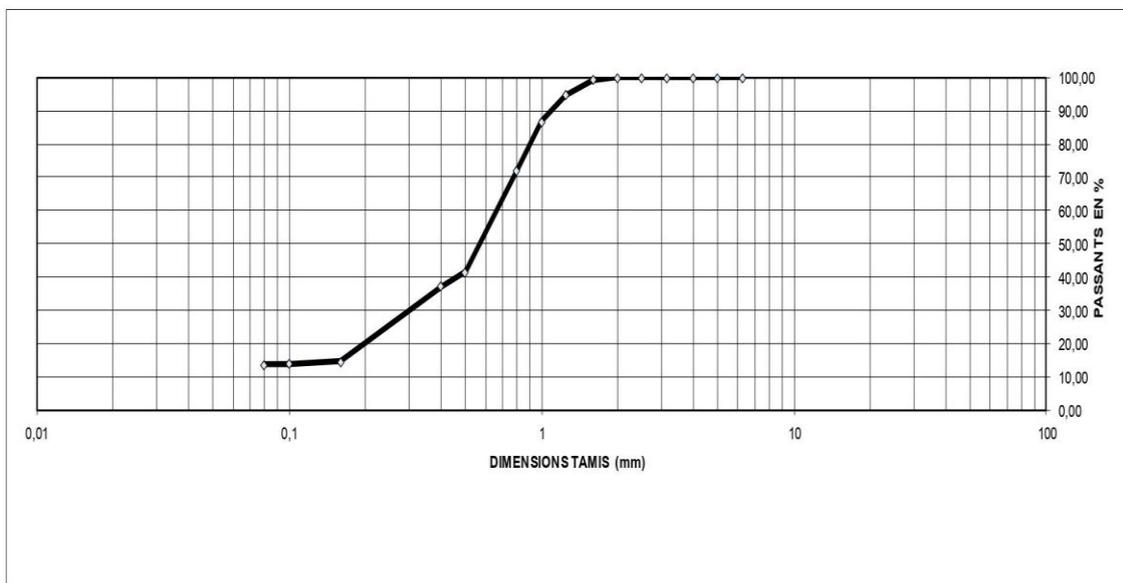
(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)  
Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Délaï.

**PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX**

Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 3
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX MARRON	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
15	14	39	19	20



Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics

### INGÉNIERIES CONSEILS

(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)

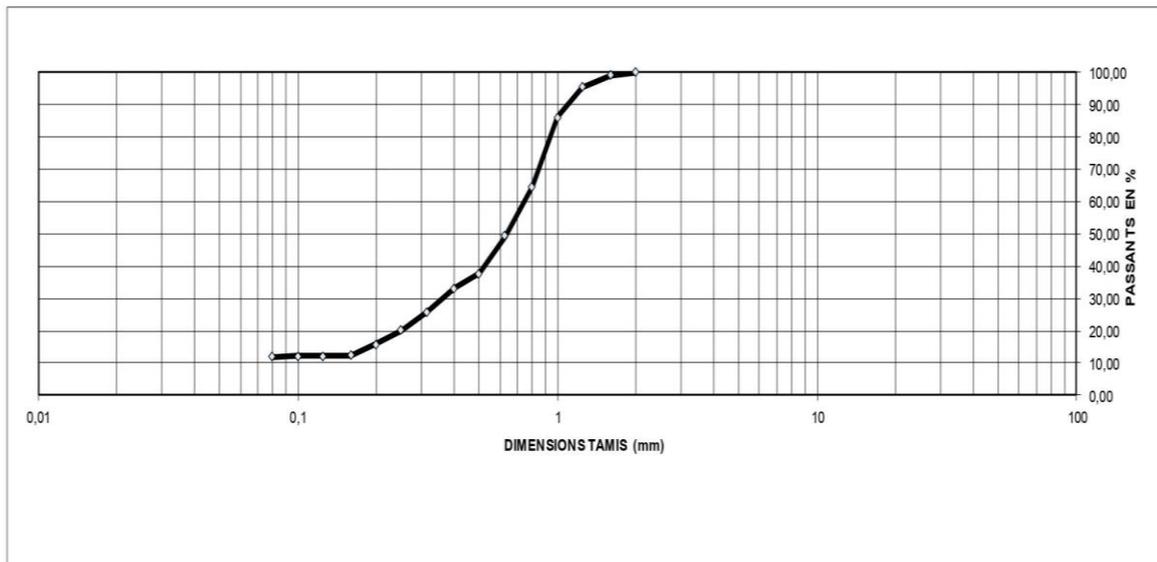
Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Délai.

## PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX

Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 4
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX NOIRATRE	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
14	12	42	21	21



Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics

### INGÉNIERIES CONSEILS

(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)

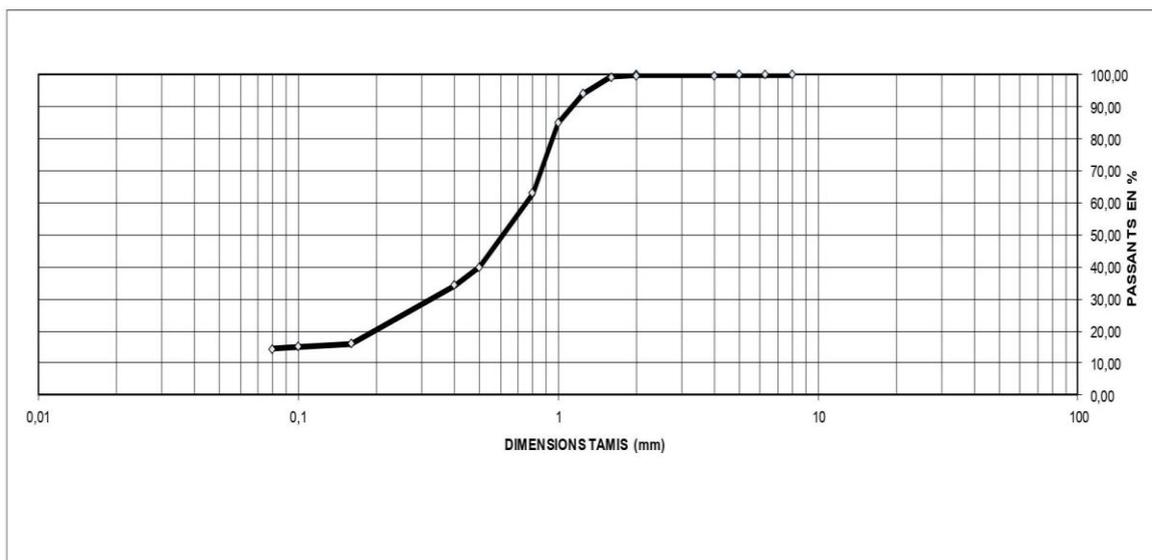
Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Déla.

## PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX

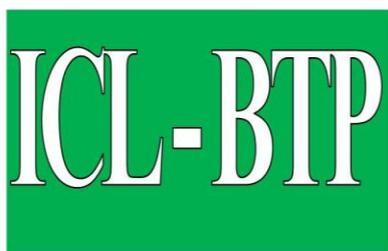
Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 5
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX GRISATRE	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
14	14	36	15	21



Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics

### INGÉNERIES CONSEILS

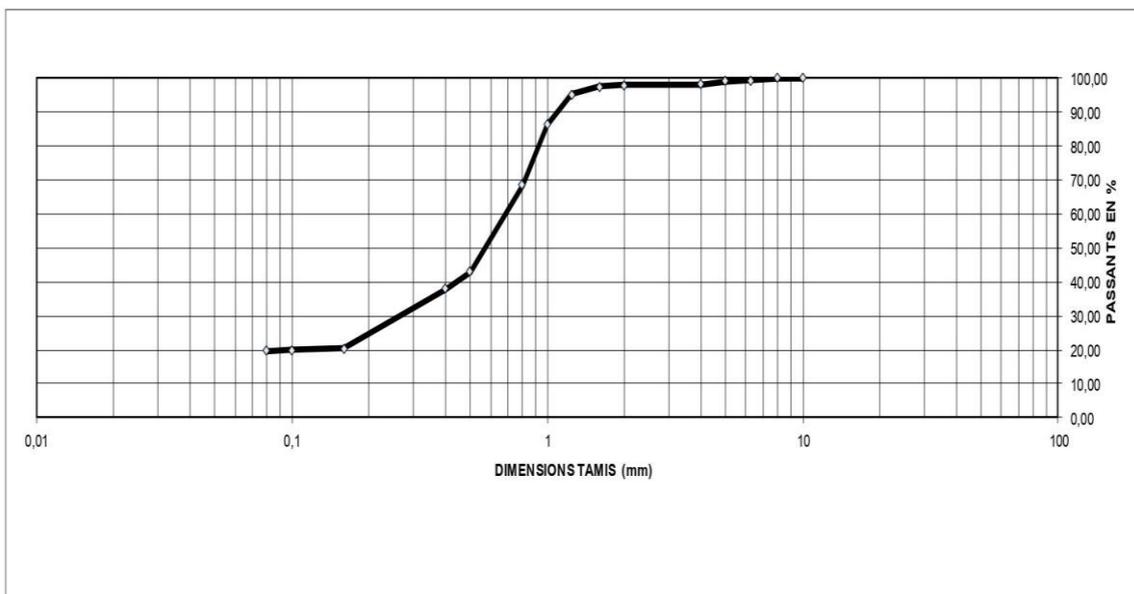
(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)  
Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Délai.

## PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX

Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 6
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX BEIGE	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
13	20	44	23	21



Ingénierie - Conseil - Laboratoire  
Bâtiment et Travaux Publics

### INGÉNIERIES CONSEILS

(Bâtiments - Routes - Electricité et hydro-Agricole - Recherches Minières)  
LABORATOIRES, ETUDES ET TRAVAUX PUBLICS  
IMPRIMERIE - TIRAGES DE PLANS - MAINTENANCE  
ET FOURNITURES DE BUREAU  
ETUDE - ASSISTANCE - REALISATION  
(Prestations de services et divers)

Une équipe d'experts qui associe Travail-Qualité-Délai.

## PROCES-VERBAL D'ESSAIS D'IDENTIFICATION DE MATERIAUX

Analyse granulométrique - Limites d'ATTERBERG-Teneur en eau

Effectués conformément aux normes NF EN ISO 17892-4 - NF EN ISO 17892-12-NF P94-049-1

Client :	EDEN EXPERT GROUP	Localisation :	Puits 8
Chantier :	PROJET DE CONSTRUCTION DE LA CITE DES ELUS		ICL-BTP
N° Dossier :	A 3149 FOND - SR - B	Profondeur :	1,00 m
Echantillon :	SABLE ARGILEUX BEIGE	Date des essais :	30/05/2023



TENEUR EN EAU (%)	TENEUR EN FINE (%)	LIMITES D'ATTERBERG		
		LL	LP	IP
14	26	44	20	24



**ANNEXE 3 : Dimensionnement de la structure de chaussée**

données de trafic :

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

données déduites :

accroisst arith. = 6,88%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

données sur le matériau :

Sigma6 = 0,400 MPa  
pente inverse 1/b = -11,00  
écart type Sh = 0,025 m  
écart type SN = 0,800  
risque = 15,0%  
coefficient Kr = 0,8100  
coefficient 1/Kd = 1,0000  
coefficient 1/Ks = 1/1,2  
coefficient Kc = 1,5

SigmaT admissible = 0,523 MPa

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafic faible)

données de trafic :

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

données déduites :

accroisst arith. = 6,88%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

données sur le matériau :

coefficient A = 16000  
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 1389,4 µdéf

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafic faible)

données de trafic :

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

données déduites :

accroisst arith. = 6,88%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

données sur le matériau :

coefficient A = 16000  
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 1389,4 µdéf

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées  
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra**

**Signalement du calcul :**

- données Structure : saisie écran, sans nom  
- titre de l'étude : 5BB+15GNT0/31.5+20Sa

- données Chargement :  
- jumelage standard de 65 kN  
- pression verticale : 0,6620 MPa  
- rayon de contact : 0,1250 m  
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en µdéf ; déflexions en mm/100

**Tableau 1 (synthèse) :  
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et  
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,050 m	0,000m	-124,6	0,073	-153,2	0,658
E= 3000,0 MPa					
nu= 0,400	0,050m	-232,3	-0,771	368,4	0,516
----- <i>collé (z=0,050m)</i> -----					
h= 0,150 m	0,050m	-232,3	0,049	1036,3	0,516
E= 400,0 MPa					
nu= 0,350	0,200m	-437,9	-0,159	629,1	0,156
----- <i>collé (z=0,200m)</i> -----					
h= 0,200 m	0,200m	-437,9	-0,042	871,8	0,156
E= 200,0 MPa					
nu= 0,350	0,400m	-475,9	-0,107	587,5	0,051
----- <i>collé (z=0,400m)</i> -----					
h infini	0,400m	-475,9	-0,006	1061,5	0,051
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =96,9 mm/100 ( entre-jumelage )  
Rayon de courbure =92,0 m ( entre-jumelage )

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - bbsg  
données de trafic :

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

données déduites :

accroisst arith. = 6,88%  
trafic cumulé équivalent NE :  
coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 µdéf  
pente inverse 1/b = -5,00  
TétaEq = 30 °C  
module E(10°C) = 9310 MPa  
module E(TétaEq) = 3000 MPa  
Ep. bitumineuse struct. = 0,010 m  
écart type Sh = 0,010 m  
écart type SN = 0,250  
risque = 15,0%  
coefficient Kr = 0,8790  
coefficient Ks = 1/1,2  
coefficient Kc = 1,1

EpsilonT admissible = 248,9 µdéf

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (gnt sous chaussées bb/gb)

**données de trafic :**

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

**données déduites :**

accroisst arith. = 6,88%

**trafic cumulé équivalent NE :**

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

**données sur le matériau :**

coefficient A = 12000  
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 1042,0  $\mu$ déf

**Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafic faible)**

**données de trafic :**

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

**données déduites :**

accroisst arith. = 6,88%

**trafic cumulé équivalent NE :**

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

**données sur le matériau :**

coefficient A = 16000  
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 1389,4  $\mu$ déf

**Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafic faible)**

**données de trafic :**

MJA = 5 pl/j/sens/voie  
accroisst géom. = 5,00%  
période de calcul = 20,0 années  
trafic cumulé NPL = 60 345 PL

**données déduites :**

accroisst arith. = 6,88%

**trafic cumulé équivalent NE :**

coefficient CAM = 1,00  
trafic cumulé NE = 60 345 essieux standard

**données sur le matériau :**

coefficient A = 16000  
exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 1389,4  $\mu$ déf

**ANNEXE 4 : Étude hydraulique**

Tableau annexe : Pluviométrie mensuelle d'Abidjan de 2013 à 2022

STATION	AN	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCT.	NOV.	DEC	Total de PM
<b>ABIDJAN AÉRO</b>	2013	0	1,5	55,8	41,4	222,2	287	111,7	10,3	81,5	43	294	126,5	1274,9
	2014	13,5	31	60	286	154,3	653,5	288,5	15,1	88,6	70,9	219,3	51,2	1931,9
	2015	21,9	61	120,2	108,5	240,1	726,6	93	25,9	9,7	491,2	261,6	11,8	2171,5
	2016	29,8	23,6	185,3	17	229,1	325,4	20,2	40,5	98,5	110	238,5	93,2	1411,1
	2017	62,1	40,9	32,2	131,4	226,7	408,3	33,4	111,5	14,5	489,3	235,2	64,7	1850,2
	2018	8,8	32,8	86,8	70,2	286,9	371,8	190,4	50,6	35	198,1	154,3	38,8	1524,5
	2019	40,6	33,2	71	224,4	203,4	139,2	45,4	20,5	146,4	342,4	140,4	83,2	1490,1
	2020	4,2	0,6	81,9	56,9	177,6	702,8	81,9	0,4	45,2	397,2	231,2	58,9	1838,8
	2021	28,7	70,2	28,8	98,9	58,9	379,2	82	84,1	87,4	250	191	95,2	1454,4
	2022	27,6	14,4	61,6	216,3	382,1	663,2	165,9	66,4	77,4	127,7	201,9	91,4	2095,9

