

REGION DE SEGOU

CERCLE DE SEGOU

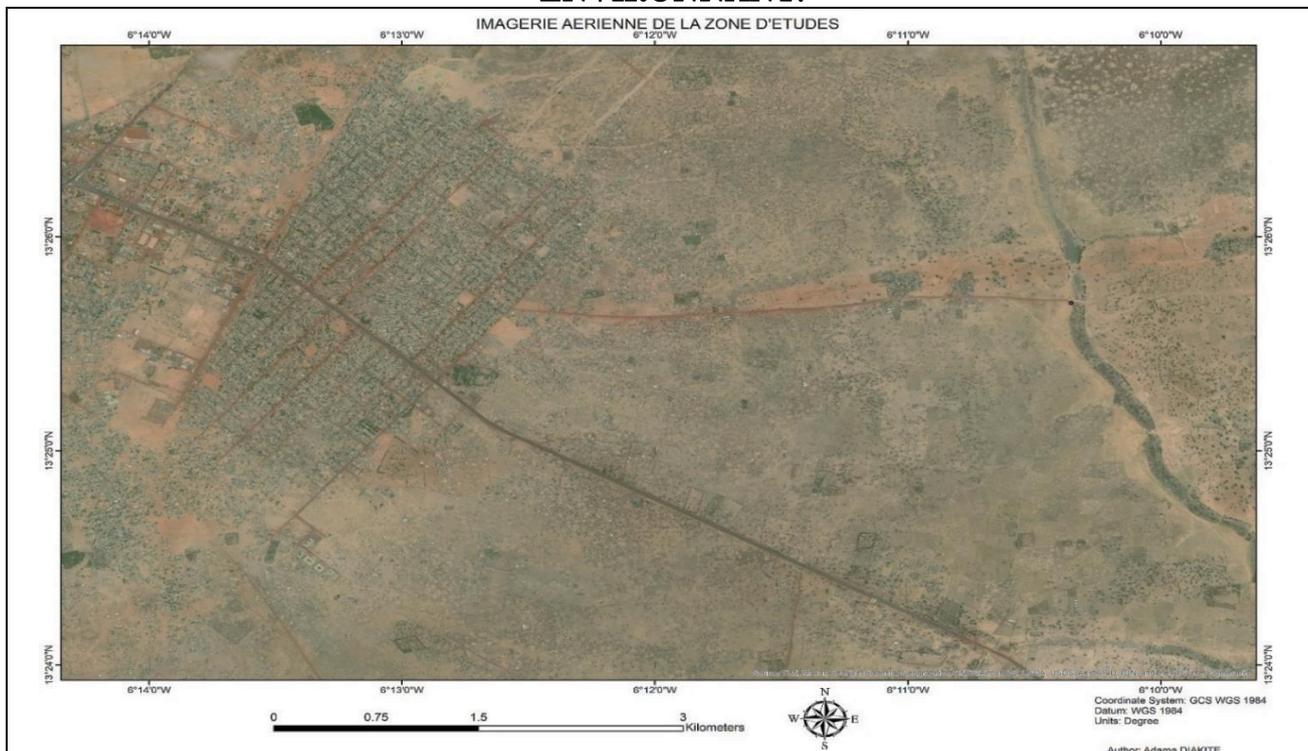
COMMUNE RURALE DE
PELENGANA



REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple – Un But – Une Foi

ÉTUDES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT, DE DRAINAGE ET DE VALORISATION DES EAUX PLUVIALES DE PELENGANA ET ENVIRONNANT.



RAPPORT TECHNIQUE-ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE (APS)

Mars 2024

REALISE PAR



BOMBEI ENGINEERING

Rue du Père Bouvier à Sébougou-Ségou Tél : 76 38 35 31 / 62 43 82 55

Table des matières

I.	INTRODUCTION	5
1.1.	Problématiques d'inondation dans la zone d'étude.....	5
1.2.	Contexte	5
1.2.1	Contexte international.....	5
1.2.2	Contexte local.....	6
1.3.	Objectif de l'études.....	6
1.4.	Méthodologie.....	7
1.5.	Présentation de la zone d'étude.....	8
II.	ETUDES SOCIO ECONOMIQUE ET ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT	10
2.1.	Méthodologie de l'étude	10
2.2.	DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE DE PÉLENGANA	13
2.2.1.	Historique de Pélangana	13
2.2.2.	Situation géographique	13
2.2.3.	Caractéristiques physiques	13
2.2.4.	Activités économiques.....	14
2.2.5.	Infrastructures et équipements.....	14
2.2.6.	Communication.....	15
2.2.7.	Education.....	15
2.2.8.	2.8. Santé	15
2.2.9.	Activités artisanales	15
2.2.10.	Caractéristiques de l'urbanisation du Village.....	15
2.2.11.	Caractéristiques générales de la population résidente de Pélangana	16
2.3.	QUALITÉ DE LA VIE DANS LE VILLAGE DE PÉLENGANA.....	16
2.3.1.	La Répartition des familles de l'échantillon selon le type de propriété du logement.....	16
2.3.2.	L'approvisionnement en eau potable des familles	16
2.3.3.	Le système d'approvisionnement en électricité	17
2.3.4.	Gestion des ordures dans les familles	17
2.3.5.	Présence de maladies liées aux systèmes d'assainissement déficients et à la stagnation des eaux.	19
2.3.6.	Gestion des ordures au niveau des écoles	23
2.3.7.	Santé et protection sociale.....	23
2.3.8.	Gestion de déchets urbains.....	24
2.4.	GOUVERNANCE LOCALE :	26
2.4.1.	Pouvoirs au niveau du village	26

2.4.2.	Genre et participation citoyenne	27
2.5.	Programme de la Promotion de l'Assainissement de Pélengana (PPPAP)	29
2.5.1.	Les grandes lignes du Programme d'Assainissement de Pélengana	29
2.5.2.	Les investissements nécessaires pour atteindre les Objectifs	30
2.5.3.	Les mesures d'accompagnement	31
2.5.4.	La mise en œuvre du PPAP	32
2.5.5.	Cout du programme	34
III.	ETUDES TECHNIQUES DE BASE	35
3.1.	Études topographiques	35
3.2.	ETUDES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUE	37
3.2.1.	Objectif et méthodologie	37
3.2.2.	Les travaux de terrain :	37
3.2.3.	Les études de synthèse et d'évaluation	37
3.2.4.	Évaluation des débits du projet	38
3.2.5.	Choix de la fréquence du débit de projet	43
3.2.6.	Vérification et dimensionnement des ouvrages hydrauliques	44
3.2.7.	Études des pluies	47
3.2.8.	VISITE DE TERRAIN	50
3.2.9.	PROPOSITION DE PLAN DE DRAINAGE	53
3.2.10.	Caractéristiques géomorphologiques des bassins versants	56
3.2.11.	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES	62
IV.	Valorisation des eaux pluviales	69
4.1.	Estimation des besoins en eau et des pertes	69
4.1.1.	Les besoins pour le cheptel	69
4.1.2.	Pertes par évaporation	69
4.1.3.	Les pertes d'eau par infiltration	69
4.1.4.	Le maraîchage :	69
4.1.5.	Les pertes de volume par dépôts solides	70
4.1.6.	Récapitulatif des besoins et pertes	70
4.2.	Calcul du volume minimal de la mare	70
4.3.	Description du volet valorisation des eaux pluviales	71
V.	ETUDES D'AMENAGEMENT DES RUES	72
5.1.	Etat des lieux des rues	72
5.2.	Etudes géométriques de la rue	75
5.2.1.	Vitesse de référence	75
5.2.2.	Amélioration des tracés	75

5.2.3.	Caractéristiques géométriques des tracés en plan et du profil en long.....	76
5.2.4.	Dimensionnement géométrique.....	76
5.2.5.	Variante d'aménagement des rues.....	77
5.2.6.	Dimensionnement de la structure de la chaussée.....	77
VI.	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF.....	86
VII.	CONCLUSION.....	102
VIII.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET OUTILS.....	103
IX.	ANNEXE : PLANS.....	103

I. INTRODUCTION

1.1. Problématiques d'inondation dans la zone d'étude

Les problématiques majeures identifiées dans le village de Pelengana et environnants sont relatives à la stagnation d'eaux pluviales dans les rues, maisons, bancotières et dépressions du village en période d'hivernage. Ces eaux y stagnent plusieurs mois dont les conséquences sont entre autres la prolifération des vecteurs de certaines maladies parasitaires, les risques de noyade pour les enfants et les animaux, une accessibilité limitée des personnes à leurs maisons et les services sociaux de bases, les dégâts sur les maisons et divers biens matériels du village, etc.

1.2. Contexte

1.2.1 Contexte international

Le projet envisagé s'inscrit dans un contexte où la communauté internationale lors du sommet mondial du développement durable de Johannesburg 2002 a ajouté aux Objectifs de Développement du Millénaire de « réduire de moitié d'ici 2015 le pourcentage de la population qui n'a pas accès à un système d'assainissement adéquat ».

Cet objectif concerne particulièrement l'Afrique où 320 millions d'habitants sur 800 millions (soit 40% de la population) sont dans cette situation.

Comment passer de ces grandes déclarations de principe à des réalisations concrètes ? C'est dans ce cadre qu'est initiée l'études technique d'aménagement, de drainage et de valorisation des eaux pluviales de Pelengana et environnant.

Au niveau national, l'assainissement a fait son apparition en tant que secteur à part entière et son niveau de priorité a progressivement augmenté ces quinze dernières années. Au cours de cette année 1992, la Constitution a posé la première pierre en stipulant dans son Préambule que « le Peuple souverain du Mali s'engage à assurer l'amélioration de la qualité de vie, la protection de l'environnement et du patrimoine culturel. » Son article 15 ajoute : « Toute personne a droit à un environnement sain. La protection, la défense de l'environnement et la promotion de la qualité de vie sont un devoir pour tous et pour l'Etat ».

Dans cette même perspective, la loi a divisé le territoire Malien en région érigées en cercle et créé simultanément les collectivités territoriales décentralisées érigées en communes. Elle a conféré aux communes d'importantes responsabilités. Dans ce cadre, la commune est désormais chargée de l'élaboration de son plan de développement social, économique et culturel qu'elle exécute en harmonie avec les orientations nationales de développement et les stratégies sectorielles, en vue d'assurer les meilleures conditions de vie à l'ensemble de la population. Cette nouvelle responsabilité est comprise par l'ensemble des collectivités locales qui ont fait de l'élaboration des Plans d'Action Communaux (PAC), une priorité.

Dans ces documents guide pour le développement local, le volet hygiène et assainissement semble être dilué dans un grand ensemble et les actions prévues sont largement en deçà

des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) fixés pour le sous-secteur de l'hygiène et de l'assainissement. Il faut rappeler que les OMD ont été formulés en objectifs du développement durable (ODD) depuis 2015.

1.2.2 Contexte local

Créée par la loi N° 96-059 du 04 novembre 1996 portant création des communes au Mali, la commune de Pelengana est située dans le cercle de Ségou. Elle est constituée des villages de : Pelengana Wèrè, Djigo, M'Benzana, Koukoun, Donzana, Banankourou, M'Péba, Kolotomo, Fahira, Banankoro, Welengana, Siradjankoro, Nérékoré, Ouessébougou, Fanzana, Bapho, Tiekélébougou, Marabougou, Diakoro, Dialabougou Wèrè, Moussokorobougou, SemèbougouDiawando, N'Tobougou, Dougadougou, Semèbougou Peulhs, Soungobougou, Bandiougoubougou.

La situation de l'assainissement se caractérise par l'absence de collecteurs naturels ou collecteurs artificiels pouvant assurer le drainage adéquat des eaux pluviales vers un exutoire. En ce qui concerne la gestion des déchets liquides, à l'exception quelques nouvelles constructions où les eaux usées sont collectées et traitées dans des fosses septiques, la quasi-totalité des autres concessions déversent les eaux usées dans les rues, ou dans les fosses non aménagées.

La gestion des déchets solides est caractérisée par des dépôts anarchiques dans les rues. Quelques GIE et associations existent dans le village mais restent confrontés à l'incivisme et la non adhésion des ménages au service de pré collecte.

Les déchets biomédicaux sont éliminés à l'aide d'un incinérateur situé dans le centre de santé communautaire (CSCOM) de Pelengana.

Au regard de toutes ces données, la situation environnementale et sanitaire du village de Pelengana apparaît assez préoccupant au moment où les collectivités territoriales sont appelées à jouer un rôle primordial en matière d'assainissement. Il est donc nécessaire de renforcer les capacités de maîtrise d'ouvrage (la mairie) et des services techniques locaux par l'élaboration d'une stratégie globale et cohérente de gestion du sous-secteur d'assainissement notamment la gestion des eaux pluviales.

C'est dans ce cadre que la Mairie de Pelengana a initié les présents Termes De Référence relatifs à **l'étude technique d'aménagement, de drainage et de valorisation des eaux pluviale de Pelengana et environnants** représentant le bassin de drainage de la zone.

A la suite de consultation restreinte, le bureau d'études BOMBÉY a été retenu pour réaliser les études techniques d'avant-projet sommaire (APS) et d'avant-projet détaillée (APD).

1.3. Objectif de l'études

L'objectif global de l'étude est l'élaboration des différents supports indispensables à la réalisation des travaux d'aménagement, de drainage et de valorisation des eaux pluviale de Pelengana et environnants afin de contribuer à l'amélioration du cadre de vie des populations du village de Pelengana et ses environs.

De façon spécifique, l'étude vise à:

- Faire l'analyse de la situation de référence (diagnostic)

Études Techniques d'aménagement, de drainage et de valorisation des eaux pluviales de Pelengana et environnant.

- Faire une étude de faisabilité socio-économique ;
- Faire une étude sommaire de faisabilité technique ;
- Faire une étude d'impact environnemental et social ;
- Produire un Avant-Projet Sommaire (APS) ;
- Produire un plan topographique coté au 1/2000^{ème} ;
- Produire un plan de drainage de Pelengana
- Produire un plan d'aménagement des rues de Pelengana
- Produire un plan d'aménagement d'une mare destiné à collecter les eaux de ruissèlement dans le Ballet
- Produire un plan de recalibrage et des ouvrages de franchissement du Ballet
- Identifier les activités génératrices de revenus pouvant être réalisées dans le Ballet
- Produire le coût détaillé du projet et les matériaux nécessaires à la réalisation des ouvrages ;
- Produire les Avant Projets Détaillés avec les plans ;

1.4. Méthodologie

Pour atteindre les objectifs de l'étude, le processus s'articule sur trois étapes :

a) Etape 1 : Recherche documentaire et Collecte des données de terrain

Cette étape a consisté :

- A prendre contact avec la mairie et les structures techniques ;
- Collecte des documentation sur la zone d'études (PDSEC, Plan d'urbanisme, rapport d'aménagement et de drainage existant,.....)
- Enquête de terrain et collecte de données techniques.

b) Etape 2 : Elaboration d'un avant-projet sommaire

A partir des données collectées sur le terrain, nous avons proposés des options d'aménagement en avant-projet détaillé. Une option sera retenue de concert avec la mairie.

a) Etape 3 : Elaboration d'un avant-projet détaillé

Au niveau de cette phase, l'option retenu à l'APS sera détaillée.

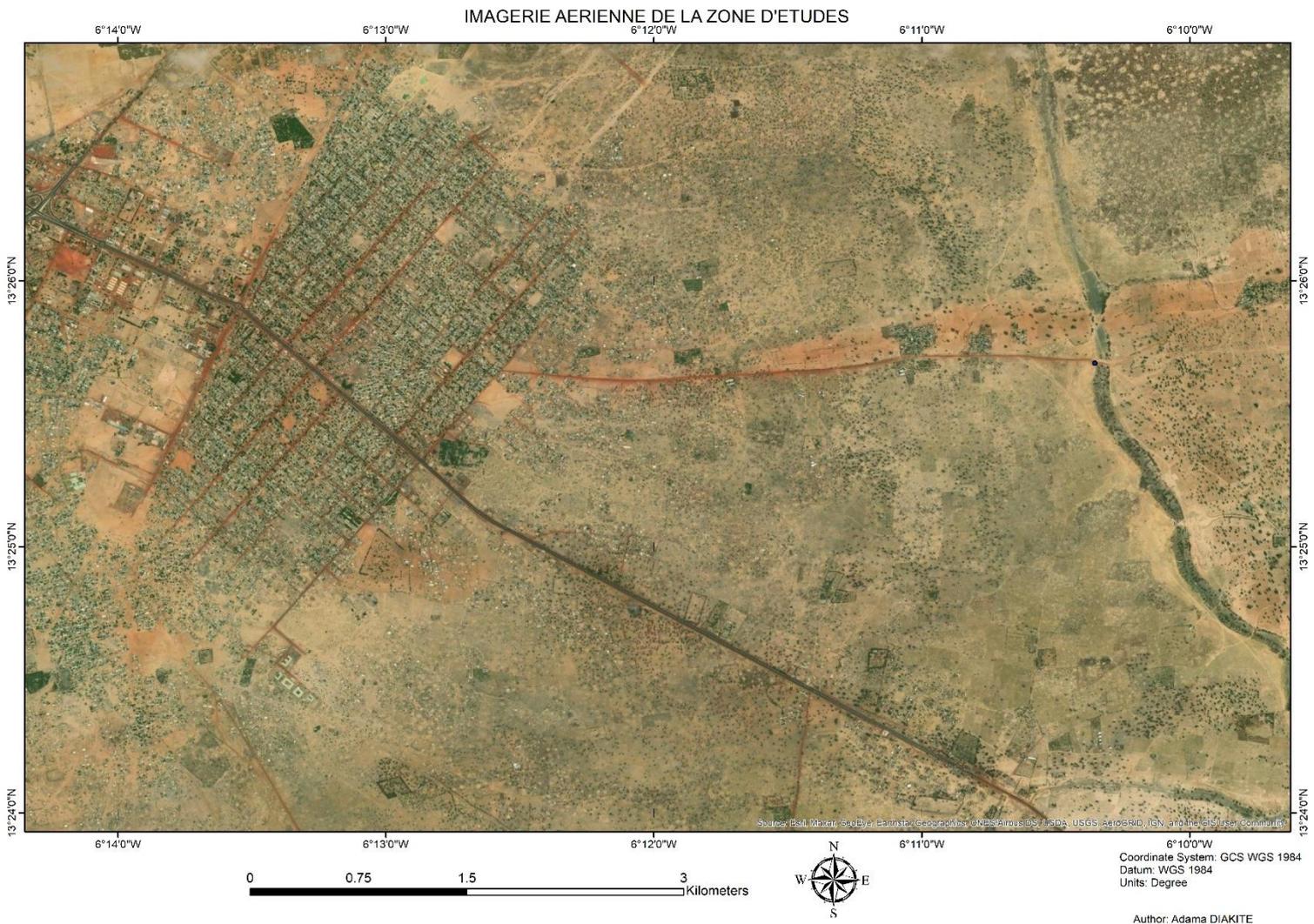
Le présent rapport constitue la première phase (Etape 1 et 2) au cours de laquelle les études suivantes ont été réalisées par le Consultant :

- Situation de référence,
- Etudes Topographiques,
- Etudes Hydrologiques/ hydrauliques,
- Etudes d'aménagement

Études Techniques d'aménagement, de drainage et de valorisation des eaux pluviales de Pelengana et environnant.

1.5. Présentation de la zone d'étude

Le site de la présente étude est localisé dans le village de Pelengana dans la commune rurale de Peelenganna, région de Ségou quatrième région administrative de la république du Mali.



CARTE DE SITUATION DE LA ZONE D'ETUDES

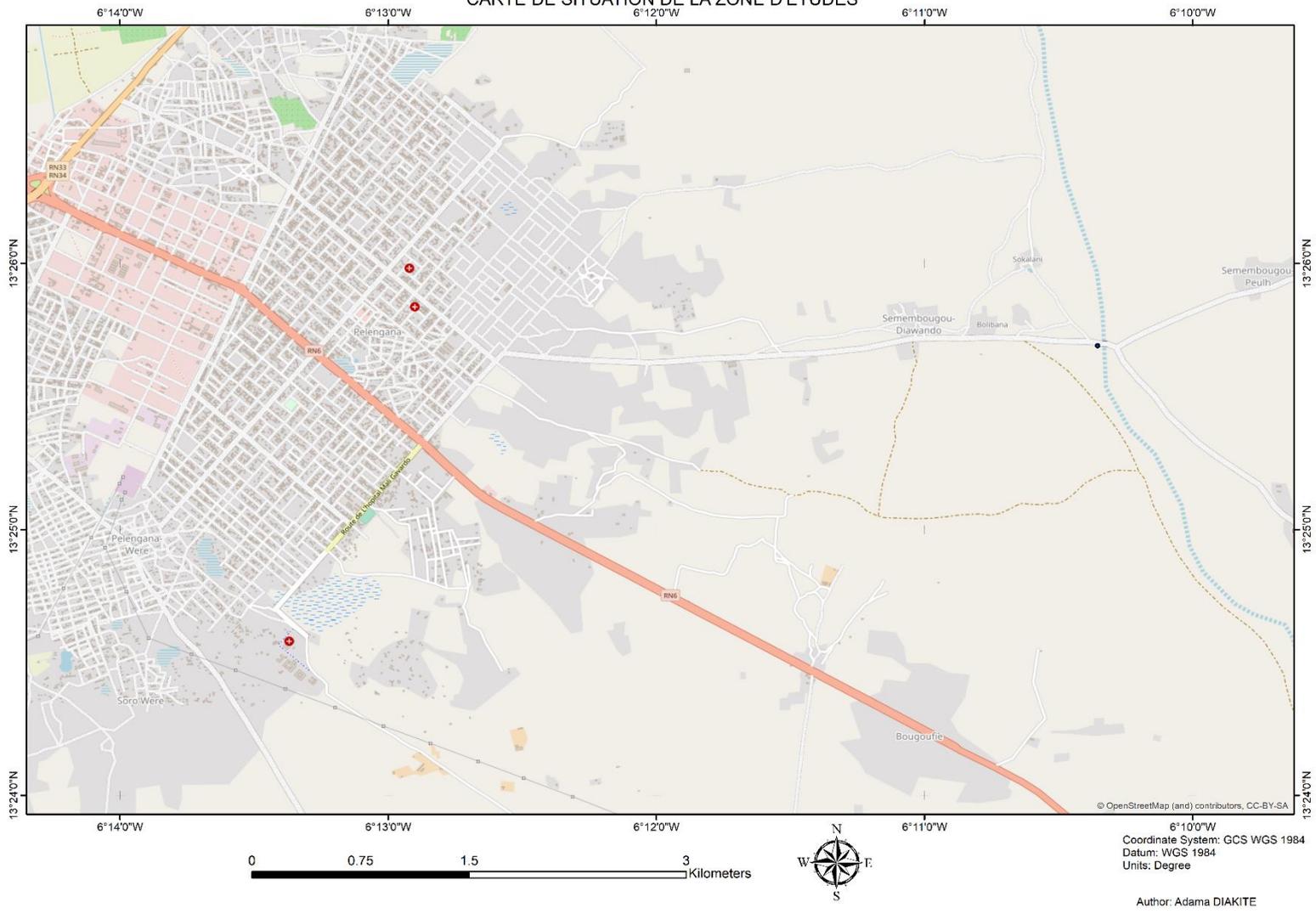


Figure 1: Carte de la zone d'etudes

II. ETUDES SOCIO ECONOMIQUE ET ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

2.1. Méthodologie de l'étude

Les Variables utilisées

L'unité statistique est la famille enquêtée. Il était prévu d'interroger plusieurs personnes par famille, en tenant compte de l'âge et du sexe, afin de fournir des informations sur la famille. Cependant, cela n'a pas été facile partout, compte tenu de l'indisponibilité et de l'absence de certains membres de la famille lors des visites.

D'une part, les variables sélectionnées pour les personnes interrogées sont :

- Sexe
- Catégorie d'âge
- Relation avec le chef de famille
- Niveau d'instruction.

D'autre part, les variables relatives à la famille sont :

- L'effectif des membres de la famille par sexe et catégories d'âge.
- Le niveau d'instruction des membres de la famille ;
- La confession religieuse pratiquée par la majorité des membres ;
- Le type de propriété de la concession qui abrite la famille ;
- La gestion des eaux usées de la famille et le type d'infrastructure utilisé ;
- La stagnation des eaux pluviales pendant l'hivernage ;
- L'approvisionnement en eau potable ;
- La gestion des ordures ménagères de la famille ;
- Le niveau de connaissance sur les bonnes pratiques d'hygiène et d'assainissement ;
- Le degré de satisfaction sur les différentes infrastructures d'assainissement du quartier ;
- Les conditions hygiéniques et sanitaires des familles ;
- La présence de maladies liées aux systèmes d'assainissement déficients et à la stagnation des eaux ;
- Le processus de prise de décisions relatives à l'assainissement au niveau familial ;
- La participation dans le nettoyage générale du quartier ;
- Le Temps investi dans les soins de santé ;
- La sensibilisation des hommes et des femmes par rapport à la participation des femmes aux actions d'assainissement et d'hygiène ;
- La sensibilisation des hommes et des femmes par rapport à la participation des femmes à la prise de décision dans le domaine public ;
- Le niveau de connaissance du rapport entre pollution environnementale et exposition humaine à certaines affections de la santé ;
- La distribution du temps pour réaliser des tâches en dehors du domaine domestique.
- Les activités génératrices de revenu pratiquées par les membres de la famille
- Les dépenses de la famille.

Type d'étude :

Il s'agit d'une étude transversale avec une série de questions de type biographique.

Population d'étude et échantillonnage :

Notre population d'étude est constituée d'une centaine de ménages (118) représentés par des individus de tous sexes et de tous âges interrogés dans les concessions sélectionnées lors des enquêtes de base.

Les 118 ménages ont été sélectionnés de manière aléatoire afin d'assurer la diversité des opinions. La méthode d'enquête utilisée a consisté à entrer dans chacune des concessions, une à une, et à interroger la ou les personnes présentes susceptibles de fournir des informations sur la famille.

Ainsi la population totale des familles enquêtées est estimée à 1 281 personnes dont 44,7 % d'adultes et 55,3% de jeunes de moins de 20 ans.

Tableau 1: Population des familles de l'échantillon, sa répartition par sexes et tranche d'âge

	Total	Hommes adultes	Femmes adultes	Garçons moins de 20 ans	Filles moins de 20 ans
Effectifs	1281	289	284	339	369
%	100	22,5	22,2	26,5	28,8
Taille moyenne des familles (effectifs)	11	2	2	3	3

Tableau 2: Profil des personnes enquêtées

		Total	Hommes adultes	Femmes adultes	Garçons moins de 20 ans	Filles moins de 20 ans	
Niveau de formation	1^{er} Cycle fondamental	Effectif	12	3	9	0	0
		%	12%	3%	9%	0%	0%
	2^{ième} cycle fondamental	Effectif	21	5	7	3	6
		%	21%	5%	7%	3%	6%
	Secondaire	Effectif	10	1	6	1	2
		%	10%	1%	6%	1%	2%
	Universitaire	Effectif	3	1	2	0	0
		%	3%	1%	2%	0%	0%
	Sans formation	Effectif	54	10	42	2	0
		%	54%	10%	42%	2%	0%

Technique et collecte des données

L'enquête a été réalisée par interview, à l'aide d'un questionnaire spécialement conçu à cet effet. Pour compléter les informations fournies par les familles, d'autres questionnaires ont été élaborés pour les GIE et les associations, les centres de santé villageois, les écoles de quartier et le conseil du chef de village. Au total, 5 questionnaires ont été élaborés.

Analyse des données

Les données familiales ont été saisies et analysées à l'aide du logiciel Access version 2010. Une analyse statistique descriptive a été réalisée à l'aide de tableaux croisés.

Le traitement de texte a été réalisé à l'aide du logiciel Word

Utilisation des données secondaires

Les données recueillies sur le terrain auprès des 118 familles interrogées dans les GIE et les associations, les centres de santé et les écoles ont également été complétées et renforcées par l'utilisation de la documentation et d'autres sources d'information pertinentes pour l'étude...

