

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

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

SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDROAGRICOLES

Présenté et soutenu publiquement en Janvier 2025 par

Kévin Abraham Wend-Panga YAMEOGO (20180355)

Directeur de mémoire : Dr. Harinaivo A. ANDRIANISA, Maitre de Conférences (CAMES), Enseignant-chercheur à 2iE,

Encadrant 2iE : Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Maitre-Assistant (CAMES), Enseignant-chercheur à 2iE

Maître de stage : Rodrigue Palingwende WALBEOGO, Ingénieur Génie Rurale, Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques

Structure (s) d'accueil du stage : Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques (A.B.E.H)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Boukary SAWADOGO

Membres et correcteurs : M. Olivier COULIBALY

Dr Moussa Bruno KAFANDO

Promotion [2024/2025]

DEDICACES

CETTE ŒUVRE EST DÉDIÉE À VOUS, QUI AVEZ TOUJOURS ÉTÉ MA SOURCE DE FORCE ET D'INSPIRATION. VOTRE SOUTIEN INÉBRANLABLE, VOS ENCOURAGEMENTS CONSTANTS ET VOTRE AMOUR INCONDITIONNEL M'ONT PERMIS DE SURMONTER LES DÉFIS ET D'ATTEINDRE MES OBJECTIFS.

À MES PARENTS, POUR LEUR SAGESSE ET LEUR DÉVOUEMENT, QUI M'ONT APPRIS LA VALEUR DU TRAVAIL ACHARNÉ ET DE LA PERSÉVÉRANCE. À MES FRÈRES ET SŒURS, POUR LES RIRES PARTAGÉS ET LES SOUVENIRS INOUBLIABLES QUI ILLUMINENT MON CHEMIN. À MES AMIS, POUR VOTRE PRÉSENCE RÉCONFORTANTE ET VOS PAROLES MOTIVANTES QUI M'ONT ACCOMPAGNÉ À CHAQUE ÉTAPE.

JE VOUS REMERCIE DU FOND DU CŒUR POUR VOTRE PATIENCE, VOTRE COMPRÉHENSION ET VOTRE FOI EN MOI. CETTE RÉUSSITE EST AUTANT LA VÔTRE QUE LA MIENNE. QUE NOTRE LIEN CONTINUE DE SE RENFORCER AU FIL DES ANNÉES, ET QUE NOUS PUissions ENSEMBLE CÉLÉBRER ENCORE DE NOMBREUX MOMENTS DE JOIE.

AVEC TOUTE MA GRATITUDE ET MON AFFECTION,

KEVIN ABRAHAM WEND-PANGA YAMEOGO

REMERCIEMENT

Ce mémoire représente l'aboutissement des années d'études que nous avons consacrées à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement 2iE. De nombreuses personnes ont contribué à sa réalisation. C'est l'occasion pour nous de leur exprimer notre gratitude. Nous tenons à remercier :

L'ensemble du corps professoral de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour la qualité de la formation qu'il nous a donnée ;

- Dr Harinaivo A. ANDRIANISA, Maître de Conférences (CAMES), notre directeur de mémoire pour nous avoir permis de faire ce stage sous sa supervision ;
- Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Maître-Assistant (CAMES), notre encadreur pour sa patience, sa disponibilité et sa rigueur ;
- L'Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques pour m'avoir ouvert leur locaux et offert la chance de partager cette aventure avec eux ;
- Monsieur WALBEOGO P. Rodrigue notre maître de stage, Ingénieur du génie rural pour sa disponibilité, son implication et ses nombreux conseils ;
- Monsieur Ouattara Daouda, Gérant de l'Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques, pour ses conseils et encouragements ;
- L'ensemble de mes collaborateurs de bureau pour leur accompagnement et pour les nombreux bons moments partagés ;
- Ma famille pour leur soutien indéfectible, leur amour inconditionnel et leur encouragement ;
- Tous mes camarades de promotions et amis proches qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce présent document.

RESUME

Ce mémoire traite de la conception d'un système simplifié d'approvisionnement en eau potable pour le village de Bodialedaga, dans la région des Hauts-Bassins, Burkina Faso, et vise à répondre aux besoins croissants en eau potable d'ici 2048. Le projet ambitionne d'améliorer les conditions de vie en assurant un accès équitable et durable à l'eau, tout en s'inscrivant dans les Objectifs de Développement Durable (ODD). Le dimensionnement de notre système d'Approvisionnement en Eau Potable (AEPS) repose sur la méthodologie basée sur la demande de pointe (période de pointe). Les études révèlent une dépendance quasi exclusive aux forages, dont les capacités sont limitées face à une population en croissance rapide. À l'horizon du projet, la demande en eau du jour de pointe est estimée à **158,24 m³/j**, avec une population desservie atteignant **6 694 habitants**. Le réseau inclura des bornes fontaines et des branchements privés, desservant respectivement 24 % et 56 % de la population. Le système sera alimenté gravitairement grâce à un réservoir métallique de **60 m³**, positionné à une cote de **346 m** pour garantir une pression optimale. Les conduites, en PVC PN10, couvrent plus de **8000 m** de réseau. Une pompe immergée **GRUNDFOS SP 11-11** a été retenue, calculée sur une Hauteur Manométrique Totale (HMT) de **50.41 m**. L'eau distribuée sera désinfectée avec du chlore, garantissant une qualité conforme aux normes nationales et de l'OMS. Une analyse financière montre que le système est économiquement viable, avec un prix de revient du mètre cube d'eau de **270FCFA**. Une étude d'impact environnemental propose des mesures pour atténuer les effets négatifs. Le coût total du projet est estimé à **154 016 432FCFA TTC**. Ce projet répond efficacement aux besoins immédiats et futurs, tout en garantissant une gestion durable des ressources hydriques du village.

Mots Clés :

1. Approvisionnement
2. Eau potable
3. Bodialedaga
4. Hauts-Bassins
5. Durabilité

ABSTRACT

This thesis deals with the design of a simplified drinking water supply system for the village of Bodialedaga, located in the Hauts-Bassins region of Burkina Faso, and aims to meet the growing drinking water needs by **2048**. The project seeks to improve living conditions by ensuring equitable and sustainable access to water, while aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs). The sizing of our Drinking Water Supply System (AEPS) is based on the peak demand methodology (peak period). Studies reveal a near-exclusive reliance on boreholes, whose capacities are limited in the face of a rapidly growing population. By the project's horizon, the estimated peak daily water demand is **158.24 m³/day**, serving a population of **6,694 people**. The network will include public standpipes and private connections, serving **24%** and **56%** of the population, respectively. The system will be gravity-fed through a **60 m³** metal reservoir, positioned at an elevation of 346 meters to ensure optimal pressure. The PVC PN10 pipes cover more than **8,000 meters** of the network. A **GRUNDFOS SP 11-11** submerged pump has been selected, calculated based on a Total Dynamic Head (TDH) of **50.41 meters**. The distributed water will be disinfected with chlorine to ensure compliance with national and WHO standards. A financial analysis shows that the system is economically viable, with a cost per cubic meter of water of **270 CFA francs**. An environmental impact study proposes measures to mitigate negative effects. The total project cost is estimated at **154,016,432 CFA francs**, including tax. This project effectively addresses both immediate and future needs, while ensuring sustainable management of the village's water resources.

Keywords:

1. Supply
2. Drinking water
3. Bodialedaga
4. Hauts-Bassins
5. Sustainability

LISTE DES ABRÉVIATIONS

2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et l'Environnement

AEPS : Approvisionnement en Eau Potable Simplifié

AUE : Association d'Usagers d'Eau

CVD : Conseil Villageois de Développement

BF : Borne Fontaine

BP: Branchement Privé

DN : Diamètre Nominal

DREA: Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement

EPI : Equipement de protection individuelle

HMT : Hauteur Manométrique Totale

MEA : Ministère de l'Eau et de l'Assainissement

ODD : Objectifs 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

PEM : Point d'Eau Moderne

PN AEP : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable

PN : Pression Nominale

PVC : Polychlorure de Vinyle

PV : Photovoltaïque

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

TN : Terrain Naturel

TTC: Toutes Taxes Comprises

CRS : Catholic Relief Services

Table des matières

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENT	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	v
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
FICHE SIGNALTIQUE	xi
I. INTRODUCTION GENERALE.....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE	2
II.1. Présentation de la structure d'accueil	2
II.1.1. Contexte de création	2
II.1.2. Renseignements administratifs	2
II.1.3. Missions	3
II.1.4. Domaines et types d'activités	3
II.1.5. Organigramme	5
II.2. Présentation de la zone d'étude	5
II.2.1. Situation géographique et administrative du village.....	5
II.2.2. Caractéristiques physico-naturelles	7
II.2.2.1. Relief.....	7
II.2.2.2. Climat et précipitations.....	8
II.2.2.3. Végétation.....	8
II.2.2.4. Ressources en eau	8
II.2.3. Contexte socio-économique.....	8
II.2.3.1. Démographie.....	8
II.2.3.2. Activités socioéconomiques.....	9
III. PRESENTATION DU PROJET	10
III.1. Contexte et justification.....	10
III.2. Problématique.....	10
III.3. Objectifs et résultats de l'étude	11
III.3.1. Objectif général	11
III.3.2. Objectifs spécifiques	11
III.3.3. Résultats produits par l'étude	11
III.3.4. Etat des lieux du système actuel d'approvisionnement en eau.....	11

IV. METHODOLOGIE	13
IV.1. Recherche documentaire.....	13
IV.2. Visite et travaux de terrain	13
IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire.....	13
IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses de calculs.....	14
IV.4.1. Planification.....	14
IV.4.2. Horizon du projet.....	14
IV.4.3. Analyse de la consommation spécifique.....	14
IV.4.4. Taux de desserte.....	15
IV.4.5. Les coefficients de variation	15
IV.4.6. Rendement du réseau.....	15
IV.4.7. Vitesse et pression.....	16
IV.4.8. Pertes de charges.....	16
IV.5. Estimation des besoins en eau	17
IV.5.1. Estimation de la population à l'horizon du projet.....	17
IV.5.2. Evaluation des besoins.....	17
IV.6. Méthodes de dimensionnement	18
IV.6.1. Calcul des débits et diamètres.....	18
IV.6.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	20
IV.6.3. Etude de coup de bâlier.....	21
V. ETUDE TECHNIQUE	22
V.1. Evaluation de la ressource en eau	22
V.2. Etudes hydrauliques	22
V.2.1. Evaluation de la consommation à l'horizon 2048	22
V.2.2. Evolution des besoins et demandes en eau	22
V.2.3. Calcul des débits d'adduction et de refoulement	23
V.2.4. Dimensionnement du réseau distribution.....	24
V.2.4.1. Tracé du réseau.....	24
V.2.4.2. Points de desserte	26
V.2.4.3. Calcul des débits dans les conduites	26
V.2.4.4. Calcul des diamètres de conduites	27
V.2.4.5. Résultat de simulation EPANET	30
V.3. Réservoir de stockage	30
V.3.1. Capacité du réservoir et détermination de la cote du radier	30
V.3.2. Caractéristiques du réservoir.....	31

V.4. Traitement de l'eau.....	31
V.5. Etude du réseau d'adduction	33
V.5.1. Détermination de la conduite de refoulement	33
V.5.2. Calcul de HMT et choix de la pompe	33
V.5.3. Etude de coup de bélier.....	35
V.6. Dimensionnement des installations électriques	37
V.6.1. Dimensionnement du groupe électrogène	38
V.6.2. Dimensionnement du système photovoltaïque.....	38
V.7. Mode de gestion du système	40
VI. ETUDE DES COUTS	42
VI.1. Détermination du cout du projet.....	42
VI.2. Amortissement et calcul du prix de revient.....	42
VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE.....	45
VII.1. Identification et évaluation des impacts.....	45
VII.2. Plan de gestion environnemental et social	47
VII.2.1. Mesures d'atténuation, de compensation et de bonification	47
VII.2.2. Le programme de surveillance et de suivi environnemental.....	52
VIII.CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	53
BIBLIOGRAPHIE	54
ANNEXES	55

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS DE L'ABEH	2
TABLEAU 2: SITUATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DU VILLAGE	12
TABLEAU 3 : RAPPORT NOMBRE D'HABITANTS-COEFFICIENT DE POINTE HORAIRE.....	15
TABLEAU 4: EVOLUTION DE LA POPULATION DU VILLAGE DE BODIALEDAGA.....	22
TABLEAU 5: ESTIMATION ET EVOLUTION DE LA DEMANDE EN EAU	23
TABLEAU 6: CALCUL DES DEBITS D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION	24
TABLEAU 7: DETERMINATION DES DEBITS DANS LES CONDUITES DE DISTRIBUTION	26
TABLEAU 8: RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION	28
TABLEAU 9: CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR METALLIQUE	31
TABLEAU 10: DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT	33
TABLEAU 11: CALCUL DE LA HMT	34
TABLEAU 12: DETERMINATION DU POINT DE FONCTIONNEMENT DE LA POMPE	34
TABLEAU 13: CALCUL DES DEPRESSIONS/SURPRESSIONS DANS LA CONDUITE DE REFOULEMENT	35
TABLEAU 14: DIMENSIONNEMENT DU GROUPE ELECTROGENE.....	38
TABLEAU 15: DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE	39
TABLEAU 16: DETERMINATION DU COUT TOTAL DES TRAVAUX DE L'AEPS	42
TABLEAU 17: CALCUL DU PRIX DE REVIENT.....	43
TABLEAU 18: MATRICE DE LEOPOLD.....	46
TABLEAU 19: MESURES D'ATTENUATION, DE BONIFICATION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS	48
TABLEAU 20: PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL	52

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: ORGANIGRAMME DE L'AGENCE BURKINABE DES ETUDES HYDRAULIQUES	5
FIGURE 2: LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	7
FIGURE 3: RESEAU DE DISTRIBUTION.....	25
FIGURE 4: COURBES DE POINTS DE FONCTIONNEMENT DE LA POMPE	35

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

FICHE SIGNALTIQUE

LOCALISATION	
Région/province/commune	Hauts-Bassins/Houet/Léna
Village	Bodialedaga
Distance de Bobo Dioulasso (km)	55
DONNES SOCIO-ECONOMIQUES	
Population en 2019	2407
Taux d'accroissement (%)	3,59
Population en 2048	6694
Population de l'AEPS (2048)	5355
Type d'habitat	Semi-groupé
Demande de pointe en 2048 (m ³ /j)	158,24
Consommation spécifique (L/j/habitants)	15 (BF) et 20 (BP)
SITE DE FORAGE	
Cote TN (m)	348
Coordonnées (UTM)	X=393423,94; Y=1236971,56
Côte Niveau Statique (m)	316,32
Côte niveau Dynamique (m)	298,54
Débit d'exploitation (m ³ /h)	10
ELECTROPOMPE	
Nom	GRUNDFOS SP11-11
Débit d'exploitation (m ³ /h)	10
HMT (m)	50,41
Puissance (kW)	2,1
SOURCE D'ENERGIE	
Type	Hybride (Thermique+Solaire)
Champ PV	15 modules de 250Wc
Générateur thermique	8.03kVA
CHÂTEAU D'EAU	
Volume (m ³)	60
Nature/Géométrie	Réservoir métallique cylindro-conique
Côte TN (m)	320,44
Hauteur du radier (m)	15
Hauteur de la cuve (m)	3.5
CONDUITE DE REFOULEMENT	
Nature	PEHD PN10
Longueur (m)	232,52
Diamètre nominal (mm)	DN110
CONDUITES DE DISTRIBUTION	

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga,
commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Nature	PVC PN10
Longueur (m)	8413
Diamètre nominal (mm)	DN63, DN90, DN125, DN160
POINTS DE DESSERTE	
Nombre de BF	7
Nombre de robinets de 0.3L/s par BF	3
Nombre de BP	750
ASPECTS FINANCIERS/GESTION	
Coût de l'AEPS (FCFA TTC)	154 016 432
Mode de gestion proposée	Affermage
Amortissement annuel (FCFA/an)	6 590 109
Prix de vente du mètre cube d'eau (FCFA)	284
Prix de revient du mètre cube d'eau (FCFA)	270

I. INTRODUCTION GENERALE

L'accès à l'eau potable est essentiel pour le bien-être des populations et le développement socio-économique. Dans ce cadre, le Burkina Faso a lancé le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) 2016-2030, visant à garantir un approvisionnement en eau de qualité et suffisant pour répondre aux besoins des citoyens de manière durable. Ce programme contribue aussi à l'atteinte des Objectifs de Développement Durable (ODD), notamment l'ODD 6, qui vise un accès universel à l'eau potable et aux services d'assainissement tout en assurant une gestion durable des ressources en eau.