Tableau annexe : Humidité relative moyenne mensuelle d'Abidjan de 2013 à 2022

STATION	An	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU.	SEPT	OCT.	NOV.	DEC	Total de Expr1
<b>ABIDJAN AÉRO</b>	2013	76,00	79,00	81,00	80,00	83,00	84,00	86,00	86,00	87,00	84,00	84,00	78,00	82,00
	2014	82,00	81,00	81,00	80,00	83,00	85,00	86,00	87,00	86,00	84,00	83,00	79,00	83,00
	2015	73,00	81,00	80,00	78,00	82,00	84,00	86,00	87,00	86,00	84,00	81,00	72,00	81,00
	2016	72,00	79,00	82,00	78,00	82,00	81,00	85,00	87,00	83,00	84,00	82,00	80,00	81,00
	2017	79,00	80,00	79,00	74,00	80,00	85,00	84,00	84,00	81,00	84,00	78,00	77,00	80,00
	2018	77,00	79,00	74,00	75,00	81,00	80,00	84,00	81,00	80,00	80,00	77,00	78,00	79,00
	2019	75,00	70,00	76,00	75,00	80,00	84,00	87,00	86,00	87,00	86,00	82,00	81,00	81,00
	2020	75,00	77,00	82,00	81,00	81,00	87,00	86,00	83,00	86,00	85,00	85,00	84,00	83,00
	2021	84,00	84,00	83,00	83,00	83,00	86,00	86,00	88,00	89,00	87,00	86,00	83,00	85,00
	2022	80,00	84,00	84,00	85,00	86,00	87,00	86,00	89,00	92,00	88,00	88,00	85,00	86,00

 **Caniveaux**

$$Q_c = K_s * S * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Caniveau de débit  $0,74\text{m}^3/\text{s}$

**Données (BV1):**

$I = 0,077$ ;  $K_S = 67$  et  $Q_{\text{éq}} = 0,74\text{m}^3/\text{s}$ .

Prenons la largeur  $b = 0,6\text{m}$  et  $h = 0,6\text{m}$

$$Q_c = 67 \times (0,6 \times 0,6) \times \frac{(0,6 \times 0,6)^{\frac{2}{3}}}{(0,6 + 2 * 0,6)^{2/3}} \times \sqrt{0,077}$$

$$Q_c = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

**$Q_c > Q_{\text{éq}}$  (Conditions vérifiées)**

Nous choisissons une section de  $0,6*0,6\text{m}^2$

 **Caniveau de  $0,91 \text{ m}^3/\text{s}$**

Données (BV2) :

$I = 0,077$  ;  $K_S = 67$  et  $Q_{\text{éq}} = 0,91\text{m}^3/\text{s}$ .

Prenons la largeur  $b = 0,6\text{m}$  et  $h = 0,6\text{m}$

$$Q_c = 67 \times (0,6 \times 0,6) \times \frac{(0,6 \times 0,6)^{\frac{2}{3}}}{(0,6 + 2 * 0,6)^{2/3}} \times \sqrt{0,077}$$

$$Q_c = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

**$Q_c > Q_{\text{éq}}$  (Conditions vérifiées)**

Nous choisissons une section de  $0,6*0,6\text{m}^2$

**ANNEXE 5 : Dimensionnement structural de dalot et caniveaux**

**Dalot :**

De manière générale les études sont faites par bande de 1 m de dalot ( $b=1\text{m}$ )

Pour le calcul de sollicitations dans les éléments de structure du cadre simple, de différents cas de charges ont été considérés : sous actions permanentes d'une part et sous surcharge d'exploitation d'autre part. Pour chaque cas de charge, les moments fléchissant  $M$  aux appuis A, B, C et D les moments en mi-travée dans la travée AB (piédroit gauche) ; BC (tablier) ; CD (piédroit droit) et AD (radier) ; et les efforts normaux dans ces mêmes éléments désignés respectivement par  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $N_4$  et  $N_1$  ont été calculés sur la base de calcul en cadre simple à partir de la formule provenant de l'ouvrage de KLEINLOGEL.

Le cas de calcul présent ne prend en compte que le dimensionnement d'un dalot dont les caractéristiques géométriques sont les suivantes :

Largeur nette de passage de l'eau :  $L=1\text{m}$  Hauteur nette de l'ouverture :  $H=1\text{m}$

Épaisseur de tous les éléments uniformes  $e_1 = e_2 = 0,2\text{m}$

À cela il faut aussi ajouter les données suivantes :

Largeur roulable : 7 m ; nombre de voies : 2. Ce qui classe l'ouvrage en première classe

Les autres dalots ont été aussi dimensionnés selon le même principe à la seule différence où seulement les caractéristiques géométriques vont changer notamment sur la base et la hauteur.

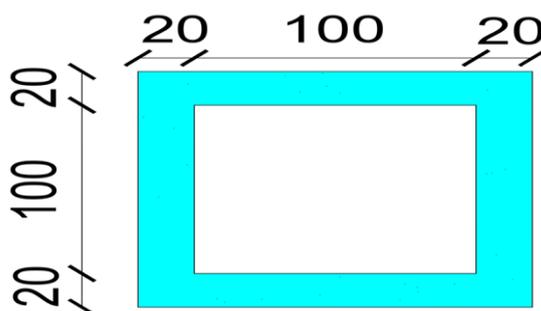


Figure 19 : dalot type

## Évaluation des charges Charges permanentes

### ❖ Tablier

La charge permanente appliquée au tablier est d'abord son poids propre augmenté du poids de la couche de roulement qui passe au-dessus ce qui donne un total de :  $g_1 = 6,2 \text{ kN/ml}$

**Radier :  $g_2 = 23,2 \text{ kN/ml}$**

Poids propre des piédroits :

$$Pp = \gamma \times e \times h \quad (13)$$

$$AN : Pp = 25 \times 0,2 \times 1,2 = 6 \text{ kN/ml}$$

Réaction du sol :

$$RS = \frac{2P}{l} \quad (14)$$

$$AN : RS = \frac{2 \times 6}{1,2} = 10 \text{ kN/ml}$$

### ❖ Surcharges routières

- Surcharge générée par le sous-système BC et Bt ;
- Charge générée par les remblais d'accès est  $10 \text{ kN/m}^2$  .
- Le calcul des sollicitations s'est fait sur la base de calcul en cadre simple avec des formules provenant de l'ouvrage, cette méthode est dite de KLEINLOGEL. Le schéma statique qui a permis de calculer les sollicitations est montré sur la figure ci-dessous :

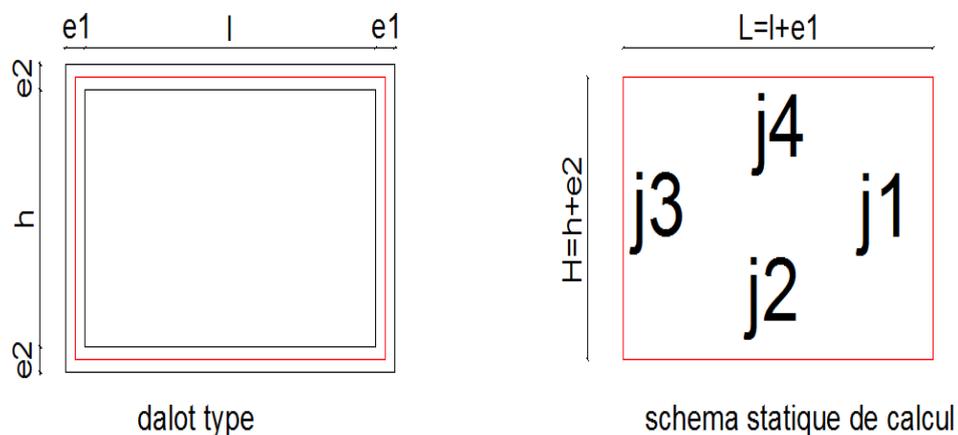


Figure 20 : schéma statique du dalot amorce

À partir du schéma statique, on a les grandeurs suivantes :

$$l = L + e2 \quad (15)$$

$$AN: l = 1 + 0,2 = 1,2 \quad l = 1,2m$$

$$h = H + e1 \quad (16)$$

$$AN: h = 1 + 0,2 = 1,2 \quad h = 1,2m$$

Calcul des moments d'inertie de chaque élément ( $J_i$ )

$$JAD = JAB = JBC = JCD = \frac{be_1^3}{12} \quad (17)$$

$$AN: JAD = JAB = JBC = JCD = \frac{1 \times 0,2^3}{12} = 6,67 \times 10^{-4} m^4$$

$$Ji = \frac{bi * Ei^3}{12} \quad (18)$$

Avec :

- $b_i$  : 1,00m : inertie de l'élément  $i$  ;
- $E_i$  : épaisseur de l'élément  $i$  ;
- $h$  : hauteur entre fibres moyennes ;
- $l$  : longueur entre fibres moyenne.

