A solid yellow square is positioned to the left of the title box.

**ÉTUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES POUR LE BITUMAGE
D'UN TRONÇON DE 10 KM DE LA SECTION DE ROUTE EN
TERRE Sibut-Brogama (République Centrafricaine)**

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

SPECIALITE : GENIE CIVIL BATIMENTS ET TRAVAUX PUBLICS

Présenté et soutenu publiquement le 23 janvier 2024 par

Oswald Crispino Abiud NGANASSEM (20210698)

Encadrant 2iE : Mr. Amadou SIMAL, Directeur des services généraux à 2IE

Maître de stage : Mr. Armel MANGUELLE, Ing.G.C – Chef de projets à LEGE

Structure d'accueil : LEGE ENGINEERING, Centrafrique.

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr Adamah MESSAN

Membres et correcteurs : Dr Marie Thérèse GOMIS/MBENGUE

Mr. Pousga Mamadou Junior KABORE

Promotion [2023/2024]

DEDICACE

A mon père, M. Marcel NGANASSEM,

Pour s'être souvent sacrifié pendant de nombreuses années en investissant sans relâche pour mon avenir. Merci pour tout papa !

A ma mère que j'appelle tendrement (ya Béné), Marie Bénédicte GBAYANGUELE,

Pour ses nombreuses et incessables prières à mon égard. Je prie que Dieu se souvienne de toi et qu'il t'accorde une longue vie afin que tu puisses te réjouir de ma réussite !

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le Tout Puissant qui m'a divinement assisté dans l'établissement de ce document. Ensuite, j'enchaînerai par ces quelques mots dont je ne saurais par où commencer tellement vos différents soutiens et motivations m'ont été spéciaux les uns que les autres.

Je tiens à remercier plus particulièrement :

- ✓ L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement en dénommé 2iE, plus précisément le corps administratif et professoral pour cette formation de qualité ;
- ✓ M. Amadou SIMAL, Directeur des Services Généraux, mon encadrant académique, pour sa promptitude et sa disponibilité ;
- ✓ M. Christophe Pépin MBALI, le Gérant du bureau d'études LEGE ENGINEERING, Centrafrique d'avoir accepté de me donner un contrat de stage dans son entreprise ;
- ✓ M. Armel MANGUELLE, Ing.G.C et Chef de projets à LEGE ENGINEERING, mon maître de stage pour sa rigueur, son temps, son encadrement et ses précieux conseils tout au long de mon stage dans les locaux de LEGE ;
- ✓ Mme Gilles (RH), M. Fabrice (Géotechnicien), Freddy (Géomaticien), Paterson (Topographe), pour leurs efforts continuels consentis, leur accueil, leur esprit d'équipe, les explications et les conseils. Toutes ces choses citées m'ont été d'une grande aide tout au long de mon stage ;
- ✓ Mes collègues de classe, merci pour tout. Vous êtes vraiment mes gars ;
- ✓ Ma famille de Boyrabe et Gobongo, on ne se le dit pas souvent mais je sais que vous priez tous pour que je réussisse alors que Dieu vous entende.

RÉSUMÉ

Les études concernant le bitumage de la section de route en terre allant de la sortie de la ville de Sibut au village Brogama, s'inscrit dans la politique de développement du gouvernement Centrafricain en vue d'élargir son réseau routier. Cette étude a pour objectif d'effectuer une étude technique détaillée pour la construction et le revêtement d'un tronçon de 10Km sur le tracé de la route en terre existante en vue de remettre cette route en bon état afin de faciliter les échanges. Nous avons utilisé le logiciel Google Earth pour localiser la zone d'étude, ensuite procédé à la conception géométrique de la route à l'aide du logiciel COVADIS tout en nous basant sur les caractéristiques géométriques de la route recommandés dans les TDR du projet. Un dimensionnement de la chaussée a été effectué par la méthode CEBTP puis vérifié sur le logiciel Alizé où nous avons retenu comme structure de chaussé : 05 cm d'enrobé en Revêtement, 20 cm de concassé 0/31,5 en Couche de Base et 30 cm de Graveleux Latéritiques Naturels en Couche de Fondation. Ensuite, le logiciel QGIS pour la délimitation et l'obtention des caractéristiques physiques des bassins versants, ce qui a permis d'obtenir des sections respectives et de faire un prédimensionnement des six (06) dalots à mettre en place car nous avons des débits dépassant $10\text{m}^3/\text{s}$. L'étude structurelle s'est faite à l'aide du logiciel CYPE et a été suivie par la signalisation routière, la notice d'impact environnemental et social, le tout sanctionné par un plan de gestion environnementale et sociale, accompagné de l'estimation du coût du projet. Le coût global du projet est estimé à **10 035 284 341 F CFA (TTC) soit 1 003 528 434 F CFA par kilomètre.**

MOTS CLÉS

- ✓ Sibut
- ✓ Chaussée
- ✓ Bitumage
- ✓ Conception et Dimensionnement
- ✓ Réseau routier

ABSTRACT

The studies concerning the asphaltting of the section of dirt road running from the exit of the town of Sibut to the village of Brogama are part of the Central African government's development policy with a view to expanding its road network. The aim of this study is to carry out a detailed technical survey for the construction and surfacing of a 10km section of the existing dirt road, with a view to restoring it to a good state of repair and facilitating trade. We used Google Earth software to locate the study area, then proceeded with the geometric design of the road using COVADIS software while basing ourselves on the geometric characteristics of the road recommended in the project's ToR. The pavement was dimensioned using the CEBTP method and then checked using the Alizé software. The pavement structure was selected as follows: 05 cm of asphalt overlay, 20 cm of crushed stone 0/31.5 as the base course and 30 cm of natural lateritic gravel as the base course. The QGIS software was then used to delimit and obtain the physical characteristics of the catchment areas, which enabled the respective cross-sections to be obtained and a pre-dimensioning of the six (06) gutters to be installed, as we have flows in excess of 10 m³/s. The structural study was carried out using CYPE software, and was followed by the road signs, the environmental and social impact statement, and the environmental and social management plan, together with an estimate of the cost of the project. The overall cost of the project is estimated at **10,035,284,341 CFA francs (including tax), or 1,003,528,434 XOF per kilometre.**

KEY WORDS

- ✓ Sibut
- ✓ Pavement
- ✓ Bituminous surfacing
- ✓ Design and dimensioning
- ✓ Road network

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- ARP** : Aménagement des routes principales ;
- BV** : Bassin Versant ;
- BAEL** : Béton Armé aux Etats Limites ;
- BB** : Béton Bitumineux ;
- BEC** : Budget de l'Etat Centrafricain ;
- CEBTP** : Centre Expérimental de recherche et d'études du Bâtiment et des Travaux Publics ;
- CAM** : Coefficient d'Agressivité Moyen ;
- CBR** : Californian Bearing Ratio ;
- DGEPC** : Direction Générale des Etudes, de la Planification et du Contrôle ;
- FER** : Fonds d'Entretien Routier ;
- GNT** : Graves Non Traitées ;
- GLN** : Graveleux Latéritiques Naturels ;
- LBTP** : Laboratoire des Bâtiments et Travaux Publics ;
- LCPC** : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ;
- METP** : Ministère de l'Équipement et des Travaux Publics ;
- MNT** : Modèle Numérique de Terrain ;
- MTPER** : Ministère des Travaux Publics et de l'Entretien Routier ;
- OH** : Ouvrage Hydraulique ;
- OPM** : Optimum Proctor Modifié ;
- ORSTOM** : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer ;
- PIB** : Produit Intérieur Brut ;
- PM** : Puits Manuels ;
- PL** : Poids Lourds ;
- PTF** : Partenaires Techniques et Financiers ;
- RCA** : République Centrafricaine ;
- RN** : Route Nationale ;
- VRNS** : Voiries des Réseaux Non Structurant ;

SOMMAIRE

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS	v
SOMMAIRE	vi
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCEUIL ET DU PROJET	3
I- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	3
1. Profil de l'entreprise.....	3
2. Mission/Vision/Domaine d'activités de l'entreprise.....	3
3. Organisation/organigramme de l'entreprise.....	4
II- DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET	5
1. Site du projet.....	5
2. Démographie de la zone du projet.....	6
3. Milieu physique.....	6
3.1. Contexte climatique (température et pluviométrie).....	6
3.2. Hydrographie.....	6
3.3. Contexte pédologique.....	6
4. Milieu biologique.....	7
4.1. Végétation et flore terrestre.....	7
4.2. Faune.....	7
III- PRESENTATION DU PROJET	7
1. Contexte et justification du projet.....	7
2. Objectifs de l'étude.....	8
2.1. Objectif général.....	8
2.2. Objectifs spécifiques.....	8
3. Données de base.....	8
CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE CONCEPTION	9

I.	CONCEPTION GEOMETRIQUE	9
1.	Caractéristiques géométriques.....	9
2.	Tracé en plan.....	11
3.	Profil en long.....	11
4.	Profil en travers type.....	12
II.	ETUDE GEOTECHNIQUE	12
1.	Dimensionnement de la structure de chaussée.....	12
2.	Détermination de la classe de portance du sol.....	14
3.	Vérification de la structure de chaussée par le logiciel Alizé LCPC.....	14
III.	ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	16
1.	Délimitation des bassins versants.....	16
2.	Détermination des paramètres physiques des bassins versants.....	16
3.	Choix de la période de retour.....	18
4.	Méthodes d'évaluation des débits de crue.....	18
5.	Calcul des ouvrages hydrauliques.....	25
CHAPITRE 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS		30
I.	CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE	30
1.	Tracé en plan.....	30
2.	Profil en long et profil en travers type.....	30
II.	ETUDE GÉOTECHNIQUE	31
1.	Etude du trafic.....	31
2.	Détermination de la classe de portance du sol support.....	32
3.	Proposition et choix de la structure de chaussée.....	33
4.	Vérification du dimensionnement à l'aide du logiciel ALIZÉ.....	35
5.	Choix de la structure de chaussée retenue.....	37
III.	ETUDE HYDROLOGIQUE	38
1.	Délimitation des bassins versants.....	38
2.	Classification des bassins versants.....	38
3.	Evaluation des débits de crue.....	39
IV.	ÉTUDE HYDRAULIQUE	39
1.	Dimensionnement des ouvrages.....	39
2.	Détermination des sections des ouvrages.....	40
3.	Dimensionnement structurel des ouvrages.....	40
V.	SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE	41

1. Mesures de sécurité	41
2. Signalisation routière	42
VI. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	44
1. Principales activités du projet	44
2. Description des principaux impacts et mesures d'atténuation	45
3. Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)	48
VII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET	51
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	53
BIBLIOGRAPHIE	54
ANNEXES	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques géométriques de la route	9
Tableau 2: Valeurs limites des rayons	11
Tableau 3: Paramètres géométriques du profil en long	11
Tableau 4: Coefficient d'Agressivité Moyen selon NF P 98 086	13
Tableau 5: Détermination de la classe trafic selon CEBTP	14
Tableau 6: Détermination de la classe de portance du sol support selon CEBTP	14
Tableau 7: Ratio des courbes et alignements droits	30
Tableau 8: Prévisions du trafic Léger et Lourd sur l'ensemble de l'axe Sibut-Dékoa pour la période de 20ans	31
Tableau 9: Ratio des matériaux identifiés sur le tronçon étudié.....	32
Tableau 10: Caractéristiques de l'argile sableuse	32
Tableau 11: Structures de chaussée proposées par le guide CEBTP	33
Tableau 12: Valeurs des contraintes admissibles de déformation de la variante 2	35
Tableau 13: Valeurs des contraintes admissibles de déformation de la variante 2	36
Tableau 14: Structure de chaussée retenue	37
Tableau 15: Classification des bassins versants selon la méthode de calcul	38
Tableau 16: Débits de crue aux exutoires	39
Tableau 17: Hypothèses et vérifications des conditions pour le dimensionnement des dalots	39
Tableau 18: Sections des dalots	40
Tableau 19: Modulation de marquage horizontal	43
Tableau 20: Quelques panneaux utilisés pour la signalisation	44
Tableau 21: Phases et activités sources d'impacts	44
Tableau 22: Impacts suivis des mesures d'atténuation et de bonification	45
Tableau 23: PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	49
Tableau 24: Récapitulatif du coût global du projet	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de l'entreprise.....	4
Figure 2: Localisation de la zone d'étude	5
Figure 3: Résultats fournis par Alizé pour la variante 2 – Cdt NVF.....	36
Figure 4: Résultats fournis par Alizé pour la variante 2 – Cdt VF	37
Figure 5: Délimitation des bassins versants.....	38

INTRODUCTION

Depuis son indépendance en 1960, la République Centrafricaine (RCA) n'a pas connu de période soutenue de croissance économique ou de paix. Le pays sortait d'une longue période de conflit lorsque la situation sécuritaire s'est détériorée en décembre 2020. L'isolement extrême des communautés rurales est un obstacle majeur au développement équitable qui nécessite une action urgente. La littérature récente suggère que l'inaccessibilité physique est un facteur clé qui affecte le risque de conflit local, car les régions éloignées de la capitale nationale sont beaucoup plus sujettes aux conflits que les régions plus accessibles d'un pays. La longueur totale du réseau routier principal de la RCA est de 24 137 km, dont seulement 915 km sont revêtus. Le réseau routier rural est d'environ 15 000 km, mais il a été peu entretenu au cours des deux dernières décennies. En conséquence, seulement 16 % du réseau routier rural est classé comme étant en " bon ou moyen " état (METP, 2019).

Les infrastructures routières constituent le principal mode de transport en République Centrafricaine (RCA) avec une très faible densité. Plus de 2 millions de la population rurale sont déconnectés du réseau routier, ce qui les laisse isolés des marchés et des services sociaux. Les termes de référence renseignent que la densité routière de la RCA est estimée à seulement 1,5 km par 100 km² soit environ un dixième (1/10^{ème}) de la moyenne de l'Afrique subsaharienne (FER, 2021). Elle est également plus faible que dans les pays voisins tels que la République Démocratique du Congo (environ 7 km pour 100 km²). La situation actuelle de la République Centrafricaine en matière d'infrastructures de transport d'une manière générale et routières en particulier, ne permet pas de satisfaire totalement les préoccupations et attentes de sa population en ce qui concerne sa mobilité et son accessibilité aux services publics de l'Etat et échanges commerciaux tant nationaux que régionaux. Elle est caractérisée par une faible densité routière comparée à sa superficie. La couverture physique routière du pays est encore faible avec un réseau routier dont l'état de praticabilité laisse à désirer.

Dans le souci de rendre opérationnelles et praticables certaines infrastructures routières rurales, le Gouvernement Centrafricain, représenté par le Ministère des Travaux Publics et de l'Entretien Routier (MTPER) a décidé de financer sur le Budget de l'Etat Centrafricain (BEC) de 2022 et 2023, les études de faisabilité économiques et techniques des sections des Routes Nationales. C'est dans cette optique que le bureau d'études LEGE ENGINEERING a été recruté pour mener les études technico-économiques. C'est ainsi qu'il nous a été confié comme thème

de mémoire de fin d'études, **ETUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES POUR LE BITUMAGE D'UN TRONÇON DE 10 KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE SIBUT-BROGAMA.**

Pour mener à bien notre étude, nous nous sommes fixés un plan de travail présenté comme suit :
Le premier chapitre concernera la présentation de la structure d'accueil et du projet, le deuxième chapitre sera dédié à la méthodologie de conception utilisée et enfin le dernier chapitre consistera à présenter les résultats des différentes études.

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

Ce chapitre comprendra d'abord une brève description de la structure d'accueil. Ensuite la présentation de la zone du projet à travers sa population, son relief, sa végétation, son climat, son réseau hydrographique et ses activités économiques. Enfin l'on passera à la présentation des objectifs de la présente étude.

I- PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. Profil de l'entreprise

Depuis sa création en 2005 au Tchad, le bureau d'études LEGE ENGINEERING a piloté de grands projets d'infrastructures, de bâtiments et d'hydraulique en démontrant sa capacité à les prendre en charge et d'assurer avec succès la mise en œuvre, cumulant ainsi des années d'expériences. LEGE ENGINEERING s'installa plus tard en Centrafrique en 2009, (il y figure désormais comme leader dans son domaine) et a acquis de ce fait une parfaite maîtrise des études, gagné la confiance de ses partenaires par le suivi rigoureux et le contrôle méthodique des projets qu'il conduit aussi bien en République Centrafricaine que dans les autres pays où il est installé (Tchad & Côte d'Ivoire). LEGE ENGINEERING dispose d'une large gamme de matériels (véhicules, matériels topographiques, matériels géotechniques...) et des logiciels permettant de réaliser des travaux selon les règles de l'art et de répondre aux engagements sur le plan conceptuel et de suivi des travaux.

2. Mission/Vision/Domaine d'activités de l'entreprise

LEGE ENGINEERING a pour mission de cumuler les expériences et les connaissances afin d'apporter des solutions fiables à ses clients et partenaires. Et comme vision, LEGE ENGINEERING veut se propulser à un niveau d'excellence avancé afin d'avoir le statut d'un Bureau d'Etudes et de Contrôles de référence sur le plan International. Son domaine d'activités se présente comme suit :

- Etudes Economiques & Conseils ;
- Infrastructures de Transports ;
- Bâtiments & Architecture ;
- Laboratoire Géotechnique ;
- Hydraulique ;
- Topographie & Cartographie ;
- Environnemental & Social

3. Organisation/organigramme de l'entreprise

L'organigramme de LEGE ENGINEERING se présente à la figure 1 et l'organisation juste après :

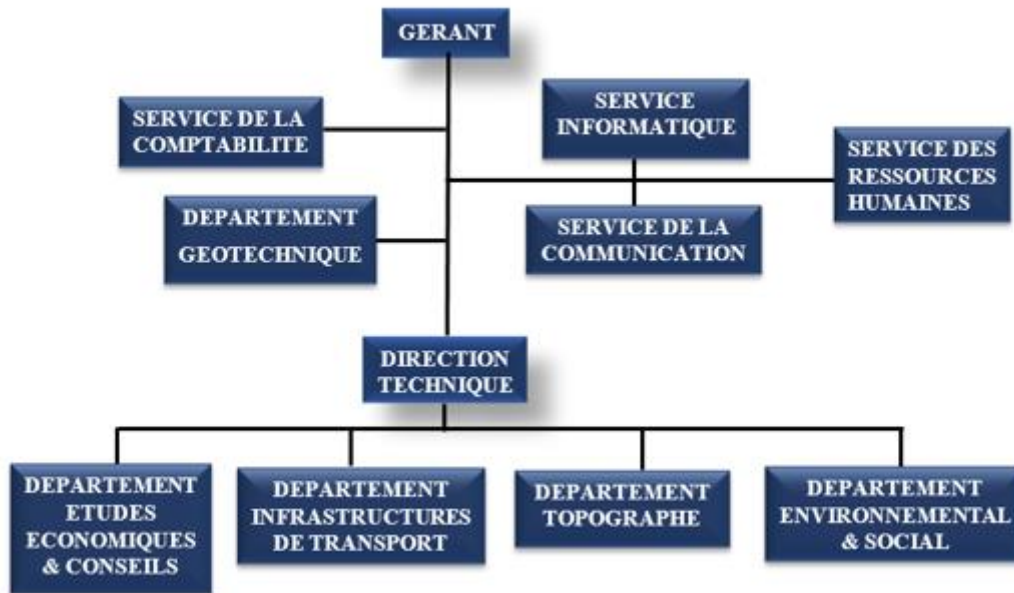


Figure 1: Organigramme de l'entreprise

LA DIRECTION GENERALE

Le GERANT est responsable de la bonne marche de l'entreprise tant sur le plan technique que financier et administratif vis à vis de l'Assemblée Générale de l'entreprise, du Gouvernement et des Partenaires Techniques et Financiers (PTF). Le Gérant a autorité directe sur tous les départements de gestion de l'entreprise à savoir : la Direction Technique, le Service de la Comptabilité, Service des Ressources Humaines, Service de la Communication, Service informatique, Service informatique et le département Géotechnique (le Labo).

Le Gérant dispose des pouvoirs les plus étendus pour administrer l'entreprise.

LA DIRECTION TECHNIQUE

Sous la responsabilité du GERANT, le Directeur Technique a pour missions principales la supervision et contrôle du processus technique de préparation, de sélection, de l'exécution, du suivi et de la remise des projets aux maitres d'ouvrages et aux bénéficiaires. La direction technique a sous son autorité les départements comme suit : le département Etudes

Economiques & Conseils, le département Infrastructures de Transport, la brigade Topo et le département Environnemental & Social.

II- DESCRIPTION DE LA ZONE DU PROJET

1. Site du projet

Le projet est localisé dans la préfecture de **KEMO** dans la **Région n°4**, avec une distance de 184,7 km par rapport à la capitale (Bangui) et touche principalement dix (10) villages à la sortie de la localité de **SIBUT** à savoir : Bogangolo, Ngbaka-Gbi, Bobano, Bobatoa, Bokéngué 3, Bokéngué 2, Bogoin, Bokéngué et Bamassa 3. Le tronçon à bitumer, objet de l'étude prend origine à la sortie de la localité de **SIBUT** et se termine à la sortie du village **Brogama** en allant vers la ville de **DEKOA** totalisant ainsi une distance de 10 Kilomètres. La localisation du site du projet est présentée à la figure 2.

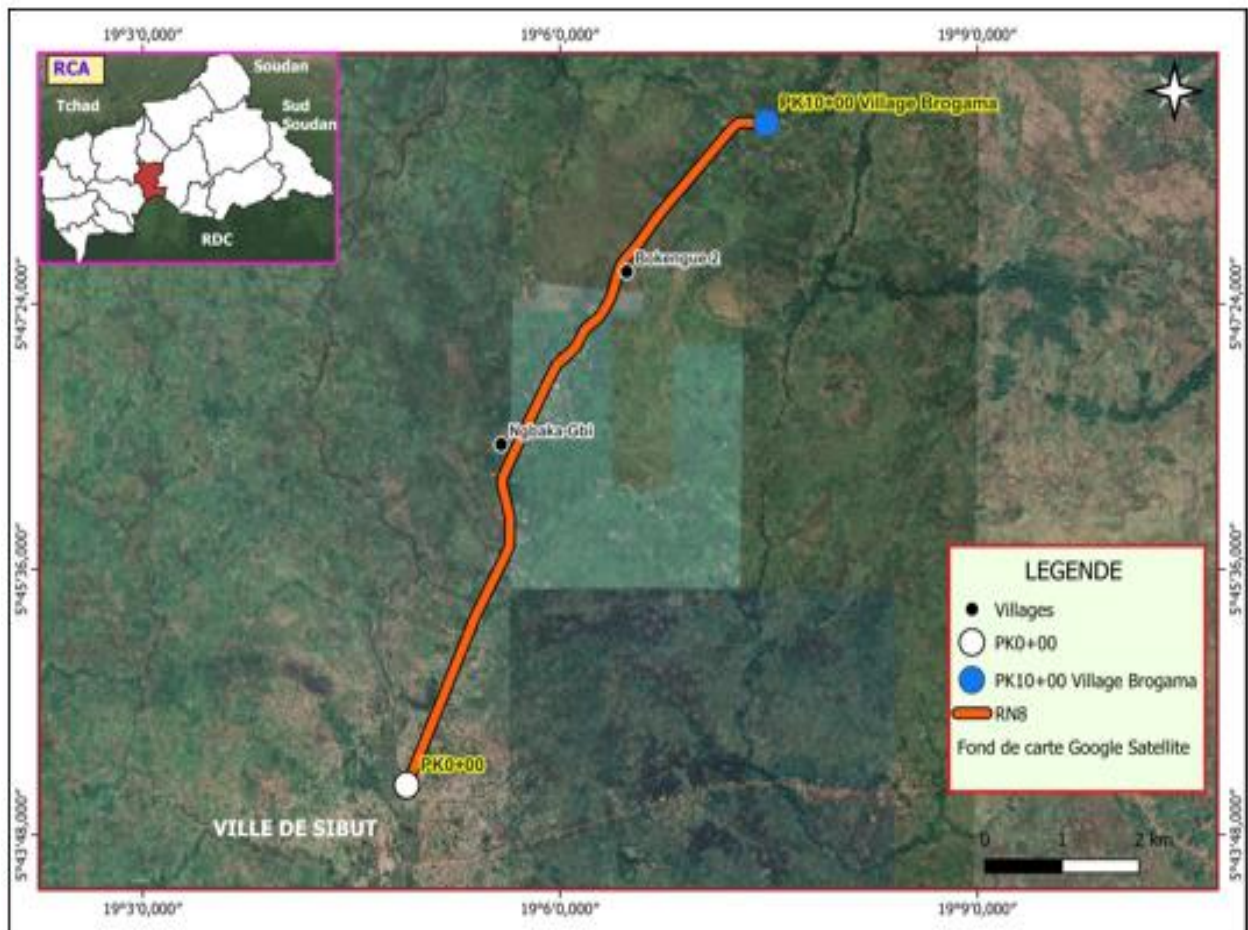


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

2. Démographie de la zone du projet

La population générale couvrant la zone du projet Sibut – Brogama, y compris les petits villages aux alentours de la route est estimée à 392 563 habitants. La commune de SIBUT compte 31 986 habitants selon les dernières publications d'**ICASEES 2021**.

3. Milieu physique

3.1. Contexte climatique (température et pluviométrie)

La zone du projet se trouve dans un climat intertropical, climat caractéristique de la partie centre de la République Centrafricaine. La température moyenne interannuelle tourne autour de 26 °C (Voir figure). Les valeurs maximales moyennes mensuelles peuvent aller jusqu'à 36 ou 37°C, mais elles se situent souvent autour de 33°C. Le mois de Février, Mars, et d'Avril caractérisent la période la plus chaude. La température minimale mensuelle s'observe en Décembre et Janvier, soit une moyenne respective de 22 et 23°C. En journée, les températures maximales varient entre 37 et 40°C. La moyenne interannuelle de pluie tourne autour entre 1000 et 1500 mn d'eau. On note une abondance/régularité des pluies en saison humide (Juillet, Août, Septembre, Octobre, et relativement Juin), s'étendant sur 20 à 22 jours de pluie par mois, ou leur irrégularité de Janvier à Février (0 à 3 jours). Avec le phénomène du dérèglement climatique, on assiste à des pluies diluviennes en saison sèche, un aspect à prendre en compte dans ce projet d'aménagement de routes. Les figures sont respectivement présentées en annexe 1&2.

3.2. Hydrographie

La zone du projet est arrosée par le principal cours d'eau tel la Tomi avec de nombreuses connexions. De manière générale, le réseau hydrographique de la zone d'étude est dense. Cette zone est située à proximité de la zone équatoriale et bénéficie de ce fait d'un régime abondant en saison pluvieuse longue de 7 à 9 mois.

3.3. Contexte pédologique

Soixante et quinze pourcent (75 %) des sols Centrafricains sont formés d'unités ferralitiques, notamment dans les zones à forte pluviosité. Les sols ferralitiques couvrent les trois quarts (3/4) du la zone d'étude, particulièrement là où la forte pluviométrie favorise l'hydrolyse des minéraux des roches jusqu'à une grande profondeur. Ces sols sont pauvres en éléments nutritifs, acides et fragiles. Ils présentent plusieurs faciès, dont les sols ferralitiques typiques constitués sur les dolérites. D'une manière générale, la zone d'étude présente les mêmes spécificités

pédologiques sur l'ensemble du linéaire du projet. On rencontre généralement les sols argileux hydro morphes, des minéraux bruts sans oublier la présence des sols ferrallitiques.

4. Milieu biologique

4.1. Végétation et flore terrestre

La préfecture de KÉMO se trouve dans une zone de savane boisée, arborée et herbeuse. La zone du projet regorge les essences telles que :

- ✓ *Elaeis guineensis* (palmiers) à forte dominance ;
- ✓ *Carica papaya* (Papayers) ; à moyenne dominance ;
- ✓ *Citrus sp* (Citron) à faible dominance ;
- ✓ *Manguifera indica* (Manguiers) à forte dominance ;
- ✓ *Gméline arboria* fortement représentés ;
- ✓ *Cassia* (*siebéana* et *occidentalis*) fortement représentés ;
- ✓ Etc.

4.2. Faune

La zone d'étude regorge d'énormes espèces fauniques terrestres telles que : le céphalophe bleu, les singes, les buffles, les antilopes, les serpents, les oiseaux, les écureuils, les rats palmis, etc. Toutefois, il faut relever que dans la zone du projet, les activités de l'élevage domestiques extensifs sont pratiquées notamment la volaille, le porc, le caprin et l'ovin, presque dans tous les villages et villes traversés par le projet.

III- PRESENTATION DU PROJET

1. Contexte et justification du projet

Dans le cadre de l'amélioration de son réseau routier et la facilitation des échanges entre les différentes régions afin d'offrir un niveau de service acceptable aux usagers et participer au développement socio-économique local et national du pays, le gouvernement Centrafricain représenté par le Ministère de l'Équipement et des Travaux Publics (METP) a décidé de financer sur le Budget de l'État Centrafricain (BEC) de 2022 et 2023 les études de faisabilité économique et technique de la section de route en terre de la Route Nationale N°8 (RN8) SIBUT – DEKOA (70km). L'objectif recherché est de contribuer à la réduction de la pauvreté à travers une meilleure intégration économique régionale par :

- Le désenclavement des Préfectures ;
- La facilitation d'accès aux marchés et aux services de base ;

- La mise en valeur du potentiel économique notamment agricole et des ressources minières des régions concernées.

Pour ce faire, le bureau d'études LEGE ENGINEERING chargé des études techniques nous a confié dans le cadre de notre projet de fin d'études : **les études techniques pour le bitumage d'un tronçon de 10 km de la section de route en terre Sibut-Brogama** présenté comme thème de notre mémoire.

2. Objectifs de l'étude

2.1. Objectif général

L'objectif général est de faire une étude technique détaillée des travaux de réalisation du Pk0+00 au Pk10+00 de la RN8 sur le tracé de la route en terre existante.

2.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques pour ce projet sont comme suit :

- Concevoir et dimensionner la chaussée, par : l'étude géotechnique et la conception géométrique ;
- Concevoir et dimensionner les ouvrages hydrauliques ;
- Etablir la signalisation routière ;
- Réaliser la notice d'impact environnemental et social ;
- Faire le devis quantitatif et estimatif (Avant-métré).

3. Données de base

Les données obtenues sont entre autres :

- Le fond Topo ;
- Les caractéristiques géométriques de la nouvelle chaussée à mettre en place ;
- Les données de comptage du trafic ;
- Les coefficients de Montana (a&b).

CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE CONCEPTION

Le présent chapitre concerne les matériels et méthodes utilisés dans l'élaboration de chaque étude se trouvant dans ce rapport.

I. CONCEPTION GEOMETRIQUE

La conception géométrique routière est l'ensemble des dispositions prises en utilisant les méthodes et techniques d'ingénierie en rapport avec les caractéristiques géométriques prévues pour cette route afin d'offrir un niveau de sécurité et de satisfaction à ses usagers. Elle a pour objectif majeur, la détermination du tracé en plan, du profil en long et du profil en travers type, à l'aide du logiciel COVADIS 16.

1. Caractéristiques géométriques

Les caractéristiques géométriques du tracé en plan et du profil en long seront conformes au "Guide d'Aménagement des routes principales (ARP) de 1994" pour une vitesse de référence de 60 km/h, telle que prescrite dans les Termes de Références. Mais compte tenue de la catégorie de la route nationale (RN8) et du fort trafic en poids lourds desservant les pays frontaliers notamment le Soudan du Nord et le Tchad, le consultant en concertation avec la Direction Générale des Etudes, de la Planification et du Contrôle (DGEPC) a jugé de corriger les caractéristiques du projet à bitumer, décision que nous validons également d'après nos hypothèses de conception. Les caractéristiques à utiliser sont présentés dans le tableau 1 :

Tableau 1: Caractéristiques géométriques de la route

Largeur totale de la plateforme	10 m
Largeur de la chaussée par voie	2 x 3,50 = 7,00 m
Largeur des accotements par voie	2 x 1,50 m
Devers de la chaussée	2,5%
Devers des accotements	4%
Pente des talus en remblai	3/2 (L/H) avec banquettes tous les 6 m.
Pente des talus en déblai	2/3 (L/H) pour les sols de bonne tenue et non rocheux

1.1.Choix du type de route

Le choix du type de route vise à assurer l'adéquation de la route aux fonctions que l'on veut assurer ou privilégier. Techniquement, le choix du type d'une route est l'ensemble des

contraintes qui permettent d'assurer la cohérence entre les interfaces de la route avec son environnement (échanges, accès, agglomérations, etc.) d'une part, et les principales caractéristiques de l'aménagement d'autre part. Cette cohérence est particulièrement importante pour la sécurité, car elle assure l'adaptation des comportements de conduite à la route et à ses conditions de fonctionnement. Il existe trois (3) types de route à savoir : les routes de type L ; les routes de type T, et les routes de type R, qui constituent l'essentiel des réseaux des voies principales de rase campagne, sont multifonctionnelles. Ce sont les "artères interurbaines" et les "routes"(SETRA 1994a).

