Étude technique de réhabilitation et d'extension du système d'approvisionnement en eau potable simplifié (AEPS) du village de Boulenga, commune de Kongoussi, province du Bam, région du Koulsé au Burkina Faso.

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR 2iE AVEC GRADE DE MASTER

SPÉCIALITÉ : GÉNIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH) :

Présenté et soutenu publiquement le 18 Juillet 2026 par

Denise NAMBELNGAR SOLKEM (n°20180796)

Directeur de mémoire : Pr Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Professeur Titulaire (CAMES)

Encadrant 2iE : M. Olivier COULIBALY Enseignant en Hydraulique

Maître de stage : M. Alain KAMBOULET Chef de Projet à COOPI

Structure d'accueil du stage : COOPI- Coopérazione Internazionale

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU**

Membres et correcteurs : **M. Soumahila SAKANDE**

M. Pascal OUEDRAOGO

Promotion 2025-2026

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
Institut 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO – IFU 00007748B
Tél. : (+226) 25. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Mail : 2ie@2ie-edu.org - **www.2ie-edu.org**

DÉDICACES

''Je dédie ce travail à ma famille pour son soutien et encouragement, à mes amis pour leur présence ainsi que leur disponibilité, sans oublier mon curé pour son accompagnement spirituel.''

CITATION

<< Notre faiblesse réside dans l'abandon. La façon la plus sûre de réussir est toujours d'essayer une fois de plus.>> Thomas Edison

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.

Je tiens tout d'abord à adresser mes sincères remerciements à :

- L'institut 2IE pour la qualité de la formation reçue et pour les connaissances théoriques et pratiques mises à disposition tout au long de mon parcours académique.
- J'exprime ma profonde reconnaissance à M. Olivier COULIBALY mon encadreur interne, pour sa disponibilité, ses conseils, avisés, sa rigueur scientifique et son accompagnement tout au long de l'élaboration de ce mémoire.
- Je remercie chaleureusement COOPI pour m'avoir accueillie dans le cadre de mon stage et pour avoir mis à ma disposition un environnement favorable à l'acquisition d'expériences professionnelles enrichissantes.
- Ma gratitude s'adresse particulièrement à M. Alain KAMBOULET, mon maître de stage pour son encadrement tout au long de cette période de stage et M. San Michel TRAORÉ pour son accompagnement.
- Je remercie également l'ensemble du personnel de COOPI pour leur accueil, leur collaboration et leur esprit de partage qui a grandement facilité mon intégration et contribué à l'atteinte des objectifs de ce stage.
- Enfin, j'adresse mes sincères remerciements à mes enseignants, à mes camarades de promotion, à ma famille, mes amis et tous ceux qui, par leur encouragement leur soutien moral ou matériel ont contribué à la réussite de ce travail.

.

RÉSUMÉ

Le village de Boulenga, situé dans le secteur 5 de la commune de Kongoussi, fait face à une insuffisance croissante de son système d'alimentation en eau potable en raison de l'augmentation de la population et de l'arrivée des personnes déplacées internes. La présente étude, réalisée dans le cadre du projet humanitaire de COOPI, porte sur la réhabilitation et l'extension d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) existant afin d'améliorer durablement l'accès à l'eau potable. L'analyse des ouvrages existants a relevé que les infrastructures mises en place en 2020 ne répondent plus aux besoins actuels. La production journalière de **60 m^3** demeure inférieure à la demande de pointe estimée à **135 m^3/j**, et la capacité de stockage de **20 m^3** est largement insuffisante au regard des besoins. De plus, le réseau de distribution en DN 75 présente d'importantes insuffisances hydrauliques limitant le bon fonctionnement des bornes fontaines nécessitant un nouveau dimensionnement. Les projections démographiques à l'horizon 2046, réalisées selon le modèle de croissance de Malthus, ont permis d'estimer les besoins futurs en eau et de dimensionner les nouvelles infrastructures. La solution retenue est le remplacement des pompes avec des capacités optimales de **5,81 m^3/h** pour le forage1 avec une **HMT de 80 m et 8 m^3 /h** pour le forage 2 avec une **HMT de 84 m**, le remplacement des conduites de refoulement par des **PEHD (DN 75 mm et 90 mm)** et de distribution par des **PEHD** de diamètre compris entre **DN 63 à DN 200 mm**, la construction d'un château métallique de **100 m^3** surélevé de **15 m** ainsi que l'extension du réseau de distribution sur **4900,2m** de conduite. Le système alimentera **10 bornes fontaines** et **440 branchements** particuliers. L'alimentation énergétique sera assurée principalement par une centrale solaire photovoltaïque complétée par un groupe électrogène de secours. Les performances hydrauliques du système ont été validées à l'aide du logiciel EPANET. Le coût global du projet est estimé à **513 349 645 FCFA TTC** et son mode de gestion sera confiée à l'ONEA.

Mots Clés

1 -Diagnostics

2 - Dimensionnement

3 -Extension

4 - Réhabilitation

5 - Réseau ramifié

ABSTRACT

The village of Boulenga, located in Sector 5 of the Municipality of Kongoussi, is facing increasing pressure on its drinking water supply system due to rapid population growth and the influx of internally displaced persons (IDPs). This study, conducted as part of a humanitarian project implemented by COOPI, focuses on the rehabilitation and expansion of an existing Simplified Water Supply System (SWSS) to sustainably improve access to safe drinking water. The assessment of the existing infrastructure revealed that the facilities built in 2020 no longer meet current water demand. The daily production capacity of 60 m³ is below the estimated peak daily demand of **135 m³/day**, while the **20 m³** storage capacity is insufficient to meet users' needs. In addition, the existing DN 75 distribution network presents significant hydraulic deficiencies that limit the proper operation of public standpipes, making a complete redesign necessary.Population projections for the year 2046, based on the Malthusian growth model, were used to estimate future water demand and to size the proposed infrastructure. The selected solution includes replacing the pumps with optimal capacities of **5.81 m³/h** for Borehole 1 with a Total Dynamic Head (TDH) of **80 m**, and **8 m³/h** for Borehole 2 with a TDH of **84 m**. The project also includes replacing the rising mains with HDPE pipes (DN 75 mm and DN 90 mm), upgrading the distribution network with pipes ranging from **DN 63** to **DN 200 mm**, constructing a **100 m³** elevated steel water tower with a height of **15 m**, and extending the distribution network by **4,900.2 m**. The upgraded system will supply **10** public standpipes and **440** household connections. The system will be powered primarily by a solar photovoltaic power plant, supported by a backup diesel generator. Hydraulic performance was verified using EPANET software. The total project cost is estimated at **513 349 645** CFA francs (including all taxes), and the system will be operated and managed by ONEA.

Keywords

1 - Assessment

2 - Design

3 -Network Extension

4 – Network Rehabilitation

5 – Branched Distribution

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AEPS	**:**	**Approvisionnement en Eau Potable Simplifié**
APD	**:**	**Avant-Projet Détaillé**
BF	**:**	**Borne Fontaine**
Bj		**Besoin journalier**
BP	**:**	**Branchement Particulier**
CCBAM	**:**	**Comité de Commune de Bam**
CE	**::**	**Colonne d'Eau**
CJP	**:**	**Coefficient Journalier de Pointe**
COOPI	**:**	**Cooperazione Internazionale**
CPh	**:**	**Coefficient de Pointe horaire**
2IE	**:**	**Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement**
DH		**Perte de Charge**
DN	**:**	**Diamètre Nominal**
GEAAH	**:**	**Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagement Hydro-Agricole**
GPS	**:**	**Global Positioning System**
HMT	**:**	**Hauteur Manométrique Totale**
HT	**:**	**Hors Taxe**
MAERAH	**:**	**Ministère De l'Agriculture De L'Eau et de Ressource Animales et Halieutiques**
ODD	**:**	**Objectif du Développement Durable**
OMS	**:**	**Organisation Mondiale de la Santé**
ONEA	**:**	**Office National de l'Eau et de l'Assainissement**
PCD	**:**	**Plan Communal de Développement**
PEHD	**:**	**Polyéthylène Haute Densité**
PN AEP	**:**	**Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable**

PN16	**:**	**Pression Nominale**
PVC	**:**	**Polychlorure de Vinyle**
Qj	**:**	**Débit journalier**
RGPH	**:**	**Recensement Général de la Population et de l'Habitat**
SIG	**:**	**Système d'Information Géographique**
TTC	**:**	**Toutes Taxes Comprises**

SOMMAIRE

Table des matières

Dédicaces ..... **I**

REMERCIEMENTS ..... ***II***

RÉSUMÉ ..... ***III***

SOMMAIRE ..... **VII**

LISTE DES TABLEAUX ..... **X**

LISTE DES FIGURES ..... **XII**

FICHE SIGNALÉTIQUE DU PROJET ..... ***XIII***

I. INTRODUCTION ***1***

II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL, DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET ***3***

II.1-Présentation de la structure d'accueil **3**

II.2-Présentation de la zone d'étude **4**

II.2.1-Situation géographique 4

II.2.2-Présentation du milieu physique 5

II.3-Présentation du projet **8**

II.3.1 Contexte et justification 8

II.3.2- Objectif général 9

II.3.3- Objectifs spécifiques 9

II.3.4- Résultat attendus 9

III. ÉTAT DES LIEUX DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS ZONE D'ÉTUDES ***9***

IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION ***14***

IV.1- Méthode de collecte de donnees **14**

IV.1.1- Recherche documentaire 14

IV.1.2-Matériels et outils utilisés 15

IV.2- Hypothèses de base et formule de dimensionnement 16

IV.3-Paramètres et données de dimensionnement 20

IV.3.1-Nature de la source et stratégie de captage 20

IV.4-Réseau de distribution 21

IV.5-Station de pompage 26

IV.5.1-Dimensionnement hydraulique de la pompe 26

IV.5.2-Source d'énergie 27

IV.8-Réseau d'adduction 32

V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE 37

V.1-Reseau de distributions 37

V.1.1-Vérification des Conduites de distribution existantes 37

V.1.2-Vérification des Conduites de distribution existantes par la simulation sur Epanet 38

V.1.3-Dimensionnement du nouveau réseau avec d'extension 38

V.2. Résultat de dimensionnement et discussion 43

V.2.1-Extension du réseau 43

V.2.2- Débit en tête de distribution dans le réseau ramifié 44

V.2.4-Champ photovoltaïque 52

V.2.5-Dimensionnement du réservoir 53

V.2.6: Traitement 55

V.3.- Réseau d'adduction 57

V.3.1. Vérification de la conduite d'adduction existant 57

V.3.2-Dimensionnement du nouveau réseau d'adduction 58

V.3.3-Calcul de la Hauteur Manométrique Totale. 60

VI. ETUDE FINANCIERE 61

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL 63

VII.1- Phase de construction 63

VII.3- Mesure d'atténuation 65

VII.4-Plan de surveillance et de suivi environnemental 66

VIII. CONCLUSION 68

IX. RECOMMANDATIONS 70

BIBLIOGRAPHIE 72

ANNEXES :..... XV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Coordonnées des ouvrages existants 11
Tableau 2:Bilan technique 13
Tableau 3:Tableau des matériels et outils utilisés 15
Tableau 4: Consommation spécifique 16
Tableau 5:Coefficient de pointe horaire 18
Tableau 6:Caracteristiques des forages 20
Tableau 7: Tableau de dispositif du réseau 24
Tableau 8: Capacité utile du réservoir 30
Tableau 9:Résultat de vérification des conduites de distribution existante 37
Tableau 10: Hypothèses de dimensionnement 39
Tableau 11:Projection démographique 40
Tableau 12:Estimation des besoins futures 40
Tableau 13:Débit de distribution par gravité 41
Tableau 14:Débit linéique 42
Tableau 15:Evaluation de capacité des forages à l'horizon 43
Tableau 16:Résultat du nouveau dimensionnement 44
Tableau 17: Caractéristique des conduites de distribution 46
Tableau 18: Caractéristique de deux pompes 50
Tableau 19: Caractéristiques de la pompe retenue et du réseau 50
Tableau 20: Caractéristiques du point de fonctionnement du système 51
Tableau 21: Estimation puissance de crête 52
Tableau 22: Résultat du nombre des panneaux 52
Tableau 23: Résultat dimensionnement de l'onduleur 53
Tableau 24: Résultat dimensionnement groupe électrogène 53
Tableau 25:Résultat par la methode analytique 54
Tableau 26:Résultat du dimensionnement du réservoir 54
Tableau 27: Désinfection du chlore 55
Tableau 28: Résultat de dimensionnement du Bac de préparation 55

Tableau 29:Dimensionnement de pompe doseuse 55
Tableau 30:Préparation solution mère.....56
Tableau 31:Résultat de vérification de vitesse.....57
Tableau 32:Résultat conduite d'adduction 1 58
Tableau 33: Résultat conduite d'adduction 2.....58
Tableau 34:Résultat conduite d'adduction principale 59
Tableau 35:Résumé de choix des conduites d'adduction.....59
Tableau 36:Vérification coup de bélier 59
Tableau 37: Résultat de la HMT 60
Tableau 38:Dimensions des fouilles en fonction du diamètre 60
Tableau 39: Résultat du devis du projet 61
Tableau 40:Mesures d'atténuation 1 65
Tableau 41:Mesures d'atténuation 2 66

LISTE DES FIGURES

Figure 1: COOPI au Burkina Faso 2024.....3
Figure 2 :Carte de situation géographique.....5
Figure 3: Réseau hydrographique 7
Figure 4: Tracé du réseau actuel 12
Figure 5: Simulation de Epanet.....38
Figure 6: Tracé du réseau avec extension.....43
Figure 7:Graphique de comparaison du débit.....46
Figure 8:Graphique de comparaison de pressions.....47
Figure 9 : Graphique de comparaison de la vitesse.....47
Figure 10: Courbe de corrélation de pression. 48
Figure 11: Courbe de corrélation de vitesse 48
Figure 12: Simulation sur Epanet du nouveau reseau avec extension.....49
Figure 13: Point de fonctionnement du système 51

FICHE SIGNALÉTIQUE DU PROJET

1. LOCALISATION	
Région / Province / Commune/Village	Kulse/ Bam / Kongoussi / Boulenga
2. DONNEES SOCIO ECONOMIQUES	
Population du projet (nombre d'habitants)	5 488 (horizon 2046)
Taux d'accroissement de la population	4,24 %
Type d'habitat	Groupé
Besoin de pointe en eau (2046)	256,89 m^3/j
Taux de desserte projeté (2046)	100 %
Consommation spécifique	BF: 25 l/j/pers; BP: 40 l/j/pers
3. FORAGE	
Côte TN	319 m
Niveau dynamique	42 m
Débit du forage 1	5,81 m^3/h
Côte TN	319 m
Débit de forage2	8 m^3/h
Niveau dynamique	44 m
4-ELECTROPOMPE SP 5A-25	
Débit de pompage	17,84 m^3/h
Débit de forage 1 et 2	13,81 m^3/h
Hauteur Manométrique Totale (HMT)	80 et 84 m
Puissance de l'électropompe 1	2,8 kW
5-ELECTROPOMPE SP 7-23	
Puissance d'électropompe 2	2,2 KW
5- SOURCES D'ENERGIES	
Solaire photovoltaïque 1	7,5 kW
Solaire phovoltaïque2	5,5 kW

Groupe électrogène 1	10 kVA
Groupe électrogène2	10 kVA
6- CHATEAU D'EAU	
Coordonnées	X :13.327919° ; Y : -1.543327°
Nature / forme	Métallique / cylindrique
Cote TN	335,9 m
Hauteur sous cuve	10 m
Volume	100 m^3
7-CONDUITES DE REFOULEMENT	
Nature	PEHD / PN 16
Diamètre	75 et 90 (mm)
Longueur	921 m
8- CONDUITES DE DISTRIBUTION	
Nature	PEHD PN 16
Longueur totale distribution	4953,18 m
Diamètre	200 ;180,160 ;140 ;125 ; 110 ; 90 ; 75 ; 63 (mm)
9- POINTS DE DESSERTE	
Bornes fontaines (nombre)	10
Branchements particuliers (nombre)	440 (Évaluation théorique)
10- ASPECTS FINANCIERS ET GESTION	
Coût global du projet	**513 349 645 FCFA TTC**
Mode de gestion suggéré	ONEA

I. INTRODUCTION

L'eau potable est une ressource essentielle, pourtant, encore inaccessible pour des millions de personnes en Afrique subsaharienne. En milieu rural, les infrastructures hydrauliques restent insuffisantes, mal entretenues ou sous-dimensionnées face à une demande en constante croissance. L'ODD 6 des Nations Unies appelle à un accès universel à l'eau d'ici 2030, mais le chemin reste long dans de nombreuses régions du continent. Au Burkina Faso, la situation est rendue encore plus complexe par les effets conjugués des changements climatiques, de la crise sécurité et des déplacements de populations. Dans ce contexte difficile, garantir un accès à l'eau potable en milieu rural représente un véritable défi que les acteurs publics et humanitaires s'efforcent de relever.

La commune de Kongoussi, dans la province du Bam, illustre bien cette réalité. Malgré la présence du lac Bam, les populations dépendent de forages et de systèmes AEPS dont les capacités sont souvent dépassées. En période sèche, la baisse des nappes accentue ces difficultés en réduisant les débits disponibles, contraignant parfois les populations à utiliser des eaux de surface non protégées, sources de maladies hydriques.

Au cœur de cette commune, le village de Boulenga dispose d'un système AEPS installé par l'UNICEF en 2020. Mais depuis, la population a considérablement augmenté, notamment avec l'arrivée de personnes déplacées internes. Résultat : la production d'eau et la capacité de stockage sont insuffisantes pour satisfaire la demande de pointe.

Cette situation soulève une question fondamentale : comment réhabiliter et étendre ce système AEPS pour répondre durablement aux besoins en eau des populations de Boulenga ? C'est précisément l'objet de la présente étude, conduite dans le cadre du projet humanitaire de l'ONG COOPI. Elle vise à proposer des solutions techniques concrètes pour réhabiliter les ouvrages existants, redimensionner le réseau et étendre la desserte, en tenant compte des réalités démographiques et hydrauliques du terrain.

L'objectif général est de réaliser une étude technique complète de réhabilitation et d'extension du système AEPS de Boulenga, à travers trois objectifs spécifiques : concevoir et dimensionner les infrastructures du réseau étendu ; réaliser une notice d'impact environnemental et social ; et évaluer le coût de réalisation du projet. La démarche repose sur le dimensionnement hydraulique des réseaux, les enquêtes de terrain et les projections démographiques.

Le présent mémoire est organisé en quatre parties : le cadre théorique, le diagnostic du système

existant, l'étude technique de réhabilitation et d'extension, et enfin les résultats avec le devis estimatif et les recommandations.

II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL, DE LA ZONE D'ETUDE ET DU PROJET

II.1-PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

COOPI est présent au Burkina Faso depuis 2021. Le pays connaît depuis 2018 une situation d'insécurité humanitaire qui a généré près de 1,5 million de personnes déplacées et pèse, encore plus, sur les femmes et les enfants. Au total, le nombre de personnes ayant besoin d'une aide humanitaire s'élève à près de 5 millions. COOPI a mis en place une réponse intégrée d'urgence pour satisfaire les besoins fondamentaux des « populations en mouvement », avec des interventions dans les domaines de la sécurité nutritionnelle, de la santé et de la santé mentale, de la sécurité alimentaire et moyens de subsistance, de l'accès à l'eau et de l'assainissement. Au centre des interventions de COOPI dans le pays se trouvent les personnes déplacées et les communautés d'accueil, avec une attention particulière aux groupes les plus vulnérables, tels que les femmes et les enfants âgés de 0 à 5 ans.

Figure 1: COOPI au Burkina Faso 2024

- **Mission**

COOPI veut contribuer à travers l'engagement, la motivation, la détermination et le professionnalisme de son personnel, au processus de lutter contre la pauvreté et de croissance des communautés avec qui elle travaille dans le monde dans différents contextes : dans la situation d'urgence, dans les pays en reconstruction et en développement, afin d'obtenir un meilleur équilibre entre le nord et le sud de la planète entre les régions développées et les régions en développement.

- **Vision**

COOPI aspire à un monde sans pauvreté, en mesure de réaliser concrètement les idéaux d'égalité et de justice, de développement durable et de cohésion sociale grâce à la collaboration entre tous les peuples.

- **Organigramme (voir annexe 10)**

- **Domaine d'intervention**

COOPI intervient dans des domaines humanitaires et du développement, notamment la sécurité alimentaire, l'eau l'hygiène et assainissement, la nutrition et la protection des populations vulnérables. Elle mène également des actions d'urgences en faveur des personnes déplacées internes et œuvre pour le renforcement de la résilience des communautés face aux crises (COOPI, 2024).

II.2-PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.2.1-Situation géographique

La commune urbaine de la ville de Kongoussi est située dans la province de Bam région de Koulsé (selon le nouveau découpage). Elle est limitée par huit (8) communes (COMMUNE DE KONGOUSSI, 2023).

Au Nord par la commune de Bourzanga ;

Au Nord-Ouest par la commune de Rollo ;

Au Nord -Est par la commune de Zimtanga ;

À l'Est par la commune de Nasséré ;

À l'Ouest par la commune Tikaré ;

Au Sud par la commune de Rouko, Guibaré et Sabcé.

La commune est composée de 60 villages et Kongoussi chef-lieu compte sept (7) secteurs selon le nouveau découpage territorial.

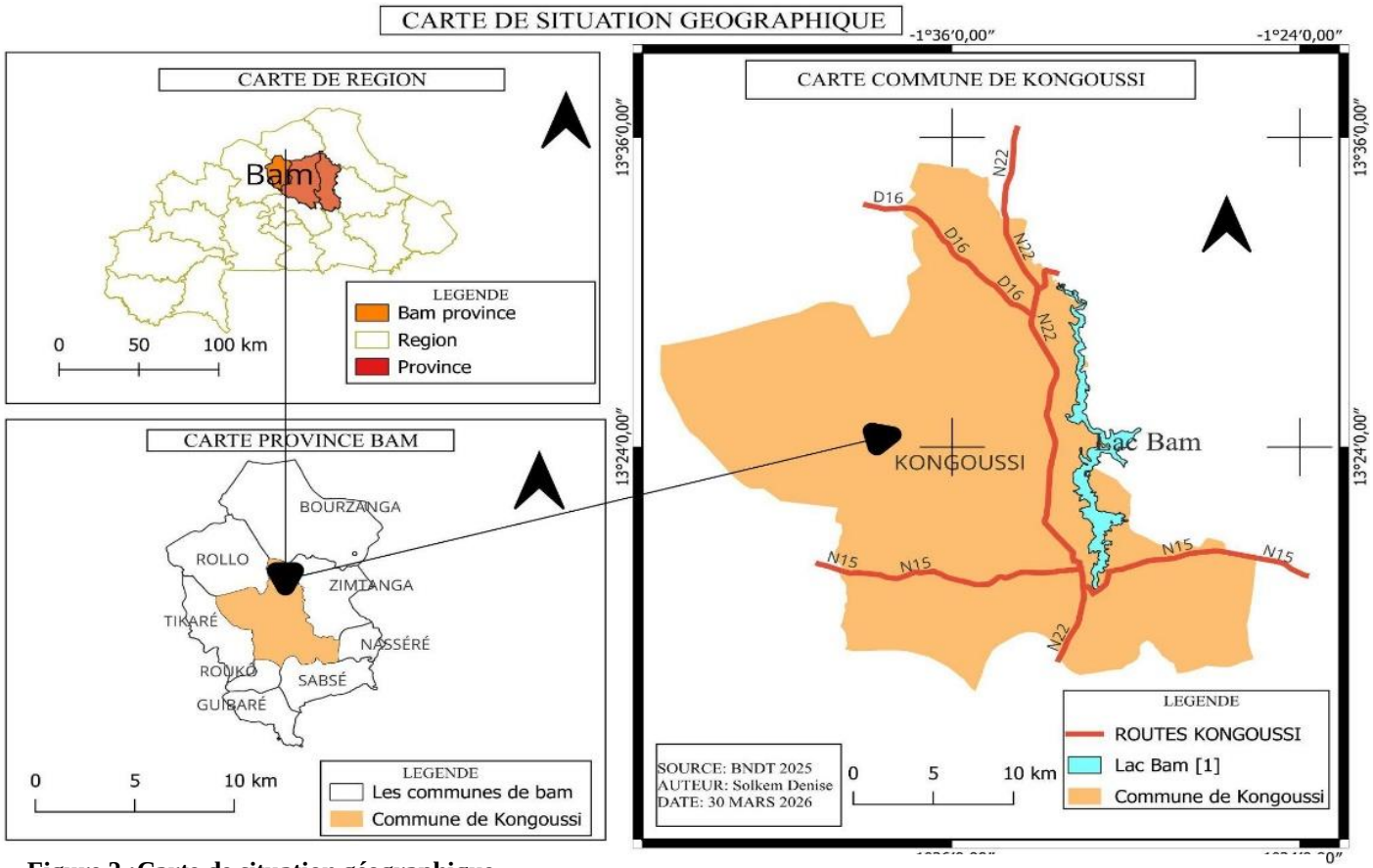


Figure 2 :Carte de situation géographique

II.2.2-Présentation du milieu physique

Relief et sol

Le relief de la commune est caractérisé par une pénéplaine centrale avec une altitude d'environ 500 m dans la partie sud-ouest et une inclinaison générale du sud -nord.

Les reliefs résiduels tels que les glacis et les ensembles fluvio-alluviaux (plaines exondées et inondables des pourtours de lac Bam) qui ont été observés se sont aplanis au cours du temps. On remarque ainsi les buttes témoins (colline présentant des sommets tabulaires dont l'altitude varie entre 500 et 505 m) et les collines rocheuses.

Le sol de la commune est caractérisé par les sols ferrugineux tropicaux peu lésés. On y distingue :

-Les lithosols sur cuirasses ferrugineux, étendu mais moins productif.

-Les sols hydromorphes à pseudo gley qui sont riches en argile et présents dans les zones de drainages.

-Les sols bruns eutrophes et ferrugineux tropicaux issus de la décomposition des roches basiques ou métamorphiques

Sols minéraux bruts formés à partir des cuirasses (COMMUNE DE KONGOUSSI, s. d.).

- **Climat et pluviométrie**

Kongoussi se situe dans la zone de transition sahélo-soudaine où le climat témoin de l'influence du front intertropical rythme des vents, des températures et des précipitations.

La saison sèche, qui s'étend d'octobre à avril, est marquée par la présence de l'harmattan, vent chaud et sec soufflant du nord-est. Il entraine des températures élevées, pouvant dépasser 39 degrés Celsius. La saison des pluies est quant à elle annoncée par l'arrivée de la mousson, flux de vents humides d'origine maritime qui apporte les précipitations tant attendues dans cette région sahélienne. Ces pluies se concentrent sur une période relativement courte de l'année, mais demeurent irrégulièrement reparties dans le temps comme dans l'espace.

- **Faune et végétation**

La végétation de Kongoussi est influencée par la géographie, le climat, le type de sols. Elle est caractérisée par une savane arbustive qui évolue vers une steppe et recouvert par des herbacées aux alentours des habitations. Les rivières abritent les caïlcédra adaptés aux sols humides et les forêts claires près des villages arbitres des espèces variées utilisées pour le bois de feu, charbon, l'artisanat et à la sculpture. Cependant les faibles pluies, les hautes températures ainsi que la pression de la population sur la terre entraînent une dégradation progressive des sols et diminution des zones arborées.

La richesse faunique est en baisse dû aux diminutions du couvert végétal et à la pression humaine via le braconnage. On y trouve des petits gibiers tels que : singes, pintades, oiseaux ,lièvres…Tandis que d'autres espèces tendent à disparaître.

Réseau hydrographique

La commune de Bam est parcourue par quelques cours d'eau secondaire dont la plupart prennent sources dans le Nakambé ou dans le lac Bam. Alimenté par les précipitations, ces cours d'eau sont temporaires et s'assèchent durant la saison sèche.

Pendant la saison de pluie, le lac Bam entre en connexion avec le lac Bourzanga situé à environ 45 km au nord.

En saison d'étiage il mesure environ 15-18 km de longueur pour une largeur comprise entre 200 et 400 m. En période de crues, ses dimensions peuvent atteindre 25-40 km de long et 600-1000 m de large. Sa profondeur maximale est de 3 m et son volume d'eau varie entre 6-40 millions de mètre cube selon les années et les saisons. Son bassin couvre une superficie estimée à 2500 km^2 (COMMUNE DE KONGOUSSI, 2018).