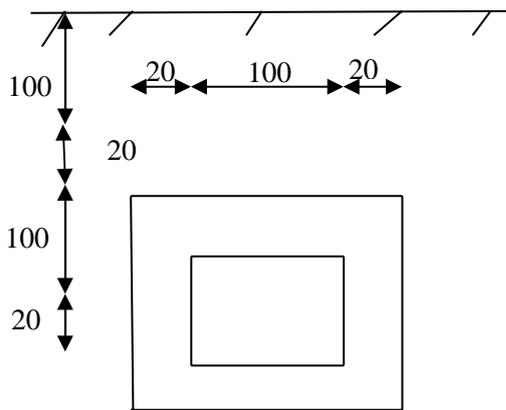
#### Définition des constances

$k1 = \frac{J3}{J1}$	$K1 = 2k2 + 3$
$k2 = \frac{J3}{J2} * \frac{h}{l}$	$K2 = 3 * k1 + 2 * k2$
$K3 = 3 * k2 + 1 - \frac{k1}{5}$	$K4 = \frac{6 * k1}{5} + 3 * k2$
$F1 = K1 * K2 - k2$	$F2 = 1 + k1 + 6 * k2$ Conventions

- Les moments fléchissants sont positifs quand ils provoquent de la traction

dans la partie interne du cadre.

- N1 = effort normal dans le radier
- N2 = effort normal dans le piedroit de gauche
- N2b = effort normal dans le piedroit de droite
- N3 = effort dans le tablier
- Si  $N > 0$ , c'est un effort normal de compression
- Si  $N < 0$ , c'est un effort normal de traction Dalot 1x1,00x1,00



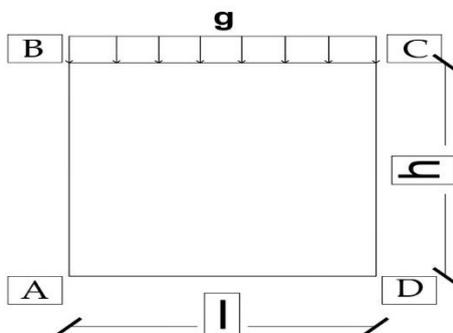
h(m)	1,2
l(m)	1,2
J2=J4 (m <sup>4</sup> )	0,000667
J1=J3 (m <sup>4</sup> )	0,000667

### 2.1. Calcul des constantes

k1=	1	K1=	5	K4=	4,2	K3=	3,8
k2=	1	K2=	5	F1=	24	F2=	8

### Détermination des CHARGES, efforts et sollicitations

#### ❖ Sous actions permanentes au niveau du tablier



Charges permanentes dues au tablier :

- Poids mort du tablier :  $0,2 \times 2,5 \times 1 = 0,5 \text{ t/ml}$
- Poids mort du remblai :  $1 \times 2,00 \times 1 = 2,00 \text{ t/ml}$

Soit au total  $g_1 = 2,50 \text{ t/ml}$ .

a) Détermination des moments aux appuis

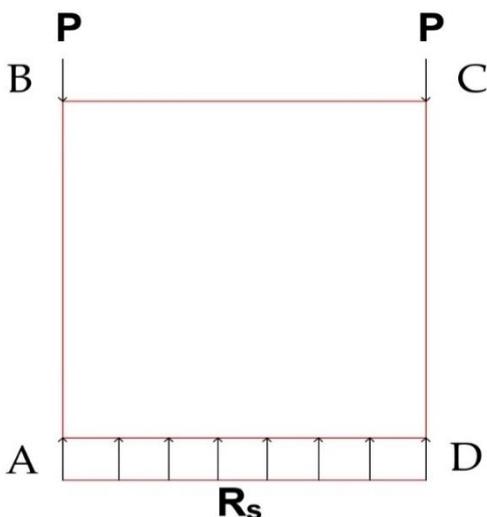
Détermination des efforts normaux

$$\begin{aligned} \text{➤ } N_1 &= \frac{MB - MA}{h} + \frac{MD - MC}{l} = 0 \text{ t} \\ \text{➤ } MA = MD &= -\frac{g_1 \cdot l^2 \cdot (k_1 \cdot K_1 - k_2)}{4 \cdot F_1} = -0,15 \text{ t.m / ml} \\ \text{➤ } MB = MC &= -\frac{g_1 \cdot l^2 \cdot (K_2 - k_1 \cdot k_2)}{4 \cdot F_1} = -0,15 \text{ t.m / ml} \end{aligned}$$

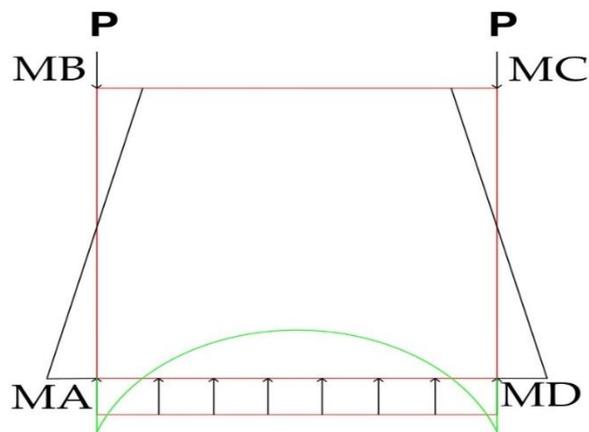
b) Détermination des moments à mi-portée

$$\begin{aligned} \text{➤ } M(B-C)(\text{tablier}) &= \frac{g_1 \cdot l^2}{8} + \frac{MB + MC}{2} = 0,30 \text{ t.m / ml} \\ \text{➤ } M(A-D)(\text{radier}) &= \frac{g_1 \cdot l^2}{8} + \frac{MA + MD}{2} = 0,30 \text{ t.m / ml} \\ \text{➤ } M(A-B)(\text{piédroit gauche}) &= \frac{MA + MB}{2} = -0,15 \text{ t.m / ml} \\ \text{➤ } M(C-D)(\text{piédroit droit}) &= \frac{MC + MD}{2} = -0,15 \text{ t.m / ml} \end{aligned}$$

c) Sous poids mort des piédroits



d) Moments aux appuis



$$\text{➤ } MA = MD = -\frac{P \cdot l \cdot k1 \cdot K1}{2 \cdot F1} = -\frac{0,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 5}{2 \cdot 24} = -0,075 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } MC = MB = \frac{P \cdot l \cdot k1 \cdot k2}{2 \cdot F1} = -\frac{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 24} = -0,015 \text{ t.m/ml}$$

e) Efforts normaux

$$\text{➤ } N1 = -N3 = \frac{3 \cdot P \cdot l \cdot k1 \cdot (1+k2)}{2 \cdot h \cdot F1} = \frac{3 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (1+1)}{1 \cdot 1,2 \cdot 24} = 0,075 \text{ t}$$

$$\text{➤ } M(\text{B-C})(\text{tablier}) = \frac{MB + MC}{2} = \frac{0,015 + 0,015}{2} = 0,015 \text{ t.m/ml}$$

$$N2 = N2b = P = 0,6 \text{ t}$$

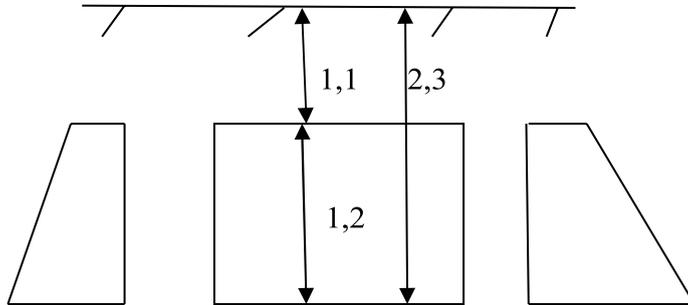
a) Moments à mi-portée

$$\text{➤ } M(\text{A-D})(\text{radier}) = \frac{MB + MC}{2} + \frac{Rs \cdot l^2}{8} = \frac{0,015 + 0,015}{2} + \frac{1 \cdot 1,2^2}{8} = 0,105 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } M(\text{A-B})(\text{piédroit gauche}) = \frac{MA + MB}{2} = \frac{0,015 - 0,075}{2} = -0,030 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } M(\text{C-D})(\text{piédroit droit}) = \frac{MC + MD}{2} = \frac{0,015 - 0,075}{2} = -0,030 \text{ t.m/ml}$$