2.2. DIAGNOSTIC DE LA SITUATION ACTUELLE DE PÉLENGANA

2.2.1. Historique de Pélengana

Sous le règne de Mamari dit Biton Coulibaly (1710-1755), le village de Pélengana est classé parmi les trois villages valeureux du royaume : Pélengana, Welengana et Konodimini.

Le site de Pélengana était autrefois un lieu de passage pour les "Koulé", dont les descendants ont fini par s'y installer. D'abord village de guerriers, Pélengana devient la capitale du royaume sous L'interrègne des Tondjons, dont le souverain est Yoro dit Kanubagnuma Barry (1760 - 1763).

Sous la Dynastie des Diarra [Ngolossi] [1766-1861], le village prend de l'importance, notamment grâce aux terres cultivables qui lui sont attribuées par Torokoro Mari DIARRA, roi de Ségou 1850 - 1856.

Pendant la période Toucouleur (1861 - 1890), pour échapper à l'hégémonie des Toucouleur, certains notables ont choisi de s'exiler dans le Bélé Dougou, la région de Kignan et à Diénan (Bla).

Sous l'occupation française (1890-1960), Pélengana fait partie du "Kafo" de M'Péba, qui s'étend de Bani à N'Gama.

Lors du processus de décentralisation, Pélengana est devenu le chef-lieu de la Commune Rurale du même nom.

2.2.2. Situation géographique

Le village de Pélengana, situé à environ trois kilomètres de Ségou sur la RN-6, formera la Commune Rurale de Pélengana : comprenant Pélengana Wèrè, Djigo, M'Benzana, Koukoun, Donzana, Banankourou, M'Péba, Kolotomo, Fahira, Banankoro, Welengana, Siradjankoro, Nérékoré, Ouessébougou, Fanzana, Bapho, Tiekélébougou, Marabougou, Diakoro, Dialabougou Wèrè, Moussokorobougou, Semébougou Diawando, N'Tobougou, Dougadougou, Semébougou Peulhs, Soungobougou, Bandiougoubougou.

2.2.3. Caractéristiques physiques

Le relief

Le terrain est très plat, avec quelques dépressions dont la plus importante (Dingaba) situé sur le côté gauche de la RN 6 entre l'Atelier de teinture Pélengana et Centre Le N'domo.

Le climat

Le climat est de type soudano-sahélien, avec des températures moyennes allant de 21°C en janvier à plus de 40°C en mai. Il est caractérisé par deux saisons principales : une saison sèche de novembre à mai, avec des périodes froides (novembre-février) et chaudes (mars-mai), et une saison des pluies de juin à octobre, avec des précipitations variantes entre 400 et 960 mm. Les vents dominants sont l'harmattan, qui souffle du nord au sud pendant la saison sèche, et la mousson, qui souffle d'est en ouest pendant la saison des pluies.

La végétation

Elle est caractérisée par la savane herbeuse, parsemée de quelques grands arbres comme le balanzan, le karité, le baobab, le tamarinier, le caillédraat etc.

La faune

Elle est caractérisée par la présence des perdrix, lapins, écureuils, oiseaux et les reptiles.

2.2.4. Activités économiques

Les activités économiques que pratique la population sont surtout l'agriculture, l'élevage et la pêche, l'artisanat et le petit commerce. Le maraichage et l'exploitation du bois occupent une certaine catégorie de la population.

Agriculture

L'agriculture est encore de type traditionnel et rudimentaire. La mécanisation est très timide. Les spéculations produites sont : le mil, le sorgho, le riz, niébé, wandzou, l'arachide.

Elevage

Le type sédentaire est le système dominant et, outre l'élevage des bovins et des ovins/caprin, l'aviculture est pratiquée dans la ceinture pelvienne de Pélongana.

Chasse

La chasse est une activité ancienne dans la culture de Pélongana. Elle concerne les gibiers à plume (pintades, perdreaux...), les singes, les rongeurs et reptiles.

Exploitation forestière

Il existe 2 forêts classées dans la commune, la forêt classée de Faïra avec une superficie de 3200 ha et la forêt de Fanzana avec 6300 ha.

Commerce et autres activités financières

Considéré comme le quartier d'habitat de la ville de Ségou, l'essentiel des échanges se fait dans les marchés de Ségou. Il s'agit des produits agricoles (céréales, fruits et légumes, tubercules, etc.), du bétail, de la pêche, de l'artisanat et du commerce en général). Aujourd'hui, il existe quatre infrastructures hôtelières et trois foires hebdomadaires (à Pélongana, d'importance secondaire).

Le village de Pélongana compte de nombreux magasins et boutiques, ainsi qu'une caisse d'épargne (Kondo Jigima).

2.2.5. Infrastructures et équipements

La commune dispose de 160 points d'eau modernes (PEM) dont 85 puits modernes (PM), 56 forages équipés de pompe, 1 château d'eau et 21 bornes fontaines ; Soit un taux d'équipement moyen de 429 habitants par PEM.

En plus de ces points d'eau modernes, on dénombre dans la commune de nombreux puits

améliorés. Les tableaux ci-dessous donnent la répartition des forages équipés en pompe, les puits modernes, les bornes fontaines et les châteaux d'eau dans la commune La commune compte vingt-huit (28) villages La distance entre le chef-lieu de la commune et les différents villages varie de 1km à 17km.

Les villages sont liés entre elles et au chef-lieu de la commune par des pistes entièrement dégradées d'une longueur maximale de 17km. Ceci constitue une grande difficulté pour le développement des échanges, surtout l'écoulement des produits agricoles.

Ces infrastructures routières connaissent un taux de dégradation en hivernage, limitant les échanges économiques et socioculturels.

2.2.6. Communication

La téléphonie mobile a constitué un outil de désenclavement assez important, à travers les 02 opérateurs (SOTELMA/Malitel Orange-Mali). La commune est couverte par les radios locales, notamment, la Sanga et la radio Foko.

2.2.7. Education

Dans le domaine de l'éducation, la commune dispose : 2 écoles publiques (1er et 2ème cycle fondamentales, 36 écoles privées (1er et 2ème cycle fondamentale), 12 medersas, 4 CED et 13 centres alpha.

2.2.8. 2.8. Santé

Il existe à Pélangana un (1) CSCOM et quatre (4) cliniques et cabinets de soins. Le CSCOM dispose d'un ASCO mais qui ne fonctionne pas à souhait.

2.2.9. Activités artisanales

Le secteur de l'artisanat joue un rôle important dans le développement socio-économique de Pélangana. Il contribue à la création d'emplois pour les jeunes et les femmes, à l'augmentation des ressources publiques grâce au paiement des taxes et des redevances de développement communal provenant de la vente des produits artisanaux, et à la couverture des dépenses courantes grâce aux ressources générées par l'artisanat.

Pélangana possède un riche patrimoine culturel. Il est surtout connu pour ses chants, ses danses, ses masques et ses marionnettes. L'espace culturel N'domo, qui fabrique des tissus bogolan, attire de plus en plus de touristes.

2.2.10. Caractéristiques de l'urbanisation du Village

L'appauvrissement des populations rurales suite aux années de sécheresse au Mali a favorisé l'urbanisation de nombreuses villes. Cette urbanisation se traduit par :

- Un taux d'urbanisation de plus en plus élevé, sous l'effet des migrations internes des campagnes vers les villes ;
- Un taux d'accroissement naturel élevé de la population de la Commune Rurale (5,8% par an entre 2018 et 2020), qui à son tour n'a cessé de croître, surtout au cours de la dernière décennie, sous l'effet conjugué de l'augmentation du taux brut de natalité, de la baisse du taux brut de mortalité et de l'arrivée de populations déplacées.

En raison de sa proximité avec Ségou, Pélangana est devenue une cité dortoir pour les nombreux ruraux venus à Ségou à la recherche d'un emploi.

2.2.11. Caractéristiques générales de la population résidente de Pélangana

Tableau 3 : Répartitions de la population par sexe

	Hommes		Femmes		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Village de Pélangana	25064	49,8	25258	50,2	50322	100
Commune de pélangana	34 092	49,8	34 405	50,2	68 497	100

Tant dans la commune que dans le village de Pélangana, le nombre de femmes est légèrement supérieur à celui des hommes (50,2% contre 49,8%).

L'échantillon de 1281 personnes représente 5% de la population du village de Pélangana (la population cible du projet)

La population de Pélangana est très hétérogène, avec une majorité de Bambara, Peulh, Dogon et Bozo vivant en parfaite harmonie. La principale langue de communication est le bamanan et les religions les plus pratiquées sont l'islam et le christianisme.

2.3. QUALITÉ DE LA VIE DANS LE VILLAGE DE PÉLANGANA

2.3.1. La Répartition des familles de l'échantillon selon le type de propriété du logement

Par type de propriété :

- 69% des familles sont propriétaires de leur logement, dont 38% partagent leur concession avec des locataires (c'est-à-dire qu'elles vivent dans une cour commune) ;
- 31% sont locataires de la concession dans laquelle ils vivent, dont 9% vivent seuls et les 22% restants vivent avec des colocataires.

Tableau 4 : Répartition des familles de l'échantillon selon le type de propriété du logement

Propriétaires de leur logement		Locataires du logement	
vie seule dans la concession	partage la concession avec des locataires	vie seule dans la concession	partage la concession avec d'autres locataires
31%	38%	9%	22%

Il faut noter que les familles propriétaires sont les seules à décider de l'aménagement d'une infrastructure d'hygiène et d'assainissement dans leur concession.

2.3.2. L'approvisionnement en eau potable des familles

La desserte en eau potable des familles enquêtées se fait à partir des sources d'approvisionnement ci-dessus mentionnées. Ainsi 94% des familles s'approvisionnent aux bornes fontaines, 5% s'approvisionnent au puits et 1% utilise l'eau des pompes à motricité humaine.

Les récipients utilisés pour le transport et le stockage de l'eau sont les fûts, les bidons, les baignoires et les seaux et les jarres. L'utilisation de certains de ces récipients comme les baignoires, les seaux, les jarres, pour le stockage de l'eau en famille nécessite des dispositifs supplémentaires (des couvercles bien appropriés) pour que l'eau pure transportée ne soit souillée.

Selon les estimations admises au Mali, la consommation moyenne journalière par personne est estimée à près de 20 litres d'eau¹. Sur la base de cette consommation et les éléments suivants :

- 11 personnes en moyenne par famille de l'échantillon ;
- 10 F cfa le prix de 20 litres d'eau à la borne fontaine²,

Une famille dépenserait par jour pour sa consommation d'eau la somme de 2200 F cfa soit (20 litres x 11 personnes x 10 F cfa).

L'achat de l'eau potable ne semble pas être une charge trop onéreuse pour les familles.

2.3.3. Le système d'approvisionnement en électricité

Le village est desservi en électricité par le réseau EDM. Plusieurs personnes utilisent les panneaux solaires pour s'éclairer.

2.3.4. Gestion des ordures dans les familles

a) *Gestion des déchets solides*

En principe, chaque famille balaie ses propres déchets et les stocke dans des poubelles. Les GIE font du porte-à-porte pour collecter ces déchets et les emmener dans les dépôts de transit, d'où ils sont transportés vers les dépôts finaux pour y être traités. Les GIE locaux ne disposent pas de dépôts de transit et encore moins de dépôts finaux.

Il ressort des enquêtes de familles que:

- 55% des familles font enlevées leurs ordures par les GIE du quartier ;
- 20% des familles transportent elles-mêmes leurs ordures vers les dépôts illégaux;
- 13% des familles brûlent leurs ordures sur place ;
- 3% des familles font transporter leurs ordures par d'autres structures ;
- 2% des familles font du remblai avec les leurs ;
- 1% dépose ses ordures dans le lit des ruisseaux ;
- 6 % des familles n'ont pas révélé ce qu'elles font de leurs ordures

Les familles qui brûlent leurs ordures avancent comme raisons :

- le manque d'argent pour s'abonner aux GIE de ramassage (8%) ;
- les GIE sont irréguliers dans l'enlèvement des ordures (3%) ;
- il n'est pas nécessaire de confier les ordures aux GIE (2%).

¹Ce faible taux de couverture, qui est inférieure à la norme recommandée par l'OMS (35l/personnes/jour), est dû certainement au manque d'ouvrages de distribution modernes dans la plupart des cités.

² Prix imposé par l'Etat pour que chacun puisse consommer de l'eau potable.

b) Gestion des déchets liquides

Les eaux usées domestiques peuvent être scindées en deux catégories distinctes :

- Les eaux vannes ou eaux noires qui sont issues des WC ou des latrines sont considérées comme les plus polluées ;
- Les eaux domestiques, constituées des eaux de cuisine et des eaux savonneuses résultant des bains douches, vaisselle, lessive, etc.

Dans les zones dépourvues de réseaux d'égout, la population utilise des puisards.

Au sein des 118 concessions de l'échantillon enquêté :

- 37% des concessions utilisent des fosses simples fermées ;
- 28 % des concessions utilisent des puisards avec moellons fermés ;
- 15 % des concessions utilisent des fosses simples ouverts ;
- 20% des concessions versent leurs eaux usées sur la voie publique, dans un caniveau ou même dans la cour.

c) Situation de la gestion des excréta

Types de latrines

Les types de latrines utilisés par les personnes enquêtées sont :

: Au sein des 118 familles enquêtées :

- 40% disposent de latrines modernes,
- 15% de latrines améliorées,
- 45% disposent de latrines traditionnelles.

Les latrines sont des fosses qui permettent d'entreposer la matière fécale pendant une durée bien déterminée en fonction du nombre d'usagers. Au bout d'un certain temps, les boues se dégradent par digestion anaérobie ou aérobie et s'accumulent ; il convient alors de procéder à leur vidange de manière manuelle ou mécanique.

La vidange

La vidange concerne les latrines et les puisards.

Suivant les normes standards, la vidange devrait se faire une à deux fois par trimestre pour les puisards et 3 à 5 ans pour les latrines.

Deux modes de vidange sont pratiqués à Pélengana.

Modes de vidange manuelle

La vidange manuelle consiste à enlever le contenu des latrines et des puisards par des seaux ou des bidons transformés pour l'occasion.

▪ Modes de vidange mécanique

Pour la vidange mécanique des ouvrages d'assainissement individuel, on utilise des camions Spiros. Le volume des camions varie entre 7 et 10 m³ et le coût d'une vidange varie également entre 45 000 et 75.000 F CFA, selon le volume de la latrine ou du puisard.

Tableau 5 : Mode de vidange pratiqué

Mode de vidange pratiqué	% de familles utilisant le mode	
	Puisards	Latrines
Vidange manuelle	55%	45%
Vidange mécanique	0%	55%
TOTAL	55%	100%

2.3.5. Présence de maladies liées aux systèmes d'assainissement déficients et à la stagnation des eaux.

a) Maladies citées par les personnes interrogées

Du tableau ci-dessous, il ressort que :

- Le paludisme est la maladie courante dans le quartier comme partout ailleurs au Mali, 29% des malades sont victimes de cette maladie. Les jeunes et les femmes sont les plus atteints ;
- Ensuite viennent les maladies diarrhéiques avec 1,20% des malades, les victimes sont encore les jeunes ;
- Suivent les maux de ventre, les vers intestinaux et la fièvre typhoïde, dont les victimes sont beaucoup moindres que celles des deux premières citées.

La remarque à faire est que les enfants sont les plus touchés par le paludisme et les maladies diarrhéiques, alors que la fièvre typhoïde touche beaucoup plus les adultes. Aussi les pratiques comme le lavage des mains au savon au sortir des toilettes, la consommation d'eau potable, la sensibilisation par rapport aux bonnes pratiques en hygiène et assainissement tant au niveau des écoles, des centres de santé que dans les familles par le projet ont largement contribué à la réduction des maladies diarrhéiques.

Tableau 6 : Maladies présentes liées à un assainissement déficient et taux de personnes atteintes

Maladie	Taux des personnes qui ont contracté les maladies				
	% Hommes adultes	% Femmes adultes	% Garçons de moins de 20 ans	% Filles de moins de 20 ans	% par rapport à population totale (1496 personnes)
Paludisme	8,74	19,41	37,95	42,09	29,01
Vers intestinaux	1,05	1,62			0,60
Maux de ventre			0,51		0,13
Typhoïde		1,35		0,67	0,53
Diarrhée	0,35	0,81	1,54	1,78	1,20

b) *Connaissance des différentes maladies à liées un système d'assainissement déficient et la stagnation des eaux*

Tableau 7 : *Maladies citées comme liées au système d'assainissement déficient et la stagnation des eaux*

		Hommes Adultes	Femmes Adultes	Garçons de moins de 20 ans	Filles de moins de 20 ans	Total
Paludisme	Effectif	17	58	6	8	89
	%	85	88	100	100	89
Diarrhée	Effectif	2	8	0	1	11
	%	10	12,1	0	12,5	11
Fièvre typhoïde	Effectif	0	4	0	0	4
	%		6,1			4
Vers intestinaux	Effectif		1			1
	%		1,5			1
Maux de ventre	Effectif		2			2
	%		3,03			2

% des personnes interrogées

Les maladies (liées au système d'assainissement déficient et à la stagnation des eaux de pluies) les plus importantes (parce qu'elles ont un taux de prévalence élevés) sont toutes connues des personnes enquêtées. Cela est certainement dû aux actions de sensibilisation menées sur ces maladies aux centres de santé et sur les radios etc.

Notons que d'autres maladies non moins importante comme les toux, l'angine, le cholera etc. ne sont pas connues de la population comme étant liées à l'environnement. D'où l'importance d'une action de sensibilisation sur ces maladies.

▪ **Par rapport au paludisme:**

Sur les 89 personnes qui ont cité le paludisme, la majorité est composée d'adultes.

Ces personnes interrogées ont évoqué les origines suivantes :

- Les moustiques qui pullulent grâce aux eaux stagnantes (89%) ;
- la consommation de certains aliments (2%) ;
- les eaux sales et /ou les ordures (9%)

• **Par rapport à la diarrhée:**

- Toutes les personnes enquêtées pensent que la saleté est l'origine de la diarrhée.

• **Par rapport aux autres maladies:**

Les victimes de la fièvre typhoïde sont des femmes adultes et trouvent que la maladie se contracte par la consommation d'aliments malpropres surtout les

crudités. Selon les personnes enquêtées toutes les autres ont pour origine la saleté. On peut donc conclure que les messages de sensibilisation sur l'hygiène alimentaire sont bien compris par les femmes.

c) Connaissance du rapport entre pollution environnementale et exposition humaine à certaines affections de la santé (par sexe et par groupe d'âge).

Les résultats de la connaissance du lien entre pollution environnementale et exposition humaine à certaines affections de la santé, par sexe et par groupe d'âge sont exposés dans le tableau ci-dessous. Pour tous les sexes et tous les groupes d'âge, une large majorité affirme qu'il existe des liens entre certaines affections et la pollution de l'environnement. Ce sont chez les adultes hommes et adultes femmes que se recrutent ceux qui n'ont aucune idée sur la relation pollution de l'environnement et les maladies.

Tableau 8 : Avis des personnes enquêtées sur l'existence d'un lien entre les maladies connues et la pollution de l'environnement

	Hommes adultes	Femmes adultes	Garçons de moins de 20 ans	Filles de moins de 20 ans	Total
% des personnes affirmant qu'il existe de liens	90	89,39	100	87,5	90
% des personnes affirmant qu'il n'existe pas de liens		4,55		12,5	4
% des personnes n'ayant aucune idée	10	6,06			6
Total	100	100	100	100	100

d) Processus de prise de décisions relatives à l'assainissement, conditions hygiéniques et sanitaires dans les familles

Décideurs de la gestion des ordures dans les familles

Au niveau familial, les décideurs sont majoritairement les épouses de chef de famille et les chefs de famille eux-mêmes. Dans certaines familles (qui sont pour la plupart des familles peu nombreuses), les jeunes de moins de 20 ans participent également dans la gestion des déchets solides.

Tableau 9 : Décideurs de la gestion des ordures dans les familles

	Hommes adultes				Femmes adultes				Garçon de moins de 20 ans		Filles de moins de 20 ans	
	Chef de famille	Frère du chef de famille	Père du chef de famille	Autres	Chef de famille	Mère du chef de famille	Épouse du chef de famille	Sœur du chef de famille	Frère du chef de famille	Autre	Sœur du chef de famille	Fille du chef de famille
Effectifs	21	3	1	9	3	1	53	2	6	1	3	4
%	7,3	1,0	0,3	3,1	0,8	0,3	14,3	0,5	1,5	0,3	0,7	0,9
	11,9				15,9				1,8		1,6	

% par rapport à la population (par sexe et par tranche d'âge) des 118 familles de l'échantillon

Les épouses de chef de famille (14,3%) ;

Les chefs de famille (7,3%) ;

Les garçons de moins de 20 ans (1,8%) ;

Les filles de moins de 20 ans (1,6%).

e) Décideurs de la création des infrastructures d'assainissement

La prise de décision de créer une infrastructure d'assainissement revient principalement aux hommes adultes de la famille. Les enfants interviennent très peu.

Tableau 10 : Décideurs de la création des infrastructures d'assainissement familiaux

		Hommes adultes	Femmes adultes	Garçons moins de 20 ans	Filles moins de 20 ans	Total
Qui décide de la création de puisard	Effectif	85	23	2	0	111
	%	29,7%	6,2%	0,5%		7,4%
Qui réalise les puisards	Effectif	85	20	4	0	109
	%	29,7%	5,4%	1,0%		7,3%
Qui gère les puisards	Effectif	70	38	19	3	130
	%	24,5%	10,2%	4,9%	0,7%	8,7%

% par rapport à la population (par sexe, par tranche d'âge) des 118 familles de l'échantillon

f) Décideurs de la création des actions de salubrités sur les 118 familles

Dans les familles, les femmes interviennent plus dans la prise de décision d'effectuer des actions de salubrité aux cotés des hommes. Ici également l'intervention des enfants est minime.

Tableau 11 : Décideurs des actions de salubrités dans les familles

		Hommes adultes	Femmes adultes	Garçons moins de 20 ans	Filles moins de 20 ans
Les décideurs des actions de salubrité	Effectifs	32	64	7	7
	% de la population de l'échantillon	11,2	17,3	1,8	1,6

Dans les 2 cas l'intervention des jeunes est constatée dans les familles peu nombreuses, quand les aînés doivent appuyer les parents dans les tâches domestiques

2.3.6. Gestion des ordures au niveau des écoles

A Pélangana, trois ordres d'enseignement sont présents : l'enseignement maternel, l'enseignement fondamental (le 1^{er} et le 2^{ième} cycle) et l'enseignement secondaire.

❖ Gestion des ordures au niveau des écoles

Dans les écoles de base étudiées, les élèves balayent la cour de récréation et la maintiennent propre. Les ordures sont collectées dans des poubelles jusqu'à ce qu'elles soient ramassées par les GIE. L'irrégularité de ces ramassages a parfois pour conséquence que les ordures sont brûlées sur place pour faire place aux ordures à ramasser. Cela se produit malgré le fait que l'administration de l'école soit consciente des conséquences environnementales de cette opération.

Aucune disposition de gestion des eaux usées n'existe au niveau des écoles. Cependant, toutes les écoles disposent de blocs de latrines modernes. Aussi elles ont accès à des points d'eau potable. Ces points d'eau sont situés soit à l'intérieure de la cour ou à proximité dans la rue.

2.3.7. Santé et protection sociale

Les conditions sanitaires du CSCOM sont bonnes, avec des bornes fontaines et des robinets dans les salles. L'évacuation des eaux usées est assurée par les dispositifs suivants : fosse d'aisance, lavabos en bon état. Les excréments sont stockés dans un bloc latrines en bon état mais insuffisant.

Les déchets biomédicaux les moins dangereux sont incinérés sur place, les plus dangereux sont traités par une structure spécialisée, les déchets ordinaires sont collectés dans des poubelles puis enlevés par un GIE.

Certes, l'amélioration relative de l'état de santé dans à Pélengana est le fruit des efforts soutenus déployés ces dernières années par les autorités locales, les pouvoirs publics et les partenaires au développement. Cependant, beaucoup reste à faire pour consolider les acquis.

Dans cette étude, nous avons limité notre analyse à la santé publique moderne. Même si, en premier lieu, de nombreux habitants du village ont recours à la médecine traditionnelle, dont le rôle est difficile à apprécier et dépasse le cadre de cette étude.

A Pélengana, les principaux problèmes de santé sont la prédominance des maladies infectieuses, parasitaires et nutritionnelles. Les maladies les plus courantes sont le paludisme, les maladies des voies respiratoires, les maladies diarrhéiques et les maladies de la peau.

Les maladies diarrhéiques sont étroitement liées à la consommation d'une eau de mauvaise qualité dans de nombreuses concessions. Le paludisme, quant à lui, est lié à la prolifération des moustiques, surtout en hiver en raison de la présence d'eau stagnante.

Outre les maladies, d'autres problèmes existent dans le domaine de la santé publique au niveau des districts : insuffisance des ressources financières, inadéquation des équipements et de la logistique, pénurie de médicaments essentiels. Malgré la vocation des CSCOM à promouvoir l'approvisionnement en médicaments essentiels (d'où la présence de pharmacies dans chaque CSCOM), ces pharmacies sont fréquemment en rupture de stock et les patients sont obligés de s'approvisionner auprès de pharmacies privées.

2.3.8. Gestion de déchets urbains

a) Infrastructures d'hygiène et d'Assainissement

La gestion des déchets revêt une grande importance dans le domaine de l'assainissement. En effet, lorsqu'ils ne sont pas éliminés de manière efficace et contrôlée, les déchets produits par une communauté causent des problèmes de santé et contribuent à la contamination de l'environnement par les odeurs, la pollution visuelle, la prolifération de vermines et d'insectes d'une part, et contaminent les eaux souterraines et causent d'autres nuisances d'autre part.

Parmi les différentes catégories de déchets produits à Pélengana, on trouve de petites quantités de déchets hospitaliers, d'huiles usées (provenant de sites de réparation de moteurs) et d'ordures ménagères. Ces dernières sont les plus importantes. Les déchets ménagers se divisent en 2 catégories : les déchets solides provenant des activités domestiques (cuisine, habillement, renouvellement des biens, jardinage, loisirs, etc.) et des activités commerciales, et les déchets liquides constitués des eaux de toilettes, des eaux de cuisine, des eaux grises, etc. S'ils ne sont pas correctement gérés par les familles, ces déchets ménagers s'ajoutent à la charge globale de déchets du village.

b) La Pré-collecte des déchets

Avec l'avènement de la décentralisation, certaines responsabilités des voiries ont été transférées aux Communes. Les Communes sont responsables du transfert et de la pré-collecte des déchets produits sur leur propre territoire. Sans moyen, la pré-collecte dans les Communes est faite par les Groupements d'intérêt Economique (GIE) alors que le transfert vers la décharge est assuré par la Mairie. En effet, depuis 1991 les pouvoirs publics ont encouragé la création des GIE pour faciliter la création d'entreprises dans le cadre de la promotion de la création d'emplois pour les jeunes, d'une part, et d'autre part, pour faciliter la prise en charge de certaines tâches régaliennes auxquelles l'Etat n'arrive plus à faire face.

C'est pourquoi, il n'y a que des GIE qui se chargent de la gestion des ordures des quartiers.

Ces derniers ont alors pris en charge la pré-collecte des ordures ménagères au niveau des familles pour les acheminer au niveau des dépôts de transit alors que le transfert vers les décharges finales est toujours assuré par l'autorité communale.

La réalité à Pélangana est que les GIE ne disposent pas de dépôt de transit aménagé à cet effet et mis à disposition par la Commune. C'est pour cela que les GIE sont obligés d'aller déverser illégalement les ordures dans les champs dans les villages voisins, mais avec la complicité des propriétaires des champs.

c) Gestion des déchets solides

Les activités d'assainissement concernent le nettoyage et le transport des ordures ménagères qui sont entreposées dans des poubelles vers les dépôts finaux.

Chaque famille procède au balayage de ses ordures et les entrepose dans des poubelles. Les GIE font de la porte en porte pour collecter ces ordures et les acheminer sur les dépôts transitoires d'où elles sont transportées vers les dépôts finaux pour être traitées. Si tel est le processus normal de la chaîne des ordures, il faut reconnaître que les dépôts transitoires existant actuellement sont des champs et autres lieux illégaux.