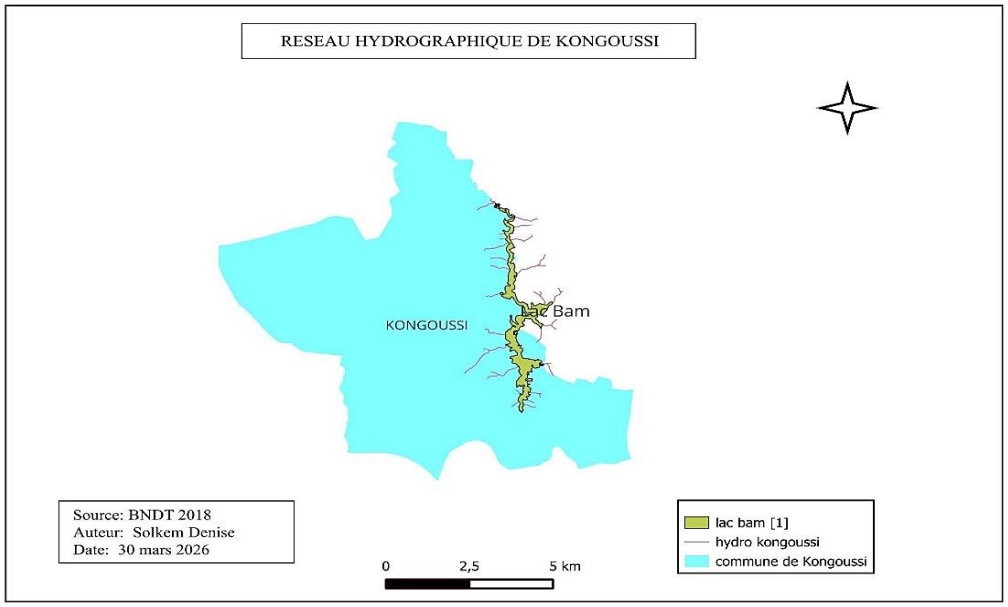


Figure 3: Réseau hydrographique

Activités socioéconomiques

Situé dans la région de Koulsé, l'économie de cette commune est dominée par les activités du secteur primaire complétés par des activités artisanales et commerciales. Ces activités

constituent les principales sources de subsistance de la population et structurent l'organisation socio-économique de la commune.

L'agriculture demeure l'activité dominante et occupe la majorité des ménages. Elle est essentiellement de type pluvial et repose sur la culture de céréales telles que le mil, le sorgho et le maïs. En complément le maraîchage se développe autour des zones humides notamment à proximité du lac Bam, permettant la production de légumes, tels que l'oignon, la tomate, les choux surtout en saison sèche.

L'élevage constitue une autre activité essentielle pour la population. Il concerne les bovins, les ovins, les caprins, et la volaille…. Il joue le rôle économique et social important en servant à la fois de source de revenus de réserve, de valeur et moyen de subsistance pour les ménages.

Par ailleurs, la pêche est pratiquée de manière dans le lac Bam et contribue modestement à l'alimentation et aux revenus de la population riveraine (COMMUNE DE KONGOUSSI, 2024).

II.3-PRÉSENTATION DU PROJET

II.3.1 Contexte et justification

Le village de Boulenga, situé dans le secteur 5 de la commune de Kongoussi, fait face à des difficultés d'accès à l'eau potable malgré l'existence d'un système simplifié d'Adduction d'Eau Potable (AEPS). Ce système, initialement conçu pour répondre aux besoins de la population, présente aujourd'hui des insuffisances liées à la croissance démographique, à l'augmentation de la demande en eau et aux limites techniques des infrastructures existantes. (Aline Hubert (Groupe URD) & Charline Rangé (Gret), s. d.)

Les ouvrages actuels (forages, château d'eau, réseau de distribution) ne permettent plus de satisfaire efficacement les besoins des populations. Cette situation entraîne des perturbations dans l'approvisionnement en eau potable, avec des impacts négatifs sur la santé, l'hygiène et les activités socio-économiques.

Dans le cadre de l'amélioration des conditions de vie des communautés vulnérables, COOPI (Cooperazione Internazionale), organisation non gouvernementale engagée dans les actions humanitaires et de développement, ambitionne de mettre en œuvre un projet de réhabilitation et extension du système AEPS existant dans le village de Boulenga.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude dont la mise en œuvre permettra, à terme, d'améliorer l'accès à l'eau potable pour les personnes déplacées internes et les communautés hôtes. Cette initiative s'inscrit dans la vision de COOPI, qui vise à renforcer l'accès durable aux services essentiels, notamment l'eau potable, au profit des communautés locales en cohérence avec la vision du Gouvernement burkinabè. Elle contribue à renforcer la résilience des communautés du Bam face aux chocs sécuritaires, climatiques et socio-économiques, tout en soutenant la stabilité sociale et le développement local.

II.3.2- Objectif général

L'objectif général de cette étude est de réaliser une étude technique détaillée complète en vue de la réhabilitation et l'extension du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) du village de Boulenga, situé au secteur 5 de la commune de Kongoussi.

II.3.3- Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques poursuivis par la présente étude sont entre autres :

- Concevoir et dimensionner les infrastructures du réseau étendu ;
- Réaliser une notice d'impact environnemental et social ;
- Évaluer le coût de réalisation du projet

II.3.4- Résultat attendus

À l'issue de l'étude, les résultats suivants sont attendus

· Une conception et un dimensionnement détaillés du nouveau système sont proposés ;

· Les impacts environnementaux du projet sont évalués

· Un devis estimatif des coûts de réalisation est proposé.

III. ÉTAT DES LIEUX DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS ZONE D'ÉTUDES

D'après la mairie de Kongoussi, Le village Boulenga compte au total huit (8) forages publics repartis entre deux AEPS distincts. Le premier système est alimenté par deux (2) forages raccordés à un réseau desservant, huit (8) bornes fontaines, dont trois (3) sont actuellement non

fonctionnelles. Le second système est quant à lui alimenté par deux (2) autres forages raccordés à une réseau desservant cinq (5) bornes fontaines présentant des insuffisances hydrauliques. (Ce qui a fait l'objet de notre etude) En complément de ces ouvrages publics, le village dispose Cinq autres forages privés, destinés aux activités maraichères**.**

- **Diagnostic du site Boulenga**

Plusieurs défaillances ont été observées, notamment des fuites au niveau de la tête du premier forage, la détérioration du tube galvanisé du second forage, ainsi que le dysfonctionnement du compteur au niveau du château d'eau en raison de la présence d'impuretés. L'absence de système de relais pour l'alimentation énergétique entraîne également une interruption du service durant la nuit.

L'état physique des infrastructures est également préoccupant. L'érosion met à nu certaines conduites, augmentant leur vulnérabilité aux dommages. Les dispositifs de protection, tels que les clôtures des forages sont dégradées, tandis que des équipements essentiels comme les panneaux solaires et les toitures de certaines bornes fontaines sont endommagés. De plus, des occupations anarchiques, incluant des constructions et des latrines, sont observées à proximité du réseau.

Les investigations ont révélé plusieurs dysfonctionnements majeurs. Les deux forages disponibles présentent des capacités de production d'eau assez suffisantes.

Mais au niveau de la conduite de refoulement, nous constatons une nette différence entre la quantité d'eau pompée et ce qui sort du réservoir

Du côté de la conduite de distribution, il en résulte une incapacité à alimenter simultanément les cinq bornes fontaines, obligeant à une distribution alternée, particulièrement contraignante en saison sèche. Ceci nous oblige à émettre les hypothèses (conduites, fuites, pressions, topographie etc.) dont nous allons vérifier par les calculs.

Ce diagnostic technique, appuyé par les observations de terrain, constitue une base objective pour la formulation des solutions d'amélioration du système. Il permet d'identifier les contraintes majeures, de prioriser les interventions et de proposer des mesures adaptées, tenant

compte à la fois des réalités techniques, des besoins des populations et des enjeux de durabilité du service d'eau potable.



Les deux réservoirs



le champs photos voltaïque 1



Forage



Borne fontaine



Dosadron

Tableau 1: Coordonnées des ouvrages existants

Site	Coordonnées	
	Latitude	**Longitude**
Forage1	13.319465°	-1.542584°
Forage2	13.325000°	-1.543000°

Château	13.327919°	-1.543327°
Bf1	13.322033°	-1.542447°
Bf2	13.325000°	-1.543000°
Bf3	13.327436°	-1.542091°
Bf4	13.328814°	-1.545700°
Bf5	13.323999°	-1.542228°

- **-Tracé du réseau existant**

La figure suivante représente le tracé du réseau existant

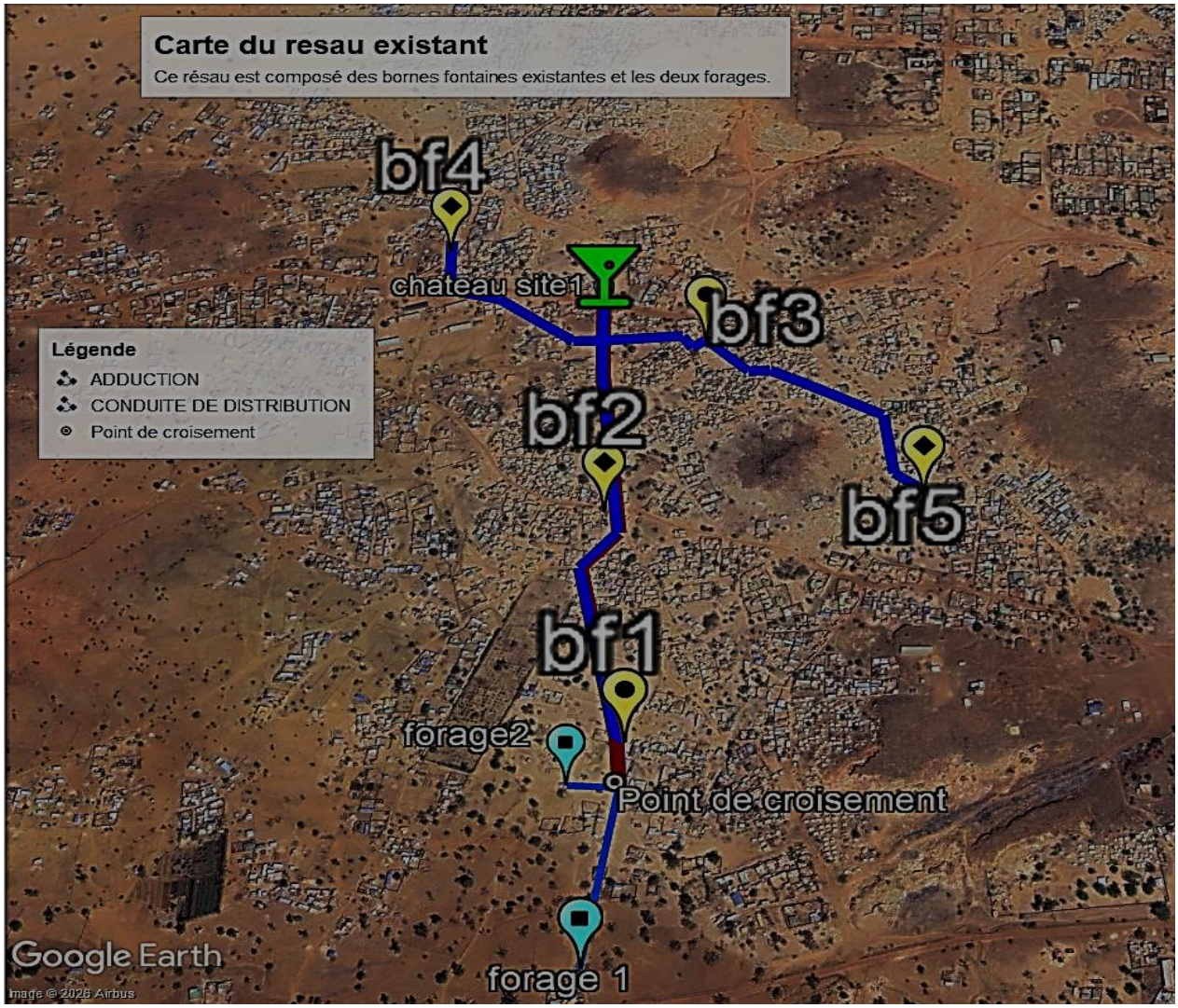


Figure 4: Tracé du réseau actuel

- **Bilan technique**

Tableau 2:Bilan technique

Ouvrages et équipements	Caractéristiques	État de dégradation
Forage1	Date de Réalisation en 2020 Debit : 5,81m^3/h Prof fore : 55 m Niveau dynamiques :42 m	Fonctionnel
Forage2	Date de Réalisation en 2023 Débit : 8 m^3/h Prof fore : 76,5 m Niveau dynamique :44,5 m	Fonctionnel
Pompe immergée forage 1	Marque : GRUNDFOS.SQF 3A-10, Monophasé hybride Debit :3 m^3/h Tension: CC=300V; AC=240 Intensité : 8,4A	Fonctionnel
Pompe immergée forage 2	Marque : GRUNDFOS.SQF 3A-10, Monophasé hybride Débit :3 m^3/h Tension: CC=300V; AC=240 Intensité : 8,4A	Fonctionnel
Groupe électrogène	Néant	Néant
Champs solaire forage1	16 panneaux de 250 Wc Puissance 4 KWc	Fonctionnel
Champs solaire forage2	12 panneaux de 250 Wc Puissance 3KWc	Fonctionnel Deux panneaux endommagés
Réservoir d'eau	2 poly-tanks de capacité 10 m chacun	Fonctionnel

	Hauteur sous radier : 8 m	
Réseau de refoulement	Longueur 921 ml/PVC PN16.DN63	Fonctionnel (ravinement constaté)
Réseau de distribution	Longueur :2425 ml/PVC PN16/DN 63	Fonctionnel
Bf1	-	Fonctionnel
Bf2	-	Fonctionnel (Mais toiture gâtée)
Bf3	-	Fonctionnel (mais toiture gâté)
Bf4	-	Fonctionnel
Bf5	-	Fonctionnel
BP	Néant	Néant
Clôture du site forage 1 et 2	-	Mauvais état
Compteur (forage, Château, BF)		Fonctionnelle
Compteur Château		Non fonctionnel
Dosadron		Non fonctionnel
Pressostat		Fonctionnel
Ventouse		Fonctionnel
Manomètre		Fonctionnel
Vanne d'arrêt		Fonctionnel

IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

IV.1- MÉTHODE DE COLLECTE DE DONNEES

IV.1.1- Recherche documentaire

Notre analyse documentaire a intégré l'exploitation de données démographiques récentes ainsi que de documents stratégiques, tels que les Plans Communaux de Développement (PCD) rapport_bilan_semestriel_régional_du_PN-AEP , MEA-PN-AEP-2016_2030, Le rapport de gestion d'AEPS de Boulenga dans la commune de Kongoussi année 2024 et diverses études techniques, afin de dresser un diagnostic complet de la situation de Boulenga.Les résultats du

Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) ont fourni des informations actualisées sur la population, permettant ainsi de réaliser des projections démographiques fiables pour appuyer la planification des interventions.

Ensuite l'analyse s'est appuyée sur les principes standards d'hydraulique rurale :

- Dimensionnement des réseaux d'adduction (diamètre adapté au débit et à la pression).
- Normes de protection sanitaire des ouvrages hydrauliques.
    - Recommandations des organismes internationaux comme et Organisation mondiale de la Santé (OMS)
    - La qualité de l'eau potable ;
    - Les distances minimales entre latrines et points d'eau ;
    - La gestion durable des systèmes d'eau.

Ces références indiquent notamment que :

- Le diamètre des conduites principales doit être supérieur à celui des conduites secondaires ;
- Les installations doivent être protégées contre toute source de pollution ;
- Un système fiable doit garantir une disponibilité continue de l'eau.

IV.1.2-Matériels et outils utilisés

Pour bien mener notre étude voici les matériels et outils qui été ont utilisés dans le tableau ci-dessous

Tableau 3:Tableau des matériels et outils utilisés

Matériels et logiciels	Rôles
GPS	Collecte des coordonnées géographiques du site et des points d'eau
Google Earth	Visualisation et cartographie de la zone du projet
QGIS	Réalisation des cartes de localisation de la zone du projet
EPANET	Modélisation hydraulique
AutoCAD/Covadis	Réalisation des plans et le tracé de profil d'adduction et de distribution du réseau.

BackOffice	Traitement de texte, calcul et dimensionnement.

IV.2- Hypothèses de base et formule de dimensionnement

➢ Évaluation des besoins en eau

Population cible et à l'horizon du projet

En absence de données spécifiques du village dans la RGPH, la population de la zone d'étude a été estimée à partir de la méthode de dénombrement des ménages. Une moyenne de six (06) personnes par ménage a été retenue afin de déterminer le nombre de la population de référence en 2026 :

Pour la projection du nombre de notre population cible à l'horizon 2046 nous avons utilisé la formule de la croissance géométrique de Thomas MALTHUS:

$\mathbf{P_N = P_0\ (1+ P_x)^N}$	**(1)**

Avec :

P_N : population de l'année N

P_O : population de l'année de référence

P_X : Taux de croissance annuel de la population

-Consommation spécifique

La consommation spécifique désigne la quantité moyenne d'eau utilisée par un habitant par jour. Elle est exprimée en litre par habitant par jour (l/hbt/j) et ceci varie en fonction des milieux, le niveau des vies des populations, le degré d'équipement des infrastructures d'accès à l'eau potable ainsi que les normes en vigueur. Quelles soient nationales ou internationales.

Dans le cas de notre projet, nous avons appliqué la consommation spécifique aux :

Tableau 4: Consommation spécifique

Bornes fontaines	25 l/j/hbt
Branchement privés	40 l/j/hbt

SOURCES (DGEP, s. d.)

Ce Décret renforce la capacité à atteindre l'objectif du PN-AEP à l'horizon du projet.

Taux de desserte

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes alignés avec l'ODD 6 qui vise à garantir l'accès à l'eau potable d'ici 2030. Aussi avec le PN-AEP2016-2030 qui constitue un indicateur dans le secteur de l'eau potable au Burkina Faso. Ceci vise à assurer un accès universel des populations en faisant évoluer le taux d'accès de 80 %en 2015 à 100 % à l'horizon 2030(MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT, 2016). Étant donné que l'horizon de notre projet est de 20 ans (2046) nous avons utilisé ce taux pour faire notre étude.

Évaluation de consommation à usage domestique et annexes

La consommation domestique désigne l'utilisation quotidienne de l'eau potable par les ménages, notamment pour les préparations de repas, l'hygiène corporelle, la lessive, vaisselle…

Par contre les besoins annexes, eux ; ils s'appliquent aux besoins sociaux, administratifs, collectives : Ils sont généralement estimés à 10% des consommations spécifiques.

$\textbf{\textit{Consommation domestique}} = \frac{Cs\,(BF)\times POP\,(BF)+Cs(BP)\times POP(BP)}{1000}$	**(2)**
$\textbf{\textit{Besoins annexes Journalier}} = 1{,}1 \times \textbf{\textit{consommation domestique}}$	**(3)**

C_s (BF) *: consommation spécifique aux bornes fontaines[l/j/hbt]*
C_s (BP) *: consommation spécifique aux bornes branchement privés [l/j/hbt]*
Pop (BF) : *Population desservie par borne fontaine [hab]*
Pop (BP) : *Population desservi par branchement privés*

Estimation besoins moyen journaliers

Le besoin en eau est l'ensemble de consommation à usage domestique et annexes d'une population. Elle ne reste pas constante au cours de temps, elle varie selon plusieurs paramètres. Cette fluctuation peut être observée à l'échelle temporaire, précisément dans la journée, la semaine, ou les saisons.

Bjm= Besoins domestiques + Besoins annexes

Afin de prendre en compte ses irrégularités dans notre dimensionnement des ouvrages, les coefficients de pointes ont été utilisé pour estimer les besoins maximaux en eau correspondant aux périodes de forte consommation.

Coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalier permet de tenir en compte des augmentations de consommation observées durant les périodes de fortes activités. Ceci permet d'évaluer la consommation maximale à partir de la consommation moyenne. Sa valeur est généralement comprise entre 1,05 et 1,15. (DENIS ZOUGRANA, 2003)1,15 est retenue pour la suite du projet.

Coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire, permet de traduire les variations de la consommation au cours d'une même journée. C'est un paramètre essentiel qui permet de déterminer le débit maximal horaire à partir du débit moyen journalier pour le dimensionnement des ouvrages.

Le tableau ci-dessous représente la variation du coefficient de pointe selon la taille de la population.

Tableau 5:Coefficient de pointe horaire

Coef de pointe horaire	Population	Cph	
	<10000	2,5<=Cph<=3	2,75
	10000 à 50000	2<=Cph<=2,5	2,25
	50000 à200000	1,5<=Cph<=2	1,75
	>200000	1,5	1,5

Le coefficient de pointe horaire est aussi calculé par la formule 4 : F. Mogari, « Réseaux Urbains Hydrauliques ». Septembre 2014.

$Cph=1,5+\frac{2,5}{\sqrt{Qmh\ \ m3\ /h}}$	**(4)**

Cph : *Coefficient de pointe horaire*

Q *: Débit moyen horaire (m^3/h)*

Analyse des pertes d'eau

Les pertes d'eau représentent une partie non négligeable dans la mise en place d'un système d'approvisionnement en eau potable. Elles correspondent à la différence entre le volume de l'eau injecté dans le réseau et celui qui est consommé par les usagers.

On les distingue en deux catégories :

Les pertes en adduction qui représentent 5 % du besoin journalier total,

Les pertes en distribution qui sont estimées à 5 % du besoin journalier total

Demande du jour de pointe

Le volume maximal de production d'un AEPS au jour de forte consommation correspond à la quantité d'eau à produire pour satisfaire l'ensemble de la population durant cette journée. Son estimation tient compte du coefficient de pointe journalier et le rendement du réseau.

D'où la formule suivante nous permet de le déterminer :

$Djp = \frac{Bjp}{\eta_r} = \frac{Bjm \times Cpj}{\eta_r}$	**(5)**

Djp : *Demande du jour pointe*

Bjp : *Besoin du jour de pointe*

Bjm : *Besoin journalier moyen*

Cpj : *Coefficient de pointe journalier*

η **:** *Rendement du réseau*

Débit de refoulement

Il s'agit ici du débit qui transite dans les conduites principales d'amenées. Il est dimensionné pour assurer l'alimentation globale du système en fonction des besoins de la population :

$Qref = \frac{Djp}{Tp} = \frac{Bjm \times Cpj}{\eta_r \times Tp}$	**(6)**

Qref : Débit de refoulement

Djp : *Demande du jour pointe*

Bjp : *Besoin du jour de pointe*

Bjm : *Besoin journalier moyen*

Cpj : *Coefficient de pointe journalier*

η_r **:** *Rendement du réseau*

Tp *: Temps de pompage journalier*

IV.3-PARAMÈTRES ET DONNÉES DE DIMENSIONNEMENT

IV.3.1-Nature de la source et stratégie de captage

La source d'approvisionnement en eau du site de Boulenga est constituée de deux forages équipée d'un système de pompage. Il s'agit donc d'une ressource en eau souterraine, captée pour alimenter un system d'adduction d'eau potable simplifiée.

La stratégie de captage repose sur un pompage séparé de ces deux forages en simultané dont les conduites sont ensuite raccordées en un point unique pour acheminer l'eau refoulée vers les polys tanks . Voici les caractéristiques des forages à exploiter :

Tableau 6:Caracteristiques des forages

Ouvrage	Caractéristiques
Forage 1	-Date de réalisation : 2020 -Coordonnées GPS : 13°19'9.86''N 1°32' 33 .32''W -Débit : 5.41 m^3/h -Profondeur forée :55 m -Niveau dynamique : 42 m
Forage 2	-Date de réalisation : 2023 Date de réhabilitation : 2023 -Coordonnés GPS : 13°19'17.38''N 1°32' 34 .76''W

	Débit : 8 m^3/h -Profondeur forée :76,5 m -Niveau dynamique : 44,5 m

IV.4-RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Pour assurer un transport d'eau continue, équitable et en toute sécurité, la mise en place d'un réseau de distribution est nécessaire. Ce dernier permet d'acheminer l'eau depuis le réservoir de stockage jusqu'aux points de consommation.

Ce réseau est composé principalement de :

-canalisation de distribution (tuyaux)

-ouvrages annexes de régulation (vannes, régulateur de pression)

-point de puisage (borne fontaines)

-Les accessoires.

- **Tracé du réseau de distribution**

La conception du tracé de distribution désigne un ensemble d'agencement des conduites qui assurent le transport de l'eau potable du réservoir vers les points de desserte. Elle repose sur plusieurs facteurs, tels que l'habitat, les voies de circulation, la répartition de la population ainsi que la topographie. Tout ceci contribue au bon fonctionnement et la pérennité du système d'alimentation d'eau potable.

- **Dimensionnement des conduites de distribution**

Le dimensionnement hydraulique se repose sur trois paramètres (DENIS ZOUGRANA, 2003) :

-Le débit,

-la vitesse comprise entre 0,3-1,2 m/s

-La pression comprise entre 0,5-1 bar au-dessus du sol.

Débit de distribution

C'est la quantité d'eau délivrée aux usagers à partir du réseau de distribution. Elle représente le débit mis à disposition au niveau des bornes fontaines et des branchements privés.

Généralement considérer comme débit de pointe horaire il est utilisé pour dimensionner des conduites et garantir que le réseau puisse satisfaire la demande en période de forte consommation.

Il est calculé par la formule générale suivante.

$$Q_{dist}=\frac{D_{jp}\times C_{ph}}{T_{dis}}=\frac{B_{jp}\times C_{ph}}{T_{dis}\times \eta_{dis}}$$	**(7)**

$D_{jp:Demande\ de\ \ jour\ de\ pointe}(m^3)$

$C_{ph;\ Coefficient\ \ de\ pointe}$

$T_{dis;Temps\ \ de\ distribution\ journalier}(h)$

$\eta_{dis;Rendement\ du\ reseau\ de\ distribution}$

Débit de pointe au borne fontaine

C'est le débit fourni par une borne fontaine à un instant donné. Ce débit s'appuie sur le nombre d'usagers desservie.

$$Q_{ph}=\frac{D_{jp}(BF)\times C_{ph}}{12(h)}$$	**(8)**

$$Q_{ph:Débit\ de\ \ jour\ de\ pointe}(m^3/h)$$

$$D_{jp\ (BF):demande\ de\ \ jour\ de\ pointe\ aux\ BF}(m^3)$$

$$C_{ph:coefficient\ \ de\ pointe\ horaire}$$

Et pour avoir le débit par le nombre de borne fontaine, on divise le débit de pointe horaire totale par le nombre des bornes fontaines.

$$Q_{BF}=\frac{Q_{ph}(BF)}{N(BF)}$$	**(9)**

$Q_{ph}(BF)$: $Débit\ de\ pointe\ au\ BF\ l/s$

$\boldsymbol{D_{Jp:}(BF)}$: *Débit par BF*

$\boldsymbol{N_{BF}(BF)}$: *Nombre de BF*

- **Débit de pointe de branchement privé**

Ce débit est calculé selon les besoins du jour de pointe de la population à desservir par BP, le temps de distribution quotidien ainsi que le coefficient de pointe horaire.

$\boldsymbol{Q_{ph/BP}=\frac{D_{jp}(BP)\times C_{ph}}{16(h)}}$	**(10)**

$\boldsymbol{Q_{ph}(BP)}$: *Débit de point aux BP* $(m3/h)$

$\boldsymbol{D_{Jp}(BF)}$: *Débit par BP* (m^3)

$\boldsymbol{C_{ph}}$: *Coefficient de pointe horaire*

- **Débit en tête de réseau**

C'est le débit global en amont du réseau de distribution et il représente l'addition des débits horaires des BF et des BP.

$\boldsymbol{Q_{dis} = Q_{ph}(BF) + Q_{ph}(BP)}$	**(11)**

- ✓ **Pertes de charges**

Elles sont évaluées de même manière au niveau des conduites de refoulement à travers la formule de Darcy pour la perte de charge linéaires. Et 10 % considérés généralement pour les pertes de charges singulières.

- ✓ **Réseau ramifié**

Dans ce réseau les calculs ont été fait de l'aval vers amont afin de déterminer la pression de service réelle au niveau des nœuds. Connaissant la côte du piézomètre fixé au debut du réseau, les pertes de charges sur chaque tronçon déjà déterminées permet de soustraire la côte un piézométrique finale du nœuds amont pour avoir celle du nœud d'aval**.**

$$H^i aval = H_{TR} - \sum_{i}^{TR} pdc$$	**(12)**
$$P^i reel, ser = H^i aval - Z^i aval$$	**(13)**
$$Q_{eq} = 0,55 \times Q_r + Q_{aval}$$	**(14)**

- **Sélection des conduites**

Les Polychlorures de Vinyle (PVC) sont les plus utilisés pour les conduites de distribution dû à leur performance hydraulique satisfaisante et leur résistance à l'érosion et les Polyéthylènes Hautes Densités (PEHD) utilisés pour les raccordements qu'au niveau des BF et des BP en raison de leur flexibilité leur résistance aux chocs et leur capacité à résister aux déformations sans rupture.