Dans cette étude, nous nous intéressons aux **routes de Type R** puisque notre projet se trouve en rase campagne.

1.2. Choix de la catégorie de la route

Pour l'aménagement d'une route existante, la détermination du type est fondamentale, mais la notion de catégorie (dont les implications concernent surtout le confort de conduite) peut être employée avec souplesse, des adaptations étant possibles dans le respect des règles de sécurité. Pour chaque type de route, on distingue quelques catégories (ou sous-types) entre lesquelles il existe des différences qui concernent principalement les caractéristiques techniques minimales du tracé en plan et du profil en long. (SETRA 1994a) Ces différences de caractéristiques techniques engendrent des niveaux de confort légèrement différents, principalement pour les aspects dynamiques du confort en section courante hors agglomération. Pour les routes de Type R, on distingue les catégories suivantes :

- La catégorie R60 qui, en relief vallonné, permet généralement de réaliser un bon compromis entre les coûts et le confort (pour ce qui concerne les aspects dynamiques) ;
- La catégorie R80 qui est généralement bien adaptée lorsque les contraintes de relief sont faibles (SETRA 1994a).

Nous choisissons la **catégorie R60** car nous sommes dans une zone à relief vallonné, ce qui permettra l'établissement d'un bon compromis entre coûts et confort.

1.3. Choix de la vitesse de référence

La normalisation des conditions techniques d'aménagement s'appuie sur la vitesse de référence, qui permet de définir les caractéristiques minimales d'aménagement pour lesquels les contraintes géométriques sont les plus astreignantes pour l'utilisateur. Dans le cadre de cette étude,

la Vitesse de Référence fixée par les TDR du projet est de 60 km/h dans les zones d'agglomérations et déviations et 80 km/h en rase campagne. (SETRA 1994a)

2. Tracé en plan

Le tracé en plan est une projection horizontale sur un repère cartésien topographique de l'ensemble des points définissant le tracé de la route. Il est constitué d'alignements droits, de raccordements circulaires et de raccordements progressifs (clothoïdes). Il doit permettre d'assurer de bonnes conditions de sécurité et de confort. (SETRA 1994a)

Pour la catégorie R60, les valeurs limites des rayons qui traduisent principalement des objectifs de confort et de sécurité, sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2: Valeurs limites des rayons

Catégorie de route	R60	R80 et T80	T100
Rayon minimal Rm (m)	120	240	425
Rayon au dévers minimal Rdm (en)	450	650	900
Rayon non déversé Rnd (m)	600	900	1300

Source : (SETRA 1994a)

Dans le cadre de notre étude, le rayon minimal est de 120 m et le rayon au dévers minimal est de 450 m.

3. Profil en long

Le profil en long est composé d'éléments rectilignes caractérisés par leur déclivité (pente ou rampe), et des raccordements circulaires (ou paraboliques) caractérisés par leur rayon. Pour des raisons de confort dynamique et de confort visuel notamment, les paramètres géométriques du profil en long sont présentés dans le tableau 3. Dans le cadre de notre étude, le dévers maximal est égal à 7%.

Tableau 3: Paramètres géométriques du profil en long

Catégorie de route	R60	R80 et T80	T100
Déclivité maximale	7%	6%	5%
Rayon minimal en angle saillant (m)	1500	3000	6000

Rayon minimal en angle rentrant (m)	1500	2200	3000
--	------	------	------

4. Profil en travers type

Les profils en travers sont une base indispensable de toute étude de tracé. C'est à partir des profils en travers que l'on détermine l'assiette, puis l'emprise et par conséquent les terrains à acquérir. Les profils en travers permettent en outre de déterminer le plan général, le calcul des cubatures des terrassements (calcul des volumes de déblai et de remblai) nécessaires à la réalisation du projet. Dans le cadre notre étude, nous avons conçu une chaussée bidirectionnelle de largeur 3,5m. Les devers de la chaussée sont fixés à 2,5% et 4% aux accotements.

II. ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Dimensionnement de la structure de chaussée

Le dimensionnement d'une structure de chaussée routière consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des couches qui la constituent afin qu'elle puisse résister aux diverses agressions et sollicitations auxquelles elle sera soumise tout au long de sa durée de vie. Le trafic pris en compte est celui du poids lourd c'est-à-dire des véhicules dont le poids total est supérieur à 3,5 tonnes. Nous allons dans un premier temps faire un prédimensionnement à l'aide du manuel CEBTP et vérifier dans un second temps, le prédimensionnement à l'aide du logiciel Alizé LCPC.

1.1. Etude du trafic

Il s'agit de déterminer le Trafic Moyen Journalier (TMJ) dans les deux (02) sens de la circulation et également déterminer un taux de croissance géométrique compte tenu de l'évolution du PIB ainsi que l'année de mise en service du projet.

1.2. Détermination de la classe de trafic de la route

La classe de trafic de la route projetée est déterminée à partir du nombre N cumulé d'essieux équivalents d'un tonnage déterminé. On se réfère généralement à l'essieu de 13T pour les règles de dimensionnement des chaussées dans les pays tropicaux de la CEBTP.

➤ Détermination du Coefficient d'Agressivité Moyen (CAM)

Le coefficient d'agressivité moyen est estimé par rapport à l'état d'endommagement ou de la fatigue de la chaussée. Il correspond au dommage provoqué par le passage d'un essieu de charge

(P), par rapport au dommage dû à un passage de l'essieu isolé de référence de charge P_o (SETRA 1994b) . Il se calcule par la formule suivante de :

$$CAM = \frac{1}{NPL} \times \left[\sum_i \times \sum_{j=1}^3 \times k_j \times n_{ij} \times \left(\frac{P_i}{P_o} \right)^\alpha \right] \quad (1)$$

Avec :

NPL : Nombre de poids lourds pendant la période de comptage ;

k_j : Coefficient correspondant au type d'essieu, avec $j = \begin{cases} 1 \text{ essieu simple} \\ 2 \text{ essieux tandem} \\ 3 \text{ essieux tridem} \end{cases}$

n_{ij} : Nombre d'essieux élémentaires de type j et de classe de charge P_j ;

En l'absence des informations nécessaires pour mener un tel calcul, on pourra retenir pour CAM les valeurs consignées dans le tableau 4.

Tableau 4: Coefficient d'Agressivité Moyen selon NF P 98 086

TYPES DE STRUCTURES	CAM
Chaussées souples	0,8
Chaussées neuves semi-rigides	1,3
Renforcement bitumineux de chaussées souples	0,8
Chaussées neuves bitumineuses épaisses	1
Chaussées en béton	1,3
Chaussées granulaires (sol, GNT)	1

➤ Estimation du trafic

L'estimation du trafic se fera selon le guide CEBTP. La formule utilisée pour le calcul du trafic cumulé est :

$$N = 365 \times TMJA \times \frac{((1 + i)^n) - 1}{i} \quad (2)$$

TMJA: Trafic Moyen Journalier Annuel des poids lourds ;

n: durée de vie de la chaussée ;

i: *taux de croissance géométrique du trafic* ;

- Estimation du nombre d'essieu standard

Le nombre d'Essieu Standard (NE) équivaut à : $NE = N \times CAM$ (3)

N : est le nombre cumulé de poids lourd pour la période de calcul de n années.

- Détermination de la classe du trafic

Le guide CEBTP propose cinq (05) classes de trafic présentées dans le tableau 5.

Tableau 5: Détermination de la classe trafic selon CEBTP

CLASSE DE TRAFIC	N équivalent PL CEBTP	TRAFIC EQUIVALENT Véh/j
T_1	$< 5 \cdot 10^5$	< 300
T_2	de $5 \cdot 10^5$ à $1.5 \cdot 10^6$	de 300 à 1000
T_3	de $1.5 \cdot 10^6$ à $4 \cdot 10^6$	de 1000 à 3000
T_4	de $4 \cdot 10^6$ à 10^7	de 3000 à 6000
T_5	de 10^7 à $2 \cdot 10^7$	de 6000 à 12000

2. Détermination de la classe de portance du sol

Il existe cinq (05) classes de détermination de la portance du sol en fonction de la valeur du CBR et de la catégorie. Ces classes sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6: Détermination de la classe de portance du sol support selon CEBTP

Classe	Valeur CBR	Catégorie
S1	CBR < 5	Portance très faible
S2	$5 < CBR < 10$	Portance faible
S3	$10 < CBR < 15$	Portance moyenne
S4	$15 < CBR < 30$	Portance bonne
S5	CBR > 30	Portance très bonne

3. Vérification de la structure de chaussée par le logiciel Alizé LCPC

Le choix de la structure de chaussée ne peut être définitif qu'après comparaison des contraintes et déformations aux critères dimensionnant. Ceux-ci dépendent de la nature des couches :

- Pour le sol et les couches non liées, le critère dimensionnant est la déformation verticale ε_z en haut de la couche ;
- Pour les couches bitumineuses, le critère dimensionnant est la déformation horizontale ε_t en bas de la couche ;
- Pour les couches traitées aux liants hydrauliques ou les bétons de ciment, le critère dimensionnant est la contrainte de traction par flexion à la base de la couche.

Des équations permettant de déterminer les déformations sont les suivantes :

- Equation de la déformation admissible pour les matériaux bitumineux :

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

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

$$\varepsilon_{t,adm} = \sigma_6 \times \left(\frac{NE}{10^6}\right)^b \times k_c \times k_r \times k_s \times k_d$$

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

$$\varepsilon_{t,adm} = A. (NE)^{-0,222}$$

Avec :

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

$$- A = \begin{cases} 0,016 & \text{si } T < T3 \\ 0,012 & \text{si } T \geq T3 \end{cases}$$

3.1. Détermination de la classe de portance de la plateforme et du module

Le choix de la classe de portance est fait suivant le module E :

$$E = 5 \times CBR \quad (4)$$

Module EV_2 ou E_{DYN2} (MPa)	20	50	80	120	200
Classe de plateforme	PF1	PF2	PF2qs	PF3	PF4

Dans cette étude, nous avons un module de 80MPa ce qui correspond à une classe PF2.

III. ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

1. Délimitation des bassins versants

L'étude hydrologique consiste à délimiter les bassins versants des cours d'eau qui intersectent l'axe projeté de la route et à en déterminer les différentes caractéristiques. Les bassins versants sont importants pour le calcul des débits. Ils sont définis comme la totalité de la surface topographique drainée par le cours d'eau et ses affluents à l'amont de cette section. Tout d'abord, l'axe de la route a été identifié sur Google Earth et ensuite importé sur le logiciel QGIS, ce qui nous a permis de déterminer les caractéristiques physiques des bassins versants.

2. Détermination des paramètres physiques des bassins versants

Les études hydrologiques des bassins sont réalisées à partir des documents cartographiques fournis par les logiciels Google Earth et QGIS. Les paramètres physiques tels que la superficie et le périmètre seront obtenus par numérisation du bassin versant, à l'aide du logiciel QGIS. Les autres paramètres physiques des bassins sont obtenus à l'aide des formules classiques proposées par les chercheurs. Les paramètres étudiés sont composés de :

- La surface du BV (S)

Plusieurs sous bassins versants longent le tronçon de la route, objet de notre étude. La surface de chaque sous bassin versant représente son occupation spatiale dans la zone d'étude ;

- La dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du BV (ΔH)

Il s'agit de la différence d'altitude entre le point le plus éloigné de l'exutoire et l'exutoire. Ayant à notre disposition les bassins versants et leurs exutoires nous avons grâce au logiciel Global Mapper déterminé les points les plus éloignés de chacun des bassins versants ainsi que leurs altitudes ;

- Indice de compacité (K_c)

Cet indice est établi en comparant le périmètre du bassin versant P à celui d'un cercle qui aurait la même surface S . (*Crues et apports: manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche* 1996). Il est déterminé par la formule suivante :

$$K_c = 0,282 \times P \div \sqrt{S} \quad (5)$$

Avec : P : Périmètre du Bassin Versant (km) ;

S : Surface du Bassin Versant (km²)

- Rectangle équivalent

C'est un rectangle qui a la même superficie, le même indice de compacité et la même distribution hypsométrique que le bassin versant. Sa longueur est donnée par l'expression suivante :

$$L = \sqrt{S} \left(\frac{K_c}{1,128} \right) \left[1 + \sqrt{\left(1 - \left(\frac{1,128}{K_c} \right)^2 \right)} \right] \quad (6)$$

Avec :

L : Longueur de rectangle équivalent (Km) ;

K_c : Indice de compacité (sans dimension) ; S : Superficie du bassin versant (km²).

- Indice de pente globale (I_g)

Indice caractérisant le relief d'un bassin. Il est défini par la formule suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} \quad (7)$$

D : représente la dénivelée, séparant les altitudes ayant approximativement 5% et 95% de la surface du bassin au-dessus d'elles (m) ;

L : Longueur du rectangle équivalent (km) ;

I_g : Indice global de pente (m/km).

➤ Pente moyenne

La pente moyenne d'un bassin versant est assimilée à celle de son cours d'eau principal. Elle est déterminée par la formule :

$$I = \left[\frac{L}{\sum \frac{L_k}{\sqrt{I_k}}} \right]^2 \quad (8)$$

L : Longueur totale du cours d'eau avec $L = \sum L_k$;

L_k : Longueur des différents tronçons du cours d'eau ;

I_k : Pente moyenne de chaque tronçon du cours d'eau.

3. Choix de la période de retour

La période de retour est l'inverse de la fréquence de non-dépassement d'un paramètre observé : débit, volume total ou encore hauteur d'eau. Elle correspond à une appréciation de la durée moyenne de répétition de l'évènement ou encore, à une probabilité annuelle d'occurrence. Dans la pratique pour les petits Ouvrages Hydrauliques (OH), ils sont dimensionnés pour des crues de période de retour décennal (T=10 ans). Tandis que les grands ouvrages sont conçus pour un débit de projet d'une crue de période de retour centennal (centenaire) (T=100 ans). (*Crues et apports: manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche* 1996).

Dans notre cas d'étude, nous avons adopté une période de retour décennal de **T=10ans** pour les Ouvrages Hydrauliques (OH).

4. Méthodes d'évaluation des débits de crue

4.1. Méthode rationnelle

Cette méthode s'applique aux petits bassins dont la superficie ne dépasse pas 4 km². (Nguyen VAN TUU 1981). La formule s'écrit :

Mémoire de fin de cycle Master présenté par **NGANASSEM Oswald Crispino Abiud**,
Promotion 2023-2024

$$Q = 0,278 \times C I A \quad (9)$$

Avec :

C : coefficient de ruissellement ;

I : intensité des pluies (mm/h) ;

A : superficie du bassin (km²)

➤ Coefficient de ruissellement (C)

Le coefficient de ruissellement dépend de la superficie, de la nature du terrain et du sens de la pente du bassin. La nature de la couverture végétale de notre zone d'étude étant une brousse dense et savane à sous-bois, nous choisirons le coefficient de ruissellement en fonction de la superficie et de la pente de chaque bassin versant. (Nguyen VAN TUU 1981). Les coefficients de ruissellement se présentent dans le tableau 7.

Tableau 7: Coefficient de ruissellement

Nature de la couverture végétale	Valeur de C							
	Petits bassins de 0 à 10 ha présentant une pente de				Bassins moyens de 10 à 400 ha présentant une pente de			
	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Plus de 30%	Moins de 5%	De 5 à 10%	De 10 à 30%	Plus de 30%
Plateformes et chaussées de routes ; cours.....	0,95	-	-	-	-	-	-	-
Terrains dénudés ou à végétation non couvrante/terrains déjà attaqués par l'érosion/ labourais frais	0,8	0,85	0,9	0,95	0,7	0,75	0,8	0,85
Cultures couvrantes, céréales hautes/Terrains de parcours, chiendent ras/Petite brousse clairsemée	0,75	0,8	0,85	0,9	0,52	0,6	0,72	0,8
Prairies/Brousse dense, savane à sous-bois	0,7	0,75	0,8	0,85	0,3	0,36	0,12	0,5
Forêt ordinaire en futaie/Sous-bois touffus	0,3	0,5	0,6	0,7	0,13	0,2	0,25	0,3
Grande forêt primaire	0,2	0,25	0,3	0,4	0,15	0,18	0,22	0,25

Source : BCEOM

➤ Intensité

L'intensité maximale des précipitations pour une période de retour donnée T et un temps de concentration Tc calculé, sera estimée sur la base de l'équation de Montana qui s'exprime comme suit :

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

Avec :

I : intensité moyenne maximale (mm/h) ;

t : temps de concentration (min) ;

a & b : sont des coefficients de Montana déterminés à partir de la seule courbe Intensité-Durée-Fréquence (IDF) récente et disponible en RCA selon les dernières publications de la station météorologique de Bangui. Les coefficients de Montana sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Coefficients de Montana déterminés par la Météo de Centrafrique

Station météo	BV concernés	T=5ans		T=10ans		T=25ans		T=50ans		T=100ans	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Bangui	Tous	355,14	0,375	390,4	0,378	430,23	0,383	455,68	0,386	478,56	0,388

Source : Météo Centrafrique

➤ Temps de concentration (Tc)

Pour calculer le temps de concentration, nous choisissons parmi les deux formules les plus utilisées en Afrique, celle de KIRPICH. Cette détermination peut également se faire graphiquement à l'aide d'un abaque, mais dans le cas de notre étude, nous utiliserons la formule qui suit :

$$T_c = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1,15}}{H^{0,38}}$$

Avec :

Tc : temps de concentration (min) ;

L : distance entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin (m) ;

H : dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin (m).

4.2. Méthode ORSTOM ou RODIER

Cette méthode est également connue sous le nom de « Méthode Rodier » pour le calcul du débit de crue décennale. Elle s'applique pour les bassins versants dont la superficie est comprise entre 4 et 120 km². (*Crues et apports: manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche* 1996). Le débit de pointe qui correspond au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la formule suivante :

$$Qr_{10} = A \cdot P_{10} \cdot Kr_{10} \cdot \alpha_{10} \cdot S / Tb_{10} \quad (10)$$

Avec :

A : Coefficient d'abattement ;

P₁₀ : Hauteur de pluie journalière décennale (mm);

Kr₁₀ : Coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale ;

α₁₀ : Coefficient de pointe correspondant à la crue décennale ;

S : Superficie du bassin versant (km²);

Tb₁₀ : Temps de base correspondant à la crue décennale (h).

➤ Coefficient d'abattement (A)

Il est déterminé par l'équation simplifiée de Vuillaume (1974) :

$$A = 1 - \left[\frac{(161 - 0,042 \cdot \bar{P}_{an})}{1000} \cdot \log S \right]$$

Avec :

̄Pan : Hauteur moyenne des précipitations annuelles (mm) ;

S : Superficie du bassin versant (km²).

➤ Coefficient de pointe décennale (α₁₀)

Le coefficient de pointe, rapport du débit maximum ruisselé au débit moyen, est défini par la relation : $\alpha_{10} = Qr_{10} \times Qmr_{10}$

On admet que α_{10} est voisin de **2,6** quelle que soit la superficie du bassin.

➤ Temps de base (Tb_{10})

Il est calculé en fonction de l'indice globale des pentes I_g et de la superficie S .

Sur des bassins de superficie inférieure à 15 km², relativement imperméables ($Kr_{100} > 20 - 25\%$), à pente assez forte ($I_{gcor} > 15$ m/km), la crue décennale ne peut être unitaire, car la durée de l'averse excède la moitié du temps de montée, ce qui induit une majoration du temps de base d'autant plus forte que la superficie du bassin est faible. La relation proposée est la suivante :

$$Tb_{10} = a \times S^{0,36} + b$$

Paramètres a et b varient en fonction de la pente du bassin	
$I_g = 1$	$Tb_{10} = 560 \times S^{0,36} + 400$
$I_g = 3$	$Tb_{10} = 325 \times S^{0,36} + 315$
$I_g = 7$	$Tb_{10} = 163 \times S^{0,36} + 142$
$I_g = 10$	$Tb_{10} = 95 \times S^{0,36} + 80$
$I_g = 15$	$Tb_{10} = 75 \times S^{0,36} + 55$
$I_g = 25$	$Tb_{10} = 44 \times S^{0,36} + 28$
$I_g = 30$	$Tb_{10} = 35 \times S^{0,36} + 20$

➤ Coefficient de ruissellement (Kr_{10})

Le coefficient de ruissellement (Kr_{10}) dépend de plusieurs facteurs conditionnels de l'écoulement dont en particulier la hauteur pluviométrique, les intensités des averses génératrices de crues, les caractéristiques du bassin versant, ainsi que la couverture végétale. Pour une précipitation décennale ponctuelle P_{10} différente de 70 et 100 mm, l'estimation du coefficient de ruissellement Kr_{10} est faite par extrapolation linéaire entre les valeurs Kr_{70} et Kr_{100} . Ces valeurs sont déterminées par la formule suivante :

$$K_{r,70} \text{ ou } K_{r,100} = \frac{a}{(S + b)} + c$$

Les paramètres **a**, **b** et **c** sont des constantes qui dépendent de l'infiltrabilité et de la zone d'étude. Les valeurs des paramètres **a**, **b** et **c** sont regroupées dans les tableaux suivants en fonction des caractéristiques physiques du bassin :

Paramètres de l'équation de détermination de Kr70				
Caractéristiques		a	b	c
Infiltrabilité	Ig			
I	15	2000	100	29.5
	07	1620	100	27.5
	03	1250	100	25
RI	15	250	20	21.7
	07	200	20	18.5
	03	150	20	15
P	07	50	15	08

Paramètres de l'équation de détermination de Kr100				
Caractéristiques		a	b	c
Infiltrabilité	Ig			
I	15	2400	100	32
	07	1940	100	30
	03	1440	100	28
RI	15	325	30	26
	07	240	30	22
	03	200	30	17
P	07	55	17	9.5

➤ **Infiltrabilité des sols**

L'infiltrabilité des sols est l'élément déterminant pour l'estimation du coefficient de ruissellement (Kr). La classification qui sera adoptée est celle de RODIER et AUVRAY, 1965 qui comprend six (06) classes d'infiltrabilité se présentant comme suit :

- **TI (P1)** : Bassin Rigoureusement Imperméable, sans irrégularités, n'existant pas à l'état naturel (aire en béton non fissuré) ;
- Un bassin naturel particulièrement imperméable PI, qui se situe à la frontière des classes **I** et **TI** ;

- **I (P2) :** bassin imperméable. Pas moins de 85 à 90 % de la surface sont constitués par des sols imperméables : roche très saine et sans trop de rugosité, regs (plaines d'argiles et de cailloux très vite saturées), glacis (surfaces planes à faible pente aux sols les plus divers, mais à forte propension à engendrer des formations pelliculaires), colluvions argileuses, argiles pouvant parfois présenter des fentes de retrait telles que celles rencontrées fréquemment dans les bas-fonds (vertisols par exemple). Les sols argilo-sableux, sablo-argileux, voire sableux peuvent également être classés dans cette catégorie, s'ils sont recouverts d'une pellicule superficielle imperméable stable ;
- **RI (P3) :** bassin relativement imperméable. Mélange en proportions à peu près égales de sols imperméables (I) et de sols perméables (P). Si au contraire, le bassin est relativement homogène, il peut être constitué de sols imperméables avec une couverture végétale non négligeable qui gêne la formation de pellicules imperméables, de sols à recouvrement gravillonnaire continu d'épaisseur notable, de certaines arènes granitiques et, enfin, de sols avec des formations pelliculaires fragiles;
- **P (P4) :** bassin perméable, constitué d'éboulis rocheux avec produits de décomposition assez perméables, de cuirasses ferrugineuses très disloquées, d'affleurements rocheux tectonisés et diaclasés avec des pentes non négligeables, de sols sableux sans pellicule imperméable ou avec un couvert végétal significatif et de sables grossiers ;
- **TP :** bassin très perméable, formé d'affleurements rocheux très diaclasés et disloqués avec de faibles pentes, de dunes et d'arènes épaisses, et de carapaces latéritiques excessivement fissurées.

Les abaques utilisés pour la détermination de Kr70 et Kr100 sont présentés en annexe 8.

4.3. Méthode CIEH

Cette méthode s'applique pour des bassins dont la superficie est supérieure à 4 Km². Elle est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme :

$$Q_{10} = a \times S^s \times \bar{P}_{an}^p \times t_a^i \times kr_{10}^k \times Dd^d \quad (11)$$

Avec:

Mémoire de fin de cycle Master présenté par NGANASSEM Oswald Crispino Abiud,
Promotion 2023-2024

a, s, p, i, k, d: sont des coefficients régionaux déterminés à partir d'un découpage établi par CIEH ;

S : surface du bassin (km²) ;

Ig : indice global de pente (m/km) ;

Pan : pluie annuelle moyenne (mm) ;

Kr₁₀ : coefficient de ruissellement décennal (%) ;

Dd : densité de drainage (km⁻¹).

La méthode de CIEH propose plusieurs types de découpage :

- Découpage climatique ;
- Découpage longitudinal ;
- Découpage par pays ou groupe de pays.

Ainsi, pour l'application de la méthode CIEH dans la région du projet, plusieurs équations peuvent être utilisées, selon le tableau présentant les coefficients régionaux, à savoir :

Récapitulatif des équations de calcul du débit par la méthode CIEH en fonction des coefficients régionaux du projet	
Equation n°3	$Q_{10} = 1.33 \times S^{0,596} \times Ig^{0,457}$
Equation n°28	$Q_{10} = 5.21 \times S^{0,625} \times Kr_{10}^{0,876}$
Equation n°29	$Q_{10} = 893 \times S^{0,773} \times Kr_{10}^{0,923} \times Pm_{10}^{-2,051}$
Equation n°30	$Q_{10} = 0,109 \times S^{0,771} \times Ig^{0,419} \times Kr_{10}^{0,887}$

5. Calcul des ouvrages hydrauliques

Les études hydrauliques sont établies pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques tel que les buses, dalots ou ponts. La mise hors d'eau de la plate-forme routière, assurée par des ouvrages hydrauliques doit permettre une bonne circulation des eaux de ruissellement le long ou de part et d'autre de la route.

5.1. Critères de choix

Le choix entre ces ouvrages hydrauliques est conditionné à pleins d'autres facteurs, entre autre à savoir :

Mémoire de fin de cycle Master présenté par **NGANASSEM Oswald Crispino Abiud**,
Promotion 2023-2024

- L'importance du débit à évacuer ;
- Les caractéristiques hydrauliques de l'ouvrage ;
- La largeur du lit ;
- La hauteur disponible entre la cote du projet et le fond du talweg ;
- La rapidité et la faculté de mise en œuvre ;
- Les charges statiques et dynamiques des ouvrages qui sollicitent l'ouvrage ;
- Les conditions de fondation des ouvrages.

5.2. Choix du type d'ouvrage

Vu l'importance de l'écoulement et de la conception de la route, notre choix s'est porté sur des dalots car tous nos débits obtenus sur les six bassins versants dépassent $10\text{m}^3/\text{s}$ ($Q \geq 10\text{m}^3/\text{s}$), ce qui respecte également les TDR du projet. En plus, les dalots sont des ouvrages qui ne nécessitent aucun remblai. (Nguyen VAN TUU 1981)

5.3. Dimensionnement des dalots

Afin de déterminer les dimensions des dalots, il est nécessaire de connaître leur conditions de fonctionnement et les diverses formes que peuvent prendre l'écoulement à travers ces ouvrages. On peut distinguer deux (02) types de fonctionnement pour les dalots, à savoir :

Sortie noyée : le niveau de l'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage, dépasse le bord supérieur de l'ouvrage. La condition de fonctionnement liée à ce type est la suivante: si $H_1/D > 1,25$, l'écoulement de l'eau dans l'ouvrage peut se faire à surface libre ou en pleine section suivant la longueur de l'ouvrage après une forte contraction à l'entrée amont semblable au passage d'une vanne de fond.(Nguyen VAN TUU 1981). Le mode de fonctionnement en sortie noyée est présenté à la figure 3.

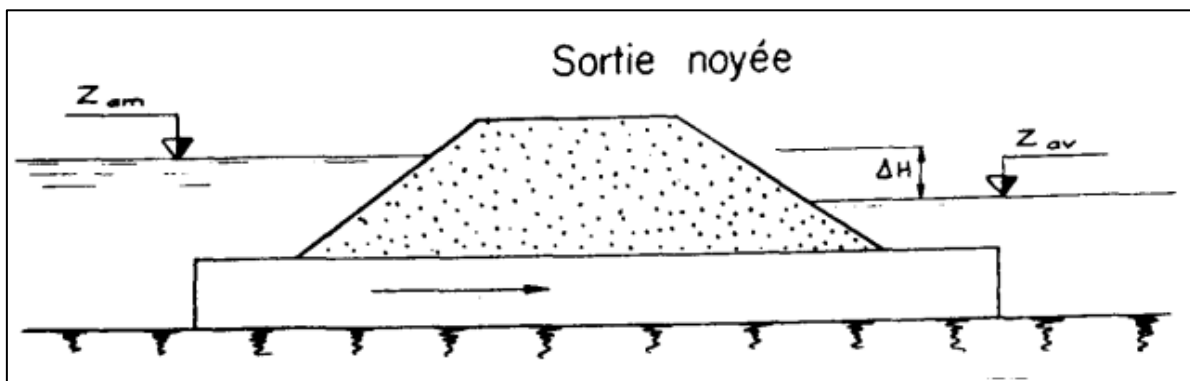


Figure 3: Sortie noyée

Sortie dénoyée ou libre : ici, le niveau de l'eau à l'exutoire immédiat de l'ouvrage est en dessous du bord supérieur de l'ouvrage car l'écoulement se fait en surface libre dans l'ouvrage, après la formation d'une section de contrôle à l'entrée où apparaissent les conditions de l'écoulement critique. La condition de fonctionnement est telle que : $H_1 \leq 1,25 D$ (Nguyen VAN TUU 1981). Le mode de fonctionnement en sortie dénoyée est présenté à la figure 4.

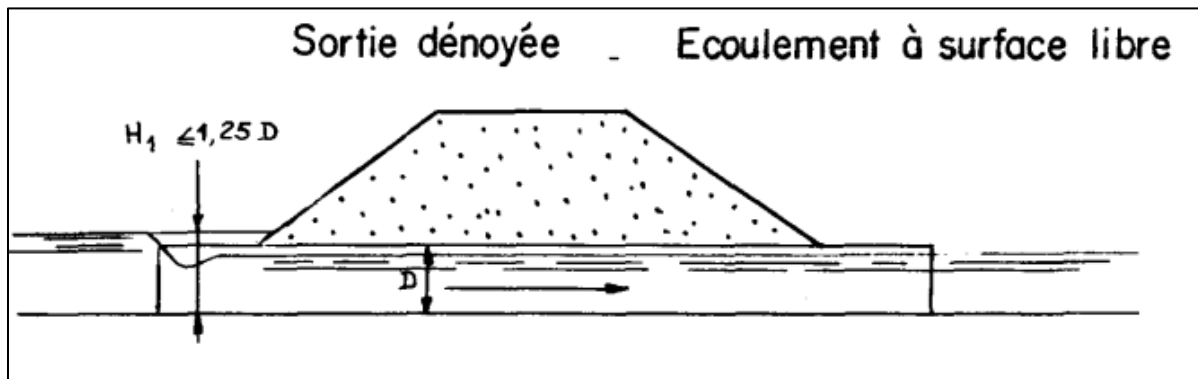


Figure 4: Sortie dénoyée

Dans le cas de la présente étude, seuls les **ouvrages en sortie libre** sont pris en compte.

- Calcul du débit réduit Q^*

Les valeurs de **B**, **D** et **Q** étant connues, on calcule le débit réduit Q^* .

$$Q^* = \frac{q}{B \times D \times \sqrt{2 \times g \times D}} \quad (12)$$

Avec :

q : débit par cellule (m^3/s) ;

B : largeur de la cellule (m) ;

D : hauteur du dalot (m) ;

g : pesanteur ($9,81 m^2/s$).

- Hauteur réduite H^*

Hauteur déterminée graphiquement en fonction du débit réduit Q^* à partir de la courbe (A) de la figure 77-sortie libre du manuel BCEOM (P.248). L'abaque pour la détermination de la hauteur réduite se trouve en annexe 12. (Nguyen VAN TUU 1981)

➤ Profondeur d'eau en amont H_1

La profondeur d'eau en amont est déterminée par la relation suivante :

$$H_1 = D \times H^* \quad (13)$$

Après ce calcul, on a pris le soin de vérifier la relation $H_1/D \leq 1,25$ pour tous les bassins versants et la condition est belle et bien vérifiée.