Dans les zones rurales, atteindre ces objectifs nécessite la construction d'infrastructures hydrauliques pour améliorer l'accès à l'eau potable et la mise en place de systèmes de gestion efficaces pour assurer la durabilité des installations. Dans la région des Hauts-Bassins, bien que les ressources en eau soient relativement disponibles, leur gestion reste difficile en raison de la variabilité des pluies, de la forte demande en eau pour l'agriculture et de la surexploitation de certaines nappes, notamment en saison sèche. En 2020, le taux d'accès à l'eau potable dans cette région est d'environ 80%, mais cette moyenne masque d'importantes disparités : les zones urbaines ont généralement un meilleur accès, tandis que les zones rurales rencontrent des difficultés d'approvisionnement en raison de l'absence d'infrastructures adéquates et de la gestion complexe des ressources en eau. Il est donc crucial de remédier à ce problème, surtout en milieu rural, pour garantir un approvisionnement équitable et durable en eau. La mise en place de systèmes adaptés et de politiques de sensibilisation est essentielle pour améliorer les conditions de vie et favoriser le développement.

Les résultats des études sont présentés dans ce mémoire intitulé : « Étude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins. » Cette étude vise à réaliser une analyse de faisabilité technique et financière pour garantir l'adaptation du projet aux besoins des communautés locales. Dans les sections suivantes, la méthodologie de collecte et d'analyse des données sera détaillée, les ressources en eau disponibles seront évaluées, le réseau d'adduction et de distribution sera dimensionné, une solution énergétique pour le fonctionnement du système sera proposée, puis les coûts du projet et de la production d'eau seront établis, tout en identifiant les impacts environnementaux et sociaux et en élaborant un plan de gestion environnementale.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II.1. Présentation de la structure d'accueil

II.1.1. Contexte de création

L'Agence Burkinabè d'Etudes Hydrauliques (ABEH) a été créée en 2017 dans un contexte marqué par la rareté des ressources financières pour l'investissement des projets de développement. L'Agence Burkinabè d'Etudes Hydrauliques (ABEH) est un bureau d'études privé de droit burkinabè, composé d'ingénieurs et de Techniciens possédant plusieurs années d'expériences dans les domaines de l'ingénierie.

Le bureau repose sur des cadres permanents appuyés par des techniciens et des consultants ayant acquis une grande expérience dans la formulation, la réalisation, la coordination d'études et le contrôle des travaux.

II.1.2. Renseignements administratifs

Le tableau 1 récapitule l'ensemble des références administratives de l'Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques

Tableau 1: Renseignements administratifs de l'ABEH

CAPITAL SOCIAL	5 000 000 FCFA
ANNEE DE CREATION	2017
ADRESSE POSTALE	01 BP 262 Ouagadougou 01, Burkina Faso
SITUATION	Saaba, Nioko 1, Secteur 45
GEOGRAPHIQUE	
TELEPHONE	+226 25 36 55 31/75 53 95 90/ 71 44 07 38
EMAIL	abeh.ingenierie@gmail.com
PERSONNES RESPONSABLES	
NOM	OUATTARA Daouda
FONCTION	Gérant
CONTACT	00226 71 44 07 38
REGISTRE DE COMMERCE	BFROUA 2017 A 1612

IMMATRICULATION CNSS	N°1268565U
IFU	00087488F
REFERENCES BANCAIRES	UBA N°42578 0000338: FINEC VURKINA N°A01-1815

II.1.3. Missions

L'Agence Burkinabè d'Etudes Hydrauliques (A.B.E.H) a pour mission de contribuer au développement des Etats en apportant son expertise dans ses domaines d'intervention.

II.1.4. Domaines et types d'activités

L'agence Burkinabè d'Etudes Hydrauliques (A.B.E.H) intervient dans divers domaines :

En socio économie

- Appui-conseil au secteur privé (montage de dossier, maîtrise d'ouvrage et gestion de leur unité) ;
- Etudes/Diagnostic en milieu rural pour les actions de développement ;
- Animation en hydraulique rurale (information, sensibilisation, mise en place et formation des structures de gestion des points d'eau) ;
- Formation/Education en hygiène et assainissement en milieu rural ;
- Suivi et évaluation des projets de développement.

En hydraulique villageoise/urbaine

- Etudes hydraulique, topographique, architecturale pour AEP, bâtiment, barrage, routes et piste rurale ;
- Conception des plans et implantations des bâtiments
- Elaboration des dossiers d'appel d'offres et de devis estimatifs

Assistance technique

- Formation en techniques de surveillance de chantiers de forage, de pistes rurales, de bâtiments, d'ouvrage d'art et aménagement de bas fond ;
- Appui-conseil en gestion des projets de développement ;
- Appui-conseil au secteur privé (montage de dossier, maîtrise d'ouvrage et gestion efficiente de leur unité)

Prestations offertes

- Etudes et formation technique ;
- Elaboration des Plans de Développement ;
- Etudes techniques ;
- Etudes diagnostique,
- Elaboration des dossiers de consultation ;
- Etudes de faisabilité
- Planification et gestion des projets
- Etudes et réalisation en milieu rural sur les plans socio-économiques, communicationnels, éducationnels ;
- Etudes techniques d'implantation et de réalisation d'ouvrages ;
- Montage de dossiers d'appels d'offres ;
- Ingénierie et communication sociales ;
- Suivi-contrôle des travaux de génie civil (routes, ponts, forages, puits.)

Clients

Nos clients sont les administrations publiques, les Organisations Non Gouvernementales (ONG), les investisseurs privés, les projets et programmes, les associations socio-professionnelles et les particuliers.

Capital humain

L'agence Burkinabè d'Etudes Hydrauliques (A.B.E.H) repose sur des cadres permanents appuyé de techniciens ayant acquis une grande et solide expérience dans la réalisation, la coordination ainsi que le pilotage et le contrôle des travaux.

A cet effet, le bureau dispose du personnel d'encadrement suivant :

- Hydrogéologues et géologues ;
- Ingénieurs Génie Rural et Civil ;
- Sociologues et Socio-économistes ;
- Géomètres et Géotechniciens ;
- Spécialistes en ingénierie sociale ;
- Environnementalistes ;
- Ingénieurs Génie Sanitaire

II.1.5. Organigramme

L'Organigramme de la structure se présente comme suit :

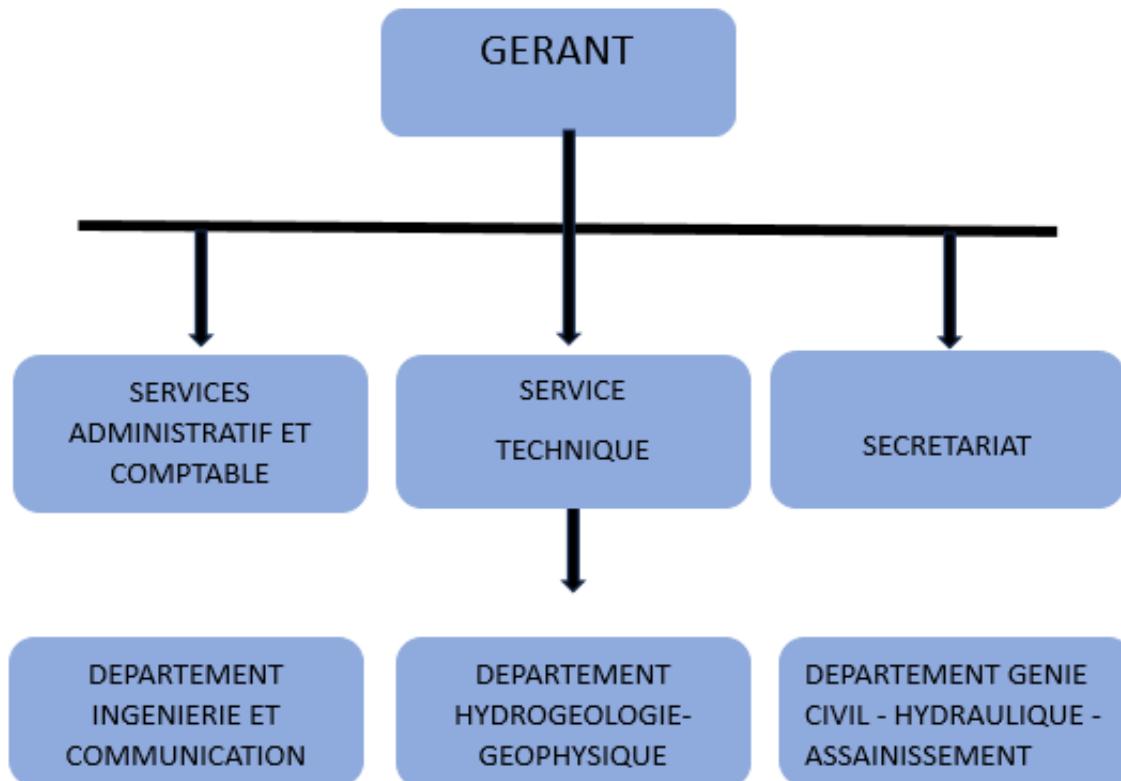


Figure 1: Organigramme de l'Agence Burkinabè des Etudes Hydrauliques (année 2023)

II.2. Présentation de la zone d'étude

II.2.1. Situation géographique et administrative du village

Le village de Bodialedaga relève de la Commune rurale de Léna qui se trouve au cœur de la région des Hauts-Bassins ; précisément dans la partie ouest de la province du Houet. Léna, Chef-lieu de la commune est à 55 km de la ville de Bobo-Dioulasso. La commune de Léna partage une frontière avec les communes suivantes :

- Les communes rurales de Koumbia et de Houndé à l'Est ;
- La commune urbaine de Bobo-Dioulasso à l'Ouest ;
- La commune rurale de Karangasso Vigué au Sud et ;
- La commune rurale de Satiri au Nord.

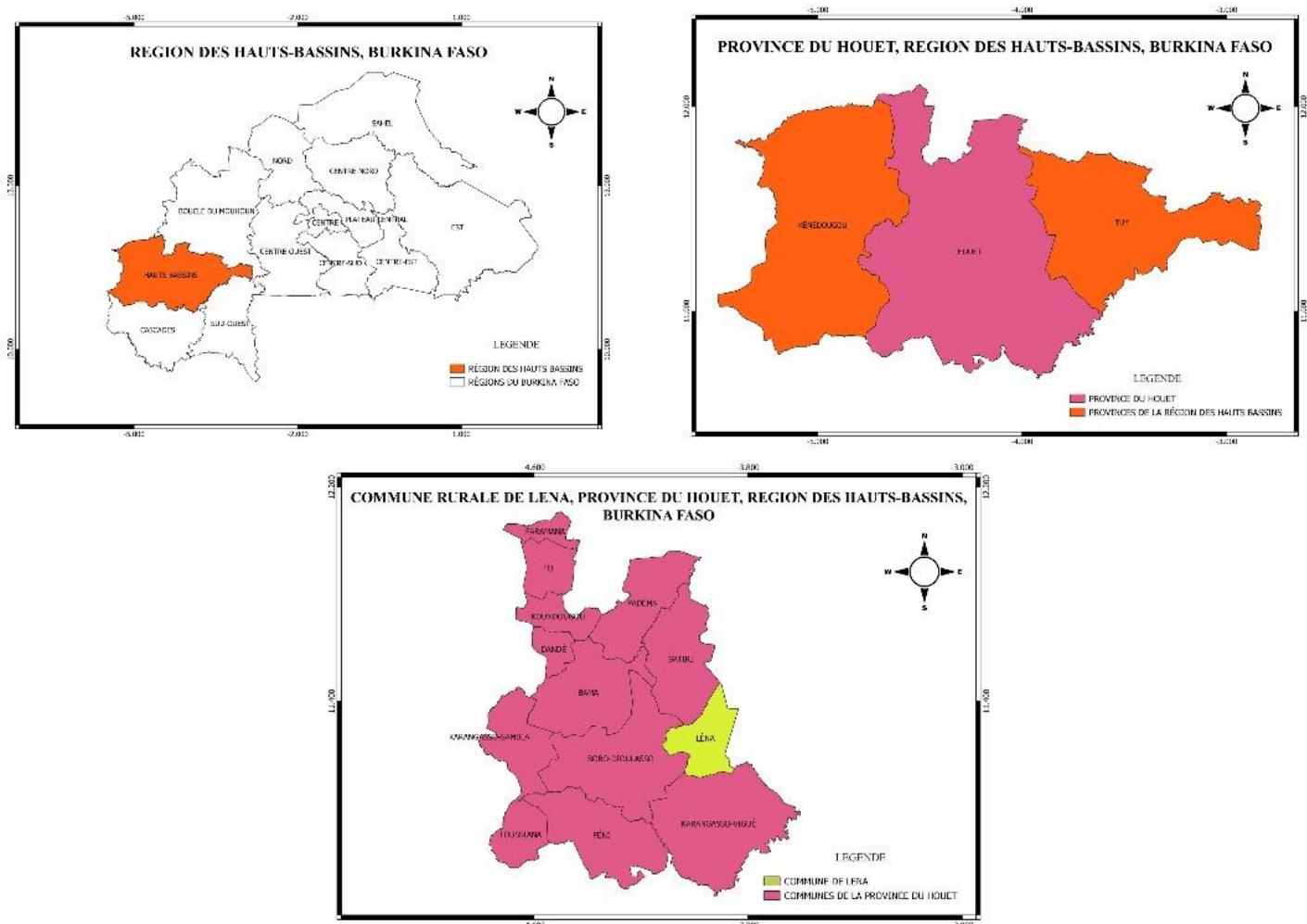
La commune de Léna est constituée de 14 villages. Ce sont : Bah, Bodialedaga, Bona, Kofila, Konkourona, Konzo, Kouekouesso, Koundimi, Léna, Oualana, Tatalama, Toungouana, Yabasso et Zatama.