Le choix de ces conduites prend en compte aussi les contraintes économiques et les contraintes liées aux conditions d'exploitation du système.

- ✓ **Pose des conduites**

La réalisation des tranchées pour la pose des conduites doit respecter un certain nombre de critères pour assurer la protection des conduites

- Profondeur de la fouille : H(m) ≥ 0,8+D(m)
- Largeur de la fouille : L (m) ≥ 0,4+D(m)

- ✓ **Appareils de protection nécessaire**

Afin d'assurer un bon fonctionnement du réseau ; la mise en place des dispositifs est nécessaire :

Tableau 7: Tableau de dispositif du réseau

Désignation	Rôles
Robinet vanne	Permet la facilitation des opérations de maintenance et d'intervention sur le réseau de distribution et permet l'isolation sélective des certaines sections.

Vidange	Placé en bas du réseau, il sert au nettoyage des conduites.
Ventouse	Assure l'évacuation de l'air emprisonnée dans les canalisations du reseau de distribution. Place généralement aux points hauts du réseau et loger dans les regards en béton armé.
Clapets anti retours	Assurent la sécurité et empêchent les retours indésirables de l'eau dans la conduite. Ils sont installés dans aux endroits appropriés du réseau de distribution.

- ✓ **Les installations annexes**

Afin d'assurer une gestion optimale du système et permettre au personnel d'exercer efficacement leur fonction, la mise en place des installations techniques, administratives, et sanitaires sont indispensables d'où la réalisation de :

- ✓ Un local pour le groupe électrogène
- ✓ Un bâtiment de service
- ✓ Un local de compteur
- ✓ Les blocs de latrine VIP
- ✓ Une clôture du site d'exploitation.

- ✓ **Points de dessertes :**

Les pointes de dessertes sont généralement les BF et les BP.

Selon les normes nationales utilisées beaucoup plus par l'ONEA, les BF sont constituées de trois robinets de puisage d'un débit de 0,25 l/s chacun ; ce qui satisfait de manière simultanée les usagers. D'après les normes nationales et internationales une borne fontaine doit desservir environ 500 personnes dans un rayon de 500 mètres dans le but de satisfaire l'accès à l'eau à un maximum de personne dans la zone à desservir(la charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire, 2018)**.**

IV.5-STATION DE POMPAGE

Composée généralement des pompes, de conduite, et les organes de régulation, son fonctionnement repose sur une source d'énergie électrique, thermique ou renouvelable et joue un rôle très important dans l'alimentation de l'eau et son dimensionnement prend en compte les contraintes techniques d'exploitation.

IV.5.1-Dimensionnement hydraulique de la pompe

Le dimensionnement des pompes se fait sur la base du débit de refoulement et de la HMT. Ensuite procéder à la sélection de la pompe à travers la courbe de performance du constructeur et choisir le point de fonctionnement plus proche du meilleur rendement.

Une fois que la pompe est choisie, on procède au calcul des puissances par les formules suivantes **:**

$P_h\ (kW) = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000}$	(15)
$P_p\ (kW) = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000 \times \eta p}$	(16)
$P_e\ (kW) = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000 \times \eta p \times \eta_M}$	(17)

Ph : *Puissance hydraulique*

Pp *: Puissance mécanique*

Pe *: Puissance électrique absorbée par moteur*

HMT *: Hauteur manométrique totale*

Q *: Débit dans la conduite*

: Masse volumique de l'eau

g *: Accélération du pesanteur*

ηp *: Rendement de la pompe*

η_M ***:*** *Rendement du moteur*

IV.5.2-Source d'énergie

Le système d'adduction en eau potable simplifié étudié fonctionne grâce à un champ photovoltaïque qui constitue sa source d'énergie principale d'alimentation des équipements hydrauliques. Cependant cette production solaire dépend des conditions climatiques qui peuvent affecter la continuité de service.

IV.5.3-Dimensionnement du champ photovoltaïque

- **Évaluation de besoins en énergie électrique journalier (Ej)**

Pour déterminer l'énergie nécessaire journalière, nous procéderons par la formule suivante :

$$E_j = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{3600 \times \eta_P \times \eta_M}$$	(18)

***Ej**= Energie consommée par jour (Wh/j)*

Q= Quantité d'eau a pompé quotidiennement(m^3/j)

$\rho = Mase\ volumique\ de\ l'eau(kg/m3)$

$HMT = Hauteur\ Manométrique\ Totale(m)$

$g = Acceleration\ du\ pesenteur(m/s^2)$

- **Calcul de la puissance crête du champ (Pc)**

Elle est déterminée à partir de là l'énergie journalière consommée et de l'ensoleillement.

Nous avons comme formule :

$$Pc = \frac{Ej}{I_{r_{moy}} \times \eta_{cable} \times \eta_{ond} \times \eta_{pous,viel} \times \eta_{STC,temp}}$$	(19)

$Pc = Puissance\ crête\ du\ champs\ photovoltaique(w)$

$Ir,moy = Irradiation\ journaliere\ moyenne\ (5kWh/m2/j)$

$Ej = Energie\ consommée\ par\ jour(Wh\ /j)$

$$\boldsymbol{\eta Cable = rendement\ des\ cables\ 97\%}$$

$\eta_{pous}, viel = rendement\ lié\ à\ la\ poussière\ et\ au\ vieillissement\ des\ modules(90\% * 85\% = 76{,}5\%$

$\eta_{STC,temp}$

$= rendement\ lié\ aux\ conditions\ atmospheriques\ non\ atteintes\ et\ à\ l'echauffement\ des\ modules$ (80%)

- **Nombre de panneaux nécessaire**

Le nombre de panneau est déterminé par la relation suivante :

$\boldsymbol{N = \frac{P_c}{P_{c,panneaux}}}$	**(**20)

Avec : N= $Nombre\ de\ panneau$

$P_C = Puissance\ crete\ photovoltaique(Wc)$

$P_c = Puissance\ crete\ unitaire(Wc)$

- **Disposition des panneaux solaires**

Dans une installation photovoltaïque, la disposition des panneaux est montée en générale sur une combinaison de montage série-parallèle afin d'adapter les grandeurs électriques aux exigences du système.

Le montage en série augmente la tension et assure le bon fonctionnement de l'onduleur.

Tandis que le montage en parallèle augment le courant afin de couvrir les besoins en puissance.

$\boldsymbol{N_{S,PN} \leq \frac{Umax,ond}{Uoc,m}}$	**(21)**
$\boldsymbol{N_{p,PV} = \frac{P_c}{N_{s,Pv} \times P_{c,panneau}}}$	(22)

$N_{S,PN}$: $Nombre\ de\ panneaux\ du\ champ\ PV$

$N_{p,PV}$: $Nombre\ de\ panneaux\ du\ champ\ PV$

$Umax,ond$: $Tension\ max\ à\ l'entree de\ l'onduleur(\ V)$

Uoc,m: $Tension\ de\ court-circuit\ du\ module(V)$

- **Dimensionnement d'onduleur**

Pour dimensionner un onduleur, deux critères importants nous permettent de vérifier la compatibilité entre le champ solaire et les récepteurs :

✓ **Compatibilité en puissance**

La puissance nominale de l'onduleur doit dépasser la puissance totale des charges alimentée en courant alternatif (AC). Et il est recommandé de choisir un onduleur avec une réserve de puissance suffisante par rapport à la charge globale afin d'assurer un fonctionnement optimal et de prévenir tout risque de surcharge.

$$Pnom.onduleur > Ptotal,charges$$

✓ **Compatibilité en tension :**

La tension continue produite par le champ photovoltaïque doit obligatoirement se situer dans l'intervalle de tension d'entrée acceptée par l'onduleur. La configuration du champ doit être conçue de manière à respecter ces contraintes de tension.

$$Umin_ond \leq Uchamp_PV \leq Umax_ond$$

Dimensionnement du groupe électrogène à mettre en place

La source d'énergie secondaire est un groupe électrogène qui permet de prendre le relais pendant la nuit ou en saison de pluie. Le processus de son dimensionnement se repose sur une charge inductive et celle-ci nécessite une puissance importante au démarrage. Pour son dimensionnement le calcul de sa puissance électrique a été fait à travers les formules suivantes : (DENIS ZOUGRANA, 2003)

Max {P[kvA]=2× $\frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000 \times cos\varphi \times \eta p \times \eta M}$ **;** **P[Kva]=2×** $\frac{U \times ln \times cos\varphi \times \sqrt{3}}{1000}$ **× 1,25}**	**(23)**

$\boldsymbol{U} = Tension\ du\ courant\ (V)$	$\boldsymbol{p} = Puissance\ active\ electrique\ en\ sorte\ du\ groupe\ electrogene(kVA)$
$\boldsymbol{I} = Intensite\ du\ demarrage(A)$	
$\boldsymbol{Cos\varphi} = Facteur\ de\ puissance$	η**p=**Rendement de la pompe

IV.6- Choix du réservoir

Dans le cas des systèmes simplifiés, les réservoirs métalliques sont beaucoup plus privilégiés, en raison de leur cout plus abordable et de leur rapidité dans la mise en œuvre comparativement aux réservoirs en béton**.**

<<Pour déterminer la capacité du réservoir, une méthode de calcul simplifiée est utilisée. Cette méthode permet de déterminer forfaitairement la capacité du réservoir en fonction des conditions d'exploitation spécifiques du système d'AEPS Avec un temps de pompage maximale qui est seize (16) heures par jour et le volume du réservoir doit etre comprise entre 10-30% de la consommation du jour de pointe >>. (Bega,2005).

Tableau 8: Capacité utile du réservoir

Conditions d'exploitation	Capacité utile (% du volume)
Adduction pendant la nuit	90%
Adduction par pompe solaire	50%

Adduction continue	30%
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10-30%

IV.7-Vérification du temps de contact désinfectant

La performance des désinfectants tel que le chlore est en fonction de temps de contact minimal avec l'eau, et le plus souvent estimé environ deux (2) heures. Ce temps dépend du débit d'eau traité, qui est considéré comme débit de pointe horaire. Le respect de ce temps de contact assure une désinfection optimale et la qualité sanitaire de l'eau distribuée.

$$\boldsymbol{Tc = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 02heures}$$	**(24)**

Tc: $Temps\ de\ contact\ du\ chlore(h)$

Cu: $Capacite\ utile\ du\ reservoir(m^3)$

Qph: $Débit\ de\ pointe\ horaire(\ ^{m^3}/_{h}\ )$

- **Vérification de la durée de l'efficacité du traitement**

La durabilité de l'action du désinfectant tel que le chlore désigne sa capacité à maintenir la concentration résiduelle dans l'eau après le traitement pour une durée de deux jours maximums. Formule de tems de séjours :

$$\boldsymbol{Ts = \frac{C_u}{Qmh} \leq 02jours}$$	***(25)***

Ts: $temps\ de\ sejour(j)$

Qmh: $Consommation\ du\ jour\ de\ pointe(m^3/j)$

Cu: $capacité\ utile\ du\ reservoir(m^3)$

IV.8-Réseau d'adduction

Le réseau d'adduction d'un système d'alimentation en eau potable, correspond à l'ensemble des installations permettant d'acheminer l'eau depuis le point de captage jusqu'aux réservoirs.

Ce transport peut se faire par écoulement gravitaire si la topographie est très accidentée, ou par pompage si la topographie est favorable.

Dans le cadre de notre projet, le système par pompage est mis en place car, les conditions topographiques sont favorables**.**

- **Les conduites d'adduction**

Le dimensionnement du diamètre de conduite de refoulement est constitué généralement des sections plus grandes pouvant assurer la circulation de l'eau sur de longue distance, et se repose sur un équilibre entre les couts, d'installation et les charges d'exploitations. Ces conduites peuvent être réalisées en divers matériaux dont le choix dépend des contraintes de pression, de la nature du terrain et des propriétés de l'eau. Un diamètre plus important permet de diminuer les pertes de charges et les besoins en énergie, mais engendre un investissement initial plus élevé, tandis qu'un diamètre plus réduit produit des effets inverses. D'où la détermination de diamètre optimal doit concilier les exigences techniques et les considérations économiques.

Plusieurs méthodes de calculs sont proposées pour mieux estimer le diamètre théorique :

Formule de Bresse : $Dth\ (mm) = 1{,}5 \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$

Formule de Bresse modifiée : $Dth\ (mm) = 0{,}8 \times \sqrt[3]{Q(m^3/s)} \times 1000$

Formule de Bonnin : $Dth\ (mm) = \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$

Formule de Meunier : $Dth = (1 + 0{,}02 \times Tp) \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$

Formule de Bedjaoui : $Dth = 1{,}27 \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$

La condition de Flamant doit être respectée :

Flamant : $V(m/s) \leq 0{,}6 + D(m)$

Hauteur Manométrique Total (HMT)

Elle constitue une notion essentielle en hydraulique et dans le système de pompage. Elle représente l'énergie globale que la pompe doit transmettre à un fluide généralement de l'eau afin d'assurer son déplacement d'un point à un autre en tenant compte de l'ensemble des résistances rencontrées lors de son écoulement. Elle est exprimée en mètre colonne d'eau (mCE) ou en pascal (Pa).

La HMT est déterminée à partir de trois composantes à savoir :

La hauteur géométrique correspondant à la différence d'altitude entre le point d'aspiration et le point de refoulement.

Les pertes de charge (*Δ*H) liées aux frottements et aux perturbations dans les conduites,

Les variations de pressions représentant l'écart de pression entre le point de captage et le point de décharge.

$$HMT = Hg + DH + \frac{\Delta P}{\rho g}$$	**(26)**

HMT : *Hauteur Manométrique Totale (mCE)*

Hg : *Hauteur géométrique (m)*

ΔH : *Perte de charge dans la conduite d'adduction (m)*

ΔP : *Variation de pression(bar)*

ρ : *masse volumique de l'eau*

g : *Accélération de la pesanteur*

Les pertes de charges

Encore appelées pertes d'énergie hydraulique, elles désignent une baisse de pression ou d'énergie d'un fluide lors du déplacement de ce dernier dans les conduites. Elles se caractérisent par deux catégories de perte à savoir :

- Pertes de charges linéaires
- Pertes de charges singulières

❖ Pertes de charges linéaires

Le frottement de l'eau sur les parois de la conduite durant son transport, conduit à des pertes de charges linéaires.

Pour estimer ces pertes, nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach.

$DH = \frac{8 \times \lambda \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \times L$	*(27)*

ΔH : *Perte de charge dans la conduite d'adduction (m)*

λ : *Coefficient de résistance*

ρ : *Masse volumique de l'eau*

D : *Diamètres de la conduite*

g : *Accélération de la conduite*

L : *Longueur de la pesanteur*

Le coefficient de résistance est déterminé par la formule de Colebrook-White qui tient compte du régime d'écoulement, le nombre de Reynolds et la rugosité relative.

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2log\left(\frac{k}{3{,}71D} + \frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$	**(28)**

$\boldsymbol{\lambda}$ *: coefficient de résistance*	$\boldsymbol{k}$ *: rugosité de la conduite*
$\boldsymbol{D}$ *: Diamètres de la conduite*	$\boldsymbol{Re}$ *: nombre de Reynolds*

❖ **Pertes de charges singulières**

Les pertes de charges singulières correspondent à des modifications brusques de la géométrie ou des conditions d'écoulement. Celles -ci entraînent des rétrécissements ou élargissements des sections et qui engendres des perturbations importantes tels que le changement de direction, des variations de vitesse.

Elles représentent 5 % à 10 % des pertes de charges linéaires (DENIS ZOUGRANA, 2003)

Dans le cas de notre étude 10 % ont été retenu pour tout le réseau puisque la nature de nos conduites est en PEHD.

Vérification du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique de la pression sein d'une conduite, résultant d'une modification rapide de vitesse d'écoulement du fluide. Cette surpression transitoire se propage sous forme d'onde le long de la canalisation.et occasionne les effets néfastes sur les installations telles que : les nuisances sonores, les ruptures des conduites ….

La formule 29 permet d'évaluer cette variation.

$\boldsymbol{\Delta P = \pm C\frac{U_0}{g}}$ **et** $\boldsymbol{C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1+\frac{D\times\varepsilon}{e\times E}}}}$	**(29)**

ΔP : *Variation de la pression (m)*

ρ : *Masse volumique de l'eau(Kg/m^3)*

D : *Diamètres intérieur (m)*

E : *Module d'élasticité du matériau (N/m^2)*

ε: $Module\ d'elasticite de\ l'eau(N/m^2)$

e : *Épaisseur de la canalisation(m)*

U_0 *: Vitesse de l'écoulement (m/s)*

C *: Célérité d'onde de pression(m/s)*

g : *Accélération de la conduite(m/s^2)*

- **La protection de coup de bélier est envisageable dans les cas suivants :**

-Si la pression résultante (régime permanent+ coup de bélier) excède la pression Maximale Admissible de la conduite.

$\boldsymbol{HMT + \Delta P \geq PMA \approx 1,2PN}$	**(30)**

HMT: $Hauteur\ Manometrique\ totale$

ΔP : *Variation de la pression (m)*

PMA: $Pression\ Maximale\ Admissible\ de\ la$

PN: $Pression\ Nominale\ de\ la\ conduite(m)$

Si la pression est réelle moins la dépression est introduction par le coup de bélier inférieur à la pression atmosphérique.

$\boldsymbol{P_{réelle} - \Delta P \leq P_{atm}}$	**(31)**

$P_{réelle}$: $Pression\ réelle\ en\ regime\ permanent$

P_{atm} : $Pression\ atmospherique$

V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE

V.1-RESEAU DE DISTRIBUTIONS

V.1.1-Vérification des Conduites de distribution existantes

Les ouvrages étant existant, une vérification des paramètres hydrauliques du réseau a été réalisée. Cette analyse a été effectuée de l'amont vers aval afin de d'évaluer la vitesse dans les conduites et la pression au niveau des bornes fontaines.

La côte du radier étant de 343,9 m et la conduite utilisée pour la distribution est du DN75 en PVC. Les résultats obtenus sont dans les tableau suivants :

Tableau 9:Résultat de vérification des conduites de distribution existante

Tronçons	CE-N1	N1-BF4	N1-N2	N2-BF3	N2-BF5	N1-N3	N3-BF2	N3-BF1
Côtes	325,3	319,6	308,2	322,4	322,9	324,3	315,2	319
Longueur	53,69	411,7	100,6	44,54	504,4	303,6	18,4	297,32
Qav(L/S)	3,75	0,75	1,5	0,75	0,75	1,5	0,75	0,75
Qavl(m3/h)	13,5	2,7	5,4	2,7	2,7	5,4	2,7	2,7
Q fic(l/s)	3,75	0,75	1,50	0,75	0,75	1,50	0,75	0,75
Q fic(m3/s	0,0038	0,0008	0,0015	0,0008	0,0008	0,0015	0,0008	0,0008
Dtheo(mm)	69,10	30,90	43,70	30,90	30,90	43,70	30,90	30,90
Dint(mm)	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6	63,6
Dint(m)	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
DN(mm)	75	75	75	75	75	75	75	75
Vitesse(m/s)	1,180	0,236	0,472	0,236	0,236	0,472	0,236	0,236
Ɛ=k/D	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Re	75073,086	15014,617	30029,235	15014,617	15014,617	30029,235	15014,617	15014,617
LAMBDA	0,024	0,031	0,027	0,031	0,031	0,027	0,031	0,031
DH(m)	1,541	0,590	0,513	0,064	0,723	1,550	0,026	0,426
DH cum(m)	1,541	2,131	2,055	2,118	2,778	3,091	3,117	3,517
Zimp(m)	343,90	343,90	343,90	343,90	343,90	343,90	343,90	343,90
pr (m)	17,06	22,17	33,65	19,38	18,22	16,51	25,58	21,38

Les résultats montrent que le réseau présente un bon comportement en termes de pression aux bornes fontaines, cependant la production journalière est de 60 m^3/j tandis que la distribution s'établit à 135 m^3 en plus la capacité de stockage est de 20 m^3 (trop petit) ; cela veut dire que tous les besoins ne peuvent pas être couvert et ce qui explique le manque d'eau au niveau de certaines bornes fontaines.

V.1.2-Vérification des Conduites de distribution existantes par la simulation sur Epanet

- **Simulation Epanet**

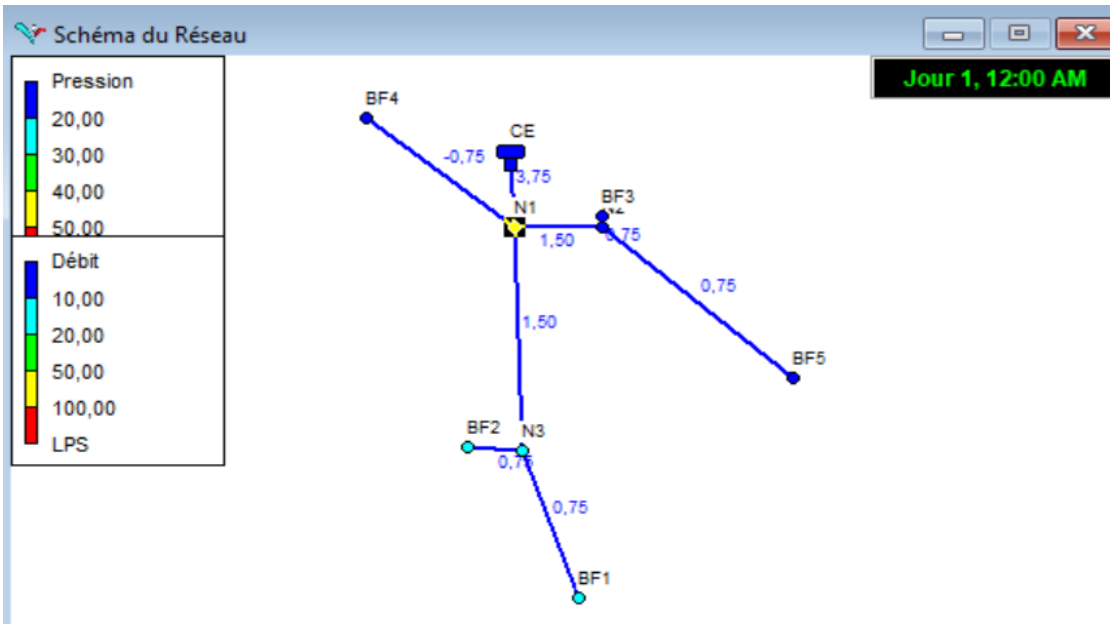


Figure 5: Simulation de Epanet

Le résultat de la simulation confirme nos calculs du débit et de pression d'où la solution est de remplacer les pompes 3m^3/h avec les pompes adaptées pour une production suffisante avec une bonne capacité de stockage afin d'assurer une bonne distribution équitable.

V.1.3-Dimensionnement du nouveau réseau avec d'extension

Avec l'augmentation de la capacité de production, de stockage et de distribution, cela nous a amené à proposer un nouveau réseau de distribution compte tenu de l'augmentation de la population actuelle.

- **Hypothèse de dimensionnement**

Tableau 10: Hypothèses de dimensionnement

Hypothèses de dimensionnement	
Désignation	**Valeur**
Horizon du projet	**2046**
Population de référence 2026 [hbts]	**2392**
Population à l'horizon 2046	**5488**
Taux de desserte par l'AEPS à l'horizon du projet	**100 %**
Taux de desserte par Borne Fontaine	**20 %**
Taux de desserte par Branchement Particulier	**80 %**
Consommation spécifique BF [litre/pers/jour]	**25**
Consommation spécifique BP [litre/pers/jour]	**40**
Besoins annexes	**10 %**
Rendement du réseau à l'horizon du projet	**90 %**
Coefficient de pointe horaire	**2,75**
Coefficient de pointe journalier	**1,15**
Temps théorique de pompage journalier [h]	**16**
Temps de distribution journalière des BF [h]	**12**
Temps de distribution journalière des BP [h]	**16**
Nombre de personnes par BF [hbts]	**500**
Nombre de personnes par BP [hbts]	**10**
Vitesse des conduites de distribution [m/s]	**0,3≤V ≤1,2**
Pression de service [mCE]	**5**
Nature des conduites de refoulement/distribution	**PEHD**

- **Projection de l'évolution démographique à l'horizon**

Le tableau ci-dessous présente les projections démographiques de notre zone d'étude sur une période de 20 ans (2026-2046), établies sur la base d'un taux d'accroissement communal de 4,24 % par an (INSD, 2008) (*Fichier des localités RGPH 2019*, s. d.).

Ces projections permettent d'estimer l'évolution de la population et constituent une donnée essentielle pour l'évaluation des besoins en eau potable et le dimensionnement des infrastructures du système d'alimentation en eau potable.

Tableau 11:Projection démographique

Localité	Taux d'accroissement Communal	2026	2030	2036	2046
Boulenga/Kongoussi	**4,24**	**2392**	**2824**	**3623**	**5488**

- **Estimation des besoins futurs et comparaison avec la ressource disponible**

Le tableau suivant présente l'estimation des besoins en eau potable de notre zone d'étude à l'horizon du projet. Il met en évidence l'évolution de la population, le taux de desserte, des populations desservies par bornes-fontaines et branchements particuliers ainsi que les besoins journaliers en eau correspondants.

Tableau 12:Estimation des besoins futures

Années		2026	2030	2036	2046
Population totale	hbt	2392	2824	3623	5488
Taux de desserte	%	56,40	67,30	85	100
Population desservie	hbt	1349	1901	3087	5488
Taux de desserte des BF	%	28,20	24	23	20
Population desservie par les BF	hbt	675	678	833	1098
Nombre de personne par BF	hbt	500			
Nombre théorique de BF à installer	U	2	2	2	3
Nombre de bornes fontaines retenu	10				
Cons_spécifiques moyennes des BF	l/hbt/j	25	25	25	25
Cons_journalières moyennes des BF	m^3/j	16,86	16,95	20,83	27,44
Taux de desserte des BP	%	28,20	43,30	62	80
Population desservie par les BP	hbt	675	1223	2246	4391
Nombre de personne par BP	hbt	10			

Nombre théorique de BP à installer	U	68	123	225	440
Cons_spécifiques moyennes des BP	l/hbt/j	40	40	40	40
Cons_journalières moyennes des BP	m^3/j	26,98	48,92	89,86	175,63
Besoins annexe	m^3/j	4,38	6,59	11,07	20,31
Besoins moyens journaliers	m^3/j	48,2	72,4	121,8	223,4
Coefficient de pointe journalier (Cpj)		1,15			
Besoin en eau de jour de pointe	m^3/j	55,46	83,31	140,03	256,89
Rendement global du réseau	%	0,9			
Demande en eau du jour de pointe	m^3/j	61,63	92,57	155,58	285,43
Débit d'adduction		3,85	5,79	9,72	17,84

L'analyse montre qu'une augmentation progressive de population desservie passant de 1349 habitants en 2026, à 5488 habitants en 2046. Cette évolution entraine une hausse des besoins moyens journaliers en eau, qui passe de 48,2 m^3/j à 223,4 m^3/j .En tenant compte du coefficient de pointe journalier et du rendement global du réseau, la demande en eau du jour de pointe atteint 285,42 m^3/j à l'horizon 2046, correspondant à un débit d'adduction de 17,84 m^3/h.

- **Estimation de la demande et du débit de dimensionnement du nombre des BF et BP**

Le tableau suivant présente les débits de distribution par gravité à l'horizon du projet. Il regroupe les besoins en eau des bornes fontaines, les débits moyens et de pointe correspondants ainsi que les débits de distributions nécessaires pour l'alimentation de la population desservie dans des conditions satisfaisantes.

Tableau 13:Débit de distribution par gravité

Débit de distribution par gravité						
		Unité	2026	2030	2036	2046
Demande en eau du jour de pointe aux BF	BF	m^3/j	24	24	29	39
Débit moyen horaire théorique des BF		m^3/h	2,0	2,0	2,4	3,2
Débit de pointe horaire théorique des BF		m^3/h	4,4	4,5	5,5	7,2
Débit de pointe horaire théorique des BF		l/s	1,2	1,2	1,5	2,0

Nombre théorique de BF		U	10			
Débit de pointe théorique par BF		l/s	0,12	0,12	0,15	0,20
Nombre de robinets par borne fontaine		U	3			
Débit max d'un robinet		l/s	0,25			
Débit réel de chaque borne fontaine		l/s	0,75			
Débit réel des BF		l/s	7,5			
Demande en eau du jour de pointe aux BP	BP	m^3/j	37,92	68,75	126,30	246,86
		l/s	0,44	0,80	1,46	2,86
Débit moyen horaire théorique des BP		m^3/h	2,37	4,30	7,89	15,43
Coefficient de pointe horaire			2,75	2,75	2,75	2,5
Débit de pointe horaire théorique des BP		l/s	1,48	2,69	4,93	9,64
Débit de distribution	BF+BP	m^3/h	5,33	9,67	17,76	61,71
Débit de distribution		l/s	1,48	2,69	4,93	17,14

En raison de croissance démographique et d'amélioration du taux de desserte, les besoins en eau distribuée par les bornes fontaines évoluent modérément, tandis que ceux des branchements particuliers connaissent une hausse plus importante, traduisant le développement attendu des raccordement individuels. Ainsi le débit passe de 1,48 l/s en 2026 à 17,14 l/s en 2046 **(valeur retenue pour le dimensionnement du reseau de distribution).**

- **Débit linéique**

Tableau 14:Débit linéique

Débit linéique	
Longueur du réseau de distribution(m)	4 900,2
Débit linéique (l /s)	0,0020

- **Capacité de production des forages.**

La capacité du forage à satisfaire la demande en eau aux différents horizons de projet est basée sur la comparaison entre la demande en eau du jour de pointe, le débit théorique de pompage requis, le débit d'exploitation disponible ainsi que le temps de pompage réel de pompage

nécessaire pour assurer l'alimentation du système.