f) Sous l'action de la poussée des terres

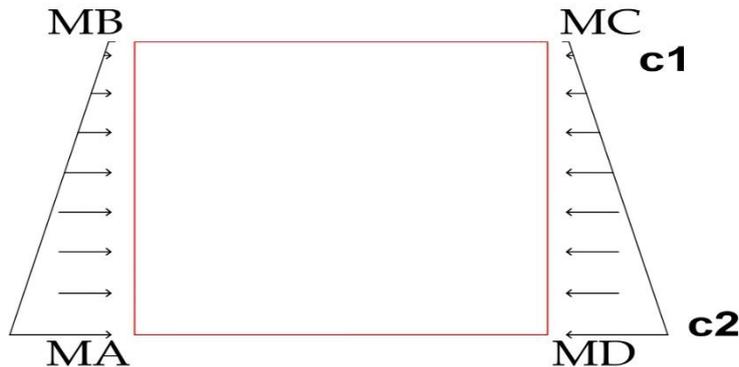


$$\sigma_1 = 0,333 * 2,0 * 1,1 = 0,675t/m^2$$

$$\Delta\sigma = 0,737$$

$$\sigma_2 = 0,307 * 2,00 * 2,3 = 1,412t/m^2$$

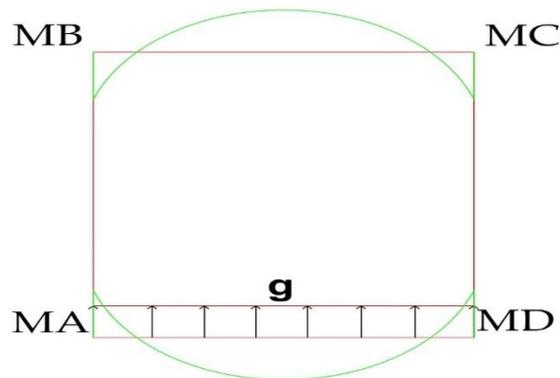
g) Moments aux appuis



$$\text{> } MA=MD = -\frac{k_2 * (k_2 + 3) * \sigma_1 * h^2}{4 * F_1} - \frac{k_2 * (3 * k_2 + 8) * \Delta\sigma * h^2}{20 * F_1} = -0,065 t.m / ml$$

$$\text{> } MB=MC = -\frac{k_2 * (3 * k_1 + k_2) * \sigma_1 * h^2}{4 * F_1} - \frac{k_2 * (7 * k_1 + 2 * k_2) * \Delta\sigma * h^2}{20 * F_1} = -0,06 t.m / ml$$

**h) Moments à mi-portée**

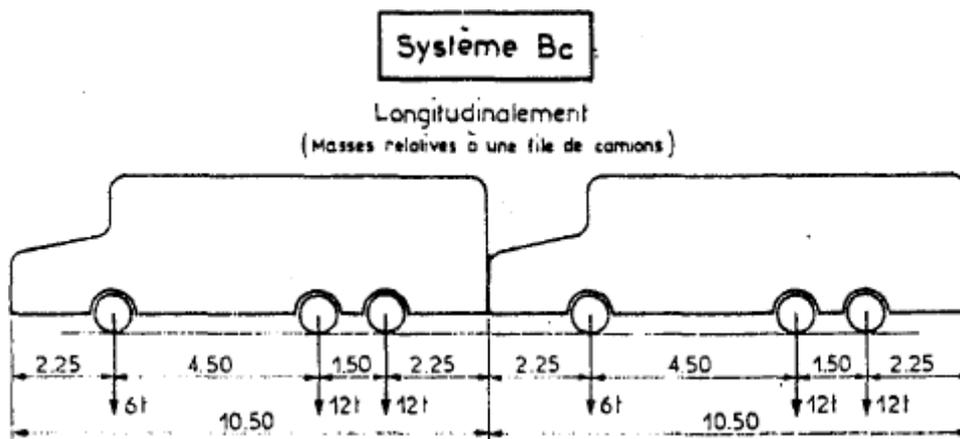


- $M(B-C)(\text{tablier}) = \frac{MB + MC}{2} = -0,06t.m / ml$
- $M(A-D)(\text{radier}) = \frac{MA + MD}{2} = -0,093t.m / ml$
- $M(A-B)(\text{piédroit gauche}) = \frac{MA + MB}{2} + \frac{\Delta\sigma * h^2}{12} + \frac{\sigma_1 * h^2}{8} = 0,147t.m / ml$
- $M(C-D)(\text{piédroit droit}) = 0,147t.m/ml$

**i) Efforts normaux**

- $N_1 = \frac{(\sigma_1 + 2 * \sigma_2) * h}{6} + \frac{MB - MA}{h} + \frac{MD - MA}{l} = 0,704t$
- $N_2 = N_{2b} = 0 t$
- $N_3 = \frac{(2 * \sigma_1 + \sigma_2) * h}{6} + \frac{MA - MB}{h} + \frac{MC - MB}{l} = 0,547t$

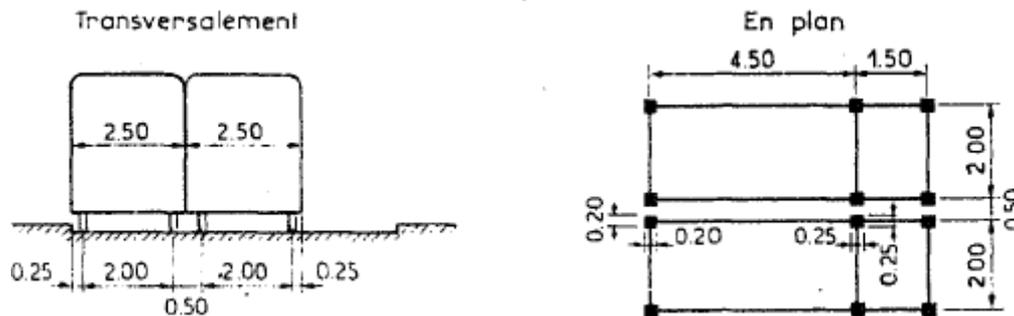
**j) Sous l'action du convoi de camions de types BC de 30t**

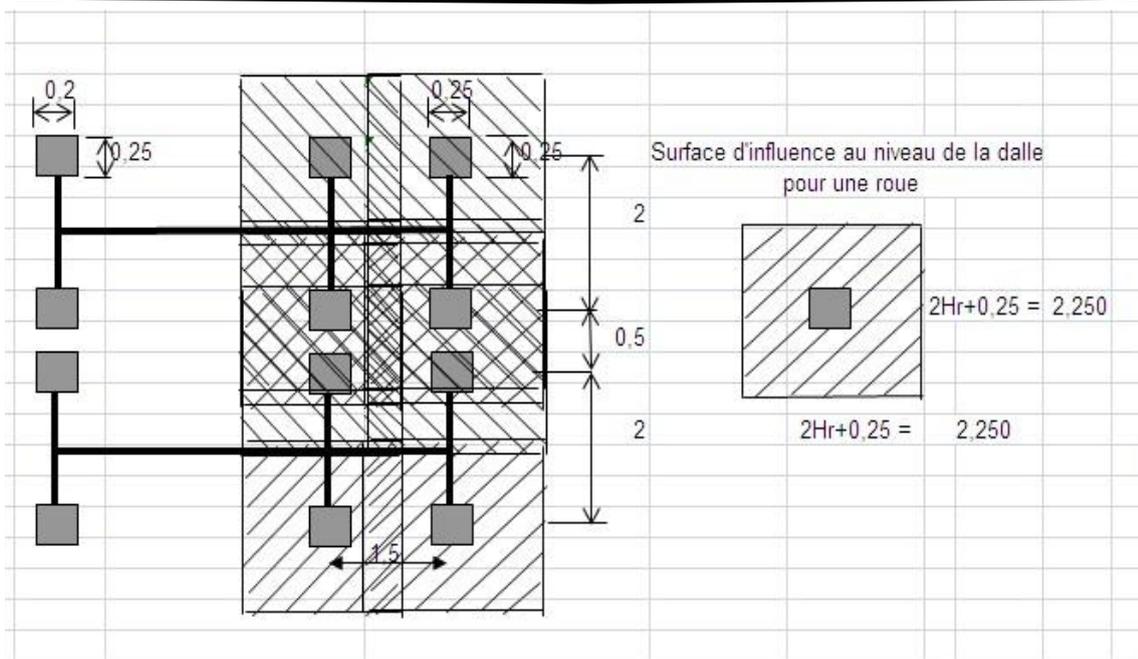


Données : Entraxe des essieux = 1,5; Coefficient  $b_c = 1,1$  (Art. 5. 22)

Type d'essieux	Nombre d'essieux sur l'ouvrage	Poids d'un essieu (T)	Poids total des essieux (T)
Essieu 6T	$n_1 = 0,00$	0,00	0,00
Essieu 12T	$n_2 = 2,00$	12,00	24,00

Ce système va entrainer sur la dalle et le radier des surcharges.