• Gestion des déchets liquides

Les latrines, les puisards sont destinés à accueillir les déchets liquides des ménages Les caniveaux qui doivent servir pour l'évacuation des eaux de pluie pour permettre un meilleur assainissement du village sont pratiquement inexistant.

d) La pollution atmosphérique

Avec l'explosion démographique, Pélangana est confrontée aux émissions polluantes issues des activités quotidiennes de la population (combustion de bois et de charbon par les ménages, poussières et fumées émises par la circulation des motos, voitures, ordures ménagères et autres pneus brûlés).

A Pélangana :

- la quasi-totalité des familles utilisent le charbon de bois et le bois de chauffe pour cuisiner, de jour comme de nuit ; le charbon de bois est très souvent allumé avec du plastique ou ses dérivés (toutes les familles interrogées utilisent du bois ou du charbon de bois pour cuisiner) ;
- les ordures ménagères dans certaines concessions fument souvent à la suite d'un brûlage délibéré (14% des familles interrogées brûlent leurs ordures) ;
- les pneus usagés sont brûlés dans certains endroits par des artisans pour récupérer les fils de fer ;
- les poussières en suspension dans l'air dues à l'état des routes ;
- les nuisances olfactives (gouttières, collecteurs, huiles usagées, etc.).

La pollution de l'air est une cause majeure de la fréquence élevée des maladies respiratoires ; de l'irritation des muqueuses des voies respiratoires.

e) *La pollution hydrique*

Les familles vivant dans des zones de basse altitude voient le niveau de leurs fosses d'aisance augmenter en raison de l'alimentation de la nappe phréatique par les eaux de pluie. Il en résulte une pollution de l'eau. Les huiles usées déversées dans les garages et les ateliers de réparation, ainsi que les déchets transportés pendant les mois d'hivernage, polluent l'eau des ruisseaux.

2.4. GOUVERNANCE LOCALE :

2.4.1. Pouvoirs au niveau du village

Dans la société traditionnelle malienne, la prise de décision relevait du pouvoir dit traditionnel au niveau de la communauté.

Avec l'avènement de la démocratie, en mars 1991 qui visait l'expression de la grande majorité des citoyens à prendre part à la gestion des affaires publiques un pouvoir républicain (pouvoir moderne) exercé par le Maire de la Commune a été mis en place à côté du pouvoir traditionnel dirigé par le chef de village. Les deux autorités concourent ensemble à la gestion du village mais à des degrés différents.

Le pouvoir traditionnel est incarné par la chefferie traditionnelle et se traduit par le respect des normes sociales (coutumes). La chefferie traditionnelle joue un rôle de complémentarité avec l'Administration locale dans le domaine de la gouvernance.

Le pouvoir moderne s'occupe de la gestion des affaires administratives en collaboration avec les autres acteurs dans le village. Il relève du Conseil Communal représenté au niveau du quartier par un délégué. Ce dernier facilite l'accès des habitants du quartier à l'administration quotidienne, initie des actions de développement du village dans le cadre du Programme Communal. Ses partenaires au niveau du village sont la chefferie traditionnelle, les autorités religieuses, les organisations d'appuis au développement.

Il faut noter que les partis politiques desquels émane le Conseil Communal ne sont actifs qu'à l'approche des élections. Les activités menées sont surtout des manifestations à caractère culturel et sportif. Ils mènent très peu d'activités de développement mais beaucoup d'activités de publicité.

Conscient du fait qu'il dispose de peu de moyens, le Conseil Municipal fait intervenir les différents démembrements de la Société Civile dans le processus de développement de la Commune et du quartier. C'est ainsi que :

- la santé de base est couverte à plus de 90% par les associations de santé communautaire dans la commune ;
- l'éducation de base est essentiellement couverte par les associations de parents d'élèves et les écoles communautaires qui prennent de plus en plus d'importance ;
- l'assainissement notamment la pré- collecte des ordures ménagères est assurée à plus de 95% par les GIE ;
- l'entretien et la gestion des infrastructures et équipements collectifs sont assurés par des associations et groupements communautaires (bornes fontaines, marchés etc.).

Maitrise foncière : il noter que l'État par le truchement de l'autorité communale exerce son droit de propriété sur les terres ayant fait l'objet d'immatriculation et transférées dans le patrimoine de la commune. L'autorité communale intervient dans l'attribution, le retrait des parcelles.

Quant aux terres non immatriculées, elles sont gérées par les autorités villageoises, il apparaît que les coutumes reconnaissent que la terre est un bien communautaire. Ceci permet à la communauté de réguler l'accès à la terre par des méthodes simples et peu coûteuses : accès par donation ou par des prêts généreux à durée indéterminée.

Les terres cultivables du village sont réparties entre les familles autochtones, qui en sont les usufruitiers. Ces terres ont été initialement attribuées à ces familles par le propriétaire terrien (le plus souvent la famille fondatrice). Dès qu'une parcelle de terre est attribuée à une famille autochtone, sa gestion lui revient. Quant aux étrangers, ils accèdent à la terre grâce à des prêts généreux à durée indéterminée. L'acte est le plus souvent verbal. Le propriétaire n'exerce aucune contrainte sur l'emprunteur.

Les broussailles réservées au pâturage sont librement exploitées par les animaux de tous horizons.

2.4.2. Genre et participation citoyenne

Traditionnellement le genre désigne la division du travail entre l'homme et la femme. Ainsi la femme s'occupe de la famille (surveillance des enfants, entretien de la maison, la cuisine etc.) et l'homme est le pourvoyeur des ressources matérielles et financières (alimentaires, vestimentaires, habitats etc.). Cette division du travail reléguait la femme au second rang. Ainsi les prises de décisions concernant la gestion de la famille et du quartier revenait à l'homme.

Depuis un certain temps ce rôle passif auquel était soumise la femme s'effrite de plus en plus. La femme devient actrice à part entière dans le processus de développement de la Cité. Nous rappelons que le Maire de la Commune est une femme.

A Pélangana, ce rôle actif de la femme dans le développement communautaire (formation, protection de l'environnement etc.) est à la base de la création de beaucoup d'organisations féminines initiatrices de plusieurs actions de développement. Elles contribuent beaucoup à la sensibilisation des populations dans le domaine de l'hygiène et l'assainissement. Elles sont très actives dans la création et la gestion de caisses d'épargne et de crédit, à la résolution du problème d'eau potable, dans l'animation des associations.

Les jeunes, tout comme les femmes, sont confinés dans les structures politiques à jouer un rôle de second plan (courses, mobilisation de l'électorat). Conscients de cette situation, les jeunes du village se sont tournés vers l'auto emploi en créant des GIE et autres groupements et associations. Les jeunes à travers des GIE et associations sont beaucoup impliqués dans les activités de développement de Pélangana. Et s'imposent ainsi comme les partenaires privilégiés des pouvoirs publics et les partenaires au développement dans la gestion du village. Ils interviennent dans l'assainissement, la transformation.

Tableau 12 : Typologie : associations / GIE/ impliqués dans les activités de développement de Pélangana

N°	Nom des Structures	Type de l'association	Domaine d'activités	Localisation
1	Saniya	GIE	Assainissement (nettoyage)	Pélangana Nord
2	Saniya Service	GIE	Assainissement (ramassage d'ordures)	Pélangana Sud
3	Djanto Siguida	GIE	Assainissement (ramassage d'ordures)	Pélangana Sud
4	Benkadi	Association	Transformation (fabrication de pates d'arachide)	Pélangana Sud
5	Sogomadolo	Association	Transformation alimentaire	Pélangana Sud
6	Tekèdombolo	Association	Transformation alimentaire	Pélangana Nord
7	Djèya Bolon	Association	Assainissement (ramassage d'ordures et vidange de fosses septiques)	Pélangana Nord

Nombre de familles inscrites auprès d'un GIE de ramassage des ordures.

Au sein de l'échantillon,

- **78 familles affirment que leurs ordures sont transportés vers les dépôts parmi elles**
 - 55 sont inscrites au près d'un GIE qui vient ramasser les ordures, la fréquence de ramassage varie de une fois par mois à quatre fois par mois ;
 - 20 familles affirment transporter elle-même (par un membre de la famille) leurs ordures sur les dépôts ;
 - 3 familles disent que c'est la mairie qui procède à l'enlèvement de leurs ordures.
 - **22 familles déclarent que leurs ordures ne sont pas transportées vers les dépôts :**
 - 11 familles par manque d'argent pour payer les frais d'enlèvement ;
 - 4 familles les GIE ne viennent pas ou ils irréguliers dans les enlèvements ;
 - 7 familles pensent qu'il n'est pas nécessaire de transporter les ordures.
- Toujours parmi ces 20 familles : 13 brûlent leurs ordures sur place, une famille déverse ses ordures sur un chantier, une autre les met dans un trou dans la cour et un autre les dépose dans le lit du marigot et 4 familles n'ont pas révélé ce quelle font avec leurs ordures.

Si une majorité des familles (78%) évacuent leurs ordures vers les dépôts, seulement 55% sont inscrites au près d'un GIE pour l'enlèvement des ordures.

11% des familles enquêtées ne se sentent pas capable de payer les au GIE.

Et 16% des familles ont un comportement pas recommandable.

2.5. Programme de la Promotion de l'Assainissement de Pélangana (PPAP)

2.5.1. Les grandes lignes du Programme d'Assainissement de Pélangana

a) Champ d'intervention du PPAP

Le PPAP a vocation à toucher tous les habitants du village de Pélangana. Cette population est estimée à 25 064 personnes avec un taux de croissance de 5,8 %

Le PPAP concernera l'assainissement liquide, sous ses deux aspects principaux : les excréta et les eaux-vannes (lessive, cuisine, douche, etc.).

Le PPAP prévoit de cofinancer des ouvrages d'assainissement autonome, que ce soit au niveau des ménages ou des lieux publics (écoles, centres de santé, marchés, gares routières, etc.)

b) Objectifs du PPAP

Le PPAP vise à l'atteinte de l'objectif d'un taux de couverture de 63% en ce qui concerne l'assainissement domestique, et 75% de couverture dans les écoles et les centres de santé, ainsi que dans les lieux publics (marchés, gares routières, mosquées, etc.).

L'objectif de 100% de couverture pour l'évacuation des eaux de pluies reflète une politique volontariste de la mairie et une notion d'exemplarité qui semble importante pour déclencher la demande des ménages tout en développant l'offre de service.

c) Principes d'intervention du PPAP

- **Le PPAP est un programme** (et non un schéma directeur, et encore moins un projet) qui a pour vocation de déterminer les grandes directions de travail et constituer un cadre de référence pour les partenaires au développement qui souhaitent intervenir dans le secteur.

- Le **PPAP** a pour vocation faire la promotion des **dispositifs d'assainissement autonome (latrines, puisards, etc.)**, les seuls qui sont bien adaptés et qui sont d'ailleurs recommandés.
- Le **PPAP** va développer **une approche par maillon**, et donc logiquement se concentrer sur le premier maillon de la « filière assainissement », celui de l'entreposage des excréta, qui constitue l'enjeu le plus important pour les ménages.
- **C'est la demande des ménages qui doit structurer l'offre de services du PPAP et non l'inverse**; cela suppose donc de bien connaître les critères qui guident les ménages dans le choix de leur dispositif d'assainissement (qu'il soit subventionné ou non).
- Parce que l'assainissement est un enjeu local et une affaire de proximité, la commune doit être impliquée dans le dispositif de promotion de l'assainissement. **Le PPAP est donc un programme décentralisé**, qui s'appuiera au maximum sur les acteurs locaux.
- **Le renforcement des capacités constitue donc un volet important du PPAP**, afin d'augmenter les moyens disponibles tant au niveau central (Ministère) que local (communes, artisans, etc.).

2.5.2. Les investissements nécessaires pour atteindre les Objectifs

a) Assainissement domestique

Il existe un grand nombre de dispositifs d'assainissement autonome, du plus simple au plus complexe, du plus rustique au plus confortable, du plus économique au plus coûteux (l'écart de prix entre les deux extrémités de la gamme est très important). Dans le cadre de l'approche par la demande qui constitue un principe d'intervention, le PPAP élaborera un catalogue d'offres qui corresponde à l'étendue de la demande des ménages – et pas seulement concernant les latrines : les puisards constituent une demande forte des ménages disposant déjà d'une latrine.

Il est important de définir un standard minimal pour les dispositifs d'assainissement autonomes dont le PPAP assurera la promotion, et qui constituent aux yeux de l'Etat le « cahier des charges minimum » en matière de santé publique (principal enjeu en matière d'assainissement autonome) et dans une moindre mesure en matière d'impact environnemental. Le standard minimal pourrait consister en une dalle en ciment (pas de bois), une fosse maçonnée et une superstructure en banco – tous les produits proposés par le PPAP devront donc offrir plus que ce minimum.

b) Assainissement collectif (dans les lieux publics)

Le PPAP va améliorer l'accès à l'assainissement dans plusieurs catégories de lieux qui relèvent des services publics de base (éducation, santé, etc.) ou qui font l'objet d'une fréquentation justifiant la mise en place d'un équipement en matière d'assainissement. Le modèle technique proposé est celui d'un « bloc sanitaire » comportant de 2 à 6 latrines suivant la fréquentation du lieu.

c) Nombre d'ouvrages à réaliser d'ici 2033

Assainissement domestique (Latrines et puisard familiales)

En tenant compte de l'évolution de la population (5,8% par an) et la taille des familles (11 personnes), les besoins de construction pour les 10 prochaines années sont estimés à 15 177 latrines et les mêmes besoins en puisards

Si le taux est fixé à 63% le PPAP doit construire 15010 latrines plus 15010 puisards.

Assainissement « collectif »

- Le PPAP prévoit de construire des blocs sanitaires de 12 latrines en moyenne dans des lieux publics, dont 5 dans les écoles et 3 dans des structures de santé, 2 dans les mosquées, 2 dans les marchés.
- Pour l'évacuation des eaux de pluies il sera prévu de construire en moyenne 5 km de caniveaux par an dans les 5 prochaines années.
- L'aménagement de dépôts de transit au minimum 3 dans 5 prochaines années

Programmation des investissements

Le PPAP est conçu pour progressivement « monter en régime », sur le plan des volumes financiers comme sur le plan géographique.

2.5.3. Les mesures d'accompagnement

a) Connaissance de la demande

La cellule de coordination du PPAP mettra en œuvre dans la première année du Programme une étude d'analyse contingente de la demande relativement importante, sur la base d'un premier catalogue d'offres élaboré à partir de techniques de marketing. Les niveaux de subvention proposés aux ménages seront directement issus de cette première analyse, affinée par la suite.

b) Campagnes d'IEC

Les campagnes d'IEC se concentreront sur deux objectifs distincts mais intimement liés : la promotion de l'assainissement, dans le but de déclencher l'investissement des ménages, l'amélioration de leur dispositif existant et l'éducation à l'hygiène, en vue de modifier les comportements. Ces campagnes d'IEC constituent la pierre angulaire du PPAP et utiliseront des méthodes innovantes.

c) Gestion des ouvrages collectifs

La gestion des ouvrages d'assainissement construits dans les lieux publics de type marché, écoles, etc., sera confiée à des petits opérateurs privés sous contrat avec la commune. L'utilisation des blocs de latrines sera donc payante, ce qui constitue la seule garantie de viabilité de ce type d'ouvrage.

d) Renforcement des capacités

Le renforcement des capacités concerne surtout le niveau local, où plusieurs acteurs différents sont concernés :

- Les ONG qui vont mettre en œuvre les campagnes d'IEC ;
- Les agents des services déconcentrés de la santé, vecteurs de ces campagnes ;
- Les communes, qui recevront formations et guides pratiques ;
- Enfin, les opérateurs locaux du secteur privé, à qui on va demander de multiplier par 5 à 10 le rythme actuel de construction d'ouvrages.

2.5.4. La mise en œuvre du PPAP

a) *Cellule de coordination*

Une cellule de coordination sera logée au niveau de la Mairie. Elle sera dotée en moyens de fonctionnement (ordinateurs, etc.) et pourra également disposer d'un volant d'assistance technique externe pendant ses 2 ou 3 premières années de son existence.

b) *Comité de pilotage*

Même si le rôle de leader de la Mairie est capital, le PPAP doit disposer d'une structure permettant de maintenir le dialogue avec les autres structures de l'État impliquées dans le sous-secteur, ainsi qu'avec les principaux opérateurs (notamment les ONG) et les partenaires techniques et financiers.

c) *Rôle de quelques acteurs clés*

Les collectivités locales

Les Collectivités Territoriales (CT) respectivement gérées par le conseil régional, les conseils de cercle et communaux.

La loi n° 95-034 du 12 avril 1995 portant Code des collectivités territoriales en République du Mali a initié le processus de décentralisation en conférant aux CT les compétences relatives à la protection de l'environnement, notamment pour ce qui concerne la réalisation et la gestion des infrastructures et des services publics d'assainissement. Elles sont chargées :

- D'assurer la maîtrise d'ouvrage;
- D'élaborer et mettre en œuvre les différents plans de développement locaux ;
- De planifier, organiser et contrôler l'assainissement en tant que service public.

Les acteurs non-gouvernementaux

Pour mettre en œuvre les campagnes d'IEC, le PPAP s'appuiera sur un réseau d'ONG de terrain, habituées à mettre en œuvre les volets animation des projets de développement rural (mais la compétence en matière d'assainissement ne devrait pas être un critère de sélection, car les ONG compétentes en la matière se comptent sur les doigts d'une main).

Le PNAR recrutera les ONG au niveau régional, sur la base d'un appel d'offres démontrant qu'elles ont les ressources humaines nécessaires et qu'elles se sont approprié les éléments de la méthodologie définie par le PNAR pour les activités d'IEC. Les ONG sous contrat avec le PNAR joueront un rôle clé sur le terrain, en relation directe avec la commune, les ménages, les agents décentralisés de la Santé et de l'éducation, les associations de parents d'élèves, les autorités coutumières, etc.

Les artisans maçons

Le secteur privé, qu'il s'agisse des artisans maçons ou des petites entreprises localisées dans les petits centres ont un important rôle à jouer dans la mise en œuvre du PPAP. Nous avons vu plus haut le renforcement des capacités dont elles bénéficieront.

Formés et répertoriés dans le cadre du programme, les artisans réaliseront les éléments financés par le PPAP (la dalle, par exemple) lorsque les demandes des ménages auront été approuvées sur la base du plan d'assainissement communal.

Indirectement, ces acteurs joueront un rôle dans le cadre des campagnes d'IEC, de la diffusion des produits proposés par le PPAP et, dans le cadre de leur politique commerciale, relayeront efficacement l'intérêt du PPAP auprès des ménages.

Les structures déconcentrées de la Santé

Les structures déconcentrées du Ministère de la Santé ont le double avantage de constituer un maillage très fin et relativement régulier du territoire, même en milieu rural, et de posséder un personnel tout désigné pour faire passer des messages de santé publique, et ce de manière plus continue que les campagnes d'IEC, forcément ponctuelles. Le PNAR fournira les outils aux agents volontaires pour participer au PNAR, et ces agents recevront également l'appui des ONG décrites au paragraphe précédent.

d) Rythme d'avancement du PPAP

L'activité principale du PPAP va constituer à subventionner des dispositifs d'assainissement familiaux. En ce sens, l'augmentation du nombre de latrines subventionnées va constituer un des principaux indicateurs de performance du PPAP

Ainsi :

- Les ressources financières et humaines du programme seront concentrées – le suivi en sera plus efficace et l'encadrement mieux assuré ;
- Les ressources humaines seront mobilisées tout au long de la durée du programme, une petite équipe mobilisée tout au long de la durée du projet et partant, expérimentée, plutôt qu'une équipe plus conséquente mobilisée sur une courte période ;
- On ne risque pas de dépasser la capacité d'absorption des ONG nationales et régionales, sans lesquelles le PPAP ne peut pas être mis en œuvre localement ;
- Les schémas organisationnels pourront être mieux adaptés aux spécificités locales et tirer parti de l'expérience capitalisée par l'équipe du PPAP
- Les décaissements seront mieux répartis tout au long des 10 années ;
- La durée limitée d'intervention du PPAP incitera les familles à prendre une décision au risque de perdre une opportunité.

2.5.5. Cout du programme

a) Estimation du cout pour les 5 prochaines années

	Unité	Qté	Prix unitaire indicatifs (FCFA)	Montant (FCFA)
Blocs de 3 cabines (avec dispositif pour handicapés)	u	6	3 260 000	19 560 000
Blocs de 4 cabines (avec dispositif pour handicapés)	u	6	4 400 000	26 400 000
Latrines familiales Ecosan (en matériaux durable)	u	15 010	240 000	3 602 400 000
Puisards avec moellons fermé)	u	15 010	75 000	1 125 750 000
Caniveaux avec moellons)	m	25 000	30 000	750 000 000
S/Total				5 524 110 000
Frais divers de gestion + IEC (20% du sous total)	FF			1 104 822 000
Total				6 628 932 000

b) Proposition de participation des familles bénéficiaire et de la commune au financement

Apports	Montant (FCFA)
Commune (2%)	132 578 640
Familles bénéficiaires (20% pour la latrine et 10% pour le puisard)	833 055 000
Total	965 633 640
Gap à chercher auprès des bailleurs	5 663 298 360

III. ETUDES TECHNIQUES DE BASE

3.1. Études topographiques

Les études topographiques se sont déroulées en deux phases : sur le terrain et au bureau.

Les travaux de terrain ont consisté essentiellement :

- à l'implantation et la matérialisation d'un polygonal de base sur le site ;
- aux levés de détails ;
- aux levés des profils en long et en travers.

La phase bureau a été consacrée aux calculs des données et aux reports.

a) Mise en place d'un polygone de base

La brigade topographique a procédé à la mise en place d'un polygonal de base le long du site et servant d'ossature au levé de détail.

Des sommets du polygonal sont matérialisés sur le terrain par des bornes en béton.

Les bornes et les repères ont été confectionnés et implantés de manière à ce que leur durabilité soit garantie. Elles sont inter-visibles et implantées en dehors des zones soumises à l'érosion hydraulique.

Au total 12 bornes et repères ont été mise en place sur le site. Chaque borne est identifiée par un numéro et un piquet de fer scellé dans le béton qui lui confère ses coordonnées.

b) Le levé de détails

Nous avons procédé au levé général du site avec un quadrillage d'un point tous les 25 m, mais également les points caractéristiques (rupture de pente, changement de sol, etc.).

Au niveau des sites provisoires d'ouvrages, en amont et en aval de ces derniers et sur une bande de 50 m, les points ont été densifiés avec un quadrillage de 10 m, entraînant ainsi une grande précision dans l'établissement des profils long et en travers des ouvrages à projetés.

Le levé de détail a concerné également les éléments existants sur le terrain.

c) Précision des levés

Les relevés topographiques du terrain naturel ont été réalisés avec une station de type SOUTH N6, offrant une précision millimétrique en X, Y et Z.

Les coordonnées planimétriques et altimétriques des points mesurés sur le terrain ont été enregistrées dans le système de projection UTM de la zone d'études.

Les cotes des bornes de polygonation ayant servi d'ossature aux levés de détails, ont été aussi déterminées en nivellement direct de précision avec un niveau automatique.

d) Résultats

A l'issue des opérations de terrains, le report des données recueillies en coordonnées x, y, z a conduit à l'établissement :

- de plans topographiques à l'échelle 1/2000^{ème} avec des points côtés, et courbes de niveau;
- de plans d'état des lieux;
- du répertoire de bornes;
- des profils en long de l'axe des ouvrages linéaires;
- des cubatures des différents ouvrages

e) Moyens humains et matériels

L'équipe mobilisée pour l'accomplissement de la mission était composée de :

- ◆ Un (01) ingénieur génie civil ;
- ◆ Un (01) topographe ;
- ◆ Un (01) opérateur topographe ;
- ◆ Deux (2) porteurs de rover ;
- ◆ Un (01) chauffeur.

Le moyen matériel mis à la disposition de la brigade topographique était composé de :

- ◆ Un véhicule 4 x 4 tout terrain.
- ◆ Une station type SOUTH N6.
- ◆ Un Niveau Automatique de précision.
- ◆ Un ordinateur portable.

Les logiciels utilisés pour le transfert et le traitement des données sont :

- ◆ Covadis, Piste5 et Auto CAD 2013 pour le traitement et l'établissement du plan topographique.



Photo 1 : Levés topographiques

3.2. ETUDES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUE

3.2.1. Objectif et méthodologie

L'objectif de cette étude est d'une part de recenser et de diagnostiquer les ouvrages existants et d'autre part, de disposer de toutes les données et informations permettant la proposition et le dimensionnement des ouvrages hydrauliques qui permettront de drainer les eaux de ruissellement de Pelengana et environ.

Conformément aux termes de référence, de façon détaillée, il s'agira de :

- ✓ Identifier les passages d'eau ;
- ✓ Proposer un plan de drainage des eaux superficielles
- ✓ Calculer les débits de pointe ;
- ✓ Evacuer les eaux pluviales jusqu'à l'exutoire
- ✓ Dimensionner les sections hydrauliques ;

Les études se feront suivant les trois activités suivantes :

- ✓ La recherche documentaire et données de base
- ✓ Les travaux de terrain,
- ✓ Les études de synthèse et d'évaluation ;
- ✓ Le choix définitif des ouvrages à réaliser.

3.2.2. Les travaux de terrain :

Il s'agira de faire des investigations de terrains, notamment le recensement des passages d'eau, des zones de stagnations d'eau, des itinéraires de drainage possible.

3.2.3. Les études de synthèse et d'évaluation

Consiste à l'analyse des données :

- ✓ L'analyse fréquentielle des données pluviométrique,
- ✓ Études des crues pour des périodes de récurrence de 10 ans pour les ouvrages importants et de 1 à 5 ans pour les ouvrages de drainage ;
- ✓ Examen des cartes IGM ;
- ✓ Positionnement des différents exutoires
- ✓ Régénération des bassins versant à partir du logiciel ArcGIS ;
- ✓ Exploitation des profils en long et des vues en plan établis par la brigade topographique ;
 - Reconnaissance détaillée des ouvrages de franchissement ;
 - Identification sur le terrain des ouvrages, des collecteurs et des caniveaux existants ;
- ✓ Délimitation des bassins versants sur la carte d'ensemble ;

Aussi, pour chaque bassin versant, les caractéristiques physiques suivantes seront déterminées :

- ✓ Superficie ;
- ✓ Pente moyenne du drain principal ;
- ✓ Longueur hydraulique ;
- ✓ Le périmètre.

3.2.4. Évaluation des débits du projet

L'évaluation des débits de projet s'effectuera par les méthodes ci-après en fonction de type de bassins, de la taille du bassin et des paramètres les plus appropriés :

- Méthode rationnelle ;
- Méthode superficielle ou de Caquot
- Méthode ORSTOM ;
- Méthode CIEH ;
- Méthode Puech et Chabi-Gonni

a) Méthode ORSTOM

La méthode ORSTOM a été mise au point par AUVRAY & RODIER en 1965 à partir des données de 65 bassins versants de superficies inférieures à 120 km². Cette méthode s'applique en théorie à toute l'Afrique de l'Ouest, entre 150 et 1600 mm de hauteur annuelle de précipitations. Dans la méthode ORSTOM, le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la relation suivante :

$$Q_{r10} = A \times P_{10} \times Kr_{10} \times \alpha_{10} \times \frac{S}{Tb_{10}}$$

Avec :

- A : le coefficient d'abattement de la pluie
- P₁₀ : la pluie journalière décennale en mm,
- Kr₁₀ : le coefficient de ruissellement,
- α₁₀ : le coefficient de pointe, correspondant à la crue décennale
- S : la surface du bassin en km²,
- Tb₁₀ : le temps de base correspondant à la crue décennale

Les différents paramètres sont déterminés à l'aide d'abaques ou de formules. Seul α₁₀ peut, dans de nombreux cas, être assimilé à une constante. Les méthodes de détermination des différents paramètres sont décrites ci-après.