Tableau 15:Evaluation de capacité des forages à l'horizon

Évaluation de la capacité du forage à l'horizon				
Désignations	**2026**	**2030**	**2036**	**2046**
Temps théorique de pompage (h)	16	16	16	16
Demande en eau du jour de pointe (m^3/j)	61,63	92,57	155,58	285,43
Débit théorique de pompage m^3/h	3,85	5,79	9,72	17,84
Débit d'exploitation du forage m^3/h	13,81	13,81	13,81	13,81
Nombre de forage	1	1	1	2
Débit réel de pompage	13,81	13,81	13,81	13,81
Temps réel de pompage (h)	4,46	6,70	11,27	20,67

Nous remarquons que les 13,81 m^3/h couvrent les besoins jusqu'en 2036.Cependant à l'horizon du projet la demande dépasse cette capacité ainsi il faut un renforcement de la production par un forage nécessairement.

V.2. RÉSULTAT DE DIMENSIONNEMENT ET DISCUSSION

V.2.1-Extension du réseau

La figure suivante montre la configuration du réseau existant intégrant les extensions de notre zone d'étude.

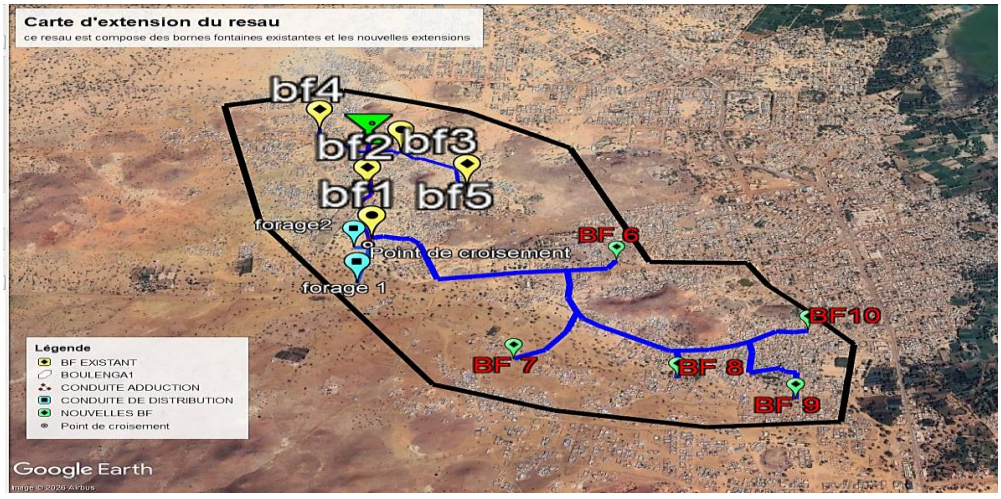


Figure 6 : Tracé du réseau avec extension

V.2.2- Débit en tête de distribution dans le réseau ramifié

En tête du réseau de distribution, le débit de dimensionnement est estimé à 17,14 l/s tenant compte du débit au niveau de dix bornes fontaines la retenue (7,5 l/s) et le restant est distribué linéairement sur une longueur de 4900,18 m correspondant à 0,0020 l/s /m valeur retenue pour le dimensionnement.

- ✓ **Conduite de distribution.**

Le dimensionnement est fait de l'aval vers amont afin de déterminer le Diamètre des conduites, la pression au nœud et enfin la côte radier du réservoir.

Les résultats issus du dimensionnement sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Résultat du nouveau dimensionnement

Tronçons	Tuyaux	Nœuds	Longueur m	Côtes TN(m)	Qfic (l/s)	DN (mm)	V (m/s)	Zimp (m)	Pr (m)
CE-N1	T1	N1	53,69	325,3	17,14	200	0,64	330,56	30,54
N1-N9	T2	N9	36,86	321,9	1,35	63	0,65	328,19	32,90
N9-N10	T3	N10	126,4	319,6	1,19	63	0,58	328,70	32,39
N10-N11	T4	N11	67,99	319,9	1,00	63	0,48	330,06	31,04
N11-N12	T5	12	70,71	320	0,86	63	0,42	330,98	30,12
N12-NBF4	TBF4	NBF4	17,73	319,5	0,77	63	0,37	330,65	30,45
N1-N13	T6	N13	54,75	324,3	13,04	180	0,77	330,05	31,05
N13-N14	T7	N14	216,6	317,8	12,79	180	0,75	325,44	35,66
N14-N15	T8	Nd15	87	322,8	12,47	180	0,73	331,16	29,94
N15-NBF2	TBF2	NBF2	18,4	315,2	0,77	63	0,37	323,73	37,37
N15-N17	T9	N17	249,16	312,8	11,37	180	0,67	322,87	38,22
N17-N18	T10	N18	12,06	312,8	11,09	200	0,53	322,92	38,18
N18-NBF1	TBF1	N BF1	36,1	312,4	0,79	63	0,38	322,87	38,23
N18-N19	T11	N19	41,77	313,8	10,22	160	0,76	324,36	36,74
N19-N20	T12	N20	71,73	316,2	10,11	160	0,75	327,49	33,60
N20-N21	T13	N21	28,69	314,9	10,01	160	0,75	326,48	34,62
N21-N22	T14	N22	51,75	312,6	9,93	160	0,74	324,69	36,40
N22-N23	T15	N23	244,7	316,6	9,66	160	0,72	330,98	30,11
N23-N24	T16	N24	295,2	313,9	9,13	160	0,68	330,76	30,34
N24-N25	T17	N25	174,9	311,9	8,66	140	0,84	331,43	29,67
N25-N26	T18	N26	147,1	313,2	1,02	63	0,49	335,13	25,96
N26-NBF6	TBF6	NBF6	58,15	314,3	0,81	63	0,39	336,84	24,26
N25-N27	T19	N27	90,27	309,5	7,24	125	0,88	330,81	30,29
N27-N28	T20	N28	77,23	322,9	7,07	125	0,86	345,66	15,44
N28-N29	T21	N29	97,15	309,3	6,90	125	0,84	333,80	27,29

N29-N30	T22	N30	117,6	312,2	1,35	63	0,65	340,05	21,05
N30-N31	T23	N31	125,7	312,6	1,11	63	0,54	342,88	18,22
N31-NBF7	TBF7	NBF7	115,7	306,6	0,88	63	0,42	338,27	22,83
N29-N32	T24	N32	45,35	306,6	5,30	110	0,83	332,06	29,04
N32-N33	T25	N33	71,79	315	5,19	110	0,82	344,29	16,81
N33-N34	T26	N34	290,1	313,8	4,85	110	0,76	349,19	11,91
N34-N35	T27	N35	23,61	309	4,52	110	0,71	341,03	20,07
N35-N36	T28	N36	64,92	309,3	1,00	63	0,48	335,77	25,33
N36-NBF8	TBF8	N BF8	90	313,6	0,85	63	0,41	343,90	17,19
N35-N37	T29	N37	113,1	312	3,34	90	0,78	346,82	14,28
N37-N38	T30	N38	86,36	312	3,14	90	0,74	348,70	12,40
N38-N39	T31	N39	59,34	308,3	2,99	90	0,70	346,18	14,92
N39-N40	T32	N40	113,6	307,7	1,10	63	0,53	347,71	13,39
N40-N41	T33	N41	65,4	309,5	0,92	63	0,44	350,36	10,73
N41-NBF10	TBF10	N BF10	48,05	310,6	0,80	63	0,39	351,95	9,15
N39-N42	T34	N42	56,93	310,1	1,68	63	0,81	350,47	10,63
N42-N43	T35	N43	117,4	308,2	1,52	63	0,73	352,75	8,34
N43-N44	T36	N44	111	308,8	1,29	63	0,62	356,23	4,87
N44-N45	T37	N45	23,58	305,3	1,15	63	0,55	353,21	7,89
N45-N46	T38	N46	42,31	304,9	1,09	63	0,52	353,59	7,51
N46-NBF9	TBF9	N BF9	147,4	305,5	0,91	63	0,44	356,10	5
N1-N2	T39	N2	100,6	308,3	2,59	75	0,87	317,53	43,56
N2-N3	T40	N3	24,44	324,5	2,46	75	0,83	334,60	26,49
N3-N4	T41	N4	20,1	322,5	2,41	75	0,81	334,41	26,68
N4-NBF3	TBF3	N BF3	48,2	322,4	0,80	63	0,39	334,80	26,30
N4-N5	T42	N5	77,81	322,8	1,48	63	0,71	337,84	23,26
N5-N6	T43	N6	26,74	324,4	1,37	63	0,66	340,22	20,88
N6-N7	T44	N7	161,3	324,9	1,20	63	0,58	344,33	16,77
N7-N8	T45	N8	93,43	322,1	0,94	63	0,45	342,82	18,27
N8-NBF5	TBF5	NBF5	45,92	322,9	0,80	63	0,39	344,09	17,01
Longueur totale dist			4900,2						

L'ensemble du réseau repond aux normes hydrauliques. Les vitesses d'écoulement relevées dans les conduites sont comprises entre 0,37-0,88 m/s.

Sur la base de Zimp=356,10 m et de la côte du terrain naturel, la hauteur sous radier est de 10 m. cette hauteur donne une pression minimale de 5 mCE au BF9 et une pression maximale de 38,23 mCE au BF1.

Il est prévu de mettre un régulateur de pression pour régler les pressions élevées.

- ✓ **Caractéristiques des conduites de distribution**

Tableau 17: Caractéristique des conduites de distribution

Nature des conduites	PN	DN (mm)	Longueur (m)
PEHD	**16**	**63**	**2292,530**
PEHD	**16**	**75**	**125,04**
PEHD	**16**	**90**	**258,8**
PEHD	**16**	**110**	**430,85**
PEHD	**16**	**125**	**264,65**
PEHD	**16**	**140**	**174,9**
PEHD	**16**	**160**	**733,84**
PEHD	**16**	**180**	**607,51**
PEHD	**16**	**200**	**65,75**
TOTAL			**4953,870**

- ✓ **Comparaison des résultats des paramètres hydrauliques sur le réseau de distribution.**

Afin de mieux visualiser et comparer les différents paramètres hydrauliques obtenus, les graphiques ci-dessous illustrent l'évolution et la distribution de ces valeurs à travers le réseau de distribution.

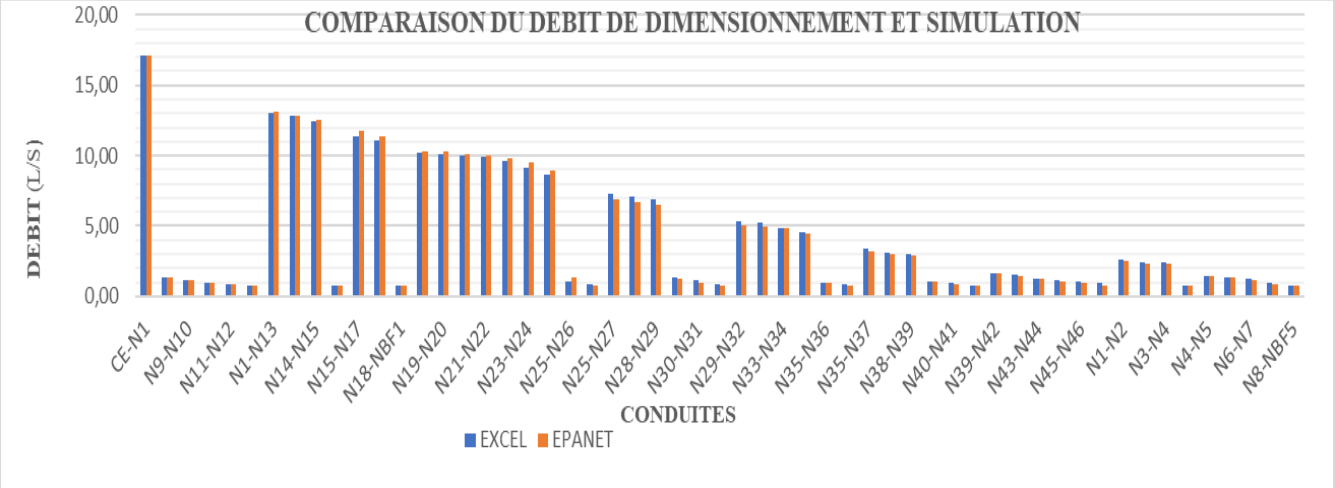


Figure 7:Graphique de comparaison du débit

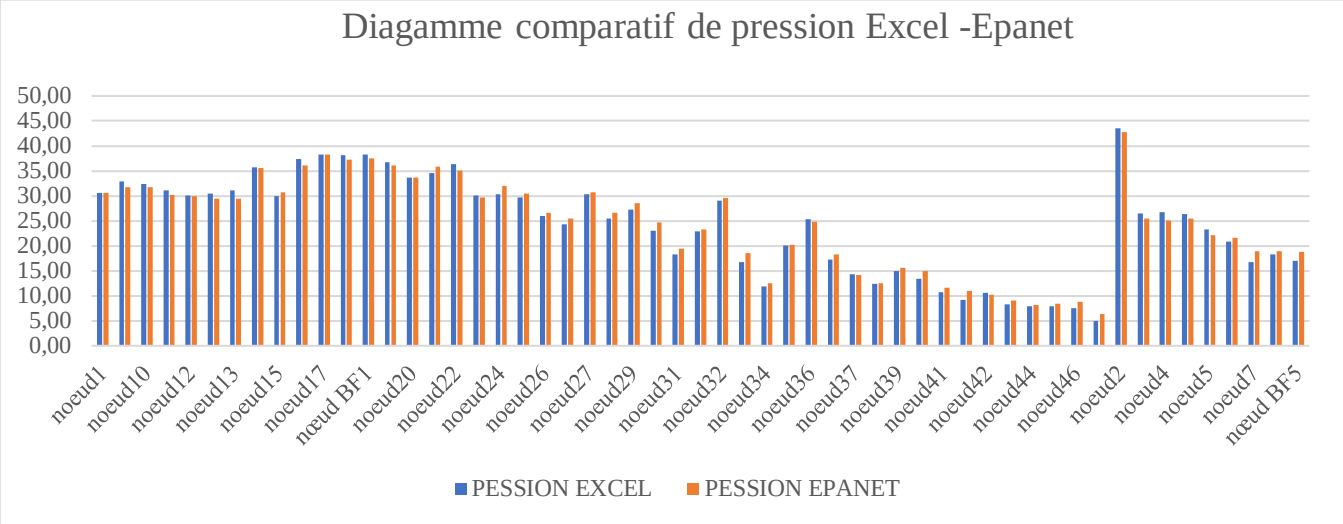


Figure 9:Graphique de comparaison de pressions

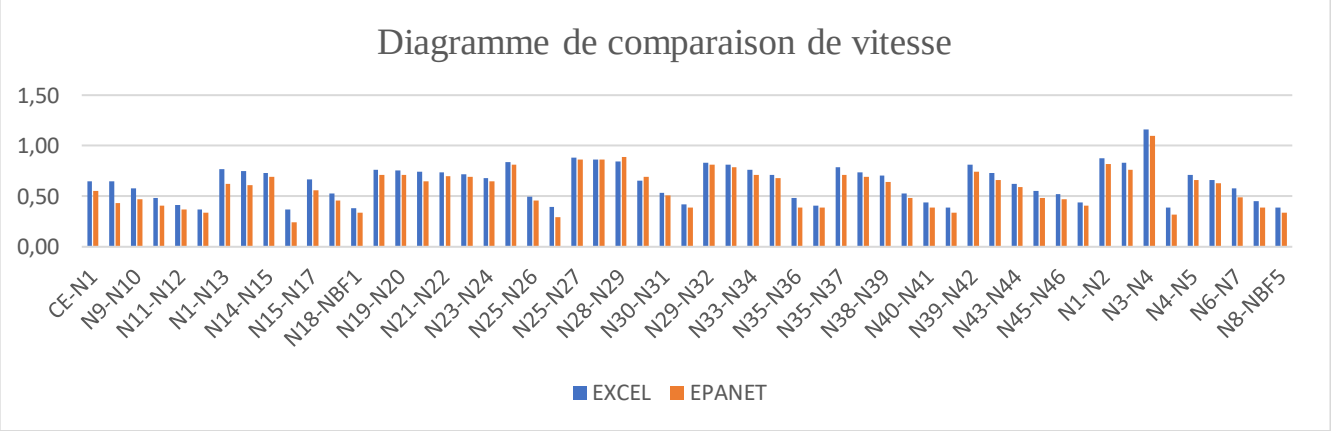


Figure 8 : Graphique de comparaison de la vitesse

Les résultats comparatifs entre le dimensionnement analytique sur Excel et simulation Epanet nous ont permis de faire ressortir les éléments suivants :

-Une bonne correspondance sur l'ensemble des conduites à l'exception du tronçon CE-N1où on observe un écart important du débit en tête du reseau de distribution. ;

- Une bonne cohérence de vitesse sur la plupart des conduites ;

-Des pressions globalement élevées sur la majorité des nœuds aux bornes fontaines.

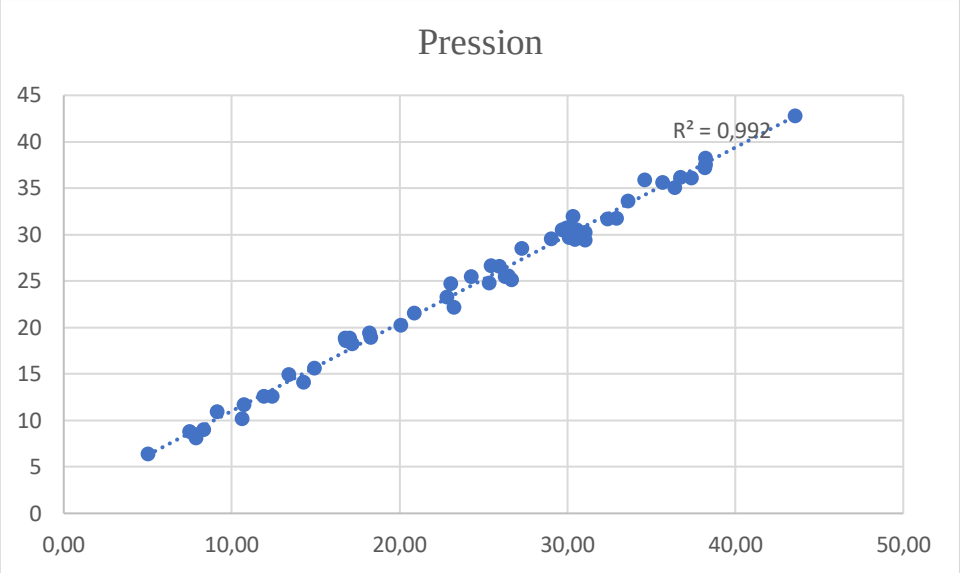


Figure 10: Courbe de corrélation de pression.

L'analyse de régression effectuée entre ces deux résultats relève un coefficient de détermination R^2= 0,992 (proche de 1), ce qui traduit une adéquation quasi parfaite.

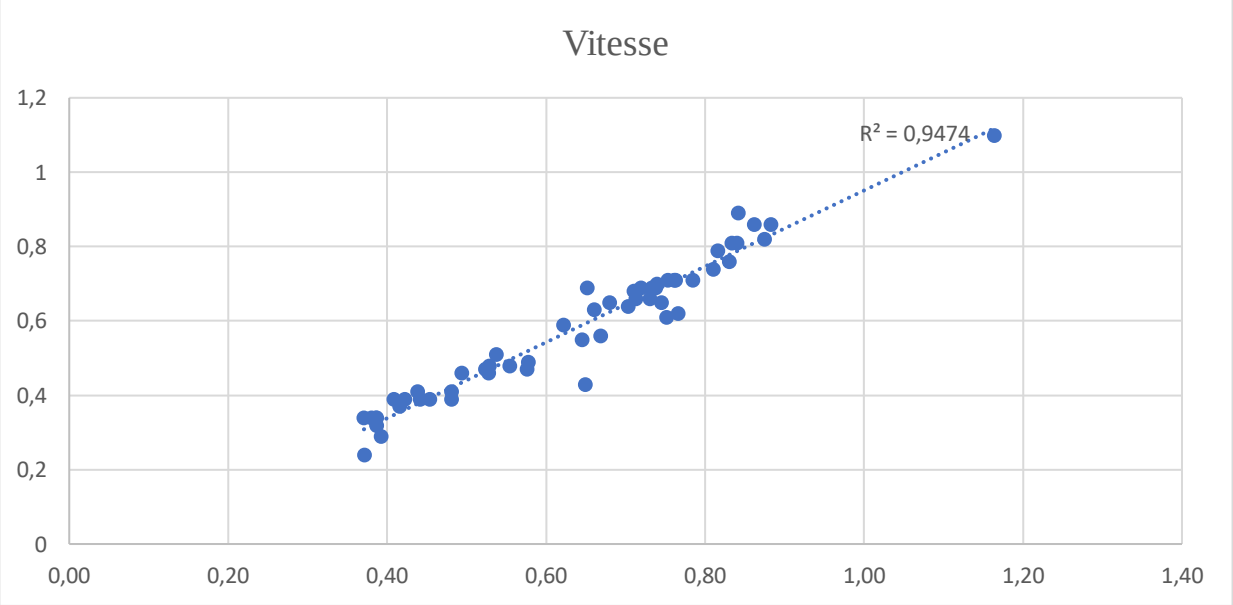


Figure 11: Courbe de corrélation de vitesse

On observe que l'ensemble des points se répartisse globalement le long de la courbe de tendance, avec un coefficient de détermination R^2 =0,9474 (proche de 1) traduisant une bonne corrélation entre les résultats obtenus par calcul et modélisation sur Epanet.

- ✓ **Simulation sur Epanet :**

La simulation sur Epanet est configurée en adoptant la formule de Darcy-weisbach comme model de calcul des pertes de charges avec une rugosité de 0,07 mm (marge de sécurité) pour les conduites (PEHD) sur l'ensemble du réseau. Le résultat issu de cette simulation est dans la figure suivante**.**

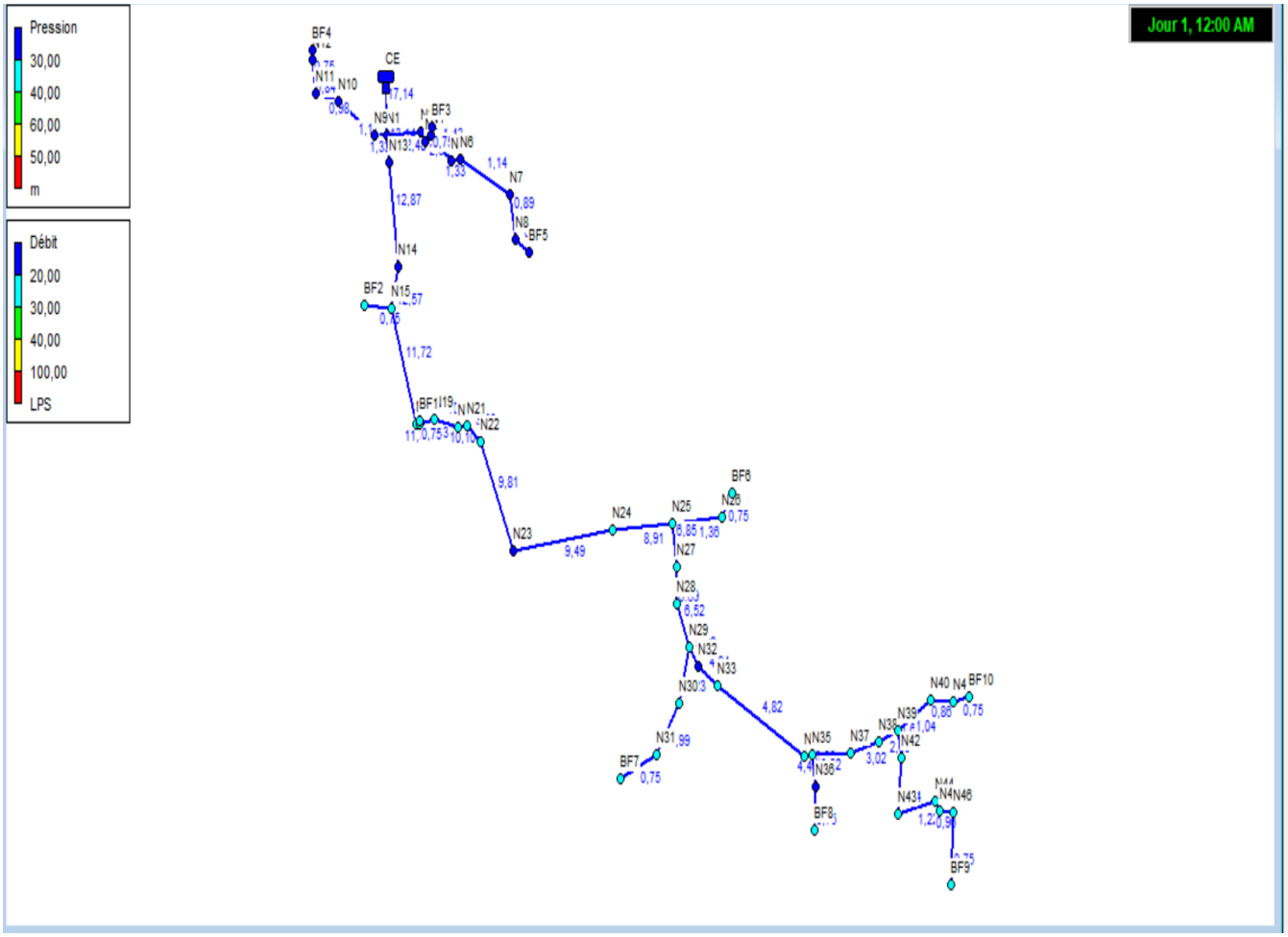


Figure 12: Simulation sur Epanet du nouveau reseau avec extension

✓ **Caractéristiques des deux pompes**

Tableau 18: Caractéristique de deux pompes

Qp[m/h]	6,8	7,8
HMT[M]	80	84
Marque	Grundfos	Grundfos
Model de la pompe	SP 5A-25	SP 7-23
Type de moteur	MS 402	MS 402
Puissance[kW]	2,2	2,8
Fréquence [Hz]	50	50
U [V]	3 x 380-400	3 x 380-400
In [A]	5,7	6,8
Cos j	0,8	0,8
ηp	57%	70%
ηm	78.9 %	75,5

✓ **Caractéristiques de la pompe et du réseau.**

Tableau 19: Caractéristiques de la pompe retenue et du réseau

Q[m3/h]	0	2	4	6	8	10
HMT	104	102,2	101,2	98,31	91,25	77,51
DH	0,00	0,65	2,61	5,88	10,45	16,33
Hréseau	73,90	74,55	76,51	79,78	84,35	90,23
np	0	34,6	53,6	63,3	69	69

✓ **Caractéristique du point de fonctionnement des deux forages combinés**

Le débit cumulé a été déterminé à partir des débits nominaux lus sur le catalogue du concepteur. La DHp_{res} a été obtenue en additionnant la hauteur de surverse du château et les pertes de charges du réseau. Quant à la HMT elle a été définie à partir de la valeur maximale

de HMT des deux pompes également lue sur les catalogues des équipements correspondants(Mounirou, 2024).

Tableau 20: Caractéristiques du point de fonctionnement du système

Qcum(m^3/h)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
DHp res	360,40	360,50	360,78	361,26	361,93	362,79	363,84	365,08	366,51
HMT(m)	437,00	426,24	416,65	412,53	408,09	399,22	388,72	375,10	358,18
Q (m^3/h)	0	2	4	6	8	10	12	14	16

Cette figure représente les courbes caractéristiques des deux pompes, la courbe du réseau ainsi que la courbe résultante obtenue par le fonctionnement simultané des deux forages.