Dans notre situation seuls les quatre essieux arrière sont sur le dalot, ils s'interfèrent deux à deux, dans le cas où les huit essieux arrière seront sur le dalot nous aurons quatre interférences. La charge répartie sur la dalle pour le cas présent est alors :

$$q_1 = \left\{ \frac{(2 * 6)}{(0,25 + 2 * H_r)^2} \right\} * b_c = 2,6t/m^2$$

### k) Moments aux appuis

- $MA=MD = -\frac{g_1 * l^2 * (k_1 * K_1 - k_2)}{4 * F_1} = -0,313t.m/ml$
- $MB=MC = -\frac{g_1 * l^2 * (K_2 - k_1 * k_2)}{4 * F_1} = -0,313t.m/ml$
- $M(B-C)(\text{tablier}) = \frac{g_1 * l^2}{8} + \frac{MB + MC}{2} = 0,626t.m/ml$
- $M(A-D)(\text{radier}) = \frac{g_1 * l^2}{8} + \frac{MA + MD}{2} = 0,626t.m/ml$
- $M(A-B)(\text{piédroit gauche}) = \frac{MA + MB}{2} = -0,313t.m/ml$
- $M(C-D)(\text{piédroit droit}) = \frac{MC + MD}{2} = -0,313t.m/ml$

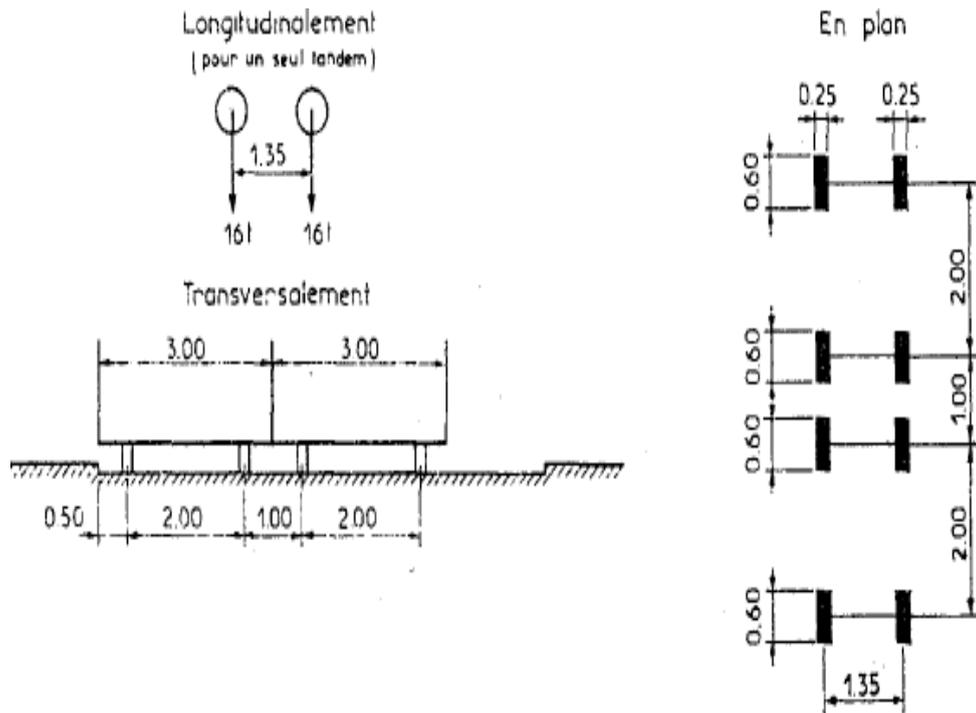
### l) Moments à mi-portée

$$\text{➤ } N_1=N_3=0$$

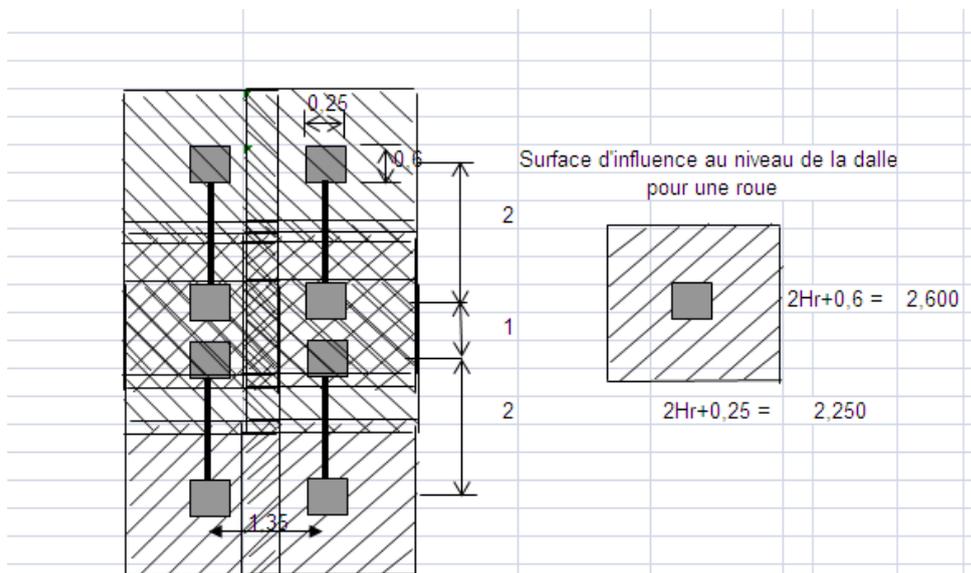
$$\text{➤ } N_2=N_2b = \frac{q * l}{2} = 3,129 t$$

**m) Sous-système de charge Bt**

Notre pont étant de première classe, le coefficient  $b_t = 1$  ;



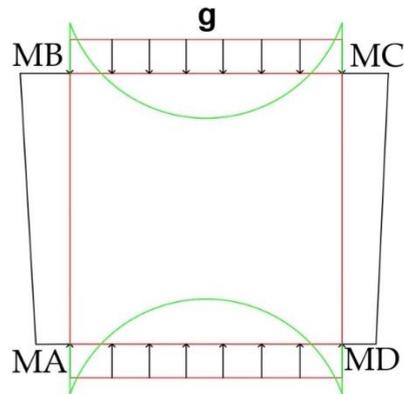
**Entraxe des essieux = 1,35 ; Coefficient  $b_t = 1$ , (Art. 5. 42)**



$$q_1 = \left\{ \frac{2 * 8}{(0.25 + 2 * Hr) * (0.6 + 2 * Hr)} \right\} * b_t = 2,735t/m^2$$

La charge sur la dalle est :

### 1. Moments aux appuis



$$\text{➤ } M_A = M_D = -\frac{g l^2 * (k_1 * K_1 - k_2)}{4 * F_1} = -0,328 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } M_B = M_C = -\frac{g l^2 * (K_2 - k_1 * k_2)}{4 * F_1} = -0,328 \text{ t.m/ml}$$