➤ Coefficient d'abattement (A)

La précipitation moyenne P_{m10} sur un bassin versant est obtenue en multipliant la hauteur de précipitation ponctuelle P₁₀ par le coefficient d'abattement A, déterminé par l'équation simplifiée de Vuillaume (1974) :

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

Avec :

- Pan. : Précipitation moyenne annuelle (mm),
- S : Superficie du bassin versant (km²).

➤ Coefficient de ruissellement décennal (Kr₁₀)

Les coefficients de ruissellement Kr₇₀ et Kr₁₀₀, correspondant à des hauteurs de précipitations décennales P_{10.1} = 70 mm et P_{10.2} = 100 mm, ont été déterminés analytiquement et graphiquement (abaques) en fonction de la superficie S du bassin,

pour cinq classes d'infiltrabilité et pour différentes valeurs de l'indice global de pente I_g . Les cinq classes d'infiltrabilité sont définies comme suit :

- PI : bassin naturel particulièrement imperméable
- I : bassin imperméable
- RI : bassin relativement imperméable
- P : bassin perméable
- TP : bassin très perméable

La détermination graphique de Kr_{70} et Kr_{100} se fait à l'aide d'abaque

➤ **Temps de base décennal (Tb_{10})**

Le temps de base décennal Tb_{10} est déterminé en utilisant des relations analytiques ou des abaques graphiques. La formule analytique est donnée ci-après :

$$Tb_{10} = a \times S^s + b$$

Avec : - S : la superficie du bassin en km^2 - a , s et b : coefficients déterminés en fonction de l'indice global de pente et de S La détermination graphique de Tb_{10} se fait à l'aide d'abaques.

➤ **Coefficient de pointe décennal (α_{10})**

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

$$\alpha_{10} = \frac{Qr_{10}}{Qm_{10}}$$

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

b) Méthode CIEH

En 1983, Puech et Chabi-Gonni ont proposé une méthode statistique, connue depuis sous le nom de méthode CIEH et basée sur 162 bassins versants dont l'origine vient essentiellement du recueil de Dubreuil (1972) sur les bassins expérimentaux. La formulation retenue pour retrouver l'expression du débit de pointe Q_{10} est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme générale :

$$Q_{10} = a \times S^s \overline{Pan}^p \times I_g^i \times Kr_{10}^k \times Dd^d \dots \dots$$

Où :

- a , s , p , i , k , d sont des coefficients ;
- S est la surface du bassin (Km^2) ;
- I_g est l'indice global de pente (m/km) ;
- \overline{Pan} est la pluie moyenne (mm) ;
- Kr_{10} est le coefficient de ruissellement décennal (%) ;
- Dd est la densité de drainage (km^{-1}).

Les bassins versants sont situés au Mali.

Les équations que l'on peut utiliser sont les suivantes : 8, 10, 11, 12, 17, 18, 42, 44. Elles requièrent la connaissance de S, Ig, Kr10 et Pm10.

La précipitation décennale Pm10 est obtenue par la formule suivante :

$$Pm_{10} = A \times P_{10}$$

Avec :

- A : le coefficient d'abattement
- P10 la précipitation ponctuelle décennale.

Le Tableau suivant donne les valeurs des exposants des paramètres de la formule de CIEH.

Tableau 13: Valeurs des exposants des paramètres de l'équation de CIEH

N° Eq	Valeur de R ²	Nbre d'échantillons	a	Exposant des paramètres de l'équation			
				s	i	p	k
8	0.736	116	0.461	0.54			0.91
10	0.806	116	0.0833	0.696	0.953		0.534
11	0.716	180	0.41	0.524			0.982
12	0.795	176	0.095	0.643	0.406		1.038
17	0.764	117	30.2	0.492		- 0.972	0.948
18	0.788	117	0.0678	0.661	0.412		1.105
41	0.688	137	0.407	0.532			0.941
42	0.755	133	0.0912	0.643	0.399		1.019
44	0.757	133	203	0.459		- 1.301	0.813

c) Méthode Puech et Chabi-Gonni

La méthode de Puech et Chabi-Gonni repose sur l'étude statistique de 160 bassins dont la superficie varie entre 0,07 et 2 500 km², pour des pluies annuelles comprises entre 100 et 2 500 mm. Elle s'exprime par la relation ci-dessous :

$$Q_{10} = 131 \times S^{0.68} \times \overline{Pan}^{-0.68} \times I_g^{0.56}$$

Avec :

- Q10 : le débit de pointe décennal (m³/s) ;
- S : la superficie du bassin (m²) ;
- Ig : l'indice global de pente (m/km) ;
- Pan : la pluviométrie moyenne annuelle (mm).

d) Méthode superficielle ou formule de Caquot

La méthode superficielle peut être considérée comme une évolution de la méthode rationnelle. Elle intègre deux autres phénomènes qui interviennent dans le ruissellement urbain :

- un stockage temporaire de l'eau dans le réseau ;
- Le fait que le temps de concentration du bassin versant dépende du débit (donc de la période de retour choisie).

Sa formule s'écrit de manière générale sous la forme :

$$Q_{(F)} = K \times I^m \times C^n \times A^P$$

Avec :

- $Q(F)$: le débit de pointe de fréquence F en (m^3 /s) ;
- K : un coefficient numérique ;
- C : le coefficient de ruissellement (sans unité) compris entre 0 et 1 ;
- I : la pente moyenne du réseau sur le plus long chemin hydraulique (m/m) ;
- A : la surface du bassin versant (Ha).

e) Formule de Caquot

La méthode de Caquot se déduit de la théorie de la formule rationnelle et permet de calculer le débit maximal d'un bassin urbanisé. Dans la zone sahélo – soudanienne les formules suivantes sont applicables :

$$Q_{(F)} = \left[\frac{1000 \times a}{9 \times 3.7^b} \right]^{\frac{1}{1-0.2 \times b}} \times I^{\frac{0.363 \times b}{1-0.2 \times b}} \times C^{\frac{1}{1-0.2 \times b}} \times A^{\frac{1-0.366 \times b-0.1}{1-0.2 \times b}}$$

$$Q = 167 \times 12^b \times a \times C \times I^{b/2} \times L^{-b} \times A^{0.95}$$

- Q : le débit de pointe en (l/s) ;
- K : un coefficient numérique ;
- C : le coefficient de ruissellement (sans unité) compris entre 0 et 1 ;
- I : la pente moyenne du réseau sur le plus long chemin hydraulique (m/m) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique en (hm) ;
- A : la surface du bassin versant (Ha).

Nous utiliserons ces formules de Caquot pour les superficies inférieures à 4 km², tout comme la méthode rationnelle. Elles nous permettent dans le cadre de cette étude d'effectuer une comparaison des débits calculés avec ceux de la méthode rationnelle mais c'est les résultats de la méthode rationnelle qui seront conservés.

f) Méthode rationnelle

C'est une méthode très utilisée, du fait de sa simplicité. C'est probablement à l'ingénieur Irlandais Thomas J. Mulvaney que revient le mérite d'avoir le premier élaboré la formule rationnelle telle qu'on l'utilise actuellement. Elle s'écrit dans son expression la plus simplifiée, en supposant une pluie qui tombe sur une surface élémentaire :

$$Q_{(F)} = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Avec :

- $Q(F)$: le débit de pointe de fréquence F en (m^3 /s) ;
- C : le coefficient de ruissellement (sans unité) qui traduit le fait qu'une partie de l'eau précipitée ne parvienne pas à l'exutoire (pertes au ruissellement) ;
- I : l'intensité de la pluie (mm/h) ;
- A : la surface du bassin versant (Ha).

On introduit souvent un facteur correctif dans la méthode rationnelle pour prendre en compte l'abattement spatial de la pluie.

Elle s'écrit (si on appelle α le coefficient d'abattement spatial) : $\alpha = A \cdot \varepsilon$ où A est la surface, et ε : un coefficient d'ajustement.

Différentes valeurs d' ε ont été proposées. En France, la valeur retenue est $\varepsilon = 0.05$ (pour A exprimée en Ha), valeur qui semble bien reproduire l'abattement en Afrique tropicale [Sighomnou, 1986]. La formule rationnelle devient alors

$$Q_{(F)} = \frac{C \times I \times A^{1-\varepsilon}}{360}$$

L'hypothèse de paramètres (notamment le coefficient de ruissellement) homogènes sur la surface réceptrice va induire une limite de la méthode concernant la taille du bassin versant où on met en œuvre la formule rationnelle. [Chocat, 1997, p. 836] préconise des surfaces inférieures à quelques dizaines d'hectares, alors que [BCEOM, 1981, p. 110] précise que, pour des conditions théoriques appliquées à cette méthode, la surface ne peut excéder 4 km^2 , soit 400 Ha .

➤ Détermination de l'intensité de pluie

Les formules de calculs de l'intensité de la pluie qui seront utilisées sont celles de Montana :

$$I_{(F)} = a \times t_c^{-b}$$

Talbot :

$$I_{(F)} = \frac{a}{t_c + b}$$

Avec :

- $I(F)$: l'intensité de la pluie de fréquence F en (mm/mn) ;
- $a(F)$ et $b(F)$: les coefficients de Montana en fonction de la fréquence F choisie ;
- t_c : le temps de concentration (mn).

➤ Détermination du temps de concentration

Les formules empiriques de calculs du temps de concentration sont nombreuses et variées. Dans le cadre de cette étude, les formules Californienne, Kirpich et Temez seront utilisées.

Formule Californienne :

$$t_c = 0.0663 \times \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0.77}$$

Avec :

- t_c : le temps de concentration en (h) ;

- L : la longueur du plus long chemin hydraulique en (km) ;
- I : la pente en (m/m) ;

Formule de Kirpich [Chocat, 1997, p.981] :

$$t_c = 0.01947 \times \frac{L^{0.77}}{I^{0.385}}$$

Formule de Kirpich [BCEOM, 1981, p.111] :

$$t_c = \frac{1}{52} \times \frac{L^{1.15}}{H^{0.385}}$$

Avec :

- t_c : le temps de concentration en (mn) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique en (m) ;
- I : la pente moyenne en (m/m) ;
- H : la dénivelée entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin (m).

Formule de Passini :

$$T_c = 0.14 \times \frac{(S \times L)^{1/3}}{\sqrt{I}}$$

- t_c : le temps de concentration en (mn) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique en (m) ;
- I : la pente moyenne en (m/m) ;
- S : Surface (ha)

Pour les bassin urbains les formules suivantes conviennent

Formule de Shaake et Geyer $T_c = \frac{1.4}{0.8} \times L^{0.24} \times I^{-0.16} \times C^{-0.26}$

- t_c : le temps de concentration en (mn) ;
- L : la longueur du plus long chemin hydraulique en (m) ;
- I : la pente moyenne en (m/m) ;
- C : Coefficient de ruissèlement sans dimension

Formule de Desbordes $T_c = \frac{5.3}{0.8} \times S^{0.3} \times I^{-0.38} \times C^{-0.45}$

- t_c : le temps de concentration en (mn) ;
- I : la pente moyenne en (%) ;
- C : Coefficient de ruissèlement
- S : Surface (ha)

Par mesure de sécurité, le temps de concentration adopté sera le minimum des temps obtenus de l'utilisation des formules ci-dessus.

3.2.5. Choix de la fréquence du débit de projet

Le choix de la fréquence du débit contre lequel on veut se protéger se fait suivant l'importance de l'ouvrage projeté et l'aspect économique. Le coût de construction et d'entretien est à comparer au risque économique que représente un débordement du réseau.

Les périodes de retour suivantes ont été adoptées :

- ✓ Pour les caniveaux de drainage des eaux pluviales : 1 an ;
 - ✓ Pour les ouvrages de franchissement :
 - Dalots : 10 ans ;
 - Ponts : 50 ans.
- Crues de fréquence cinquantennale et coefficient de majoration de Q10 à Q50 et de Q50 à Q100**

Le coefficient de passage de la crue décennale à la crue de fréquence cinquantennale ou centennale est déterminé à partir des travaux de G. Maton qui proposent un coefficient majorateur de 1,3 pour parvenir de la crue décennale à la crue cinquantennale. Toutefois, des études plus récentes (EIER et CIEH) ont démontré que ce facteur est devenu faible. Par conséquent, dans la présente étude, le coefficient majorateur retenu est celui proposé par l'Association Européenne d'Études et d'Équipements Ruraux (ASEER).

Le passage de la crue décennale à la crue cinquantennale utilise un facteur de 1,4. Le passage de la crue cinquantennale à la crue centennale est fait en appliquant le coefficient majorateur « C » qui est en fonction du temps de base et du coefficient de ruissellement du bassin versant en question. Ce coefficient varie généralement entre 1.5 et 3.

3.2.6. Vérification et dimensionnement des ouvrages hydrauliques

Sur la base des résultats des études des crues, chaque bassin et sous bassins sera évalué et les ouvrages seront dimensionnés en conséquence par les méthodes ci-dessous.

a) Caniveaux

➤ Conception

La conception des caniveaux doit respecter les principes suivants :

- ✓ réaliser des ouvrages économiques ;
- ✓ assurer un drainage adéquat des zones concernées (en tenant compte de la cote du terrain naturel à la limite du lotissement sur les deux rives) et les protéger contre le ruissellement ;
- ✓ adopter des pentes les plus proches possibles de celle du terrain naturel pour minimiser les terrassements ;
- ✓ adopter une profondeur de fossé limitée pour des raisons de sécurité ;
- ✓ assurer l'évacuation des débits de projet avec des vitesses limites respectant les tolérances recommandées ;
- ✓ assurer un ressuyage complet après une pluie ;
- ✓ respecter les gabarits permettant de faciliter d'une part l'exécution, et d'autre part le travail d'entretien ;
- ✓ protéger au mieux l'environnement.

➤ Nécessité de revêtement des caniveaux

La réalisation d'un revêtement est bénéfique à plus d'un titre :

- ✓ il permettrait de réduire l'emprise des fossés de drainage (par amélioration du coefficient de rugosité),

- ✓ il élimine le risque d'érosion pour des vitesses d'écoulement élevées contrairement aux fossés en terre,
- ✓ l'entretien serait facilité et très limité.
- **Choix du type de caniveau**

Les variantes de caniveau examinées sont les suivantes :

- ✓ béton,
 - ✓ parois en maçonnerie et radier en béton.
- Caniveau en béton**

C'est une solution classique, donc bien connue, présentant de nombreux avantages :

- ✓ faible rugosité des parois, d'où une meilleure capacité de débit par rapport à d'autres matériaux ;
- ✓ structure monolithique lui conférant une bonne résistance aux chocs, aux efforts ainsi qu'aux mouvements éventuels du sol de fondation ;
- ✓ facilité d'exécution des sections de transition entre le caniveau et les dalots ;
- ✓ possibilité de préfabrication ;
- ✓ bonne évacuation des eaux usées par temps sec ;
- ✓ évacuation des déchets facilitée par l'uniformité des parois ;
- ✓ entretien aisé ;
- ✓ bonne longévité de l'ouvrage ;
- ✓ adoption de vitesse élevée.

Cette solution a l'inconvénient, dans le contexte local, de n'employer qu'une main d'œuvre limitée et est plus coûteux.

Caniveau en maçonnerie

Les avantages de la solution caniveau en maçonnerie de moellons sont entre autres :

- ✓ facilité de mise en œuvre,
- ✓ disponibilité des matériaux,
- ✓ possibilité d'emploi d'une main d'œuvre importante,
- ✓ matériau en grande partie d'origine locale.

Au titre des inconvénients de cette solution, on peut retenir :

- ✓ mauvaise tenue face aux phénomènes de tassements de terrain et des efforts extérieurs,
- ✓ destruction rapide de l'ouvrage dès l'apparition de rupture désorganisant la maçonnerie,
- ✓ intervention plus fréquente pour la surveillance, l'entretien et les travaux de réparation.

Ces deux options de caniveau (béton et moellon) sont étudiées et évaluées par le Consultant à cette phase de l'étude. Le Consultant conseille vivement l'option en béton armé qui répond au mieux au souci d'assainissement et au développement urbanistique futur des zones urbaines traversées.

Les caniveaux sont de sections rectangulaires, couverts de dalles légères ou lourdes pour assurer respectivement le franchissement des piétons et des véhicules.

Des profils en travers types des caniveaux sont présentés dans le dossier de plans (Volume 3/4).

➤ **Dimensionnement**
Formule appliquée

Le débit de dimensionnement de chaque tronçon de caniveau est celui déterminé dans le calcul hydrologique.

Pour le calcul des sections à partir des débits de projet, diverses relations pourront être utilisées. Les plus connues sont celles de :

Chézy
Manning-Strickler
Ganguillet-Kutter
Agroskine.

Le choix s'est porté sur la formule de Manning-Strickler dont les paramètres sont assez bien connus. La formule de Manning Strickler s'écrit :

$Q = K_s S R^{2/3} I^{1/2}$	
Q	: débit de projet (m ³ /s)
K _s	: coefficient de Strickler
R	: rayon hydraulique (m)
I	: pente en (m/m)
S	: la section (m ²)

où

Q = débit en m³/s
K_s = coefficient de rugosité
S = section mouillée (m²)
R = rayon hydraulique (m)
I = pente du canal (%)

Coefficients de rugosité

Les coefficients élémentaires suivants sont retenus :

Béton : K_s = 60
Maçonnerie de moellons : K_s = 50

Pentes et vitesses

Les pentes des caniveaux sont celles du terrain naturel. Elles sont adoptées dans la plupart des cas afin de permettre d'avoir des vitesses d'écoulement de l'ordre de 1,5 à 2,5 m/s nécessaires pour assurer l'autocurage des caniveaux.

Revanche

Les caniveaux sont calculés avec une revanche de 0,20 m.

b) Dalots et ponts

Le niveau d'aménagement de la route exige sa mise hors d'eau. À ce titre, les ouvrages de franchissement existants en bon état et de section hydraulique suffisante seront maintenus.

La section minimale de dalot adoptée est de 1 x 1,00 m x 1.00 m dans la mesure du possible pour minimiser d'une part les risques d'obstruction de la section par les débris solides et d'autre part, réduire le niveau des remblais d'accès et bénéficier de la facilité d'exécution (possibilité de préfabrication).

La formule utilisée est celle de Manning Strickler :

$$Q = K_s S R^{2/3} I^{1/2}$$

Q	:	débit de projet (m ³ /s)
K _s	:	coefficient de Strickler
R	:	rayon hydraulique (m)
I	:	penne en (m/m)
S	:	la section (m ²).

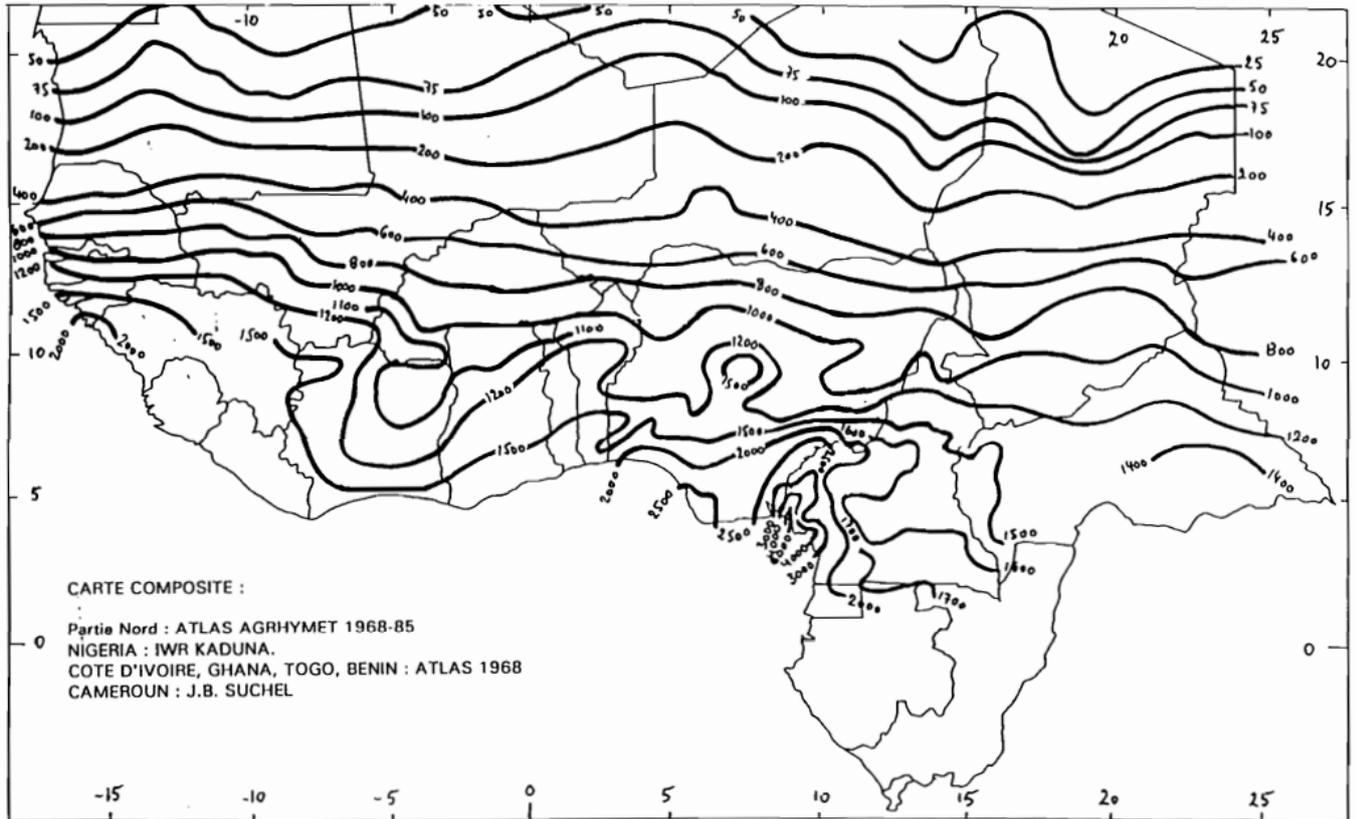
La formule de Manning Strickler développée donne une équation sous forme implicite où l'on fixe la valeur de la largeur b et l'on calcule le tirant d'eau h par itérations successives en respectant :

la vitesse limite de 4m/s,
et la condition $H/B < 1,25$ pour assurer un écoulement dénoyé (H et B sont respectivement la hauteur et la largeur du dalot).

3.2.7. Études des pluies

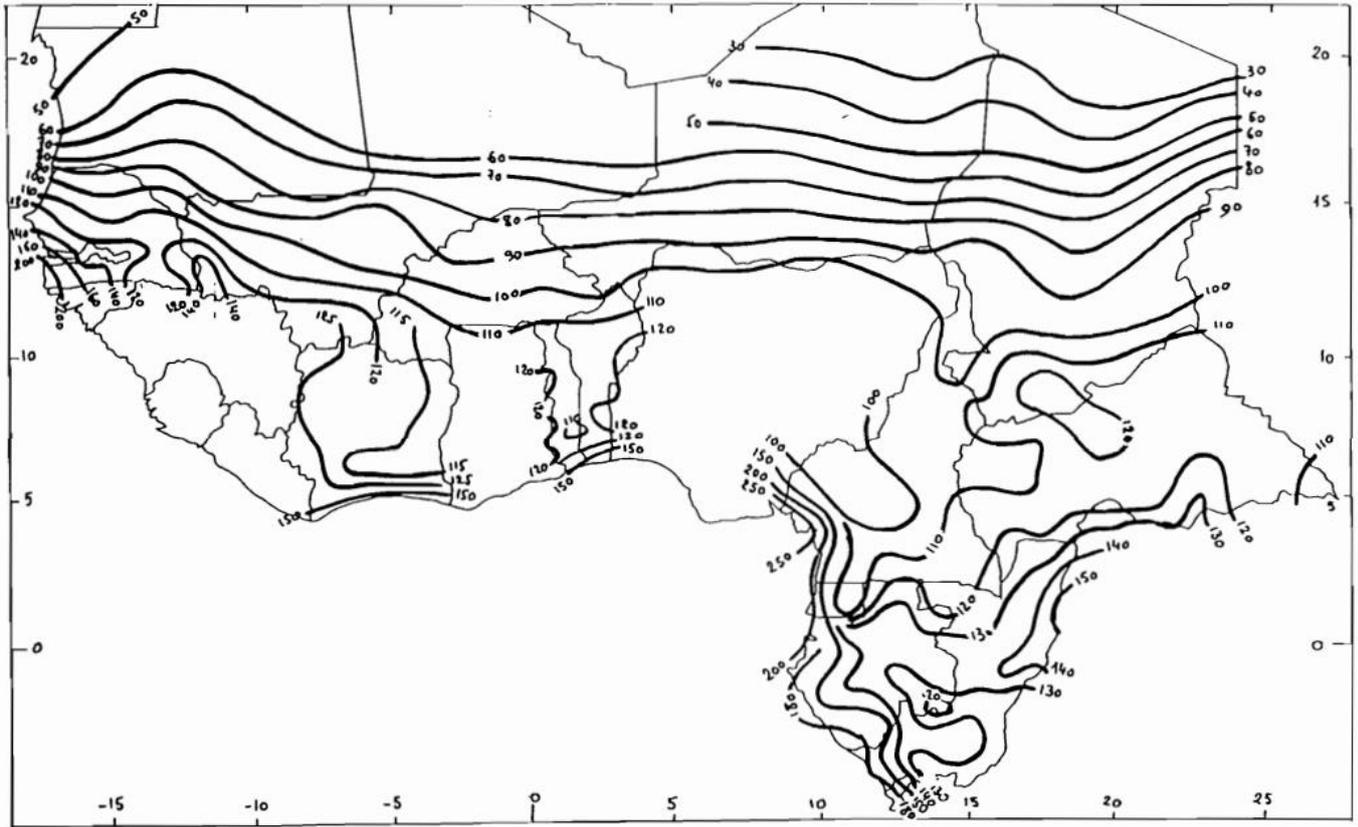
a) DÉTERMINATION DE LA PLUIE ANNUELLE

La zone du projet étant située entre les isohyètes de pluie annuelle 700 mm et 800 mm, la valeur de 800 mm a été retenu pour les calculs de crue.



b) DÉTERMINATION DE LA PRÉCIPITATION JOURNALIÈRE DÉCENNALE

La zone du projet étant située entre les isohyètes 90 mm et 100 mm, la valeur de 100 mm a été retenu pour les calculs de crue.



c) DÉTERMINATION DES COEFFICIENTS DE MONTANA

Pour la zone de Ségou, les valeurs des coefficients de Montana a et b sont dans le tableau suivant

Tableau 14: Coefficient de montana pour une durée de pluie supérieure à 2 h-Region de Segou

Coef. De Montana		
Période	a(F)	b(F)
10	34.5	-0,90
1	27.9	-0,90

Tableau 15: Coefficient de montana pour une durée de pluie inférieure à 1 h-Region de Segou

Coef. De Montana		
Période	a(F)	b(F)
10	12.9	-0,50
1	4.8	-0,50

3.2.8. VISITE DE TERRAIN

Une visite de site a permis de localiser et de relever les passages d'eau, les zones potentiels de stagnation d'eau, et les caniveaux et collecteurs existants.

Le nombre et les types d'ouvrages identifiés sont dans le tableau suivant :

Tableau 16:Collecteurs et caniveaux existants

Ouvrage	Description
Collecteur RN6	Deux collecteurs longent la RN6 des deux côtés dont l'exutoire est le Ballet au niveau du poste de contrôle
Caniveaux dans les rues	Il existe quelques caniveaux dans les rues principales mais n'ont pas d'exutoire.



	
<p>Collecteur RN6 Sud</p>	<p>Exutoire Collecteur RN6</p>
	
<p>Caniveau de la rue chinoise</p>	<p>Caniveau Rue</p>
	
<p>Ouvrage de franchissement</p>	<p>Vue amont Ouvrage de franchissement</p>

Tableau 17: Mare existant

Mares	Description	Contrainte
Mare Nord	Situé au nord de Pelengana, cette mare collecte les eaux d'une grande partie de Pelengana Nord. Elle a une superficie de 4.5 ha et une profondeur moyenne de 0.60 m	Cette mare n'a pas une grande capacité de stockage ; Dès qu'elle est remplie les eaux retournent dans les rues pour créer des bourbiers pendant tout l'hivernage
Mare Sud	Situé au sud de Pelengana, cette mare collecte les eaux d'une grande partie de pelengana Sud .Elle a une superficie de 1 ha et une profondeur moyenne de 0.5 m	Cette mare n'a pas une grande capacité de stockage ; Dès qu'elle est remplie les eaux retournent dans les rues créant des inondations pendant tout l'hivernage



Les coordonnées des mares sont données dans les tableaux suivants

Tableau 18 : Coordonnées des mares

Désignation	X	Y
Mare Nord	801551.95	1488105.83
Mare Sud	800218.00	1484718.00

3.2.9. PROPOSITION DE PLAN DE DRAINAGE

L'analyse des données issues de la visite de terrain et les lignes d'écoulements a permis de proposer un plan de drainage.