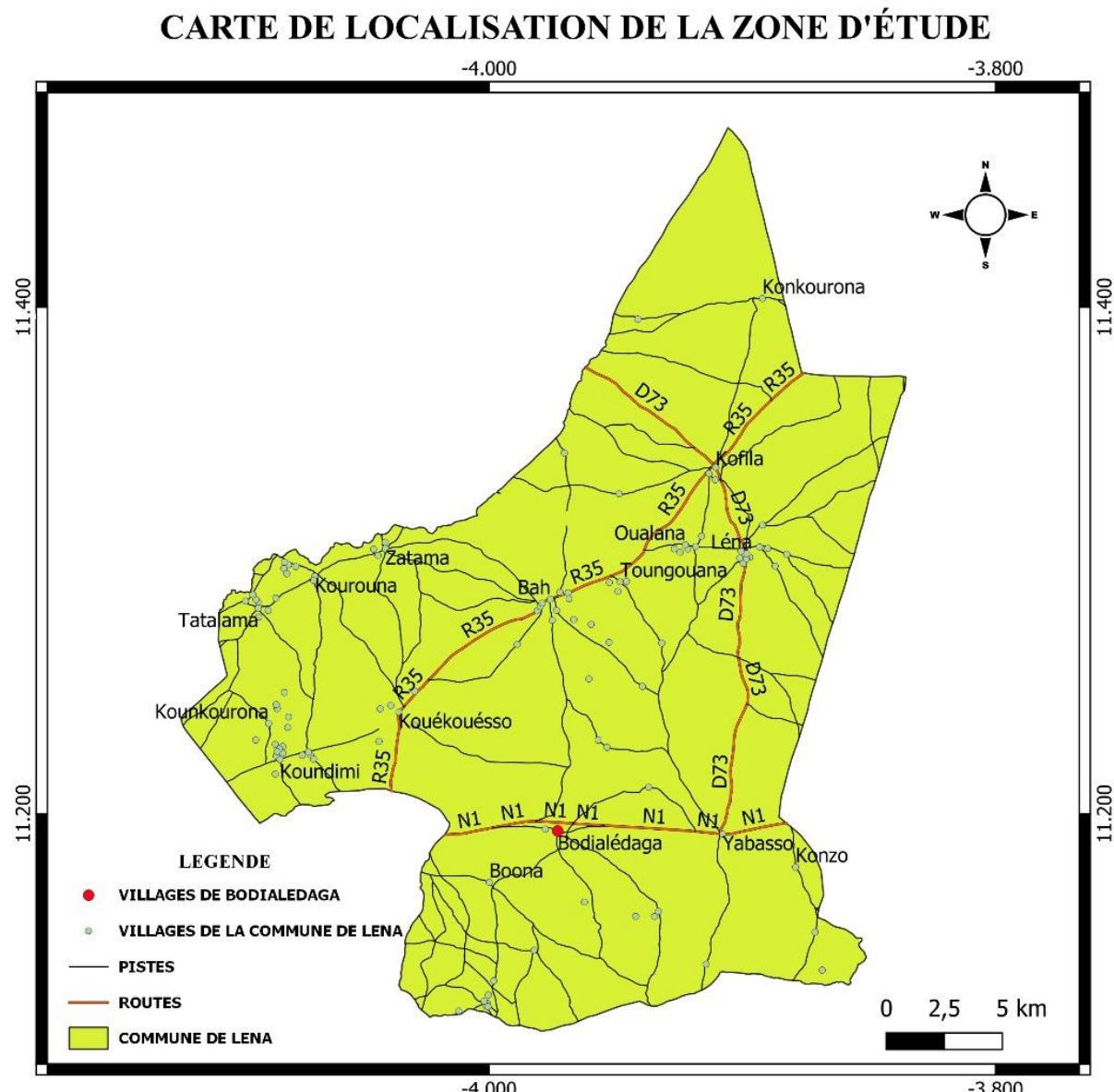
Outre Léna, les villages de Bah, Kofila, Kouekouesso et Bodialedaga demeurent les principaux pôles économiques de la commune. L'ensemble des 14 villages se situent dans un rayon moyen de 14 km de Léna, Chef-lieu de la commune.

La route nationale n°1 reliant Bobo-Dioulasso à la capitale Ouagadougou traverse la commune de Léna dans sa partie sud au niveau des villages de Bodialedaga et de Yabasso.

Selon les informations recueillies dans le village, Bodialedaga est composé de trois (03) quartiers que sont Sakouana, Séché et Koursama. Il est limité au nord par le village de Bah, au sud-ouest par Bona et à l'Est par Yabasso.

La figure 2 présente la localisation géographique du village dans l'espace communale.





Auteur : YAMÉOGO Kévin Abraham Wend-Panga Source : BNDD/IGB 2015 Date : Décembre 2024

Figure 2: Localisation de la zone d'étude

II.2.2. Caractéristiques physico-naturelles

II.2.2.1. Relief

La région présente un relief relativement plat, ponctué de quelques collines isolées. Ce type de terrain est propice à l'agriculture et facilite les déplacements. Le sol, souvent bien drainé, favorise les cultures, bien qu'il puisse poser des difficultés en période de sécheresse, comme l'indique le rapport socio-économique de Bodialedaga (CRS, 2021).

II.2.2.2. Climat et précipitations

Le village de Bodialedaga bénéficie d'un climat soudano-sahélien, marqué par une saison sèche prolongée (de novembre à mai) et une saison des pluies (de juin à octobre). Les précipitations annuelles varient généralement entre 600 mm et 1 200 mm, avec des pics durant les mois de juillet et août, selon le rapport socioéconomique de Bodialedaga (CRS, 2021). Cependant, ces précipitations peuvent être irrégulières d'une année à l'autre, ce qui impacte directement l'approvisionnement en eau et l'agriculture.

II.2.2.3. Végétation

La région est dominée par une savane arborée et herbacée, où l'on trouve des espèces d'arbres telles que le baobab (*Adansonia digitata*), le karité (*Vitellaria paradoxa*) et d'autres espèces adaptées aux conditions sèches. Cette couverture végétale abrite une variété d'espèces animales et végétales, toutes adaptées aux conditions climatiques locales. La biodiversité joue un rôle essentiel dans l'équilibre écologique et peut également soutenir des activités économiques locales, telles que l'apiculture ou la récolte de fruits, comme le souligne le rapport socioéconomique de Bodialedaga (CRS, 2021).

II.2.2.4. Ressources en eau

L'approvisionnement en eau constitue un défi majeur pour Bodialedaga, en particulier durant la saison sèche. Les sources d'eau disponibles incluent les nappes phréatiques et les rivières saisonnières, lesquelles peuvent s'assécher pendant les périodes critiques, comme l'indique le rapport socioéconomique de Bodialedaga (CRS, 2021).

La variabilité climatique rend nécessaire une gestion efficace des ressources hydriques. Afin de garantir un accès durable à l'eau potable pour la population, il est essentiel d'envisager des infrastructures telles que des puits, des forages ou des systèmes d'adduction d'eau potable.

II.2.3. Contexte socio-économique

II.2.3.1. Démographie

La démographie du village reflète les caractéristiques typiques de la région des Hauts-Bassins, où la population est majoritairement rurale et présente une structure démographique marquée par une légère prédominance féminine. Les conditions de vie sont influencées par des facteurs socio-économiques tels que l'accès aux services de base, l'éducation et l'emploi. Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2019, la population de Bodialedaga est de 2 407 habitants. De plus, le village connaît des mouvements migratoires temporaires, certains habitants se rendant vers des villes comme Bobo-Dioulasso ou même à

l'étranger, notamment en Côte d'Ivoire, à la recherche d'opportunités économiques. Cette dynamique migratoire influence non seulement la composition démographique, mais aussi les modes de vie et les activités économiques locales, comme le souligne le rapport socio-économique de Bodialedaga (CRS, 2021)

II.2.3.2. Activités socioéconomiques

Les activités socio-économiques de Bodialedaga sont axées sur l'agriculture (88 %), l'élevage (4 %), le commerce (2 %), l'artisanat (2 %) et autres (2 %). Les revenus générés par ces activités agricoles permettent aux habitants d'améliorer leurs conditions de vie et d'accéder à des services essentiels tels que l'éducation et la santé. L'agriculture, pratiquée principalement durant la saison des pluies, concerne presque toute la population. Les cultures vivrières et céréalières dominent, avec l'utilisation de fumier et d'engrais chimiques pour augmenter les rendements. Cependant, l'irrégularité des pluies, le coût élevé des intrants et l'inaccessibilité de certaines zones sont des contraintes majeures.

De plus, le village n'est pas raccordé au réseau électrique de la SONABEL. Comme dans d'autres villages de la commune, l'énergie solaire est utilisée, mais cela limite le développement économique, comme l'indique le rapport socio-économique de Bodialedaga (CRS, 2021). Malgré ces défis, les activités économiques permettent aux habitants de Bodialedaga de générer des revenus suffisants pour couvrir leurs besoins essentiels. Ils affirment que les bénéfices pourraient contribuer à financer le service d'eau. En ce qui concerne les infrastructures socio-économiques, le village compte deux écoles primaires, un collège d'enseignement général, un marché non construit, une mosquée, quatre églises et huit forages équipés de pompes à motricité humaine fonctionnels.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1. Contexte et justification

Le village de Bodialedaga est une commune rurale située dans le département de Léna, dans la province du Houet, au Burkina Faso. Il fait face à des défis importants en matière d'approvisionnement en eau potable, exacerbés par des conditions climatiques variables et des pressions démographiques croissantes. Actuellement, les habitants du village dépendent souvent de sources d'eau non sécurisées ou insuffisantes, ce qui peut entraîner des problèmes de santé publique. Dans ce contexte, la nécessité d'une étude de dimensionnement d'une adduction en eau potable devient cruciale pour assurer un accès durable à cette ressource essentielle.

Une étude détaillée permettra d'évaluer les besoins en eau de la communauté, en tenant compte des variations saisonnières et des pics de consommation. En effet, la consommation d'eau varie selon les saisons et les activités agricoles, notamment dans une région où l'agriculture est une source de revenus primordiale. L'étude devra également prendre en compte les ressources en eau disponibles et leur durabilité. Cela permettra de concevoir un système qui non seulement répond aux besoins immédiats mais qui est également viable sur le long terme. En outre, le dimensionnement des infrastructures nécessaires telles que les réservoirs, les canalisations et les stations de pompage doit être basé sur des données précises afin d'assurer une pression suffisante dans le réseau et éviter les pertes d'eau. Une approche bien planifiée garantira l'accès à l'eau potable à chaque habitant sans contraintes excessives.

Enfin, cette initiative s'inscrit dans le cadre des efforts globaux du gouvernement burkinabé pour améliorer l'accès à l'eau potable dans les zones rurales. En impliquant la communauté locale dans le processus de planification et en intégrant leurs retours d'expérience ce qui favorisera non seulement l'adhésion au projet mais aussi son succès à long terme.

III.2. Problématique

La question posée par cette étude concerne la garantie d'un approvisionnement durable et équitable en eau potable pour la population de Bodialedaga face aux défis liés à la variabilité climatique, à l'augmentation démographique et aux infrastructures insuffisantes.

III.3. Objectifs et résultats de l'étude

III.3.1. Objectif général

L'objectif global de l'étude est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie de la population par la réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié permettant de satisfaire les demandes en eau jusqu'à l'horizon 2048.

III.3.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont:

- Faire une étude diagnostique du système actuel d'alimentation en eau potable de la population en ressortant les forces et les faiblesses ;
- Réaliser une étude de faisabilité technique pour la mise en place d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié adapté au contexte rural ;
- Faire une analyse financière de la faisabilité du projet (coût du projet et prix de revient du mètre cube d'eau pompé)
- Faire une notice d'impacts environnementaux et sociaux ;

III.3.3. Résultats produits par l'étude

A la fin de cette étude, les résultats suivants ont été produits :

- L'étude diagnostique du système actuel d'alimentation en eau potable est réalisée et ses forces et faiblesses sont identifiés ;
- Une étude de faisabilité technique pour la mise en place d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié adapté au contexte rural est produite ;
- Une analyse financière de la faisabilité du projet est faite ;
- Une notice d'impacts environnementaux est faite.

III.3.4. Etat des lieux du système actuel d'approvisionnement en eau

L'état des lieux du système d'alimentation en eau de Bodialedaga révèle que le village s'alimente principalement en eau à travers les forages et les PMH. Le village dispose de neuf forages, dont trois sont institutionnels, destinés à deux écoles primaires et un collège d'enseignement général (CEG). Parmi ces forages, huit sont fonctionnels, tandis qu'un est abandonné. Le forage du quartier Sakouana (Camp Peulh) est prévu pour l'installation d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS). Les sources d'approvisionnement en eau identifiées lors de l'enquête ménagère incluent des points d'eau potable équipés de pompes

à motricité humaine et des points d'eau non potable provenant des eaux de surface. En période de saison pluvieuse, 70 % des ménages utilisent les forages comme source d'eau potable, ce chiffre atteignant 96 % durant la saison sèche. Cette dépendance aux forages souligne l'importance cruciale de ces infrastructures pour garantir un accès constant à l'eau potable, surtout dans un contexte où les ressources en eau peuvent être limitées par les variations climatiques et les besoins croissants de la population. Le tableau 2 fait montre des différents ouvrages hydrauliques présents dans le village de Bodialedaga.

Tableau 2: Situation des ouvrages hydrauliques du village

QUARTIER	TYPE DE PMH	COORDO NNEE	FOCTIO NNEL	PAN NE	ABANDO NNE	OBSERVATIO N
SEME	INDIA	11.200230 / -3.974070	1			
ECOLE PRIMAIRE	INDIA	11.204050 / -3.9746780	1	0	0	
CEG	VOLONT A	11.198980 / -3.978950	1	0	0	
SAKOUANA	INDIA	11.194190 / -3.975450	1	0	0	
SEME	VERGNE T	11.193840 / -3.973420	0	0	1	Abandonne plus de 5 ans
SEME	INDIA	11.194740 / -3.973370	1	0	0	
SAKOUANA/ CAMP PEUL	INDIA	11.19033 / -3.97567	1	0	0	Forage du futur château
SAKOUANA	INDIA	11.193670/ -3.977720	1	0		
SAKOUANA/ECOLE PRIMAIRE	INDIA	11.195910 / -3.977050	1	0	0	

Le système actuel d'alimentation en eau potable de Bodialedaga permet d'avoir de l'eau potable en quantité suffisante à moindre coût et indépendamment des saisons climatiques. Ce système présente néanmoins certaines limites telles que la dépendance géographique, les problèmes de maintenance des pompes et autres équipements et la capacité limité des forages face à une population croissante.