### 2. Moments à mi-portée

$$\text{➤ } M \text{ (B-C)(tablier)} = \frac{g l^2}{8} + \frac{M_B + M_C}{2} = 0,657 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } M \text{ (A-D)(radier)} = \frac{g l^2}{8} + \frac{M_A + M_D}{2} = 0,657 \text{ t.m/ml}$$

$$\text{➤ } M \text{ (A-B)(piédroit gauche)} = \frac{M_A + M_B}{2} = -0,328 \text{ t.m/ml}$$

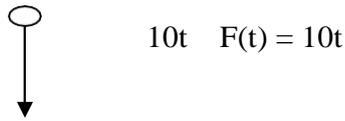
$$\text{➤ } M \text{ (C-D)(piédroit droit)} = \frac{M_C + M_D}{2} = -0,328 \text{ t.m/ml}$$

### 3. Efforts normaux

➤  $N1=N3=0$

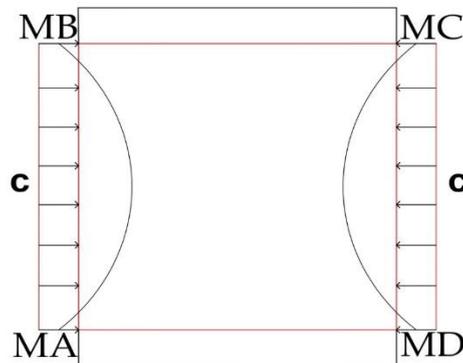
➤  $N2=N2b = \frac{q \cdot l}{2} = 3,282 \text{ t}$


#### 4. Sous-système de charge Br



$$\bullet P(t/ml) = \frac{F}{(0,3+2*Hr)*(0,6+2*Hr)} = 1,672t/m^2$$

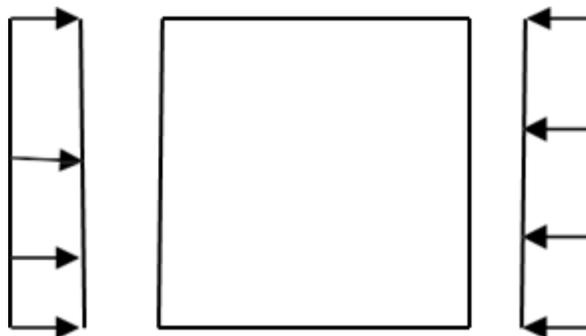
#### 5. Moments aux appuis



$$\blacktriangleright MB=MC = -\frac{P*l}{24} * \frac{4*k^2+9}{k^2+4*k^2+3} = -0,146t.m/ml$$

$$\blacktriangleright MA=MD = -\frac{P1*l}{24} * \frac{K^2+6}{k^2+4*k^2+3} = -0,088t.m/ml$$

#### 6. Sous l'action de la surcharge routière de remblai



$$q = 1 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = 0,307 * 1 = 0,307 \text{ t/m}^2$$

$$R = \sigma * h = 0,307 * 1,2 = 0,368 \text{ t/ml}$$

### 7. Moments aux appuis

$MA=MB=MC=MD \text{ (t.m/ml)} = -0,0118$
--

### 8. À mi-travée (t.m/ml)

M(B-C)(tablier)	-0,018
M(A-D)(RADIÉ)	-0,018
M(A-B)(piédroit gauche)	0,037
M(C-D)(piédroit droit)	0,03184

### 9. Efforts normaux (t)

$N1=N3=$	0,2
$N2=N2b=$	0

**Conclusion** : Au vu des résultats ci-dessus, le système Bt est le plus défavorable.

### 10. Calcul des armatures à l'ELS de fissuration très préjudiciable

#### a) Armatures du tablier et du radier

Données de calcul :  $b=100\text{cm}$  ;  $H=20\text{cm}$  ;  $d=17\text{cm}$

On se place dans la situation la plus défavorable ( $N=0$ )

Lit supérieur et inférieur ( $M_{ser}= 0,712\text{t.m}$ )

<b>CHANTIER : POUTRE RECTANGULAIRE A L'ELS (BAEL)</b>		
Dimensions caractéristiques	Largeur de la poutre	b = 1,00 m
	Hauteur utile des aciers tendus	d = 0,17 m
	Hauteur utile des aciers comprimés (si nécessaire)	d' = 0,03 m
Contrainte de l'acier utilisé		Fe = 400 MPa
Contrainte du béton à 28 jours		Fc28 = 25 MPa
Moment de service		Miser = 0,0071 MN. 2 m
Conditions de fissuration (1) FP, (2) FTP		Type: 2

Contrainte de compression du béton	$(0,6 \times Fc28)$	$\sigma_{BC} \leq 15 \text{ MPa}$
Contrainte limite de traction du béton	$0,6 + (0,06 \times Fc28)$	Ft28 = 2,10 MPa
Contrainte limite de traction des aciers	FP = mini ( 2/3 Fe ; maxi ( 240 ; 110 x (( $\sigma$ x Ftj ) <sup>1/2</sup> )))	
	FTP = 0,80 x $\sigma_{st}$ ( FP )	$\sigma_{st} \leq 160,00 \text{ MPa}$

Coefficient de la fibre neutre	$\sigma_{BC} / (\sigma_{BC} + (\sigma_{st} / 15))$	$\alpha \leq 0,584$
Ordonnée de la fibre neutre	d x $\alpha$	y = 0,099 m
Bras de levier du couple interne	d - ( y / 3 )	Zb = 0,137 m
Moment résistant du béton de service	$0,5 \times \sigma_{BC} \times b \times \alpha \times (1 - (\alpha / 3)) \times d^2$	Mrbser = 0,102 MN.m
État limite de compression du béton	si Mrbser > Mser	

	<p>=&gt;&gt; Pas d'aciers comprimés si <math>M_{rbser} &lt; M_{ser}</math></p> <p>=&gt;&gt; Aciers comprimés nécessaires</p>	<p>Système d'armatures retenu</p> <p>Pas d'aciers comprimés</p>
--	--	---

Section des aciers tendus	<p>si pas d'acier comprimés</p> <p>=&gt;&gt; <math>M_{ser} / (\sigma_{st} \times Z_b)</math></p> <p>si aciers comprimés nécessaires =&gt;&gt;</p> <p><math>[ M_{rbser} / (\sigma_{st} \times Z_b ) ] + [ ( M_{ser} - M_{rbser} ) / (\sigma_{sc} \times ( d - d' )) ]</math></p>	<p><math>A_{st} = 3,25 \text{ cm}^2</math></p>
Choix d'une section commerciale	<p>Lit n° 1</p> <p>Lit n° 2</p> <p>Lit n° 3</p>	<p>Choix 1</p> <p>:</p> <p>Choix 2</p> <p>:</p> <p>Choix 3</p> <p>:</p>
Contrainte des aciers comprimés	$15 \times [ (\sigma_{bc} \times ( y - d' )) / y ]$	$\sigma_{sc} \leq 0,00 \text{ MPa}$
Section des aciers comprimés	$( M_{ser} - M_{rbser} ) / (\sigma_{sc} \times ( d - d' ))$	$A_{sc} = 0,00 \text{ cm}^2$
Choix d'une section commerciale	<p>Lit n° 1</p> <p>Lit n° 2</p> <p>Lit n° 3</p>	<p>Choix 1:</p> <p>Choix 2:</p> <p>Choix 3:</p>
Aciers de peau	<p>Uniquement si <math>h &gt; 70 \text{ cm}</math></p> <p>FP = (3 cm<sup>2</sup> par mètre de parement) FTP = (5 cm<sup>2</sup> par</p>	Choix 4:

	mètre de parement)		
Vérification	$M_{ser} - M_{rbser} < 0.4 \times M_{ser}$	vérifié	
	Nser	0	MN
	Anse r	0	cm <sup>2</sup>
	section final= $A_{st}-A_{nser}$	3,25	cm <sup>2</sup>

**b) Armatures des piédroits**

Nappe supérieure et inférieure ( $M_{ser} = 0.508t.m$ )

$$A_s = 2,32 \text{ cm}^2$$

**Conclusion :**

❖ Sur dalle et radier

Choix : HA 10
Espacement : 20

❖ Sur piédroit

Choix : HA 10
Espacement : 20

**ANNEXE 6 : DIMENSIONNEMENT DES CANIVEAUX**

Les caniveaux sont de forme rectangulaire avec les caractéristiques suivantes :  $b = 0,6 \text{ m}$

$$h = 0,6 \text{ m} \quad e = 0,2 \text{ m}$$

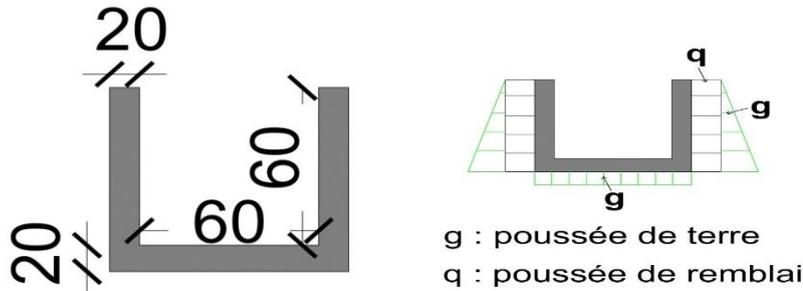


Figure 4 : caractéristiques géométriques et charges appliquées à un caniveau

**CALCUL DU RADIER**

Le radier sera calculé comme une poutre rectangulaire sur une bande de 1 m.