Ce plan de drainage comprend :

- ✓ La réalisation d'un collecteur au Nord de Pelengana débutant au niveau de la mare Nord pour finir Dans le Ballet au niveau de Semenmbougou apres avoir traversé une distance d'environ 7 Km.
- ✓ La réalisation d'un bassin de stockage des eaux pluviale au niveau du ballet à Semenbougou pour la pratique des activités génératrice de revenus
- ✓ La réalisation d'un ouvrage de franchissement dans le ballet
- ✓ Le surcreusement d'une mare au Sud de Pelengana
- ✓ La réalisation d'un collecteur au Sud de Pelengana débutant au niveau de la mare à surcreuser pour finir dans le collecteur RN6 au niveau de Bougoufié.

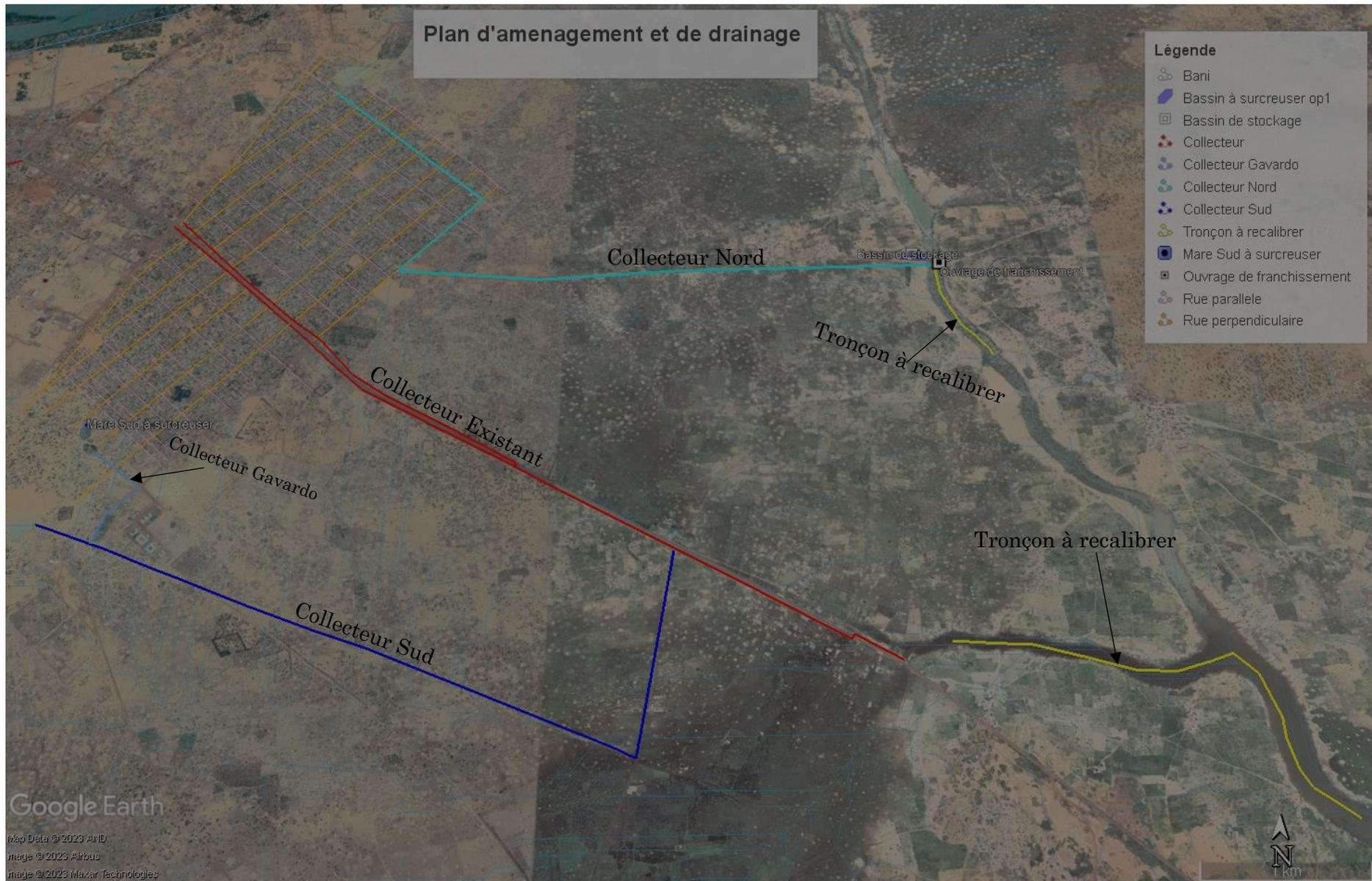
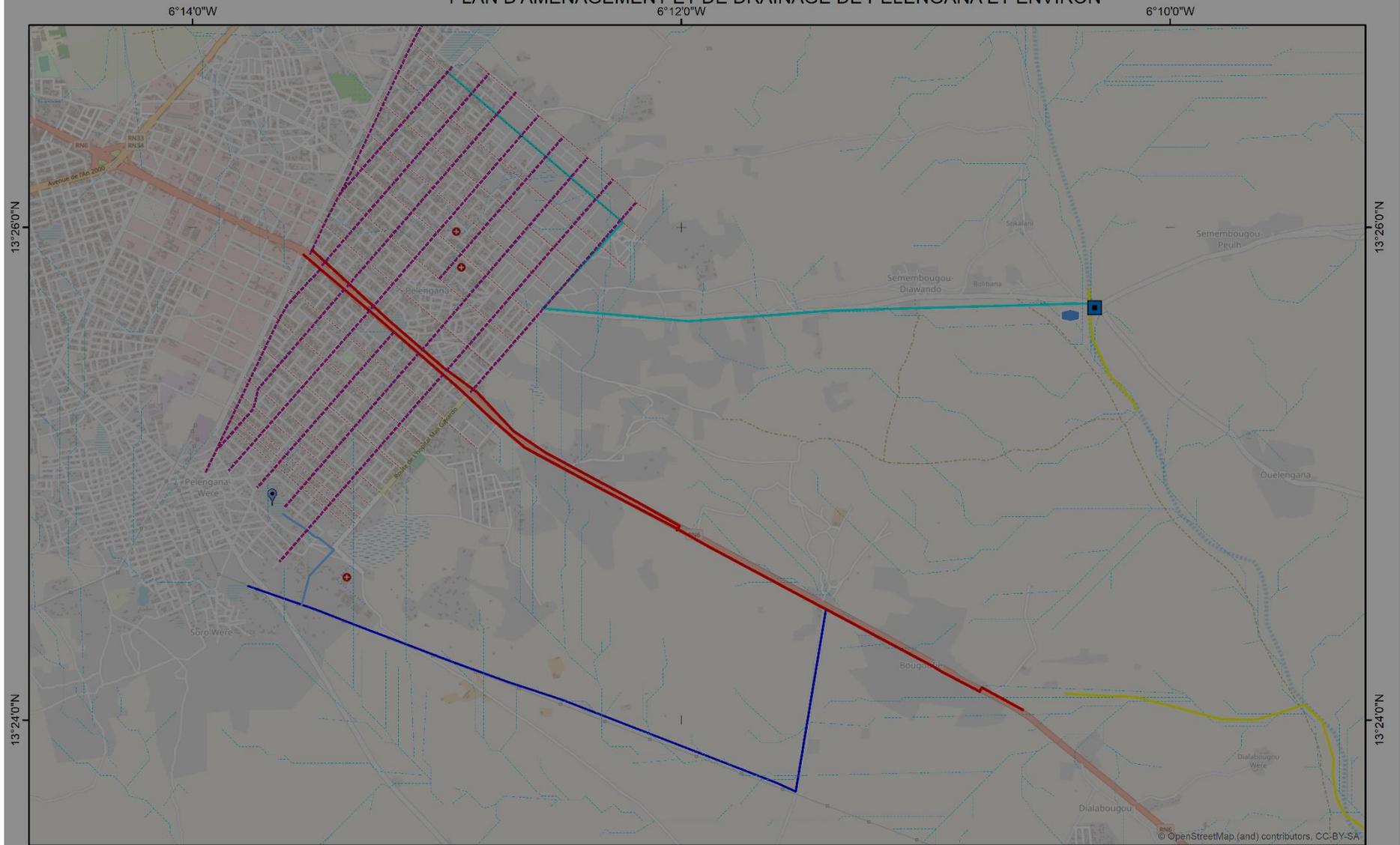


Figure 2: Plan de d'aménagement et de drainage (Image Earth)

PLAN D'AMENAGEMENT ET DE DRAINAGE DE PELENGANA ET ENVIRON



Legend

- | | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|---------------------|
| Ouvrage de franchissement | Collecteur Sud | Ecoulement | Rue parallèle |
| Mare à surcreuser | Collecteur Gavardo | Collecteur RN | Rue perpendiculaire |
| Bassin de stockage | Collecteur Nord | Tronçon à recalibrer | |



Coordinate System: GCS WGS 1984
 Datum: WGS 1984
 Units: Degree
 Author: Adama DIAKITE

3.2.10. Caractéristiques géomorphologiques des bassins versants

a) Délimitation bassin versant

Le bassin versant d'une route est défini comme la surface drainée par cette route. Tout écoulement prenant naissance à l'intérieur de cette surface doit donc traverser le tronçon de la route considérée, appelée exutoire, pour poursuivre son trajet vers un marigot ou vers le Fleuve.

Le bassin versant est limité par des lignes de crête et des lignes de plus grande pente en suivant le sens de l'écoulement de l'eau.

La délimitation des bassins versants a été faite à l'aide de logiciels SIG que sont :Google earth et ArcGis. Le logiciel Google earth a servi à tracer le trajet de la route et ArGis a permis de tracer les courbes de niveau et de délimiter les bassins versants à l'aide de données SRTM 90 m . Nous avons ainsi obtenu seize bassins versants dont onze au Sud et cinq au nord.

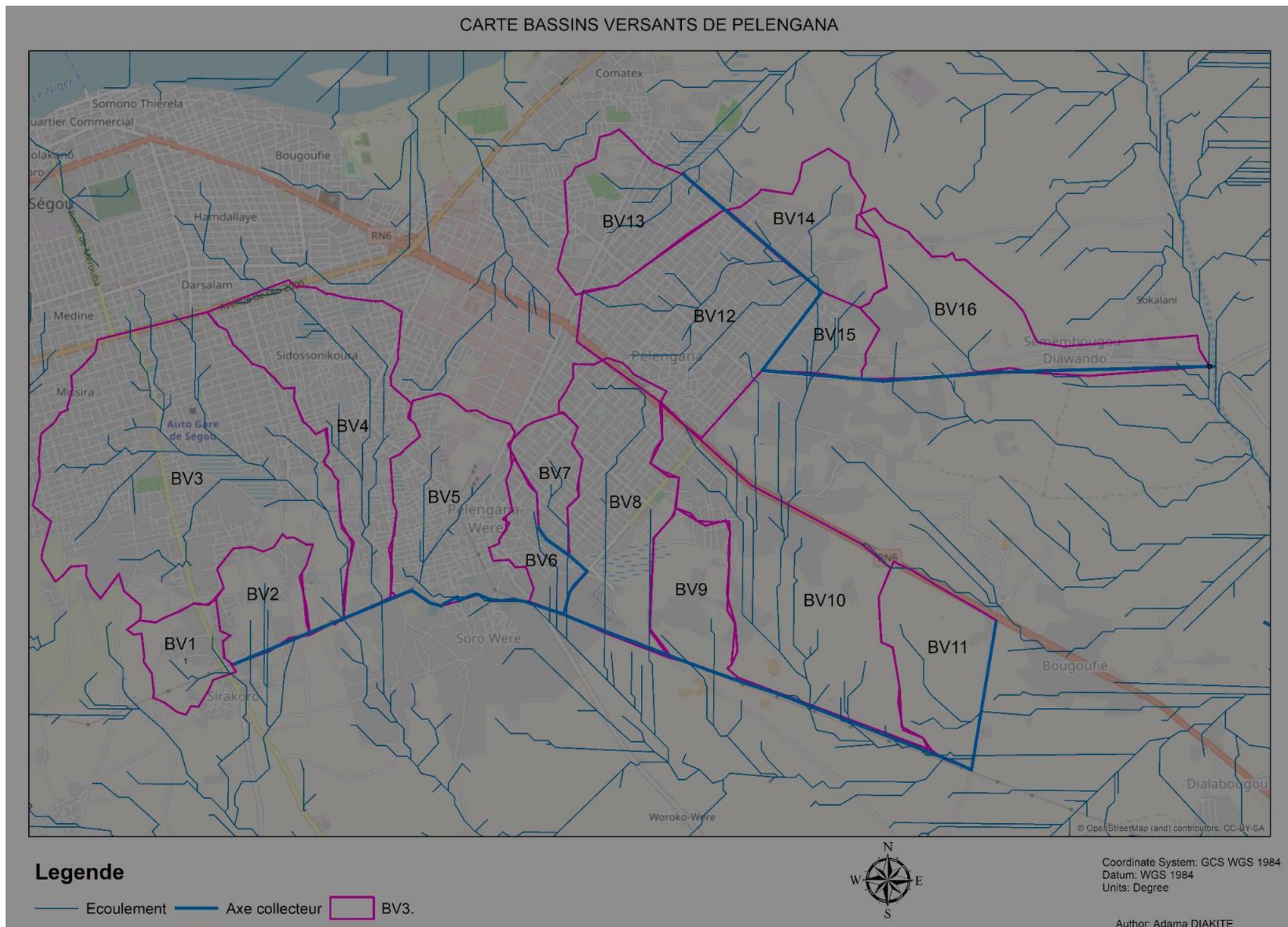


Figure 3: Carte bassins versants de Pelengana Nord et Sud

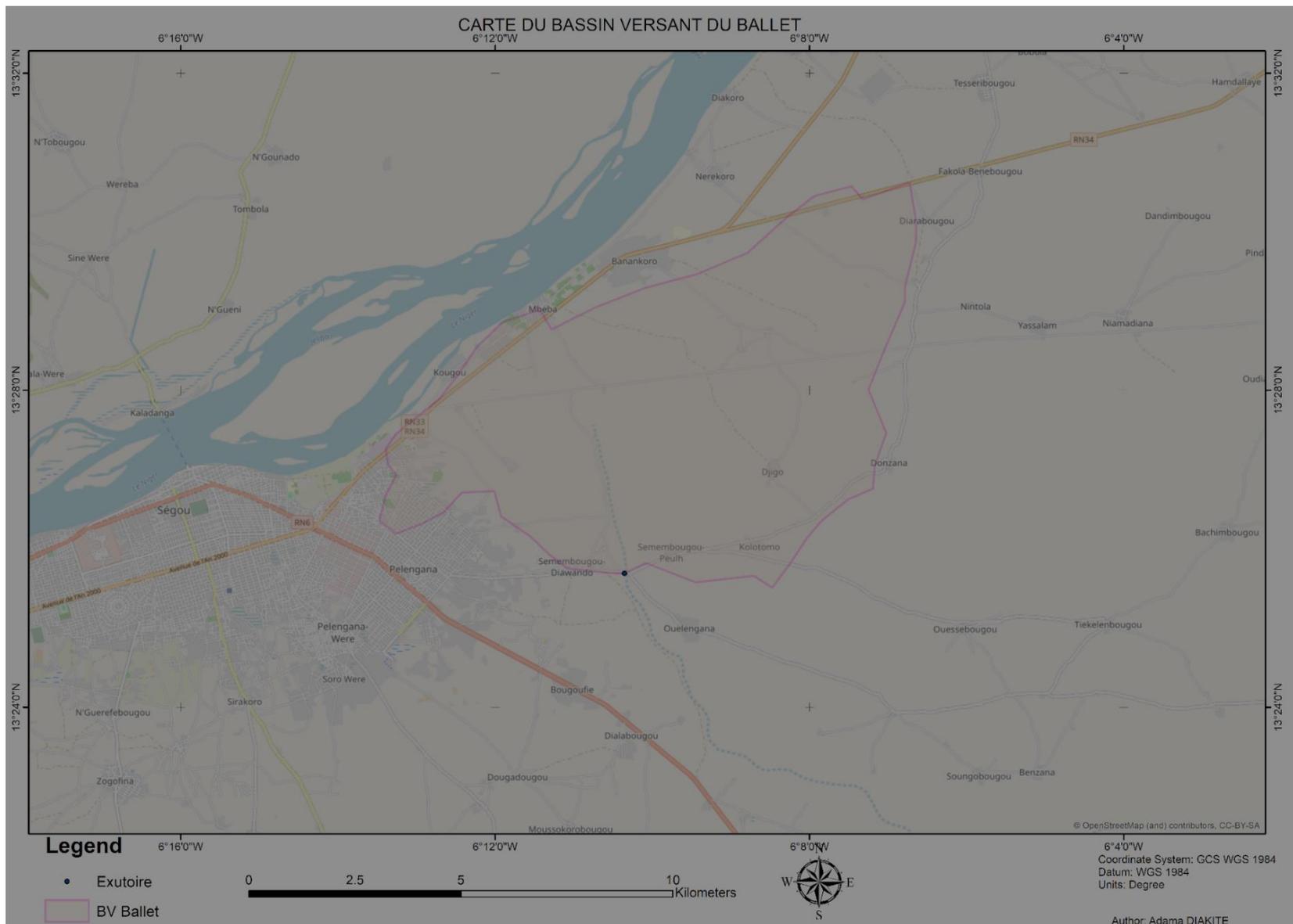


Figure 4: Carte bassin versant Ballet

b) Caractéristiques géomorphologiques des bassins versants

Les caractéristiques géomorphologiques des bassins versants sont données dans les tableaux suivants.

- Le sud de Pelengana est dominé par onze bassins d'une superficie variant de 537 ha à 57 ha. Le collecteur Sud de Pelengana collecte les eaux d'un bassin versant de 1866 ha soit environ 19 Km².
- Le Nord de Pelengana est dominé par cinq bassins d'une superficie variant de 241 ha à 48 ha. Le collecteur Nord de Pelengana collecte les eaux d'un bassin versant de 709 ha soit environ 7 Km².
- Le bassin versant de l'ouvrage de franchissement du ballet a une superficie de 68.42 Km²

Tableau 19: Caractéristiques géomorphologiques des Bassins versants de Pelengana

N BV	Caniveau	PM amont (m)	PM aval (m)	Zmax	Zmin	L h(m)	Coeff. Ruis. C	Pente moy. I (m/m)	Surface S (ha)	Périmètre P (Km)
Pelengana Sud										
BV1	Collecteur Sud1	0	0	292	289	1100	0.4	1.17%	57	3.41
BV2	Collecteur Sud1	0	730	292	288	1750	0.4	0.97%	72	3.69
BV3	Collecteur Sud1	730	1060	293	288	3750	0.4	1.05%	537	11.8
BV4	Collecteur Sud1	1060	1530	292	288	3230	0.4	0.94%	236	8.74
BV5	Collecteur Sud1	1530	2860	291	288	2600	0.4	0.92%	178	6
BV6	Collecteur Sud1	2860	3190	291	286	1500	0.4	1.21%	46	3.83
BV7	Collecteur Sud2	0	400	291	286	1100	0.4	1.31%	47	3.24
BV8	Collecteur Sud1	3190	3820	290	286	3000	0.4	0.71%	190	7.32
BV9	Collecteur Sud1	3820	4850	288	286	1500	0.4	0.34%	90	4.14
BV10	Collecteur Sud1	4850	6700	288	286	3000	0.4	0.74%	288.00	9.45
BV11	Collecteur Sud1	6700	8440	288	286	1500	0.4	0.80%	125.00	4.80
Pelengana Nord										
BV12	Collecteur Nord	490	1640	290	288	1950	0.4	1.01%	241	6.23
BV13	Collecteur Nord	0	490	291	288	1485	0.4	0.82%	125	4.62

BV14	Collecteur Nord	490	1640	288	287.5	1300	0.4	0.88%	105	4.48
BV15	Collecteur Nord	1640	3425	289	287	780	0.4	0.84%	48	2.91
BV16	Collecteur Nord	3425	6535	290	287	1700	0.4	1.04%	190	8.93

Tableau 20: Récapitulatif des caractéristiques du Bassin versant du Ballet

Sens d'écoulement	Nom des BV	Superficie (km ²)	Périmètre (Km)	L (km)	K _e	Lc (m)	H 95% (m)	H 5% (m)	DH (m)	Ig (m/km)	Hmax (m)	Hmin (m)
Nord---->Sud	BV Ballet	68.43	37.78	14.01	1.29		286	291	5	0.36	300.00	285.00

Tableau 21: Calcul du temps de concentration des Bassins versants

Identification ouvrage				Calcul du temps de concentration "tc" en (mn)						
N BV	Ouvrages	PM amont (m)	PM aval (m)	Passini	Californienne	Kirpich -Chocat	Kirpich -BCEOM-	Shaake et Geyer -Milieu urbain	Desbordes -Milieu urbain	tc retenu
Pelenganna Sud										
BV1	Collecteur Sud1	0	0	51.42	23.73	23.71	39.62	24.30	31.70	24.30
BV2	Collecteur Sud1	0	730	71.26	36.47	36.44	60.49	27.99	36.52	27.99
BV3	Collecteur Sud1	730	1060	172.53	63.61	63.56	133.36	33.18	64.74	33.18
BV4	Collecteur Sud1	1060	1530	131.91	59.17	59.13	122.40	32.58	52.76	32.58
BV5	Collecteur Sud1	1530	2860	112.90	50.48	50.45	106.54	31.04	48.88	31.04
BV6	Collecteur Sud1	2860	3190	52.20	29.74	29.72	46.49	26.03	29.35	26.03
BV7	Collecteur Sud2	0	400	45.57	22.72	22.70	32.55	23.86	28.66	23.86
BV8	Collecteur Sud1	3190	3820	137.76	62.27	62.23	112.43	33.48	55.01	33.48
BV9	Collecteur Sud1	3820	4850	123.17	48.49	48.45	66.16	31.90	58.15	31.90
BV10	Collecteur Sud1	4850	6700	155.01	61.29	61.25	146.82	33.26	61.34	33.26
BV11	Collecteur Sud1	6700	8440	89.59	34.88	34.86	66.16	27.81	46.36	27.81
Pelenganna Nord										
BV12	Collecteur Nord	490	1640	108.31	39.02	39.00	89.46	28.54	51.67	28.54

BV13	Collecteur Nord	0	490	88.19	34.28	34.26	55.95	27.64	45.93	27.64
BV14	Collecteur Nord	490	1640	76.84	30.11	30.09	95.70	26.47	42.43	26.47
BV15	Collecteur Nord	1640	3425	51.10	20.69	20.67	31.19	23.59	34.15	23.59
BV16	Collecteur Nord	3425	6535	94.19	34.72	34.69	65.36	27.48	47.58	27.48

3.2.11. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE DES OUVRAGES

a) Collecteur (Collecteur Nord, sud et collecteur gavarado)

Le calcul de dimensionnement des collecteurs par la méthode rationnelle pour le débit annuel et quinquennal est donné dans les tableaux suivants.

Tableau 22:Recapitulatif dimensionnement avec le débit annuel

Caniveau	Tronçons		Matériau	Débits décennal	Dimensionnement				
					Longueurs	Pentes	Nature caniveau	Largeur	Hauteur Canal
	PM Début	PM Début		Q1an	L	J	Ks		H
	No chambres			[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	
Collecteur Sud	0.00	6700	Béton armé	4406.29	6700	0.012	60	4.00	2.00
Collecteur Gavardo	0	963	Béton armé	445.52	963	0.012	60	2.00	1.00
Collecteur Nord	0	6535.00	Béton armé	1780.29	6 535	0.017	60	3.00	1.50

Tableau 23:Recapitulatif dimensionnement avec le débit quinquennal

Caniveau	Tronçons		Matériau	Débits l	Dimensionnement				
					Longueurs	Pentes	Nature caniveau	Largeur	Hauteur Canal
	PM Début	PM Début		Q5&aa an	L	J	Ks		H
	No chambres			[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	
Collecteur Sud	0.00	6700	Béton armé	4406.29	6700	0.012	60	4	3.00
Collecteur Gavardo	0	963	Béton armé	445.52	963	0.012	60	2.00	1
Collecteur Nord	0	6535.00	Béton armé	1780.29	6 535	0.017	60	3.00	2.00

Les dimensions retenues pour la suite du projet sont celles calculées avec le débit annuel pour les raisons suivantes :

- Les dimensions obtenues par le débit quinquennal sont trop grandes surtout la profondeur ; vue la topo séquence le canal sera toujours enterré à l'exutoire
- Le cout du projet sera trop élevé