IV. METHODOLOGIE

Il sera question dans ce chapitre de montrer les différentes méthodes utilisées pour la conception du système d'adduction en eau potable du village de Bodialedaga. Il s'agit essentiellement des méthodes de collectes de données, les matériels utilisés et les méthodes de conception et de dimensionnement du réseau.

IV.1. Recherche documentaire

La recherche documentaire est une étape indispensable dans la rédaction de tout document. Elle consiste à consulter et analyser tout document en lien avec le thème général de l'étude. Cette étape permet d'élargir les connaissances sur le thème général en s'appuyant sur des ouvrages généraux et des documents techniques tels que le rapport socioéconomique du village de Bodialedaga, le Plan National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP), les fiches techniques de forage. En plus de ces documents, nous avons procéder à la lecture de rapports techniques et de mémoires en rapport avec notre thème au sein de la bibliothèque de 2iE. Les informations de nature topographiques et sociologiques ont été collectées directement sur le terrain.

IV.2. Visite et travaux de terrain

L'inspection du terrain avait pour objectif principal de reconnaître le site d'étude. Cette reconnaissance a été effectuée par une équipe d'experts mobilisée par le bureau en charge des études, qui a rencontré les responsables locaux (conseiller, CVD et AUE) de chaque village concerné. Cela a permis de visiter la zone destinée au projet afin de déterminer l'étendue et les limites des travaux topographiques. Pendant cette période, les populations ont été invitées à se concerter pour proposer des emplacements pour les futures bornes fontaines. L'enquête socio-économique, réalisée à travers des enquêtes ménages et des entretiens collectifs avec la population (voir fiche d'enquête en annexe), a permis de recueillir des données essentielles pour évaluer les besoins en eau et mesurer l'adhésion des habitants au projet.

IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire

L'ensemble des données recueillies a été analysé et traité à l'aide de divers logiciels :

- **Google Earth et QGIS** pour les données topographiques et la création de cartes ;
- **Microsoft Office (Excel, Word, PowerPoint)** pour le traitement de texte et le dimensionnement ;
- **AUTOCAD 2019** pour le tracé des réseaux et l'établissement du carnet des nœuds;

- **EPANET** pour la simulation du réseau ;
- **Zotero** pour la gestion des références bibliographiques ;
- **KoBocollect** pour la collecte des données de l'enquête.

La compilation de toutes ces informations a conduit à la rédaction du présent mémoire.

IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses de calculs

IV.4.1. Planification

L'approche de planification adoptée est la planification stratégique, également connue sous le nom de planification par la demande. Cette méthode est particulièrement adaptée aux centres semi-urbains ou péri-urbains. L'objectif de la planification par la demande est d'assurer l'efficacité et la durabilité des investissements en impliquant activement les usagers dans le choix du système à mettre en œuvre. (ZOUNGRANA, 2008)

IV.4.2. Horizon du projet

Le projet d'Alimentation en Eau Potable (AEP) pour le village de Bodialedaga est envisagé par le promoteur pour l'horizon 2048, ce qui représente une période de planification de 24 ans.

Le projet sera structuré en plusieurs phases distinctes, chacune d'une durée de cinq ans, avec des jalons prévus pour 2025, 2030, 2035 et 2040, 2045 et 2048. Cette approche par étapes permettra d'assurer un développement progressif et maîtrisé des infrastructures nécessaires à l'approvisionnement en eau potable, tout en tenant compte des besoins croissants des populations locales. Chaque phase sera conçue pour évaluer et ajuster les besoins en fonction des retours d'expérience et des évolutions démographiques, garantissant ainsi la durabilité et l'efficacité du système sur le long terme.

IV.4.3. Analyse de la consommation spécifique

La consommation spécifique désigne la quantité d'eau nécessaire pour satisfaire les besoins quotidiens d'un usager, exprimée en litres par jour et par habitant. En ce qui concerne la consommation d'eau liée aux forages, les données issues de l'enquête ménagère indiquent une moyenne de 23 litres par personne et par jour. Cependant, cette consommation varie significativement selon les quartiers.

Dans le quartier Sakouana, les résidents de ce quartier affichent la consommation la plus élevée, avec un usage quotidien de 27 litres par personne. Ce chiffre pourrait être attribué à plusieurs facteurs, tels que la densité de population, les habitudes de consommation ou encore

l'accès à des infrastructures d'eau plus développées. Au niveau du quartier Sémé, la consommation est légèrement inférieure, se chiffrant à 22 litres par personne et par jour. Le quartier Koursama possède la consommation la plus basse, avec seulement 14 litres par personne et par jour. Cette situation est le résultat d'un accès limité à l'eau potable.

Dans le cadre de notre étude, la consommation spécifique retenue à l'horizon du projet sera celle recommandée par le PNAEP qui est de 20L/habitants/jour au niveau des branchements particuliers et de 15L/habitants/jour au niveau des bornes fontaines.

IV.4.4. Taux de desserte

Le projet vise à desservir 80 % de la population totale d'ici 2048. Ce taux de couverture est en adéquation avec les directives établies par le Plan National d'Alimentation en Eau Potable (PNAEP), qui prévoit qu'en 2030, 80 % de la population rurale doit avoir accès à l'eau potable via des bornes fontaines et des branchements privés, tandis que seulement 20 % devrait être alimenté par des points d'eau publics.

IV.4.5. Les coefficients de variation

Les consommations d'eau fluctuent en fonction des saisons, des jours de la semaine et des heures de la journée. La prise en compte de ces variations est importante lors du dimensionnement des infrastructures, car les variations impactent la quantité d'eau à mobiliser. En zone sahélienne, cette problématique est exacerbée par le tarissement cyclique des ressources alternatives, qui coïncide avec des températures élevées. Pour le dimensionnement, le coefficient de pointe journalière (Cpj) sera fixé à 1,1 et le coefficient de pointe saisonnière (Cps) sera de 1,2. Le coefficient de pointe horaire (Cph) varie en fonction de la taille de la population de la zone d'étude. Il a été retenu à l'aide du tableau suivant.

Tableau 3 : Rapport nombre d'habitants-coefficient de pointe horaire

Nombre d'habitants de la localité	<10000	10000 à 50000	50000 à 200000	>200000
Coefficient de pointe horaire	2,5 à 3	2 à 2,5	1,5 à 2	1,5

Le village de Bodialedaga qui comptera moins de 10 000 habitants à l'horizon du projet, nous avons opté pour un coefficient de pointe horaire de 2,5.

IV.4.6. Rendement du réseau

Le rendement des installations d'approvisionnement en eau dépend des pertes d'eau survenant lors du transport de la source vers les usagers. Dans un système où l'eau est traitée au

chlore, on distingue les pertes liées au refoulement et à la distribution, dont la valeur acceptable se situe entre 10 % et 20 %. Étant donné la taille et la nature de notre réseau, nous établirons un rendement des conduites de distribution sur deux phases : une phase de 10 ans à 95 % (2025-2035) et une phase de 13 ans à 90% (2035-2048). Le rendement du réseau de refoulement est de 99 %.

IV.4.7. Vitesse et pression

La vitesse dans les conduites doit se situer entre 0,30 m/s et 1,20 m/s. Pour garantir un prélèvement d'eau sans effort excessif et dans un délai raisonnable, il est essentiel d'assurer une pression minimale à tous les nœuds du réseau. Nous établirons une pression de service contractuelle de 05 mCE.

La pression nominale des conduites, qui représente la pression de service maximale admissible, se décline en plusieurs catégories : PN 6, PN 10 et PN 16. Pour le refoulement, nous choisirons des conduites de type PN 10 afin d'assurer une sécurité accrue et de prendre en compte l'éventuelle extension future du réseau. Concernant la distribution, nous opterons pour des conduites de type PN 10, qui offrent une meilleure résistance aux pressions et à la température, conformément aux normes constructives de l'ONEA

IV.4.8. Pertes de charges

Les pertes de charges représentent la chute de pression totale due aux divers frottements inévitables subis par l'eau en mouvement. On distingue les pertes de charges linéaires et les pertes de charges singulières. Les pertes de charges singulières seront estimées à 5 % des pertes de charges linéaires à cause de la taille et du faible nombre de nœuds dans le réseau. Elles sont déterminées ici par la formule de Manning-Strickler :

$$\Delta H = 1,05 \times \frac{10,294 \times Q^2}{Ks^2 \times D^{\frac{16}{3}}} \times L \quad (\text{Équation 1})$$

- ΔH : pertes de charges totales en m ;
- L : longueur du tronçon en m ;
- D : diamètre intérieur de la conduite en m ;
- Q : débit transporté par le tronçon en m^3/s ;
- Ks : coefficient de rugosité du PVC, selon Manning Strickler, $Ks = 120 [m^{1/3}/s]$.

IV.5. Estimation des besoins en eau

IV.5.1. Estimation de la population à l'horizon du projet

L'estimation des besoins en eau de la population du village de Bodialedaga passe nécessairement par l'évaluation de la population du village à l'horizon du projet. Cette estimation sera faite à partir des données démographiques du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2019.

L'estimation de la population à l'horizon du projet se fait à partir de la formule de MALTHUS

$$Pn = Po \times (1 + a)^n \quad (\text{Équation 1})$$

Avec :

- Pn : population à l'horizon du projet
- $P0$: population de l'année de référence
- a : taux d'accroissement de la population (**Taux d'accroissement= 3,59%** qui correspond à celui de la région des Hauts-Bassins)
- n : Différence entre l'année de référence et l'horizon du projet

IV.5.2. Evaluation des besoins

Les besoins en eau du village de Bodialedaga peuvent être subdivisés en besoins domestiques et en besoins non domestiques ou annexes.

➤ Besoins domestiques

L'estimation des besoins moyens journaliers à l'horizon du projet de détermine à partir de la formule suivante

$$Bmj = \frac{Pn \times Cs}{1000} \quad (\text{Equation 3})$$

Bmj : Besoins moyen journalier (m^3/j)

Pn : Population à l'horizon du projet (hbt)

Cs : Consommation spécifique ($L/j/hbt$)

➤ Besoins non domestiques

Les besoins non domestiques ou annexes sont l'ensemble des besoins en eau des lieux publics tels que les marchés, centres de santé et écoles. Dans notre cas, les besoins annexes seront considérés à 10% des besoins domestiques totaux.

$$Bannexes = Bmj \times 10\%$$

➤ Besoins globaux

Les besoins globaux constituent l'ensemble des besoins domestiques et annexes du village.
Elle est évaluée à partir de la formule suivante :

$$Bmg = Bmj + Bannexes$$

IV.6. Méthodes de dimensionnement

IV.6.1. Calcul des débits et diamètres

Les débits d'adduction et de distribution sont déterminés à partir des formules suivantes

$$Qadd = \frac{Bmg \times Cpj}{tp \times \eta r} \quad \text{et} \quad Qdist = \frac{Bmg \times Cph \times Cps \times Cpj}{td \times \eta r}$$

(Équations 4 et 5)

Qadd : Débit d'adduction (m³/j)

Qdist : Débit de distribution (l/s)

Cpj : Coefficient de pointe journalier

Cps : Coefficient de ponte saisonnière

Td : Temps de distribution (h)

Tp : Temps de refoulement (h)

ηr: Rendement du réseau

Les branchements particuliers seront directement raccordés aux conduites de distribution ce qui permettra d'assurer un service en route. Le calcul des diamètres des conduites passe alors par la détermination du débit équivalent.

➤ Débit spécifique

Etant donné que l'emplacement des futurs branchements particuliers ne sont pas connus, nous supposerons que les habitants sont répartis uniformément le long du réseau afin de déterminer le débit spécifique.

$$Q_{sp} = \frac{Q_{ph_BP}}{\sum Li} \quad (Equation 6)$$

Qsp : Débit spécifique (l/s ml)

Qph_BP : Débit de pointe horaire des branchements privés (L/s)

$\sum Li$: somme des longueurs des tronçons du réseau de distribution

➤ Débit de route

C'est le débit qui sera prélevé le long des conduites de distribution par les usagers.

$$Q_{rte} = Q_{sp} \times Li \quad (Equation 7)$$

Qrte : débit prélevé sur le tronçon (l/s)

Qsp : débit spécifique (l/s ml)

Li : Longueur du tronçon

➤ Débit équivalent

Le débit équivalent est un débit fictif donné par la formule suivante :

$$Q_{eq} = Q_{aval} + 0,55Q_{route} \quad (Equation 8)$$

➤ Diamètre des conduites de distribution

La détermination des diamètres des différentes conduites de distribution se fait à partir de la formule ci-après :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{eq}}{\pi \times V}} \quad (Equation 9)$$

Dint : diamètre intérieur théorique de la conduite en m ;

Qéq : débit passant par la conduite (m³/s)

V : vitesse de l'eau dans la conduite en m/s (dans notre cas, nous fixerons la vitesse à 1m/s)

➤ Cote de radier

Pour calculer les pressions, la ligne de charge est déterminée en remontant de l'aval vers l'amont. Ce processus consiste à établir la cote piézométrique minimale requise en tête de réseau afin d'assurer des débits et des pressions adéquates à chaque nœud. La perte de charge sera évaluée tronçon par tronçon, puis les pertes cumulées seront calculées depuis chaque nœud jusqu'à la tête de réseau en appliquant la loi de perte de charge choisie ainsi que le coefficient

de perte de charge adéquat. Dans notre cas, nous utiliserons la formule de Manning-Strickler
afin d'évaluer les pertes de charges à chaque tronçon.

$$\Delta H = 1,05 \times \frac{10,294 \times Q^2}{Ks^2 \times D^4} \times L \quad (Equation \ 10)$$

- ΔH : pertes de charges totales en m ;
- L : longueur du tronçon en m ;
- D : diamètre intérieur de la conduite en m ;
- Q : débit transporté par le tronçon en m^3/s ;
- Ks : coefficient de rugosité du PVC, selon Manning Strickler, $Ks = 120 [m^{1/3}/s]$.

IV.6.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

La conduite de refoulement est la conduite qui permet de transporter l'eau du forage vers le château d'eau. Le diamètre de la conduite de refoulement se détermine à partir des différentes formules empiriques suivantes :

Bresse : $Dth = 1,5 \times \sqrt{Qexp}$;

Bresse modifié : $Dth = 0,8 \times \sqrt[3]{Qexp}$;

Meunier : $Dth = (1 + 0,02n) \times \sqrt{Qexp}$;

Bonnin : $Dth = \sqrt{Qexp}$;

Bedjaoui : $Dth = 1,27 \times \sqrt{Qexp}$

Avec :

Dth : Diamètre intérieur théorique (m) ;

$Qexp$: débit d'exploitation (m^3/s)

n : le nombre d'heures de pompage par jour

On déterminera pour chacune de ses formules la vitesse d'écoulement dans les conduites

$$V \left(\frac{m}{s} \right) = \sqrt{\frac{4 \times Qexp}{\pi \times Dth^2}}$$

Le diamètre retenu sera pour des raisons économiques, le plus petit diamètre remplissant les conditions de vitesses de Flamant.