➤ Calcul de la pente critique

Pour nous assurer que la vitesse de l'eau dans les dalots est dans les limites admissibles, il est nécessaire de calculer la pente critique de l'ouvrage. Connaissant le débit par cellule q et la largeur de la cellule B , nous pouvons calculer la première variable adimensionnelle Q^{**} par la formule ci-dessous et déterminer graphiquement en fonction de Q^{**} , la seconde variable adimensionnelle qui représente la pente critique réduite I_c^* à partir de la figure 82 présentée ci-dessous du manuel BCEOM, P.258 et ensuite on calcule la pente critique I_c pour en finir.

$$Q^{**} = \frac{q}{\sqrt{g \times B^5}} \quad (14)$$

Avec :

q : débit par cellule (m^3/s) ;

B : largeur de la cellule (m) ;

g : pesanteur ($9,81 m^2/s$).

$$I_c = \frac{I_c^*}{g/K^2 \times B^{1/3}} \quad (15)$$

Avec :

I_c^* : pente critique réduite ;

g : pesanteur ($9,81 m^2/s$) ;

K : coefficient de rugosité de MANNING STRICKLER pris est égal à 67 pour les dalots en béton ;

B : largeur de la cellule (m).

L'abaque de la pente critique réduite se trouve en annexe 9.

➤ Calcul de la vitesse de sortie

La pente de l'ouvrage étant fixée en fonction de la pente critique I_c précédemment calculée, il convient de calculer la vitesse moyenne d'écoulement dans l'ouvrage. Par conséquent, la vitesse de sortie V est déterminée par le calcul des variables adimensionnelles Q^{***} (Débit réduit) et

V* Vitesse réduite déterminée graphiquement en fonction de **Q***** à partir de la figure 84 du manuel BCEOM, P.263. (Nguyen VAN TUU 1981)

$$Q^{***} = \frac{q}{K \times I_c^{1/2} \times B^{2/3}} \quad (16)$$

Avec :

q : débit par cellule (m³/s) ;

K : coefficient de rugosité de MANNING STRICKLER pris est égal à 67 pour les dalots en béton ;

I_c : pente critique ;

B : largeur de la cellule (m).

$$V = K \times I_c^{1/2} \times B^{2/3} \times V^* \quad (17)$$

Avec :

K : coefficient de rugosité de MANNING STRICKLER pris est égal à 67 pour les dalots en béton ;

I_c : pente critique ;

B : largeur de la cellule (m) ;

V* : Vitesse réduite (m/s).

L'abaque de détermination de la vitesse réduite **V*** se trouve en annexe 9.

CHAPITRE 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats des études qui ont été menées dans le chapitre précédent.

I. CONCEPTION GÉOMÉTRIQUE

1. Tracé en plan

L'axe projeté de la route a été tracé en fonction des nouvelles caractéristiques géométriques compte tenu de l'irrégularité de la largeur de la route à certains endroits. Ce qui entraînera des abatages d'arbres et également la démolition de quelques maisons et boutiques dans l'emprise de la route. Il en ressort de l'analyse du tracé, un pourcentage de 66,45% d'alignements droits. Cette valeur respecte les recommandations de l'ARP qui exige un pourcentage d'alignements droits minimum ou égal à 50% (SETRA 1994a). Les détails de cette analyse sont présentés dans le tableau 9.

Tableau 9: Ratio des courbes et alignements droits

	Longueur (Km)	Pourcentage (%)
Alignements droits	7,425	66,45
Courbes	3,250	33,55
TOTAL	10,675	100

2. Profil en long et profil en travers type

La déclivité maximale étant de 7%, la minimale est de 0,5% afin d'assurer une fluidité de l'écoulement des eaux dans les ouvrages. Ces valeurs respectent les recommandations de l'ARP et des TDR du projet. En ce qui concerne les profils en travers type, le dévers des chaussées est de 2,5% et 4% au niveau des accotements. Il s'agit d'une chaussée bidirectionnelle de 7m de large dont 3,5m par voie et 1,5m aux accotements en agglomération comme en rase campagne.

Les dessins du profil en travers type et le tracé combiné sont respectivement présentés en annexe plans 1&2 pour une meilleure compréhension de notre conception géométrique.

II. ETUDE GÉOTECHNIQUE

1. Etude du trafic

Dans le cadre de l'actualisation des études économiques pour l'aménagement de la route Sibut – Kaga-Bandoro – Ndélé, une campagne de comptage de trafic a été réalisée en Novembre 2022. Le Trafic Moyen Journalier (TMJ) dans les deux (02) sens de la circulation est estimé à 76 PL/j. Le taux de croissance géométrique fixé par le Maître d'ouvrage est de 5% compte tenu de la tendance d'évolution du PIB et l'année de mise en service du projet a été prise pour 2026. Le projet a une durée de vie de 20ans.

Etant donné les fortes potentialités économiques de la zone notamment la production du coton et des bovins, l'activité touristique et de l'élevage dans la zone de Sibut, et tenant compte de l'état actuel dégradé et même non praticable de la route en saison pluvieuse, l'augmentation du trafic induit après la réalisation du projet sera significative. Une étude a donc été menée par le bureau d'études LEGE en tenant compte de l'année de mise en service de la route (2026) pour avoir les prévisions du trafic total sur l'ensemble de la route pour la période de retour de 20ans, récapitulée dans le tableau 10 :

Tableau 10: Prévisions du trafic Léger et Lourd sur l'ensemble de l'axe Sibut-Dékoa pour la période de 20ans

N°	Année	Trafic léger	Taux de croissance Trafic Léger	Trafic Lourd	Taux de croissance Trafic Lourd	Trafic Motorisé total
1	2022	553	4%	215	5%	768
2	2023	575	4%	226	5%	801
3	2024	598	4%	237	5%	835
4	2025	622	4%	249	5%	871
5	2026	647	4%	262	5%	908

A la mise en service prévisionnelle du projet le trafic poids lourd est évalué à 262 PL/jour dans les deux sens de circulation. La chaussée étant bidirectionnelle avec largeur supérieure à 6m, la valeur du TMJA utilisée pour le calcul sera la moitié du trafic dans les deux sens (afnor 2011).

1.1. Données de calcul du trafic cumulé des poids lourds

Les données de calcul sont comme suit :

- Année de mise en service : 2026
- Durée de vie de la chaussée : 20ans
- TMJA : 131PL/sens
- Taux d'accroissement géométrique : 5%

1.2. Trafic cumulé des poids lourds

Nous avons comme résultat, **1,5 10⁶ PL** ce qui correspond à une classe de trafic **T2**. Les détails de calculs sont présentés en annexe 3.

2. Détermination de la classe de portance du sol support

L'étude s'est faite par la réalisation des puits manuels (PM) aux dimensions de 1x1x1m, en quinconce à des intervalles de 1km selon les consignes des cahiers de charges du projet. Les matériaux identifiés sur le tronçon sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11: Ratio des matériaux identifiés sur le tronçon étudié

Nature du sol	Nombre	Représentativité (%)
Argile sableuse	4	33,3
Sable argileux	1	8,3
Latérite argileuse	1	8,3
Roche altérée	1	8,3
Argile latéritique	2	16,7
Grave latéritique	3	25,0

Afin de rester dans la sécurité pour le dimensionnement de la structure de chaussée et pour des raisons constructives, le matériau retenu pour caractériser la plateforme est l'argile sableuse de classe **S4** (Valeur retenue CBR à 95% de l'OPM = **16**) (CEBTP 1984). Les caractéristiques de ce matériau sont présentées dans le tableau 12.

Tableau 12: Caractéristiques de l'argile sableuse

Argile sableuse	Nbre de valeur	Maximum	Minimum	Moyenne	Ecartype	Valeurs retenues	Classe de portance

% fines	4	78,60	42,30	62,23	15,31	54,6	selon le CEBTP
IP	4	24,76	15,96	21,35	3,92	19,4	
W _{NAT} (%)	4	27,62	14,50	19,56	5,63	16,7	
W _{OPM} (%)	4	20,60	13,40	15,75	3,28	14,1	
□ _d (T/m ³)	4	1,91	1,68	1,83	0,10	1,776	
□ _s (g/ml)	4	2,75	2,59	2,65	0,07	2,619	
CBR à 95% de l'OPM (après 4 jrs imm.)	4	18,00	15,00	17,00	1,41	16	S4

Les résultats des essais géotechniques sont présentés en annexe 4.

3. Proposition et choix de la structure de chaussée

Nous proposons deux (02) structures de chaussée en nous basant sur les catalogues du guide de dimensionnement du CEBTP. Ces propositions sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13: Structures de chaussée proposées par le guide CEBTP

Portance du sol de classe S4			
Trafic de classe T2			
Structure de chaussée	Revêtement	Couche de base	Couche de fondation
Variante 1	Tricouche	Graves naturelles améliorées au ciment (15cm)	Graveleux Latéritiques Naturels (20cm)
Variante 2	4cm d'enrobé	Concassé o/d (15cm)	Graveleux Latéritiques Naturels (20cm)

Notre choix s'est porté sur la variante 2 car elle paraît plus économique comparée à la première, compte tenu du prix du ciment (10 500 F CFA le sac de 50 kg) en Centrafrique et aussi de l'accessibilité des matériaux.

Recommandations du CCTP concernant les matériaux utilisés pour chaque couche

Pour que les structures proposées aient un comportement satisfaisant, il faudra prendre le soin de vérifier que les matériaux constituant les diverses couches aient des caractéristiques répondant à certaines exigences minimales de qualité et aussi s'assurer que les conditions d'exécution des chaussées aient été conformes aux règles de l'art (CEBTP 1984).

✓ **Plateforme**

Il est nécessaire de disposer d'une bonne assise pour que le corps de chaussée soit mis en place dans des conditions satisfaisantes et pour qu'il conserve dans le temps, une indéformabilité suffisante. Les caractéristiques géotechniques sont :

- Indice de Plasticité (IP) ≥ 40
- LL ≥ 70
- Gonflement linéaire dans le module CBR $\geq 2 \%$
- Teneur en matières organiques $\geq 3 \%$

✓ **Couche de fondation**

Les recommandations géotechniques sont :

- Indice CBR ≥ 30 pour une densité sèche correspondant à 95% de l'OPM
 - Maximum passant à 80 μ m pour un trafic T3 = 30
 - IP max ≥ 20
 - Densité sèche minimale requise est 1,8 à 2 tonnes/m³

✓ **Couche de base**

Les recommandations géotechniques pour le concassé 0/40 sont :

- IP ≤ 6 pour les trafics T1 et T2
- Indice de concassage $\geq 60\%$ pour trafic T2
- Pourcentage des fines $< 10\%$ mais supérieur à 4% si IP est nul
- Equivalent de sable sera : ES ≥ 30 pour trafic T2

✓ **Revêtement**

Les recommandations géotechniques pour l'application de l'enrobé dense sont :

- Les granulats devront avoir un Los Angeles inférieur à 40 pour trafic T2

- Le sable grossier sera préférentiellement issu du concassage de roches de Los Angelès < 40
- Suivre les caractéristiques de l'essai de Marshall et Duriez

4. Vérification du dimensionnement à l'aide du logiciel ALIZÉ

Les données d'entrée pour la vérification de structure de chaussée (afnor 2011) sont les suivantes :

- TMJA : 131 PL/j
- Classe de portance de la plateforme : PF2
- Température équivalente de la zone utilisée pour les matériaux bitumineux : 31 °C, déterminée par la formule de WITZACK présenté en annexe 5
- Durée de vie de la chaussée : 20ans (VRNS, SETRA)
- Taux d'accroissement géométrique : 5%
- Matériaux bitumineux, CAM : 0,5
- GNT et sols, CAM : 1
- Toutes les couches sont collées.

4.1. Résultats de la vérification du dimensionnement

Les résultats obtenus suite à la vérification faite sur ALIZÉ sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14: Valeurs des contraintes admissibles de déformation de la variante 2

	Valeurs calculées	Valeurs admissibles	Condition
Revêtement $E_{ps}T$ ($\mu\text{déf}$)	17,6	222,9	OUI
Couche de base $E_{ps}Z$ ($\mu\text{déf}$)	652,9	504,7	NON
Couche de fondation $E_{ps}Z$ ($\mu\text{déf}$)	742,2	504,7	NON
Sol support (PF2) $E_{ps}Z$ ($\mu\text{déf}$)	808,9	504,7	NON

Les résultats fournis sur l'interface du logiciel ALIZÉ sont présentés sur la figure 5.

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT (μ déf)	SigmaT (MPa)	EpsZ (μ déf)	SigmaZ (MPa)
0,040	1270,0	0,350	0,000	-97,9	0,054	-78,6	0,657
	collé		0,040	-17,6	0,281	309,0	0,628
0,150	600,0	0,350	0,040	-17,6	0,146	652,9	0,628
	collé		0,190	-331,4	-0,172	505,2	0,200
0,200	280,0	0,350	0,190	-331,4	-0,027	742,2	0,200
	collé		0,390	-358,3	-0,105	455,1	0,064
infini	80,0	0,350	0,390	-358,3	-0,006	808,9	0,064

Figure 5: Résultats fournis par Alizé pour la variante 2 – Cdt NVF

Nous constatons sur le tableau 11 et la figure 3 que la structure de chaussée de la variante 2 proposée par le guide CEBTP n'est pas acceptable pour la durée de vie fixée à 20ans. Les conditions de déformations admissibles ne sont pas vérifiées depuis la couche de base jusqu'au sol support car les contraintes admissibles sont inférieures aux valeurs calculées. Nous avons donc fait des manipulations au niveau des épaisseurs et pour ce qui est du module des concassés, nous avons pris le soin vérifier la disponibilité au niveau de la carrière de l'Office National du Matériel (ONM) Centrafrique afin d'avoir toutes les conditions (contraintes et déformations) vérifiées. Et comme hypothèses, nous avons :

- Revêtement : 5cm d'enrobé
- Couche de base : 20cm de concassé 0/31,5 avec un module de 800MPa
- Couche de fondation : 30cm de Graveleux Latéritiques Naturels avec un module de 280MPa (site d'emprunt)
- Sol support : un module de 80MPa

Les résultats obtenus suite aux modifications apportées sur ces couches sont présentés dans le tableau 15.

Tableau 15: Valeurs des contraintes admissibles de déformation de la variante 2

	Valeurs calculées	Valeurs admissibles	Condition
Revêtement $E_{ps}T$ (μ déf)	31,4	222,9	OUI
Couche de base $E_{ps}Z$ (μ déf)	500,1	504,7	OUI

Couche de fondation E_{psZ} ($\mu\text{d}\acute{e}f$)	493,0	504,7	OUI
Sol support (PF2) E_{psZ} ($\mu\text{d}\acute{e}f$)	478,3	504,7	OUI

Et les résultats fournis sur l'interface du logiciel ALIZÉ sont présentés sur la figure 6.

épais. (m)	module (MPa)	coef. Poisson	Zcalcul (m)	EpsT ($\mu\text{d}\acute{e}f$)	SigmaT (MPa)	EpsZ ($\mu\text{d}\acute{e}f$)	SigmaZ (MPa)
0,050	1270,0	0,350	0,000	-61,9	0,052	19,5	0,658
			0,050	-31,4	0,209	323,7	0,612
0,200	800,0	0,350	0,050	-31,4	0,144	500,1	0,612
			0,250	-233,0	-0,181	301,8	0,132
0,300	280,0	0,350	0,250	-233,0	-0,019	493,0	0,132
			0,550	-199,4	-0,061	273,9	0,037
infini	80,0	0,350	0,550	-199,4	-0,003	478,3	0,037

Figure 6: Résultats fournis par Alizé pour la variante 2 – Cdt VF

Cette variante (5cm d'enrobé +20cm de Concassé 0/31,5 + 30cm de GLN) est acceptable pour une durée de vie de 20ans car toutes les contraintes et déformations sont vérifiées.

5. Choix de la structure de chaussée retenue

Après analyse, notre choix se porte sur la variante 2 car elle est plus économique et plus durable et viable que la variante 1 vu le prix du ciment en Centrafrique. En plus, nous remarquons la présence d'un site d'emprunt à moins de 500m du site du projet avec un module de 280MPa soit un CBR à 98% de l'OPM=56, condition respectée pour la couche de fondation.

Par ailleurs, nous recommandons pour la couche de base une carrière de concassé avec un module de 800MPa afin de permettre à cette chaussée d'atteindre sa durée de service fixée à 20ans. La composition de la structure de chaussée retenue est illustrée dans le tableau 16 :

Tableau 16: Structure de chaussée retenue

Revêtement	5 cm d'enrobé
Couche de base	20 cm de concassé 0/31,5
Couche de fondation	30 cm de Graveleux Latéritique Naturel
Sol support	S4 - PF2

III. ETUDE HYDROLOGIQUE

1. Délimitation des bassins versants

Nous nous sommes intéressés aux sous bassins versants dont les exutoires se trouvent dans les zones attenantes à la route et nous en avons délimité six (06). La carte des bassins versants est présentée sur la figure 7. Les caractéristiques des bassins versants sont présentées en annexe 6.

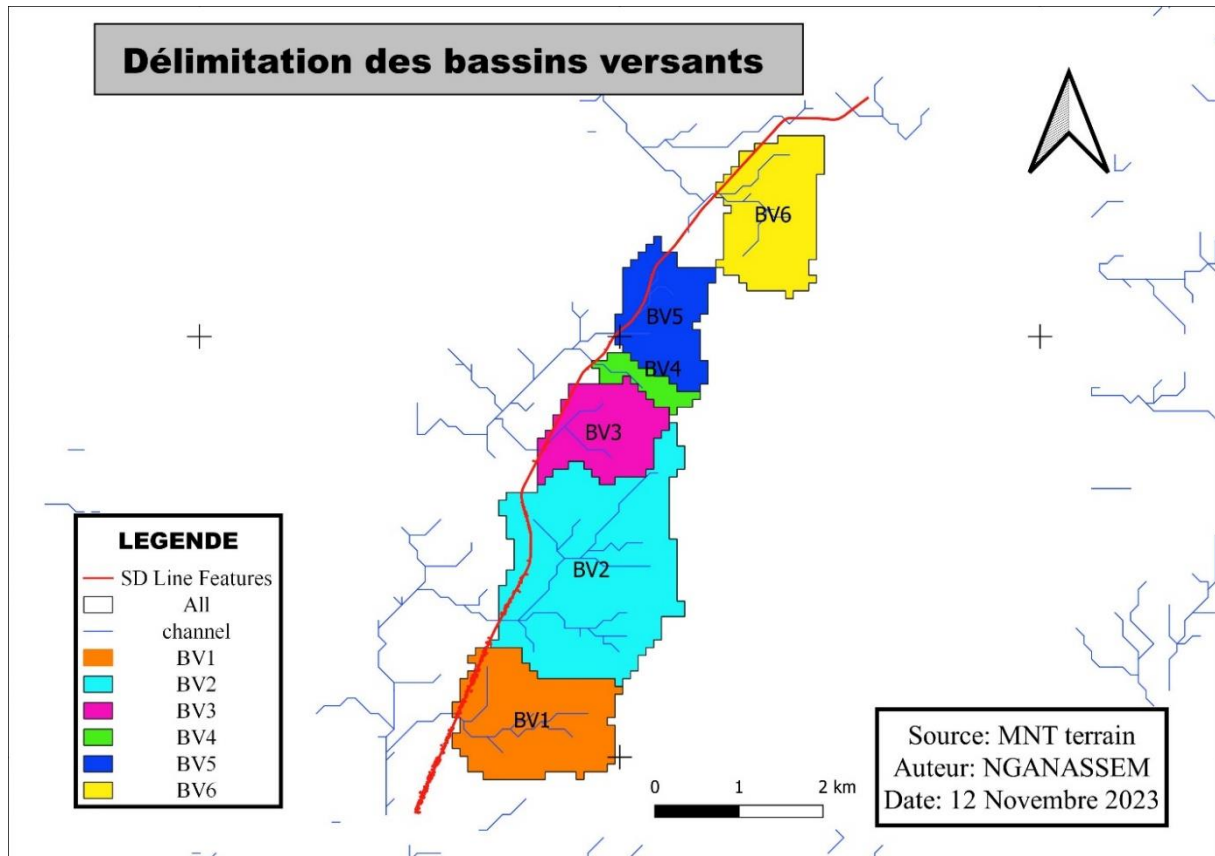


Figure 7: Délimitation des bassins versants

2. Classification des bassins versants

Ils ont été repartis en fonction de leurs superficies respectives dépendant de la méthode de calcul. La répartition est précisée dans le tableau 17.

Tableau 17: Classification des bassins versants selon la méthode de calcul

Superficie	Nbre de bassins versants	Méthode correspondante
$S < 4 \text{ km}^2$	5	Rationnelle
$S > 4 \text{ km}^2$	1	ORSTOM et CIEH

3. Evaluation des débits de crue

Les débits de crue décennale aux exutoires des différents bassins versants ont été estimés. Ceux calculés avec la méthode rationnelle varient de 9,07 à 41,51 m³/s et celui obtenu à partir de la méthode ORSTOM et CIEH varie de 22,30 à 29,66 m³/s. Ils sont présentés dans le tableau 18.

Tableau 18: Débits de crue aux exutoires

Bassin versant	Superficie (Km ²)	Méthode Rationnelle	Méthode Orstom	Méthode CIEH	Débit retenu (m ³ /s)
BV1	2,373	39,74	-	-	39,74
BV2	4,695	-	22,30	29,66	29,66
BV3	1,369	28,38	-	-	28,38
BV4	0,357	9,07	-	-	9,07
BV5	1,429	32,26	-	-	32,26
BV6	1,905	41,51	-	-	41,51

IV. ÉTUDE HYDRAULIQUE

1. Dimensionnement des ouvrages

Les débits ayant été obtenus, et le choix des ouvrages étant basé sur des dalots avec un type de fonctionnement en sorte libre comme présenté dans la méthodologie car nous avons des débits dépassant 10m³/s, nous allons déterminer les différentes sections et ensuite calculer le ferrailage desdits ouvrages puis faire dimensionnement sur le logiciel CYPE. Les hypothèses de calculs sont présentées dans le tableau 19.

Tableau 19: Hypothèses et vérifications des conditions pour le dimensionnement des dalots

Hypothèses et vérifications de calculs						
Bassin Versant	BV6	BV5	BV4	BV3	BV2	BV1
$Q(m^3/s)$	41,51	32,26	09,07	28,38	29,66	39,74
$Q_{réel} = V_{adm} \times N_{bcell} \times D \times B$	60,00	36,00	12,00	36,00	36,00	60,00
Pesanteur g (m ² /s)	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
Vitesse admissible (m/s)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Nombre de cellules	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00
$Q_{par\ cellule} = Q_{réel} \div N_{bre\ de\ cellule}$	12,43	10,75	11,25	9,46	9,89	13,25
Hauteur du dalot (D)	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00
Largeur du dalot (B)	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50

2. Détermination des sections des ouvrages

Nous avons obtenu quatre (04) différentes sections de dalots à savoir :

- $1,00 \times 1,50 \times 2,00$ → la plus petite section ;
- $3,00 \times 1,50 \times 2,00$ → section moyenne ;
- $3,00 \times 2,00 \times 2,50$ → la plus grande section.

Le dimensionnement hydraulique et les différents abaques sont présentés en annexe 9. Les sections choisies sont respectivement présentées avec leur localisation sur le tronçon dans le tableau 20.

Tableau 20: Sections des dalots

Bassin Versant	Localisation par PK	Débit (m³/s)	Nombre de cellule	Largeur de cellule	Hauteur du dalot
OH1	PK1+275	39,74	3,00	2,50	2,00
OH2	PK2+500	29,66	3,00	2,00	1,50
OH3	PK4+750	28,38	3,00	2,00	1,50
OH4	PK5+900	9,07	1,00	2,00	1,50
OH5	PK6+400	32,26	3,00	2,00	1,50
OH6	PK8+450	41,51	3,00	2,50	2,00

3. Dimensionnement structurel des ouvrages

Nous procéderons par un prédimensionnement des éléments de structure des ouvrages, ensuite nous évaluerons les charges agissant sur ceux-ci afin de déterminer les sollicitations maximales et enfin nous calculerons les sections d'aciers permettant de reprendre ces sollicitations (DTRF

28 décembre 1971). Le calcul se fera pour les dalots OH1 et OH6 selon les prescriptions du fascicule 61 Titre 2. Les détails de calculs pour ces deux dalots sont présentés en annexe 10 et les plans de ferrailage sont présentés en annexes plans 3. Un récapitulatif des sollicitations et des différentes sections obtenues sont présentés dans le tableau 21.

Tableau 21: Récapitulatif des sollicitations et sections d'armatures obtenues

Élément de structure	Partie	Moment fléchissant (MN.m/ml)	Effort normal (MN/ml)	Aciers principaux			Acier de répartition	
				Section d'acier (cm ² /ml)		Choix des aciers	Section (cm ²)	Choix
				Section théorique (cm ²)	Section réelle (cm ²)			
OH 1&OH6 (3x2.50x2.00)								
Tablier	Appui de rive	0,0484	0	6,27	20,95	HA20 e=15 cm	5,36	HA12 e=20cm
	Travée	0,086	0	16,08	20,95	HA20 e=15 cm	5,36	HA12 e=20cm
	Appui intermédiaire	0,1631	0	15,82	20,95	HA20 e=15 cm	5,36	HA12 e=20cm
Radier	Appui de rive	0,0593	0	6,24	20,94	HA20 e=15 cm	3,39	HA10 e=20cm
	Travée	0,095	0	10,18	10,26	HA20 e=15 cm	3,39	HA10 e=20cm
	Appui intermédiaire	0,1812	0	20,25	20,94	HA20 e=15cm	3,39	HA10 e=20cm
Piédroit d'extrémité	Nappe extérieure	0,0323	0,227	4,53	5,65	HA12 e=20 cm	2,51	HA8 e=20 cm
	Nappe intérieure			2	2,51	HA8 e=20 cm	2,51	HA8 e=20 cm
Piédroit intermédiaire	Les 2 nappes	0	0,4541	10,4	20,52	HA14 e=15cm	3,92	HA10 e=20cm

V. SIGNALISATION ET SECURITE ROUTIERE

1. Mesures de sécurité

Le but principal de cette étude est d'assurer une conception routière optimale et performante du point de vue sécurité. Une conception adéquate réduira les erreurs de conduite des usagers et permettra une meilleure insertion de la route dans son environnement.

2. Signalisation routière

La signalisation routière joue un rôle important dans la sécurité et l'exploitation des infrastructures routières. La visibilité, la lisibilité, l'uniformité, l'homogénéité, la simplicité, la continuité des directions signalées, la cohérence avec les règles de circulation et avec la géométrie de la route constituent les grands principes de la signalisation. La signalisation routière a pour but de renseigner les usagers sur les conditions d'utilisation afin de leur offrir les meilleures conditions de sécurité et de confort. Suivant la position par rapport à la surface de la chaussée on distingue deux types de signalisation : horizontale et verticale.

2.1. Signalisation horizontale

La signalisation horizontale d'une route est définie par un ensemble de marquages peints sur la chaussée. Ces marquages matérialisent les règles d'utilisation de la route et guident les usagers afin leur offrir les meilleures conditions de circulation et surtout la nuit vu qu'il s'agit ici de la rase campagne. La signalisation horizontale d'une route est fonction de la largeur des lignes appelée largeur unité notée U qui est aussi fonction du type de routes et du type de modulations (T1, T2, T3, T'1, T'3). Plusieurs types de marquages verticaux dont les principaux sont les suivants :

- Les lignes continues infranchissables et utilisées dans les zones de visibilité, notamment dans les virages et les zones à fortes rampes ;
- Les lignes discontinues de délimitation des voies, utilisées pour la séparation des voies ;
- Les lignes discontinues d'avertissement, utilisées pour prévenir la rencontre d'une ligne infranchissable.

Les valeurs de U sont comme suit :

- $U = 7,5$ cm pour les autoroutes, routes à chaussées séparées, routes à 4 voies de rase campagne ;
- $U = 6$ cm pour les routes à grande circulation ;
- $U = 5$ cm pour les autres routes.

Nous fixons $U = 6$ cm pour le cas du présent projet. La Modulation du marquage horizontal de la chaussée selon la norme **NF EN 1436** est récapitulée dans le tableau 22.

Tableau 22: Modulation de marquage horizontal

Type de marquage	Type de modulation	Longueur du trait (m)	Intervalle entre les traits (m)	Largeur des lignes (cm)
Rive	T2 (Ligne discontinue de largeur 3u)	3	3,5	18
	T'3(Ligne discontinue de largeur 3u)	20	6	18
	T4 (Ligne continue de largeur 3u)	39	13	18
Axial Longitudinal	T1 (Ligne discontinue de largeur 2u)	3	10	12
	T'1 (Ligne discontinue de largeur 2u)	1,5	5	12
	T3 (Ligne discontinue de largeur 2u)	3	1,33	12

Un passage piéton est prévu à proximité des points d'intérêt tels que les écoles, les hôpitaux ou marchés. L'emplacement doit offrir une bonne visibilité aux automobilistes et aux piétons. Le passage piéton est marqué à l'aide de lignes blanches horizontales. La largeur standard d'un passage piéton est d'environ 4 à 6 mètres. Les normes et réglementations locales en matière de marquage routier doivent être respectées.

2.2. Signalisation verticale










La signalisation verticale d'une route est l'ensemble des panneaux placés à des endroits bien définis de la route. Dans le présent projet, les panneaux de signalisation verticale seront de types suivants :

- Panneaux de danger de type A, (triangulaires) : utilisés pour avertir les conductions d'un danger potentiel sur la route ;
- Panneaux de prescription de type B, (circulaires ou carrés) : utilisés pour prescrire certaines actions ou comportements spécifiques aux conducteurs ;

Ces panneaux sont essentiels pour aider les usagers de la route à se repérer, à prendre les bonnes directions et à accéder aux services nécessaires en toute sécurité. Quant à leur emplacement, ils sont légèrement tournés vers l'extérieur de la route pour éviter les phénomènes d'éblouissement (angle de 10°). Le bord du panneau est à 0,50 m de la bordure des accotements et le bord inférieur du panneau est de 2,30 m au-dessus du niveau du sol.

En zone d'agglomération, la vitesse est limitée à l'aide des panneaux qui notifient l'interdiction de dépasser la vitesse indiquée à 60km/h et 80km/h en rase campagne. Quelques panneaux utilisés sont présentés dans le tableau 23.

Tableau 23: Quelques panneaux utilisés pour la signalisation

Types de panneaux									
Nombre	9	9	2	2	12	6	12	8	8

VI. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

La notice d'impact environnemental et social a pour objectif d'identifier les principaux impacts du projet sur l'environnement physique, biologique et socio-économique d'une part, et de définir les mesures nécessaires pour prévenir, limiter, atténuer ou minimiser les impacts potentiels négatifs, et bonifier les potentiels impacts positifs d'autre part. Cette étude décrit la situation actuelle du milieu récepteur et de l'environnement à savoir le milieu physique (climat, relief, géologie, sols, hydrographie), le milieu biologique (végétation, faune) ; le milieu humain (catégorisation de la population, infrastructures et activités socio-économiques). Les enjeux et impacts environnementaux et sociaux du projet ont été évalués.

1. Principales activités du projet

Les principales phases ainsi que les activités sources d'impacts sont présentées dans le tableau 24.

Tableau 24: Phases et activités sources d'impacts

PHASE	ACTIVITES SOURCES D'IMPACTS
PHASE PREPARATOIRE ET TRAVAUX	Préparation de l'emprise
	Installation de chantier (acquisition de terrains, aménagement des services généraux de l'Entreprise, amenée du matériel, équipement et entretien des locaux),
	Déplacement des pompes hydrauliques
	Recrutement des ouvriers temporaires, déplacement de la main d'œuvre
	Terrassements généraux
	Reconstruction de la chaussée (mise en œuvre couches de chaussée, imprégnation de la couche de base et la couche de renforcement en graves concassés, fabrication du béton bitumineux et mise en place, trafic et signalisation temporaire
	Assainissement

	Ouverture/exploitation des emprunts et carrières de pierres (utilisation des explosifs, concassage, transport de matériaux)
	Transport et circulation liées aux activités de chantier
	fonctionnement des centrales à béton et de bitume
	Approvisionnement en eau pour les travaux sur le chantier et pour les usages domestiques
	maintenance des engins et équipements, lavage des engins et véhicules
	Gestion des produits dangereux (explosifs, carburants, résines, peintures) et des déchets
	Signalisation mise en place des panneaux et de la signalisation horizontale)
REPLI DU CHANTIER	Démobilisation des installations
	remise en état des sites (installations fixes, emprunts, carrière de roche, etc.)
	Nettoyage général du chantier
PHASE EXPLOITATION	Présence physique de la route réaménagée
	Fonctionnement et usage des équipements (transport et circulation)
	Travaux d'entretien de la chaussée

2. Description des principaux impacts et mesures d'atténuation

Les principaux impacts et leurs mesures d'atténuation et d'optimisation sont présentés dans le tableau 25.