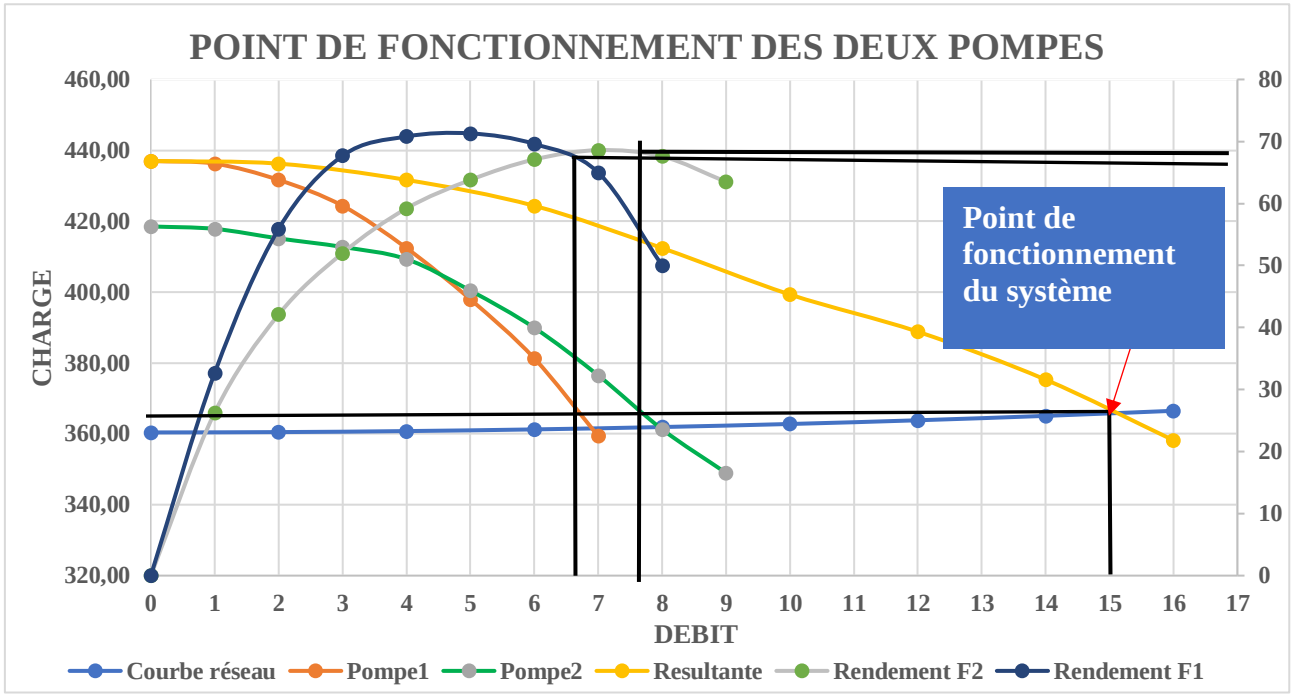


Figure 13: Point de fonctionnement du système

L'intersection entre la courbe résultante et la courbe du réseau détermine le point de fonctionnement du système. Celui-ci a été obtenu pour un débit d'environ 15 m^3/h et une charge de 364 m.

L'analyse des courbes individuelles montre que la pompe 1 fonctionne à un débit de 6,8 m^3/h pour une HMT de 87 m avec un rendement de 68% tandis que la pompe 2 fournit un débit de 7 ,8m^3/h pour une HMT de 91,5 m avec un rendement de 67%. (Résultat obtenu par soustraction de la côte du niveau dynamique dans la charge).

Les performances des deux pompes sont donc compatibles avec les exigences hydrauliques du réseau et leur fonctionnement simultané permet d'assurer l'alimentation de l'AEPS dans les conditions satisfaisantes.

V.2.4-Champ photovoltaïque

Avec les valeurs HMT de chaque pompe lue sur la courbe du réseau de point de fonctionnement cela nous a permis de déterminer la puissance de crête du champ photovoltaïque qu'il faut pour le fonctionnement le système.

- ✓ **Puissance de crête**

Tableau 21: Estimation puissance de crête

Determination de la puissance de crête								
Désignation	**Qj (m^3/j)**	**HMT (m)**	**Rmp(%)**	**rond(%)**	**Ej(kW/j)**	**Ei($kW/m^2/j$)**	**ng(%)**	**Pc(Wc)**
Pompe F1	54,4	87,00	61%	90%	23530,15	5,5	80%	5347,76
Pompe F2	62,4	91,50	53%	90%	32556,30	5,5	80%	7399,16

Les puissances normalisées retenues pour les pompes sont les suivant : **5 500 Wc** et **7 500 Wc**

- ✓ **Détermination du nombre de panneaux**

Tableau 22: Résultat du nombre des panneaux

Détermination des panneaux						
Désignation	Pc retenu (Wc)	Pc U Wc	Nbre de panneaux	Association des panneaux	Nbre de module parallèle	Nbre de module en série
Pompe F1	5500	250	22	22*250 Wc	2	11
Pompe F2	7500	250	30	30*250 Wc	5	6

Le dimensionnement du champ photovoltaïque montre que 22 modules de 250 Wc sont nécessaires pour la pompe f1 contre 30 modules pour la pompe f2.les configurations en série et parallèle ont été définies afin d'adapter la tension et le courant aux caractéristiques des pompes.

- ✓ **Dimensionnement de l'onduleur**

Tableau 23: Résultat dimensionnement de l'onduleur

Dimensionnement de l'onduleur						
Désignation	Pmp (kW)	K	Rp	Cos Phi	Sond calculé (kVA)	Sond retenu (kVA)
Pompe p1	2,2	1,05	0,57	0,82	4,9422	5,5
Pompe p2	3,74	1,05	0,699	0,81	6,9358	7,5

Le dimensionnement des onduleurs montre que la puissance apparente calculée est de 4,94 kVA pour le forage F1 et de 6,94 kVA pour le forage F2. Les puissances normalisées retenues sont : **5,5 kVA** et **7,5 kVA.**

- ✓ **Dimensionnement groupe électrogène**

Tableau 24: Résultat dimensionnement groupe électrogène

Dimensionnement du groupe électrogène										
Désignation	ρ	*g*	Qf	HMT	Rp	Rm	Cos phi	U	In	Cos fi
Groupe1	1	9,81	8	80	0,70	0,745	0,81	380	5,5	0,81
Groupe2	1	9,81	5,5	84	0,572	0,757	0,82	400	8,1	0,82
Puissance apparente	10,3							7,33047		
Puissance apparente	8,67							7,33		

Les puissances retenues pour les groupes électrogènes sont les 10 kVA et 10 kVA.

V.2.5-Dimensionnement du réservoir

- ✓ **Méthode forfaitaire**

Nous avons pris 30 % de 285,43 m^3/j (demande en eau à l'horizon) pour estimer la capacité de notre réservoir. Soit 86,63 m^3 que nous avons arrondi 100 m^3 comme marge de sécurité (*Cours d'approvisionnement en eau potable*, s. d.).

- ✓ **Méthode analytique**

Elle estime la capacité du réservoir, c'est trouver l'équilibre entre sécurité d'approvisionnement, contraintes techniques, normes règlementaires et économiques pour qu'une population soit alimentée.

Tableau 25:Résultat par la methode analytique

Capacité du réservoir							
Période	0-6h	6h-8h	8h-11h	11h-12h	14h-18h	18h-22h	22h-24h
Δt	6	2	3	1	4	4	2
Coef k	0,5	1,5	3	1,5	1,05	0,5	0,35
Qa [m^3/h]	0	17,84	17,84	17,84	17,84	17,84	0
Va par tranche[m^3]	0	35,68	53,52	17,84	71,36	71,36	0
Va cumulé[m^3]	0	35,68	89,20	107,04	178,39	249,75	249,75
Qc[m^3/h]	5,95	17,84	35,68	17,84	12,49	5,95	4,16
Vc par tranche[m3]	35,68	35,68	107,04	17,84	49,95	23,79	8,33
Vc cumulé[m^3]	35,68	71,36	178,39	196,23	246,18	269,97	278,29
Contenance	-35,68	-35,68	-89,20	-89,20	-67,79	-20,22	-28,54
Capacité utile [m3]	89,20						

À l'issu de ces deux résultats, nous avons retenu la méthode forfaitaire pour la conception d'un réservoir métallique cylindrique de 100 m^3 afin de garantir l'alimentation continue du réseau même le jours de forte consommation**.**

Tableau 26:Résultat du dimensionnement du réservoir

Dimensionnement du réservoir métallique cylindrique	
Capacité utile	100
Hauteur totale(m)	5
Diamètre réel	5
Capacité retenue (m^3)	100
Hauteur sous cuve calculée (m)	10,197
Hauteur sous cuve retenue (m)	10
Côte TN réservoir (m)	335,9

Côte radier du réservoir (m)	345,9
Coordonnée GPS	X :13.327919° ; Y : -1.543327°

Le château est constitué d'une conduite d'amener, d'une conduite de trop plein, un by-pass et un système de vidange et de flotteur.

V.2.6: Traitement

- ✓ **Temps de contact et temps de séjour**

Tableau 27: Désinfection du chlore

Désinfection par le chlore				
Vérification temps de contact			**Vérification temps de séjour**	
Tc(h)=Cu/Qph			Ts=Cu/Q	
Cu(m^3)	100		Cu(m3)	100
Qmh(m^3/h)	17,84		Q(m3/j)	285,43
Tc=Cu/Qmh	5,605381166		Ts=Cu/Q	0,3503486
Tc>2h	**BON**		**Ts<2j**	**BON**

Tableau 28: Résultat de dimensionnement du Bac de préparation

Dimensionnement du bac de préparation		
V=M/C		
M(Ca(ClO)2)	143,08	Masse(g)
M((Cl)2)	71	Masse(g)
Chlore actif	60%	Titre chlore actif/Ca(OCl)2
M/V(Produit)	6,71737	Masse volumique (g/m3)
M(Produit)	671,737	Masse nécessaire (g)
V(bac)	**134,35**	**Volume du bac (L)**
V(bac)	**134**	**Volume retenu du bac (L)**

Tableau 29:Dimensionnement de pompe doseuse

Dimensionnement de la pompe doseuse		
q=(T*Q)/C		
T(g/m^3)	2	Taux de traitement

C(g/l)	5	Concentration de Ca (OCl)2
Q(m^3/h)	13,81	Débit d'eau brute
q(l/h)	5,524	Débit de la pompe doseuse
R	80%	Rendement pompe
q(l/h)	6,905	Débit pompe calculé
q(l/h)	**7**	**Débit pompe retenu**

Le système de chloration est correctement dimensionné avec 0,57 kg de Hypochlorite de Calcium Ca (OCl)2 par jour une cuve de 134 litres et une pompe doseuse réglée à 7 l/h, avec un temps de contact supérieur à 2 h et un temps de séjour inférieur à 2 jours le traitement garantie une eau désinfectée conforme aux normes sanitaires pour une population desservie à la demande de 285,43 m^3/j.

Tableau 30:Préparation solution mère

Hypothèses	
Débit de pompage QT en (l/h)	**17 840**
Volume du château VD en (m^3)	**100**
Débit dérivé Qp en (l/h)	**1 000**
Réglage du Dosadron en (%)	**0,5**
Concentration de chlore actif CH en (%)	**65**
Besoin de chlore actif CL2 en (mg/l)	**2**
Méthode de préparation de la solution mère	
Rapport d'injection	**200**
Rapport de division du débit	**18**
Concentration de clore actif Cm dans le bac de solution en (g/l)	**36**
Volume (pour le château plein) traversant la dérivation Vp en (m^3)	**5,61**
Volume de solution préparer pour le remplissage du château V en (l)	**100**
Masse de chlore actif dans la solution en (g)	**200**
Masse de produit à diluer MH pour préparer la solution en (g)	**307,69**

V.3.- RÉSEAU D'ADDUCTION

V.3.1. Vérification de la conduite d'adduction existant

Deux forages assurent simultanément la production d'eau. Les débits issus de ces ouvrages se rejoignent au niveau d'un point de croisement, puis vers le château via une conduite commune.

- **Condition de vitesse et de flamant**

La vérification hydraulique a été effectuée en simulant le remplacement des pompes existantes par des pompes dont les débits correspondent aux capacités de production des forages, soit 5,81 m^3/h et 8 m^3/h. Cette approche permet d'évaluer l'aptitude des conduites actuellement installées (PVC DN 63) à transporter ces débits tout en respectant les conditions de vitesse et de flamant. Les pompes en service ayant un débit de 3 m^3/h chacune, ne permettent pas une exploitation optimale des ouvrages actuelles.

Tableau 31:Résultat de vérification de vitesse

	Débit (m^3/h)	Nature	DN	Diamètre (m)	Vitesse (m/s)	Condition de flamant
Conduite 1	5,81	PVC	63	0,0426	1,13	Non
Conduite 2	8	PVC	63	0,0426	1,13	Non
Conduite principale	13,81	PVC	63	0,0426	1,13	Non

D'après les résultats obtenus nous constatons que les vitesses d'écoulements se situent bien dans la plage admissible ($0.6 \leq V \leq 1.5$) (DENIS ZOUGRANA, 2003). Cependant elles demeurent relativement élevées, ce qui engendre des pertes d'énergie.

Les conditions de flamant ne sont pas respectées. Or ces conditions constituent un critère hydraulique fondamental dans le dimensionnement des conduites d'eau afin de garantir un régime d'écoulement économique limitant à la fois les pertes d'énergie, l'usure prématurée des canalisations. Par conséquent, un redimensionnement hydraulique des conduites est proposé afin d'améliorer les performances du réseau, et garantir des conditions d'exploitation conformes aux critères de conception recommandés.

V.3.2-Dimensionnement du nouveau réseau d'adduction

Le tableau ci-dessous représente le dimensionnement de la conduite secondaire reliant le premier forage au point de jonction.

Tableau 32:Résultat conduite d'adduction 1

Formule	Débit (m^3/h)	Dth (mm)	Dint (mm)	Dint (m)	DN (mm)	U(m/s)	Condition de flamant
Bresse	5,81	60,26	63,8	0,07	90	0,55	Oui
Bresse_Modifiée		97,36	106,6	0,17	110	0,20	Oui
Bonnin		40,17	42,6	0,04	63	1,13	Non
Meunier		53,03	63,8	0,06	75	0,50	Oui
Bedjaoui		51,02	63,8	0,06	75	0,50	Oui

Au vu des résultats du tableau, le choix s'est porté sur la formule de Bedjaoui, qui donne un diamètre de DN75 avec une vitesse de 0,55 m/s. Ce résultat est cohérent avec celui obtenu par les formules de Bresse et Meunier. Aussi la vitesse obtenue respecte la plage économique recommandée et la condition de flamant est vérifiée.

Le tableau suivant présente le dimensionnement de la conduite secondaire reliant le deuxième forage, dont le débit est de 8 m^3/h.

Tableau 33: Résultat conduite d'adduction 2

Formule	Débit (m^3/h)	Dth (mm)	Dint (mm)	Dint (m)	DN (mm)	U (m/s)	Condition de flamant
Bresse	8	70,71	76,6	0,08	90	0,35	Oui
Bresse_Modifiée		108,31	119,2	0,12	140	0,14	Oui
Bonnin		47,14	53,6	0,06	63	0,72	Non
Meunier		62,23	76,6	0,08	90	0,35	Oui
Bedjaoui		59,87	63,8	0,08	75	0,50	Oui

Pour cette conduite le diamètre retenu est également DN75 offrant une vitesse économique favorable et vérifiant la condition de flamant**.**

Tableau de dimensionnement de la conduite principale de refoulement, qui assure la jonction entre les deux conduites secondaires.

Tableau 34:Résultat conduite d'adduction principale

Formule	Débit (m^3/h)	Dth (mm)	Dint (mm)	Dint (m)	DN (mm)	U (m/s)	Condition de flamant
Bresse	13,81	92,90	106,6	0,11	125	0,20	Oui
Bresse_Modifiée		129,93	136,2	0,14	160	0,12	Oui
Bonnin		61,94	76,6	0,08	90	0,38	Oui
Meunier		81,76	93,6	0,10	110	0,25	Oui
Bedjaoui		78,66	93,6	0,10	110	0,25	Oui

Parmi les formules utilisées, seule la formule de Bonnin donne un résultat satisfaisant, avec un diamètre DN 90 mm**.**

- ✓ **Résumé du choix des conduites d'adduction.**

Tableau 35:Résumé de choix des conduites d'adduction

Conduites	Diamètre	Nature
Conduite Secondaire1	DN75	PEHD
Conduite Secondaire 2	DN75	PEHD
Conduite principale	DN90	PEHD

- ✓ **Synthèse de vérification coup de bélier :**

Tableau 36:Vérification coup de bélier

Désignation	Conduite secondaire 1	Conduite secondaire 2	Conduite principale
P max	87,35	94,23	86,65
P min	52,57	16,07	20,37
PMA	192	192	192
P atm	10,33	10,33	10,33
Surpression	Pas de risque	Pas de risque	Pas de risque

Dépression	Pas de risque	Pas de risque	Pas de risque

Avec ce nouveau dimensionnement les conditions de sécurités sont aussi bonnes pour ces conduites. Pas de risque de surpression ni dépression.

V.3.3-Calcul de la Hauteur Manométrique Totale.

La configuration du réseau présente deux forages montés en parallèles se joignant en un point de jonction. Les pertes de charges engendrées par la conduite principale sont considérées dans le calcul.

Tableau 37: Résultat de la HMT

HMT Calculée1 (m)	**79,4**
HMT retenue 1	80
HMT calculée	83,2
HMT retenue 2 (m)	**84**

- **Dimensionnement de fouilles en fonction du diamètre**

Tableau 38:Dimensions des fouilles en fonction du diamètre

Dimensions calculées			Dimensions Retenues	
DN (mm)	**Profondeur (m)**	**Largeur (m)**	**Profondeur (cm)**	**Largeur (cm)**
63	**0,86**	**0,46**	**90**	**50**
75	**0,88**	**0,48**	**90**	**50**
90	**0,89**	**0,49**	**90**	**50**
110	**0,91**	**0,51**	**100**	**60**
125	**0,93**	**0,53**	**100**	**60**
140	**0,94**	**0,54**	**100**	**60**
160	**0,96**	**0,56**	**100**	**60**
180	**0,98**	**0,58**	**100**	**60**
200	**1**	**0,6**	**100**	**60**

Deux types de tranchés ont été retenues pour l'exécution des travaux

- Des tranchées de 100 cm x 60 cm pour les conduites de DN 110-200 mm
- Des tranchées de 90 cm x 60 cm pour les conduites de DN 63-90 mm

VI. ETUDE FINANCIERE

Tableau 39: Résultat du devis du projet

RECAPITULATIF COÛT DU PROJET		
N°	**Désignation**	**Coût total FCFA**
I	Travaux préparatoires-Frais généraux	7 500 000
II	Électropompes immergées et accessoires de raccordement	9 338 845
III	Energie	34 217 515
IV	Réseau d'adduction	7 388 925
V	Réseau de distribution	200 506 463
VI	Château d'eau	89 100 000
VII	Ouvrages annexes-Génie civil	46 150 000
VIII	Traitement	9 000 000
IX	Formation des bénéficiaires	3 000 000
	Sous total HTVA	**406 201 748**
	Suivi et contrôle des travaux (5 %)	20 310 087
	TOTAL GENERAL HTVA	**426 511 835**
	TVA 18 %	76 772 130
	TOTAL TTC	503 283 965
	IMPREVU 2 %	10 065 679
	TOTAL GENERAL TTC	**513 349 645**

Le projet présente un coût total Hors Taxe Imprévu de 406 201 748 FCFA, auquel s'ajoute les frais de suivi et contrôle des travaux estimés à 20 310 087 FCFA, portant le Total Général HTVA à 426 511 835 FCFA (DGCMEF, 2026).

En appliquant la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA) aux taux de 18 %, soit 76 772 130 FCFA, le projet atteint un total TTC de 503 283 965 FCFA. En plus de 2 % des prévisions des imprévues, le projet s'établit à 513 349 645 FCFA.

- **Prix de revient de l'eau**

Dans le rapport de gestion de l'AEPS de Boulenga, le prix de vente est fixé à 375 F le mètre cube d'eau. Dans ce nouveau projet, avec les charges d'exploitations ce prix nous revient à 320 F. Cependant, à la suite de l'adoption du décret d'harmonisation de la tarification de l'eau par le conseil des ministres (02/04/2026) établissant un tarif uniforme de 188 FCFA/m^3, le présent projet s'aligne sur cette nouvelle disposition réglementaire.

Au regard du caractère social du projet et de la mission non lucrative de COOPI, il est recommandé d'appliquer le tarif réglementaire de 188 FCFA/m³ afin de garantir l'accessibilité du service aux populations bénéficiaires. Toutefois, compte tenu du coût réel de production estimé à 320 FCFA/m³, il est nécessaire de prévoir, dès la phase de conception du projet, des mécanismes assurant la pérennité financière de l'AEPS. Ces mécanismes peuvent inclure un fonds de renouvellement des équipements, un appui institutionnel au gestionnaire, un renforcement des capacités en gestion technique et financière, ainsi que la mobilisation de financements complémentaires par les collectivités territoriales ou les partenaires techniques et financiers. En parallèle, des actions visant à améliorer le rendement du réseau et à accroître le volume d'eau vendu contribueront à réduire progressivement le déficit d'exploitation.

- **Mode de gestion**

La pérennité d'un système d'alimentation en eau potable repose en grande partie sur la qualité de son mode de gestion. En effet, un projet techniquement bien conçu ne peut produire ses effets attendus sur le long terme que si une gestion rigoureuse, adaptée et durable est mise en place dès sa mise en service.

S'agissant du système d'AEPS de Boulenga, il convient de rappeler que l'infrastructure existante était antérieurement gérée selon le mode de **l'affermage**. L'analyse de la situation actuelle révèle que les dysfonctionnements constatés ne sont pas imputables au mode de gestion lui-même, mais relèvent plutôt de facteurs techniques et infrastructurels.

Par ailleurs, conformément aux orientations du Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030), l'ancien Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement du Burkina Faso, à travers son guide pratique sur la délégation du service public de l'eau potable en milieu rural, encourage explicitement le recours aux opérateurs privés pour la gestion de ce type d'infrastructure.

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Tout projet de développement aussi bénéfique soit-il est susceptible de générer des modifications sur son environnement naturel et humain. Il est judicieux, dans le cadre de ce projet d'identifier, d'évaluer et proposer des mesures d'atténuation pour l'ensembles des impacts environnementaux susceptibles d'être générés aussi bien durant la phase de construction que durant la phase d'exploitation du système.

VII.1- PHASE DE CONSTRUCTION

- ❖ **Impacts négatifs**
- ✓ **Sur le milieu Physique**

Dégradations sols : les travaux de terrassements, de fouille pour la pose de conduites et la construction du château d'eau entrainent une perturbation importante des horizons superficiels du sol, favorisant l'érosion et la compaction.

-**Pollution des eaux souterraines :** Les rejets accidentels d'huiles de vidanges, de carburants et de produits chimiques issus des engins de chantier constituent un risque réel de contamination de la nappe phréatique.

-**Modification du drainage naturel :** les tranchées ouvertes pour la pose des conduites peuvent perturber les écoulements naturels des eaux de ruissellement.

- ✓ **Sur le milieu biologique :**

-**Destruction du couvert végétal** : le défrichement des emprises du chantier entraine la perte de végétation herbacée, arbustive ou arborée selon les zones traversées.

- **Perturbation de la faune :** Le bruit des engins, les vibrations et agitation liés aux travaux chassent temporairement la faune sauvage des zones concernées.

✓ **Sur le plan humain**

-**Perturbation de la circulation :** les tranchées ouvertes et les dépôts de matériaux sur les voies d'accès gênent la mobilité des personnes et des animaux.

-**Nuisances sonores et poussière :** le fonctionnement des engins et les mouvements de terre génèrent du bruit et des poussières nuisibles à la santé de la population.

-**Risque d'accident :** les fouilles non sécurisées, les engins en mouvement et les matériaux entreposés constituent des sources de danger pour les populations.

-**Conflit sociaux :** L'occupation temporaire de terrain privé sans concertation préalable peut générer des tensions entre l'entreprise et les communautés locales.

❖ **Impact positif :**

✓ **Sur le plan humain**

-**Création d'emplois locaux :** Le recrutement de main d'œuvre locale non qualifié et semi-qualifiée pour les travaux ce qui génère des revenues directes pour les ménages de la zone.

- **Dynamisation de l'économie locale :** l'approvisionnement en matériaux locaux (sable, gravier, eau de chantier) stimule les activités économiques de la zone.

- **Renforcement des capacités :** par le transfert des compétences techniques vers les ouvriers locaux constitue un acquis durable pour la communauté.

-**Amélioration des conditions d'hygiène :** la disponibilité accrue de l'eau favorise une meilleure hygiène corporelle, domestique et alimentaire au sein des ménages.

VII.2- Phase d'exploitation

❖ **Impact positif**

-**Amélioration de la sante publique** : L'accès à une eau potable de qualité réduit significativement les maladies (diarrhéiques, du choléra, de la typhoïde…)

-**Réduction de la corvée de l'eau :** les femmes et les jeunes filles auront un peu de temps libéré au profit de la scolarisation et des activités génératrices de revenus.

-**Renforcement de la cohésion sociale :** la gestion collective du point d'eau à travers un comité de gestion favorise l'organisation communautaire et le sens des responsabilités partagées.

❖ **Impacts négatifs**

✓ **Sur le milieu physique :**

-Risque de pollution autour des ouvrages : une mauvaise gestion des abords du château d'eau et des bornes fontaines peut entrainer la formation de flaques stagnantes favorisant la prolifération de vecteur de maladie liée à l'eau.

-Risque de contamination de la ressource : une maintenance insuffisante des installations de traitement peut compromettre la qualité bactériologique et chimique de l'eau distribuée.

-Consommation énergétique : le fonctionnement continu des électropompes immergées engendre une consommation d'énergie électrique avec un impact sur l'environnement.

✓ **Sur le plan humain :**

-Risque sanitaire en cas de panne ou le non suivi des traitements de l'eau : toute interruption prolongée du service d'eau contraint les populations à se rabattre sur les sources d'eau naturelle non protégées et augment l'exposition aux maladies hydriques**.**

-Conflits autours des points d'eau : en absence d'une gestion équitable et transparente, les bornes fontaines peuvent devenir des sources de tension entre les usagers.

VII.3- MESURE D'ATTÉNUATION

❖ **Phase de construction**

Tableau 40:Mesures d'atténuation 1

Impact identifié	Mesure d'atténuation proposée
Dégradation des sols	Remblayage et compactage soigneux des tranchées après pose des conduites ; réhabilitation des zones perturbées.
Pollution par les hydrocarbures	Interdiction de vidange d'engins sur le chantier ; mise en place de bacs de rétention ; entretien des engins hors site
Destruction du couvert végétal	Limitation stricte des emprises de chantier ; reboisement compensatoire après travaux.
Nuisances sonores et poussières	Arrosage régulier des pistes de chantier ; limitation des horaires de travail bruyant ; port obligatoire d'équipements de protection individuelle (EPI).

Risques d'accidents	Signalisation et balisage des tranchées ouvertes ; clôture des zones dangereuses ; sensibilisation des riverains.
Perturbation des cultures	Concertation préalable avec les propriétaires ; indemnisation des pertes agricoles constatées.
Conflits sociaux	Organisation de réunions de sensibilisation et d'information des communautés avant le démarrage des travaux.

❖ **Phase de construction**

Tableau 41:Mesures d'atténuation 2

Impact identifié	**Mesure d'atténuation proposée**
Stagnation d'eau autour des ouvrages	Aménagement de caniveaux d'évacuation autour des bornes fontaines et du château d'eau
Risque de contamination de l'eau	Mise en place d'un programme de surveillance de la qualité de l'eau (analyses régulières) ; entretien rigoureux des installations de chloration
Interruption du service	Mise en place d'un plan de maintenance préventive ; constitution d'un stock de pièces de rechanges critiques
Conflits autour des points d'eau	Mise en place d'un comité de gestion représentatif avec un règlement intérieur clair et transparent
Consommation énergétique	Étude de faisabilité pour l'intégration d'énergie solaire afin de réduire la dépendance au réseau électrique

VII.4-PLAN DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Afin de s'assurer de l'efficacité des mesures d'atténuations proposées, un plan de suivi environnemental doit être mis en œuvre, comprenant :

-Des contrôles périodiques de la qualité de l'eau distribuée ;

-Des inspections régulières de l'état des ouvrages et de leur environnement immédiat

-Des rapports de suivi établis par le prestataire.

-Des séances de sensibilisations régulières des usagers sur les bonnes pratiques de l'hygiène et de la protection des infrastructures.

VIII. CONCLUSION

Au terme de cette étude technique de réhabilitation et d'extension du système d'AEPS du village de Boulenga, nous pouvons affirmer que l'objectif général fixé a été atteint. En effet, une étude technique complète et détaillée a été réalisée, permettant de proposer des solutions concrètes et adaptées aux insuffisances criantes du système existant.