**Évaluation des charges**

- **Charges permanentes**

Poids propre du radier :

$$P_p = 0,2 \times 25 \times 1 = 5 \frac{kN}{m}$$

Poids des ailes :

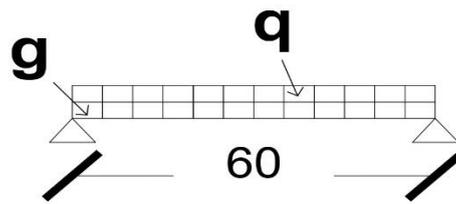
$$\begin{aligned} P &= 1 * 2 * 0,2 * 25 \\ &= 4,54 \frac{kN}{m} \end{aligned}$$

Poids propre de la galette :

$$\begin{aligned} P_d &= 0,2 \times 25 \times 1 = 5 \text{ kN/m} \\ &= 5 + 4,54 + 5 \\ &= 14,54 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

**Surcharge**

La surcharge est considérée comme le poids de l'eau qui passe sur le radier  $q = 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ kN/m}$



### 11. Combinaison des charges à l'ELS

$$q_1 = g + 0,8 \times q = 14,54 + 0,8 \times 1 = 15,34 \text{ kN/m}$$

$$M_1 = \frac{q_1 * l^2}{8} = \frac{15,34 * 0,8^2}{8} = 1,23 \text{ kN.m}$$

$$M_1 = 1,23 \text{ kN.m}$$

$$V_A = \frac{q_1 * l^2}{2} = \frac{15,34 * 0,8^2}{2} = 4,91 \text{ kN}$$

$$V_A = 4,91 \text{ kN}$$

### 12. Calcul des armatures

Données de calcul : b=100 cm; h=20 cm; d=18 cm

Déterminons le moment résistant de béton  $M_{RB}$  seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\sigma_{bc} = (\sigma_{bc})^-$$

$$\begin{aligned} (\sigma_{bc})^- / y_{RB} &= ((\sigma_s)^- / 15) / (d - y_{RB}) \Rightarrow y_{RB} \\ &= d \times (\sigma_{bc})^- / ((\sigma_s)^- / 15 + (\sigma_{bc})^-) = 18 \times 15 / (201,63 / 15 + 15) \\ &\Rightarrow y_{RB} = 9,49 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{RB} &= \frac{1}{2} b_0 * y_{RB} * \overline{\sigma_{bc}} \left( d - \frac{y_{RB}}{3} \right) = \frac{1}{2} * 0,0949 * 15 * 103 \left( 0,18 - \frac{0,00949}{3} \right) \\ &= 105,6 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$M_{RB} = 105,6 \text{ kN.m}$$

$M1 < MRB$ , pas d'aciers comprimés.

$$AS = \frac{M_1}{\bar{\sigma}_s \left( d - \frac{y_{RB}}{3} \right)} = \frac{1,23}{201,63 * 10^3 \left( 0,18 - \frac{0,0949}{3} \right)} = 4,11 \text{ cm}^2 \Rightarrow As$$
$$= 4,11 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Condition de non fragilité de la section

$$A_{\min} = \frac{0,23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0,23 * 2,1 * 100 * 18}{400} = 2,17 \text{ cm}^2$$

$A_{\min} < A_{ser} \rightarrow$  **Condition Vérifiée**

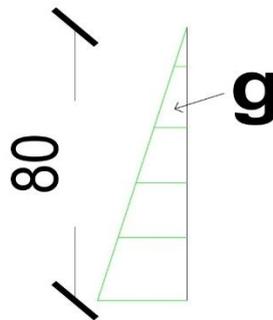
Choix des armatures : 7HA8 = 3,52cm<sup>2</sup>/ml

## CALCUL DES AILES

❖ Calcul des sollicitations

### Sous charges permanentes

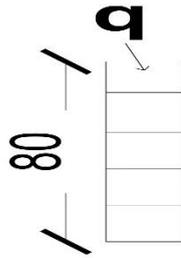
Moment dû à la poussée des terres



$$Mt = \gamma * h^3 * \frac{k_a}{6} \text{ avec } \gamma = 19 \text{ kN/m}^3 ; k_a = 0,333$$

$$Mt = 20 * 0,8^3 * \frac{0,333}{6} = 0,57 \text{ kN.m Sous charges du remblai}$$

Moment dû à la surcharge de remblai ( $\sigma = 10 \text{ kN/m}^2$ )



$$Mr = Ka * \sigma * h^2 = 0,333 * 10 * 0,82 = 2,13 \text{ kN.m}$$

❖ Combinaison à ELS

$$M1 = 0,57 + 0,8 * 2,13 = 2,27 \text{ kN.m}$$

❖ Calcul des armatures

**Données de calcul :** b=100cm ; h=15cm ; d=18 cm

Déterminons le moment résistant de béton  $M_{RB}$  seul, moment maximum que peut reprendre la section sans acier comprimé. Dans ce cas, mettons les deux matériaux à fond :

$$\sigma_{bc} = (\sigma_{bc})^-$$

$$\begin{aligned} (\sigma_{bc})^- / y_{RB} &= ((\sigma_s)^- / 15) / (d - y_{RB}) \Rightarrow y_{RB} \\ &= d \times (\sigma_{bc})^- / ((\sigma_s)^- / 15 + (\sigma_{bc})^-) = 18 \times 15 / (201,63 / 15 + 15) \\ &\Rightarrow y_{RB} = 9,49 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$M_{RB} = \frac{1}{2} b_0 * y_{RB} * \bar{\sigma}_{bc} (d - \frac{y_{RB}}{3}) = \frac{1}{2} * 0,0949 * 15 * 10^3 (0,18 - \frac{0,00949}{3}) = 105,6 \text{ kN.m}$$

$$\mathbf{MRB = 105,6 \text{ kN.M}}$$

$M1 < MRB$ , pas d'aciers comprimés.

$$\begin{aligned} AS &= \frac{M_1}{\bar{\sigma}_s (d - \frac{y_{RB}}{3})} = \frac{2,27}{201,63 * 10^3 (0,18 - \frac{0,0949}{3})} = 7,58 \text{ cm}^2 \Rightarrow As \\ &= 7,58 \text{ cm}^2/\text{ml} \end{aligned}$$

Condition de non-fragilité de la section

$$A_{min} = \frac{0,23 * F_{t28} * b * d}{F_e} = \frac{0,23 * 2,1 * 100 * 18}{400} = 2,17 \text{ cm}^2 A_{min} < A_{ser}$$

→ **Condition Vérifiée**

$A_{min} < A_{ser} \rightarrow$  **Condition Vérifiée**

Choix des armatures :  $A_s = 5HA8 = 2.51 \text{ cm}^2/\text{ml}$

<b>Partie de l'ouvrage</b>	<b>Radier</b>	<b>Ailes</b>
Moment à l'ELS (kN.m)	1,23	2,27
Effort normal à l'ELS(kN)	4,91	4,54
Sections d'acier nécessaires(cm <sup>2</sup> )	4,11	7,58
Section d'acier minimale(cm <sup>2</sup> )	2,17	2,17
Barres principales choisies	7HA8	6HA8/face
Barres de répartition	5HA8	4HA8/face

**ANNEXE 7 : PLANNING D'EXÉCUTION DES TRAVAUX**