Tableau 25: Impacts suivis des mesures d'atténuation et de bonification

IMPACTS NEGATIFS SUR LE MILIEU BIOPHYSIQUE	
IMPACTS	MESURES D'ATTENUATION
Pollution de l'air	Arroser pour réduire les soulèvements de poussières en zones de travaux ; Éteindre systématiquement les moteurs des engins, camions et véhicules lorsqu'ils sont à l'arrêt ; Choisir les sites d'installation des centrales de concassage et d'enrobés en dehors de la zone urbaine et privilégier l'achat des granulats à l'ouverture de nouveaux sites.
Pollution du sol	Aménager des aires de stockage des hydrocarbures à l'abri de la pluie ; Utiliser des récipients avec couvercle pour la collecte des déchets solides à la base chantier ; Sensibiliser le personnel sur la manipulation des carburants et lubrifiants ainsi que des huiles de vidange.

Pollution des eaux de surface et souterraines	Interdire les manipulations et tout déversement des hydrocarbures aux abords des collecteurs ; Installer les bases de chantier suffisamment éloignées des cours d'eau (distance minimale d'au moins 250 m).
Nuisances sonores	Doter les employés travaillant aux postes émetteurs de bruits, de casques anti bruit (36 décibels en moyenne) ; Doter la base chantier/vie de groupes électrogènes insonorisés ; Positionner les bases chantier/vie suffisamment éloignées des habitations, de préférence dans les zones industrielles (distance minimale d'au moins 250m).
Enlaidissement du paysage	Confectionner des demi-fûts labélisés et avec couvercles pour la collecte des déchets solides à la base chantier ; Remettre en état, la base chantier à la fin des travaux ; Mettre les gravats de démolition à la disposition des populations qui le désirent.
Destruction des arbres plantés	Choisir les sites potentiels de carrières/emprunts les plus en retrait des zones sensibles (notamment les zones boisées ou de mangroves) ; Limiter les travaux de terrassements uniquement dans l'emprise utile du projet ; Replanter pour remplacer les arbres décapés ; Trouver des mesures compensatoires aux populations dont leurs arbres fruitiers auraient été détruits.
IMPACTS NEGATIFS SUR LE MILIEU HUMAIN ET SOCIO-ECONOMIQUE	
Risque d'accidents de la circulation	Assurer une bonne signalisation du chantier ; Préconiser des limites de vitesse dans les zones des travaux ; Sensibiliser les usagers de la route y compris le personnel du chantier et les populations riveraines sur le respect du code de la route ; Assurer une bonne régulation de la circulation de transit par les porteurs de drapeaux.
Risque d'accidents de travail	Recruter un ingénieur-sécurité lors de la réalisation des travaux ; Former et sensibiliser le personnel du chantier sur la sécurité au travail ; Doter le personnel des équipements de protection individuelle en fonction des emplois ; Prévoir dans le règlement intérieur des sanctions pour les employés refusant de porter les équipements pour leur protection ou de se plier aux exigences de sécurité ; Installer une infirmerie à la base vie/chantier qui sera gérée par un professionnel de santé.

Risque d'atteintes à la santé des employés et des populations riveraines	<p>Sensibiliser les employés sur le port des Equipements de Protection Individuelle (EPI) et prévoir les sanctions pouvant aller jusqu'au licenciement, en cas de non port d'équipement ;</p> <p>Sensibiliser les travailleurs et la communauté sur les MST/VIH/SIDA, les grossesses précoces et non désirées ;</p> <p>Distribution des préservatifs aux travailleurs au moment des paies des salaires ;</p> <p>Installer une infirmerie à la base vie/chantier et qui sera géré par un professionnel de santé.</p>
Risques de conflits liés aux déguerpissements	<p>Impliquer les Mairies dans le processus de libération des emprises (déplacement des kiosques et autres installations humaines) ;</p> <p>Initier une Cellule d'Appui Social dans chaque Mairie ;</p> <p>Informé et Sensibiliser les personnes dont les biens se trouvent dans l'emprise des routes ;</p> <p>Accompagner par les moyens techniques les déplacements des kiosques et autres installations légères.</p>
Perte des biens, activités et revenus	<p>Inventorier et accompagner les personnes affectées pour leur réinstallation (kiosques mobiles) avant le début des travaux ;</p> <p>Intégrer les Mairies dans le processus de déguerpissement ;</p> <p>Informé et sensibiliser les personnes affectées ;</p> <p>Reconstruire les services étatiques affectés.</p>
Perturbation du cadre et de la qualité de vie dans des populations de la zone du projet	<p>Informé et sensibiliser la population sur l'hygiène et la salubrité ;</p> <p>Travailler en demi-chaussée pour éviter les embouteillages ;</p> <p>Réguler la circulation de transit par des agents affectés à cette tâche ;</p> <p>Assurer une signalisation mobile du chantier ;</p> <p>Mettre en place des accès temporaires aux domiciles riverains avant leur construction définitive ;</p> <p>Arroser les pistes par temps sec ;</p> <p>Evacuer systématiquement les déblais et les restes des matériaux sur les chantiers ;</p>
IMPACTS POSITIFS	
IMPACTS	MESURES DE BONIFICATION

Création d'emploi	<p>Rendre transparente la politique de recrutement du personnel ; Donner une priorité aux nationaux et les riverains installés le long des axes du projet lors du recrutement ; Tenir compte de la notion du « genre » lors du recrutement en donnant la même chance aux femmes ; Délivrer des certificats ou attestations de travail en fin de contrat aux employés pour leur permettre d'être plus compétitifs au cas où une autre opportunité d'emplois similaires viendrait à se présenter à eux ; Sous-traiter certains travaux aux PME locales par des méthodes à Haute Intensité de Main d'Œuvre (HIMO).</p>
Amélioration de la qualité de l'air	<p>Sensibiliser les automobilistes sur l'entretien des véhicules ; Veiller au strict respect de la réalisation des visites techniques ; Etre plus sélectif au niveau des véhicules d'occasion importés.</p>
Embellissement du paysage	<p>Assurer une maintenance régulière des routes et de ses équipements et surtout des arbres et du gazon planté ; Sensibiliser les populations sur la nécessité du bon maintien de la route et de ses équipements.</p>
Amélioration du service de collecte des déchets	<p>Informé et sensibiliser la population ; Aménager des aires de déchets et installer les bacs à ordures afin de faciliter l'évacuation desdits déchets par les riverains et leur collecte par les services Communaux concernés ; Inciter les industriels à gérer adéquatement leurs déchets et leur proposer des sites de dépôt appropriés.</p>
Amélioration du cadre et de la qualité de vie	<p>Assurer l'entretien de la route et ses équipements ; Sensibiliser les populations sur l'assainissement du milieu, la gestion des déchets ; Sensibiliser les populations sur la nécessité de protéger le patrimoine routier ; Instituer un système de pré-collecte des ordures ménagères dans les quartiers enclavés et aménager des aires supplémentaires pour les bacs.</p>

3. Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)

Les différentes mesures à mettre en œuvre, les impacts concernés, les objectifs des mesures, les tâches, les acteurs de mise en œuvre, les indicateurs et les acteurs de suivi et le calendrier dans le cadre du Plan de Gestion de Environnement et Social (PGES) sont présentés de manière synoptique dans le tableau 26.

Tableau 26: PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

Mesure environnementale à mener	Objectif de la mesure	Différentes tâches	Durée	Indicateurs de suivi	Acteurs de suivi
Recrutement d'un Responsable Environnement et sécurité en Entreprise	Assurer une bonne mise en œuvre des mesures environnementales prévues et le respect de la réglementation environnementale en vigueur.	Lancer des appels à candidatures ; Recruter le responsable environnement et de sécurité.	1 mois avant le début des travaux	Contrat de travail ; Présence effective du responsable environnement sur le chantier.	Maître d'Ouvrage Mission de contrôle.
Gestion des déchets sur le chantier	Eviter les différentes formes de pollution et atténuer l'enlaidissement du paysage par les déchets solides et liquides produits par le chantier.	Confectionner des demi-fûts labélisés avec couvercle pour la collecte des déchets solides à la base chantier ; Aménager des aires de stockage des hydrocarbures couverts ;	Dès le début des travaux et pendant toute la phase de construction du projet.	Présence des demi-fûts labélisés ; Présence des fiches de réception des déchets pour recyclage par des sociétés spécialisées ;	Mission de contrôle ; Maître d'Ouvrage.
Prévention des accidents et protection de la santé des employés et des populations riveraines	Créer une prise de conscience au sein du personnel de chantier, de la population et des usagers de la route en vue d'atténuer les impacts négatifs et d'optimiser les impacts positifs.	Doter le personnel des équipements de protection individuelle en fonction des emplois etc.); Assurer la signalisation mobile du chantier ; Limiter les vitesses pour les véhicules de chantier.	Pendant les travaux de construction.	Registre de décharge EPI ; Fréquence de renouvellement des EPI ; Notes de service limitant les vitesses au chantier ;	Mission de contrôle ; Maître d'Ouvrage

ÉTUDES TECHNIQUES DÉTAILLÉES POUR LE BITUMAGE D'UN TRONÇON DE 10 KM DE LA
SECTION DE ROUTE EN TERRE Sibut-Brogama (RCA)

<p>Sensibilisation au COVID 19 et aux IST/SIDA</p>	<p>Limiter le taux de prévalence des IST/SIDA sur le chantier et dans la ville.</p>	<p>Sensibilisation sur les IST/VIH/SIDA, COVID 19 et grossesses non désirées ; Sécurité au travail.</p>	<p>Pendant les travaux de construction</p>	<p>Procès-verbaux des réunions de sensibilisation</p>	<p>Ministère de la Santé</p>
<p>Optimisation des emplois pour les populations riveraines</p>	<p>Donner la chance aux populations riveraines de tirer le maximum de profit du projet.</p>	<p>Rendre transparente la politique de recrutement du personnel ; Recruter en priorité les riverains installés le long des rues du projet pour les emplois ne nécessitant pas une qualification.</p>	<p>Dès le début des travaux et pendant toute la phase de construction du projet</p>	<p>Présence d'une procédure de recrutement au sein de l'entreprise ; Contrats de sous-traitance.</p>	<p>Missions de contrôle ; Maître d'Ouvrage ; Ministère du Travail.</p>
<p>Aménagement paysager : végétalisation et Plantation d'arbres ornementaux</p>	<p>Procurer de l'ombrage aux piétons ; Compenser les arbres décapés ; Embellir le paysage.</p>	<p>Identifier et évaluer les endroits où planter les arbres le long des accotements ; Se procurer des plants ; Planter les plants ; Entretenir jusqu'à la période de garantie.</p>	<p>Pendant la phase de construction des travaux.</p>	<p>Nombre d'arbres plantés ; Rapports d'exécution des travaux.</p>	<p>Mission de contrôle ; Maître d'Ouvrage</p>
<p>Remise en état des zones d'emprunts et de sites occupés lors des travaux</p>	<p>Récupérer et réutiliser les sites dégradés par les activités du projet ;</p>	<p>Elaborer un programme de remise en état des sites suivant le type d'occupation ; Mettre la terre végétale en cordons lors de</p>	<p>Pendant la phase des travaux.</p>	<p>Programme de remise en état ; Observations directes.</p>	<p>Mission de contrôle ; Maître d'Ouvrage.</p>

		l'ouverture des sites concernés.		
--	--	-------------------------------------	--	--

VII. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET

Le devis quantitatif et estimatif du projet s'est fait sur la base des quantités de matériau et les ouvrages hydrauliques et de drainages à partir des résultats de dimensionnement structurels des ouvrages. Les prix unitaires sont déterminés à l'aide du Mercuriale de la ville de Bangui, qui pourrait être légèrement pondéré de 5% si besoin compte tenu de l'indisponibilité de celui de notre zone de projet. Ainsi, la réalisation des études de faisabilité économique et technique pour le bitumage de la route objet de cette étude s'élève à 10 205 373 907 F CFA (TTC) soit 1 205 373,91 F CFA par kilomètre. Le devis quantitatif et estimatif est présenté en annexe 11 et le récapitulatif du coût global dans le tableau 27.

Tableau 27: Récapitulatif du coût global du projet

N°	DESIGNATION	COUT TOTAL (F CFA)
1	INSTALLATION DU CHANTIER ET REPLI DU CHANTIER	55 000 000
2	DEGAGEMENT DES EMPRISES	3 800 000
3	TERRASSEMENTS GENERAUX	178 095 292,5
4	COUCHES DE CHAUSSEE	8 046 902 900
5	TRAVAUX DE DRAINAGE & OUVRAGES HYDRAULIQUES	167 322 500
6	SIGNALISATION	3 207 562,95
7	MESURES ENVIRONNEMENTALES	50 150 000
MONTANT GLOBAL HT		8 504 478 255
TVA 18%		1 530 806 086
MONTANT GLOBAL TTC		10 035 284 341

CONCLUSION PARTIELLE

Au vu de ce chapitre, nous pouvons conclure que la conception routière a conduit à l'obtention du tracé en plan, du profil en long sur cet axe de 10,475 m, pour la route de type R, de catégorie R60, pour une vitesse de référence égale à 60 Km/h en agglomération et 80 Km/h en rase campagne. L'étude de trafic a permis d'identifier un trafic de classe T2 selon la classification du Guide CEBPT et le dimensionnement de la structure de chaussée retenue est la variante 2 constituée de 5 cm d'enrobé en revêtement, 20 cm de concassé 0/31,5 en couche de base et 30 cm de GLN en couche de fondation. La zone étudiée appartient à un régime tropical de transition, avec une saison sèche de novembre à mai, et une saison pluvieuse de juin à octobre. Suite à l'application des méthodes Rationnelle, ORSTOM et CIEH, nous avons obtenu les débits qui ont permis d'obtenir des dalots comme type d'ouvrage à mettre en place. La notice d'impact environnemental et social a permis d'identifier les différents impacts et de mettre en place des mesures soit d'atténuation ou de compensation, soit de bonifications, sanctionnées par un PGES. La signalisation routière et l'estimation du coût global du projet ont également été prises en compte dans cette étude.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude effectuée dans le cadre des études techniques détaillées pour le bitumage d'un tronçon de 10 Km de la section de route en terre sur la RN8 avait pour objectif de proposer des solutions techniques répondant aux normes de conception ainsi qu'aux recommandations des TDR et faire l'estimation du coût global du projet.

Les résultats retenus de cette étude sont notamment :

- Une conception géométrique pour une route de catégorie R60 avec comme vitesse de référence, 60Km/h en agglomération et 80Km/h en rase campagne ;
- Une structure de chaussée composée de 5cm d'enrobé, 20cm de concassé 0/31,5 en couche de base et 30cm de Graveleux Latéritiques Naturels en couche de fondation. Cette structure a été dimensionnée de sorte à supporter un trafic de classe T2 pour une durée de service de 20ans ;
- Six (06) dalots de différentes sections avec une période de retour de 10ans ;
- Une signalisation verticale et horizontale tout en respectant les TDR du projet concernant la limitation de la vitesse en zone d'agglomération ainsi qu'en rase campagne afin d'assurer la sécurité des usagers ;
- La mise en place d'un plan de gestion environnementale et sociale pour pallier aux différents impacts que l'exécution du projet pourrait rencontrer.
- L'estimation du coût total des travaux à réaliser dans le cadre de ce projet s'élève à **10 035 284 341 F CFA** soit **1 003 528 434 F CFA** par kilomètre.

A l'issu de ce travail, nous recommandons :

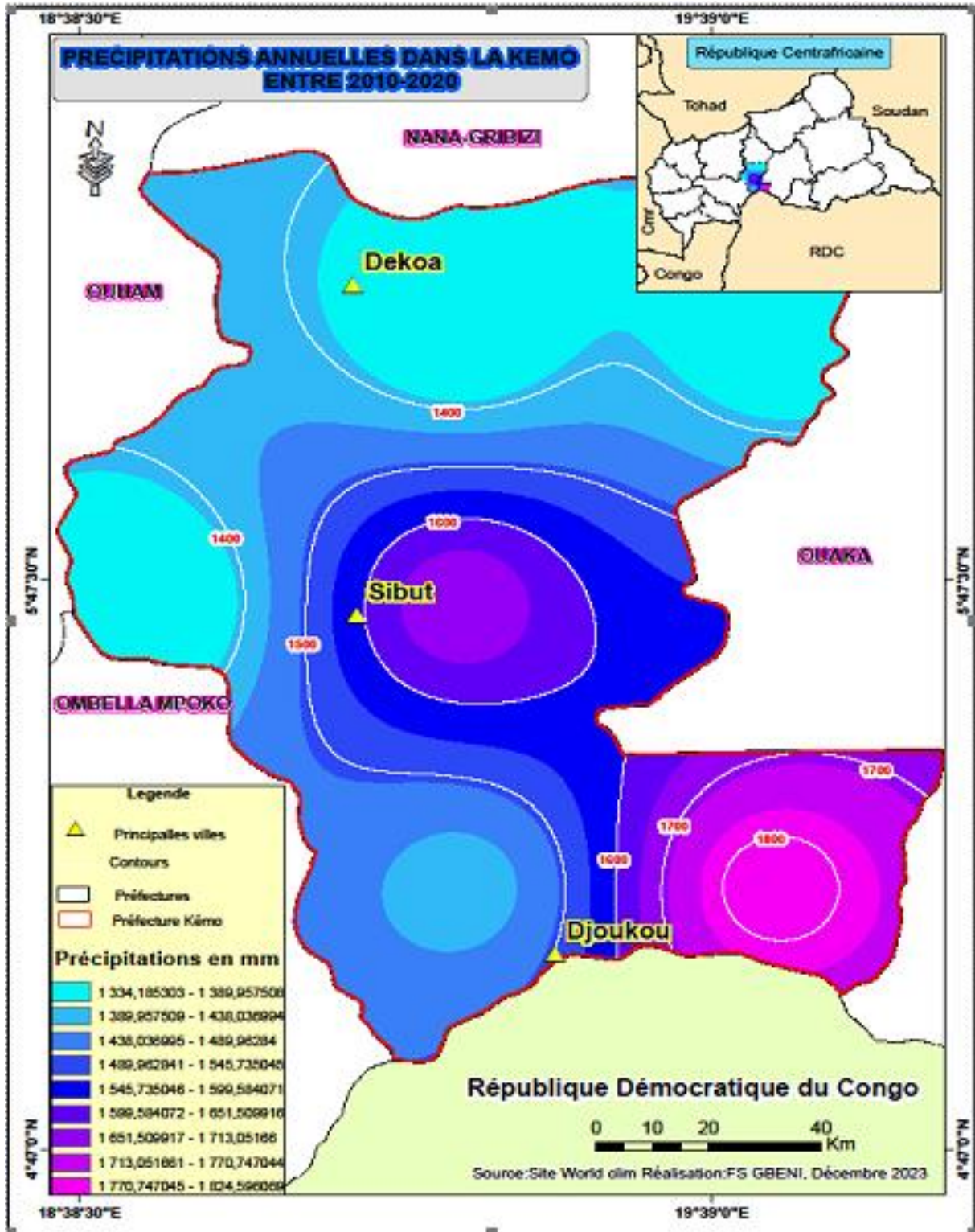
- La prise en compte de l'éclairage public dans l'aménagement de la route ;
- La réalisation des puits manuels (PM) tous les 250m sur chaque tronçon au lieu de 1km afin de mieux catégoriser la nature et l'homogénéité du sol en place.

BIBLIOGRAPHIE

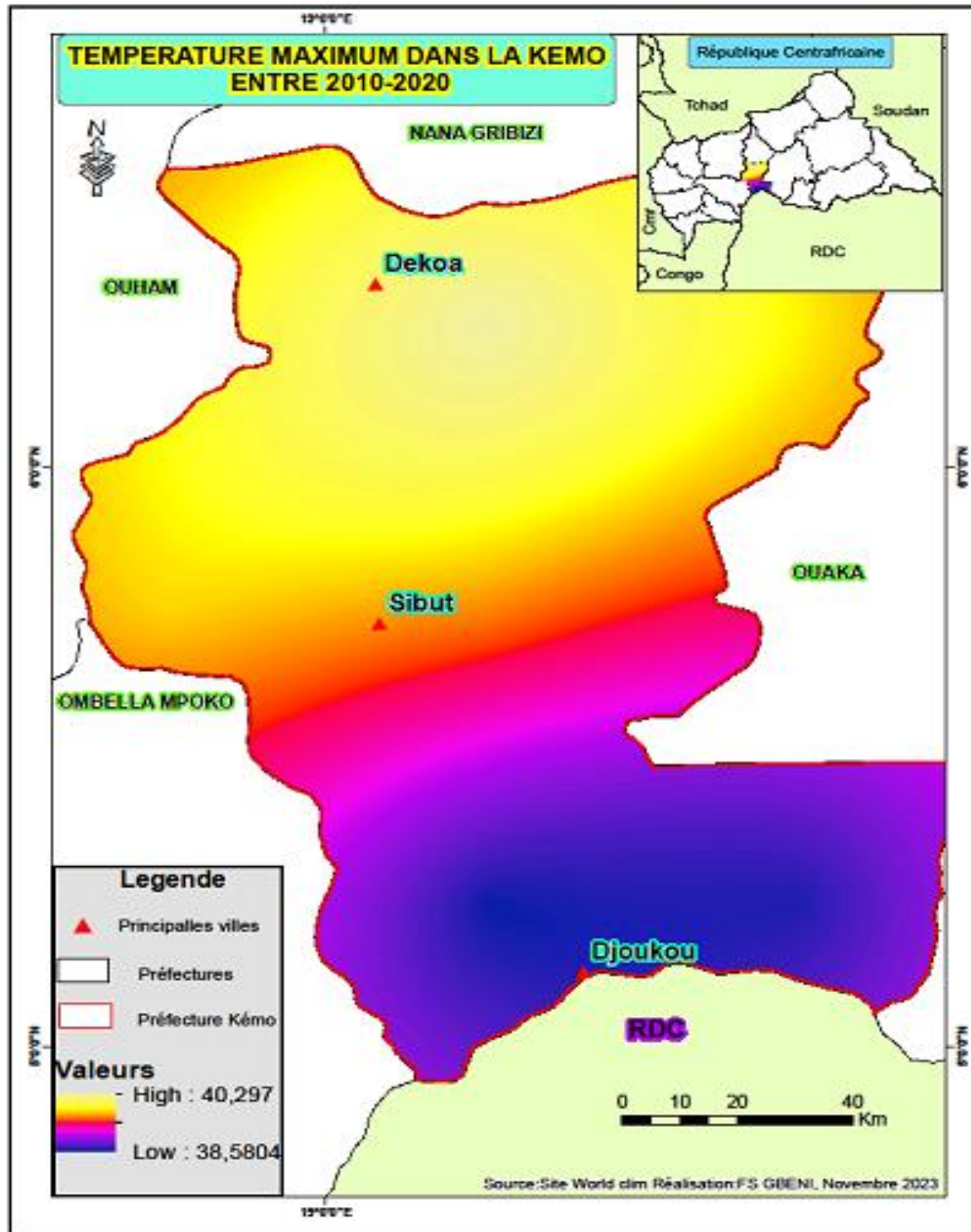
- ✓ AFNOR. 2011. NF P98-086.
- ✓ CEBTP. 1984. GUIDE PRATIQUE DE DIMENSIONNEMENT DE CHAUSSÉE POUR LES PAYS TROPICAUX.
- ✓ CRUES ET APPORTS: manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche. 1996. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- ✓ DTRF. 28 décembre 1971. Fascicule N° 61 titre II Conception, Calcul et Epreuves des ouvrages d'art.
- ✓ Nguyen VAN TUU. 1981. HYDRAULIQUE ROUTIÈRE.
- ✓ SETRA. 1994a. AMENAGEMENT DES ROUTES PRINCIPALES.
- ✓ ———. 1994b. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES DE CHAUSSEE.

ANNEXES

ANNEXE 1 : PRECIPITATIONS JOURNALIERES ANNUELLES DANS LA ZONE D'ETUDE



ANNEXE 2 : ÉVOLUTION DE LA TEMPERATURE DANS LA ZONE DU PROJET



ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE CHAUSSEE LA METHODE CEBTP

- **Cas de croissance exponentielle**

$$N = 365 \times t_1 \times \frac{((1 + i)^n) - 1}{i}$$

t_1 : trafic moyen journalier de la première année

t_n : trafic moyen journalier de l'année n

n : durée de vie de la chaussée

i : taux d'accroissement annuel du trafic

$$\therefore N = 365 \times 131 \times \frac{((1 + 0,05)^{20}) - 1}{0,05} \quad \leftrightarrow \quad N_1 = 1,5 \times 10^6 PL$$

- **Cas de croissance linéaire**

$$N = 365 \times n \times t_1 \times \frac{2 + (n - 1) \times i}{2} = 365 \times 20 \times 131 \times \frac{2 + (20 - 1) \times 0,05}{2}$$

$$N_2 = 1,4 \times 10^6 PL$$

Rappelons que le nombre de poids lourd le plus élevé sera retenu pour le dimensionnement.

Nous avons donc $N_1 > N_2$; $N_b = N_1 = 1,5 \times 10^6 PL$

$$N = \max (N_a; N_b) \quad \leftrightarrow \quad N = N_1 = 1,5 \times 10^6 PL$$

➤ Estimation du nombre d'essieu standard

Le nombre d'Essieu Standard (NE) équivaut à : $NE = N \times CAM$

N : est le nombre cumulé de poids lourd pour la période de calcul de n années.

$$On a donc, NE = 1,5 \times 10^6 \times 1 \quad \leftrightarrow \quad NE = 1,5 \times 10^6 PL$$

Au vu de tous ces calculs, la **croissance exponentielle est la plus dimensionnante**.

ANNEXE 4 : RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES

N° de Sondage	PK et Côté		Profondeurs (m)	Nature du matériau (identification visuelle)	GRANULOMETRIQUE (ouverture des tamis en mm)											Wn%	LIMITES D'ATT.			Ic	VBS	γs	PROCTOR et CBR				Classe portance sols	Classification GTR	
	PK	Côté			0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5	10	20	31,5		Dmax	WL	WP				IP	γdopm	Wopm	CBR à 95%			Gonfl.
PM1	0+100	Gauche	0,00 - 0,30	Matériau d'apport																									
			0,30 - 1,00	Sable peu argileux, rougeâtre	38,5	48,0	62,0	70,9	78,3	85,3	91,0	93,2	96,9	100,0	100,0	2	14,5	23,6	16,6	7,0	1,29	1,51	2,620	2,007	9,6	10	0,66	S2	A1
PM2	1+000	Droit	0,00 - 0,20	Matériau d'apport																									
			0,20-0,90	Grave latéritique argileuse, rougeâtre	23,2	25,4	28,0	33,4	37,4	42,4	55,6	62,6	79,5	93,3	98,1	10	12,6	39,4	20,1	19,3	1,39	1,53	2,677	1,980	10,0	33	0,17	S5	B6
			0,90-1,00	Argile latéritique rougeâtre																									
PM3	2+000	Gauche	0,00 - 0,80	Grave latéritique, rougeâtre	35,0	40,7	42,0	45,0	48,8	54,7	67,3	73,4	92,3	98,0	100,0	10	18	40,9	22,5	18,5	1,24	1,54	2,770	1,895	16,8	44	0,19	S5	B6
			0,80-1,00	Argile latéritique jaunâtre																									
PM4	3+000	Droit	0,00 - 0,29	Sable argileux, jaunâtre																									
			0,29-1,00	Argile latéritique, bariolée	51,0	56,0	63,0	68,2	74,2	80,5	90,5	94,0	99,6	100,0	100,0	2	14,9	39,0	23,3	15,7	1,53	2,51	2,570	1,855	13,6	26	0,15	S4	A2
PM5	4+000	Gauche	0,00 - 0,30	Latérite argileuse rougeâtre																									
			0,30-1,00	Argile sableuse, rougeâtre	78,6	80,0	81,7	82,4	83,4	85,1	90,1	92,9	98,3	100,0	100,0	2	27,62	67,4	42,7	24,8	1,61	2,56	2,750	1,683	20,6	18	0,39	S4	A2
PM6	5+000	Droit	0,00-1,00	Argile latéritique, rougeâtre	47,5	49,0	51,0	53,5	56,7	62,0	77,0	83,7	98,3	100,0	100,0	5	11,62	47,3	25,5	21,8	1,64	2,56	2,840	1,907	16,2	22	0,39	S4	A2
PM7	6+000	Gauche	0,00-0,25	Argile, noirâtre																									
			0,25-1,00	Argile sableuse, bariolée	68,0	77,0	84,0	88,6	95,3	99,1	99,9	100,0	100,0	100,0	0,25	17,8	46,3	22,7	23,6	1,21	2,86	2,640	1,910	13,4	17	0,50	S3	A2	
PM8	7+000	Droit	0,00-0,10	Matériau d'apport																									
			0,10-1,00	Roche altérée, grisâtre	25,9	30,0	37,0	40,7	45,9	50,0	55,6	58,3	68,6	78,5	92,2	20	14,3	33,3	20,1	13,3	1,43	1,60	2,575	1,862	12,1	33	0,20	S5	B6
PM9	8+000	Gauche	0,00-0,27	Latérite argileuse, rougeâtre (apport)																									
			0,27-1,05	Grave latéritique, rougeâtre	29,6	31,5	36,0	40,5	48,0	56,0	68,0	73,0	91,0	100,0	100,0	10	10,3	37,8	20,5	17,3	1,59	1,71	2,650	2,020	10,8	50	0,44	S5	B6
PM10	9+000	Droit	0,00-0,54	Latérite argileuse, rougeâtre	35,0	44,0	47,0	52,0	55,0	59,5	71,5	77,7	91,6	97,0	99,0	10	14	33,5	20,9	12,6	1,54	1,58	2,650	1,870	14,8	36	0,23	S5	B6
			0,54-1,00	Argile sableuse, rougeâtre	60,0	65,0	72,5	83,9	88,2	92,5	96,3	97,5	99,1	100,0	100,0	0,5	14,5	38,5	22,5	16,0	1,50	2,56	2,633	1,847	14,8	15	0,43	S3	A2
PM11	10+000	Gauche	0,00 - 0,25	Matériau d'apport																									
			0,25-1,00	Argile sableuse, bariolée	42,3	44,6	48,4	50,2	52,3	56,1	65,3	71,2	90,6	100,0	100,0	10	18,3	45,0	24,0	21,1	1,27	2,54	2,590	1,860	14,2	18	0,53	S4	A2
NOMBRE DE VALEUR					12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12,00
VALEUR MINIMALE					23,2	25,4	28,0	33,4	37,4	42,4	55,6	58,3	68,6	78,5	92,2	0,25	10,3	23,6	16,6	7,0	1,21	1,51	2,570	1,683	9,6	10	0,15		
VALEUR MAXIMALE					78,6	80,0	84,0	88,6	95,3	99,1	99,9	100,0	####	100,0	100,0	20	27,6	67,4	42,7	24,8	1,64	2,86	2,840	2,020	20,6	50	0,66		
VALEUR MOYENNE					44,6	49,3	54,4	59,1	63,6	68,6	77,3	81,5	92,2	97,2	99,1	6,8	15,7	41,0	23,4	17,6	1,44	2,09	2,664	1,891	13,9	26	0,36		
ECARTYPE					17,2	17,5	18,3	19,0	19,2	18,7	15,7	14,1	9,4	6,2	2,3	5,9	4,5	10,6	6,5	5,1	0,15	0,54	0,083	0,089	3,1	13	0,16		

ANNEXE 5 : Détermination de la température équivalente par la formule de WITCZAK

Température ambiante de la zone du projet : 23°C

$$T_{pav} = T_{air} \times \left(1 + \frac{1}{Z + 4}\right) - \frac{34}{Z + 4} + 6 \quad (°F)$$

Avec

Z : épaisseur de la couche de surface (cm)

Convertissons 23°C en degré Fahrenheit (°F)

$$0°C = 32°F \rightarrow \text{Formule} : \left(23°C \times \frac{9}{5}\right) + 32 = 73,4°F$$

Ensuite convertissons l'épaisseur en pouce

$$5\text{cm} \rightarrow 1,97 \text{ pouce} \rightarrow \frac{1}{3} \times 1,97 = 0,67 \text{ pouce}$$

$$\therefore T_{pav} = 73,4 \times \left(1 + \frac{1}{0,67 + 4}\right) - \frac{34}{0,67 + 4} + 6$$

$$T_{pav} = 87,84 \text{ °F} \rightarrow (87,84 \text{ °F} - 32) \times \left(\frac{5}{9}\right)$$

$$\theta_{eq} = 31 \text{ °C}$$

ANNEXE 6 : CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

N° Bassin	Forme				Rectangle équivalent	Altitude			Pente			
	S	S	P	K _G	Leq	Alitude Max	Altitude Min	Altitude Moy	ΔH	Pente globale	Pente moy	Pente moy
	(Km ²)	(ha)	(Km)	(Adm)	(km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/km)	(m/m)	(%)
1	1,905	190,5	7,009	1,43	2,83	582,00	477,00	331,98	88,35	31,20	0,105069	10,5
2	1,429	142,9	6,456	1,52	2,70	558,00	468,00	330,23	62,34	23,10	0,1152496	11,5
3	0,357	35,7	4,242	2,00	1,94	533,00	463,00	327,39	52,00	26,85	0,2269627	22,7
4	1,369	136,9	6,271	1,51	2,61	519,00	453,00	335,05	48,88	18,72	0,1008131	10,1
5	4,695	469,5	12,17	1,58	5,18	518,01	423,01	332,27	54,97	10,61	0,041877	4,2
6	2,373	237,3	7,931	1,45	3,23	349,00	462,00	421,00	34,06	10,54	0,0266155	2,7