Le diagnostic approfondi du système actuel nous a permis de mettre en évidence les causes réelles des dysfonctionnements : les capacités des pompes sont faibles, des châteaux d'eau dont la capacité de stockage est petite, et une demande en eau en forte croissance liée à l'afflux de personnes déplacées internes. Ce diagnostic a constitué le socle sur lequel toutes les décisions techniques ont été fondées.

Sur la base des projections démographiques à l'horizon 2046 et des normes nationales en vigueur fixées par le décret N°2019-0204, nous sommes parvenus à concevoir un système cohérent, fiable et durable. Les calculs hydrauliques réalisés et validés par simulation sur EPANET ont démontré que le réseau dimensionné satisfait les critères de vitesse, de pression et de débit en tous les nœuds du réseau, garantissant ainsi une alimentation continue et équitable pour l'ensemble des usagers.

Sur le plan énergétique, la combinaison de l'énergie solaire photovoltaïque et du groupe électrogène de secours assure la résilience et la continuité du service même en cas de défaillance d'une source d'énergie.

Sur le plan financier, l'analyse économique a démontré la viabilité du projet. Le coût total d'investissement s'élève à **513 349 645 FCFA TTC** et le mode de gestion par affermage proposé garantit une exploitation professionnelle et pérenne du système, assurant ainsi le recouvrement des charges d'exploitation sur l'horizon du projet.

En définitive, cette étude confirme qu'il est techniquement et financièrement possible de doter le village de Boulenga d'un système d'approvisionnement en eau potable fiable, capable de répondre durablement aux besoins de ses habitants. Sa mise en œuvre contribuera à améliorer les conditions de vie des populations, à réduire les maladies hydriques et à renforcer la résilience des communautés face aux défis sécuritaires et climatiques que connaît le Burkina Faso.

Toutefois, la pérennité du système ne saurait reposer uniquement sur la qualité technique des ouvrages. Il est indispensable que les acteurs communaux s'approprient pleinement la gestion du réseau, que les techniciens soient formés à son exploitation et que les populations soient

sensibilisées à une utilisation rationnelle de l'eau. C'est à cette condition que les bénéfices de ce projet pourront être ressentis sur le long terme.

IX. RECOMMANDATIONS

À l'endroit de COOPI et des partenaires financiers

-Assurer un suivi rigoureux des travaux afin de garantir la conformité des ouvrages réalisés avec les spécifications techniques définies dans la présente étude.

-Prévoir un budget spécifique pour la sensibilisation des populations à l'hygiène et à l'assainissement, en complément de l'accès à l'eau potable.

À l'endroit des autorités communales de Kongoussi

-Mettre en place un mécanisme de suivi régulier des performances du réseau, notamment en termes de qualité de l'eau distribuée, de taux de desserte et de recouvrement des coûts.

À l'endroit du gestionnaire du réseau

-Mettre en place un programme de maintenance préventive couvrant l'ensemble des composantes du réseau, notamment les pompes, les panneaux solaires, le château d'eau, les conduites et les bornes fontaines, afin d'anticiper les pannes et de prolonger la durée de vie des ouvrages.

-Constituer une équipe d'intervention rapide, opérationnelle en permanence, afin d'assurer la continuité du service de fourniture d'eau à la population en cas de panne.

-S'assurer régulièrement du bon fonctionnement des installations de traitement de l'eau, notamment le système de chloration, afin de garantir en tout temps la qualité et la potabilité de l'eau distribuée.

-Tenir un registre de suivi technique et financier afin d'assurer une gestion rigoureuse et transparente du système.

À l'endroit des populations bénéficiaires

-Adopter un usage responsable et économique de l'eau afin de préserver la ressource et de contribuer à l'équilibre financier du système.

-Signaler rapidement toute anomalie constatée sur le réseau, qu'il s'agisse d'une dégradation de la qualité de l'eau distribuée ou d'une panne éventuelle telle qu'une fuite, afin de permettre une intervention rapide du gestionnaire.

À l'endroit des fontainiers

-Pratiquer les bonnes pratiques d'hygiène et d'assainissement autour des bornes fontaines, afin de maintenir un environnement sain et de prévenir toute contamination de l'eau au point de distribution.

Sur le plan technique

-Procéder à des campagnes de mesures piézométriques régulières sur les forages afin de surveiller l'évolution du niveau de la nappe et d'anticiper toute baisse de débit pouvant compromettre l'alimentation du système.

BIBLIOGRAPHIE

Aline Hubert (Groupe URD) & Charline Rangé (Gret). (s. d.). Aline Hubert (Groupe URD) Charline Rangé (Gret). *Juillet 2022*, 88.

COMMUNE DE KONGOUSSI. (s. d.). *Plan d'action kongoussi*.

COMMUNE DE KONGOUSSI. (2018). *PCD KONGOUSSI*.

COMMUNE DE KONGOUSSI. (2023). *PLAN DE CONTINGENCE Kongoussi VF VALIDE13 09 2023 (1)*.

COMMUNE DE KONGOUSSI. (2024). *Caru-kongoussi*.

COOPI. (2024). *RAPPORT ANNUEL 2024 COOPI*.

Cours d'approvisionnement en eau potable. (s. d.).

DENIS ZOUGRANA. (2003). *Cours d'approvisionnement en eau potable*.

DGCMEF. (2026). *Mercuriale*.

DGEP. (s. d.). *DOCUMENT CADRE DE GESTION DU SERVICE PUBLIC DE L'EAU POTABLE EN MILIEU RURAL AU BURKINA FASO*.

Fichier des localites RGPH 2019. (s. d.).

INSD. (2008, juillet). *RGPH_2006.*

La charte humanitaire et les standards minimum de l'intervention humanitaire. (2018). *LE MANUEL SPHERE*.

MINISTERE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT. (2016). *mea_PN_AEP_2016_2030.*

Mounirou, L. (2024, septembre). *Essentiel de Théorie des pompes*.

ANNEXES :

ANNEXES 1: Quelques images du diagnostic XVI
ANNEXES 2: Tableau de dimensionnement de la conduite de refoulement XVIII
ANNEXES 3:Tableau de dimensionnement de distribution XVIII
ANNEXES 4:Tableau de comparaison des résultats de dimensionnement..... XXV
ANNEXES 5:Tableau d'amortissement..... XXVIII
ANNEXES 6:Tableau de devis détaillé.....XXIX
ANNEXES 7:Tableau de dotation aux amortissements XXXIX
ANNEXES 8:Château métallique. XLI
ANNEXES 9:Regard by-pass XLII
ANNEXES 10: Tête de forage..... XLIII
ANNEXES 11:Borne Fontaine XLIV
ANNEXES 12:Branchement particulier.....XLV
ANNEXES 13:Local groupe électrogène..... XLVI
ANNEXES 14:Carnet des nœuds..... XLVII
ANNEXES 15: Organigramme de la structure L
ANNEXES 16:Profil en long N2-N3 LI
ANNEXES 17:Profil en long N1-BF1 LII
ANNEXES 18: Profil en long N1-CE LIII

ANNEXES 1: Quelques images du diagnostic



Clôture détériorée



PVC exposé



Point de jonction au mur du WC



Toiture endommagée

ANNEXES 2: Tableau de dimensionnement de la conduite de refoulement

Formule	Ɛ= k/D	Re	f	DH(m)	HMT(m)	ec(mm)	ec(m)	Célérité(m/s)	DP(m)	Hmax	Hmin	Hmax/PN
Bresse	0,00094	1,68E+04	0,02901	0,10	74,00	9,2	0,0092	277,79	5,12	37,12	26,88	0,23
Bresse Modifiée	0,00073	1,31E+04	0,03021	0,03	73,93	11,9	0,0119	279,43	3,16	35,09	28,77	0,22
Bonnin	0,00131	2,33E+04	0,02798	0,50	74,40	6,7	0,0067	279,58	9,98	42,38	22,42	0,26
Meunier	0,00107	1,91E+04	0,02852	0,20	74,10	8,2	0,0082	279,79	6,69	38,79	25,41	0,24
Bedjaoui	0,00107	1,91E+04	0,02852	0,20	74,10	8,2	0,0082	279,79	6,69	38,79	25,41	0,24

ANNEXES 3:Tableau de dimensionnement de distribution

Tronçons	Nœuds	L (m)	Cotes TN(m)	Qr l/s	Qaval l/s	Qfic (l/s)	Dth (mm)	Din (m)	DN (mm)	V (m/s)	Ɛ=k/D	λ	$\Delta H(m)$	ΔHcum	Pmin	Zimp (m)	Pr (m)
CE-N1	N1	53,69	325,3	0,00	17,14	17,14	147,74	0,184	200	0,645	0,011	0,04	0,26	0,26	5	330,56	30,54
N1-N9	N9	36,86	321,9	0,07	1,31	1,35	41,40	0,051	63	0,649	0,038	0,06	1,04	1,29	5	328,19	32,90
N9-N10	N10	126,4	319,6	0,25	1,06	1,19	39,00	0,051	63	0,576	0,038	0,06	2,81	4,10	5	328,70	32,39

N10-N11	N11	67,99	319,9	0,13	0,92	1,00	35,64	0,051	63	0,481	0,038	0,06	1,06	5,16	5	330,06	31,04
N11-N12	N12	70,71	320	0,14	0,78	0,86	33,12	0,051	63	0,415	0,038	0,06	0,82	5,98	5	330,98	30,12
N12-NBF4	NBF4	17,73	319,5	0,03	0,75	0,77	31,29	0,051	63	0,371	0,038	0,06	0,16	6,15	5	330,65	30,45
N1-N13	N13	54,75	324,3	0,11	12,98	13,04	128,84	0,147	180	0,766	0,013	0,04	0,50	0,75	5	330,05	31,05
N13-N14	N14	216,6	317,8	0,43	12,55	12,79	127,59	0,147	180	0,751	0,013	0,04	1,88	2,64	5	325,44	35,66
N14-N15	N15	87	322,8	0,17	12,38	12,47	126,03	0,147	180	0,733	0,013	0,04	0,72	3,36	5	331,16	29,94
N15-NBF2	NBF2	18,4	315,2	0,04	0,75	0,77	31,31	0,051	63	0,371	0,038	0,06	0,17	3,53	5	323,73	37,37
N15-N17	N17	249,16	312,8	0,49	11,10	11,37	120,34	0,147	180	0,668	0,013	0,04	1,72	5,07	5	322,87	38,22
N17-N18	N18	12,06	312,8	0,02	11,08	11,09	118,85	0,164	200	0,528	0,012	0,04	0,05	5,12	5	322,92	38,18

N18-NBF1	N BF1	36,1	312,4	0,07	0,75	0,79	31,70	0,051	63	0,380	0,038	0,06	0,35	5,47	5	322,87	38,23
N18-N19	N19	41,77	313,8	0,08	10,18	10,22	114,09	0,131	160	0,761	0,015	0,04	0,44	5,56	5	324,36	36,74
N19-N20	N20	71,73	316,2	0,14	10,04	10,11	113,48	0,131	160	0,753	0,015	0,04	0,74	6,29	5	327,49	33,60
N20-N21	N21	28,69	314,9	0,06	9,98	10,01	112,90	0,131	160	0,745	0,015	0,04	0,29	6,58	5	326,48	34,62
N21-N22	N22	51,75	312,6	0,10	9,88	9,93	112,46	0,131	160	0,739	0,015	0,04	0,51	7,09	5	324,69	36,40
N22-N23	N23	244,7	316,6	0,48	9,40	9,66	110,91	0,131	160	0,719	0,015	0,04	2,29	9,38	5	330,98	30,11
N23-N24	N24	295,2	313,9	0,58	8,82	9,13	107,85	0,131	160	0,680	0,015	0,04	2,47	11,86	5	330,76	30,34
N24-N25	N25	174,9	311,9	0,34	8,47	8,66	105,01	0,115	140	0,840	0,017	0,05	2,67	14,53	5	331,43	29,67
N25-N26	N26	147,1	313,2	0,29	0,86	1,02	36,10	0,051	63	0,493	0,038	0,06	2,41	16,93	5	335,13	25,96

N26-NBF6	NBF6	58,15	314,3	0,11	0,75	0,81	32,17	0,051	63	0,392	0,038	0,06	0,60	17,54	5	336,84	24,26
N25-N27	N27	90,27	309,5	0,18	7,14	7,24	95,99	0,102	125	0,882	0,019	0,05	1,78	16,31	5	330,81	30,29
N27-N28	N28	77,23	322,9	0,15	6,99	7,07	94,89	0,102	125	0,862	0,019	0,05	1,45	17,76	5	345,66	15,44
N28-N29	N29	97,15	309,3	0,19	6,80	6,90	93,74	0,102	125	0,841	0,019	0,05	1,74	19,50	5	333,80	27,29
N29-N30	N30	117,6	312,2	0,23	1,23	1,35	41,49	0,051	63	0,652	0,038	0,06	3,34	22,85	5	340,05	21,05
N30-N31	N31	125,7	312,6	0,25	0,98	1,11	37,66	0,051	63	0,537	0,038	0,06	2,43	25,28	5	342,88	18,22
N31-NBF7	NBF7	115,7	306,6	0,23	0,75	0,88	33,38	0,051	63	0,422	0,038	0,06	1,39	26,67	5	338,27	22,83
N29-N32	N32	45,35	306,6	0,09	5,25	5,30	82,15	0,090	110	0,833	0,022	0,05	0,95	20,46	5	332,06	29,04
N32-N33	N33	71,79	315	0,14	5,11	5,19	81,27	0,090	110	0,815	0,022	0,05	1,44	24,29	5	344,29	16,81

N33-N34	N34	290,1	313,8	0,57	4,54	4,85	78,60	0,090	110	0,763	0,022	0,05	5,11	30,39	5	349,19	11,91
N34-N35	N35	23,61	309	0,05	4,49	4,52	75,84	0,090	110	0,710	0,022	0,05	0,36	27,03	5	341,03	20,07
N35-N36	N36	64,92	309,3	0,13	0,93	1,00	35,64	0,051	63	0,481	0,038	0,06	1,01	21,47	5	335,77	25,33
N36-NBF8	NBF8	90	313,6	0,18	0,75	0,85	32,85	0,051	63	0,408	0,038	0,06	1,01	25,30	5	343,90	17,19
N35-N37	N37	113,1	312	0,22	3,21	3,34	65,18	0,074	90	0,784	0,027	0,06	2,79	29,82	5	346,82	14,28
N37-N38	N38	86,36	312	0,17	3,04	3,14	63,21	0,074	90	0,738	0,027	0,06	1,88	31,70	5	348,70	12,40
N38-N39	N39	59,34	308,3	0,12	2,93	2,99	61,72	0,074	90	0,703	0,027	0,06	1,18	32,88	5	346,18	14,92
N39-N40	N40	113,6	307,7	0,22	0,97	1,10	37,36	0,051	63	0,528	0,038	0,06	2,13	35,01	5	347,71	13,39
N40-N41	N41	65,4	309,5	0,13	0,84	0,92	34,14	0,051	63	0,441	0,038	0,06	0,86	35,86	5	350,36	10,73

N41-NBF10	NBF10	48,05	310,6	0,09	0,75	0,80	31,96	0,051	63	0,387	0,038	0,06	0,48	36,35	5	351,95	9,15
N39-N42	N42	56,93	310,1	0,11	1,62	1,68	46,26	0,051	63	0,810	0,038	0,06	2,49	35,37	5	350,47	10,63
N42-N43	N43	117,4	308,2	0,23	1,39	1,52	43,92	0,051	63	0,730	0,038	0,06	4,18	39,55	5	352,75	8,34
N43-N44	N44	111	308,8	0,22	1,17	1,29	40,53	0,051	63	0,622	0,038	0,06	2,87	42,43	5	356,23	7,87
N44-N45	N45	23,58	305,3	0,05	1,12	1,15	38,25	0,051	63	0,554	0,038	0,06	0,48	42,91	5	353,21	7,89
N45-N46	N46	42,31	304,9	0,08	1,04	1,09	37,18	0,051	63	0,523	0,038	0,06	0,78	43,69	5	353,59	7,51
N46-NBF9	NBF9	147,4	305,5	0,29	0,75	0,91	34,03	0,051	63	0,438	0,038	0,06	1,91	45,60	5	356,10	5,00
N1-N2	N2	100,6	308,3	0,20	2,48	2,59	57,41	0,061	75	0,874	0,032	0,06	3,98	4,23	5	317,53	43,56
N2-N3	N3	24,44	324,5	0,05	2,43	2,46	55,95	0,061	75	0,830	0,032	0,06	0,87	5,10	5	334,60	26,49

N3-N4	N4	20,1	322,5	0,04	2,39	2,41	55,44	0,051	75	0,81	0,038	0,06	1,81	6,91	5	334,41	26,68
N4-NBF3	NBF3	48,2	322,4	0,09	0,75	0,80	31,96	0,051	63	0,387	0,038	0,06	0,49	7,40	5	334,80	26,30
N4-N5	N5	77,81	322,8	0,15	1,39	1,48	43,39	0,051	63	0,713	0,038	0,06	2,64	10,04	5	337,84	23,26
N5-N6	N6	26,74	324,4	0,05	1,34	1,37	41,77	0,051	63	0,661	0,038	0,06	0,78	10,82	5	340,22	20,88
N6-N7	N7	161,3	324,9	0,32	1,02	1,20	39,07	0,051	63	0,578	0,038	0,06	3,61	14,43	5	344,33	16,77
N7-N8	N8	93,43	322,1	0,18	0,84	0,94	34,62	0,051	63	0,454	0,038	0,06	1,29	15,72	5	342,82	18,27
N8-NBF5	NBF5	45,92	322,9	0,09	0,75	0,80	31,91	0,051	63	0,385	0,038	0,06	0,46	16,19	5	344,09	17,01
Longueur totale dist		4900,2															
TOTAL RESEAU		4953,9												maxZmim	356,1		43,5648

ANNEXES 4:Tableau de comparaison des résultats de dimensionnement

DEBIT		
ID arc	EXCEL	EPANET
CE-N1	17,14	17,14
N1-N9	1,35	1,33
N9-N10	1,19	1,17
N10-N11	1,00	0,98
N11-N12	0,86	0,84
N12-NBF4	0,77	0,75
N1-N13	13,04	13,14
N13-N14	12,79	12,87
N14-N15	12,47	12,57
N15-NBF2	0,77	0,75
N15-N17	11,37	11,72
N17-N18	11,09	11,37
N18-NBF1	0,79	0,75

VITESSE		
ID arc	EXCEL	EPANET
CE-N1	0,64	0,55
N1-N9	0,65	0,43
N9-N10	0,58	0,47
N10-N11	0,48	0,41
N11-N12	0,42	0,37
N12-NBF4	0,37	0,34
N1-N13	0,77	0,62
N13-N14	0,75	0,61
N14-N15	0,73	0,69
N15-NBF2	0,37	0,24
N15-N17	0,67	0,56
N17-N18	0,53	0,46
N18-NBF1	0,38	0,34

PESSION		
ID Nœud	EXCEL	EPANET
noeud1	30,54	30,52
noeud9	32,90	31,77
noeud10	32,39	31,68
noeud11	31,04	30,22
noeud12	30,12	30
nœud BF4	30,45	29,47
noeud13	31,05	29,43
noeud14	35,66	35,62
noeud15	29,94	30,69
nœud BF2	37,37	36,07
noeud17	38,22	38,21
noeud18	38,18	37,2
nœud BF1	38,23	37,55

N18-N19	10,22	10,34
N19-N20	10,11	10,25
N20-N21	10,01	10,1
N21-N22	9,93	9,96
N22-N23	9,66	9,81
N23-N24	9,13	9,49
N24-N25	8,66	8,91
N25-N26	1,02	1,36
N26-NBF6	0,81	0,75
N25-N27	7,24	6,85
N27-N28	7,07	6,69
N28-N29	6,90	6,52
N29-N30	1,35	1,23
N30-N31	1,11	0,99
N31-NBF7	0,88	0,75
N29-N32	5,30	5,08
N32-N33	5,19	4,94
N33-N34	4,85	4,82

N18-N19	0,76	0,71
N19-N20	0,75	0,71
N20-N21	0,75	0,65
N21-N22	0,74	0,7
N22-N23	0,72	0,69
N23-N24	0,68	0,65
N24-N25	0,84	0,81
N25-N26	0,49	0,46
N26-NBF6	0,39	0,02
N25-N27	0,88	0,76
N27-N28	0,86	0,81
N28-N29	0,84	0,79
N29-N30	0,65	0,59
N30-N31	0,54	0,51
N31-NBF7	0,42	0,39
N29-N32	0,83	0,81
N32-N33	0,82	0,79
N33-N34	0,76	0,71

noeud19	36,74	36,13
noeud20	33,60	33,61
noeud21	34,62	35,86
noeud22	36,40	35,07
noeud23	30,11	29,69
noeud24	30,34	31,95
noeud25	29,67	30,5
noeud26	25,96	26,59
noeudBF6	24,26	25,49
noeud27	30,29	30,65
noeud28	25,44	26,64
noeud29	27,29	28,5
noeud30	23,05	24,69
noeud31	18,22	19,4
noeudBF7	22,83	23,24
noeud32	29,04	29,56
noeud33	16,81	18,56
noeud34	11,91	12,57

N34-N35	4,52	4,46
N35-N36	1,00	0,93
N36-NBF8	0,85	0,75
N35-N37	3,34	3,22
N37-N38	3,14	3,02
N38-N39	2,99	2,88
N39-N40	1,10	1,04
N40-N41	0,92	0,86
N41-NBF10	0,80	0,75
N39-N42	1,68	1,67
N42-N43	1,52	1,44
N43-N44	1,29	1,22
N44-N45	1,15	1,09
N45-N46	1,09	0,96
N46-NBF9	0,91	0,75
N1-N2	2,59	2,48
N2-N3	2,46	2,36
N3-N4	2,41	2,32

N34-N35	0,71	0,68
N35-N36	0,48	0,39
N36-NBF8	0,41	0,39
N35-N37	0,78	0,71
N37-N38	0,74	0,69
N38-N39	0,70	0,64
N39-N40	0,53	0,48
N40-N41	0,44	0,39
N41-NBF10	0,39	0,34
N39-N42	0,81	0,74
N42-N43	0,73	0,66
N43-N44	0,62	0,59
N44-N45	0,55	0,48
N45-N46	0,52	0,47
N46-NBF9	0,44	0,41
N1-N2	0,87	0,82
N2-N3	0,83	0,76
N3-N4	0,81	1,1

noeud35	20,07	20,22
noeud36	25,33	24,78
nœud BF8	17,19	18,25
noeud37	14,28	14,12
noeud38	12,40	12,56
noeud39	14,92	15,59
noeud40	13,39	14,9
noeud41	10,73	11,68
nœud BF10	9,15	10,92
noeud42	10,63	10,15
noeud43	8,34	9,01
noeud44	7,87	8,13
noeud45	7,89	8,47
noeud46	7,51	8,77
nœud BF9	5,00	6,36
noeud2	43,56	42,79
noeud3	26,49	25,51
noeud4	26,68	25,11

N4-NBF3	0,80	0,75
N4-N5	1,48	1,43
N5-N6	1,37	1,33
N6-N7	1,20	1,14
N7-N8	0,94	0,89
N8-NBF5	0,80	0,75

N4-NBF3	0,39	0,32
N4-N5	0,71	0,66
N5-N6	0,66	0,63
N6-N7	0,58	0,49
N7-N8	0,45	0,39
N8-NBF5	0,39	0,34

nœud BF3	26,30	25,45
noeud5	23,26	22,16
noeud6	20,88	21,55
noeud7	16,77	18,87
noeud8	18,27	18,89
nœud BF5	17,01	18,83

ANNEXES 5:Tableau d'amortissement

Tableau des amortissements			
Désignation	Durée estimée de vie	Coût d'acquisition (FCFA)	Amortissement (FCFA) par an
Pompe	10	500000	50000
Groupe électrogène	10	1500000	150000
Château d'eau	20	800000	40000
Panneaux photovoltaïques et autres équipements solaires	20	745000	37250
Conduites	20	30000000	1500000
Accessoires techniques	5	5000000	1000000
Borne fontaine	10	153000	15300
Total annuel		38698000	2792550

Total horizon du projet			41888250

ANNEXES 6:Tableau de devis détaillé

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	**FRAIS GENERAUX**				
1.1	Installation et Repli de chantier	forfait	1	4 500 000	4 500 000
1.2	Dossier de récolement des travaux	forfait	1	2 000 000	2 000 000
1.3	Essai de fonctionnement général	forfait	1	1 000 000	1 000 000
	TOTAL FRAIS GENERAUX				**7 500 000**
II	**RACCORDEMENT DES FORAGE**				
2.1	Fourniture et installation d'une électropompe immergée hybride (Grundfos SP5A-25, Q=5,81 m^3/h, HMT =84 m),y compris accessoires et toutes sujétions	u	1	6 092 155	6 092 155

2.3	Fourniture et installation d'une électropompe immergée hybride (Grundfos SP7-23, Q=8 m^3/h, HMT =84 m) ,y compris accessoires et toutes sujétions	u	1	2 286 605	2 286 605
2.4	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en Pehd DN 63 PN 16 (y compris attaches)	ml	18	4 000	71 440
2.5	Fourniture et pose de raccord union Pehd/ inox DN 63/50	u	2	60 000	120 000
2.6	Fourniture et pose de câble de sécurité en acier galvanisé de 6 mm²	ml	24	5 000	119 300
2.7	Fourniture et pose de support pour tête de forage	u	2	100 000	200 000
2.8	Fourniture et installation d'électrode de niveau (haut, bas et intermédiaire)	u	3	60 000	180 000
2.9	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche contenant un disjoncteur moteur calibré au courant du moteur, une horloge programmable (programme du temps de pompage recommandé), les relais de commande de contrôle et de protection, de bouton poussoir et voyant de présence tension et de défaut.	u	2	500 000	1 000 000
2.10	Fourniture et installation d'un système permettant l'arrêt automatique de la pompe et sa reprise en cas de remplissage du château	forfait	2	250 000	500 000
2.11	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 16 mm^2 Cu (Onduleur/inverseur au coffret électrique du forage)	ml	25	6 000	150 000
2.12	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 16 mm^2 Cu (Onduleur/inverseur au coffret électrique du forage)		25	6 000	150 000

XXX

2.13	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 25 mm2 Cu (Coffret -forage)	ml	20	10 000	200 000
2.14	Fourniture et pose de câble submersible 4 x 4 mm^2 Cu (forage)	ml	55	3 500	192 500
2.15	Fourniture et pose de fil électrique submersible 1x1, 5 mm^2 pour électrodes	ml	180	2 500	450 000
2.16	Fourniture et pose de câble 2 x 2, 5 mm^2 pour mano-pressostat	ml	10	3 000	30 000
2.17	Fourniture et pose d'une boîte de jonction étanche	u	1	50 000	50 000
2.18	Fourniture et pose de tuyau galva DN 50/60	barre	1	20 000	20 000
2.19	Fourniture et pose de coude galva MF 1/4 DN 50/60	u	2	6 000	12 000
2.20	Fourniture et pose de purgeur DN 40	u	2	25 000	50 000
2.21	Fourniture et pose de compteur mécanique, DN 50 à brides, ratio R = 160	u	2	200 000	400 000
2.22	Fourniture et pose de Clapet anti-retour, DN 50/60	u	2	15 000	30 000
2.23	Fourniture et pose de vanne d'arrêt ¼ DN 50/60	u	2	175 000	350 000
2.24	Fourniture et pose de mamelon galvanisé DN 50/60	u	2	10 000	20 000
2.25	Fourniture et pose de ventouse avec robinet	u	2	100 000	200 000
2.26	Fourniture et pose mano-pressostat (0 - 10 bars)	u	2	100 000	200 000
2.27	Fourniture et pose de filtre à tamis DN 50	u	2	100 000	200 000
2.28	Fourniture et pose de robinet de puisage DN15/21	u	2	3 500	7 000
2.29	Fourniture, pose et raccordement d'un parafoudre DC 800 V y compris toutes sujétions	u	2	300 000	600 000

2.30	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CC pour la partie continu compris toutes sujétions	u	2	100 000	200 000
2.31	Poire de détection de niveau (bas, moyen, haut) pour château	Ens.	1	250 000	250 000
2.32	Puit de terre équipé et mise à la terre de tous les équipements y compris toutes sujétions	u	1	500 000	500 000
2.33	Fourniture et pose d'inverseur manuel	u	2	300 000	600 000
III	**TOTAL RACCORDEMENT DU FORAGE EXISTANT**				**9 338 845**
3.2	**REFOULEMENT**				
3.3	Fourniture et pose de canalisation PehD DN 90 PN 16	ml	921	7 000	6 447 000
3.4	Grillage avertisseur bleu	ml	921	175	161 175
3.5	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	921	750	690 750
	Construction de bornes d'indication des passages des conduites pour le réseau de refoulement	u	9	10 000	90 000
IV	**TOTAL REFOULEMENT**				**7 388 925**
4.1	**RESEAU DE DISTRIBUTION**				
4.2	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre supérieur ou égal à 110 mm	ml	4 470	3 000	13 410 330
4.3	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 110 mm	ml	8 380	2 000	16 760 316