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

IV.6.3. Etude de coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène qui se produit lors d'une variation brusque de la vitesse d'un liquide dans une conduite. Elle est généralement causée par la fermeture rapide d'une vanne ou l'arrêt brutale d'une pompe alimentant une conduite de refoulement. Cette action crée une onde de surpression qui peut créer des dommages importants aux canalisations allant jusqu'à leur rupture. C'est un phénomène inexorable, il est donc important d'en tenir compte dans le choix des équipements hydrauliques. L'évaluation de son ampleur se fait à partir de la formule Joukovski-Allievi.

$$\Delta P = C \times \frac{U_o}{g}; C = \frac{9900}{\sqrt{(48,3 + k \times \frac{D}{e})}} \quad (\text{Equation 11})$$

ΔP : variation de pression (m) ;

C : célérité de l'onde de choc en (m/s) ;

U_o : Vitesse moyenne de l'écoulement en (m/s) ;

g : pesanteur=9,81 m/s ;

k : module de Young ;

D : Diamètre intérieur de la conduite (m) ;

e : épaisseur de la conduite (m).

La protection anti bélier devient nécessaire lorsque la somme de la pression du régime permanent (P) et la variation de pression (ΔP) est supérieur à la pression maximale admissible (PMA)

$$P + \Delta P \geq PMA \quad (\text{Equation 12})$$

Dans la pratique, un dispositif anti bélier est prévu dès que $P + \Delta P \geq 1,2 \times PFA$

PFA : Pression de fonctionnement admissible ($PFA = PN$ pour une conduite neuve) ;

PN : Pression nominale ;

PMA : Pression maximale admissible.

V. ETUDE TECHNIQUE

Cette partie du document présente les résultats du dimensionnement des conduites, du réservoir, de la pompe et des installations électriques.

V.1. Evaluation de la ressource en eau

La ressource en eau disponible dans le cas présent est le forage du quartier Sakouana/Camp Peulh. Ce forage a été réalisé en Octobre 2023 et a un débit de **10 m³/h**.

SITE DE FORAGE

- Cote TN =348m
- Coordonnées (UTM) X=393423,94 ; Y=1236971,56
- Côte Niveau Statique= 316,32m
- Côte niveau Dynamique =298,54m
- Débit d'exploitation= 10(m³/h)

V.2. Etudes hydrauliques

V.2.1. Evaluation de la consommation à l'horizon 2048

L'évaluation de la croissance démographique du village de Bodialedaga a été faite à partir du taux d'accroissement de 3,59% qui correspond à celui de la province du Houet (RGPH de 2019). L'évolution de la population jusqu'à l'horizon du projet est donnée dans le tableau 4.

Tableau 4: Evolution de la population du village de Bodialedaga

Année		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2048
Population	habitant	2407	2974	3548	4232	5048	6022	6694
Taux de desserte	%	32.7	56.4	80	80	80	80	80
Pourcentage de pop desservie par BP	%	9.8	28.2	56	56	56	56	56
Pourcentage de pop desservie par BF	%	22.9	28.2	24	24	24	24	24
Population desservie par le système	%		1677	2838	3386	4039	4818	5355

En appliquant le taux de desserte, il y aura 5355 habitants à desservir à Bodialedaga à l'horizon du projet.

V.2.2. Evolution des besoins et demandes en eau

Le tableau 5 présente l'évolution des besoins en eau du village de 2019 à 2048. Cette estimation a été faite sur la base des paramètres énoncés dans les hypothèses de calcul.

Tableau 5: Estimation et évolution de la demande en eau

DESIGNATION	UNITE	VALEURS						
Année		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2048
Population	habitant	2407	2974	3548	4232	5048	6022	6694
Taux de desserte	%	32.7	56.4	80	80	80	80	80
Pourcentage de pop desservie par BP	%	9.8	28.2	56	56	56	56	56
Pourcentage de pop desservie par BF	%	22.9	28.2	24	24	24	24	24
Population desservie par le système	%		1677	2838	3386	4039	4818	5355
Population desservie par BP	%		473	1589	1896	2262	2698	3749
Population desservie par BF			473	681	813	969	1156	1607
Nombre de BF recommandées par le PN AEP			1	1	2	2	2	3
Consommation spécifique au BF	l/hbt/jr	15						
Besoins moyens journaliers aux BF Bmj1	m ³ /j		7.10	10.22	12.19	14.54	17.34	24.10
Nombre de personnes par BP	hbt		5	5	5	5	5	5
Nombre de BP à installer	U		95	318	379	452	540	750
Consommation spécifique au BP	l/hbt/jr	20						
Besoins moyens journaliers aux BP Bmj2	m ³ /j		9.46	31.79	37.92	45.23	53.96	74.97
Besoins journaliers domestiques totaux	m ³ /j		16.56	42.01	50.11	59.77	71.30	99.07
Besoins annexes	m ³ /j		1.66	4.20	5.01	5.98	7.13	9.91
Besoins journaliers totaux	m ³ /j		18.21	46.21	55.12	65.75	78.43	108.98
Rendement du réseau	%	95				90		
Pertes du réseau	m ³ /j		0.91	2.31	2.76	6.57	7.84	10.90
Besoins journaliers moyen	m ³ /j		19.12	48.52	57.88	72.32	86.27	119.88
Coef de pointe journalier Cpj								1.1
Coef de pointe saisonnier								1.2
Demande en jour de pointe	m ³ /j		25.24	64.04	76.40	95.47	113.88	158.24

La demande en eau au jour de pointe est de **158.24 m³/j** à l'horizon du projet.

V.2.3. Calcul des débits d'adduction et de refoulement

Les résultats des calculs concernant les débits d'adduction et le débit de pointe en tête du réseau de distribution sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6: Calcul des débits d'adduction et de distribution

DESIGNATION	UNITE	VALEURS						
Année		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2048
Population	habitan t	2407	2974	3548	4232	5048	6022	6694
Débit de pompage	m ³ /h		10	10	10	10	10	10
Temps théorique de pompage	h		2.52	6.40	7.64	9.55	11.39	15.82
Temps de distribution des BF	h				12			
Nombre de BF réelles installées	U		7	7	7	7	7	7
Débit réel de chaque BF	l/s		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Débit réel de pointe horaire BF	l/s		6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Temps de distribution des BP	h		14	14	14	14	14	14
Débit moyen horaire des BP	m ³ /h		1.03	3.47	4.14	5.21	6.22	8.64
Cph					2.50			
Débit de pointe horaire des BP	m ³ /h		2.58	8.68	10.35	13.03	15.54	21.60
Débit de pointe horaire des BP	l/s		0.72	2.41	2.87	3.62	4.32	6.00
Débit de pointe horaire du réseau de distribution	l/s		7.02	8.71	9.17	9.92	10.62	12.30

Le débit de pointe horaire du réseau de distribution est de **12.30 L/s.**

V.2.4. Dimensionnement du réseau distribution

Le réseau de distribution sera conçu pour répondre à la situation la plus exigeante, c'est-à-dire qu'il devra être en mesure de supporter, en régime permanent (avec tous les robinets des BF et BP ouverts en même temps), les besoins durant l'heure de pointe du jour le plus chargé. (Annexe 3)

V.2.4.1. Tracé du réseau

Il existe deux types de réseau de distribution : le réseau ramifié et le réseau maillé. Les réseaux ramifiés sont souvent privilégiés pour les zones rurales où la dispersion des habitations justifie leur simplicité. En revanche, les réseaux maillés sont plus adaptés aux zones urbaines où la continuité du service est essentielle. Le village de Bodialedaga étant dans un contexte rural nous opterons pour un réseau ramifié.

Le mode de distribution choisi est de type gravitaire, ce qui signifie que le réservoir sera situé à un emplacement élevé par rapport au réseau afin de garantir une pression de service minimale au point le plus défavorable, c'est-à-dire le point le plus élevé ou le plus éloigné. La figure 3 présente l'ensemble du réseau de distribution.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

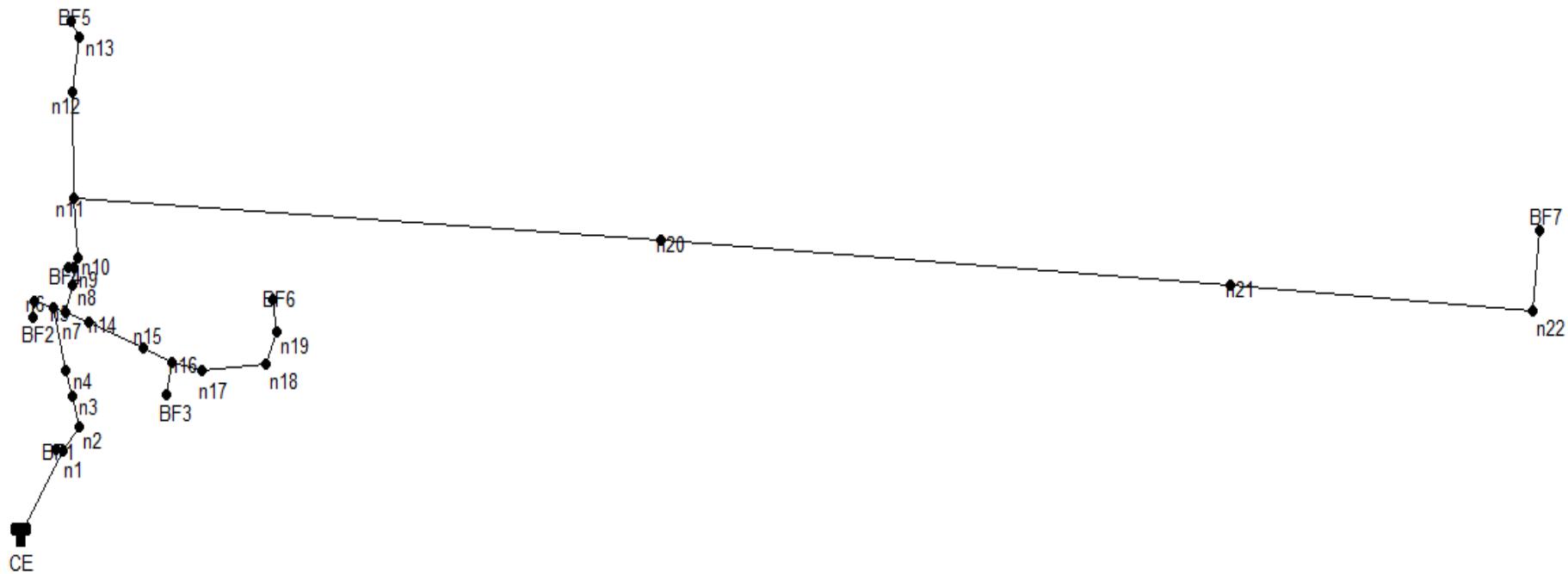


Figure 3: Réseau de distribution

V.2.4.2. Points de desserte

Les points de desserte dans un AEPS sont généralement constitués uniquement de bornes fontaines. Dans le cadre du projet il est prévu des branchements particuliers. Chaque branchement particulier desservira personnes (Rapport socioéconomique de Bodialedaga).

Les bornes fontaines sélectionnées sont de type ONEA (voir Annexe 11). Elles sont équipées de trois robinets de puisage et sont installées sous un abri en tôle sur une surface dallée. Une goulotte est prévue pour recueillir les eaux de ruissellement et les diriger vers un puisard. Les lieux choisis pour l'implantation des bornes fontaines ont été déterminé en accord avec la population locale.

V.2.4.3. Calcul des débits dans les conduites

Les conduites remplissent à la fois les fonctions de transport et de distribution. Le tableau 7 présente les résultats du calcul des débits en route et ceux dans chaque tronçon.

Tableau 7: Détermination des débits dans les conduites de distribution

Tronçons	Longueur (m)	Qspécifique	Qroute	Qaval	Qponctuel	Qfictif
CE-n1	272.51	0.00197	0.000	12.30		12.300
n1-BF1	20.18		0.040	0.9	0.9	0.922
n1-n2	329.1		0.651	10.71		11.067
n2-n3	88.88		0.176	10.53		10.630
n3-n4	74.78		0.148	10.38		10.466
n4-n5	178.6		0.353	10.03		10.226
n5-n6	66.87		0.132	1.52		1.597
n6-BF2	315.6		0.624	0.9	0.9	1.243
n5-n7	44.4		0.088	8.29		8.335
n7-n8	79.95		0.158	4.08		4.167
n8-n9	51.32		0.102	3.98		4.034
n9-BF4	17.62		0.035	0.9	0.9	0.919
n9-n10	29.81		0.059	2.98		3.017
n10-n11	166.5		0.329	2.66		2.836
n11-n12	293.8		0.000	1.31		1.313
n12-n13	156.4		0.309	1.00		1.173
n13-BF5	52.08		0.103	0.9	0.9	0.957
n11-n20	1937		0.000	1.34		1.343
n20-n21	1881		0.000	1.34		1.343
n21-n22	996.4		0.000	1.34		1.343
n22-BF7	223.72		0.443	0.9	0.9	1.143

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

n7-n14	75.94	0.150	3.90		3.981
n14-n15	367.3	0.727	3.17		3.571
n15-n16	103.5	0.205	2.97		3.080
n16-BF3	89.27	0.177	0.9	0.9	0.997
n16-n17	101.8	0.201	1.69		1.800
n17-n18	209.9	0.415	1.27		1.502
n18-n19	99.42	0.197	1.08		1.185
n19-BF6	89.33	0.177	0.9	0.9	0.997

V.2.4.4. Calcul des diamètres de conduites

Les conduites de distribution seront en PVC PN10. Les diamètres, les vitesses et les pertes de charge des différentes conduites de distribution sont renseignés dans le tableau 8.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Tableau 8: Résultat du dimensionnement du réseau de distribution