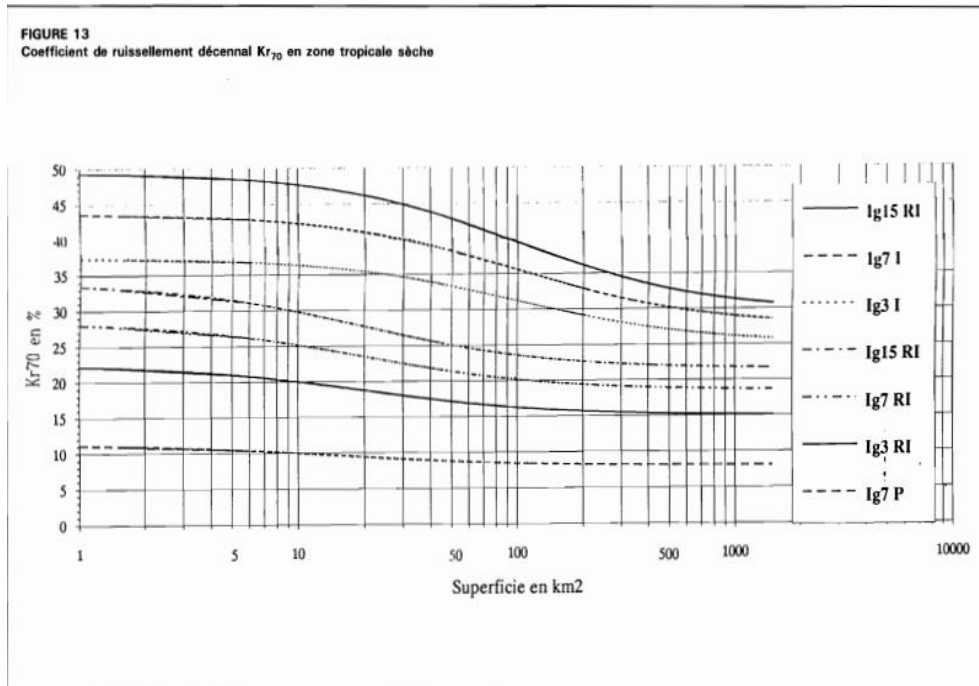
ANNEXE 7 : PRECIPITATIONS JOURNALIERES ANNUELLES MAXIMALES DANS LA ZONE DU PROJET

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Janvier	5.27	5.27	10.55	31.64	0.0	0.0	0.0	5.27	0.0	0.0	0.0
Février	21.09	26.37	68.55	26.37	63.28	15.82	0.0	5.27	137.11	15.82	0.0
Mars	131.84	26.37	26.37	68.55	47.46	58.01	152.93	89.65	73.83	36.91	258.4
Avril	147.66	73.83	94.92	131.84	68.55	63.28	137.11	110.74	63.28	58.01	121.29
Mai	137.11	105.47	158.2	174.02	110.74	179.3	142.38	200.39	142.38	68.55	116.02
Juin	126.56	94.92	163.48	168.75	184.57	189.84	152.93	168.75	126.56	116.02	126.56
Juillet	247.85	242.58	195.12	195.12	142.38	189.84	237.3	316.41	137.11	284.77	384.96
Août	221.48	247.85	179.3	168.75	200.39	242.58	200.39	216.21	158.2	205.66	411.33
Septembre	210.94	258.4	195.12	226.76	216.21	358.59	232.03	184.57	137.11	205.66	237.3
Octobre	274.22	247.85	163.48	242.58	163.48	195.12	284.77	216.21	189.84	221.48	174.02
Novembre	47.46	10.55	31.64	58.01	21.09	15.82	36.91	105.47	68.55	42.19	52.73
Décembre	0.0	0.0	5.27	0.0	10.55	5.27	0.0	5.27	0.0	0.0	0.0
Annuelle	1571.48	1339.45	1291.99	1492.38	1228.71	1513.48	1576.76	1624.22	1233.98	1255.08	1882.62

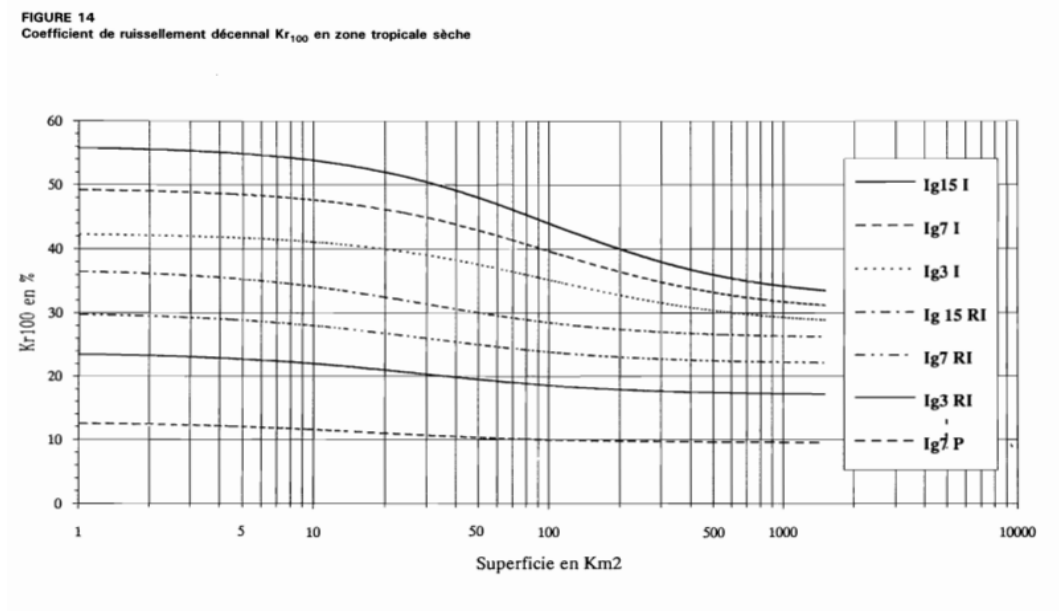
Source : NASA POWER

ANNEXE 8 : METHODE ORSTOM OU RODIER

■ Abaque de détermination de Kr70



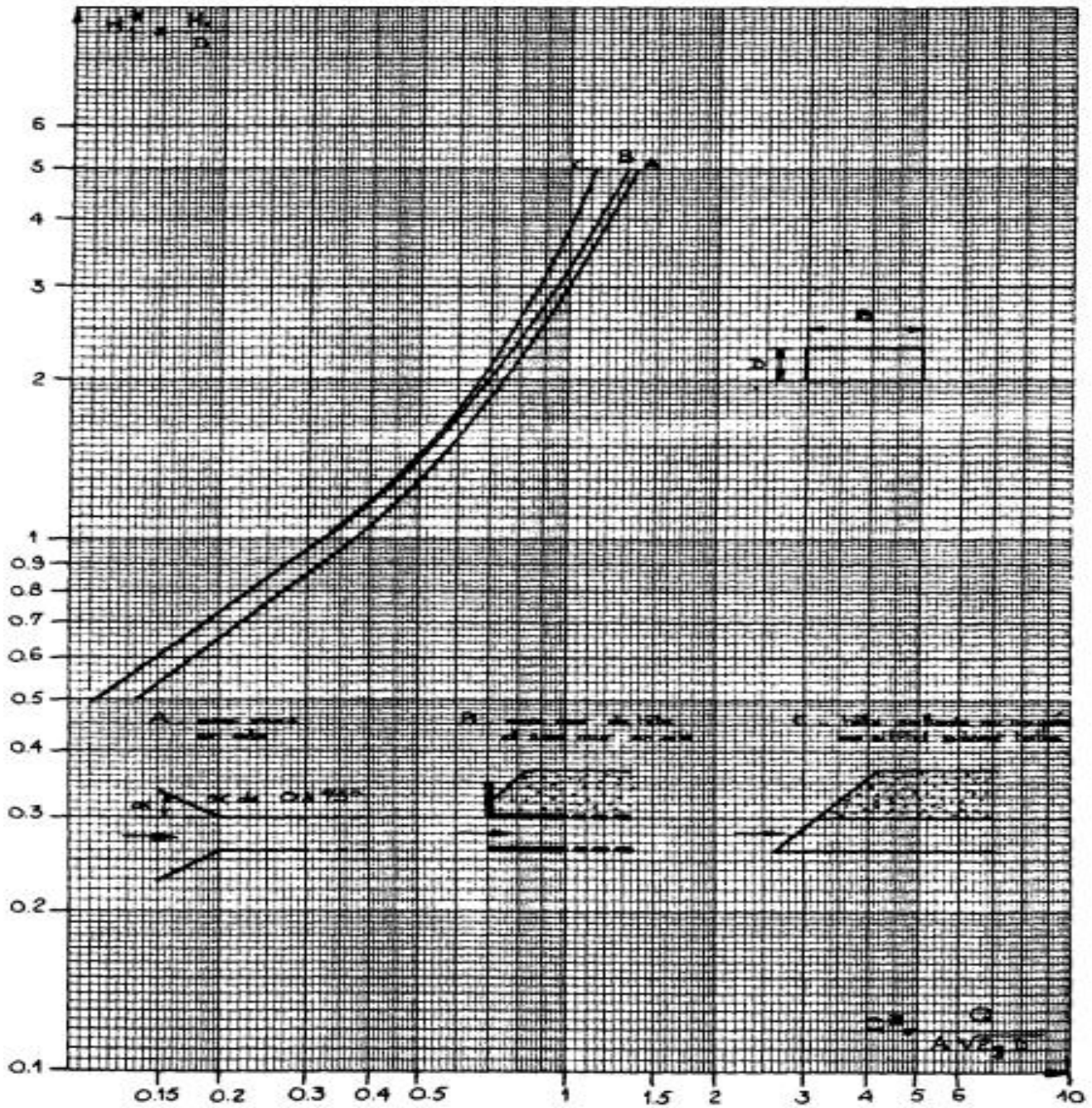
■ Abaque de détermination de Kr100



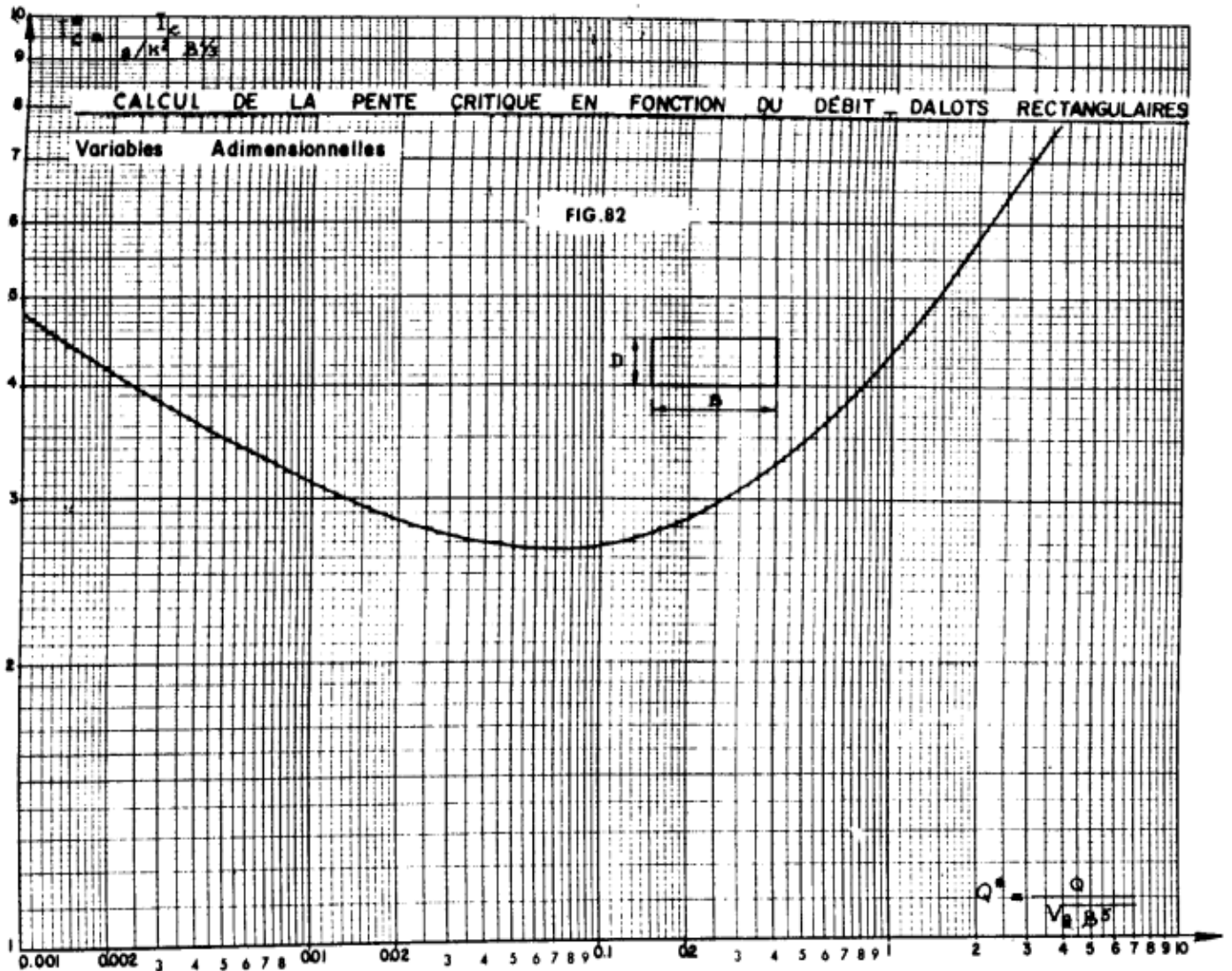
ANNEXE 9 : ETUDE HYDRAULIQUE

CALCUL DES OUVRAGES HYDRAULIQUES						
Bassin versant	BV6	BV5	BV4	BV3	BV2	BV1
Débit du projet Q_{10} (m ³ /s)	62,17	32,26	11,25	28,38	29,66	39,74
Type d'ouvrage	Dalot	Dalot	Dalot	Dalot	Dalot	Dalot
Nombre de cellules n	5,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00
Hauteur du dalot D (m)	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00
Largeur de cellule B (m)	2,50	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50
Vitesse admissible (m/s)	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Pesanteur g	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81	9,81
Débit par cellule q (m ³ /s)	12,43	10,75	11,25	9,46	9,89	13,25
Vérification 1 : $S_r = B \times D > S_{th} = \frac{q}{V_{max}}$	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée
Vérification 2 : $0,5 < D/B < 2$	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée
CALCUL DE LA PROFONDEUR D'EAU EN AMONT H_1						
Débit réduit Q^* (m ³ /s)	0,40	0,66	0,69	0,58	0,61	0,42
Hauteur réduite H^* (Voir Fig. 77 BCEOM)	1,01	1,07	1,08	1,05	1,06	1,01
Profondeur d'eau en amont H_1	2,01	1,61	1,62	1,58	1,59	2,01
Vérification : $H_1/D \leq 1,25$	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée
Revanche D- H_1 (m)	-0,01	-0,11	-0,12	-0,08	-0,09	-0,01
CALCUL DE LA PENTE CRITIQUE I_c						
Débit réduit Q^{**} (m ³ /s)	0,40	0,61	0,63	0,53	0,56	0,43
Pente critique réduite I_c^* (Voir Fig. 82 BCEOM)	3,30	3,60	3,65	3,50	3,60	3,40
Coefficient de rugosité K	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00
Pente critique I_c	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005
CALCUL DE LA VITESSE DE SORTIE V						
Débit réduit Q^{***} (m ³ /s)	0,22	0,32	0,33	0,29	0,29	0,23
Vitesse réduite V^* (Voir Fig. 84 BCEOM)	0,40	0,45	0,46	0,44	0,44	0,41
Vitesse de sortie V (m/s)	3,60	3,78	3,89	3,65	3,70	3,70
Vérification : $V_{sortie} \leq V_{max}$	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée	Vérifiée
SECTION DES OUVRAGES ($n \times B \times D$)						
BV1	$3 \times 2 \times 2,5$					
BV2	$3 \times 1,5 \times 2$					
BV3	$3 \times 1,5 \times 2$					
BV4	$1 \times 1,5 \times 2$					
BV5	$3 \times 1,5 \times 2$					
BV6	$3 \times 2 \times 2,5$					

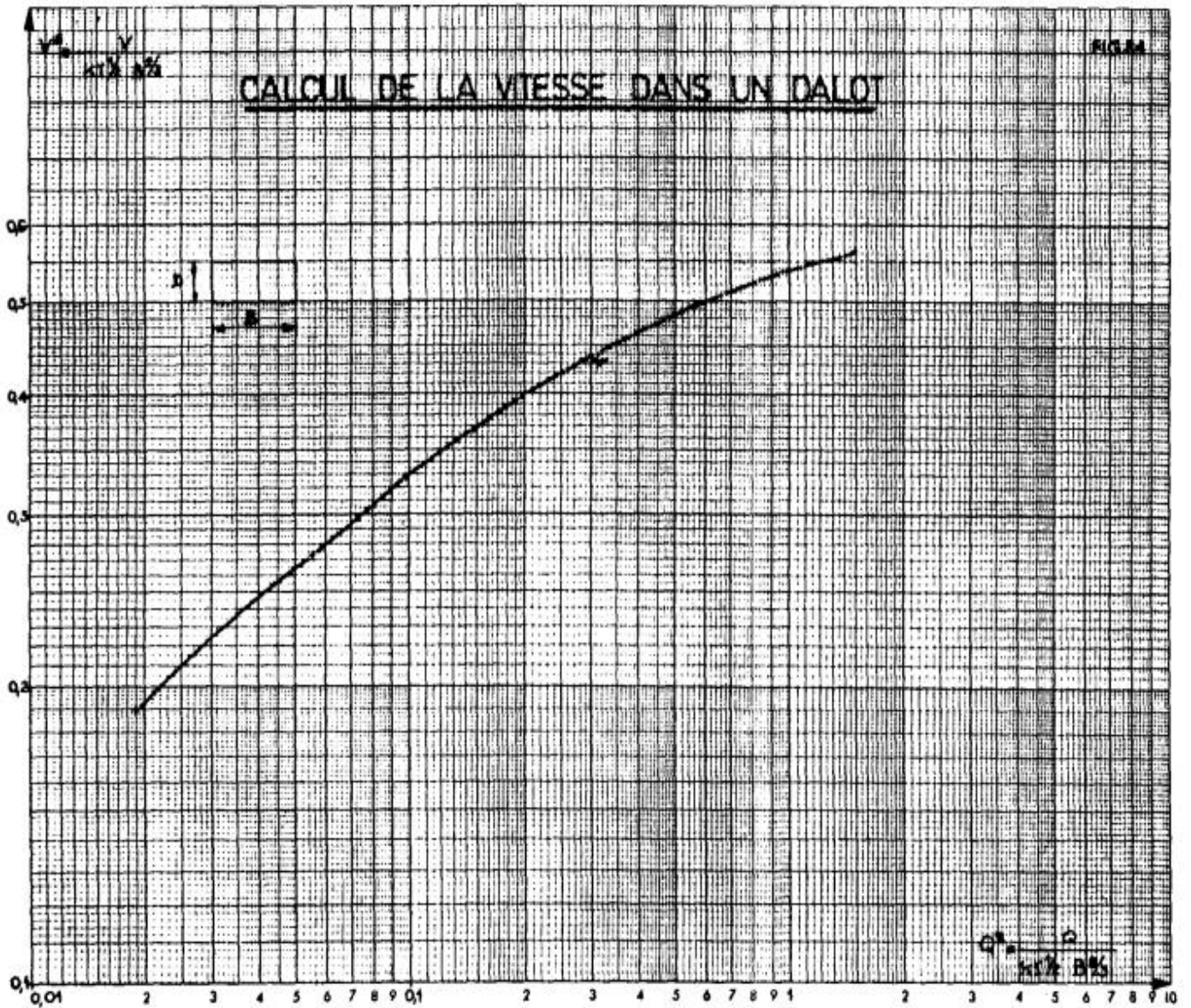
- **Abaque 1** : Détermination de la hauteur réduite H^*



- **Abaque 2** : Détermination de la pente critique réduite I_c^*



- **Abaque 3** : Détermination de la vitesse réduite V^*



ANNEXE 10 : DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DES DALOTS

a. Prédimensionnement du dalot de section $3 \times 2,00 \times 1,50$

Soit $l = \max(B = 2,00 ; H = 1,50)$ avec $B \times H$, la section hydraulique
et h la hauteur du remblai

Soit e l'épaisseur du dalot, alors :

$$e = \max(e_1; e_2)$$

Avec :

$$e_1 = \frac{l}{15} \text{ et } e_2 = \begin{cases} \frac{l}{15} - 5\text{cm} & \text{si } h < 2\text{m} \\ \frac{l}{10} & \text{si } 2\text{m} \leq h < 4\text{m} \\ \frac{l}{10} & \text{si } 4\text{m} \leq h < 8\text{m} \end{cases}$$

$$e_1 = \frac{200}{15} = 13,33\text{cm}$$

$$e_2 = \frac{200}{10} = 20\text{cm}$$

$$e = \max(13,33\text{cm}; 20\text{cm}) = 20\text{cm}$$

$$\mathbf{e = 20cm}$$

Afin d'éviter la présence des goussets dû à leur mise en œuvre compliquée, nous décidons d'augmenter l'épaisseur des piédroits, du tablier et du radier à **25cm**.

b. Prédimensionnement du dalot de section $1 \times 2,00 \times 1,5$

Soit $l = \max(B = 2,00 ; H = 1,50)$ avec $B \times H$, la section hydraulique
et h la hauteur du remblai

Soit e l'épaisseur du dalot, alors :

$$e = \max(e_1; e_2)$$

Avec :

$$e_1 = \frac{l}{15} \text{ et } e_2 = \begin{cases} \frac{l}{15} - 5cm \text{ si } h < 2m \\ \frac{l}{10} \text{ si } 2m \leq h < 4m \\ \frac{l}{10} \text{ si } 4m \leq h < 8m \end{cases}$$

$$e_1 = \frac{200}{15} = 13,33cm$$

$$e_2 = \frac{200}{10} = 20cm$$

$$e = \max(13,33cm; 20cm) = 20cm$$

$$e = 20cm$$

Afin d'éviter la présence des goussets dû à leur mise en œuvre compliquée, nous décidons d'augmenter l'épaisseur des piédroits, du tablier et du radier à **25cm**.

c. Prédimensionnement du dalot de section **3,00 × 2,50 × 2,00**

Soit $l = \max(B = 2,50 ; H = 2,00)$ avec $B \times H$, la section hydraulique et h la hauteur du remblai

Soit e l'épaisseur du dalot, alors :

$$e = \max(e_1; e_2)$$

Avec :

$$e_1 = \frac{l}{15} \text{ et } e_2 = \begin{cases} \frac{l}{15} - 5cm \text{ si } h < 2m \\ \frac{l}{10} \text{ si } 2m \leq h < 4m \\ \frac{l}{10} \text{ si } 4m \leq h < 8m \end{cases}$$

$$e_1 = \frac{250}{15} = 16,7cm$$

$$e_2 = \frac{250}{10} = 25cm$$

$$e = \max(16,7cm; 25cm) = 25cm$$

$e = 25\text{cm}$

Afin d'éviter la présence des goussets dû à leur mise en œuvre compliquée, nous décidons d'augmenter l'épaisseur des piédroits, du tablier et du radier à **30cm**.

d. Note de calcul du dalot 3×2,5×2

✓ **Description de l'ouvrage**

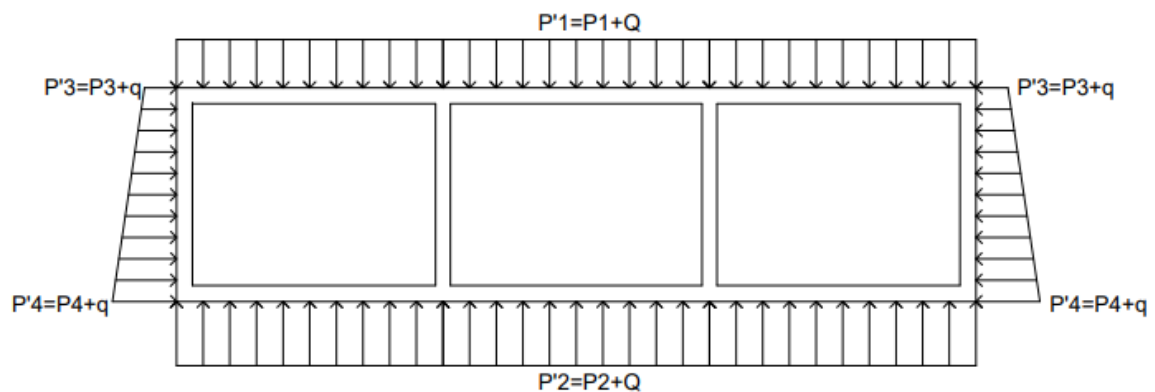
- Identifiant de l'ouvrage : OH1
- Localisation : PK1+275
- Largeur roulable : 10m
- Dispositif de retenue : Aucun
- Section du dalot : $3 \times 2.50 \times 2.00$
- Hauteur fond du thalweg-tablier : 3,65m

✓ **Hypothèse de calculs**

- Contrainte admissible du sol à l'ELS $\sigma_s = 0,20\text{ MPa}$
- Poids volumique du remblai $\gamma_r = 20\text{ kN/m}^3$
- Coefficient de poussée de terres $k_a = 0,33$
- Surcharge sur remblai $q = 10\text{ kN/m}^2$
- Poids volumique du béton armé $\gamma_b = 25\text{ kN/m}^3$
- Revêtement bitumineux + étanchéité $\gamma_{re} = 24\text{ kN/m}^3$
- Les calculs seront faits à l'ELS
- La fissuration est jugée préjudiciable

❖ **DESCENTE DE CHARGES**

✓ **Schéma mécanique**



✓ Charges permanentes

- Sur le tablier (P1)

Soient P_p le poids propre du tablier et P_{re} le poids du revêtement ;

$$P1 = Pp + Pre$$

$P1 = \gamma_b \times e + \gamma_{re} \times e_r$ Avec e_r l'épaisseur du revêtement

$$P1 = 25 \times 0,30 + 24 \times 0,05$$

$$\mathbf{P1 = 8,70 \text{ kN/m}^2}$$

- Sur les piédroits (P3 et P4)

Soit hr_3 la hauteur de remblai sur la partie supérieure du piédroit

$$P3 = ka \times \gamma_r \times hr_3$$

$$P3 = 0,33 \times 20 \times 0,3$$

$$\mathbf{P3 = 1,98 \text{ kN/m}^2}$$

Soit hr_4 la hauteur de remblai sur la partie inférieure du piédroit

$$P4 = ka \times \gamma_r \times hr_4$$

$$P4 = 0,33 \times 20 \times 2,3$$

$$\mathbf{P4 = 15,18 \text{ kN/m}^2}$$

- Sur le radier P2

Soit p_p la charge du piédroit et p_{rd} la charge du radier

$$p_p = \gamma_b \times e \times \frac{h_{\text{piédroit}}}{l_{\text{radier}}}$$

$$p_p = 25 \times 0,30 \times \frac{2}{3 \times 2,5 + 0,3 \times 2,5} = 1,82 \text{ kN/m}^2$$

$$P2 = P1 + 3p_p + p_{rd}$$

$$P2 = 8,70 + 3 \times 1,82 + 25 \times 0,30$$

$$\mathbf{P2 = 21,66 \text{ kN/m}^2}$$

✓ Charges d'exploitation (Surcharges routières)

- Surcharge A(L)

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

Avec

- $q(L) = \sup\{a_1 \cdot A(L); (4 - 0,002L)\} \text{ kN/m}^2$
- $A(L) = 2,30 + \frac{360}{L+12}$
- $\gamma_q = 1,2$ le coefficient de pondération à l'ELS
- $l = 3m$ la longueur chargée ou l'ouverture hydraulique
- a_1 un coefficient dépendant de la classe du pont et du nombre de voies chargées.
- $a_2 = \frac{v_0}{v}$, v étant la largeur d'une voie et v_0 est fonction de la classe du pont

Dans le cadre de notre étude, c'est un pont de classe I car $Lr > 7m$ et la largeur chargeable Lc est égale à la largeur roulable donc $Lc = 10m$

Le nombre de voies de circulation est égale à la partie entière du quotient par 3 de leur largeur chargeable, on a : $N_v = E\left(\frac{Lc}{3}\right) = E\left(\frac{10}{3}\right) = 3 \text{ voies}$

La largeur d'une voie est par convention égale au quotient de la largeur chargeable par le nombre de voies donc $L_v = \left(\frac{Lc}{N_v}\right) = \frac{10}{3} = 3,33m$

Le pont est de classe I et a trois voies chargées donc $a_1 = 0,9$

La valeur du coefficient $a_2 = \frac{3,5}{3,33} = 1,05$

$$A(L) = 2,30 + \frac{360}{3 + 12} = 26,30 \text{ kN/m}^2$$

$$q(L) = \sup\{0,9 \times 26,3; (4 - 0,002 \times 3)\} = \sup\{23,67; 3,99\} = 23,67 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_A = 1,2 \times 1,05 \times 23,67$$

$$Q_A = 29,82 \text{ kN/m}^2$$

- Surcharge de type B

La charge Q_B due au système B est donnée par la formule :

Mémoire de fin de cycle Master présenté par **NGANASSEM Oswald Crispino Abiud**,
Promotion 2023-2024

$$Q_B = \max \begin{cases} Q_{bc} \\ Q_{bt} \end{cases}$$

$Q_{bc} = \gamma_q \cdot bc \cdot \delta \cdot Bc$ est la charge due au système Bc

$Q_{bt} = \gamma_q \cdot bt \cdot \delta \cdot Bt$ est la charge due au système Bt.

$\delta = \max(\delta_{bc}; \delta_{bcniger}; \delta_{bt})$ est le coefficient de majoration dynamique

$$\delta_i = 1 + \frac{0,4}{1+0,2L} + \frac{0,6}{1+4\frac{G}{S_i}}$$

Où $L = \max(Lr; \text{portée de la travée})$

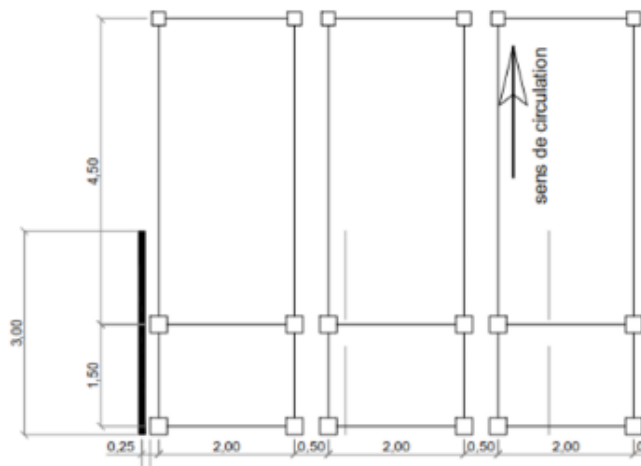
G est le poids total d'une section de couverture de longueur L et de toute largeur relative à cette couverture et aux éléments reposant sur elle.

S_i le poids total des essieux du système i

Les coefficients bc et bt sont fonction de la classe du pont et du nombre de voies chargées.

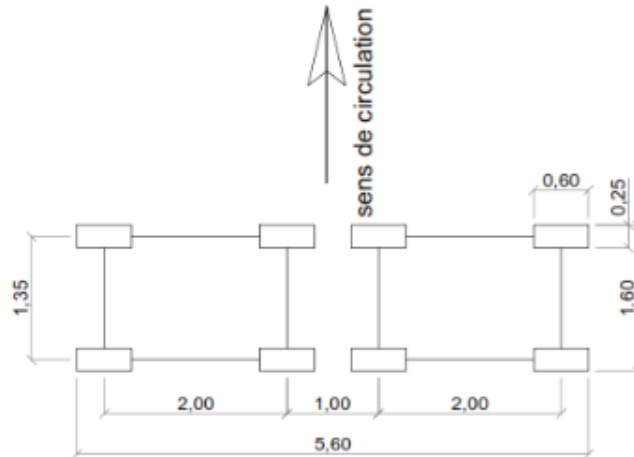
Le coefficient bc vaut 0,95 (Pont de 1^{ère} classe et 3 voies chargées) et bt vaut 1 (Pont de 1^{ère} classe).