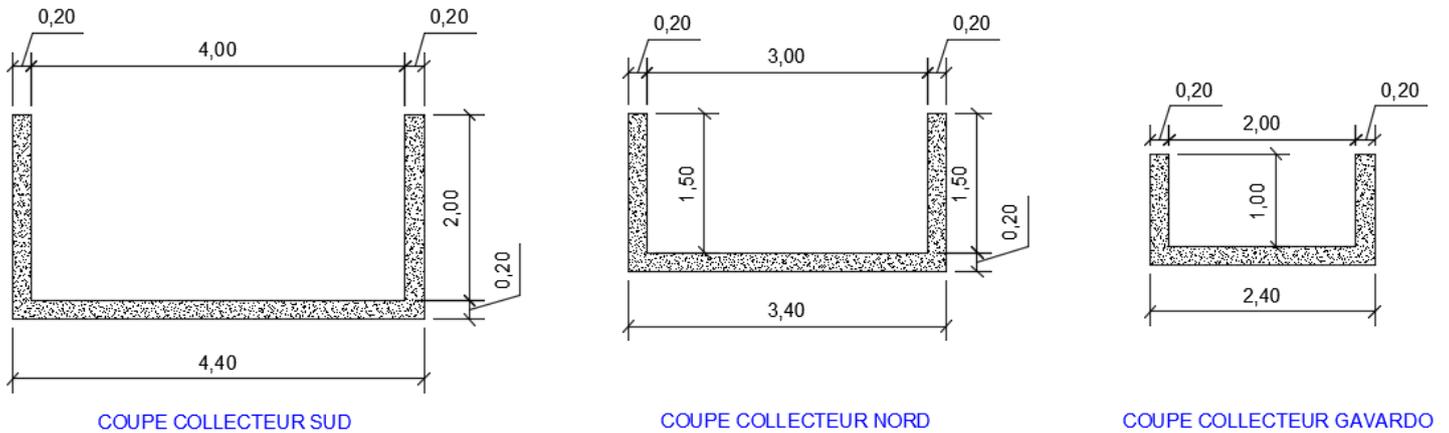


Figure 5: Profil type Collecteur

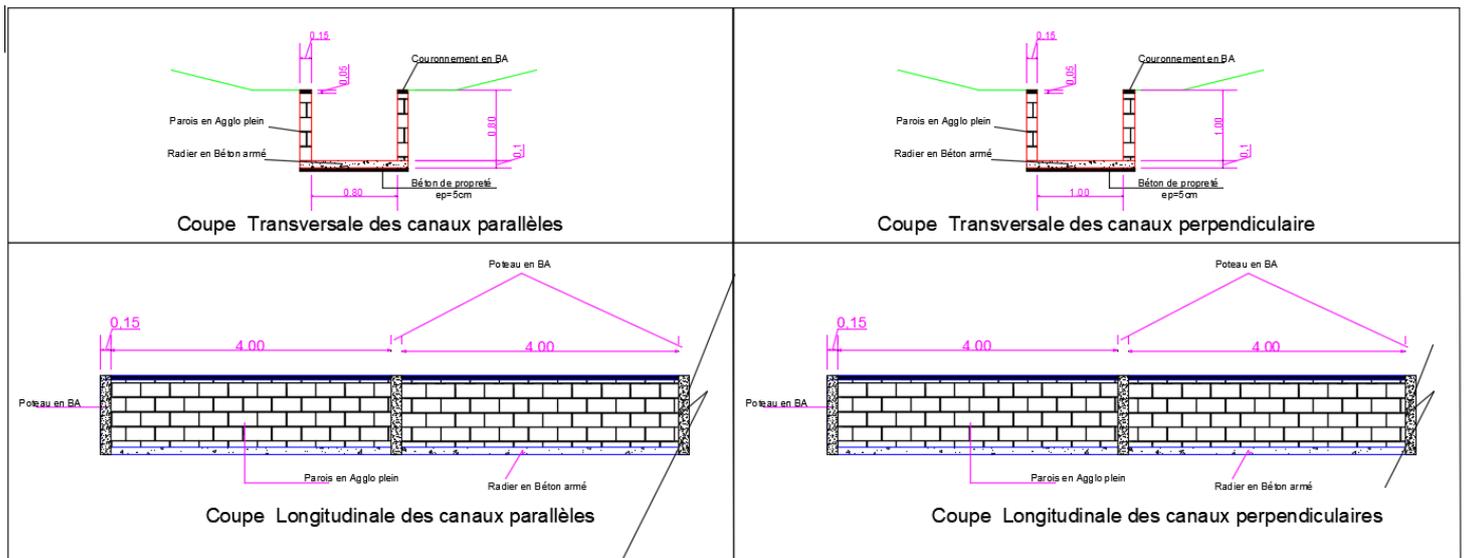


Figure 6: Coupe caniveaux

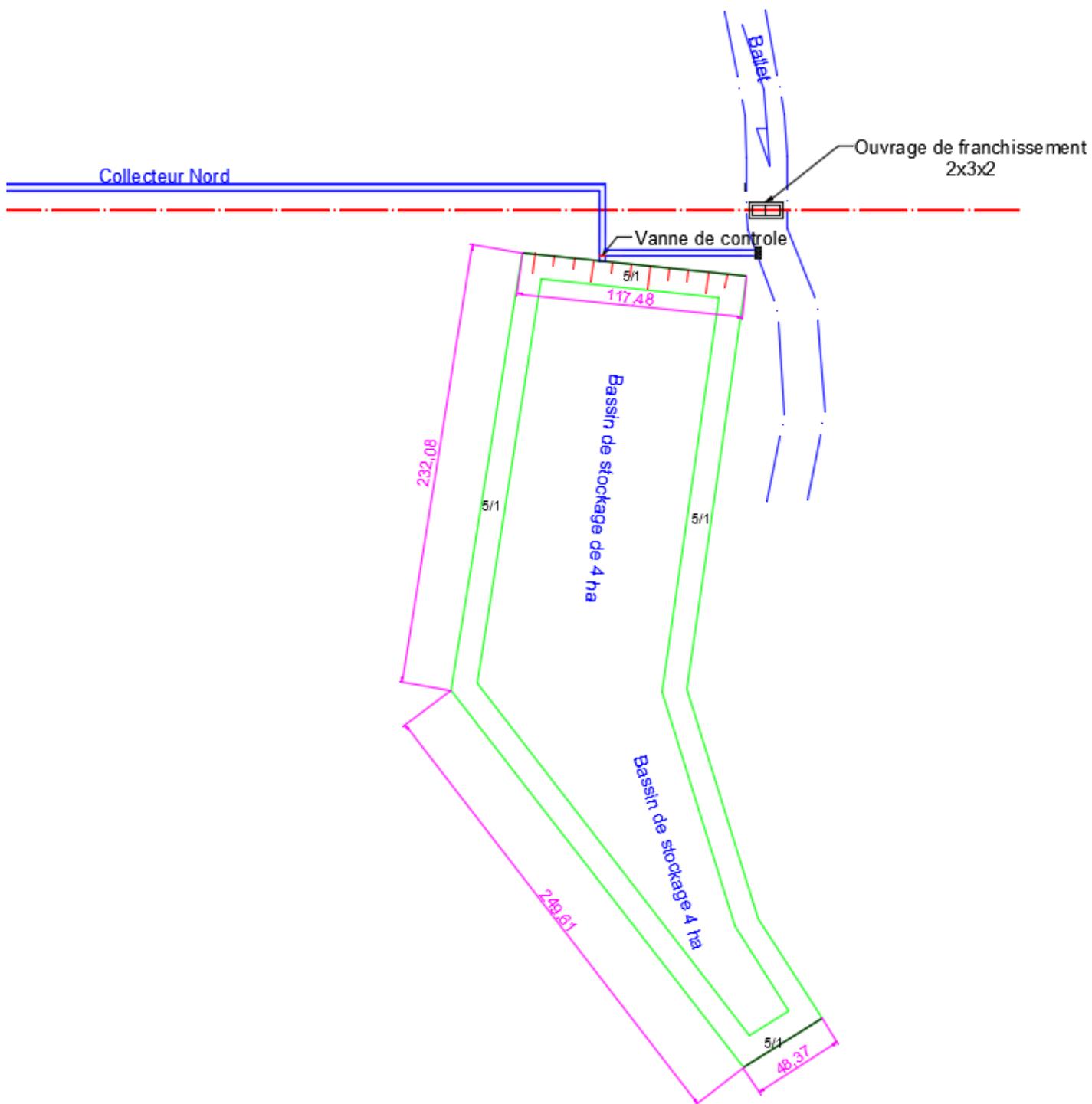


Figure 7: Exutoire collecteur Nord

Tableau 24: Détails dimensionnement collecteur-Débit annuel

CANIVEAUX	Tronçons		Paramètres et débit									Dimensionnement								
			surfaces	surfaces cumulées	coef. ruissell.	Surf. Réduites		Temps d'écoulement		Intensités	Débits annuel	Longueurs	Pentes	Nature tuyaux	Largeur	tirant d'eau y	Hauteur Canal	Remplissage effectif		Vitesses
	part.	cumul.				part.	cumul.	Q _{eff.}	L									J	Ks	
	du	au	[ha]	[ha]	[-]	[ha]	[ha]			[min]	[min]	[l/s.ha]	[l/s]	[m]		[%]	[m]			[m]
	Collecteur Sud																			
Collecteur Sud		0	129.00	129.00	0.40	51.60	51.60						0.01	60						
Collecteur Sud	0	1060.00	537.00	666.00	0.40	214.80	266.40	26.88	26.88	19.92	5306.92	1060.00	0.012	60	4.000	2.000	2.00	5258.14	1.00	0.66
Collecteur Sud	1060.00	1530.00	236.00	902.00	0.40	94.40	360.80	42.36	69.23	12.41	4478.37	470.00	0.012	60	4.000	1.800	2.00	4564.78	0.90	0.63
Collecteur Sud	1530.00	2860.00	178.00	1080.00	0.40	71.20	432.00	34.96	104.20	10.12	4370.88	1330.00	0.012	60	4.000	1.800	2.00	4564.78	0.90	0.63
Collecteur Sud	2860.00	3190.00	46.00	1126.00	0.40	18.40	450.40	8.68	112.87	9.72	4378.43	330.00	0.012	60	4.000	1.800	2.00	4564.78	0.90	0.63
Collecteur Gavardo	0	400.00	47.00	47.00	0.40	18.80	18.80	18.99	18.99	23.70	445.52	400.00	0.012	60	2.000	0.640	1.00	449.27	0.64	0.35
Collecteur Sud	3190.00	3820.00	237.00	1410.00	0.40	94.80	564.00	16.25	148.12	8.49	4786.14	630.00	0.012	60	4.000	1.900	2.00	4909.47	0.95	0.65
Collecteur Sud	3820.00	4850.00	90.00	1500.00	0.40	36.00	600.00	26.57	174.70	7.81	4688.41	1030.00	0.012	60	4.000	1.900	2.00	4909.47	0.95	0.65
Collecteur Sud	4850.00	6700.00	288.00	1788.00	0.40	115.20	715.20	47.73	222.43	6.93	4952.78	1850.00	0.012	60	4.000	1.900	2.00	4909.47	0.95	0.65
Collecteur Sud	6700.00	8440.00	125.00	1913.00	0.40	50.00	765.20	44.89	267.32	6.32	4833.65	1740.00	0.012	60	4.000	1.900	2.00	4909.47	0.95	0.65
	Collecteur Nord																			
Collecteur Nord	0	490.00	125.00	125.00	0.40	50.00	50.00	46.85	46.85	15.09	754.48	490.00	0.017	60	2.500	0.800	1.50	969.55	0.53	0.48
Collecteur Nord	490.00	1640.00	346.00	471.00	0.40	138.40	188.40	31.96	78.80	11.63	2191.92	1150.00	0.017	60	2.500	1.450	1.50	2174.17	0.97	0.60
Collecteur Nord	1640.00	3425.00	48.00	519.00	0.40	19.20	207.60	51.35	130.16	9.05	1879.36	1785.00	0.017	60	2.500	1.300	1.50	1882.79	0.87	0.58
Collecteur Nord	3425.00	6535.00	190.00	709.00	0.40	76.00	283.60	89.47	219.63	6.97	1976.40	3110.00	0.017	60	2.500	1.300	1.50	1882.79	0.87	0.58

Tableau 25: Détails dimensionnement collecteur-Débit quinquennal

CANIVEAUX	Tronçons		Paramètres et débit								Dimensionnement									
			surfaces	surfaces cumulées	coeff. ruissell.	Surf. Réduites		Temps d'écoulement		Intensités	Débits quinal	Long	Pentes	Nature tuyaux	Largeur	tirant d'eau y	Hauteur Canal	Remplissage effectif		Vitesses
	part.	cumul.				part.	cumul.	Qeff.	L									J	Ks	
	du	au	[ha]	[ha]	[-]	[ha]	[ha]	[min]	[min]	[l/s.ha]	[l/s]	[m]	[%]	[m]	[m]	[-]	[l/s]	[-]	[m/s]	
Collecteur Sud																				
Collecteur Sud		0	129.00	129.00	0.40	51.60	51.60						0.01	60						
Collecteur Sud	0	1060.00	537.00	666.00	0.40	214.80	266.40	23.05	23.05	39.66	#####	1060.00	0.012	60	4.000	3.400	3.00	#####	1.13	0.77
Collecteur Sud	1060.00	1530.00	236.00	902.00	0.40	94.40	360.80	40.55	63.60	23.88	8614.72	470.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Sud	1530.00	2860.00	178.00	1080.00	0.40	71.20	432.00	29.87	93.47	19.70	8508.75	1330.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Sud	2860.00	3190.00	46.00	1126.00	0.40	18.40	450.40	7.41	100.88	18.96	8539.12	330.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Gavardo	0	400.00	47.00	47.00	0.40	18.80	18.80	16.10	16.10	47.46	892.17	400.00	0.012	60	2.000	1.000	1.00	828.10	1.00	0.41
Collecteur Sud	3190.00	3820.00	237.00	1410.00	0.40	94.80	564.00	14.15	131.13	16.63	9378.83	630.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Sud	3820.00	4850.00	90.00	1500.00	0.40	36.00	600.00	23.13	154.26	15.33	9199.12	1030.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Sud	4850.00	6700.00	288.00	1788.00	0.40	115.20	715.20	41.54	195.80	13.61	9732.83	1850.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Sud	6700.00	8440.00	125.00	1913.00	0.40	50.00	765.20	39.07	234.87	12.43	9507.73	1740.00	0.012	60	4.000	3.000	3.00	8906.57	1.00	0.74
Collecteur Nord																				
Collecteur Nord	0	490.00	125.00	125.00	0.40	50.00	50.00	45.32	45.32	28.29	1414.30	490.00	0.017	60	3.000	0.900	2.00	1439.31	0.45	0.53
Collecteur Nord	490.00	1640.00	346.00	471.00	0.40	138.40	188.40	26.44	71.76	22.48	4234.97	1150.00	0.017	60	3.000	2.200	2.00	4784.04	1.10	0.72
Collecteur Nord	1640.00	3425.00	48.00	519.00	0.40	19.20	207.60	43.47	115.23	17.74	3682.59	1785.00	0.017	60	3.000	1.800	2.00	3695.47	0.90	0.68
Collecteur Nord	3425.00	6535.00	190.00	709.00	0.40	76.00	283.60	75.00	190.23	13.81	3915.43	3110.00	0.017	60	3.000	1.860	2.00	3856.44	0.93	0.69

b) Ouvrage de franchissement du Ballet

Le calcul de dimensionnement de l'ouvrage de franchissement par la méthode ORSTOM et CIEH pour le débit décennal est donné dans les tableaux suivants.

Tableau 26: Parametre et estimation du débit de projet

Nom du BV	S (km ²)	P (km)	Ig (m/km)	Kr ₁₀ (%)	P ₁₀ (mm)	P _{an} (mm)	α ₁₀	k	A	T _b (mn)	Q ₁₀ (m ³ /s) ORSTOM	Q ₁₀ (m ³ /s) CIEH moy	Q ₁₀ (m ³ /s) retenu
BV Ballet	68.43	37.78	0.36	15.46	100	750	2.6	1.04	0.76	2407	15.10	35.00	25.05

Tableau 27: Dimensionnement de l'ouvrage de franchissement

N° BV	Type d'ouvrage existant	coordonées		SUP BV (Km ²)	Crue de projet théorique (m ³ /s)	Nombre de travée n	Débit par travée (m ³ /s)	Ks	Pente (%)	h (m)	b (m)	r (m)	Vitesse (m/s)	Dimensions			Débit évacué (m ³ /s)	Ouvrage s calculé nxBxH	Ouvrages existant n B H			Ouvrages retenu n B H			Taux de remplis sage %	Observat ions	Cote file d'eau
		X	Y											n	x	B			x	H	n	B	H	n			
BV1	Radier busé	806247.57	1486237.24	68.430	25.050	2	12.525	70	####	1.59	3.00	0.20	2.63	2	x	3.00	x	1.79	28.3	2x3x1.79	Radier busé	2	3.00	2.00	79	A construire	280.8

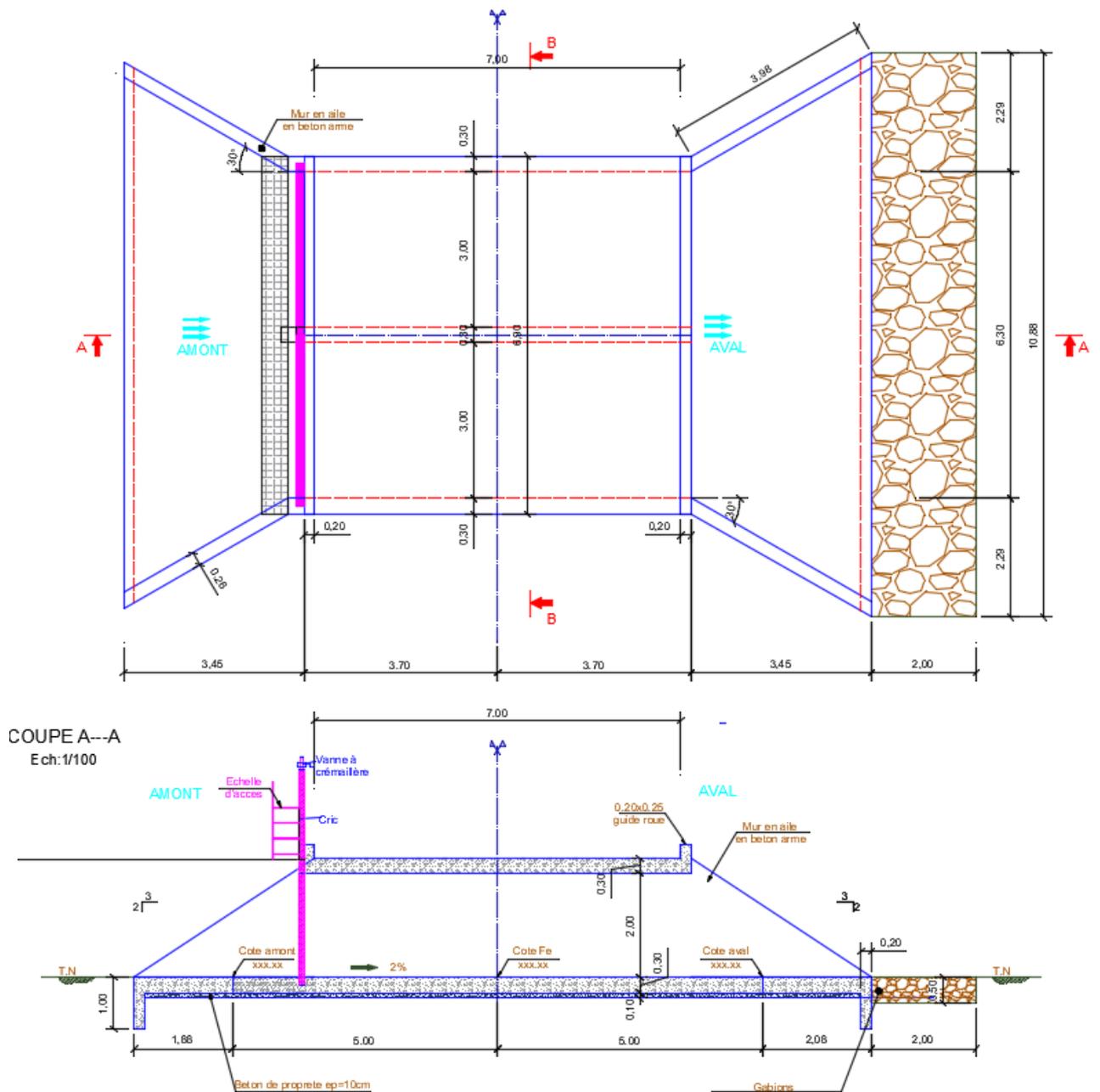


Figure 8: Ouvrage de franchissement sur le ballet

IV. Valorisation des eaux pluviales

Pour la valorisation des eaux pluviales, le consultant prévoit la réalisation d'un Bassin de stockage destinée à collecter les eaux pluviales. Ces eaux seront utilisées par les jardiniers pour arroser les cultures.

4.1. Estimation des besoins en eau et des pertes

4.1.1. Les besoins pour le cheptel

Le bassin sera interdit d'accès au cheptel. Pour cela une clôture du bassin sera prévue.

4.1.2. Pertes par évaporation

L'évapotranspiration potentielle annuelle est élevée et dépasse largement la pluviométrie annuelle. Elle est en moyenne de 2716 mm (1974 – 2016) par an à la station de Gao avec des maxima de 289 mm à 283 mm durant les mois d'Avril et Mai respectivement. Les mois de Novembre, Décembre et Janvier sont considérés comme les mois de basses ETP ;

L'humidité relative est plus élevée durant les mois de Juillet, Août et Septembre. Par contre la période de faible taux d'humidité s'étend de Décembre à Avril.

Le détail des valeurs moyennes mensuelles des paramètres climatiques est indiqué dans le tableau ci-après.

Tableau 28: Valeurs moyennes des paramètres climatiques

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temp. Mini (°C)	16.4	19.3	22.3	25.2	26.5	24.9	23.1	22.5	22.4	22.2	19.5	16.9
Temp. Max(°C)	31.9	35.2	37.8	39.3	39.2	36.3	32.6	31.1	32.3	35.3	35.2	32
Humidité. Relative. Moyenne (%)	30	22	20	31	43	57	71	80	79	65	45	38
ETP moyenne (mm)	171.6	196.5	210.9	204.6	202.8	192	147.6	126.9	129.6	139.2	153.6	163.8

4.1.3. Les pertes d'eau par infiltration

Les valeurs de l'infiltration dans la cuvette des retenues d'eau varient généralement de 1mm/jour à plus de 3 mm/jour et dépendent fortement de la perméabilité du matériau du fond de la cuvette. Il sera adopté une valeur de 2 mm/jour pour l'infiltration.

4.1.4. Le maraîchage :

Le maraîchage de contre-saison froide sera irrigué avec les eaux stockées dans la mare et celui de la contre saison sèche se fera à partir des puisards. Ces puisards seront creusés par chacun des exploitants dans sa parcelle.

Plusieurs spéculations seront menées. Les besoins globaux en eau des cultures maraîchères sont estimés à environ 70 m³/j/ha. Le maraîchage sera pratiqué sur une surface de 10 ha.

Tableau 29: Besoin en eau mensuel d'un hectare de maraîchage

Désignation	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Octobre	Novembre	Décembre
Besoin agricole (m ³ /ha)	2 100						2 100	2 100

4.1.5. Les pertes de volume par dépôts solides

La mare est alimentée en eau à partir des eaux de ruissellement superficielles, elles sont généralement très chargées en matières en suspension. Ces matières solides qui sont arrachées aux bassins versants se déposent dans les cuvettes et y constituent des boues qui réduisent progressivement leur capacité de stockage.

Dans le présent projet il ne sera pas évalué les pertes par dépôt solide car nous recommandons le curage de la mare en fonction de la fréquence des dépôts solides et cela dès que l'ouvrage s'assèche ou lorsque le niveau d'eau dans la mare est le plus bas. Aussi pour freiner le phénomène d'envasement la vanne d'alimentation sera ouverte en Août.

4.1.6. Récapitulatif des besoins et pertes

Les besoins et pertes pour la saison sèche (Octobre à juin) sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 30: Récapitulatif des besoins et pertes

Désignation	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Evaporation (mm)	171.6	196.5	210.9	204.6	202.8	192	147.6	126.9	129.6	139.2	153.6	163.8
Infiltration (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Hauteur des pertes mensuelles (mm)	231.6	256.5	270.9	264.6	262.8	252	207.6	186.9	189.6	199.2	213.6	223.8
Volumes pertes	6948										6408	6714
Besoin cheptel (m ³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Besoin irrigation de 10 ha (m ³)	21 000										21 000	21 000
Volumes mensuel	27 948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27 408	27 714

4.2. Calcul du volume minimal de la mare

La connaissance des besoins en eau à satisfaire et des pertes par évaporation et infiltration permet de calculer le volume minimal et la hauteur minimale de la mare à surcreuser.

La mare est dimensionnée pour assurer les besoins en eau de 10 ha de maraichage de contre saison froide.

Tableau 31: calcul du volume minimal de la mare de 3.5 ha

Volume des Besoins (m ³)	Hauteur des besoins (m)	Hauteur des Pertes (m)	Volume des pertes (m ³)	Volume minimal de la mare	Hauteur minimale de la mare (m)
63 000	1.80	0.67	20 070	87 070	2,47

La mare aura donc les caractéristiques géométriques suivantes !

- Surface : 4 ha
- la profondeur : 2.50 m
- le fruit du talus : 5/1

4.3. Description du volet valorisation des eaux pluviales

Compte tenu du résultat des études sectorielles, le consultant propose :

- 1-Le surcreusement d'un bassin de stockage de 4 ha
- 2-Cloture anti-cheptel du bassin de stockage de 4 ha
- 3- Clôture de (10) hectare de périmètre maraîcher (PM).

V. ETUDES D'AMENAGEMENT DES RUES

5.1. Etat des lieux des rues

Les rues de Pelengana sont toutes non revêtues sauf celles de la rue Gavardo et chinoise. Pendant l'hivernage, les rues sont impraticables à cause de boubier. La majorité des rues n'ont pas ouvrage d'assainissement pluviale et celles qui en possède n'ont pas d'exutoire fiable.

Les rues concernées par l'études sont les rues perpendiculaires et parallèles à la RN6.

Les caractéristiques des rues sont dans le tableau suivant.

Coté	Rue	Nombre	Longueur (m)
Nord	Perpendiculaire	09	16 025
	Parallèle	08	15 420
Sud	Perpendiculaire	06	9 820
	Parallèle	08	11 010

Rue Perpendiculaire Nord				
N°	Longueur (m)	Largeur (m)	Description	Proposition d'aménagement
R1	1952	15	Non revêtu	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux coté
R2	1270	20	Non revêtu	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux coté
R3	1900	15	Non revêtu	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R4	1920	20	Caniveau des deux côtés. Revêtement latéritique	Rechargement latéritique ou pavage avec curage de caniveau des deux coté
R5	1900	20	Revêtement latéritique	Rechargement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux coté
R6	1400	20	Non revêtu	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R7	1900	20	Non revêtu Caniveau Côté gauche	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés

R8	1900	20	Revêtement latéritique et Caniveau Côté gauche	Rechargement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R9	1880	20	Non revêtu	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés

Rue Perpendiculaire Sud				
N°	Longueur (m)	Largeur (m)	Description	Proposition d'aménagement
R1	1000	20	Non revêtu, pas de caniveau	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R2	1600	20	Revêtement latéritique et Caniveau des deux cotés	Rechargement latéritique ou pavage avec curage de caniveau des deux coté
R3	1600	20	Revêtu, pas de caniveau	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R4	1520	20	Non revêtu, pas de caniveau	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R5	1550	20	Non revetu,pas de caniveau	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés
R6	1550	20	Butimé; Pas de caniveau	Revêtement latéritique ou pavage avec réalisation de caniveau des deux cotés

Les rues parallèles de largeur 20 m sont tous non revêtus





5.2. Etudes géométriques de la rue

5.2.1. Vitesse de référence

La rue de ce projet étant une rue urbaine sera conçue pour une vitesse de référence de soixante (60) kilomètres par heure qui est la vitesse maximale en zone habitée. Cette vitesse de référence correspond à une route de **catégorie 3**.

5.2.2. Amélioration des tracés

Les études géométriques ont été faites en utilisant les logiciels Mensura et Autocad qui ont permis de déterminer les tracés en plan, les profils en long et en travers. Il est à rappeler que les calculs ont été faits en se basant sur les normes applicables à ce type de

chaussée. Les rayons des tracés en plan et les dévers associés en section courante sont choisis pour que dans les conditions conventionnelles retenues, le véhicule ne soit pas conduit à mobiliser plus de deux tiers (2/3) du frottement transversal mobilisable.

5.2.3. Caractéristiques géométriques des tracés en plan et du profil en long

Les paramètres géométriques doivent respecter les caractéristiques limites résumés dans le tableau ci-dessous.

Désignations		Valeurs
Vitesse de base		60 km/h
Tracé en plan	Devers maximal	7 %
	Rayon en plan minimal avec devers maxi de 7 %	120 m
	Rayon en plan non déversé	600 m
Profil en long	Déclivité maximale en rampe	7 %
	Rayon minimal en angle saillant	1 500 m
	Rayon minimal en angle rentrant	1 500 m
Talus	Déblais	2/3 à 1/3
	Remblais	3/2 à 1/1

5.2.4. Dimensionnement géométrique

Les données topographiques ont été utilisées pour déterminer les tracés optimaux et effectuer le calcul de la côte projet, des profils en travers ainsi que les cubatures et les mouvements des terres. Ces calculs ont été faits en utilisant le logiciel Mensura pour l'habillage des fonds de plans

a) Profils en travers types

Conformément à l'emprise disponible sur le terrain, la largeur retenue varie de (34 m à 43 m) y compris les caniveaux et les talus de déblais ou de remblais selon la position de la plateforme par rapport au terrain naturel.

b) Profils en long

La topographie de la zone d'études n'impose pas une contrainte de rampes ou de pentes trop importantes. Afin d'assurer le drainage de la rue tout en optimisant les volumes de remblai des travaux de terrassement en maintenant l'épaisseur de rechargement obligatoire, la « ligne rouge des projets » est restée dans la mesure du possible en remblai, exception faite des cas isolés où des déblais plus ou moins importants ont été nécessaires pour améliorer les profils en long des routes. Pour les tracés des profils en long, les règles suivantes ont été respectées :

- Eviter les angles entrants en déblai afin d'éviter la stagnation des eaux en assurant leur écoulement.