4.4	Fourniture et pose de canalisation PEHDDN 90 PN 16	ml	1 672	5 000	8 360 945
4.5	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 63 PN 16	ml	6 283	4 500	28 271 678
	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 75 PN 16				
4.6	Fourniture et pose de canalisation PEH DN 110 PN 16	ml	425	7 500	3 190 305
4.6	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 125 PN 16	ml	1 401	7 500	10 507 545
	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 140 PN 16				
4.7	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 160 PN 16	ml	1 286	8 500	10 931 748
	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 180 PN 16				
4.7	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 200 PN 16	ml	1 783	9 500	16 938 652
4.8	Fourniture et pose de grillage avertisseur de couleur bleu	ml	21 230	175	3 715 325
4.9	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	21 230	750	15 922 820
4.10	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 160 PN 16	u	4	52 000	208 000
4.11	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 125 PN 16	u	1	45 000	45 000
4.12	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 110 PN 16	u	1	40 000	40 000
4.13	Fourniture et pose de té fonte réduit DN140 PN16	u	1	35 000	35 000
4.14	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 75 PN 16	u	2	20 000	40 000
4.17	Fourniture et pose de té fonte réduit DN 60 PN 16	u	4	12 500	50 000
4.17	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHDDN 160 PN 16	u	5	50 000	250 000

4.17	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD DN 150 PN 16	u	2	50 000	100 000
4.17	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD DN 110 PN 16	u	2	45 000	90 000
4.18	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD DN 100 PN 16	u	2	40 000	80 000
4.19	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD DN 80 PN 16	u	4	35 000	140 000
4.20	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD DN 60 PN 16	u	24	30 000	720 000
4.20	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 160	u	5	1 200	6 000
4.20	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 140	u	2	1 200	2 400
4.20	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 110	u	2	1 200	2 400
4.21	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 180	u	2	1 200	2 400
4.22	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 40	u	4	750	3 000
4.23	Fourniture et pose de joints plats caoutchouc fibres DN 60	u	24	600	14 400
4.24	Fourniture et pose de boulons acier 16/80	u	388	650	252 200
4.25	Fourniture et pose de vanne plate fonte ES DN 150 PN 16	u	1	150 000	150 000
4.26	Fourniture et pose de vanne plate fonte ES DN 80 PN 16	u	2	80 000	160 000
4.27	Fourniture et pose de vanne plate fonte ES DN 60 PN 16	u	2	60 000	120 000
4.28	Fourniture et pose de tête de bouche à clé de 5 Kg bétonnée	u	10	15 000	150 000
4.29	Fourniture et pose de ventouse 3 fonctions sur conduite PehD DN 63 à DN 200 PN 16	u	2	200 000	400 000
4.30	Fourniture et pose de tube allonge pour robinet vanne	u	10	1 200	12 000

4.31	Fourniture et pose de bouchon femelle PehD DN 63	u	6	4 000	24 000
4.32	Construction de massif de butée et/ou d'ancrage dosé à 350 kg/m^3	ens	15	200 000	3 000 000
4.33	Réalisation de branchements particuliers	u	440	150 000	66 000 000
	Fourniture et pose de bornes d'indication des conduites sur réseau de distribution	ens	1	400 000	400 000
V	**TOTAL RESEAU DE DISTRIBUTION**				**200 506 463**
5.1	**TRAITEMENT**				
5.2	Fourniture de filtre doseur	u	2	950 000	1 900 000
5.3	Fournitures de pièces et travaux de plomberie	ens	2	600 000	1 200 000
5.4	Fourniture de désinfectant alimentaire chlore en pastille (fût de 45kg)	u	2	450 000	900 000
5.5	Fourniture et pose de support et hangar de protection	u	2	750 000	1 500 000
5.6	Fouille et remblais pour installation	ens	2	250 000	500 000
5.7	Main d'œuvre (plomberie et mise en service)	ens	2	1 000 000	2 000 000
	Formation des techniciens pour l'exploitation	ens	2	500 000	1 000 000
VI	**TOTAL TRAITEMENT**				**9 000 000**
6.1	**GENIE CIVIL**				
6.2	Réalisation d'une clôture (25mx25) en maçonnerie d'agglo de 15 cm et de 2 m de haut selon plan, y compris éclairage du portail, crépissage, tyrolienne	forfait	2	5 000 000	10 000 000
6.3	Construction de local technique/Magasin	ens	2	3 000 000	6 000 000

6.4	Construction de local de gardiennage	u	2	1 500 000	3 000 000
6.5	Construction de latrine VIP à 1 poste + douche conformément aux plans	u	2	750 000	1 500 000
6.6	Construction de regards de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m pour vannes et ventouse	u	8	450 000	3 600 000
6.7	Construction et raccordement de bornes fontaines	u	5	850 000	4 250 000
6.9	Fourniture et pose d'un dispositif de vidange	u	2	500 000	1 000 000
6.10	Fourniture et pose de lampadaire solaire à côté des bornes fontaines	u	10	200 000	2 000 000
6.11	Construction De deux locaux groupe électrogène y compris toutes sujétions	u	2	3 000 000	6 000 000
6.12	Mise en place d'une clôture grillagée de 25m *25 m, maille 5 mm*5 mm, hauteur 2 m y compris support et portail d'entrée pour les installations solaires	forfait	2	2 500 000	5 000 000
6.13	Structure support triangulée en aluminium inclinée à 15°	u	2	400 000	800 000
	Protection des conduites au niveau des ravins (fourreautage +gabions) y compris toutes sujétions	ml	200	15 000	3 000 000
VII	**TOTAL GENIE CIVIL**				**46 150 000**
7.1	**CHÂTEAUX D'EAU**				
	Fourniture et pose d'un château d'eau métallique de 100 m3 ,hc=15 m y compris : -l'ensemble des canalisations - Alimentation -distribution -	forfait	1	88 600 000	88 600 000

	Vidange trop plein-compteur, dispositif de by-pass entre la conduite de refoulement et de distribution -l'ensemble des pièces de Raccordement selon plan joint - Indicateur d'eau				
7.2	té - coude - vanne - flotteur-essai d'étanchéité et toutes sujétions				
	Études de sol et fondation du château d'eau	forfait	1,00	500 000	500 000
	TOTAL CHÂTEAU D'EAU				**89 100 000**
8.1	**FORMATIONS DES BENEFICIAIRES**				
8.2	Formation des acteurs communaux sur les questions d'eau et d'assainissement	ens	1	2 000 000	2 000 000
	Formation des bénéficiaires sur le fonctionnement des équipements du réseau	ens	1	1 000 000	1 000 000
IX	**TOTAL FORMATIONS DES BENEFICIAIRES**				**3 000 000**
9.1	**ENERGIE**				
9.2	Fourniture et pose des équipements (Transformateur, disjoncteur, inverseur, prises, brasseur d'air, ampoules, etc)	u	2	2 500 000	5 000 000
9.2	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur RSI 7,5 KVA	u	1	2 572 840	2 572 840
9.3	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur RSI 5,5 KVA	u	1	2 544 675	2 544 675
	Fourniture, pose et essai de 52 panneaux solaire mono cristallin de 250 Wc 24V y compris toutes sujétions de pose et de raccordement pour chaque forage	u	52	175 000	9 100 000

	TOTAL ENERGIE				**34 217 515**
	MONTANT TOTAL HTVA				**406 201 748**
	SUIVI ET CONTRÔLE DES TRAVAUX		**5%**		**20 310 087**
	TOTAL GENERAL HTVA				**426 511 835**
	MONTANT DE LA TVA (18%)				**76 772 130**
	MONTANT TOTAL TTC				**503 283 965**
	IMPREVU		2%		**10 065 679**
	MONTANT GENERAL DU PROJET				**513 349 645**

ANNEXES 7:Tableau de dotation aux amortissements

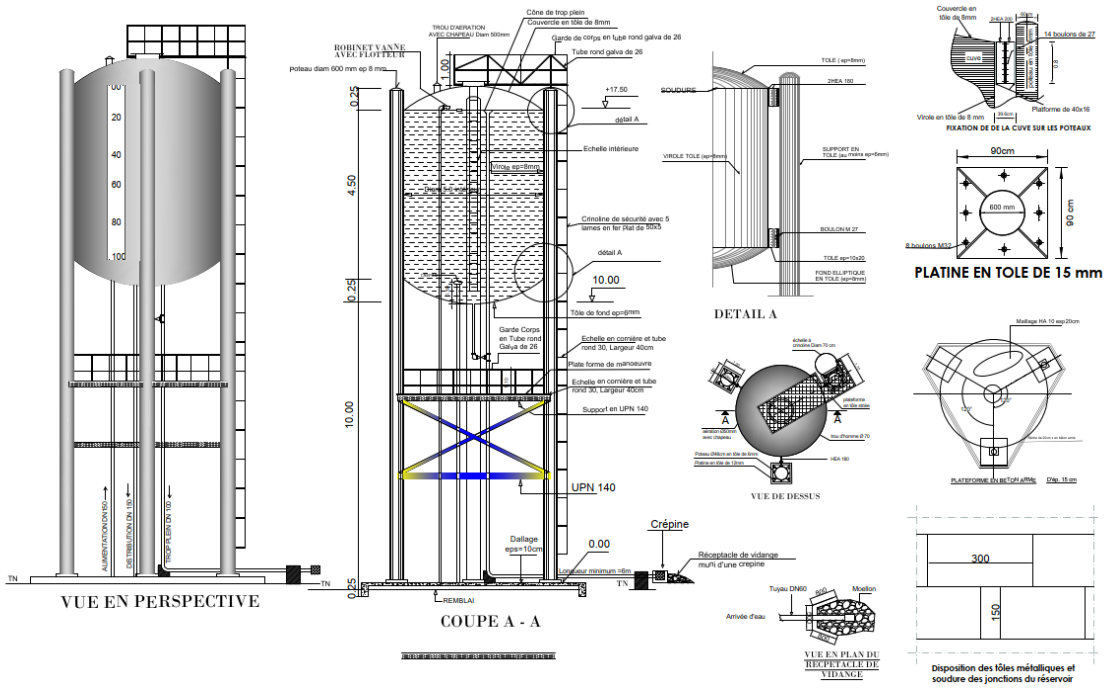
Dotation aux amortissements			
Désignation	**Durée de vie [an]**	**Montant d'investissement [CFA]**	**Amortissement [FCFA/an]**
Pompe	10	10 000 000	1 000 000
Onduleur	10	3 500 000	350 000
Transformateur	10	1 500 000	150 000
Accessoires	10	4 523 740	452 374
Total annuel		19 523 740	1 952 374
TOTAL HORIZON DU PROJET			39 047 480
Charges du personnel			
Désignation	**Salaire et prime mensuels [FCFA]**	**Montant annuel [FCFA]**	**Montant total [FCFA]**
Chef du réseau	70000	840000	14280000
Maintenancier	50000	600000	10200000
Gardien	45000	540000	9180000
Gestionnaire de BF	50000	7200000	122400000
TOTAL CHARGE DU PERSONNEL			**156060000**
Charges de fonctionnement			

Désignation	**Durée [ans]**	**Montant annuel [FCFA]**	**Montant total [FCFA]**
Entretien du réseau	20	500000	10000000
Facture d'électricité		12 142 890	242857791
Entretien des équipements		200 000	4000000
Maintenance du champ photovoltaïque		100000	2000000
Chloration		200000	4000000
Autres frais		100000	2000000
TOTAL CHARGES DE FONCTIONNEMENT			**264857791**
TOTAL CHARGE DU PERSONNEL ET FONCTIONNEMENT			420917791

ANNEXES 8:Château métallique.

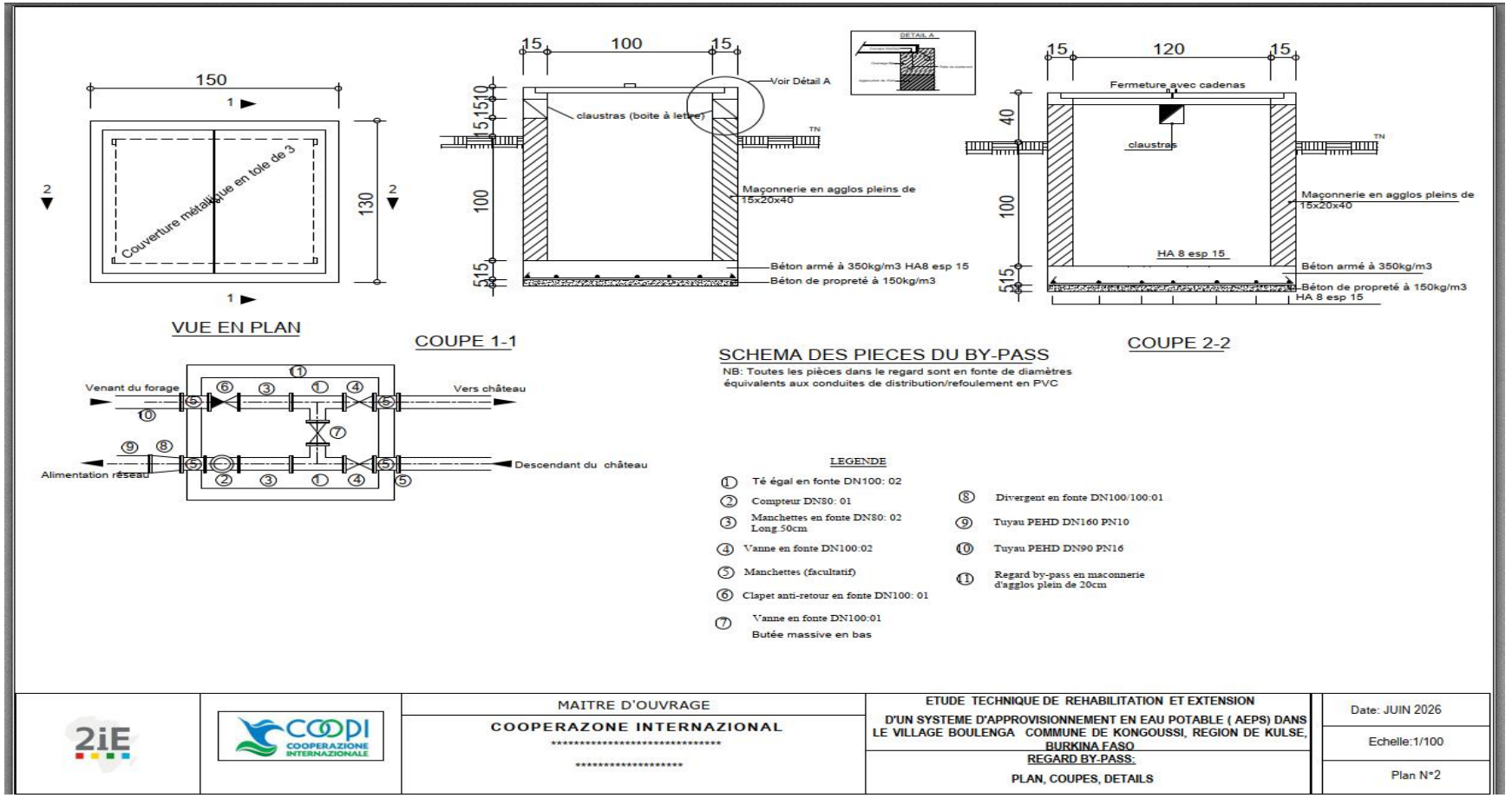
SOMMAIRE

1. CHATEAU D'EAU METALLIQUE (CE)
2. PLAN DE FONDATION CE
3. REAGARD By-PAss
4. REGARD TETE DE FORAGE
5. BORNE FONTAINE
6. BRANCHEMENT PARTICULIER
7. LOCAL BUREAU/MAGASIN
8. LOCAL TRAITEMENT
9. LATRINE VIP-DOUCHE
10. LOCAL GROUPE ELECTROGNE
11. AMENAGEMENT CLOTURE EN MARCONNERIE 20 X15
12. AMENAGEMENT CLOTURE GRILLAGEE
13. REGARD DE VIDANGE
14. REGARD DE VENTOUSE
15. BORNE DE REPERAGE, BOUCHE A CLE ET BUTEE
16. PLAN TYPE DE POSE DES CONDUITES
17. ABREUVOIR
18. PLAN TYPE DE TRAVERSEE DE RAVINEMENT