- Charge du système Bc



$$B_c = \frac{2 \times 120 \times 3}{7,5 \times 1,5} = 64 \text{ kN/m}^2$$

- Charge du système Bt



$$B_t = \frac{2 \times 160 \times 2}{5,60 \times 1,60} = 71,43 \text{ kN/m}^2$$

- Coefficient de majoration dynamique

$$\delta_i = 1 + \frac{0,4}{1+0,2L} + \frac{0,6}{1+4\frac{G}{S_i}}$$

$$G = P1 \times Lr \times l = 8,7 \times 10 \times 3 = 261 \text{ kN}$$

$$\delta_{bc} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 10} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{261}{2 \times 120 \times 3}} = 1,38$$

$$\delta_{bt} = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \times 10} + \frac{0,6}{1 + 4 \times \frac{261}{2 \times 160 \times 2}} = 1,36$$

On a donc $\delta = \max(\delta_{bc}; \delta_{bt}) = 1,38$

- Charge

$$Q_B = \max \begin{cases} Q_{bc} = 1,2 \times 0,95 \times 1,38 \times 64 = 100,68 \text{ kN/m}^2 \\ Q_{bt} = 1,2 \times 1 \times 1,38 \times 71,43 = 112,37 \text{ kN/m}^2 \end{cases}$$

On a donc $Q_B = 112,37 \text{ kN/m}^2$

- Surcharges sur les piédroits dues au remblai

La surcharge p sur le remblai d'accès vaut $p = 10 \text{ kN/m}^2$.

La surcharge sur le remblai à l'ELS vaut $q = \gamma_q \cdot ka \cdot p$

Mémoire de fin de cycle Master présenté par **NGANASSEM Oswald Crispino Abiud**,
Promotion 2023-2024

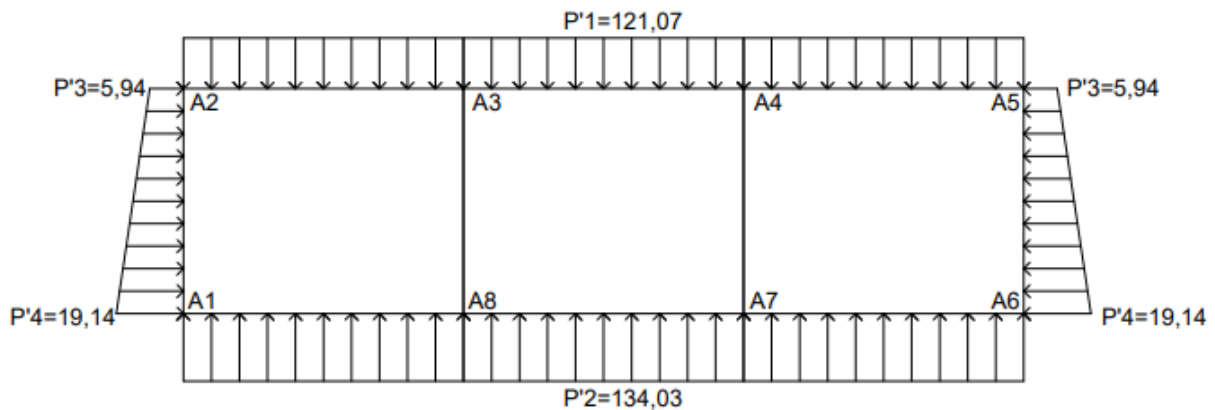
$$q = 1,2 \times 0,33 \times 10 \rightarrow q = 3,96 \text{ kN/m}^2$$

✓ Récapitulatif de la descente de charges

Élément de structure	Charges permanentes (kN/m ²)	Surcharges routières (kN/m ²)	Charges totales (kN/m ²)
Tablier	P1 = 8,70	Q = 112,37	P'1 = P1+Q = 121,07
Piédroit	P3 = 1,98 P4 = 15,18	q = 3,96	P'3 = P3+q = 5,94 P'4 = P4+q = 19,14
Radier	P2 = 21,66	Q = 112,37	P'2 = P2+Q = 134,03

La charge totale reçue par le sol est P'2 = 0,134 MPa < $\sigma_s = 0,20 \text{ MPa}$ donc le sol supporte bien les charges induites par l'ouvrage. Le calcul des moments se fera donc avec ces charges.

✓ Modélisation



✓ Moments de flexion

Le théorème des trois moments sera utilisé pour calculer les moments

- Moments sur appuis
- Travée A1A2A3

$$2,3 M_1 + 10,2 M_2 + 2,80 M_3 = 6EI(\varphi'_{A2} - \varphi''_{A2})$$

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

$$\varphi''_{A2} = -(P'1) \frac{l^3}{24EI} = -121,07 \times \frac{2,8^3}{24EI} = -\frac{110,74}{EI}$$

$$\mathbf{2,3 M_1 + 10,2M_2 + 2,80M_3 = 701,22 \quad (1)}$$

- Travée A2A3A4

$$2,80 M_2 + 10,2M_3 + 2,80M_4 = 6EI(\varphi'_{A3} - \varphi''_{A3})$$

$$\varphi'_{A3} = \varphi''_{A3} = (P'1) \frac{l^3}{24EI} = 121,07 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{110,73}{EI}$$

$$\mathbf{2,80 M_2 + 10,2M_3 + 2,80M_4 = 1328,76 \quad (2)}$$

- Travée A3A4A5

$$2,80 M_3 + 10,2M_4 + 2,80M_5 = 6EI(\varphi'_{A4} - \varphi''_{A4})$$

$$\varphi'_{A4} = \varphi''_{A4} = (P'1) \frac{l^3}{24EI} = 121,07 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{110,73}{EI}$$

$$\mathbf{2,80 M_3 + 10,2M_4 + 2,80M_5 = 1328,76 \quad (3)}$$

- Travée A4A5A6

$$2,80 M_4 + 10,2M_5 + 2,30M_6 = 6EI(\varphi'_{A5} - \varphi''_{A5})$$

$$\varphi'_{A5} = (8P'3 + 7P'4) \frac{l^3}{360EI} = (8 \times 5,94 + 7 \times 19,14) \times \frac{2,8^3}{360EI} = \frac{11,07}{EI}$$

$$\varphi''_{A5} = -(P'1) \frac{l^3}{24EI} = -121,07 \times \frac{2,3^3}{24EI} = -\frac{61,37}{EI}$$

$$\mathbf{2,80 M_4 + 10,2M_5 + 2,30M_6 = 434,64 \quad (4)}$$

- Travée A5A6A7

$$2,30 M_5 + 10,2M_6 + 2,80M_7 = 6EI(\varphi'_{A6} - \varphi''_{A6})$$

$$\varphi'_{A6} = (7P'3 + 8P'4) \frac{l^3}{360EI} = -(7 \times 5,94 + 8 \times 19,14) \times \frac{2,3^3}{360EI} = \frac{6,58}{EI}$$

$$\varphi''_{A6} = -(P'2) \frac{l^3}{24EI} = -134,03 \times \frac{2,8^3}{24EI} = -\frac{122,59}{EI}$$

$$\mathbf{2,30 M_5 + 10,2M_6 + 2,80M_7 = 775,02 \quad (5)}$$

- Travée A6A7A8

$$2,80 M_6 + 10,2M_7 + 2,80M_8 = 6EI(\varphi'_{A7} - \varphi''_{A7})$$

$$\varphi'_{A7} = -\varphi''_{A7} = (P'2) \frac{l^3}{24EI} = 134,03 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{122,60}{EI}$$

$$2,80M_6 + 10,2M_7 + 2,80M_8 = 1471,2 \quad (6)$$

- Travée A7A8A1

$$2,80 M_7 + 10,2M_8 + 2,80M_1 = 6EI(\varphi'_{A8} - \varphi''_{A8})$$

$$\varphi'_{A8} = -\varphi''_{A8} = (P'2) \frac{l^3}{24EI} = 134,03 \times \frac{2,8^3}{24EI} = \frac{122,60}{EI}$$

$$2,80 M_7 + 10,2M_8 + 2,80M_1 = 1471,2,02(7)$$

- Travée A8A1A2

$$2,80 M_6 + 10,2M_1 + 2,30M_2 = 6EI(\varphi'_{A1} - \varphi''_{A1})$$

$$\varphi'_{A1} = -(7P'3 + 8P'4) \frac{l^3}{360EI} = -(7 \times 5,94 + 8 \times 19,14) \times \frac{2,8^3}{360EI} = -\frac{11,87}{EI}$$

$$\varphi''_{A1} = (P'2) \frac{l^3}{24EI} = 134,03 \times \frac{2,3^3}{24EI} = \frac{67,95}{EI}$$

$$2,80 M_6 + 10,2M_1 + 2,30M_2 = 478,92 \quad (8)$$

On obtient le système d'équations suivant :

$$2,30 M_1 + 10,2M_2 + 2,80M_3 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 701,22 \quad (1)$$

$$0 + 2,80 M_2 + 10,2M_3 + 2,80M_4 + 0 + 0 + 0 + 0 = 1328,76 \quad (2)$$

$$0 + 0 + 2,80 M_3 + 10,2M_4 + 2,80M_5 + 0 + 0 + 0 = 1328,76 \quad (3)$$

$$0 + 0 + 0 + 2,80 M_4 + 10,2M_5 + 2,30M_6 + 0 + 0 = 434,64 \quad (4)$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 2,30M_5 + 10,2 M_6 + 2,8M_7 + 0 = 775,02 \quad (5)$$

$$0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2,80M_6 + 10,2 M_7 + 2,8M_8 = 1471,2 \quad (6)$$

$$2,8M_1 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2,80M_7 + 10,2 M_8 = 1471,2 \quad (7)$$

$$10,2 M_1 + 2,3M_2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2,80M_8 = 478,92 \quad (8)$$

Sollicitations (kN.m)							
M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
35,61	42,85	89,74	104,81	43,01	48,03	99,37	115,42

• Moments en travée

- Travée A1A2

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

$$\text{Avec } M_0(x) = -R_{A1} \cdot x + \frac{P'(x)}{2} x^2 + l \cdot \frac{P'4 - P'(x)}{6} x^2$$

$$P'(x) = P'4 - \frac{(P'4 - P'3)x}{l} = 19,14 - \frac{(19,14 - 5,94)x}{2,3} = 19,14 - 5,94x$$

$$R_{A1} = P'2 \times \frac{l}{2} = 134,03 \times \frac{2,3}{2} = 154,14 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = -154,14x + \frac{19,14 - 5,94x}{2} x^2 + 2,3 \times \frac{19,14 - 19,14 + 5,94x}{6} x^2$$

$$M_0(x) = -154,14 + \frac{19,14}{2} x^2 - \frac{5,94}{2} x^3 + \frac{2,3 \times 5,94}{6} x^3$$

$$M_0(x) = -5,25x^3 + 9,57x^2 + 154,14x$$

$$\mathbf{M(x) = -5,25x^3 + 9,57x^2 - 170,33x + 35,61}$$

- Travée A2A3

$$M(x) = M_0(x) + M_2 + \frac{M_3 - M_2}{l} x = M_0(x) + 42,85 + \frac{89,74 - 42,85}{2,8} x$$

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

$$R_{A2} = P'1 \times \frac{l}{2} = 121,07 \times \frac{2,8}{2} = 169,50 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = 60,54x^2 - 169,5x$$

$$\mathbf{M(x) = 60,54x^2 - 186,25x + 42,85}$$

- Travée A3A4

$$M(x) = M_0(x) + M_3 + \frac{M_4 - M_3}{l} x = M_0(x) + 89,74 + \frac{104,81 - 89,74}{2,8} x$$

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

$$R_{A3} = P'1 \times \frac{l}{2} = 121,07 \times \frac{2,8}{2} = 169,50 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = 60,54x^2 - 169,5x$$

$$\mathbf{M(x) = 60,54x^2 - 174,88x + 89,74}$$

- Travée A4A5

$$M(x) = M_0(x) + M_4 + \frac{M_5 - M_4}{l}x = M_0(x) + 104,81 + \frac{3,01 - 104,81}{2,8}x$$

$$M_0(x) = -R_{A4} \cdot x + \frac{P'1}{2}x^2$$

$$R_{A3} = P'1 \times \frac{l}{2} = 121,07 \times \frac{2,8}{2} = 169,50 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = 60,54x^2 - 169,5x$$

$$M(x) = \mathbf{60,54x^2 - 133,14x + 104,81}$$

- Travée A5A6

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

$$M_0(x) = -R_{A5} \cdot x + \frac{P'3}{2}x^2 + \frac{P'(x) - P'3}{6}x^2$$

$$R_{A5} + R_{A6} = 2,3 \times \frac{P'4+P'3}{6} = (19,14 + 5,94) \times 1,15 = 28,84 \text{ kN (Somme des forces extérieures égales à 0)}$$

$$2,3 \times R_{A5} = 2,3 \times P'3 \times 1,15 + \frac{P'4-P'3}{6} \times 2,3 \times 2,3 = 27,35 \text{ kN.m (Somme des moments par rapport à A6)}$$

$$R_{A4} = 11,89 \text{ kN}$$

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

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

$$M_0(x) = 1,15x^3 + 4,07x^2 - 16,95x$$

$$M(x) = \mathbf{x^3 + 4,07x^2 - 36,53x + 43,01}$$

- Travée A6A7

$$M(x) = M_0(x) + M_6 + \frac{M_7 - M_6}{l}x$$

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

$$R_{A6} = P'2 \times \frac{l}{2} = 134,03 \times \frac{2,8}{2} = 187,65 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = -187,65x + 67,02x^2$$

$$M(x) = \mathbf{67,02x^2 - 169,32x + 48,03}$$

- Travée A7A8

$$M(x) = M_0(x) + M_7 + \frac{M_8 - M_7}{l} x$$

$$M_0(x) = -R_{A7} \cdot x + \frac{P'2}{2} x^2$$

$$R_{A7} = P'2 \times \frac{l}{2} = 134,03 \times \frac{2,8}{2} = 187,65 \text{ kN}$$

$$M_0(x) = -187,65x + 67,02x^2$$

$$M(x) = 67,02x^2 - 181,92x + 99,37$$

- Travée A8A1

$$M(x) = M_0(x) + M_8 + \frac{M_1 - M_8}{l} x$$

$$M_0(x) = -R_{A8} \cdot x + \frac{P'2}{2} x^2$$

$$R_{A8} = P'2 \times \frac{l}{2} = 134,03 \times \frac{2,8}{2} = 187,65 \text{ kN}$$

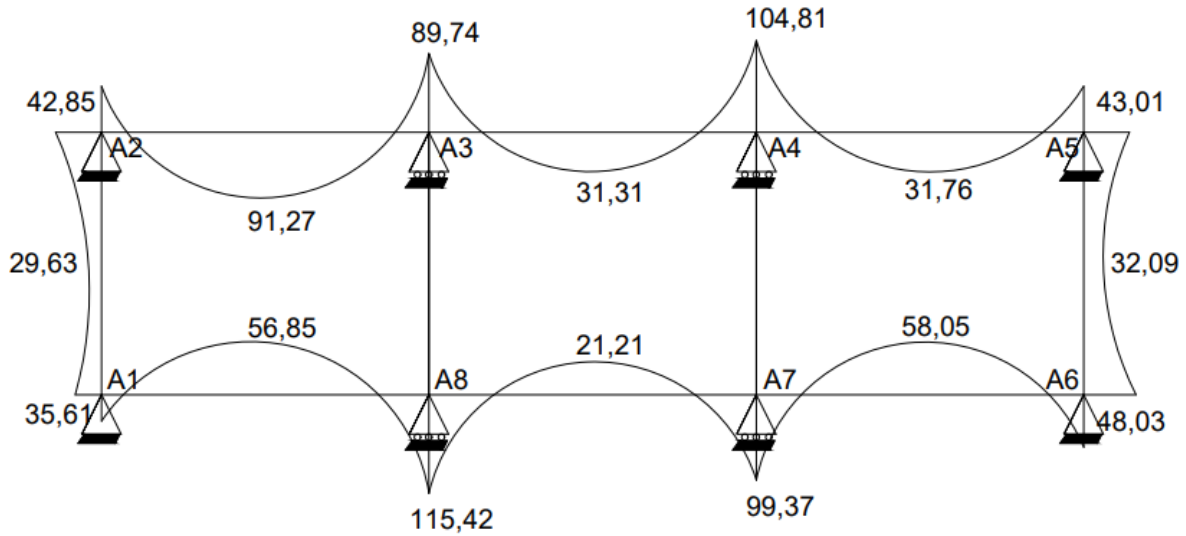
$$M_0(x) = -187,65x + 67,02x^2$$

$$M(x) = 67,02x^2 - 226,87x + 115,42$$

Ci-dessous le tableau récapitulatif des moments :

Valeur des moments (kN.m)								
Barre A _i -A _{i+1}	A1-A2	A2-A3	A3-A4	A4-A5	A5-A6	A6-A7	A7-A8	A8-A1
Appui A _i	35,61	42,85	89,74	104,81	43,01	48,03	99,37	115,42
Mi- travée	29,63	91,27	31,31	31,76	32,09	58,05	21,21	56,85
Appui A _{i+1}	42,85	89,74	104,81	3,01	48,03	99,37	115,42	5,61

✓ Diagramme des moments fléchissants



✓ Calcul des efforts normaux

$$N_{A1A2} = N_{A5A6} = P'1 \times 0,5l_i \times 1 ml = 121,07 \times 0,5 \times 2,3 \times 1 = 139,23 \text{ kN}$$

$$N_{A3A8} = N_{A4A7} = P'1 \times l_i \times 1 ml = 121,07 \times 2,3 \times 1 = 278,46 \text{ kN}$$

$$N_{A2A3} = N_{A3A4} = N_{A6A7} = N_{A7A8} = N_{A8A1} = 0 \text{ kN}$$

✓ Calcul béton armé

• Acier

- Nuance d'acier : FeE400
- Limite d'élasticité garantie Fe = 400 MPa
- Fissuration préjudiciable
- Contrainte de l'acier σ_{st} :

$$\sigma_{st} = \min\left\{\frac{2}{3} fe; \max(0,5 fe; 110\sqrt{n \cdot f_{t28}})\right\}$$

$$\sigma_{st} = \min\left\{\frac{2}{3} \times 500; \max(0,5 \times 500; 110\sqrt{1,6 \times 2,1})\right\}$$

$$\sigma_{st} = 250 \text{ Mpa}$$

- Enrobage : c = 3cm

• Béton

- Poids volumique du béton armé : 25 kN/m³
- Résistance nominale à 28 jours à la compression $f_{c28} = 25 \text{ Mpa}$

- Résistance nominale à 28 jours à la compression $f_{t_{28}} = 2,1 \text{ Mpa}$
- Contrainte admissible à l'ELS

$$\sigma_{bc} = 0,6 \cdot f_{t_{28}}$$

$$\sigma_{bc} = 0,6 \times 25 \rightarrow \sigma_{bc} = 15 \text{ Mpa}$$

Calcul des sections d'armatures du tablier

Les sections d'armatures du tablier seront calculées en flexion simple.

- Hauteur utile

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

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

- Paramètres de déformation

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

$$\alpha_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 250} \rightarrow \alpha_{ser} = 0,47$$

- Bras de levier

$$Z = d \left(1 - \frac{\alpha_{ser}}{3}\right)$$

$$Z = 0,27 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) \rightarrow Z = 0,227 \text{ m}$$

- Moment résistant

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

$$M_{serb} = 0,5 \times 1 \times 0,3^2 \times 0,47 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) \times 15 \rightarrow M_{serb} = 0,267 \text{ MN.m}$$

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

- Section d'aciers principaux en travée

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z \cdot \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = \frac{91,27}{0,227 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 16,08 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers principaux sur les appuis d'extrémité

$$A_{st} = \frac{35,61}{0,227 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 6,27 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers principaux sur l'appui intermédiaire

$$A_{st} = \frac{89,74}{0,227 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 15,82 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers de répartition

$$A_r = \frac{A_{st}}{3} = \frac{16,08}{3} \rightarrow A_r = 5,36 \text{ cm}^2$$

- Section d'acier minimale

$$A_{min} = 0,23 \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{ft_{28}}{fe}$$

$$A_{min} = 0,23 \times 100 \times 30 \times \frac{2,1}{500} \rightarrow A_{min} = 2,89 \text{ cm}^2$$

- Choix des aciers

Travée : **6,67HA20** e = 15 cm (20,95 cm²)

Appui : **6,67HA20** e = 15 cm (20,95 cm²)

Filant : **5HA12** e = 20 cm (5,65 cm²)

Calcul des aciers du radier

Les sections d'armatures du tablier seront calculées en flexion simple.

- Hauteur utile

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

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

- Paramètre de déformation

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

$$\alpha_{ser} = \frac{15 \times 15}{15 \times 15 + 250} \rightarrow \alpha_{ser} = 0,47$$

- Bras de levier

$$Z = d \left(1 - \frac{\alpha_{ser}}{3}\right)$$

$$Z = 0,27 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) \rightarrow Z = 0,228m$$

- Moment résistant

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

$$M_{serb} = 0,5 \times 1 \times 0,27^2 \times 0,47 \times \left(1 - \frac{0,47}{3}\right) \times 15 \rightarrow M_{serb} = 0,217 MN.m$$

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

- Section d'aciers principaux en travée

$$A_{st} = \frac{M_{ser}}{Z \cdot \sigma_{st}}$$

$$A_{st} = \frac{58,05}{0,228 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 10,18 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers principaux sur les appuis d'extrémité

$$A_{st} = \frac{35,61}{0,228 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 6,24 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers principaux sur l'appui intermédiaire

$$A_{st} = \frac{115,42}{0,228 \times 250} \times 10 \rightarrow A_{st} = 20,25 \text{ cm}^2$$

- Section d'aciers de répartition

$$A_r = \frac{A_{stmax}}{3} = \frac{10,18}{3} \rightarrow A_r = 3,39 \text{ cm}^2$$

- Section d'acier minimale

$$A_{min} = 0,23 \cdot b_0 \cdot d \cdot \frac{f_{t28}}{f_e}$$

$$A_{min} = 0,23 \times 100 \times 27 \times \frac{2,1}{500} \rightarrow A_{min} = 2,61 \text{ cm}^2$$

- Choix des aciers

Travée : **6,67HA14** e = 15 cm (10,26 cm²)

Appui : **6,67HA20** e = 15 cm (20,94 cm²)

Filant : **5HA10** e = 20 (3,92 cm²)

Calcul des aciers du piédroit de rive

Les sections d'armatures des piédroits de rive seront calculées en flexion composée.

- Excentricité

$$e_1 = \frac{M_{ser}}{N_{ser}} = \frac{29,63}{139,23} = 0,22m$$

Mémoire de fin de cycle Master présenté par **NGANASSEM Oswald Crispino Abiud**,
Promotion 2023-2024

$$e_a = \max\left(2\text{cm}; \frac{L}{250}\right) = \max\left(2\text{cm}; \frac{230}{250}\right) = 0,92\text{m}$$

$$e_2 = \frac{2l_f^2}{10000h} (2 + \alpha\phi) \text{ avec } \alpha = 10 \left(1 - \frac{M_u}{1.5M_{ser}}\right) \text{ et } \phi = 2$$

$$e_2 = \frac{2(0,7 \times 230)^2}{10000 \times 30} (2 - 0,09 \times 2) = 0,32 \text{ cm}$$

$$e = e_1 + e_a + e_2 = 22 + 2 + 0,32 \rightarrow e = 24,32\text{cm}$$

- Coefficient de remplissage

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

$$\psi_1 = \frac{0,13923}{1 \times 0,3 \times 14,17} = 0,03$$

$$\psi_1 < 0,81 \text{ et } \psi_1 < 2/3$$

- Excentricité critique relative

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

$$\xi = \frac{1 + \sqrt{9 - 12 \times 0,03}}{4(3 + \sqrt{9 - 12 \times 0,03})} = 0,165$$

- Calcul de e_{NC}

$$e_{NC} = \xi \times h = 0,165 \times 20 = 3,3 \text{ cm}$$

$$e > e_{NC} \rightarrow \text{Section partiellement comprimée}$$

- Hauteur utile

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

- Moment fléchissant fictif

$$M_{fictif} = N_{ser}(e + d - 0,5 \times h)$$

$$M_{fictif} = 139,23(0,2432 + 0,27 - 0,5 \times 0,2) = 57,53\text{kN.m}$$

$$M_{fictif} < M_{serb} \rightarrow \text{Pas d'aciers comprimés}$$

- Section d'acier (nappe extérieure)

$$A_{st} = \frac{M_{fictif}}{Z \cdot \sigma_{st}} - \frac{N_{ser}}{\sigma_{st}}$$

$$A_{st} = \frac{57,53 \times 10}{0,228 \times 250} - \frac{139,23 \times 10}{250} \rightarrow A_{st} = 4,53$$

On choisira donc $A_{st} = A_{min} = 0,10 \times 20 \rightarrow A_{st} = 4,53 \text{ cm}^2$

- Section d'acier (nappe intérieure)

$$A_{st} = 0,10h = 0,10 \times 20 \rightarrow A_{st} = 2 \text{ cm}^2$$

- Section d'acier de répartition

$$A_r = 0,075h = 0,075 \times 20 \rightarrow A_{st} = 1,5 \text{ cm}^2$$

- Choix des aciers

Extérieurs : **5HA12** e = 20 cm (5,65 cm²)

Intérieurs : **5HA8** e = 20 cm (2,51 cm²)

Filants : **5HA8** e = 20 cm (2,51 cm²)

Calcul des aciers du piédroit intermédiaire

Ce piédroit sera calculé comme un poteau

- Longueur de flambement

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

- Elancement mécanique λ

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

- Coefficient α

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

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \left(\frac{16,33}{35}\right)^2} = 0,82$$

- Section réduite de béton

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

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

- Section d'acier

$$A_{sc} = \left(\frac{N_u}{\alpha} - \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} \right) \times \left(\frac{\gamma_s}{f_e} \right)$$

$$A_{sc} = \left(\frac{0,27846}{0,82} - \frac{0,27 \times 25}{0,9 \times 1,5} \right) \times \left(\frac{1,15}{400} \right) \rightarrow A_{sc} = -0,01$$

On prendra donc $A_{sc} = A_{min}$

- Section d'acier minimale

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

$$A_{min} = \max\left(4 \times 2,6; \frac{0,2 \times 2500}{100}\right) \rightarrow A_{sc} = \mathbf{10,4 \text{ cm}^2}$$

- Aciers de répartition

$$A_r = \frac{A_{sc}}{3} = \frac{10,4}{3} \rightarrow A_{sc} = \mathbf{3,47 \text{ cm}^2}$$

- Choix des aciers

Extérieurs : **6,67HA14** e = 15cm (10,26 cm²)

Intérieurs : **6,67HA14** e = 15cm (10,26 cm²)

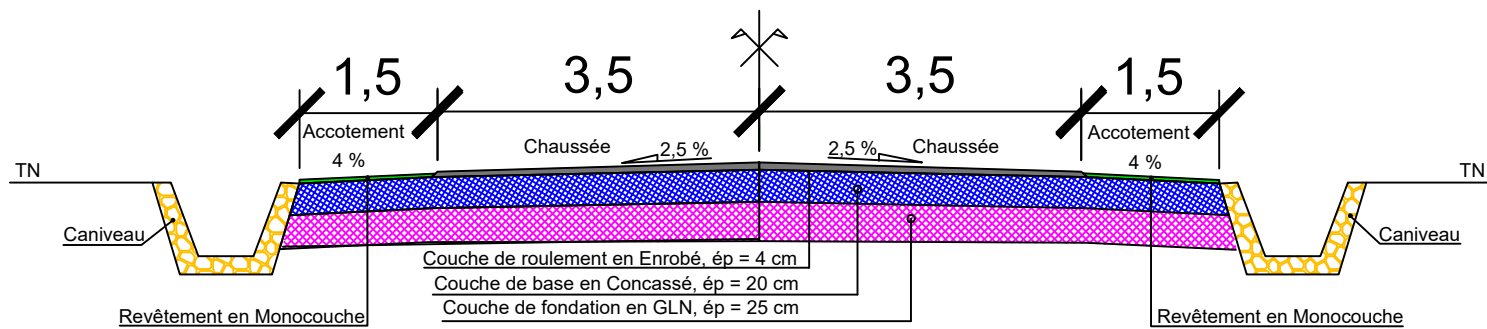
Filants : **4HA10** e = 20 cm (3,92 cm²)

ANNEXE 11 : AVANT METRE

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET DE RÉALISATION DE LA ROUTE Sibut - Brogama					
N°	Désignation	U	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	TOTAL (FCFA)
LOT N°1: INSTALLATION DU CHANTIER ET REPLI DU CHANTIER					
1	Installation du chantier	ff	1	40 000 000	40 000 000
2	Réalisation de déviations	ff	1	3 000 000	3 000 000
3	Repli de chantier	ff	1	12 000 000	12 000 000
SOUS TOTAL LOT N°1					55 000 000
LOT N°2: DEGAGEMENT DES EMPRISES					
4	Démolition des habitations existantes	u	6	200 000	1200000,00
5	Abattage et évacuation des arbres se trouvant sur l'emprise de la route et sur le site d'emprunt	u	65	25 000	1625000,00
6	Déplacement des poteaux électriques	u	15	65 000	975000,00
SOUS TOTAL LOT N°2					3800000,00
LOT N°3: TERRASSEMENTS GENERAUX					
7	Décapage de la terre végétale	m ³	45 475	350	15916250
8	Déblai	m ³	111 769	1200	134123280
9	Remblai latéritique	m ³	11057,4	2500	27643500
10	Fouille des fossés	m ³	220	750	165000
11	Remblai pour fouille des fossés	m ³	55,4	2000	110800
12	Fouille des dalots	m ³	12,67	7500	95025
13	Remblai des dalots	m ³	6,63	6250	41437,5
SOUS TOTAL LOT N°3					178095292,5
LOT N°4: COUCHES DE CHAUSSEE					
14	Revêtement en enrobé d'épaisseur 4cm	m ³	2 996	267 240	800651040
15a	Revêtement en enduit superficiel pour accotements concassé 0/31,5	m ²	32 100	34 442	1105588200
15b	Revêtement en enduit superficiel pour accotements bitume 1,2kg	m ²	32 100	167 350	5371935000
16	Concassé 0/31,5 pour couche de base d'épaisseur 20cm	m ³	14 980	34 442	515941160
17	Graveleux Latéritique Naturel pour couche de Fondation, épaisseur 25cm	m ³	18 725	13 500	252787500
SOUS TOTAL LOT N°4					8046902900
LOT N°5: TRAVAUX DE DRAINAGE & OUVRAGES HYDRAULIQUES					
18	Béton Armé dosé à 350 kg pour dalots (Radier, Tablier, Pieds droits)	m ³	341,35	350 000	119472500
19	Mur en aile dosé à 300 kg	m ³	103,8	350 000	36330000
20	Coffrage pour parements vus	m ²	1536	7 500	11520000
SOUS TOTAL LOT N°5					167322500
LOT N°6: SIGNALISATION					
21	Signalisation Verticale	ml	58	55 000	3190000
22	Signalisation Horizontale	m ²	5274,16	3,33	17562,95
SOUS TOTAL LOT N°6					3207562,95
LOT N°7: MESURES ENVIRONNEMENTALES					
23	Mesures environnementales et sociales	ff	1	7 750 000	7 750 000
24	Mesures pour les risques	ff	1	23 000 000	23 000 000
25	Mesures de renforcement de capacité	ff	1	12 400 000	12 400 000
26	Accompagnement social	ff	1	7 000 000	7 000 000
SOUS TOTAL LOT N°7					50 150 000
RECAPITULATIF GLOBAL					
TOTAL LOT 1: INSTALLATION DU CHANTIER ET REPLI DU CHANTIER					55 000 000
TOTAL LOT 2: DEGAGEMENT DES EMPRISES					3800000
TOTAL LOT 3: TERRASSEMENTS GENERAUX					178095292,5
TOTAL LOT 4: COUCHES DE CHAUSSEE					8046902900
TOTAL LOT 5: TRAVAUX DE DRAINAGE & OUVRAGES HYDRAULIQUES					167322500
TOTAL LOT 6: SIGNALISATION					3207562,95
TOTAL LOT 7: MESURES ENVIRONNEMENTALES					50 150 000
MONTANT GLOBAL HT					8 504 478 255
TVA 18%					1530806086
MONTANT GLOBAL TTC					10 205 373 907

ANNEXES DOSSIERS DE PLANS

- Plan 1 : Profil en travers types
- Plan 2 : Tracé combiné
- Plan 3 : DALOT 3x2.5x2