- Un profil en long en léger remblai est préférable à un profil en long en léger déblai, qui complique l'évacuation des eaux et isole la chaussée du paysage.
- Assurer une bonne coordination entre le tracé en plan et le profil en long.
- Eviter les lignes brisées constituées par de nombreux segments de pentes voisines

Les tracés combinés (la vue en plan et le profil en long) à l'échelle lisible seront produits et indiqueront l'implantation des ouvrages à construire (ou à réhabiliter) ainsi que les détails de repérage des tracés (courbes en plan et élévation), le bornage kilométrique.

c) Caractéristiques géométriques pour le tracé et le Profil réalisées

- ✓ Largeur emprise : 20 à 15 m
- ✓ Largeur plateforme : 15 m
- ✓ Largeur chaussée : 8 m
- ✓ Largeur des caniveaux : 1 à 0.50 m
- ✓ Pente transversale : 2.5% pour la chaussée et 3 % pour le trottoir.
- ✓ Vitesse de référence : 60 km/h

Des différentes étapes aux traitements des données, nous avons obtenus les résultats suivants : *(Voir Annexes pour les informations sur les axes en plans, les profils en long, les profils en travers type et les rapports de tabulation).*

5.2.5. Variante d'aménagement des rues

Pour l'aménagement des rues, le consultant propose les deux variantes suivantes :

Variante 1 :

La Chaussée est revêtu en latérite avec réalisation de caniveau des deux côtés ;

Variante 2 :

La Chaussée est revêtu en béton bitumineux avec réalisation de caniveau des deux côtés.

5.2.6. Dimensionnement de la structure de la chaussée

a) Estimation du trafic moyen journalier sur la route

Les caractéristiques techniques de base à envisager dépendent largement du niveau des trafics observés sur les différents tronçons de routes et des accroissements prévisibles, mais également de la composition de ces trafics et des caractéristiques des véhicules (dimensions, poids). Selon le Guide Pratique de Dimensionnement des Chaussées pour les Pays Tropicaux (GPDCPT), on distingue cinq (05) classes de sol qui correspondent à une répartition assez constante des divers types de sols rencontrés en pays tropicaux.

Classe de sol	Valeurs de CBR
S1	CBR < 5
S2	5 < CBR < 10
S3	10 < CBR < 15
S4	15 < CBR < 30
S5	CBR > 30

Le même document GPDCPT fait ressortir cinq (05) classes de trafic :

- En nombre de véhicules par jour :

T1 < 300

T2 300 à 1000

T3 1000 à 3000

T4 3000 à 6000

T5 6000 à 12000

- En nombre cumulé de poids lourds (Poids Total en Charge supérieur à 3 tonnes)

b) Estimation des trafics de dimensionnement

Le type de trafic est estimé à T2 enfin de donné une très longue durée de vie à la rue.

c) Choix de la portance

La plateforme d'une chaussée doit supporter les charges transmises par les autres couches de la chaussée sans subir de dommages. Elle doit être rigide pour permettre aux couches sus-jacentes d'être stables par rapport au terrain d'assise. Les sols des rues sont constitués de sols argileux. Le tableau suivant illustre les différents types de plateformes en fonction de leur CBR.

Type	Examen visuel (essieu de 13 t)	Indice portant CBR	Type de sol
P ₀	circulation impossible sol inapte très déformable	CBR = 3	Argiles fines saturées, sols tourbeux, faible densité sèche, sol contenant des matières organiques, etc.
P ₁		3 = CBR = 6	Limons plastiques, argileux et argilo plastiques, argiles à silex, alluvions grossières, très sensibles à l'eau
P ₂ ou PF ₁	Déformable	6 = CBR = 10	Sables alluvionnaires, argileux ou fins limoneux, graves argileuses ou limoneuses, sols marneux contenant moins de 35% de fines
P ₃ ou PF ₂	Peu déformable	10 = CBR = 20	Sables alluvionnaires propres avec fines < 5%, graves argileuses ou limoneuses avec fines < 12%
P ₄ ou PF ₃	Très peu déformable	20 = CBR = 50	Matériaux insensibles à l'eau, sables et graves propres
P ₅ ou PF ₄	Très peu déformable	CBR > 50	Matériaux rocheux saints, etc., chaussées existantes

Le type de sol de notre est dans la catégorie PF1. Nous retenons un CBR de 08.

Ce CBR doit être confirmé par les essais géotechnique avant l'exécution des travaux.

d) Dimensionnement de la structure des chaussées

Le dimensionnement des structures de chaussée a été effectué par l'application du « Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les Pays tropicaux » du Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes du Bâtiments et des Travaux Publics (CEBTP). Le dimensionnement a évidemment tenu compte des résultats et des expériences acquises dans ce domaine concernant les chaussées similaires précédemment étudiées et réalisées. Le principe de dimensionnement des structures de chaussée consiste à

déterminer l'épaisseur de chaque couche dont elle est constituée. Il s'agit, des couches de fondation, de base et de roulement.

En effet, toutes ces couches sont conçues afin de remplir chacune une fonction particulière :

- La couche de roulement doit supporter les agressions en surface comme les efforts de freinage et de démarrage et transmettre les charges verticales à la couche de fondation.
- Quant à la couche de fondation, elle transmet l'ensemble des charges verticales au sol support.

➤ **Méthode de C.B.R (California-Bearing-Ratio)**

C'est une méthode semi-empirique qui se base sur un essai de poinçonnement sur un échantillon du sol support en compactant les éprouvettes de 90% à 100% de l'optimum Proctor modifié sur une épaisseur d'au moins 15cm. Le CBR retenu finalement est la valeur la plus basse obtenue après immersion de cet échantillon. Pour que la chaussée tienne, il faut que la contrainte verticale répartie suivant la théorie de BOUSSINESQ, soit inférieur à une contrainte limite qui est proportionnelle à l'indice CBR. L'épaisseur est donnée par la formule suivante :

$$e = \frac{(100 + \sqrt{P}(75 + 50 \log \frac{N}{10}))}{I_{CBR} + 5}$$

- Eeq : épaisseur équivalente en (cm) ;
- P : la charge max par roue (10 t) ;
- I CBR : Indice CBR.
- N : nombre moyen journalier de poids lourds (PL) à l'horizon projet (tout véhicule de poids en charge > 3 t. - log : logarithme décimal.

Les calculs ont permis d'obtenir ainsi une épaisseur minimale des couches d'assises

Tableau 32: Resultat du dimensionnement chaussé

N	200
P	10
CBR	8
e (cm)	42

✓ **Notion de l'épaisseur équivalente**

La méthode considère que la chaussée est constituée d'une seule couche d'un même matériau. L'épaisseur de la couche obtenue est celle d'une grave concassée propre (grave de référence de coefficient d'équivalence égale à l'unité). La détermination des épaisseurs

des différentes couches d'une chaussée en matériaux divers est obtenue en utilisant les coefficients d'équivalence qui permettent de convertir l'épaisseur équivalente calculée en une épaisseur réelle de plusieurs couches. L'épaisseur équivalente de la chaussée est égale à la somme des épaisseurs équivalentes des couches :

$$E_{eq} = (a1 \times e1) + (a2 \times e2) + (a3 \times e3)$$

(a1, e1) couche de roulement.

(a2, e2)

Couche de base.

(a3, e3) couche de fondation.

Où : a1, a2, a3 : coefficients d'équivalence. e1,e2,e3 : épaisseurs des couches.

Les valeurs usuelles du coefficient d'équivalence suivant le matériau utilisé sont données dans le tableau suivant :

Tableau 33: coefficient d'équivalence des différents matériaux.

Matériaux utilisés	Coefficient d'équivalence
Béton bitumineux- enrobé dense :	
Epaisseur <5cm	1.7
Epaisseur =5cm	1.8
Epaisseur de 5 à 7cm	2.0
Epaisseur >7cm	2.2
Grave bitume :	
Epaisseur ≤10cm	1.2
Epaisseur >10 cm	1.4
Epaisseur de l'ordre de 15cm	1.6
Epaisseur de l'ordre de 20cm	1.7
Grave ciment-grave laitier	1.5
Sable ciment	1.00 à 1.20
Grave concassée ou gravier	1.00
Grave roulée- grave sableuse -TVO	0.75
Sable	0.5
Tuf	0.60

Le tableau suivant donne la répartition des épaisseurs obtenue par la méthode CBR

Tableau 34:Epaisseur couches--Variante 1 (Chaussé non revêtu)

Couche	Epaisseur (cm)
Base en grave latéritique (cm)	25
Fondation en Grave latéritique	30

Tableau 35:Epaisseur couches--Variante 2 (Chaussé revêtu)

Couche	Epaisseur (cm)
Roulement BB(cm)	0.04
Base en grave concassé(cm)	0.20
Fondation en Grave latéritique	0.20

BATIMENT

PROFIL EN TRAVERS TYPE Variante 1
Rue parallèle à la RN

BATIMENT

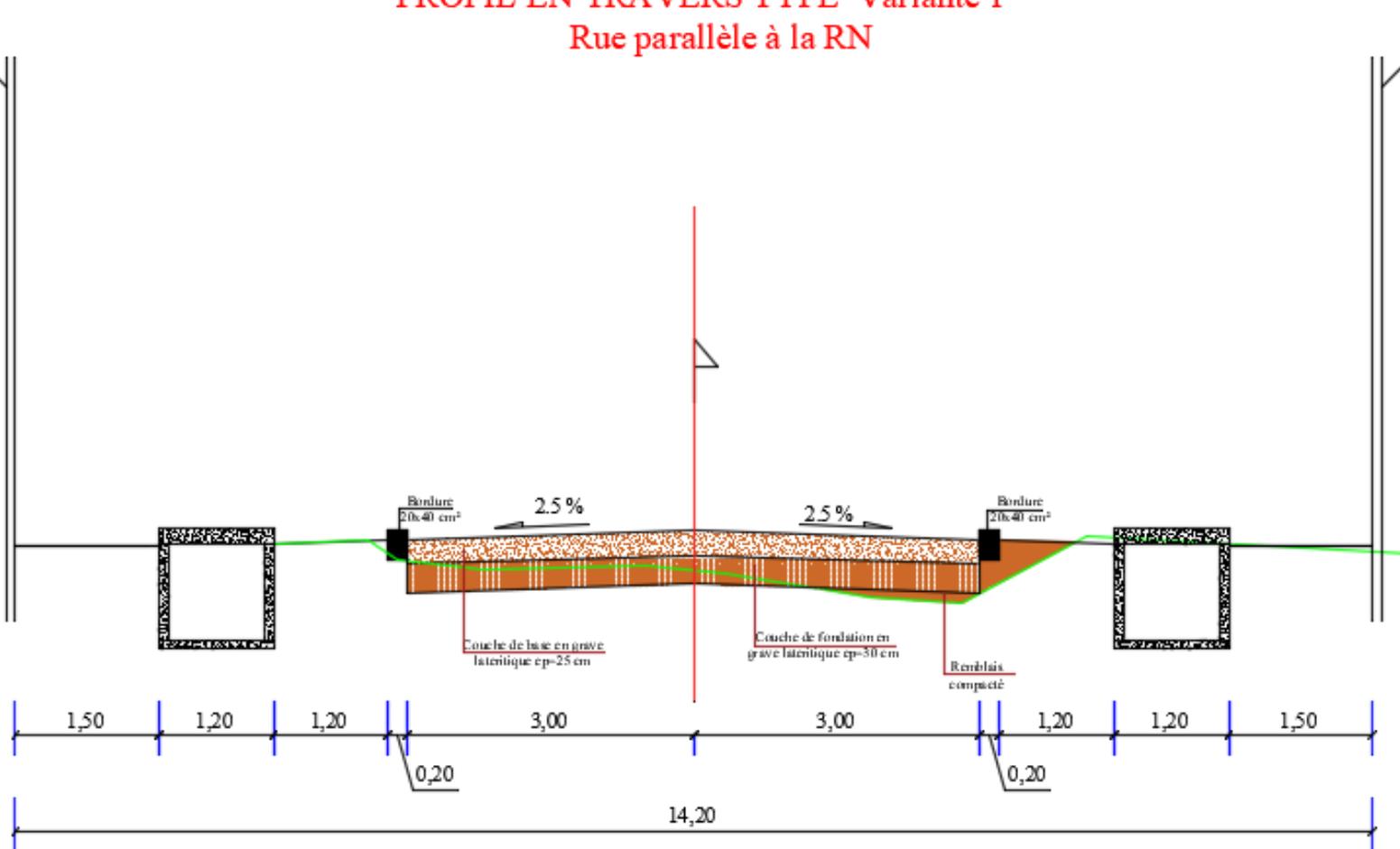


Figure 9: Profil type variante 1 (Rue parallèle)

BATIMENT

PROFIL EN TRAVERS TYPE Variante 1
Rue perpendiculaire à la RN

BATIMENT

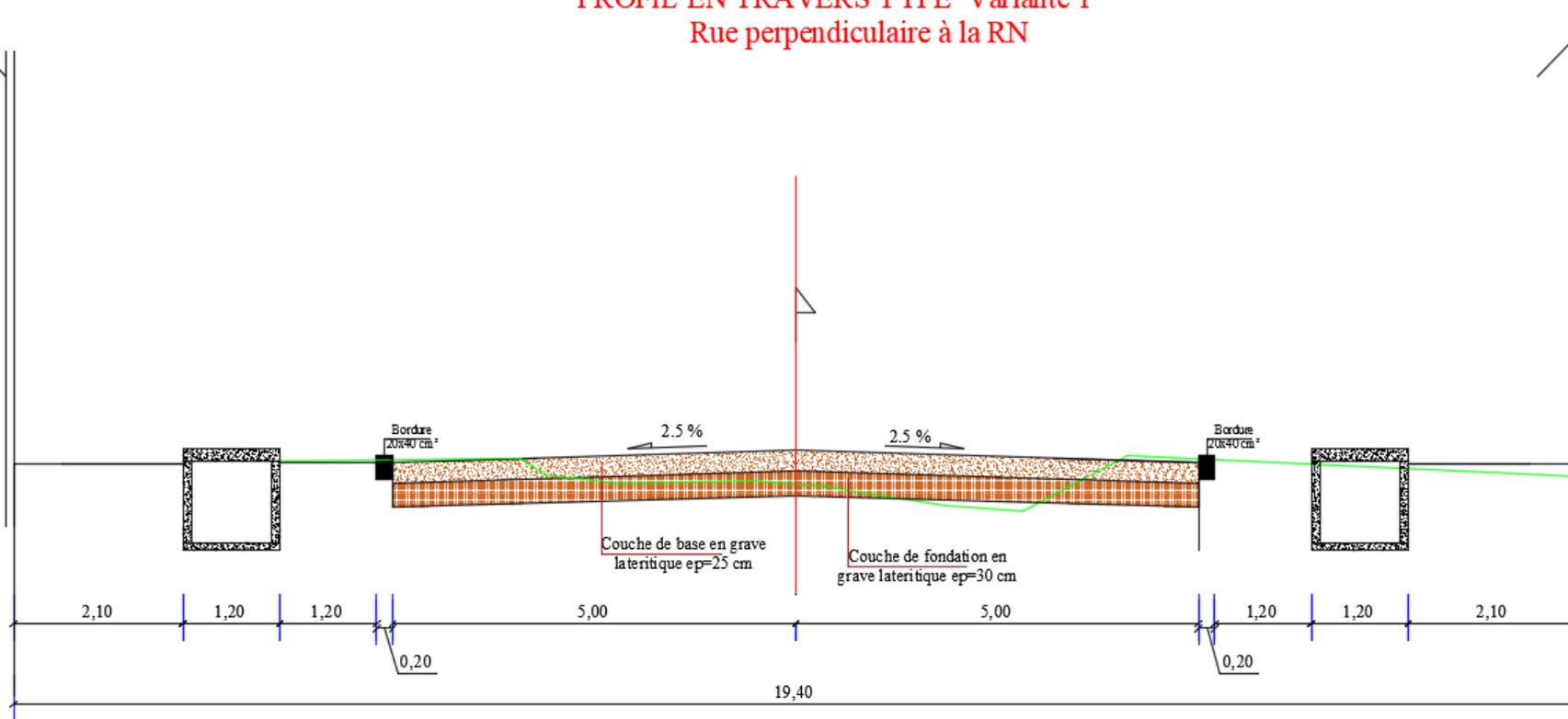


Figure 10: Profil type variante 1 (Rue perpendiculaire)

BATIMENT

BATIMENT

PROFIL EN TRAVERS TYPE Variante 2
Rue parallèle à la RN

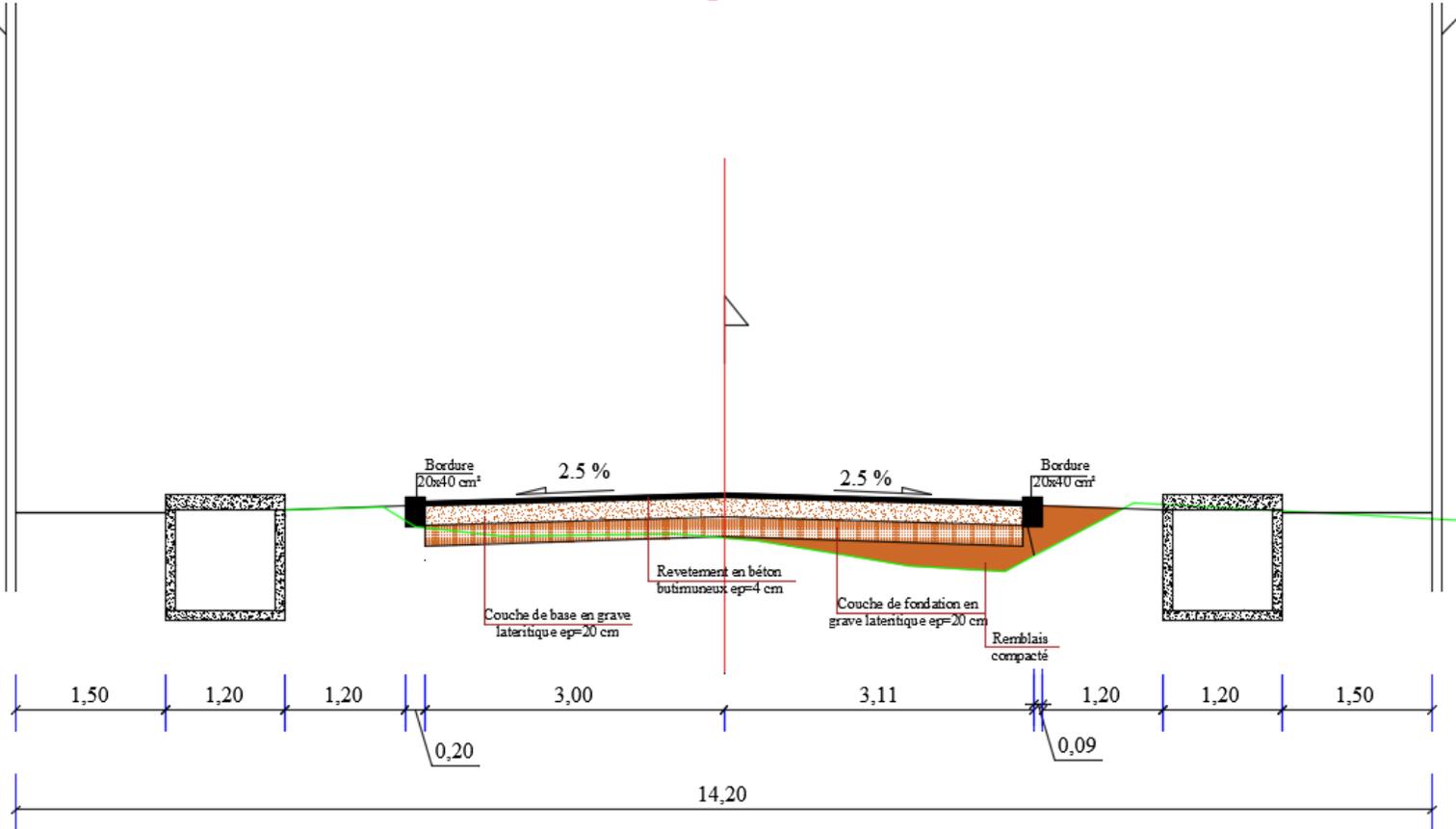


Figure 11: Profil type variante 2 (Rue parallèle)

PROFIL EN TRAVERS TYPE Variante 2 Rue perpendiculaire à la RN

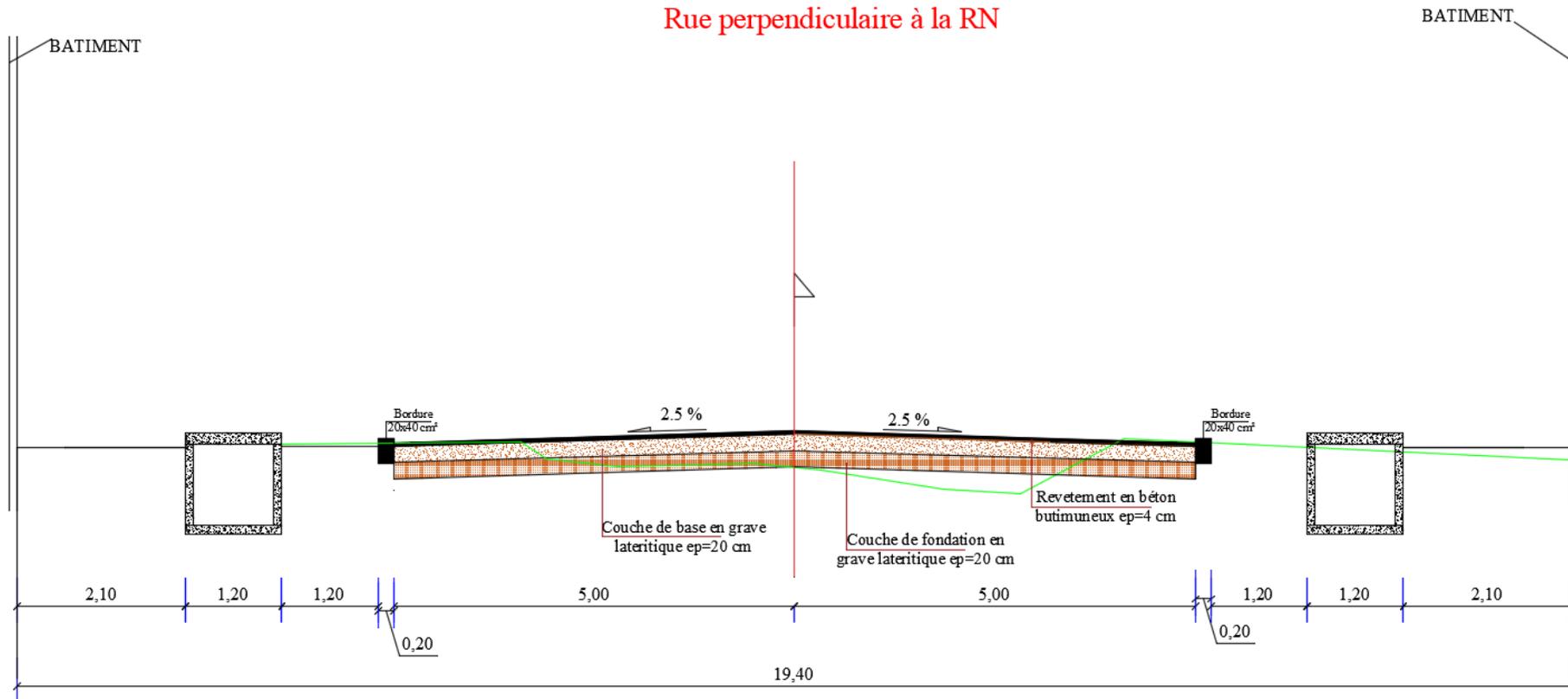


Figure 12: Profil type variante 2 (Rue perpendiculaire)

VI. DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Sur la base des prix unitaires moyens appliqués dans la zone du projet, le coût total du projet pour deux variantes d'aménagement a été estimé pour les deux rues.

Ce coût comprend :

- Les matériaux de construction entrant dans la réalisation des ouvrages,
- Les frais de main d'œuvre qualifié et non qualifiés ;
- Les frais liés à l'emploi des engins et aux frais généraux d'entreprises.

Le tableau ci-dessous donne le récapitulatif du cout des travaux.

Tableau 36: Cout des travaux de drainage des eaux pluviales et leurs valorisation et d'aménagement des rues

DESIGNATION	OPTION	COUT DES TRAVAUX
Travaux de drainage des eaux pluviales et leurs valorisation	Réalisation des collecteurs Nord, Sud, Gavardo et surcreusement de mare, bassin de stockage, ouvrage de contrôle sur le Ballet et clôture de 10 ha de périmètre maraicher	4 326 214 000
Aménagement des rues parallèles	Chaussée en latérite	5 778 709 000
	Chaussée en béton bitumineux	7 283 000 295
Aménagement des rues perpendiculaires	Chaussée en latérite	6 811 023 500
	Chaussée en béton bitumineux	9 721 422 706

Tableau 37: Récapitulatif du cout des travaux de Réalisation des collecteurs Nord, Sud, Gavardo et surcreusement de mare, bassin de stockage, ouvrage de contrôle sur le Ballet et clôture de 10 ha de périmètre maraicher

N° PRIX	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	U	Qté	P.U	MONTANT (F. CFA)
100	POSTE 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution	u	1	85 000 000	85 000 000
200	Poste 200 : Dégagement des emprises	u	1	20 498 000	20 498 000
300	Poste 300 : Terrassements	u	1	260 314 000	260 314 000
400	Poste 400 : Réalisation collecteur	u	1	3 204 080 000	3 204 080 000
500	Poste 500 : Signalisation et protection	u	1	356 004 000	356 004 000
600	Poste 600 : Aménagement de bassin de stockage et surcreusement mare Sud	u	1	277 354 000	277 354 000
700	Poste 700 : Réalisation d'un ouvrage de contrôle sur le Ballet, Recalibrage du Ballet et curage du collecteur RN	u	1	97 964 000	97 964 000
800	Poste 800 : Provision pour déplacements de réseaux et Divers	u	1	25 000 000	25 000 000
	TOTAL GÉNÉRAL TRAVAUX DE DRAINAGE DES EAUX PLUVIALES ET LEURS VALORISATION				4 326 214 000

Tableau 38: Récapitulatif du Cout des travaux des rues parallèle à la RN-Variante 1

N° PRIX	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	U	Qté	P.U	MONTANT (F. CFA)
100	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution	u	1	95 000 000	95 000 000
200	Poste 200 : Dégagement des emprises	u	1	112 720 000	112 720 000
300	Poste 300 : Terrassements	u	1	515 385 000	515 385 000
400	Poste 400 : Chaussées et Dépendances	u	1	800 829 000	800 829 000
500	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 0.80x0.80 m	u	1	4 224 775 000	4 224 775 000
600	Poste 600 : Signalisation et Équipements	u	1	10 000 000	10 000 000
700	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers	u	1	20 000 000	20 000 000
	TOTAL GÉNÉRAL TRAVAUX				5 778 709 000

Tableau 39: Récapitulatif du Cout des travaux des rues parallèle à la RN-Variante 2

N° PRIX	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	U	Qté	P.U	MONTANT (F. CFA)
100	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution	u	1	95 000 000	95 000 000
200	Poste 200 : Dégagement des emprises	u	1	112 720 000	112 720 000
300	Poste 300 : Terrassements	u	1	515 385 000	515 385 000
400	Poste 400 : Chaussées et Dépendances	u	1	2 305 120 295	2 305 120 295
500	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement	u	1	4 224 775 000	4 224 775 000
600	Poste 700 : Signalisation et Équipements	u	1	10 000 000	10 000 000
700	Poste 900 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers	u	1	20 000 000	20 000 000
	TOTAL GÉNÉRAL TRAVAUX				7 283 000 295

Tableau 40: Récapitulatif du Cout des travaux des rues perpendiculaires à la RN-Variante 1

N° PRIX	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	U	Qté	P.U	MONTANT (F. CFA)
100	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution	u	1	95 000 000	95 000 000
200	Poste 200 : Dégagement des emprises	u	1	110 380 000	110 380 000
300	Poste 300 : Terrassements	u	1	620 280 000	620 280 000
400	Poste 400 : Chaussées et Dépendances	u	1	1 150 106 000	1 150 106 000
500	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 1x1 m	u	1	4 805 257 500	4 805 257 500
600	Poste 600 : Signalisation et Équipements	u	1	10 000 000	10 000 000
700	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers	u	1	20 000 000	20 000 000
	TOTAL GÉNÉRAL TRAVAUX				6 811 023 500

Tableau 41: Récapitulatif du Cout des travaux des rues perpendiculaires à la RN-Variante 2

N° PRIX	DÉSIGNATION DES TRAVAUX	U	Qté	P.U	MONTANT (F. CFA)
100	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution	u	1	95 000 000	95 000 000
200	Poste 200 : Dégagement des emprises	u	1	116 380 000	116 380 000
300	Poste 300 : Terrassements	u	1	656 280 000	656 280 000
400	Poste 400 : Chaussées et Dépendances	u	1	3 810 839 206	3 810 839 206
500	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 1x1 m	u	1	5 012 923 500	5 012 923 500
600	Poste 600 : Signalisation et Équipements	u	1	10 000 000	10 000 000
700	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers	u	1	20 000 000	20 000 000
	TOTAL GÉNÉRAL TRAVAUX				9 721 422 706

Le détail quantitatif des travaux sont données dans les tableaux suivants.