Tronçons	Longueur (m)	Qfictif	Dth (mm)	DN(mm)	Dint (mm)	Vréel écoulement (m/s)	jcumulé (m)	Ztn aval (m)	Pmin (m)	Zimposé (m)
CE-n1	272.51	12.300	125.14	160	144.6	0.749	0.970	315	5	320.970
n1-BF1	20.18	0.922	34.26	63	57	0.361	1.025	315	5	321.025
n1-n2	329.1	11.067	118.70	160	144.6	0.674	1.988	316	5	322.988
n2-n3	88.88	10.630	116.34	160	144.6	0.647	2.229	314	5	321.229
n3-n4	74.78	10.466	115.44	160	144.6	0.637	2.426	313	5	320.426
n4-n5	178.6	10.226	114.11	160	144.6	0.623	2.878	312	5	319.878
n5-n6	66.87	1.597	45.10	63	57	0.626	3.383	312	5	320.383
n6-BF2	315.6	1.243	39.79	63	57	0.487	4.884	313	5	322.884
n5-n7	44.4	8.335	103.02	125	113	0.508	5.140	312	5	322.140
n7-n8	79.95	4.167	72.84	90	81.4	0.801	5.769	311	5	321.769
n8-n9	51.32	4.034	71.67	90	81.4	0.775	6.150	309	5	320.150
n9-BF4	17.62	0.919	34.21	63	57	0.360	6.198	309	5	320.198
n9-n10	29.81	3.017	61.98	90	81.4	0.580	6.327	308	5	319.327
n10-n11	166.5	2.836	60.09	90	81.4	0.545	6.970	304	5	315.970
n11-n12	293.8	1.313	40.88	63	57	0.514	8.514	302	5	315.514
n12-n13	156.4	1.173	38.65	63	57	0.460	9.182	306	5	320.182
n13-BF5	52.08	0.957	34.90	63	57	0.375	9.335	306	5	320.335
n11-n20	1937	1.343	41.35	90	81.4	0.258	11.207	329	5	345.207
n20-n21	1881	1.343	41.35	90	81.4	0.258	13.025	327	5	345.025
n21-n22	996.4	1.343	41.35	90	81.4	0.258	13.988	319	5	337.988
n22-BF7	223.72	1.143	38.16	63	57	0.448	14.899	316	5	335.899
n7-n14	75.94	3.981	71.20	90	81.4	0.765	15.449	311	5	331.449
n14-n15	367.3	3.571	67.43	90	81.4	0.686	17.622	310	5	332.622
n15-n16	103.5	3.080	62.62	90	81.4	0.592	18.087	312	5	335.087
n16-BF3	89.27	0.997	35.63	63	57	0.391	18.369	312	5	335.369

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

n16-n17	101.8	1.800	47.87	63	57	0.705	19.329	311	5	335.329
n17-n18	209.9	1.502	43.73	63	57	0.589	20.746	313	5	338.746
n18-n19	99.42	1.185	38.84	63	57	0.464	21.178	314	5	340.178
n19-BF6	89.33	0.997	35.63	63	57	0.391	21.461	312	5	338.461

En somme le réseau de distribution est composé de :

- 1736m de conduite type PVC PN10 DN63
- 5689m de conduite type PVC PN10 DN90
- 45m de conduite type PVC PN10 DN125
- 766m de conduite type PVC PN10 DN160
- Côte minimale exploitable du réservoir : 345,207m

V.2.4.5. Résultat de simulation EPANET

Le logiciel EPANET a été employé pour vérifier le débit dans chaque conduite ainsi que la pression à chaque nœud. La simulation fournit d'excellents résultats, car l'ensemble des conduites et des points de distribution présentent des débits et des pressions satisfaisants, conformément à la légende et aux codes couleurs du logiciel relatifs à la mesure du débit et de la pression. De plus, nous avons comparé les résultats obtenus avec les calculs réalisés sur Excel et ceux sur EPANET. Pour les vitesses et les pressions, nous avons un coefficient de détermination linéaire proche de 1, ce qui atteste de la fiabilité du logiciel pour simuler ces deux paramètres. EPANET indique des pressions sensiblement inférieures à celles calculées sur Excel. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les formules utilisées pour les pertes de charge dans les deux cas sont différentes (Manning STRICKLER pour Excel et Darcy pour EPANET). (Annexe 5)

V.3. Réservoir de stockage

Le réservoir a pour fonction de stocker, c'est-à-dire d'accumuler de l'eau à un emplacement donné, et de servir de tampon pour réguler la relation entre la production et la demande en eau dans le réseau. Il est conçu pour compenser les variations quotidiennes de la consommation.

V.3.1. Capacité du réservoir et détermination de la cote du radier

Il existe différentes méthodes pour déterminer la capacité du réservoir. La méthode utilisée dans notre cas est fonction de la consommation moyenne journalière et de la taille de la population. Dans la pratique, le volume du château d'eau est pris comme suit :

- 30% de la consommation moyenne journalière si la population est inférieure ou égale à 5000 habitants ($P \leq 5000$ habitants)
- 25% de la consommation moyenne journalière si la population est comprise entre 5000 et 10 000 habitants ($5000 < P \leq 10 000$)
- 20% de la consommation moyenne journalière si la population est supérieure à 10 000 habitants ($P > 10 000$ habitants)

Dans notre cas la population qui est alimenté par l'AEPS à l'horizon du projet est de 6694 habitants. Cela correspond au cas de 30% de la consommation moyenne journalière qui est de 158,24 m³/j.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

$$Cu = 158,24 \times \frac{1}{3} = 57.75m^3$$

Nous choisirons un réservoir d'une capacité de **60m³**.

V.3.2. Caractéristiques du réservoir

Le réservoir que nous proposons est de type métallique et présente une forme cylindro-conique.

Ce choix a été motivé par les critères suivants :

- Le coût d'investissement est moindre par rapport au réservoir en béton ;
- Entretien facile ;
- Résistant aux intempéries climatiques ;
- Facilité d'accès car produit au Burkina Faso.

Les caractéristiques du réservoir sont données dans le tableau suivant :

Tableau 9: Caractéristiques du réservoir métallique

Désignation	Valeurs
Diamètre (m)	4,68
Hauteur de la cuve (m)	3,5
Capacité (m ³)	60
Cote du TN (m)	320,44
Cote coupole inférieure réservoir (m)	346

V.4. Traitement de l'eau

L'eau produite et distribuée issue du forage présente une bonne qualité physico-chimique et bactériologique, ne nécessitant pas de traitement particulier. Une désinfection au chlore sera systématiquement réalisée pour garantir la qualité de l'eau. Cette méthode est essentielle pour éliminer les agents pathogènes potentiels et assurer un approvisionnement en eau potable sûr et conforme aux normes sanitaires.

Ainsi, des pastilles de chlore, sélectionnées pour leur disponibilité sur le marché en formats de 200 et 500 g et leur facilité d'utilisation, seront introduites dans la cuve du château d'eau à l'aide d'un diffuseur lent. Ce diffuseur libère du chlore résiduel dans l'eau contenue dans la cuve, et cette

rémanence se maintient jusqu'à la canalisation, garantissant ainsi une protection qualitative de l'eau jusqu'à sa distribution aux usagers. En général, les pastilles de chlore utilisées pour la désinfection de l'eau, comme le **chlorure de calcium** ou l'**hypochlorite de calcium**, ont une pureté qui peut se situer entre **60%** et **70%** de chlore actif. La concentration de chlore résiduel sera comprise entre 0,5 et 1,5 mg/L. Cette norme est adoptée par l'ONEA pour les centres ruraux d'AEPS utilisant des eaux de forage. De plus, cette valeur respecte les recommandations de l'OMS, qui préconise une concentration de chlore de 0,5 à 5 mg/L dans tout le réseau. Étant donné la taille de notre réservoir (40m³), des galets de 100 g seront utilisés.

En prenant un pourcentage de pureté de 70% on a :

$$\text{Concentration} = \frac{100}{60} \times 0.7 = 1.166 \text{ mg/L}$$

Cette valeur de concentration concorde avec la norme de 0,5 à 5mg/l.

➤ **Vérification du temps de contact**

Le chlore nécessite un temps de contact minimal de 2 heures pour assurer l'efficacité de son action. Cette durée de contact est déterminée et confirmée comme étant supérieure au temps de contact minimum, comme indiqué ci-dessous :

$$Tc = \frac{Cu}{Qdist}$$

Avec :

- *Cu* : Capacité utile du réservoir (m³)
- *Qdist* : débit de pointe de distribution

$$Tc = \frac{60}{21.6} = 2,78 \text{ heures} = 2h46min$$

La condition du temps de contact du chlore avec l'eau est vérifiée.

➤ **Vérification du temps de séjour**

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Pour une désinfection efficace au chlore, la durée maximale de séjour dans le réservoir est de 48 heures, équivalant à 2 jours.

$$T_s = \frac{C_u}{Q_{moy}} = \frac{60}{8.64} = 6,94 \text{ heures} = 6h56min$$

Avec Q_{moy} : le débit moyen horaire

Le temps de séjour dans le réservoir est inférieur à la durée maximale qui est de 48h.

V.5. Etude du réseau d'adduction

V.5.1. Détermination de la conduite de refoulement

Les diamètres des conduites de refoulement sont déterminés par les formules empiriques mentionnées ci-dessus. Les diamètres retenus seront celles qui remplissent à la condition de vitesse de Flamant. Le résultat des différents calculs sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Dimensionnement de la conduite de refoulement

Auteurs	Expressions	Diamètre théorique (mm)	Diamètre int retenu (mm)	Vitesse (m/s)	Condition de vitesse de flamant $V \leq 0,6 + D(m)$	Verification
Bresse	$D_{th}=1,5*Q^{0,5}$	79.057	93.8	0.402	0.694	OK
Bresse Modifiée	$D_{th}=0,8*Q^{(1/3)}$	112.458	119.4	0.248	0.719	OK
Meunier	$D_{th}=(1+0,02n)*Q^{0,5}$	69.570	76.6	0.603	0.677	OK
Achour et Bedjaoui	$D_{th}=1,27*Q^{0,5}$	66.935	76.6	0.603	0.677	OK
Bonnin	$D_{th}=Q^{0,5}$	52.705	64.8	0.842	0.665	NON

La conduite de refoulement retenue est de type PEHD PN10 DN110.

V.5.2. Calcul de HMT et choix de la pompe

Les principaux paramètres pris en compte pour le choix de la pompe sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT) et le débit d'exploitation du forage. La HMT dépend de la hauteur géométrique (Hg) et des pertes de charge totales dans la conduite ($\sum \Delta H$), et se calcule selon la formule suivante : $HMT = Hg + \sum \Delta H$, où Hg représente la cote de déversement du réservoir moins la cote du niveau dynamique du forage. Les pertes de charge seront déterminées à l'aide de la

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

formule de Manning-Strickler, tandis que les pertes de charge singulières sont estimées à 5 % des pertes de charge linéaires. Le tableau 11 présente le résultat du calcul de la HMT.

Tableau 11: Calcul de la HMT

Débit de pompage (m ³ /h)	10
Temps de pompage (h)	16
Longueur conduite de refoulement (m)	232.52
K _s	120
Diamètre int de la conduite de refoulement (mm)	93.8
$\sum P_{dc}$ (m)	0.408
Cote radier réservoir (m)	345.207
Cote surverse réservoir (m)	348.547
Cote ND (m)	298.540
H _{géo} (m)	50.007
HMT (m)	50.415

En tenant compte de cette HMT et d'un débit d'exploitation de 10 m³/h, nous avons sélectionné le modèle de pompe immergée centrifuge monobloc SP 11-11 dans le catalogue du fabricant GRUNDFOS (« Dimensionnement et sélection des produits GRUNDFOS », 2021). Sa courbe caractéristique nous a permis de déterminer le point de fonctionnement de la pompe.

Le tableau ci-dessous fournit les valeurs nécessaires à la détermination du point de fonctionnement du système de pompage.

Tableau 12: Détermination du point de fonctionnement de la pompe

Q (m ³ /h)	0	2	4	6	8	10	12
H (m)	66	64	62	60	57.5	52	45.5
ΔH	0.000000	0.016327	0.065309	0.146945	0.261235	0.408179	0.587778
H réseau (m)	50.006910	50.023237	50.072219	50.153854	50.268145	50.415089	50.594688
Rendement (%)	0	28	45.5	58	65	70	72

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Les résultats du tableau 12 ont permis de tracer la courbe caractéristique de la pompe et de déterminer son point de fonctionnement.

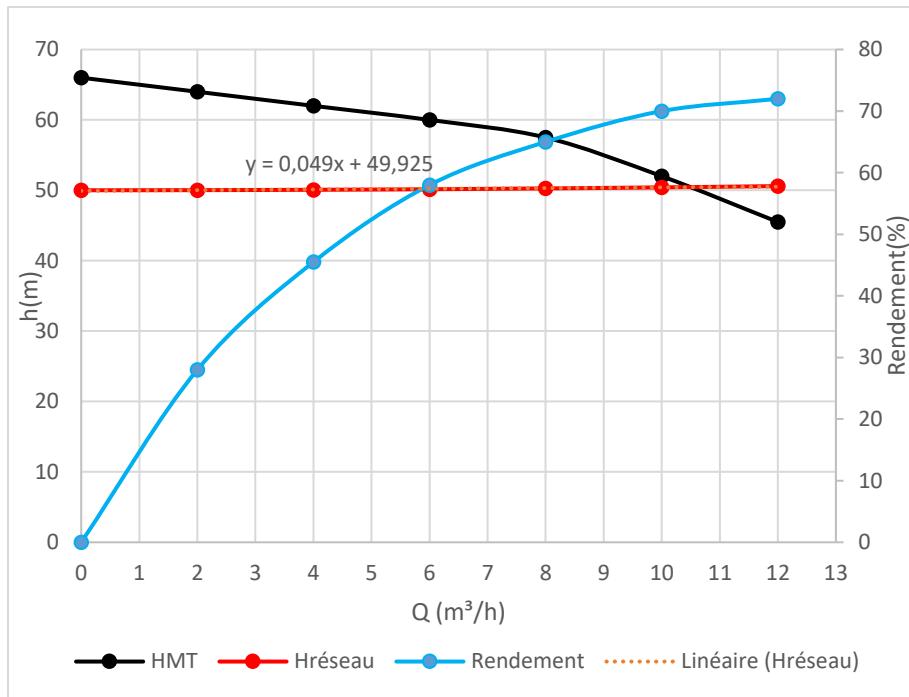


Figure 4: Courbes de points de fonctionnement de la pompe

Les coordonnées (Q_f ; H_f) du point de fonctionnement de la pompe sont (10,33m³/h ; 50,44m)

V.5.3. Etude de coup de bélier

Les propriétés physiques de la conduite de refoulement, qui sont prises en compte pour déterminer la surpression ou la dépression générée, sont récapitulées dans le tableau 13

Tableau 13: Calcul des dépressions/surpressions dans la conduite de refoulement

Module de Young k pour PVC	Diamètre intérieur (m)	Diamètre extérieur (m)	Epaisseur (m)	V (m/s)	g (m/s ²)
33	0.0938	0.11	0.0081	0.402	9.81
C (m/s)	ΔP (m)	HMT (m)	Pmax (m)	PN (m)	PMA (m)
477.171	19.553	50.41	72.090	100	150
			Pmin (m)	Patm (m)	
			32.982	10.33	

Il en ressort que la pression maximale atteinte durant la phase transitoire (7,06 bars) est inférieure à la pression nominale de la canalisation, qui est de 10 bars. De plus, la pression minimale est supérieure à 0. Par conséquent, cette conduite ne nécessite pas de protection particulière contre le coup de bélier. Nous maintenons le PN10 pour renforcer la sécurité de la production et garantir une vitesse d'écoulement d'au moins 0,30 m/s. La présence d'une ventouse au niveau de la tête de forage est amplement suffisante pour atténuer les variations de pression.