			Indice	ETABLISSEMENT	BUREAU D'ETUDES	PROFIL EN TRAVERS TYPE	REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE		ECHELLE: 1/2000
A	04/01/2024	Établi Par	Vérifié Par			REALISATION DES ETUDES DE FAISABILITE ECONOMIQUE ET TECHNIQUE POUR LE BITUMAGE D'UN TRONÇON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)	UNITE-DIGNITE-TRAVAIL		Edition:
Indice	Date	NGARASSIEM Ouhévié Ouhévié Ahoé 20210528	Maître de stage						Encadrant académique

Profil dessiné par AutoPISTE

- Remblai
- Déblai
- BB CHAUSSEE
- COUCHE DE BASE
- COUCHE DE FONDATION
- MOELLON

Axe : Axe 02
 Profil n°: P64
 Abscisse : 1+575.00
 Echelle des longueurs : 1/100
 Echelle des altitudes : 1/100

pftv bon 13 <= Profils types => pftv bon 13

Z(Axe) TN : 424.09

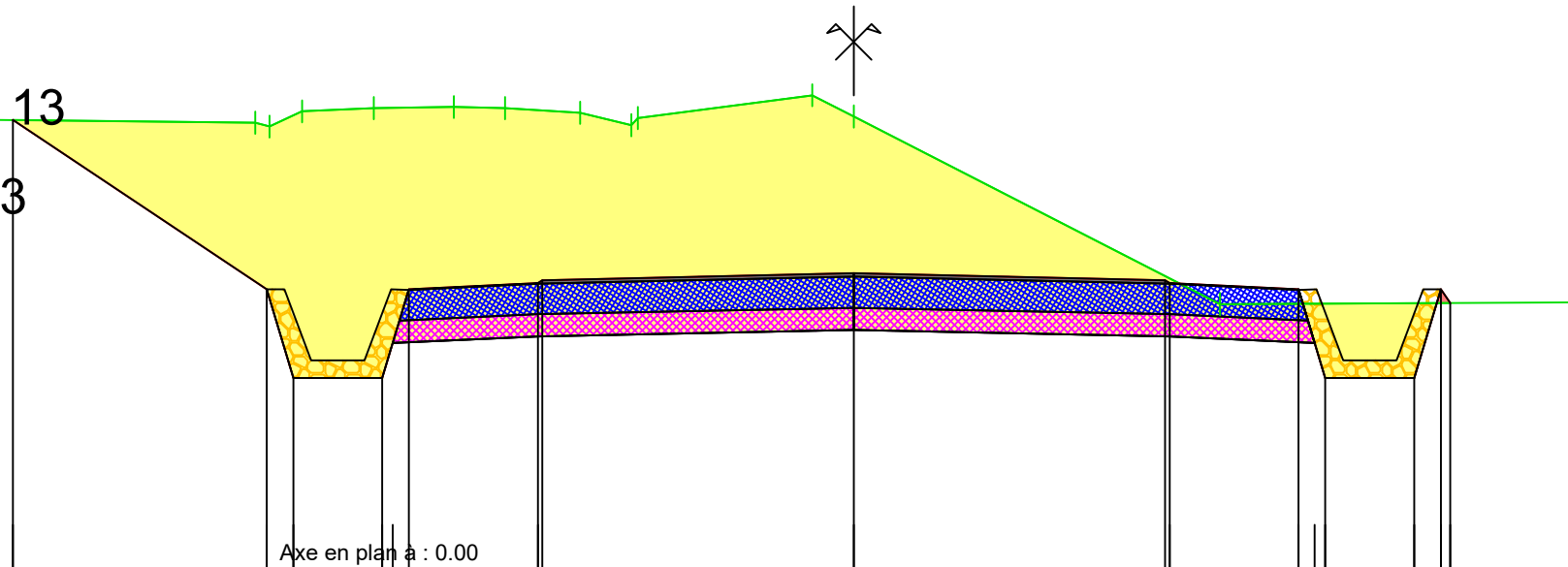
Z(Axe) Projet : 424.09

Demi profil-type à gauche : pftv bon 13

Demi profil-type à droite : pftv bon 13

X= 288196.18
 Y= 635788.06
 Gisement : 125.86 gr

PC : 419.00 m



Altitudes TN	-10.95	-424.07	-6.73	-424.02	-6.57	-423.98	-6.20	-424.15	-5.39	-424.19	-4.50	-424.20	-3.92	-424.18	-3.08	-424.13	-2.50	-423.99	-2.43	-424.07	-0.47	-424.33	0.00	-424.09	4.12	-421.98	8.20	-422.00
Distances à l'axe TN																												
Altitudes Projet		424.05	422.15	421.15	421.15	421.15	421.15	422.25	422.25	422.25	422.25	422.25	422.33	422.33	422.25	422.22	422.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.99
Distances à l'axe Projet		-9.45	-6.60	-6.30	-5.30	-5.00	-3.55	-3.55	0.00	3.55	3.55	3.55	0.00	3.55	3.55	5.00	5.30	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60
Distances partielles Projet		2.85	0.30	1.00			1.45		3.50			3.50			1.45		1.00											
Distances à l'axe Arase		-9.45	-6.60	-6.30	-5.30	-5.18	-3.55	0.00	3.55	5.00	5.18	5.30	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30	6.60	6.70	6.30
Altitude Arase		424.05	422.15	421.15	421.15	421.54	421.62	421.69	421.69	421.62	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.15	421.99

Date : 07/12/2023

Fichier : FOND TOPO S-D-K Memoire modifié1

Profil dessiné par AutoPISTE

- Déblai
- BB CHAUSSEE
- COUCHE DE BASE
- COUCHE DE FONDATION
- MOELLON

Axe : Axe 02
 Profil n°: P263
 Abscisse : 6+550.00
 Echelle des longueurs : 1/100
 Echelle des altitudes : 1/100

pftv bon 13 <= Profils types => pftv bon 13

Z(Axe) TN : 466.83

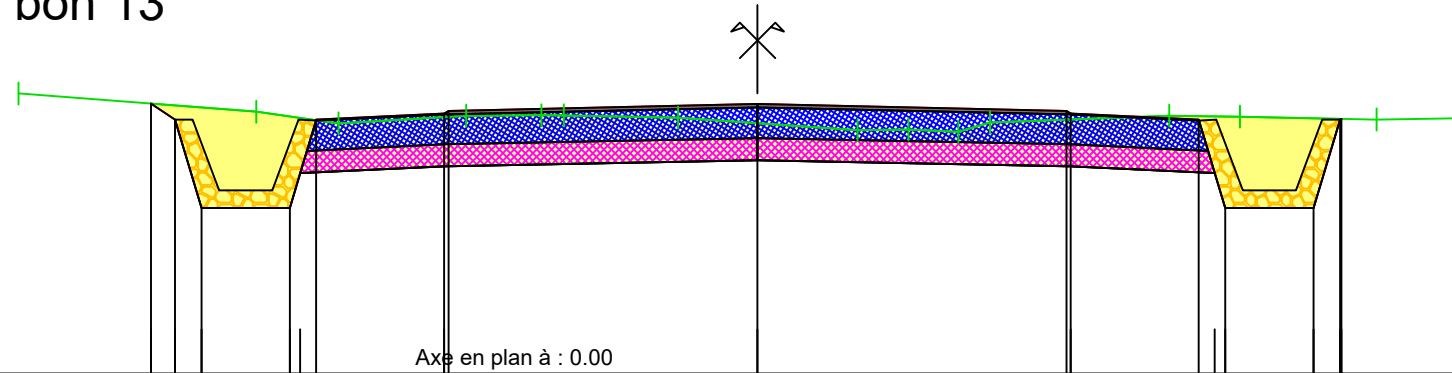
Z(Axe) Projet : 466.83

Demi profil-type à gauche : pftv bon 13

Demi profil-type à droite : pftv bon 13

X= 290127.03
 Y= 640169.19
 Gisement : 151.25 gr

PC : 464.00 m



Altitudes TN	467.17		466.96	466.83	466.92	466.92	466.92	466.90		466.76	466.76	466.74	466.84		466.92	466.91	466.87	466.89
Distances à l'axe TN	-8.37		-5.68	-4.75	-3.30	-2.45	-2.20	-0.90		1.13	1.71	2.27	2.63		4.67	5.47	7.01	8.11
Altitudes Projet		467.06	466.87	465.87	465.87	466.87	466.94	466.97	467.05		466.97	466.94	466.87	465.87	466.87	465.87	466.87	466.88
Distances à l'axe Projet		-6.87	-6.60	-6.30	-5.30	-5.00	-3.55	-3.50	-0.00		3.50	3.55	5.00	5.30	6.30	6.60	6.61	
Distances partielles Projet				1.00	1.45		3.50			3.50		1.45		1.00	0.30			
Distances à l'axe Arase		-6.87	-6.60	-6.30	-5.30	-5.18	-3.55		-0.00		3.55		5.18	5.30	6.30	6.60	6.61	
Altitude Arase		467.06	466.87	465.87	465.87	466.27	466.34		466.41		466.34		466.27	465.87	465.87	466.87	466.88	

Date : 07/12/2023

Fichier : FOND TOPO S-D-K Memoire modifié1

				ETABLISSEMENT	BUREAU D'ETUDES	PROFIL EN TRAVERS TYPE	REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE		ECHELLE: 1/2000	
						REALISATION DES ETUDES DE FAISABILITE ECONOMIQUE ET TECHNIQUE POUR LE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)	UNITE-DIGNITE-TRAVAIL		Edition:	
A	04/01/2024	Etabli Par	Verifié Par	Approuvé Par					Plan	Indice
Indice	Date	NGANASSEM Oswald Crispino Aboud 20210698	Maitre de stage	Encadrant académique					A	

Axe : Axe 02
 Profil n°: P01
 Abscisse : 0+0.00
 Echelle des longueurs : 1/100
 Echelle des altitudes : 1/100

Profil dessiné par AutoPISTE

- Remblai
- Déblai
- BB CHAUSSEE
- COUCHE DE BASE
- COUCHE DE FONDATION
- MOELLON

Z(Axe) TN : 408.85

Z(Axe) Projet : 408.85

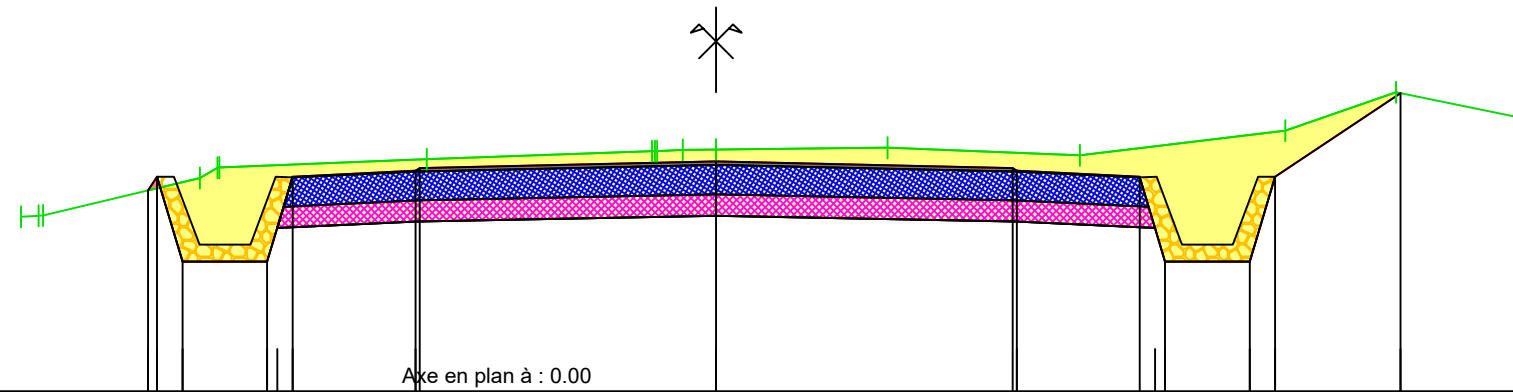
Demi profil-type à gauche : pftv bon 13

Demi profil-type à droite : pftv bon 13

pftv bon 13 <= Profils types => pftv bon 13

X= 287570.07
 Y= 634342.86
 Gisement : 125.76 gr

PC : 406.00 m



Altitudes TN	408.06	408.06	408.52	408.64	408.74	408.83	408.84	408.85	408.85	408.87	408.78	409.07	409.53	409.21		
Distances à l'axe TN	-8.21	-7.96	-6.09	-5.86	-3.42	-0.76	-0.72	-0.39	0.00	2.02	4.30	6.72	8.03	9.58		
Altitudes Projet			408.37	408.53	407.53	408.60	408.63	408.71	408.71	408.63	408.60	408.53	407.53	409.52		
Distances à l'axe Projet			-6.71	-6.60	-6.30	-5.30	-5.00	-3.55	-3.50	0.00	3.55	5.00	5.30	6.30	6.60	8.08
Distances partielles Projet			0.30	1.00	0.30	1.45	3.50	3.50	1.45	0.30	1.00	1.48				
Distances à l'axe Arase			-6.71	-6.60	-6.30	-5.30	-5.00	-3.55	-3.50	0.00	3.55	5.18	5.30	6.30	6.60	8.08
Altitude Arase			408.37	408.53	407.53	408.60	408.63	408.71	408.71	408.63	408.60	407.93	407.53	407.53	408.53	409.52

Date : 07/12/2023

Fichier : FOND TOPO S-D-K Memoire modifié1

		ETABLISSEMENT		BUREAU D'ETUDES		PROFIL EN TRAVERS TYPE		REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE				Echelle: 1/2000	
						REALISATION DES ETUDES DE FAISABILITE ECONOMIQUE ET TECHNIQUE POUR LE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)		UNITE-DIGNITE-TRAVAIL				Edition:	
Indice	Date	NGANASSEM Oswald Crispino Abiud 20210698	Maitre de stage	Encadrant académique							Plan		Indice A

Profil dessiné par AutoPISTE

- Remblai
- BB CHAUSSEE
- COUCHE DE BASE
- COUCHE DE FONDATION
- MOELLON

Axe : Axe 02
 Profil n°: P252
 Abscisse : 6+275.00
 Echelle des longueurs : 1/100
 Echelle des altitudes : 1/100

pftv bon 13 <= Profils types => pftv bon 13

Z(Axe) TN : 460.18

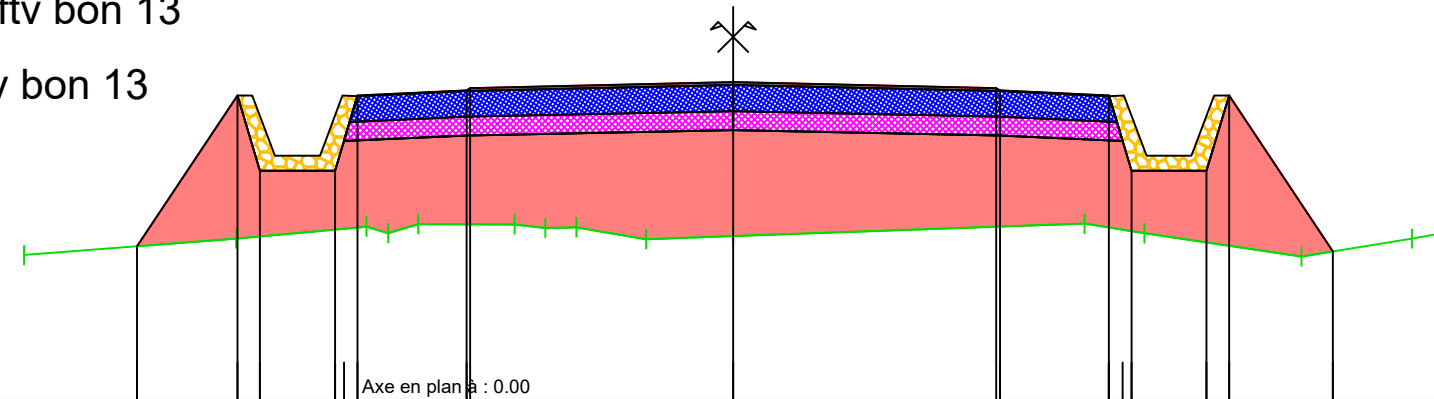
Z(Axe) Projet : 460.18

Demi profil-type à gauche : pftv bon 13

Demi profil-type à droite : pftv bon 13

X= 289922.57
 Y= 639986.93
 Gisement : 136.46 gr

PC : 458.00 m

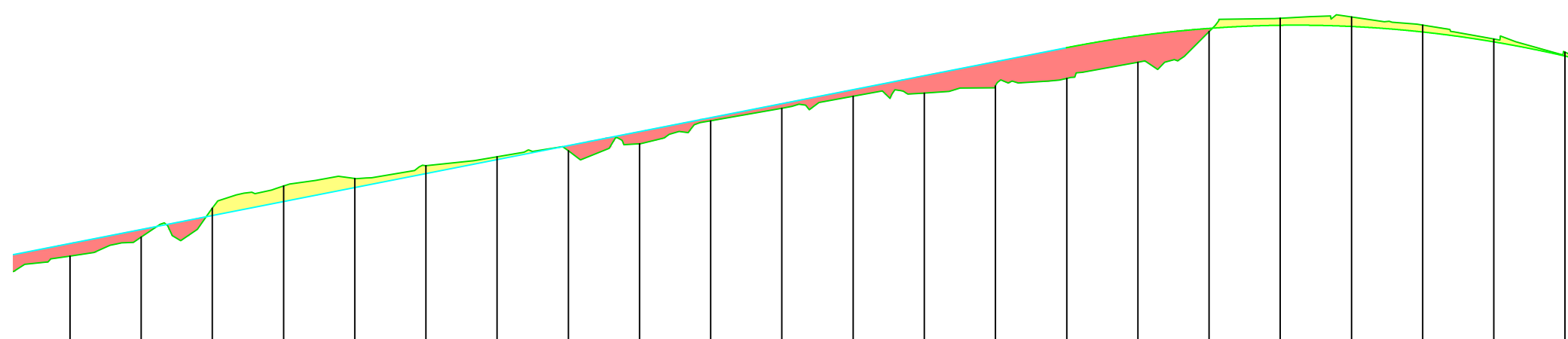
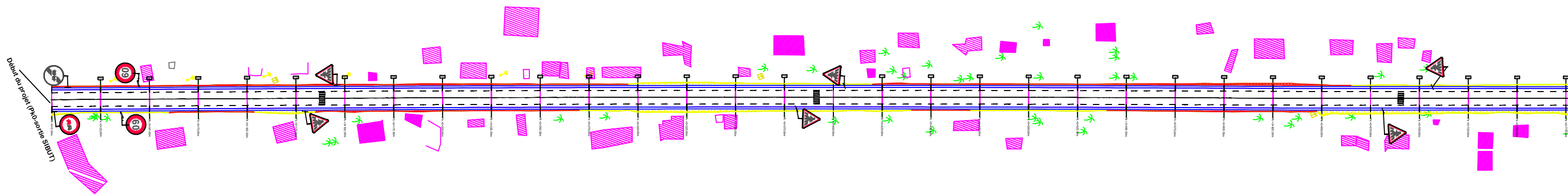


Altitudes TN	-9.44	459.93	-6.62	460.15	-4.88	460.31	-4.59	460.22	-4.19	460.34	-2.91	460.34	-2.50	460.29	-2.09	460.30	-1.16	460.14	0.00	460.18	4.67	460.35	5.47	460.22	7.56	459.91	9.03	460.15	9.48	460.23
Distances à l'axe TN	-9.44	459.93	-6.62	460.15	-4.88	460.31	-4.59	460.22	-4.19	460.34	-2.91	460.34	-2.50	460.29	-2.09	460.30	-1.16	460.14	0.00	460.18	4.67	460.35	5.47	460.22	7.56	459.91	9.03	460.15	9.48	460.23
Altitudes Projet		460.05	462.05	461.05	461.05	462.05	462.15	462.15	462.15	462.15	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	461.05	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	462.05	462.05	462.05	462.05	462.05
Distances à l'axe Projet		460.05	462.05	461.05	461.05	462.05	462.15	462.15	462.15	462.15	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	461.05	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	462.05	462.05	462.05	462.05	462.05
Distances partielles Projet		460.05	462.05	461.05	461.05	462.05	462.15	462.15	462.15	462.15	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	461.05	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	462.05	462.05	462.05	462.05	462.05
Distances à l'axe Arase		460.05	462.05	461.05	461.05	462.05	462.15	462.15	462.15	462.15	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	461.05	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	462.05	462.05	462.05	462.05	462.05
Altitude Arase		460.05	462.05	461.05	461.05	462.05	462.15	462.15	462.15	462.15	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	461.05	462.23	462.15	462.15	462.05	461.05	461.05	461.05	462.05	462.05	462.05	462.05	462.05

Date : 07/12/2023

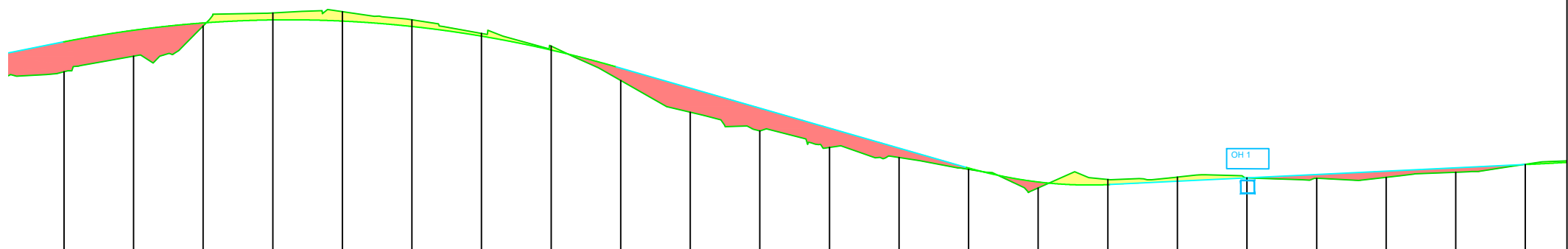
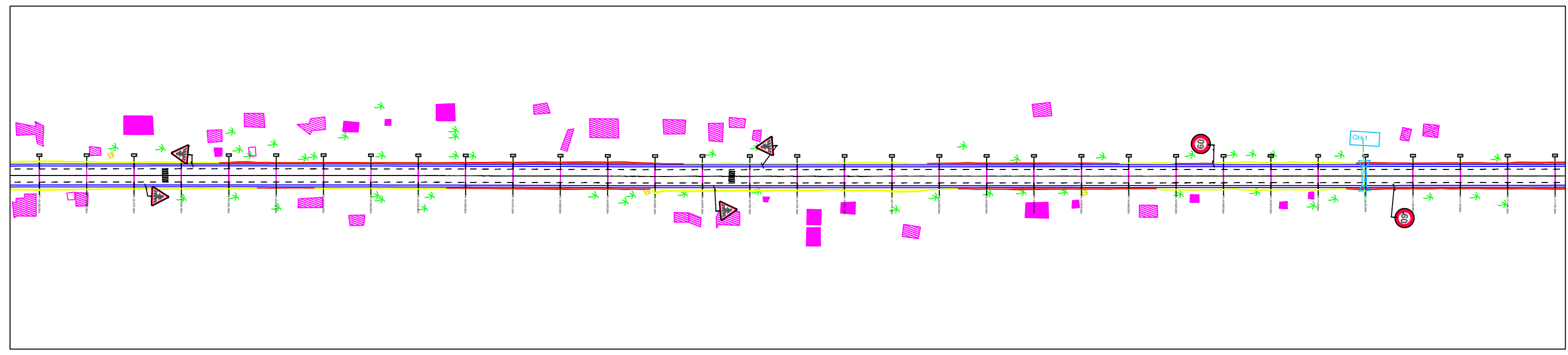
Fichier : FOND TOPO S-D-K Memoire modifié1

				ETABLISSEMENT	BUREAU D'ETUDES	PROFIL EN TRAVERS TYPE	REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE		Echelle: 1/2000	
						REALISATION DES ETUDES DE FAISABILITE ECONOMIQUE ET TECHNIQUE POUR LE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)	UNITE-DIGNITE-TRAVAIL			
A	04/01/2024	Etabri Par	Verifié Par	Approuvé Par						Edition:
Indice	Date	NGANASSEM Ousaid Crispino Abouel 20210698	Maître de stage	Encadrant académique					Plan	Indice A



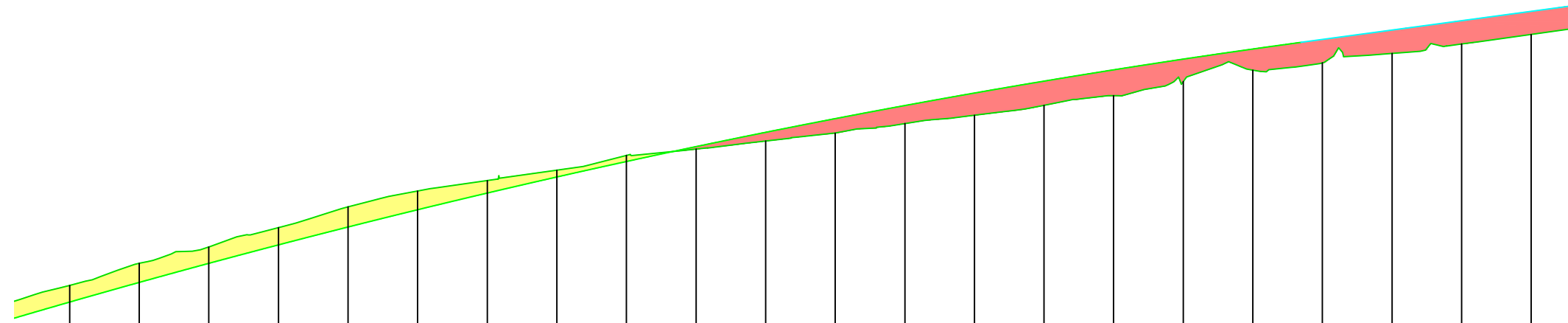
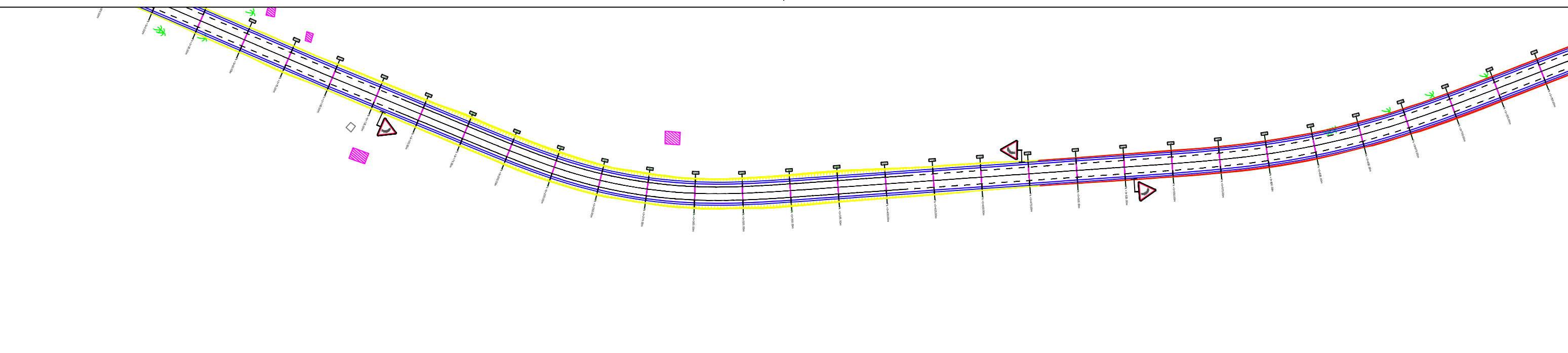
PC : 410.00 m

Numéro de profils en travers	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32
Altitudes TN	413.18	413.85	414.86	415.64	415.91	416.36	416.67	416.88	417.12	417.93	418.37	418.79	418.91	419.16	419.42	419.99	421.07	421.53	421.58	421.29	420.80	420.35
Altitudes Projet	413.62	414.12	414.61	415.10	415.59	416.08	416.57	417.06	417.55	418.04	418.54	419.03	419.52	420.01	420.50	420.92	421.18	421.29	421.25	421.05	420.70	420.21
Ecart Proj - TN	0+250.00.44	0+275.00.27	0+300.00.26	0+325.00.54	0+350.00.32	0+375.00.28	0+400.00.10	0+425.00.18	0+450.00.43	0+475.00.11	0+500.00.16	0+525.00.23	0+550.00.61	0+575.00.85	0+599.88.08	0+625.00.93	0+650.00.11	0+675.00.25	0+700.00.34	0+725.00.24	0+750.00.10	0+775.00.14
Abcisses	0+250.00.44	0+275.00.27	0+300.00.26	0+325.00.54	0+350.00.32	0+375.00.28	0+400.00.10	0+425.00.18	0+450.00.43	0+475.00.11	0+500.00.16	0+525.00.23	0+550.00.61	0+575.00.85	0+599.88.08	0+625.00.93	0+650.00.11	0+675.00.25	0+700.00.34	0+725.00.24	0+750.00.10	0+775.00.14
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Pentes et rampes	RAMPE L = 599.88 m P = 1.96 %															RC = -4108.44 L = 198.45						



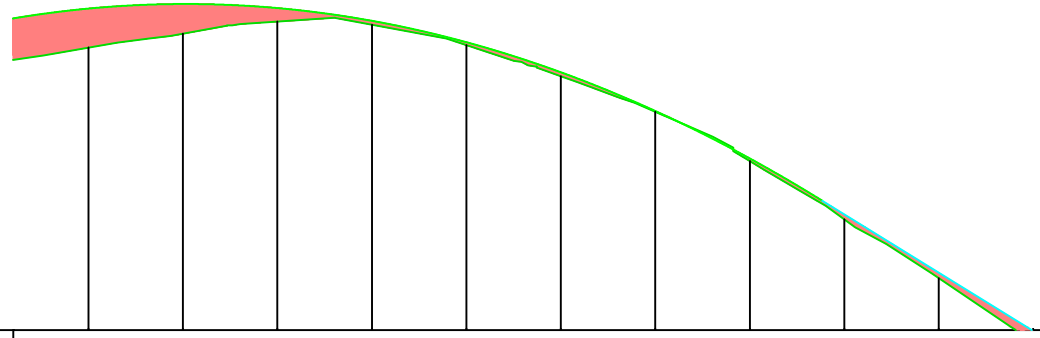
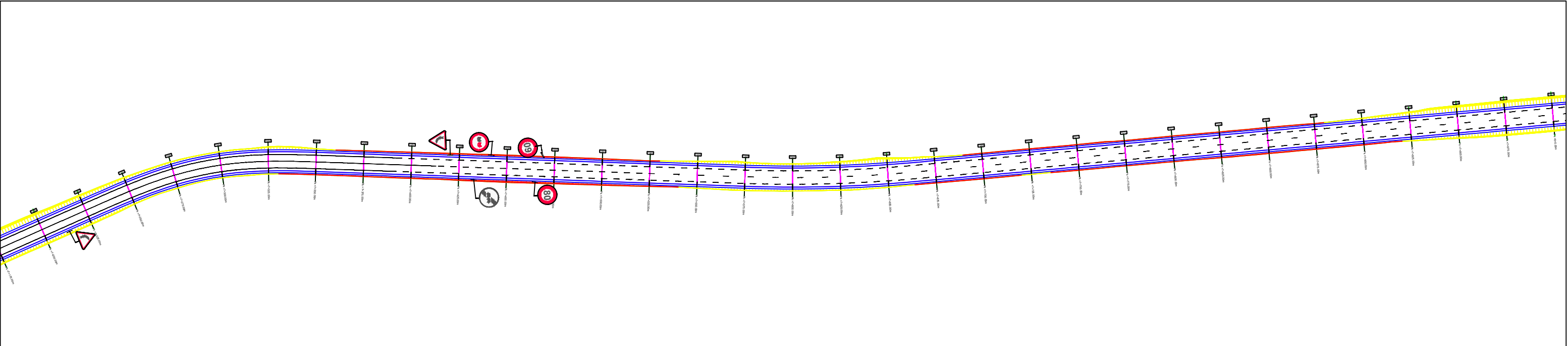
PC : 413.00 m

Numéro de profils en travers	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45	P46		
Altitudes TN	419.42	419.99	421.07	421.53	421.58	421.29	420.80	420.35	419.11	417.97	417.30	416.71	416.35	415.92	415.26	415.56	415.65	415.62	415.60	415.64	415.82	416.10		
Altitudes Projet	420.50	420.92	421.18	421.29	421.25	421.05	420.70	420.21	419.60	418.84	418.12	417.41	416.69	415.99	415.47	415.38	415.50	415.62	415.74	415.86	415.98	416.10		
Ecart Proj - TN	0.08	0.93	0.11	0.25	0.34	0.24	0.10	0.14	0.39	0.87	0.82	0.70	0.34	0.06	0.22	0.19	-0.15	-0.00	0.13	0.22	0.15	0.01		
Abcisses	0+599	0+625	0+650	0+675	0+700	0+725	0+750	0+775	0+798	0+825	0+850	0+875	0+900	0+924	0+950	0+975	1+000	1+250	1+500	1+750	1+1000	1+1250		
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00		
Pentes et rampes	RC = -4108.44 L = 198.45									PENTE L = 125.88 m P = -2.87 %						RC = 1541.79 L = 51.59		RAMPE L = 149.53 m P = 0.48 %						
Alignements droits et courbes											DROITE L = 351.81 m													