Tableau 42: Devis quantitatif et estimatif des travaux de réalisation des collecteurs Nord, Sud, Gavardo et surcreusement de mare, bassin de stockage, ouvrage de contrôle sur le Ballet et clôture de 10 ha de périmètre maraicher

Prix N°	Désignation	U	Qté	Prix unitaire en F CFA HT	Montant en F CFA HT
	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution				
101	Installation et Repli de l'Entreprise	Ft	1	50 000 000	50 000 000
102	Campagne géotechnique complémentaire	Ft	1	10 000 000	10 000 000
103	Études d'exécution et plan de récolement	Ft	1	10 000 000	10 000 000
104	Déviations et aménagements provisoires pour le maintien de la circulation publique au moment des travaux	Ft	1	15 000 000	15 000 000
	Sous total poste 100				85 000 000
	Poste 200 : Dégagement des emprises				
201	Débroussaillage, nettoyage et décapage de l'emprise des travaux de 20 cm	m ²	67 490	200	13 498 000
202	Abattage et dessouchage d'arbres	ff	1	2 000 000	2 000 000
203	Démolition de construction existante de toute nature	ff	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 200				20 498 000
	Poste 300 : Terrassements				
301	Déblais en terrain ordinaire et dure mis en dépôt	m ³	85 613	2 000	171 226 000
302	Remblai technique compacté au niveau des parois de collecteur déjà réalisé	m ³	29 696	3 000	89 088 000
303	Reprofilage de l'espace entre le trottoir et les bâtis	m ²		1 000	-
	Sous total poste 300				260 314 000
	Poste 400 : réalisation collecteur				
401	Béton de propreté ép. 5 cm dosé à 150 kg/m ³	m ³	1 846	60 000	110 760 000
402	Béton armé pour radier ép. 20 cm	m ³	7 382	175 000	1 291 850 000
403	Béton armé pou parois collecteur ép. 20 cm 3 dosé à 350 kg/m ⁴	m ³	8 190	175 000	1 433 250 000
404	F/P de gabion (2x1x0.5) posé sur du géotextile (600g/m ²) à la fin du collecteur Nord	m	9	50 000	450 000
404	Dalette collecteur Sud (4x2)				
404.1	Dalette série lourde en BA au niveau des traversés de rue ; porté 10 m ep=0.3	ml	300	230 000	69 000 000

404.1	Dalette série lourde en BA au niveau des portails ; porté 4 m ep=0.3	ml	40	230 000	9 200 000
404.1	Dalette série légère en BA au niveau des portails ; porté 2 m ep=0.20	ml	20	155 000	3 100 000
405	Dalette collecteur Nord(3x1.5)				
405.1	Dalette série lourde en BA au niveau des traversés de rue ; porté 10 m ep=0.3	ml	310	230 000	71 300 000
405.2	Dalette série lourde en BA au niveau des portails ; porté 4 m ep=0.3	ml	600	230 000	138 000 000
405.3	Dalette série légère en BA au niveau des portails ; porté 2 m ep=0.20	ml	300	155 000	46 500 000
406	Dalette collecteur Gavardo (2x1)				
406.1	Dalette série lourde en BA au niveau des traversés de rue ; porté 10 m ep=0.3	ml	120	121 000	14 520 000
406.2	Dalette série lourde en BA au niveau des portails ; porté 4 m ep=0.3	ml	100	121 000	12 100 000
406.3	Dalette série légère en BA au niveau des portails ; porté 2 m ep=0.20	ml	50	81 000	4 050 000
407	Réalisation de Dalot (2x1) sur le goudron Gavardo pour relier la mare Gavardo au collecteur Gavardo (2x1)	U	1	8 500 000	8 500 000
	Sous total poste 400				3 204 080 000
	Poste 500 : Signalisation et protection				
501	F/P de fourreau au niveau des tuyaux de la SOMAGEP de diamètre 20 à 90 mm	ff	1	5 000 000	5 000 000
503	Garde-corps de protection métallique	ml	25 070	8 000	200 560 000
504	Béton armé pour Balise de protection distante de 3 m de diamètre Ø20 de hauteur 0.60 m ancré dans une semelle de 0.4x0.4x0.5 m	Nbre	8 358	18 000	150 444 000
	Sous total poste 500				356 004 000
	Poste 600 : Aménagement de bassin de stockage et surcreusement mare Sud				
601	Déblai en masse en terrain argileux pour surcreusement du bassin de stockage y compris talutage (5/1) conformément aux plans d'exécution	m ³	100 000	1 750	175 000 000
602	Remblais compactés pour Diguette de ceinture du bassin y compris de 15 cm	m ³	4 748	3 000	14 244 000
603	réalisation du canal d'alimentation du bassin en BA dosé à 350 Kg/m ³	m ³	26	160 000	4 160 000

604	F/P vanne murale 2,80 X 3,50 à cric avec crémaillère sur le collecteur Nord y compris l'accès au boîtier de cric et toute sujétion de pose -les caractéristiques sont les suivants: +Tôle de couverture amont et aval pour vanne murale en acier inoxydable ep=6 mm avec ajout de couches anti rouille +Cadre de la vanne murale en UPN80 +Cadre à sceller dans les bajoyers et radier du collecteur en UPN120 +Cric à crémaillère d'effort de levé 7 Tonnes mini et de hauteur de levé 3.5 m	Ens	1	5 000 000	5 000 000
605	Clôtures métallique anti cheptel de la mare La clôture de hauteur 2 m est constituée de : - Poteaux verticaux : Tube rond 80 espacé de 3 m - Poteaux horizontaux : Tube rond 40 à tous les 30 cm - Poteaux verticaux : Poteau en béton armé ϕ 20 cm espacé de 9 m - Poteaux d'angle : Poteau en béton armé ϕ 20 cm	ml	1 055	10 000	10 550 000
606	Clôture grillagée du périmètre h = 1.5 m (poteau en cornière 50 a tous les 3 m. Au niveau du portail l'épaisseur des poteaux seront de dimensions 0,20 x 0,20 x 2m. Grillage (maille 5 cm et fil galva 2.5 mm) maintenu par du fil galvanise diamètre 3mm en 3 rangées fixées par des tendeurs. Avec poteaux en IPN 80 a chaque 25 m et des poteaux en béton armé 0.20x0.20x2 à chaque angle, les poteaux seront scellés en béton cyclopéen dose à 300 kg/m3.	ml	2200	12 000	26 400 000
601	Déblai en masse en terrain argileux pour surcreusement de la mare Sud y compris talutage (5/1) conformément aux plans d'exécution	m ³	24 000	1 750	42 000 000
	Sous total poste 600				277 354 000
	Poste 700 : Réalisation d'un ouvrage de contrôle sur le Ballet, Recalibrage du Ballet et curage du collecteur RN				
700	Dalot 2x3x2 en béton armé de largeur circulaire 10 m y compris guide roue et garde-corps métallique, béton de propreté et remblais technique	u	1	15 000 000	15 000 000
701	F/P de gabion à l'amont et aval de l'ouvrage	m ³	36	45 000	1 620 000
702	Fourniture et pose de géotextile 400 g/m ²	m ²	86	4 000	344 000

703	F/P vanne murale 3X 2 à cric avec crémaillère à la fin du collecteur y compris l'accès au boîtier de cric et toute sujétion de pose -les caractéristiques sont les suivants: +Toile de couverture amont et aval pour vanne murale en acier inoxydable ep=6 mm avec ajout de couches anti rouille +Cadre de la vanne murale en UPN 80 +Cadre à sceller dans les bajoyers et radier de l'ouvrage en UPN100 +Cric à crémaillère d'effort de levé 8 Tonnes mini et de hauteur de levé 1.00 m	Ens	2.00	5 500 000	11 000 000
	Recalibrage du ballet au niveau de l'ouvrage de franchissement .l'emprise à surcreuser est de 20 m	ml	1 000.00	15 000	15 000 000
	Recalibrage de l'exutoire et du ballet au niveau du poste	ml	3 000.00	15 000	45 000 000
	Curage du collecteur RN (de l'embouchure du collecteur Sud à l'exutoire)	ml	2 000.00	5 000	10 000 000
	Sous total poste 700				97 964 000
	Poste 800 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers				
801	Réseau EDM électricité (basse et moyenne tension)	Ft	1	15 000 000	15 000 000
802	Réseau SOMAGEP	Ft	1	10 000 000	10 000 000
	Sous total poste 900				25 000 000
	TOTAL				4 326 214 000

Tableau 43: Détails quantitatifs et estimatifs des travaux d'aménagement des rues: Variante route non revêtu
Rue parallèle à la RN-Emprise aménagée 15 m

Prix N°	Désignation	U	Qté	Prix unitaire en F CFA HT	Montant en F CFA HT
	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution				
101	Installation et Repli de l'Entreprise	Ft	1	50 000 000	50 000 000
102	Campagne géotechnique complémentaire	Ft	1	10 000 000	10 000 000
103	Études d'exécution et plan de récolement	Ft	1	15 000 000	15 000 000
104	Déviations et aménagements provisoires pour le maintien de la circulation publique au moment des travaux	Ft	1	20 000 000	20 000 000
	Sous total poste 100				95 000 000
	Poste 200 : Dégagement des emprises				
201	Débroussaillage, nettoyage et décapage de l'emprise des travaux de 20 cm	m ²	528 600	200	105 720 000
202	Abattage et dessouchage d'arbres	ff	1	2 000 000	2 000 000
203	Démolition de construction existante de toute nature	ff	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 200				112 720 000
	Poste 300 : Terrassements				
301	Déblais meubles mis en dépôt	m ³		2 695	0
302	Remblai provenant d'emprunt	m ³	79 290	5 000	396 450 000
303	Reprofilage de l'espace entre les caniveaux et les bati	m ²	118 935	1 000	118 935 000
	Sous total poste 300				515 385 000
	Poste 400 : Chaussées et Dépendances				
401	Couche de forme en graveleux latéritique naturel	m ³		6 000	0
402	Couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m ³	47 574	6 000	285 444 000
403	Couche de base en graveleux latéritique naturel	m ³	39 645	7 000	277 515 000
409	Fourniture et mise en œuvre de bordures de type T2	ml	52 860	4 500	237 870 000
	Sous total poste 400				800 829 000
	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 0.80x0.80 m				
501	Béton de propreté ép. 5 cm dosé à 150 kg/m ³	m ³	2 643.00	60 000	158 580 000
502	Béton armé pour radier ép. 10 cm dosé à 350 kg/m ³	m ³	5 286.00	160 000	845 760 000
503	Construction des parois en maçonnerie de parpaing plein de 15 cm, dosé 300kg/m ³	m ²	84 576.00	12 500	1 057 200 000
504	Raidisseurs verticaux en BA ep=0.15 m dosé à 350kg/m ³ avec toutes sujétions,	m ³	499.60	150 000	74 940 000

505	Béton armé pour couronnement ép. 5 cm dosé à 300 kg/m ³	m ³	792.90	150 000	118 935 000
506	Dalette série légère au niveau des portillon ; porté 1.5 m ep=0.20	ml	3 966	50 000	198 300 000
507	Dalette série légère au niveau des portes; porté 3 m ep=0.25	ml	7 932	130 000	1 031 160 000
508	Dalette série légère au niveau des rues; porté 8 m ep=0.25	ml	2 114	350 000	739 900 000
	Sous total poste 500				4 224 775 000
	Poste 600 : Signalisation et Équipements				
601	Signalisation horizontale y compris toute sujetion	Ens	1	5 000 000	5 000 000
602	Signalisation Verticale (Panneaux)	Ens	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 600				10 000 000
	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers				
701	Réseau EDM électricité (basse et moyenne tension)	Ft	1	10 000 000	10 000 000
702	F/P de fourreau au niveau des tuyaux de la SOMAGEP de diamètre 20 à 90 mm	Ft	1	10 000 000	10 000 000
	Sous total poste 700				20 000 000
	TOTAL				5 778 709 000

Tableau 44: Détails quantitatifs et estimatifs des travaux d'aménagement des rues : Variante route revêtue en Béton bitumineux Rue parallèle à la RN-Emprise aménagée 15 m

Prix N°	Désignation	U	Qté	Prix unitaire en F CFA HT	Montant en F CFA HT
	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution				
101	Installation et Repli de l'Entreprise	Ft	1	50 000 000	50 000 000
102	Campagne géotechnique complémentaire	Ft	1	10 000 000	10 000 000
103	Études d'exécution et plan de récolement	Ft	1	15 000 000	15 000 000
104	Déviations et aménagements provisoires pour le maintien de la circulation publique au moment des travaux	Ft	1	20 000 000	20 000 000
	Sous total poste 100				95 000 000
	Poste 200 : Dégagement des emprises				
201	Débroussaillage, nettoyage et décapage de l'emprise des travaux de 20 cm	m2	528 600	200	105 720 000
202	Abattage et dessouchage d'arbres	ff	1	2 000 000	2 000 000
203	Démolition de construction existante de toute nature	ff	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 200				112 720 000
	Poste 300 : Terrassements				
301	Déblais meubles mis en dépôt	m3		2 695	0
302	Remblai provenant d'emprunt	m3	79 290	5 000	396 450 000
303	Reprofilage de l'espace entre les caniveaux et les bati	m2	118 935	1 000	118 935 000
	Sous total poste 300				515 385 000
	Poste 400 : Chaussées et Dépendances				
401	Couche de forme en graveleux latéritique naturel	m3		6 000	0
402	Couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m3	31 716	6 000	190 296 000
403	Couche de base en graveleux latéritique naturel	m3	31 716	7 000	222 012 000
405	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation au cut bak 0/1 sur la couche de base	m2	158 580	1 081	171 424 980
406	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage	m2	158 580	907	143 832 060
407	Exécution d'une couche de roulement en béton bitumineux 0/10 pour couche de roulement	T	15 065	88 927	1 339 685 255
409	Fourniture et mise en œuvre de bordures de type T2	ml	52 860	4 500	237 870 000
	Sous total poste 400				2 305 120 295
	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 0.80x0.80 m				
501	Béton de propreté ép. 5 cm dosé à 150 kg/m ³	m ³	2 643.00	60 000	158 580 000

502	Béton armé pour radier ép. 10 cm dosé à 350 kg/m ³	m ³	5 286.00	160 000	845 760 000
503	Construction des parois en maçonnerie de parpaing plein de 15 cm, dosé 300kg/m ³	m ²	84 576.00	12 500	1 057 200 000
504	Raidisseurs verticaux en BA ep=0.15 m dosé à 350kg/m ³ avec toutes sujétions,	m ³	499.60	150 000	74 940 000
505	Béton armé pour couronnement ép. 5 cm dosé à 300 kg/m ³	m ³	792.90	150 000	118 935 000
506	Dalette série légère au niveau des portillon ; porté 1.5 m ep=0.20	ml	3 966	50 000	198 300 000
507	Dalette série légère au niveau des portes; porté 3 m ep=0.25	ml	7 932	130 000	1 031 160 000
508	Dalette série légère au niveau des rues ; porté 8 m ep=0.25	ml	2 114	350 000	739 900 000
	Sous total poste 500				4 224 775 000
	Poste 600 : Signalisation et Équipements				
601	Signalisation horizontale y compris toute sujétion	Ens	1	5 000 000	5 000 000
602	Signalisation Verticale (Panneaux)	Ens	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 600				10 000 000
	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers				
701	Réseau EDM électricité (basse et moyenne tension)	Ft	1	10 000 000	10 000 000
702	F/P de fourreau au niveau des tuyaux de la SOMAGEP de diamètre 20 à 90 mm	Ft	1	10 000 000	10 000 000
	Sous total poste 700				20 000 000
	TOTAL				7 283 000 295

Tableau 45: Détails quantitatifs et estimatifs des travaux d'aménagement des rues: Variante route non revêtue Rue perpendiculaire à la RN-Emprise aménagée 20 m

Prix N°	Désignation	U	Qté	Prix unitaire en F CFA HT	Montant en F CFA HT
	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution				
101	Installation et Repli de l'Entreprise	Ft	1	50 000 000	50 000 000
102	Campagne géotechnique complémentaire	Ft	1	10 000 000	10 000 000
103	Études d'exécution et plan de récolement	Ft	1	15 000 000	15 000 000
104	Déviations et aménagements provisoires pour le maintien de la circulation publique au moment des travaux	Ft	1	20 000 000	20 000 000
	Sous total poste 100				95 000 000
	Poste 200 : Dégagement des emprises				
201	Débroussaillage, nettoyage et décapage de l'emprise des travaux de 20 cm	m2	516 900	200	103 380 000
202	Abattage et dessouchage d'arbres	ff	1	2 000 000	2 000 000
203	Démolition de construction existante de toute nature	ff	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 200				110 380 000
	Poste 300 : Terrassements				
301	Déblais meubles mis en dépôt	m3		2 695	0
302	Remblai provenant d'emprunt	m3	103 380	5 000	516 900 000
303	Reprofilage de l'espace entre les caniveaux et les bati	m2	103 380	1 000	103 380 000
	Sous total poste 300				620 280 000
	Poste 400 : Chaussées et Dépendances				
401	Couche de forme en graveleux latéritique naturel	m3		6 000	0
402	Couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m3	77 535	6 000	465 210 000
403	Couche de base en graveleux latéritique naturel	m3	64 613	7 000	452 291 000
409	Fourniture et mise en œuvre de bordures de type T2	ml	51 690	4 500	232 605 000

	Sous total poste 400				1 150 106 000
	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 1x1 m				
501	Béton de propreté ép. 5 cm dosé à 150 kg/m ³	m ³	3 359.85	60 000	201 591 000
502	Béton armé pour radier ép. 10 cm dosé à 350 kg/m ³	m ³	6 719.70	160 000	1 075 152 000
503	Construction des parois en maçonnerie de parpaing plein de 15 cm, dosé 300kg/m ³	m ²	103 380.00	12 500	1 292 250 000
504	Raidisseurs verticaux en BA ep=0.15 m dosé à 350kg/m ³ avec toutes sujétions,	m ³	610.68	150 000	91 602 000
505	Béton armé pour couronnement ép. 5 cm dosé à 300 kg/m ³	m ³	775.35	150 000	116 302 500
506	Dalette série légère au niveau des portillon ; porté 1.5 m ep=0.20	ml	2 586	50 000	129 300 000
507	Dalette série légère au niveau des portes ; porté 3 m ep=0.25	ml	5 172	130 000	672 360 000
508	Dalette série légère au niveau des rues ; porté 10 m ep=0.25	ml	2 820	435 000	1 226 700 000
	Sous total poste 500				4 805 257 500
	Poste 600 : Signalisation et Équipements				
601	Signalisation horizontale y compris toute sujétion	Ens	1	5 000 000	5 000 000
602	Signalisation Verticale (Panneaux)	Ens	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 600				10 000 000
	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers				
701	Réseau EDM électricité (basse et moyenne tension)	Ft	1	10 000 000	10 000 000
702	F/P de fourreau au niveau des tuyaux de la SOMAGEP de diamètre 20 à 90 mm	Ft	1	10 000 000	10 000 000
	Sous total poste 700				20 000 000
	TOTAL				6 811 023 500

Tableau 46:Détails quantitatifs et estimatifs des travaux d'aménagement des rues:Variante route révetu en BB Rue perpendiculaire à la RN-Emprise aménagée 20 m

Prix N°	Désignation	U	Qté	Prix unitaire en F CFA HT	Montant en F CFA HT
	Poste 100 : Installations et Repli de Chantier, Laboratoire de Chantier et préparation des Plans d'exécution				
101	Installation et Repli de l'Entreprise	Ft	1	50 000 000	50 000 000
102	Campagne géotechnique complémentaire	Ft	1	10 000 000	10 000 000
103	Études d'exécution et plan de récolement	Ft	1	15 000 000	15 000 000
104	Déviations et aménagements provisoires pour le maintien de la circulation publique au moment des travaux	Ft	1	20 000 000	20 000 000
	Sous total poste 100				95 000 000
	Poste 200 : Dégagement des emprises				
201	Débroussaillage, nettoyage et décapage de l'emprise des travaux de 20 cm	m2	546 900	200	109 380 000
202	Abattage et dessouchage d'arbres	ff	1	2 000 000	2 000 000
203	Démolition de construction existante de toute nature	ff	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 200				116 380 000
	Poste 300 : Terrassements				
301	Déblais meubles mis en dépôt	m3		2 695	0
302	Remblai provenant d'emprunt	m3	109 380	5 000	546 900 000
303	Reprofilage de l'espace entre les caniveaux et les bati	m2	109 380	1 000	109 380 000
	Sous total poste 300				656 280 000
	Poste 400 : Chaussées et Dépendances				
401	Couche de forme en graveleux latéritique naturel	m3		6 000	0
402	Couche de fondation en graveleux latéritique naturel	m3	54 690	6 000	328 140 000
403	Couche de base en graveleux latéritique naturel	m3	54 690	7 000	382 830 000
405	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'imprégnation au cut bak 0/1 sur la couche de base	m2	273 450	1 081	295 599 450
406	Fourniture et mise en œuvre d'une couche d'accrochage	m2	273 450	907	248 019 150
407	Exécution d'une couche de roulement en béton bitumineux 0/10 pour couche de roulement	T	25 978	88 927	2 310 145 606
409	Fourniture et mise en œuvre de bordures de type T2	ml	54 690	4 500	246 105 000
	Sous total poste 400				3 810 839 206
	Poste 500 : Drainage et Ouvrages d'Assainissement 1x1 m				

501	Béton de propreté ép. 5 cm dosé à 150 kg/m ³	m ³	3 554.85	60 000	213 291 000
502	Béton armé pour radier ép. 10 cm dosé à 350 kg/m ³	m ³	7 109.70	160 000	1 137 552 000
503	Construction des parois en maçonnerie de parpaing plein de 15 cm, dosé 300kg/m ³	m ²	109 380.00	12 500	1 367 250 000
504	Raidisseurs verticaux en BA ep=0.15 mdosé à 350kg/m ³ avec toutes sujétions,	m ³	646.12	150 000	96 918 000
505	Béton armé pour couronnement ép. 5 cm dosé à 300 kg/m ³	m ³	820.35	150 000	123 052 500
504	Dalette série légère au niveau des portillon ; porté 1.5 m ep=0.20	ml	2 736	50 000	136 800 000
505	Dalette série légère au niveau des portes; porté 3 m ep=0.25	ml	5 472	130 000	711 360 000
506	Dalette série légère au niveau des rues; porté 10 m ep=0.25	ml	2 820	435 000	1 226 700 000
	Sous total poste 500				5 012 923 500
	Poste 600 : Signalisation et Équipements				
601	Signalisation horizontale y compris toute sujetion	Ens	1	5 000 000	5 000 000
602	Signalisation Verticale (Panneaux)	Ens	1	5 000 000	5 000 000
	Sous total poste 600				10 000 000
	Poste 700 : Provision pour déplacement de réseaux et Divers				
701	Réseau EDM électricité (basse et moyenne tension)	Ft	1	10 000 000	10 000 000
702	F/P de fourreau au niveau des tuyaux de la SOMAGEP de diamètre 20 à 90 mm	Ft	1	10 000 000	10 000 000
	Sous total poste 700				20 000 000
	TOTAL				9 721 422 706

VII. CONCLUSION

Les études de drainage, leurs valorisations et d'aménagement des rues de Pelengana ont abouti à la proposition de/d' :

- Réalisation d'un collecteur Nord (3 m x1.5 m) en béton armé dont l'exutoire est le ballet à Semenmbougou
- Réalisation d'un collecteur Sud (4 m x2 m) en béton armé dont l'exutoire est le collecteur existant à droite de la RN6 au niveau du Bougoufié
- Surcreusement d'une mare au Sud de Pelengana;
- Surcreusement d'un bassin de stockage de 4 ha destiné au stockage des eaux pluviales pour l'irrigation de 10 ha de périmètre maraicher pendant la contre saison froide
- Réalisation d'un ouvrage de franchissement équipé de vanne crémaillère sur le Ballet à Semenbougou
- Aménagement des rues parallèle et perpendiculaire à la RN (Réalisation de caniveau, rechargement et /ou revêtement)

Il est recommandé pendant la construction aux Entreprises chargées des travaux de/d' :

- Respecter d'une part les prescriptions techniques particulières de son marché des travaux et d'autre part les règles de l'art afin de garantir la fonctionnalité et la durabilité des aménagements ;
- En plus des manœuvres, d'engager des riverains dans les fonctions de chefs d'équipes et de maçons. Ceci créera la compétence locale nécessaire à l'entretien de la rue par des groupements riverains.

La réalisation de ce projet contribuera à la satisfaction de certains besoins de base des habitants de Pelengana et environ grâce à la facilité de se mouvoir en toute saison et la pratique de maraichage sur 10 ha.

Dans le souci d'assurer la durabilité des infrastructures, il est nécessaire après les travaux d'exécution à l'entreprise, de prendre les dispositions pour assurer l'entretien des collecteurs, routes et des ouvrages construits. A cet effet, les coûts d'entretien peuvent être réduits considérablement grâce à la réalisation des travaux d'entretien par des équipes riveraines. Cette approche permet l'entretien en plusieurs périodes durant l'année afin d'éviter le développement de gros dégâts. Les opérations suivantes peuvent être réalisées par les riverains :

- Le curage des ouvrages hydrauliques et d'assainissement pluvial ;
- le rechargement des voies affaissés
- Le curage des mares et bassin de stockage

VIII. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET OUTILS

Les principales références bibliographiques et outils utilisées dans le cadre du présent projet sont présentées ci - dessous :

1. Hydraulique Routière : [Ministère de la Coopération et du Développement de la République Française - BCEOM, 1981] ;
2. FAO, 1996, Crues et apports, Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche, Bulletin FAO d'Irrigation et de Drainage N° 54, Rome, 220 p,
3. Puech, C, et Chabi-Gonni, D, 1983, Méthode de calcul des débits de crue décennale pour les petits et moyens bassins versants en Afrique de l'Ouest et Centrale, CIEH, Ouagadougou, 91 p,
4. Rodier, J, A, et Auvray, C, 1965, Estimation des débits de crue décennale pour les petits bassins versants de superficie inférieure à 200 km² en Afrique Occidentale, Publication CIEH, ORSTOM, Paris, 46 p,
5. Les pierres naturelles en voirie urbaine, Dimensionnement et mode de pose : [Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques - CERTU, Février 2008] ;
6. Guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux- CEBTP, 1980
7. Guide de conception des ouvrages réalisés à partir de pavés, dalles, bordures et caniveaux préfabriqués en béton—CERIB, Novembre 2019.
8. Image satellitaire Digital Globe 2015 du logiciel Google Earth Pro.
9. MENSURA, version 10 : Logiciel de conception géométrique des routes ;
10. ARCGIS : Logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) ;
11. AUTOCAD : Logiciel de dessin assisté par ordinateur.

IX. ANNEXE : PLANS

- Plan exutoire et bassin de stockage
- Profil en long collecteurs
- Profil type collecteurs et caniveaux
- Plan ouvrage de franchissement et de contrôle sur le ballet
- Profil type aménagement des rues