➤ **La pose des conduites**

Dans la mise en place des conduites, des dispositions doivent être prises. Il faut déterminer la profondeur (ou hauteur) et la largeur des fouilles. On a :

$$H \geq 0,8m + DN \text{ (m)} \text{ et } L \geq 0,4m + DN \text{ (m)}$$

➤ **Ouvrages annexes**

Afin de réguler le flux d'eau dans les canalisations et de garantir un approvisionnement adéquat des consommateurs en termes de pression et de débit, il est nécessaire d'utiliser des équipements hydrauliques. Par conséquent, pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau, plusieurs dispositifs de robinetterie seront installés. Ces dispositifs comprennent principalement :

- Robinets vannes : Ils permettent d'isoler certains segments du réseau, notamment lors des opérations de maintenance. Ces robinets vannes seront fabriqués en fonte et auront un diamètre correspondant à celui de la conduite sur laquelle ils seront installés. Tous les robinets vannes enterrés seront accessibles par des bouches à clé.
- Vidanges : Situées aux points les plus bas, elles servent à purger ou nettoyer le réseau ou une partie de celui-ci en cas de besoin (comme l'introduction potentielle de dépôts solides lors de l'entretien ou d'éléments polluants dans le réseau).
- Ventouses : Installées aux points élevés, elles permettent d'évacuer l'air accumulé dans les canalisations. Elles seront intégrées dans des regards en maçonnerie ou en béton armé.

- Clapets anti-retours : Ces dispositifs empêchent le retour de l'eau dans une direction non souhaitée. Par exemple, l'eau du réservoir ne doit pas revenir vers le forage afin d'éviter tout risque de pollution.

De plus, il existe d'autres ouvrages annexes sur le réseau :

- Tête de forage : Il s'agit d'une enceinte construite autour du forage pour le protéger. Elle abrite divers appareils (ventouse, piège à sable, tube pour suivi de niveau, compteur, pressostat, clapet de retenue, robinet-vanne d'isolement et manomètre) et permet la protection des équipements constitutifs de la tête de forage (voir Annexe 10), ainsi que la mesure de la pression et le contrôle de la qualité de l'eau du forage. Cette structure est réalisée en agglos pleins de 20 cm d'environ 1 à 1,20 m de hauteur, montée sur un radier en béton armé et dotée d'une couverture en tôle pleine.
- Puisards : Ces ouvrages assurent l'assainissement des bornes fontaines (BF). Ce sont des fosses stabilisées par des agglos pleins en partie supérieures pour accueillir une dalle de couverture. Elles sont raccordées par une conduite PVC enterrée à la plateforme des BF et drainent les eaux perdues collectées par les rigoles bordant le site. Remplies de moellons, elles garantissent le prétraitement des eaux perdues.
- Ouvrages du génie civil : Cela inclut tous les bâtiments liés à l'exploitation, tels que le bureau, le local technique et les latrines-douches situés sur le site du forage ; les abris des BF (y compris la tour et le hangar) ; ainsi que les supports pour les modules photovoltaïques (PV).

V.6. Dimensionnement des installations électriques

Le réseau SONABEL n'étant pas encore présent dans le village de Bodialedaga, nous avons opté pour des générateurs thermiques et solaires. Le schéma de fonctionnement prévu est le suivant :

- **En journée**, lorsque l'ensoleillement et l'éclairement sont suffisants, les électropompes et autres charges électriques de la station seront alimentées par le générateur photovoltaïque. Au Burkina Faso, on estime que la durée d'ensoleillement et d'éclairement est d'environ 6

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

heures 30 minutes à 7 heures par jour, même pendant la période la plus défavorable en août.

- **Lors des périodes peu ou pas ensoleillées**, le générateur thermique (groupe électrogène) prendra le relais.

Au total, on prévoit une durée indicative de fonctionnement de 12 heures par jour, répartie entre 7 heures de pompage solaire et 5 heures avec le groupe électrogène. Cela permettra de disposer d'eau dans le réservoir chaque soir pour une utilisation très tôt le matin, avant le démarrage du système solaire. Ainsi, le système de pompage sera équipé d'un générateur hybride combinant énergie solaire et thermique.

V.6.1. Dimensionnement du groupe électrogène

La puissance apparente du groupe électrogène est déterminée à partir de la formule suivante :

$$P_{app} = \max \left(\frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pomp} \times \eta_{mot} \times \cos\phi}, \frac{2\sqrt{3} \times U \times In \times \cos\phi}{1000} \right)$$

L'ensemble des résultats de calcul de puissance est renseigné dans le tableau 14.

Tableau 14: Dimensionnement du groupe électrogène

In (A)	η_{mot}	$\cos\phi$	η_{pomp}	Q (m ³ /h)	HMT (m)	U (V)	P _{app} (kVA)
5.5	0.749	0.68	0.7	10	50,41	400	8.03152102

Nous retiendrons un groupe électrogène de **8.03kVA**.

V.6.2. Dimensionnement du système photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques seront installés à une hauteur de 2,5 mètres au-dessus du sol et orientés avec un angle d'inclinaison optimal pour maximiser leur exposition aux rayons du soleil. Afin de dimensionner les panneaux requis pour le fonctionnement de la pompe, il sera nécessaire de calculer le besoin énergétique quotidien (Ej) de celle-ci ainsi que la puissance crête (Pc) du système photovoltaïque.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

$$Ej = \frac{\rho \times g \times Qj \times HMT}{3600 \times \eta pm \times \eta ond}$$

$$Pc = \frac{Ej}{Kp \times Ei}$$

Ej : besoin énergétique (Kw) ;

Qj : débit pompé durant le temps d'ensoleillement de 6 h 30 min

ηpm : rendement pompe + moteur

ηond : rendement onduleur (90%),

Pc : puissance crête (Kwc) ;

Ei : ensoleillement journalier, il varie de 4.5 à 6 KWh/m²/j ; Pour le dimensionnement, il sera retenu une valeur de 6 KWh/m²/j.

kp : rendement du générateur photovoltaïque égal à 80%, (SORO, 2020)

Le tableau 15 présente les résultats des calculs de puissance de champs PV.

Tableau 15: Dimensionnement du système photovoltaïque

Q (m ³ /h)	HMT (m)	Qj (m ³ /j)	Besoins énergétiques (kW)	kp	Ei (kWh/m ² /j)	Pc (kWc)
10	50,41	65	17.750	0.8	6	3.698

En choisissant des panneaux monocristallins, réputés pour leur grande résistance, avec une puissance de 250 Wc, nous obtenons :

$$Nmodules = \frac{Pc (Wc)}{250 (Wc)}$$

$$N = \frac{3.698 \times 1000}{250} = 14.79$$

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

La disposition des modules en série ou en parallèle dépend principalement de la tension et de la configuration du système. Voici les considérations :

- **Modules en série** : Lorsque des modules sont connectés en série, leur tension s'ajoute, mais le courant reste constant.
- **Modules en parallèle** : Lorsque des modules sont connectés en parallèle, leur courant s'ajoute, mais la tension reste constante.

Nous avons opté pour une disposition en **série**, avec un nombre de 16 modules photovoltaïques de 250Wc chacun répartis de manière à obtenir la tension adéquate. Les modules seront orientés vers le Sud avec une inclinaison de 35°.

➤ Calcul du taux de surestimation

$$\text{Taux de surestimation} = \frac{\text{Puissance réellement installée} - \text{Puissance nécessaire}}{\text{Puissance nécessaire}} \times 100$$

En utilisant les données :

Puissance réellement installée=16×250Wc=4000Wc

Puissance nécessaire=3698Wc

$$\text{Taux de surestimation} = \frac{4000 - 3698}{3698} \times 100 = 8,16\%$$

Le taux de surestimation est de 8,16% et est inférieur à 10%.

V.7. Mode de gestion du système

Les modes de gestion tels que la régie, l'affermage, la concession, la gérance et la gestion communautaire sont appliqués au Burkina Faso, chacun présentant ses propres avantages et inconvénients. Le cadre de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural, établi en 2018, recommande l'affermage comme méthode privilégiée pour les AEP en milieu rural. Ce document précise que : « Pour améliorer l'efficacité dans la gestion des PMH et des systèmes d'AEP confiés aux AUE et aux fermiers, des protocoles de collaboration avec des gestionnaires choisis au sein des communautés doivent être signés avec les AUE, et des contrats de prestation établis entre les fermiers et les fontainiers. » Conformément à cette recommandation, le système

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

d'AEPS desservant le village de Bodialedaga sera géré par affermage. Ce mode de gestion consiste à confier à un exploitant la responsabilité de la gestion du service public de l'eau potable à ses propres frais et risques. L'affermage présente plusieurs avantages, notamment le fait qu'il libère la commune des coûts liés à la gestion, à l'entretien et à la maintenance. De plus, il permet une gestion par une entreprise compétente et autonome. La commune délègue ainsi l'exploitation du service, l'entretien des installations et une partie des investissements nécessaires au renouvellement à un tiers. L'opérateur engagé dans ce contrat est désigné comme fermier et est responsable de fournir de l'eau potable aux usagers en échange d'un paiement destiné à couvrir les coûts d'entretien et à rentabiliser le projet.

VI. ETUDE DES COUTS

VI.1. Détermination du cout du projet

Le cout total des travaux de réalisation de l'AEPS du village de Bodialedaga s'élève à cent cinquante-quatre millions seize mille quatre cent trente-deux (**154 016 432**) francs CFA toutes taxes comprises. Le tableau suivant présente les montants des différents postes nécessaires à la réalisation du projet.

Tableau 16: Détermination du cout total des travaux de l'AEPS

No	Désignation	MONTANT (FCFA)
0	INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX	4 500 000
I	CANALISATION – TERRASSEMENT	34 088 600
II	PIECES SPECIALES	5 966 220
III	TERRASSEMENT	6 250 000
IV	BORNE FONTAINE - CHÂTEAU D'EAU	24 350 000
V	SYSTÈME DE POMPAGE	24 500 000
VI	FINITION ET DIVERS	4 900 000
VII	EQUIPEMENTS ANNEXES	13 450 000
VIII	EQUIPEMENTS ELECTROMECANIQUES	4 517 580
IX	FORMATION ET SUIVI	3 000 000
X	IMPREVUS DIVERS (installation de chantier, repli, plans d'exécution, plans de récolelement, protection de l'environnement, etc...)	5 000 000
MONTANT TOTAL HORS TVA		130 522 400
MONTANT DE LA TVA		23 494 032
MONTANT TOTAL FCFA TTC		154 016 432

VI.2. Amortissement et calcul du prix de revient

Les coûts de réalisation des conduites d'adduction et de distribution, du réservoir de stockage sont subventionnés et ne sont pas pris en compte dans l'évaluation du prix de revient du mètre cube d'eau pompée.

Le prix de revient du mètre cube d'eau est un indicateur essentiel pour évaluer la viabilité économique des services d'approvisionnement en eau. Ce coût englobe divers facteurs, tels que les dépenses liées à l'extraction, au traitement, à la distribution et à l'entretien des infrastructures. Il

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

est crucial de surveiller ces coûts afin de garantir un accès équitable à l'eau potable tout en assurant la durabilité financière des services. Un prix de revient élevé peut signaler des inefficacités dans le système ou des investissements nécessaires pour moderniser les infrastructures. Les résultats du calcul de prix de revient du mètre cube d'eau sont donnés dans le tableau 17.

Tableau 17: Calcul du prix de revient

No	Désignation	Montant d'investissement (FCFA)	Durée de vie (années)	Amortissement annuel (FCFA)
1	Installation de chantier - frais généraux	15 000 000	5	3 000 000
2	Canalisation - terrassement	60 000 000	20	3 000 000
3	Pièces spéciales	10 000 000	20	500 000
4	Terrains de terrassement	12 500 000	20	625 000
5	Système de pompage	45 000 000	10	4 500 000
6	Finition et divers	10 000 000	10	1 000 000
7	Équipements annexes	30 000 000	15	2 000 000
8	Équipements électromécaniques	10 000 000	15	666 667
19	Formation et suivi	6 000 000	5	1 200 000
10	Imprévus divers	10 000 000	5	2 000 000
Total		Total : 254 967 153 FCFA		Total amortissement annuel : 24 967 153 FCFA

- **Calcul du prix de revient du mètre cube d'eau**
 - **Volume annuel d'eau : 968 384,7932 m³**
 - **Charges annuelles : 5 548 285 FCFA**
 - **Amortissement total annuel : 254 967 153 FCFA**

La formule du prix de revient est :

$$\text{Prix de revient} = \frac{\text{Amortissement total annuel} + \text{Charges annuelles}}{\text{Volume annuel}}$$

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga,
commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

$$Prix\ de\ revient = \frac{254\ 967\ 153 + 5\ 548\ 285}{968\ 384,7932} = 269.7\ F/m^3$$

Le prix de revient du mètre cube d'eau sera donc de 270 FCFA/m³

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

Le

Décret

N°2015-1187/PRES-

TRANS/PM/MERH/MATD/MME/MS/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT, daté du 22 octobre 2015, impose aux promoteurs de tout projet ou programme de développement (qu'ils soient des personnes physiques ou morales, privées ou publiques, ayant soumis une demande d'autorisation) de réaliser une étude d'impact environnemental. Cette étude permet aux autorités d'obtenir une évaluation complète des effets environnementaux associés au projet ou programme. Actuellement, les normes du MEEVCC classifient les activités de projet d'AEPS et la qualification de la commune (zone semi-urbaine) en catégorie B, ce qui les rend soumises à une Notice d'Impact Environnemental. L'objectif principal de cette notice est d'informer les parties prenantes sur les enjeux environnementaux et sociaux liés à la mise en œuvre de l'AEPS.

VII.1. Identification et évaluation des impacts

L'identification des impacts associés au projet repose sur une analyse approfondie des interactions potentielles entre les milieux récepteurs et les différentes phases de préparation, de construction et d'exploitation de l'Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS). Les sources d'impacts découlent directement des activités planifiées durant ces phases. Pour cette analyse, la matrice de Léopold (ADOESSI, 2017), présentée dans le tableau suivant, a été utilisée pour identifier les impacts environnementaux potentiels, qu'ils soient négatifs ou positifs, sur les milieux biophysiques et humains.