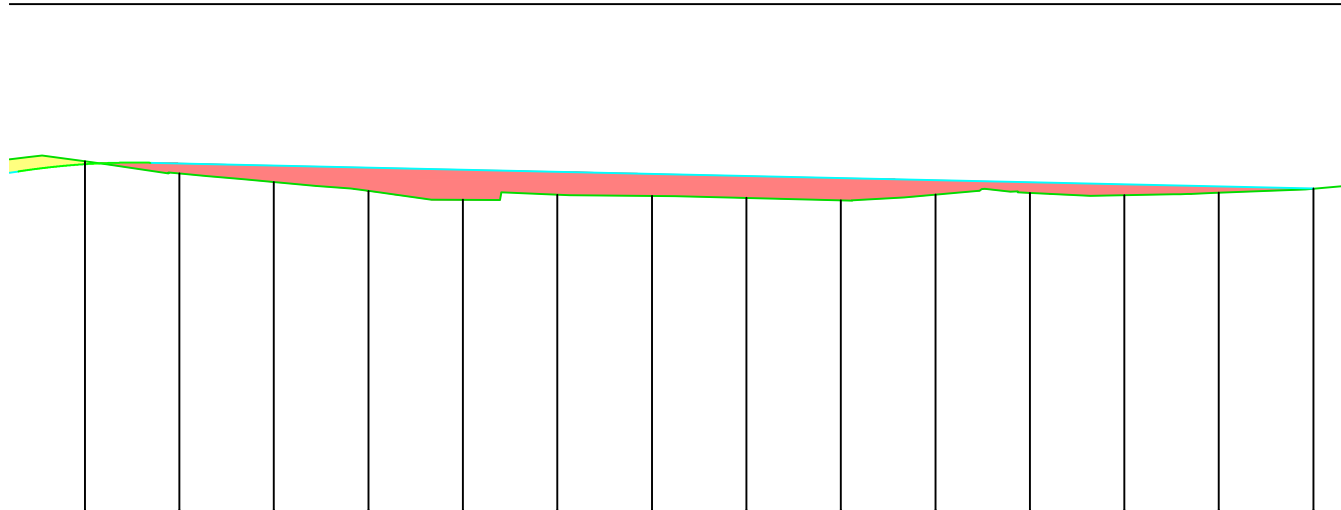
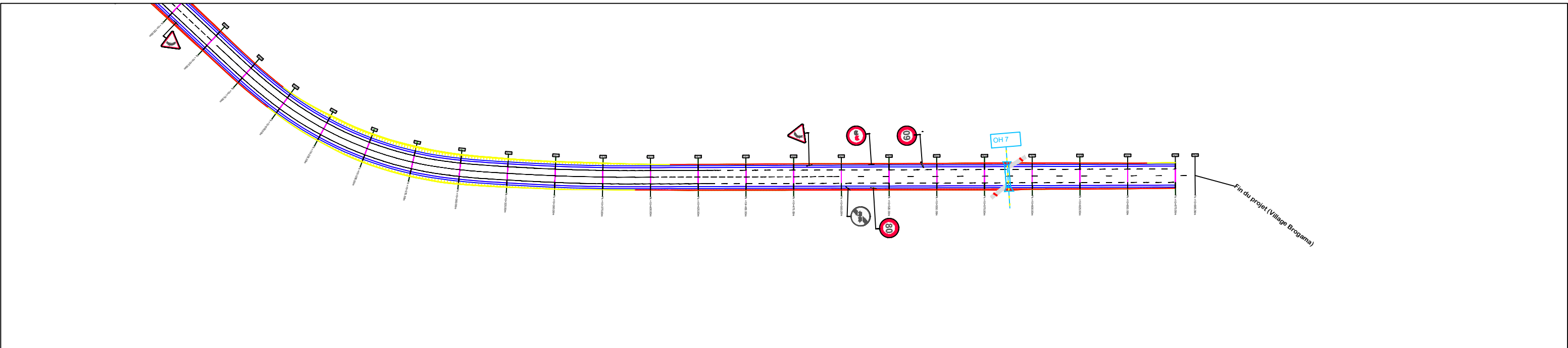
PC : 440.00 m

Numéro de profils en travers	P130	P131	P132	P133	P134	P135	P136	P137	P138	P139	P140	P141	P142	P143	P144	P145	P146	P147	P148	P149	P150	P151	
Altitudes TN	442.66	443.45	444.04	444.73	445.47	446.04	446.42	446.79	447.32	447.55	447.84	448.12	448.46	448.76	449.12	449.46	449.97	450.38	450.64	450.98	451.31	451.66	
Altitudes Projet	442.06	442.76	443.45	444.11	444.75	445.37	445.97	446.55	447.10	447.64	448.15	448.64	449.11	449.56	449.98	450.39	450.77	451.14	451.37	451.48	451.82	452.15	452.49
Ecart Proj - TN	-0.60	-0.68	-0.59	-0.62	-0.72	-0.67	-0.45	-0.24	-0.22	-0.09	-0.31	-0.52	-0.65	-0.79	-0.87	-0.93	-0.81	-0.76	-0.86	-0.84	-0.84	-0.83	
Abcisses	3+225.00	3+250.00	3+275.00	3+300.00	3+325.00	3+350.00	3+375.00	3+400.00	3+425.00	3+450.00	3+475.00	3+500.00	3+525.00	3+550.00	3+575.00	3+600.00	3+625.00	3+650.00	3+667.40	3+675.00	3+700.00	3+725.00	3+750.00
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Pentes et rampes	RC = -29207.55 L = 522.69																						
Alignements droits et courbes	R = 262.05 m L = 65.41 m				DROITE L = 177.61 m										R = 434.14 m L = 62.36 m								



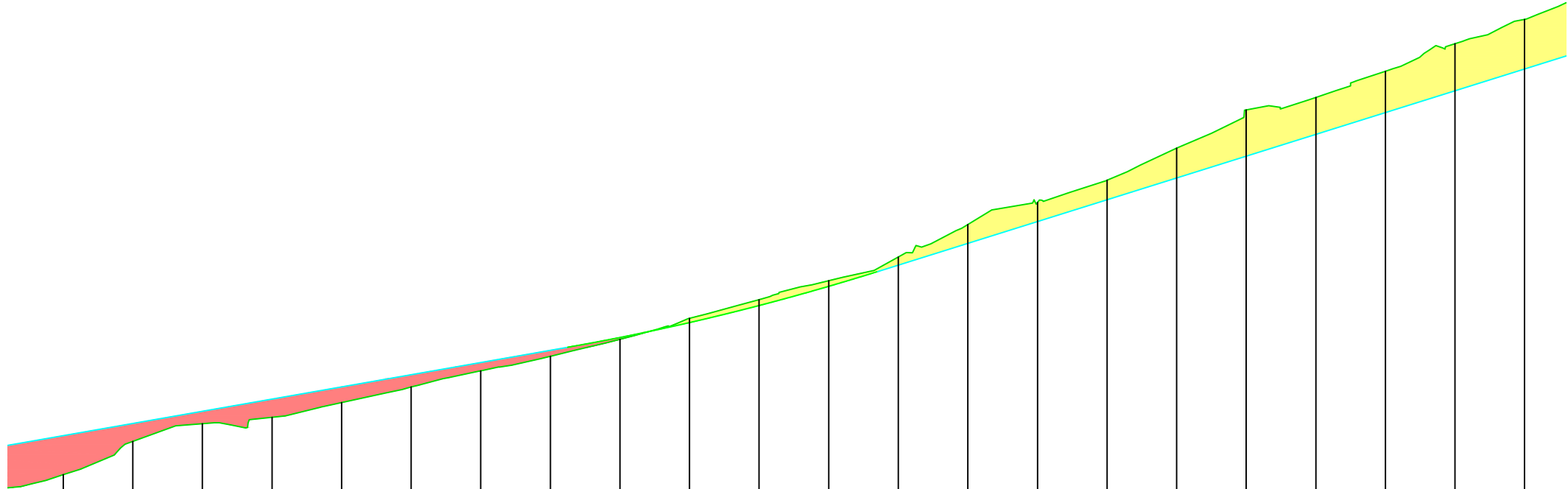
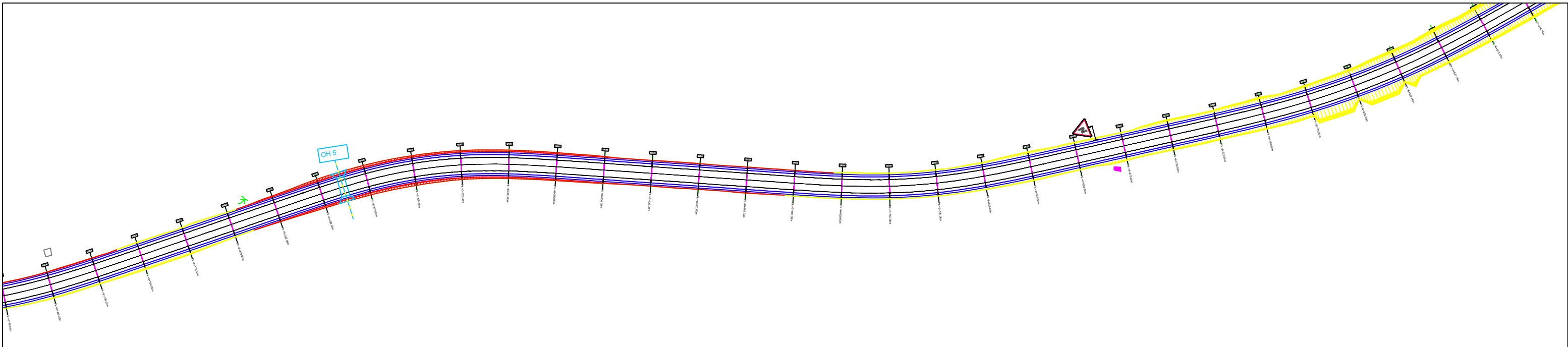
PC : 486.00 m

Numéro de profils en travers	P300	P301	P302	P303	P304	P305	P306	P307	P308	P309	P310	P311	P312	P313	P314	P315	P316	P317	P318	P319	P320	P321		
Altitudes TN	493.48	493.84	494.17	494.09	493.54	492.72	491.78	490.47	488.93	487.38	485.70	484.03	482.58	481.30	480.06	479.04	478.16	477.40	476.69	475.93	475.24	474.27		
Altitudes Projet	494.51	494.63	494.52	494.19	493.62	492.83	491.80	490.55	489.43	489.07	487.52	485.97	484.43	482.88	481.64	481.44	480.44	479.44	478.44	477.44	476.44	475.43	474.43	473.43
Ecart Proj - TN	1.03	0.79	-0.36	-0.10	-0.08	-0.10	-0.02	-0.07	-0.08	-0.13	-0.14	-0.27	-0.40	-0.31	-0.07	-0.14	-0.38	-0.40	-0.28	-0.03	-0.25	-0.50	-0.81	-0.84
Abcisses	7+475.00	7+500.00	7+525.00	7+550.00	7+575.00	7+600.00	7+625.00	7+650.00	7+675.00	7+700.00	7+725.00	7+750.00	7+775.00	7+800.00	7+825.00	7+850.00	7+875.00	7+900.00	7+925.00	7+950.00	7+975.00	8+000.00		
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	
Pentes et rampes	RC = -2728.61 L = 253.82										PENTE L = 125.96 m P = -6.18 %					PENTE L = 392.77 m P = -								
Alignements droits et courbes	DROITE L = 219.82 m						R = 714.34 m L = 88.34 m						DROITE L = 383.17 m											



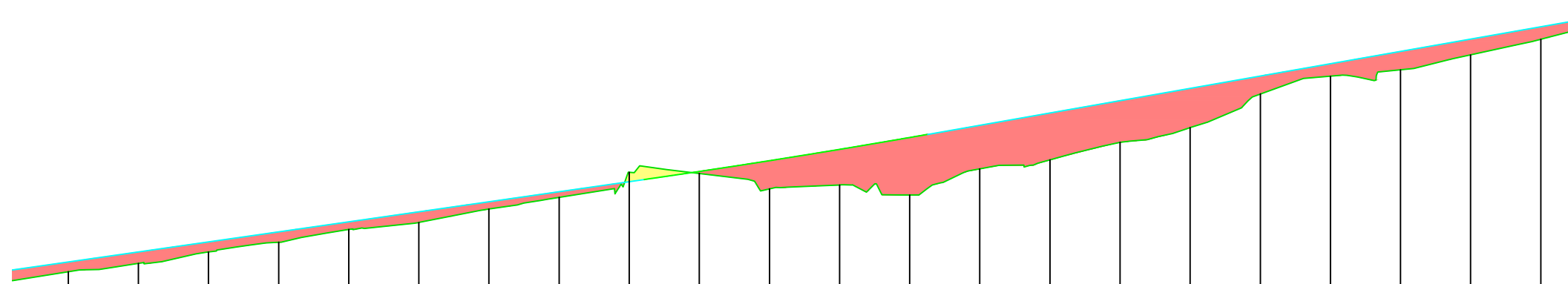
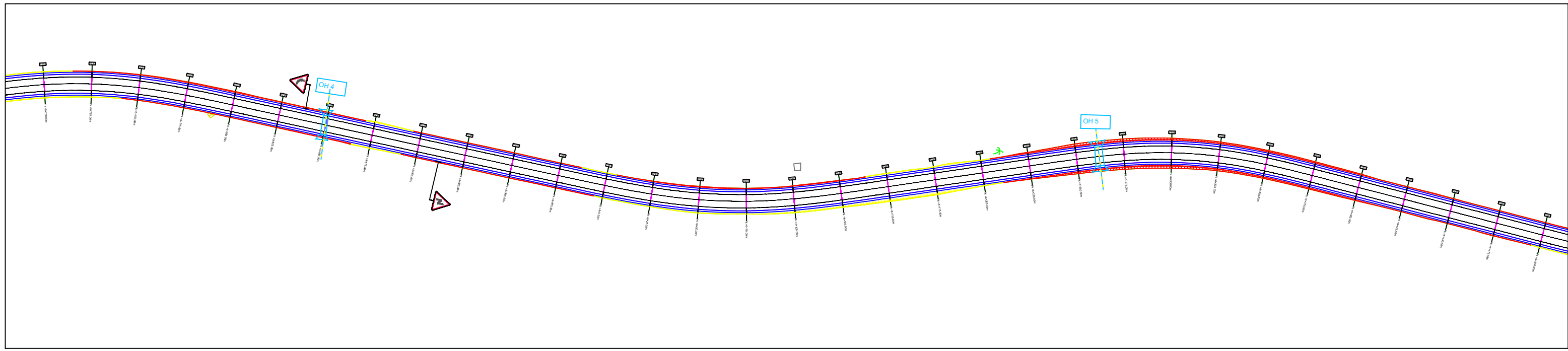
PC : 511.00 m

Numéro de profils en travers	P415 P416 P417 P418 P419 P420 P421 P422 P423 P424 P425 P426 P427 P428 P429														
Altitudes TN	520.28 519.95 519.73 519.49 519.26 519.39 519.36 519.31 519.25 519.39 519.44 519.38 519.45 519.55														
Altitudes Projet	520.01 520.20 520.24 520.22 520.17 520.11 520.05 520.00 519.94 519.89 519.83 519.78 519.72 519.66 519.61 519.55														
Ecarts Projet - TN	-0.35 0.08 0.21 0.27 0.44 0.62 0.80 0.61 0.58 0.58 0.59 0.38 0.28 0.29 0.16 0.00														
Abcisses	10+332 10+350 10+367 10+375 10+400 10+425 10+450 10+475 10+500 10+525 10+550 10+575 10+600 10+625 10+650 10+675														
Distances partielles	25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00 25.00														
Pentes et rampes	RC = -2013.87 L = 35.20 PENTE L = 307.40 m P = -0.22 %														
Alignements droits et courbes	R = 969.03 m L = 56.94 m					DROITE L = 293.45 m									



PC : 460.00 m

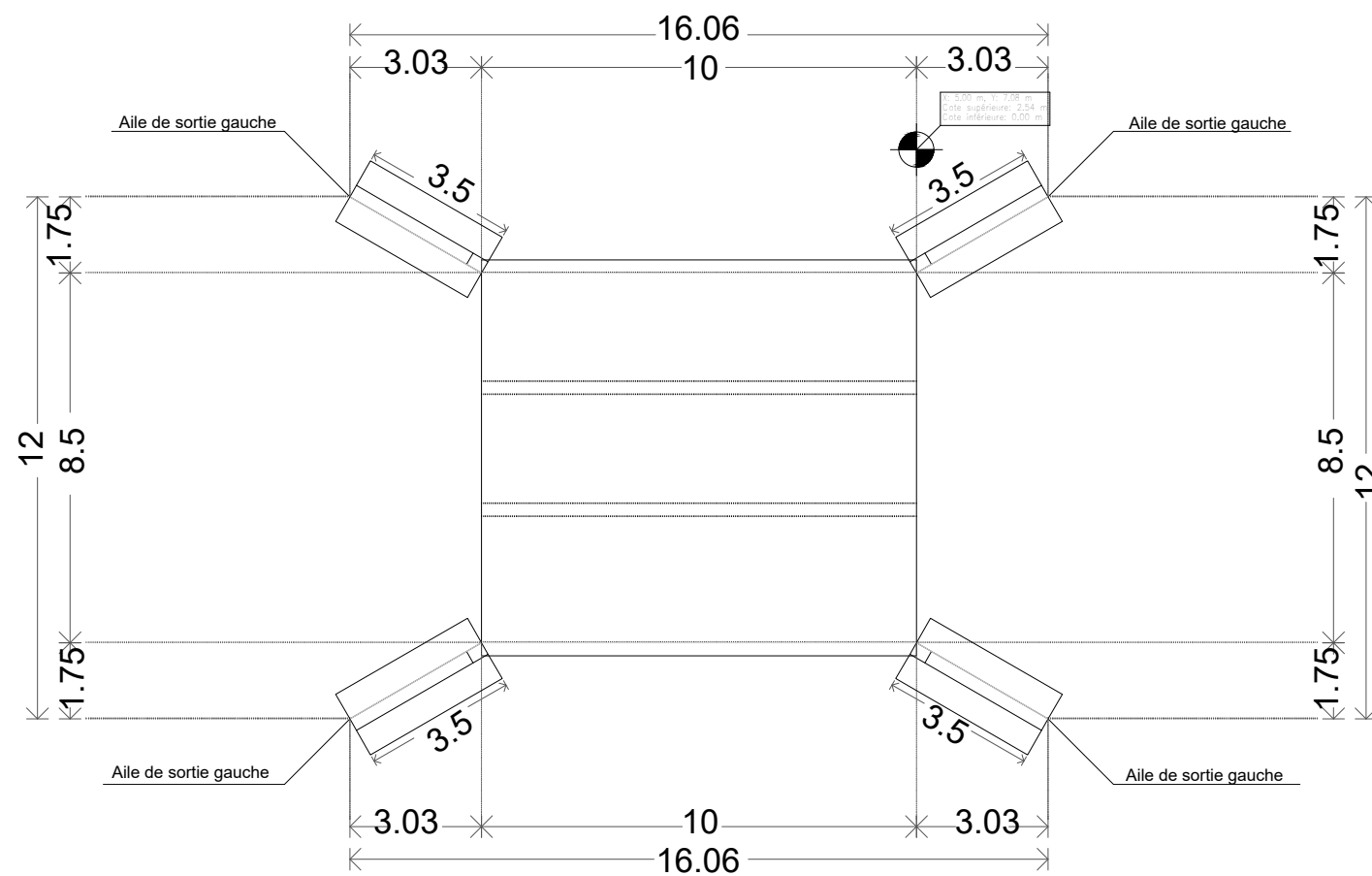
Numéro de profils en travers	P256	P257	P258	P259	P260	P261	P262	P263	P264	P265	P266	P267	P268	P269	P270	P271	P272	P273	P274	P275	P276	P277		
Altitudes TN	462.59	463.78	464.42	464.65	465.18	465.73	466.32	466.83	467.44	468.20	468.87	469.56	470.40	471.57	472.37	473.16	474.32	475.69	476.14	477.08	478.07	478.94		
Altitudes Projet	463.98	464.42	464.86	465.30	465.74	466.18	466.61	467.05	467.51	468.05	468.66	469.35	469.88	470.11	470.90	471.68	472.46	473.25	474.03	474.81	475.59	476.38	477.16	
Ecart s Projet - TN	0.001.40	0.000.64	0.000.44	0.000.65	0.000.56	0.000.44	0.000.30	0.000.22	0.000.07	0.000.15	0.000.21	0.000.20	0.000.11	0.000.29	0.000.67	0.000.69	0.000.70	0.001.07	0.001.66	0.001.33	0.001.48	0.001.69	0.001.78	
Abcisses	6+375.000	6+400.000	6+425.000	6+450.000	6+475.000	6+500.000	6+525.000	6+550.000	6+556.180	6+575.000	6+600.000	6+625.000	6+650.000	6+667.540	6+675.000	6+700.000	6+725.000	6+750.000	6+775.000	6+800.000	6+825.000	6+850.000	6+875.000	6+900.000
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	
Pentes et rampes	RAMPE L = 274.77 m P = 1.75 %										RC = 8090.60 L = 111.36													
Alignements droits et courbes	DROITE L = 107.70 m							R = 307.09 m L = 29.84 m		DROITE L = 70.16 m			R = 425.46 m L = 61.16 m											



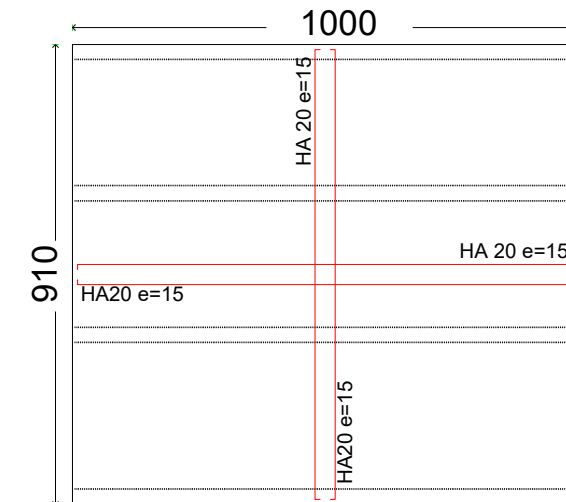
PC : 455.00 m

Numéro de profils en travers	P240	P241	P242	P243	P244	P245	P246	P247	P248	P249	P250	P251	P252	P253	P254	P255	P256	P257	P258	P259	P260	P261		
Altitudes TN	457.45	457.74	458.15	458.50	458.95	459.20	459.68	460.09	461.00	460.95	460.40	460.54	460.18	461.12	461.44	462.06	462.59	463.78	464.42	464.65	465.18	465.73		
Altitudes Projet	457.79	458.15	458.51	458.87	459.23	459.58	459.94	460.30	460.66	460.73	461.02	461.41	461.81	462.23	462.34	462.67	463.11	463.55	463.98	464.42	464.86	465.30	465.74	466.18
Ecart Proj - TN	0.35	0.41	0.36	0.37	0.27	0.38	0.26	0.21	0.34	0.47	0.07	0.00	0.27	0.05	0.92	0.55	0.67	0.48	0.40	0.64	0.44	0.65	0.56	0.44
Abcisses	5+975.00	6+000.00	6+250.00	6+500.00	6+750.00	6+1000.00	6+1250.00	6+1500.00	6+1750.00	6+180.35	6+200.00	6+225.00	6+250.00	6+275.00	6+281.40	6+300.00	6+325.00	6+350.00	6+375.00	6+400.00	6+425.00	6+450.00	6+475.00	6+500.00
Distances partielles	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Pentes et rampes	RAMPE L = 301.22 m P = 1.43 %										RC = 31469.62 L = 101.07					RAMPE L = 274.77 m P = 1.75 %								
Alignements droits et courbes					R = 290.91 m L = 46.21 m				DROITE L = 88.34 m					R = 244.98 m L = 43.32 m				DROITE L = 107.70 m						

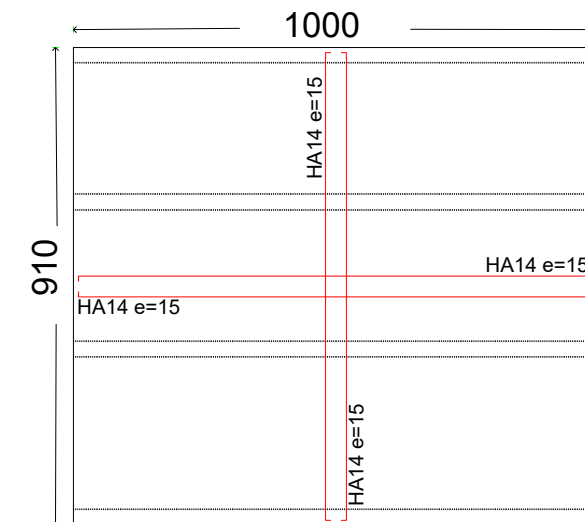
Vue de dessus



Module Tablier



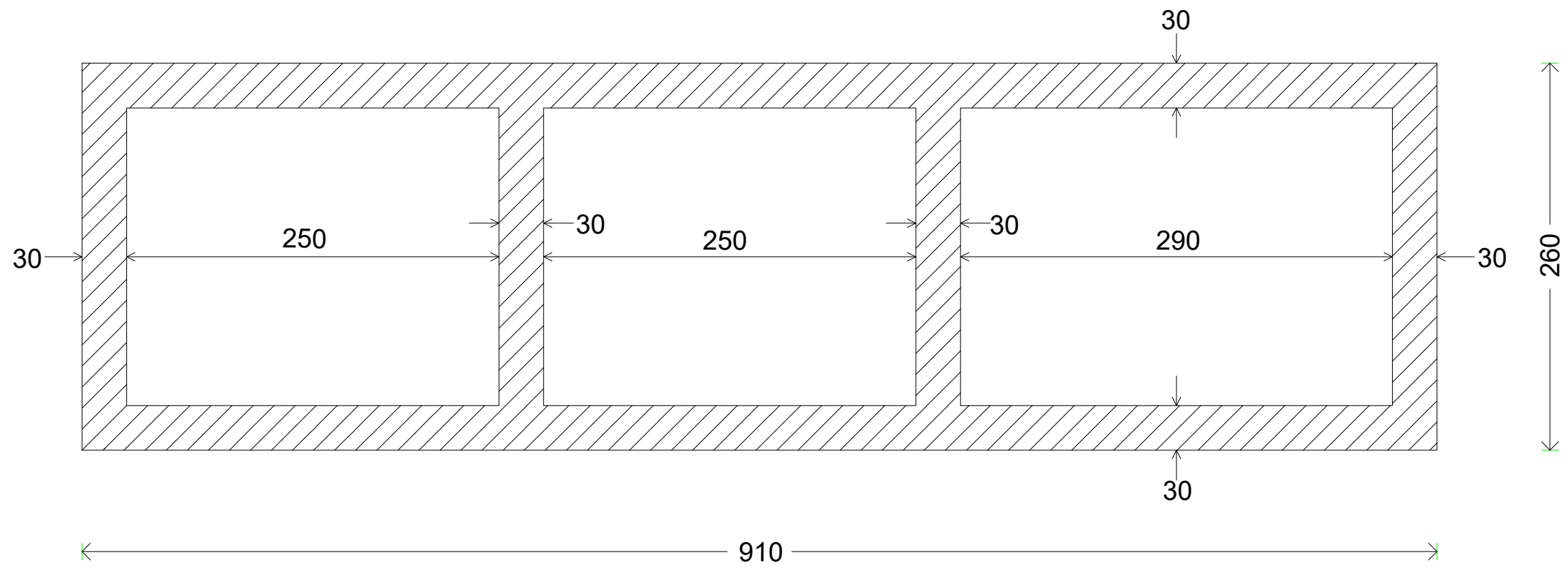
Module Radier



		ETABLISSEMENT		BUREAU D'ETUDES		DALOT 3 x 2.5 x 2		REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE		ECHELLE: 1/2000	
B	17/02/2024							UNITE-DIGNITE-TRAVAIL		Edition:	
A	04/01/2024	Etabli Par	Verifié Par	Approuvé Par		 				Plan	
Indice	Date	NGANASSEM Oswald Crispino Aboud 20210698	Maitre de stage	Encadrant académique						B	

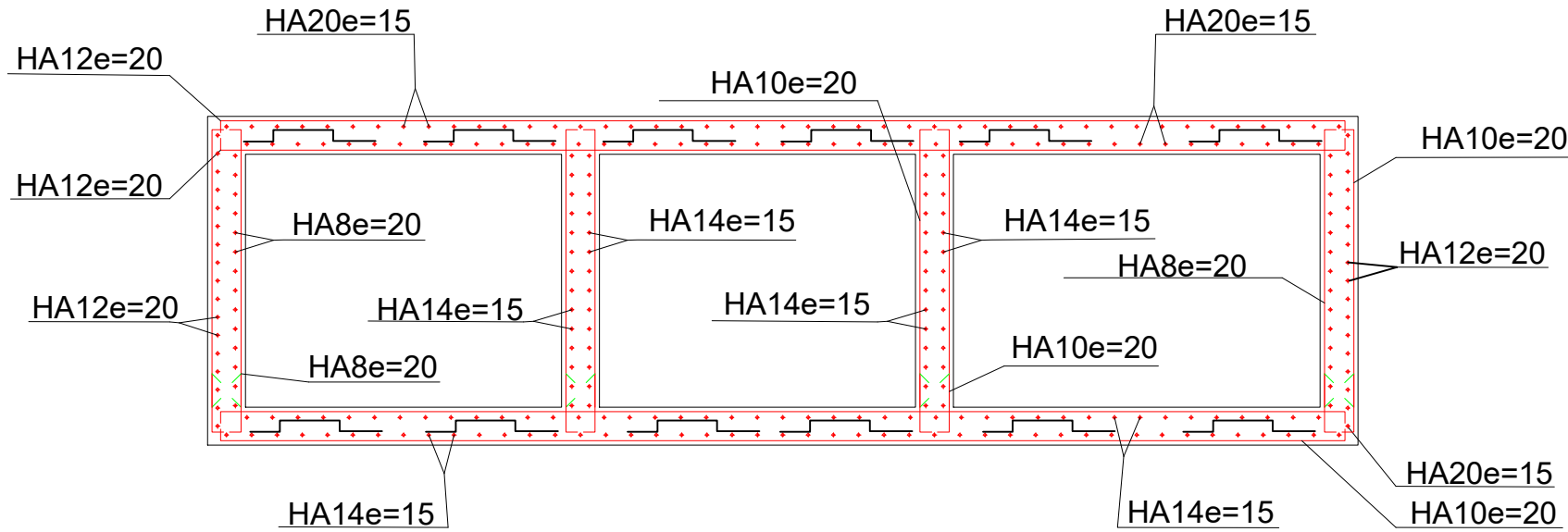
ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES POUR LE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)

Module



		ETABLISSEMENT		BUREAU D'ETUDES		DALOT 3 x 2.5 x 2		REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE				ECHELLE: 1/2000	
B	17/02/2024							UNITE-DIGNITE-TRAVAIL				Edition:	
A	04/01/2024	Etabli Par		Verifié Par		Approuvé Par						Plan	
Indice	Date	NGANASSEM Ouwaki Crispino Aboud 20210698		Maître de stage		Encadrant académique						Indice B	

COUPE TRANSVERSALE



N°	Diam acier (mm)	Esp (cm)	Forme
1	8	20	[
2	10	20]
3	12	20]]
4	14	15	└
5	20	15	└
6	12	4/m²	└
7	20	15	—
8	12	20	└
9	14	15	—
10	20	15	—
11	10	20	└
12	12	20]
13	14	15]
14	14	15	[

				ETABLISSEMENT	BUREAU D'ETUDES	DALOT 3 x 2.5 x 2	REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE	 ECHELLE: 1/2000 Edition:	
B	17/02/2024					ETUDES TECHNIQUES DETAILLEES POUR LE BITUMAGE D'UN TRONCON DE 10KM DE LA SECTION DE ROUTE EN TERRE (SIBUT-BROGAMA)	UNITE-DIGNITE-TRAVAIL		Plan
A	04/01/2024	Elabé Par	Verifié Par						
Indice	Date	NGANASSEM Ouséni Crispin Abou 20210698	Maître de stage	Encadrant académique					