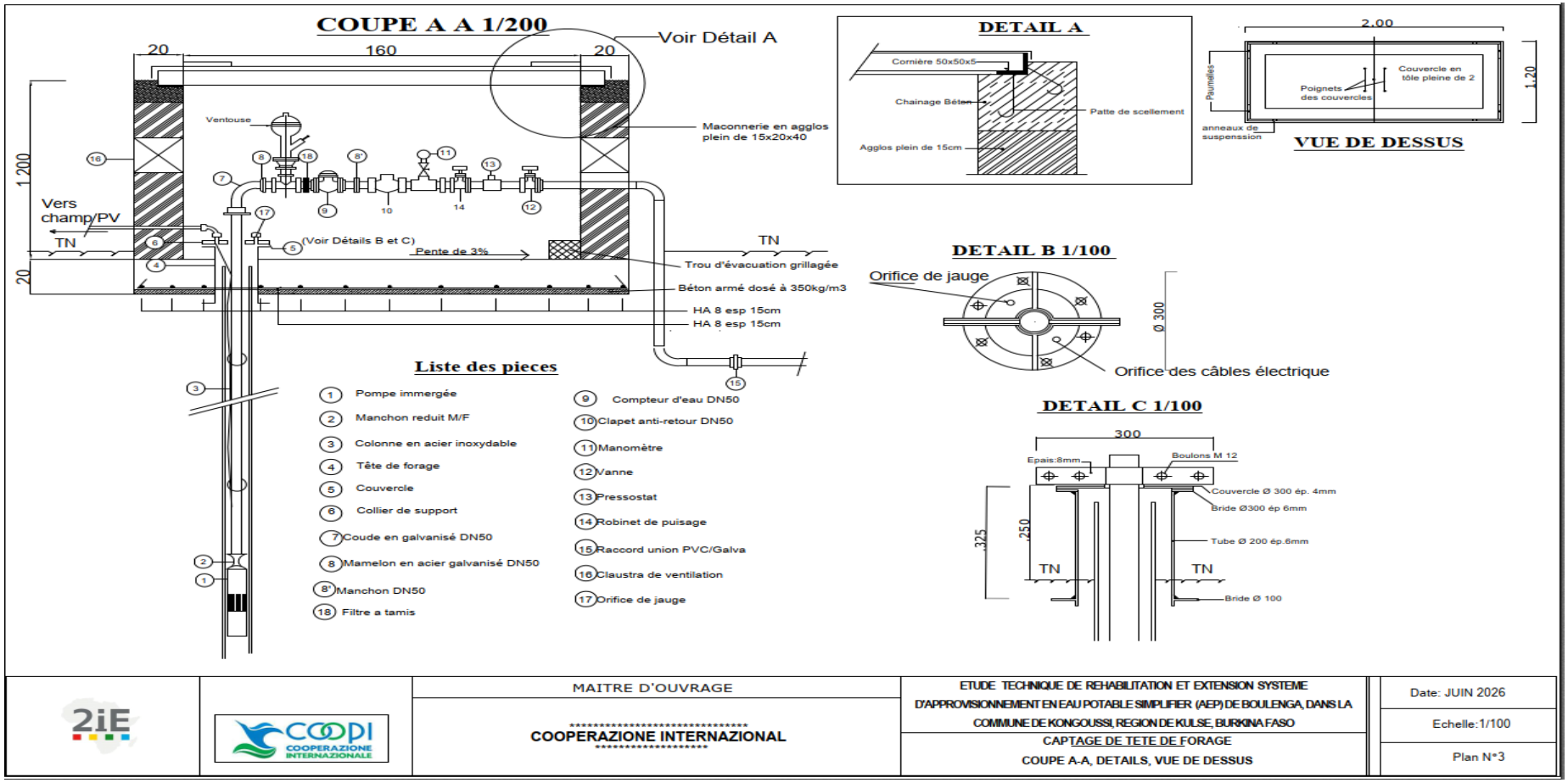


ANNEXES

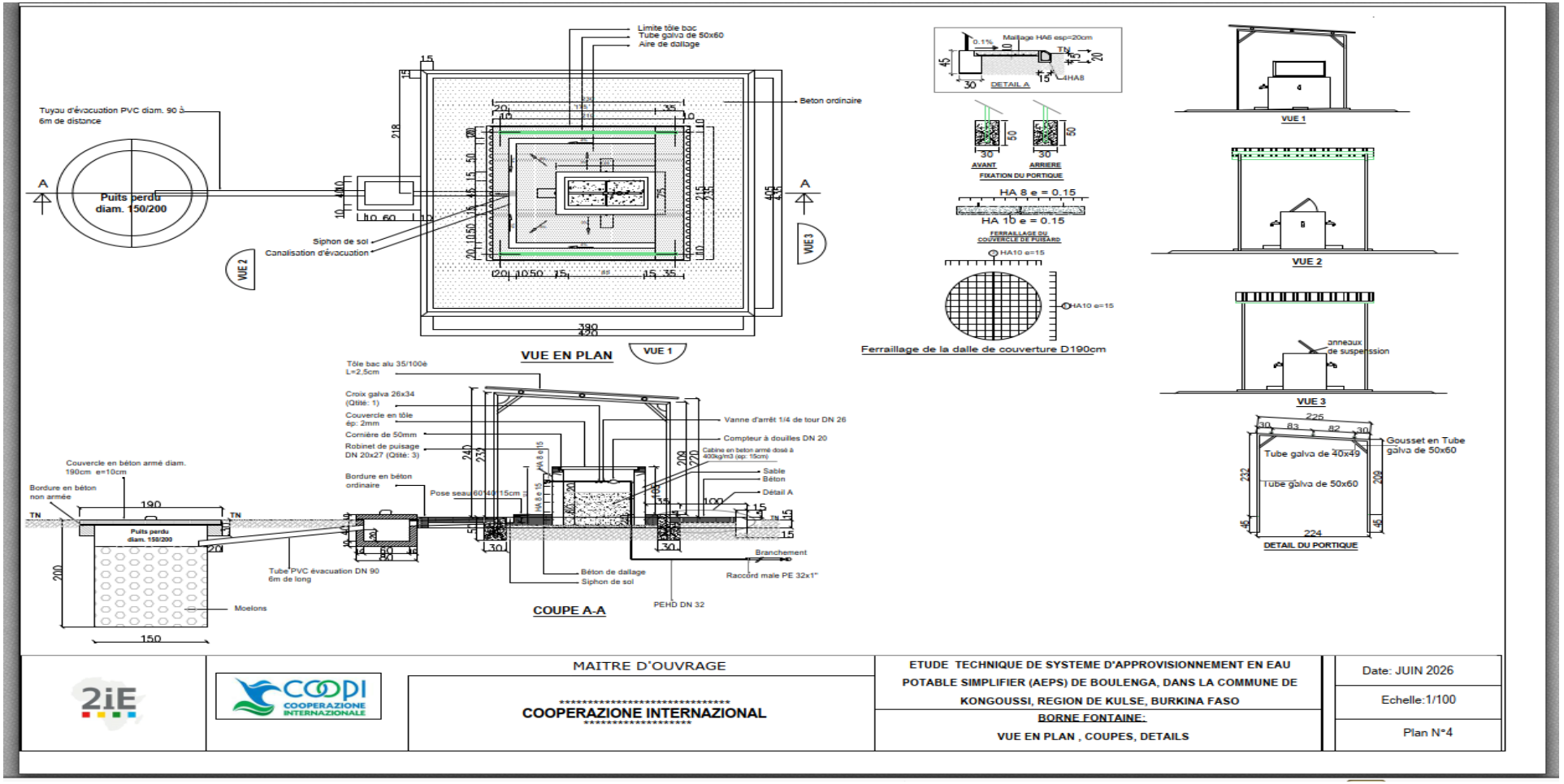
9:Regard by-pass



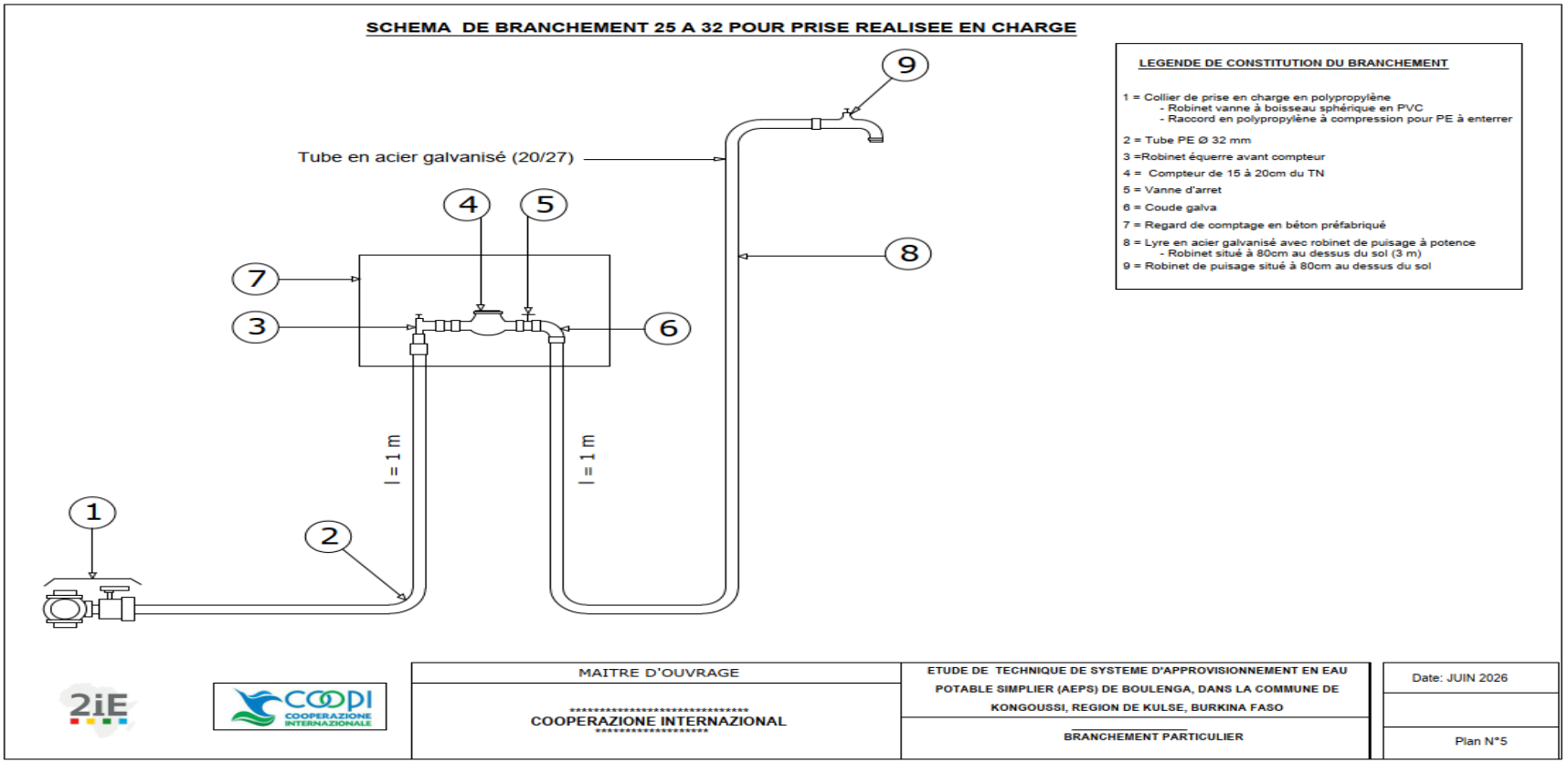
ANNEXES 10: Tête de forage



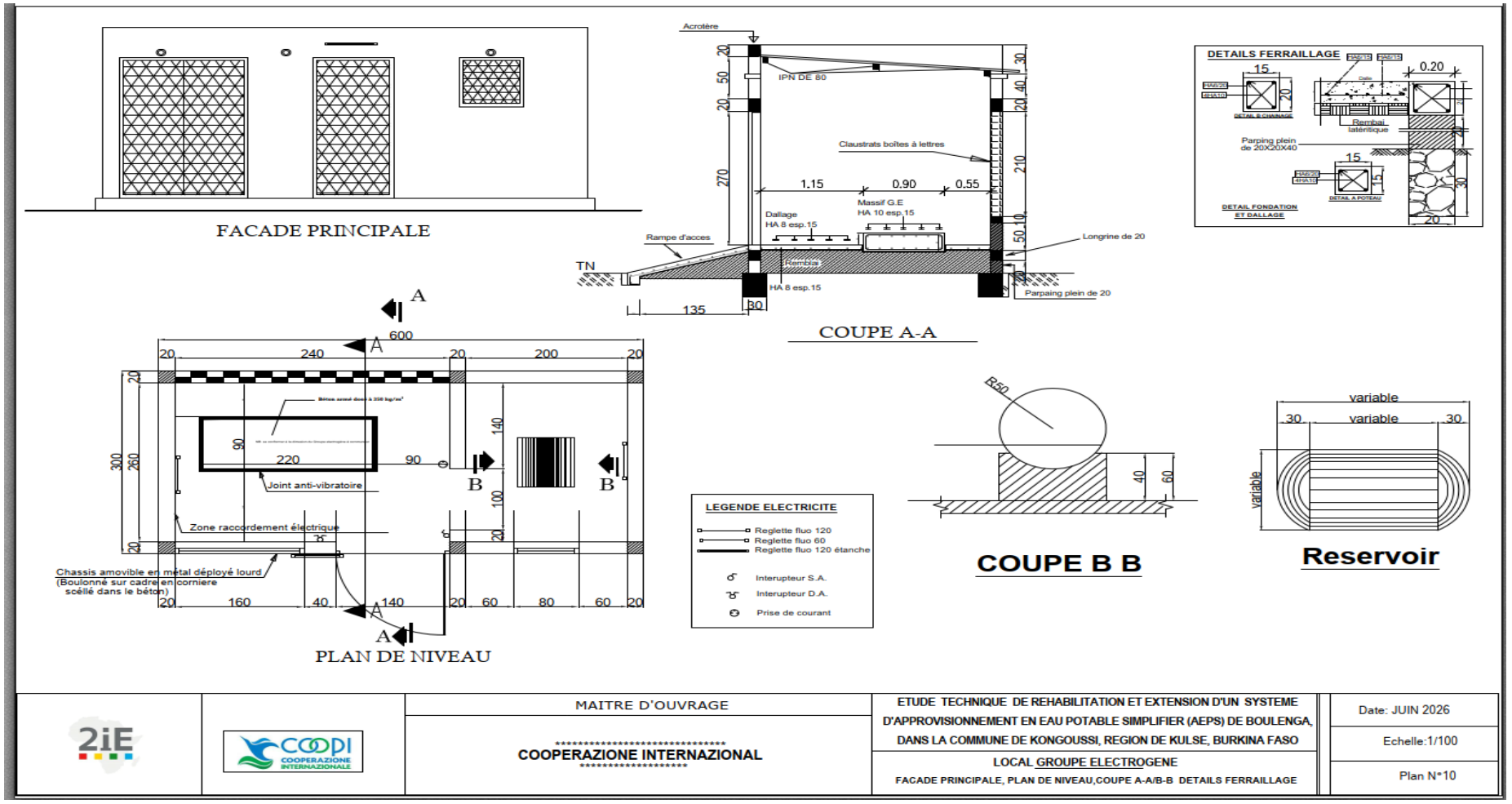
ANNEXES 11:Borne Fontaine



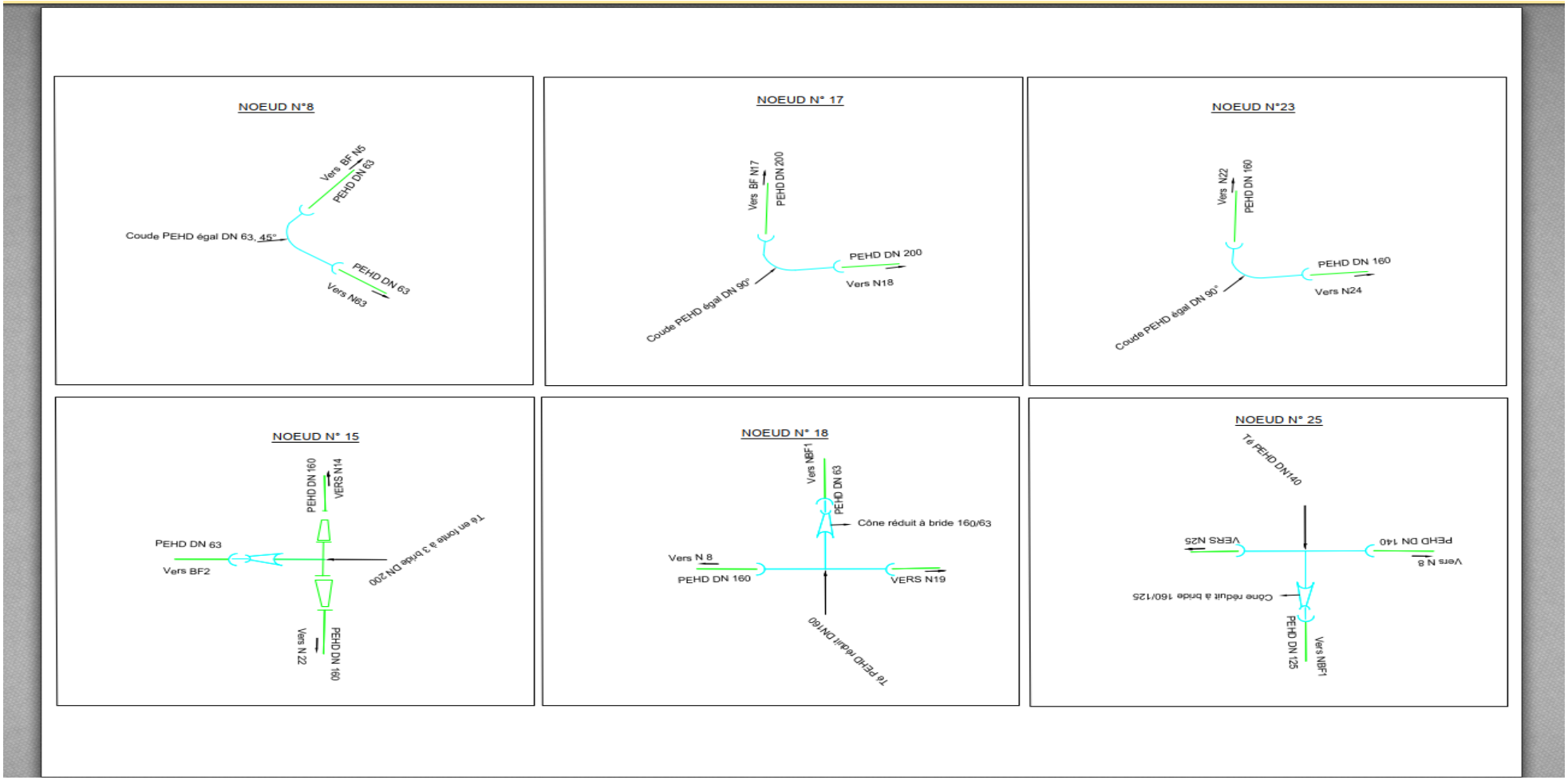
ANNEXES 12:Branchement particulier

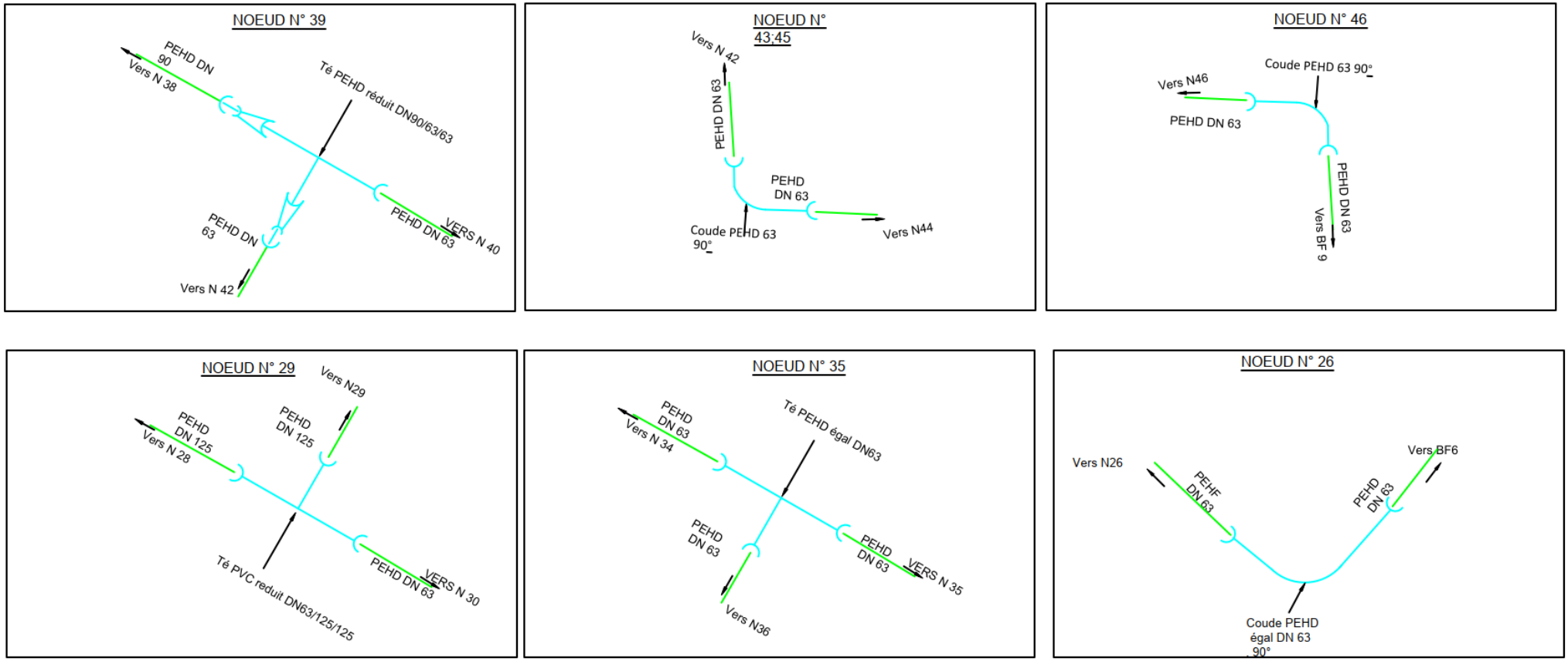


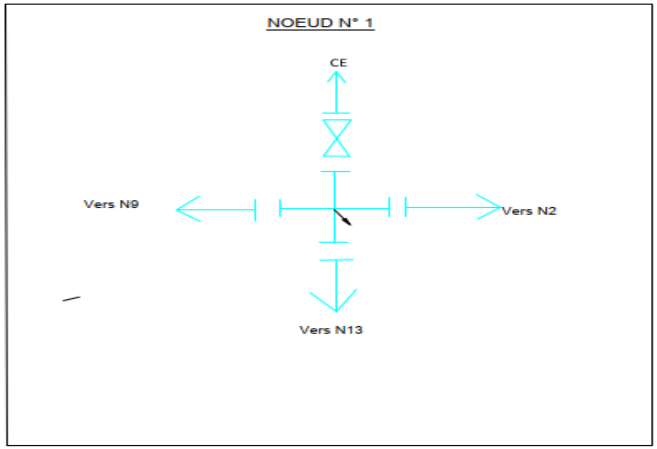
ANNEXES 13:Local groupe électrogène

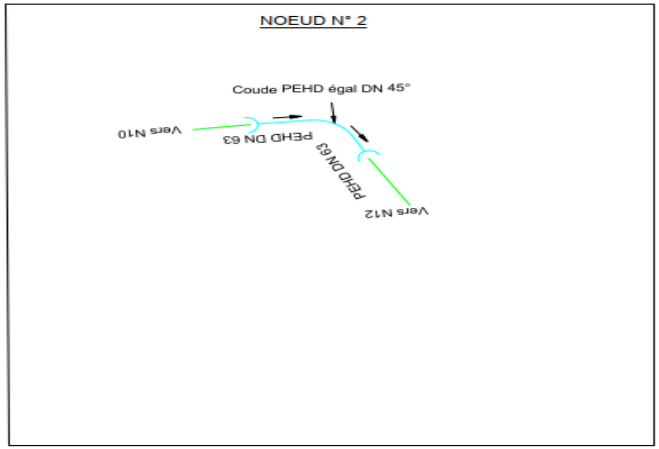


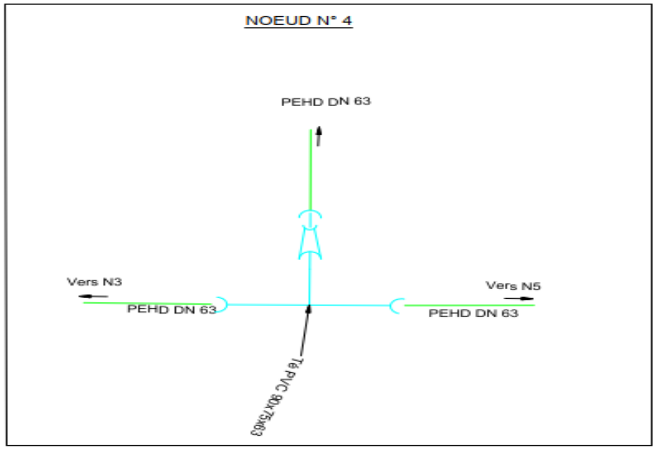
ANNEXES 14:Carnet des nœuds

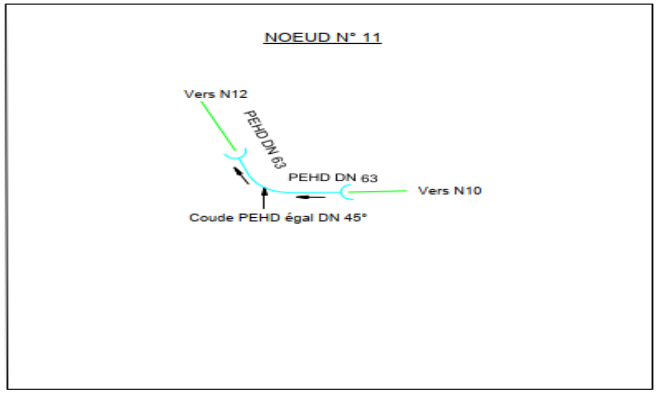


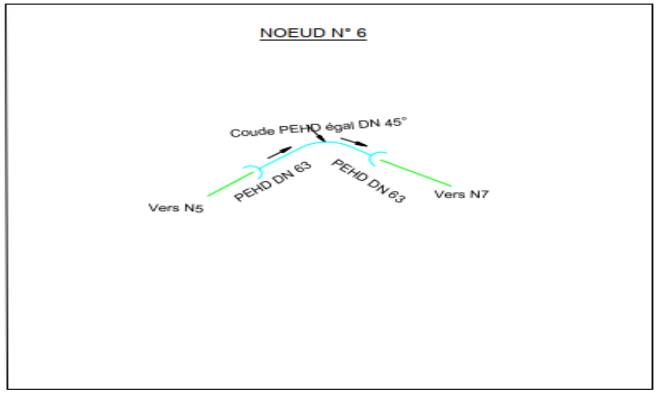

NOEUD N° 39
PEHD DN 90
Vers N 38
Té PEHD réduit DN90/63/63
PEHD DN 63
VERS N 40
PEHD DN 63
Vers N 42
NOEUD N° 43;45
Vers N 42
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Coude PEHD 63 90°
Vers N44
NOEUD N° 46
Coude PEHD 63 90°
Vers N46
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Vers BF 9
NOEUD N° 29
Vers N29
PEHD DN 125
Vers N 28
PEHD DN 125
Té PVC reduit DN63/125/125
PEHD DN 63
VERS N 30
NOEUD N° 35
PEHD DN 63
Vers N 34
Té PEHD égal DN63
PEHD DN 63
Vers N36
PEHD DN 63
VERS N 35
NOEUD N° 26
Vers N26
PEHF DN 63
Vers BF6
PEHD DN 63
Coude PEHD égal DN 63 90°

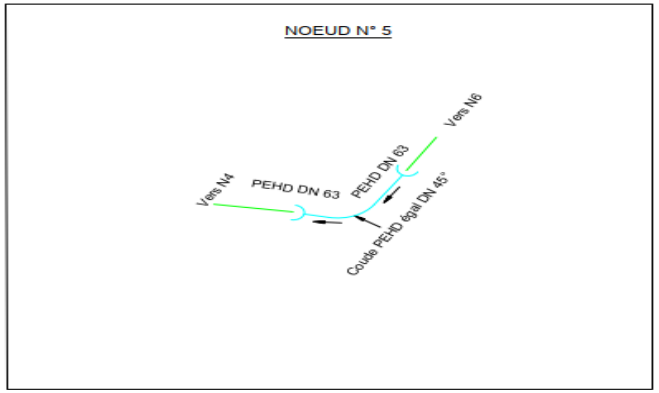

NOEUD N° 1
CE
Vers N9
Vers N2
Vers N13


NOEUD N° 2
Coude PEHD égal DN 45°
Vers N10
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Vers N12

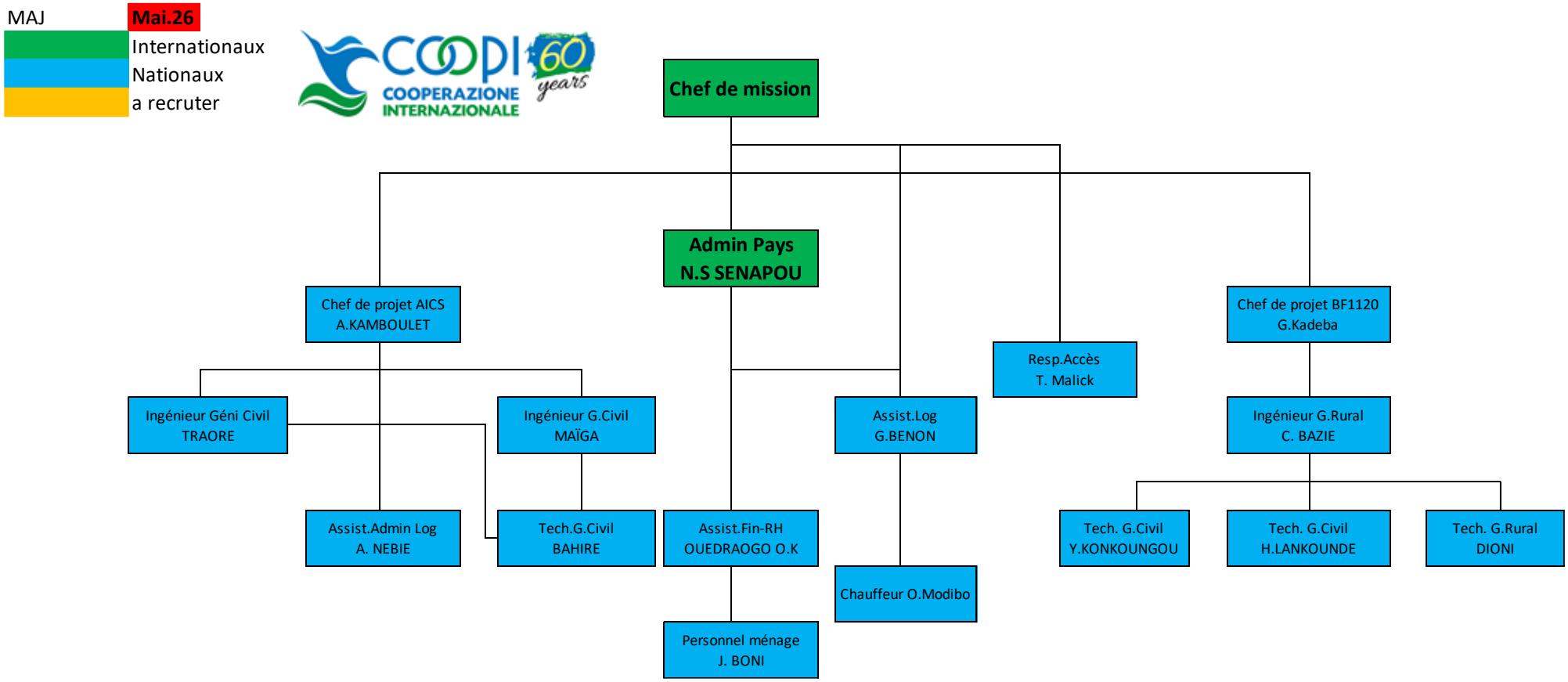

NOEUD N° 4
PEHD DN 63
Vers N3
PEHD DN 63
Vers N5
PEHD DN 63
Tê PVC 90/75x63


NOEUD N° 11
Vers N12
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Vers N10
Coude PEHD égal DN 45°

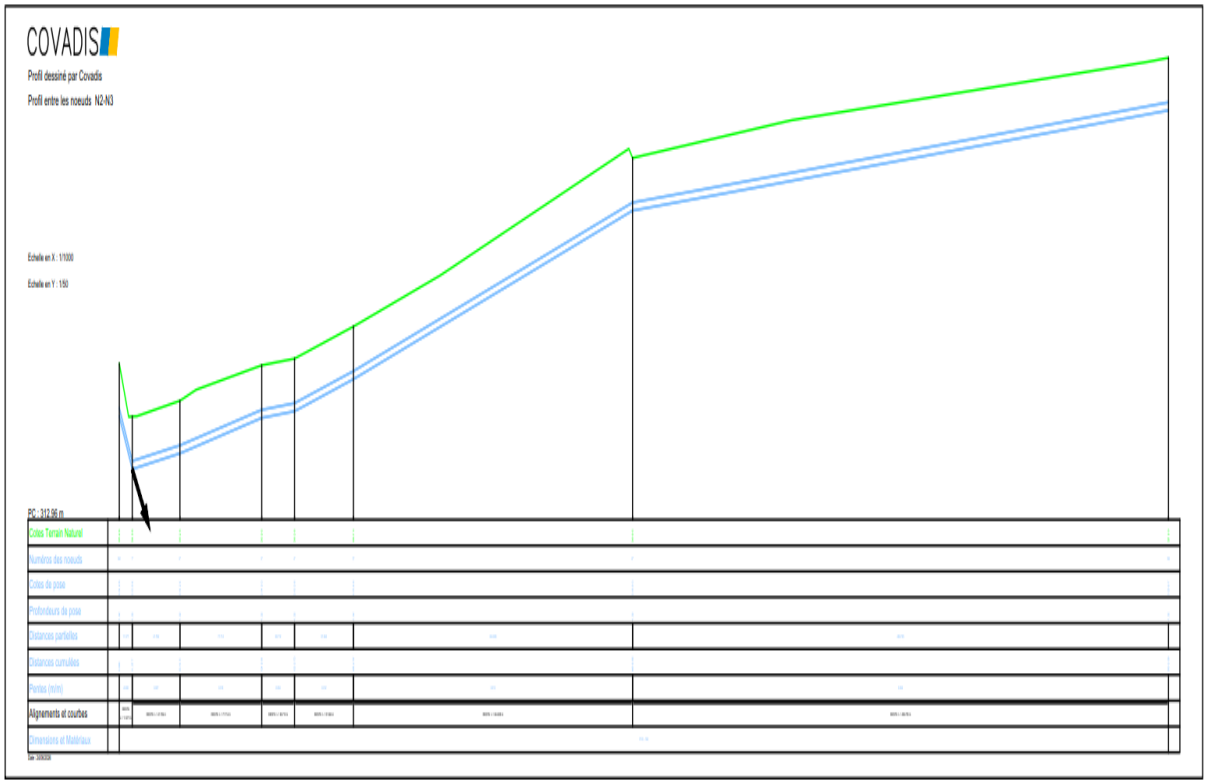

NOEUD N° 6
Coude PEHD égal DN 45°
Vers N5
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Vers N7


NOEUD N° 5
Vers N6
Vers N4
PEHD DN 63
PEHD DN 63
Coude PEHD égal DN 45°

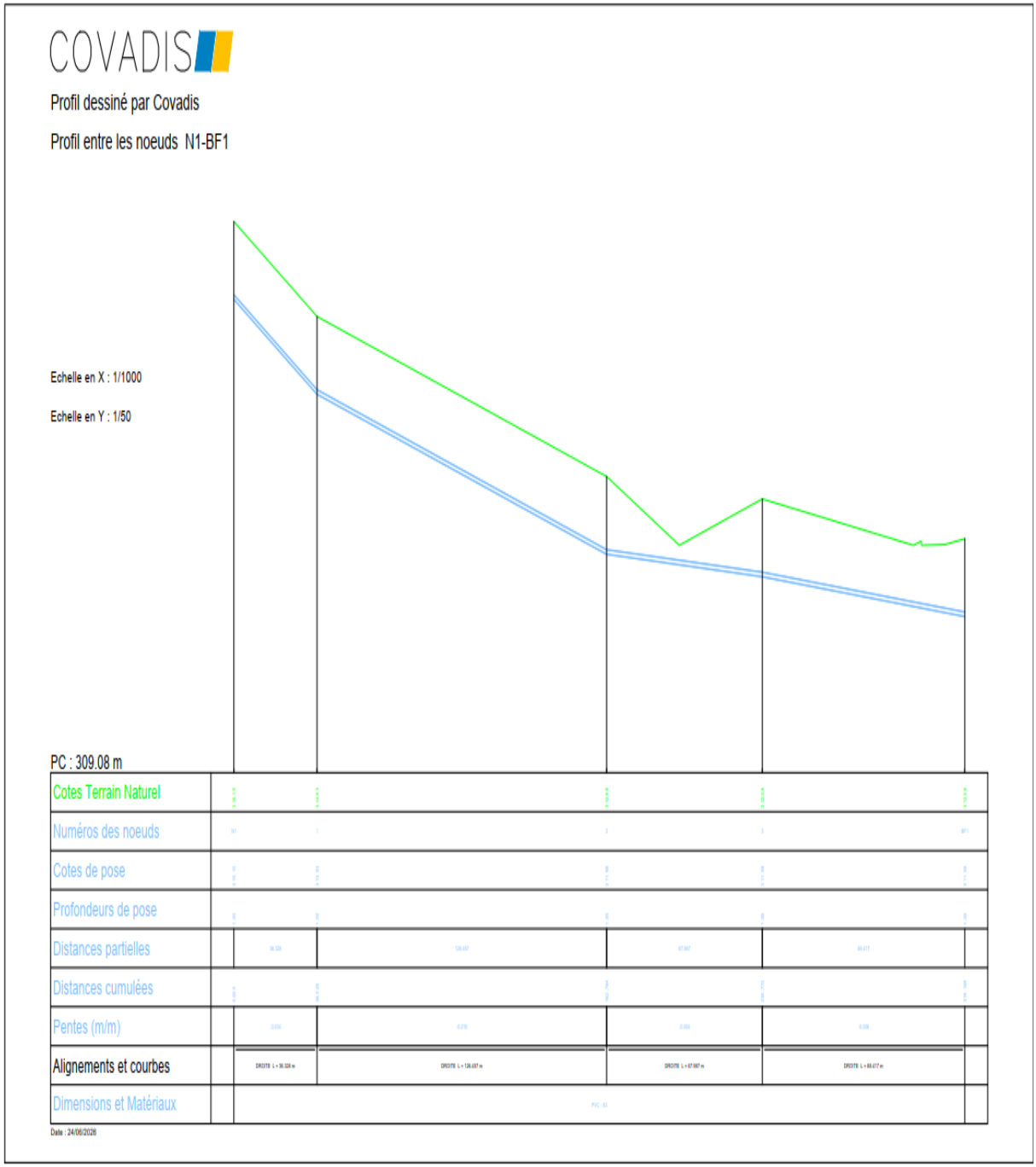
ANNEXES 15: Organigramme de la structure



ANNEXES 16: Profil en long N2-N3



ANNEXES 17:Profil en long N1-BF1



ANNEXES 18: Profil en long N1-CE

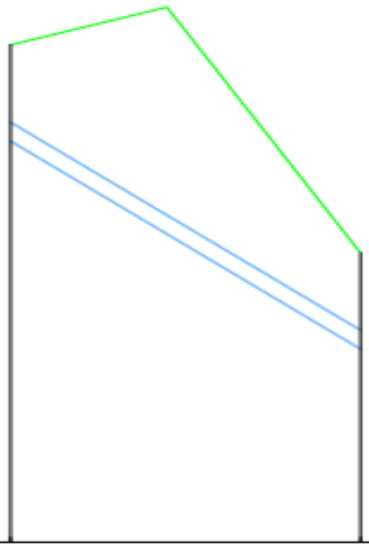
COVADIS

Profil dessiné par Covadis

Profil entre les noeuds N1'-CE

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/50



PC : 311.00 m

Cotes Terrain Naturel	316.00	314.00
Numéros des noeuds	N1'	CE
Cotes de pose	315.90	313.90
Profondeurs de pose	1.00	1.00
Distances partielles		52.750
Distances cumulées	0.000	52.750
Pentes (m/m)		-0.041
Alignements et courbes		DROITE L = 52.750 m
Dimensions et Matériaux		PVC - 200

Date : 24/06/2026