Cette approche systématique permet non seulement de cerner les effets immédiats du projet mais aussi d'évaluer ses conséquences à long terme sur les communautés locales et l'environnement. En intégrant les divers aspects des activités du projet, cette méthode favorise une compréhension globale des enjeux environnementaux et sociaux. Ainsi, la matrice de Léopold présenté dans le tableau 18 se révèle être un outil essentiel pour guider les décisions relatives à la gestion des impacts environnementaux tout au long du cycle de vie du projet.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Tableau 18: Matrice de Léopold

Activités sources d'impacts	Composantes de l'environnement récepteur d'impacts									
	Milieu biophysique					Milieu socio-économique				
	Air	Environnement acoustique	Sols	Eaux souterraines	Eaux de surface	Végétations	Faunes	Emplois	Economie	Hygiène
PHASE DE PLANIFICATION ET DE RÉALISATION										
Choix du tracé										
Préparation du site										
Transport et circulation des engins										
Production de déchets										
Prélèvement d'eau										
Travaux d'emprunt, remblai, déblai										
Implantation des infrastructures (BF, réservoir, Conduites)										
Construction de système d'assainissement et de drainage										
Travaux de génie civil										
PHASE D'EXPLOITATION										
Vente d'eau/Pertes										

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

VII.2. Plan de gestion environnemental et social

VII.2.1. Mesures d'atténuation, de compensation et de bonification

Nous présentons dans le tableau ci-dessous un résumé des mesures que le maître d’ouvrage doit envisager pour contrôler, atténuer ou éventuellement compenser les impacts négatifs résultant de la mise en œuvre de l’AEPS sur les éléments de l’environnement récepteur du projet. Les différentes mesures d’atténuation et de compensation sont recensées dans le tableau suivant.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Tableau 19: Mesures d'atténuation, de bonification et de compensation des impacts

Phase	Milieu	Élément impacté	Impacts potentiels	Mesures d'atténuation/de bonification	Responsables de mise en œuvre	Coût
PRÉPARATION-REALISATION	Biophysique	Sols	Modification de la structure ; Pollution ; Erosion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mise en place d'un système de collecte et de gestion des déchets ; ▪ Session de communication pour le changement de comportement (CCC) des acteurs intervenant du projet 	Entreprise chargée des travaux/ Contrôle	Inclus dans le coût des travaux
		Air	Production des poussières ; Nuisances sonores	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arrosage de l'emprise des travaux ; ▪ Utilisation de moyens roulant en bon état ▪ Limitation de vitesse pour les véhicules de chantier ; ▪ Interdiction des travaux nocturnes sauf autorisation spéciale 	Entreprise chargée des travaux/ Contrôle	Inclus dans le coût des travaux
		Végétation	Destruction de la végétation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limitation de l'emprise des travaux au strict nécessaire ; ▪ Utilisation de voies existantes pour le transport des matériaux/matériels ; ▪ Reboisement, plantation de haies vives tout autour des constructions du site ; 	Entreprise chargée des travaux/ Contrôle	Inclus dans le coût des travaux

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

	Faune	Perturbation de la quiétude	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Séances de sensibilisation de travailleur sur l'importance de la faune ; ▪ Interdiction formelle du braconnage ; 	Entreprise chargée des travaux/ Contrôle	Inclus dans le coût des travaux
Socio-économique	Santé/sécurité	Risques de blessures ; Risques d'accident ; Risques de propagation du VIH	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dotation des travailleurs en EPI ; ▪ Mener des campagnes de sensibilisation en matière de prévention des IST/VIH SIDA ; ▪ Mise en place d'un système de gardiennage de l'infrastructure ; ▪ Mise en place d'une signalisation provisoire et d'agents de régulation de la circulation 	Entreprise chargée des travaux/ Contrôle	Inclus dans le coût des travaux
EXPLORATION	Biophysique	Sols	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La formation et l'encadrement des comités de gestions des AEP sur les risques d'érosion des sols et les mesures de restauration/protection des sols ; ▪ Financement des microprojets de pépinières forestières dans la zone d'intervention du projet pour accroître la reforestation et créer des écosystèmes 	DREA, commune, AUE	PM

	Ressources/Eau	Modification de l'hydrogéologie locale	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation de tous les risques de pollution des eaux à travers l'analyse de la qualité des eaux par un laboratoire ou les services régionaux de l'hydraulique ; Suivi de la qualité physico-chimique des eaux 	PM
	Végétation	Destruction de la végétation	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilisation des populations sur l'importance de la flore herbacée et arborée 	
Milieu humain	Santé/Sécurité	Risques de conflit, Risques de développement et de propagation des maladies telluriques	<ul style="list-style-type: none"> Création de comités de suivi et de gestion des points d'eau ; Des campagnes de sensibilisation et éducation à l'hygiène et à l'assainissement seront entreprises afin de permettre une réduction de la production des eaux usées domestiques ou tout au moins, leur meilleure gestion. 	PM
	Activités socio-économiques	Amélioration des conditions de vie	<ul style="list-style-type: none"> Recrutement de la main d'œuvre locale privilégié ; 	Entreprise chargée des travaux PM

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

		économiques	des	▪ L'emploi des femmes dans les activités de vente d'eau à la borne fontaine		
--	--	-------------	-----	---	--	--

VII.2.2. Le programme de surveillance et de suivi environnemental

Le programme de surveillance vise à garantir que, durant les travaux, tous les engagements et obligations en matière d'environnement, y compris les mesures d'atténuation des impacts, soient respectés. Sa mise en œuvre nécessitera la collaboration de plusieurs acteurs, notamment la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement des Hauts-Bassins, le bureau de contrôle, l'entreprise et les populations bénéficiaires. Le suivi portera sur l'évolution de certains récepteurs d'impacts (milieux naturel et humain) affectés par la construction de l'AEPS. Il devra être soutenu par des indicateurs environnementaux permettant d'évaluer l'état des composantes des milieux. Les éléments environnementaux et sociaux à suivre incluent la ressource en eau, ainsi que la santé et la sécurité. Le tableau 20 présente le programme de suivi environnementale du projet.

Tableau 20: Programme de suivi environnemental

Composante	Actions de suivi	Paramètres de suivi	Fréquences de suivi	Responsabilité
Ressources en eau	Analyses physico chimiques de l'eau ; Suivi piézométrique	<ul style="list-style-type: none"> Évolution des paramètres physico chimiques et contrôle de la teneur ; Niveau de la nappe 	Deux missions/an	DREA
Santé	Santé des populations	<ul style="list-style-type: none"> Taux de prévalence des maladies 	Deux missions/an	Direction régionale de la santé
Sécurité	Prévention des conflits, risques et accidents	<ul style="list-style-type: none"> Respect des normes ; Efficacité des mesures ; Niveau d'appropriation des mesures 	Deux missions/an	AUE

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La mise en place de ce système d'approvisionnement en eau potable simplifié contribuera à atténuer et à résoudre le problème d'accès à l'eau potable pour les habitants du village de Bodialedaga. Les résultats des études socio-économiques, techniques et financières permettent de conclure que la réalisation de l'AEPS est un projet pertinent et viable. Sa gestion sera confiée à un gestionnaire, conformément aux réglementations en vigueur régissant ce mode de gestion. Cette étude nous a permis d'appliquer l'ensemble de nos connaissances et compétences en sciences et techniques de l'ingénieur, tout en nous confrontant au milieu professionnel. De plus, pour assurer une gestion efficace du système, nous recommandons les actions suivantes aux principaux acteurs du projet.

- L'entreprise adjudicataire devra réaliser une étude d'actualisation pour prendre en compte toutes les variations sur le site.
- Il est essentiel de reprendre les essais de pompage sur le forage actuel afin d'évaluer ses capacités réelles. Si le débit d'exploitation est de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, ce forage unique pourra suffire jusqu'à l'horizon du projet. Dans le cas contraire, un second forage devra être envisagé si les conditions hydrogéologiques le permettent. À défaut, un des forages existants dans le village pourra être récupéré après développement et essai prolongé.
- L'implication des leaders locaux à toutes les étapes du projet, depuis l'étude jusqu'à la réception des travaux.
- La mise en place d'un programme régulier de suivi de la qualité de l'eau et de désinfection du réseau de distribution.
- L'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de sensibilisation pour encourager une meilleure participation des femmes dans la gestion des bornes fontaines.
- L'établissement d'un programme régulier pour suivre la maintenance et le contrôle des infrastructures (étanchéité au niveau du réservoir, des vannes, des robinetteries, etc.).
- La sensibilisation de la population sur le coût de l'eau à la borne fontaine et l'importance de consommer l'eau potable fournie par l'AEPS.

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

BIBLIOGRAPHIE

Dr. YONABA, R. O, « Hydraulique en Charge : Écoulement en régime permanent des fluides incompressibles ». 24 octobre 2014.

Dr. MOUNIROU, Lawani. 2018. « ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage (Cours et Exercices corrigés) ».

OUEDRAOGO, Béga. Urbain. 2005. « OUVRAGES CONSTITUTIFS DE SYSTEMES D'AEP (ADDUCTIONS - RESERVOIRS - RESEAUX DE DISTRIBUTION) ».

Institut de la Démographie, « Recensement Général de la Population et de l'habitation », RGPH 2019 - CB Search, juin 2022.

Arrêté N°2016-137/MEA/CAB. (2016, décembre 29). Ministère de l'Eau et de l'Assainissement.

Dimensionnement et sélection des produits GRUNDFOS. (2021). Consulté 04 décembre 2024, à l'adresse <https://product-selection.grundfos.com/ca/fr>

Dimensionnement et choix de la pompe. (2020). Consulté le 05 décembre 2024, <https://api.grundfos.com/literature/Grundfosliterature-1384.pdf>

Dr. MOUNIROU, Lawani. (2017). Essentiel de la modélisation des réseaux hydrauliques en charge et à surface libre.

Dr. SORO, Y. Moussa. (2020). Conception et dimensionnement d'un système PV autonome (p. 39).

ZOUNGRANA, Denis. (2008). Cours d'Approvisionnement en Eau Potable.

ADOESSI, Gérode. (2017). L'Etude d'Impact Environnemental et Social.

Rapport socio-économique de Bodialedaga, CRS. (2021).

Rapport technique de CRS. (2021). CRS.

ZOMBRE, Adama. 2023. « ETUDE AVANT-PROJET DETAILLE POUR LA REALISATION D'UN SYSTÈME D'ADDITION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE»

ANNEXES

ANNEXE 1: QUESTIONNAIRE D'ENQUETE.....	56
ANNEXE 2: RAPPORT DES ANALYSES PHYSICO CHIMIQUE DE L'EAU DU FORAGE	63
ANNEXE 3:RAPPORT D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DU FORAGE.....	63
ANNEXE 4: DETERMINATION DES DEBITS DE DISTRIBUTION	65
ANNEXE 5: DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION	67
ANNEXE 6: RESULTAT DE SIMULATION DE RESEAU SUR EPANET	69
ANNEXE 7: COMPARAISON DES RESULTATS EXCEL ET EPANET	70
ANNEXE 8: CARNET DES NŒUDS	71
ANNEXE 9: PLAN D'EXECUTION DE BORNE FONTAINE.....	73
ANNEXE 10: PLAN DU REGARD AU PIED DU CHATEAU	74
ANNEXE 11: PLAN D'EXECUTION DE TETE DE FORAGE.....	75
ANNEXE 12: PLAN DU REGARD DE VIDANGE.....	76
ANNEXE 13: REGARD POUR VENTOUSE	77
ANNEXE 14: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DE L'AEPS	78

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 1: Questionnaire d'enquête

Section	Questions	Réponses
1. Informations Générales	Nom de la localité :	_____
	Date de l'enquête :	_____
	Type de répondant :	[] Mairie [] Préfecture [] Services de santé [] Lieux publics [] Conseiller municipal [] Chef coutumier ou religieux [] Ménage [] Gros consommateur (industrie/abattoir)
2. Mairie et Préfecture	Découpage administratif de la commune :	
	a. Nombre de villages :	_____
	b. Nombre de quartiers/secteurs :	_____
	c. Nombre de zones administratives :	_____
	d. Nombre de zones commerciales :	_____
	e. Nombre de zones culturelles :	_____
	f. Nombre de centres de santé :	_____
	g. Nombre d'écoles primaires :	_____

	h. Nombre de collèges :	_____
	i. Nombre de lycées :	_____
	j. Nombre de commissariats :	_____
	k. Nombre de gendarmeries :	_____
	l. Nombre de casernes militaires :	_____
	Plan cadastral : Existe-t-il un plan cadastral de la commune ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Si oui, comment est-il utilisé dans la gestion de l'eau potable ?	_____
	Sources d'approvisionnement en eau potable : Quelles sont les principales sources d'approvisionnement en eau potable dans la commune ? (puits, forages, rivières, etc.)	_____

	<p>L'approvisionnement est-il suffisant pour toute la population ?</p>	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	<p>Problèmes liés à l'eau potable : Y a-t-il des problèmes d'insuffisance d'eau potable dans certaines zones de la commune ?</p>	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	<p>Si oui, quelles sont les zones les plus touchées ?</p>	_____
	<p>Infrastructure et distribution : Quels types d'infrastructures sont utilisées pour la distribution de l'eau potable ? (réservoirs, stations de pompage, etc.)</p>	_____
	<p>Quelles sont les capacités actuelles de distribution en eau potable de la commune ? (litres/jour, nombre d'abonnés, etc.)</p>	_____
3. Services de Santé	<p>Capacité d'accueil des centres de santé :</p>	
	<p>a. Nombre de salles d'hospitalisation :</p>	_____

	b. Nombre de lits :	_____
	c. Nombre d'agents soignants :	_____
	Maladies liées à l'eau : Quelles sont les principales maladies liées à l'eau non potable dans la commune ?	_____
	Quel est le pourcentage de consultations liées à ces maladies ?	_____
	Accès à l'eau potable : Le centre de santé est-il desservi en eau potable ?	[] Oui [] Non
	Si oui, comment l'eau est-elle fournie ? (réseau public, puits, etc.)	_____
4. Lieux Publics (Marchés, écoles, etc.)	Accès à l'eau potable : Les lieux publics disposent-ils d'un accès constant à l'eau potable ?	[] Oui [] Non
	Si non, quelles sont les solutions alternatives utilisées ?	_____
	Problèmes d'approvisionnement : Quels sont les principaux défis rencontrés par les lieux publics en matière d'approvisionnement en eau potable ?	_____

5. Conseillers Municipaux, Chefs Coutumiers et Religieux	Rôle dans la gestion de l'eau : Quel rôle jouent les conseillers municipaux et les chefs coutumiers dans la gestion de l'approvisionnement en eau potable dans la commune ?	_____
	Sensibilisation et éducation : Quelles actions sont entreprises pour sensibiliser la population à la gestion de l'eau potable ?	_____
	Existe-t-il des initiatives locales pour améliorer l'accès à l'eau potable ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Problèmes sociaux et culturels : Y a-t-il des croyances ou pratiques culturelles qui affectent l'accès à l'eau potable ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Si oui, comment sont-elles prises en compte dans les solutions proposées ?	_____
6. Ménages	Sources d'approvisionnement en eau : Quelle est la principale source d'approvisionnement en eau potable dans votre ménage ?	<input type="checkbox"/> Puits <input type="checkbox"/> Forage <input type="checkbox"/> Réseau public <input type="checkbox"/> Autre : _____
	Cette source est-elle suffisante pour couvrir vos besoins quotidiens ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Qualité de l'eau : La qualité de l'eau que vous consommez est-elle satisfaisante ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

	Avez-vous constaté des problèmes de qualité (odeur, couleur, goût) ?	[] Oui [] Non
	Accès et coût : L'accès à l'eau potable est-il difficile dans votre localité ?	[] Oui [] Non
	Quelles sont les modalités d'accès (facturation, gestion, etc.) ?	_____
	Problèmes d'approvisionnement : Rencontrez-vous des problèmes d'approvisionnement en eau ?	[] Oui [] Non
	Si oui, à quelle fréquence cela se produit-il ?	_____
7. Gros Consommateurs (Industrie, Abattoir)	Consommation d'eau : Quelle est la quantité d'eau consommée par votre activité (en litres/jour) ?	_____
	Source d'approvisionnement : D'où provient votre approvisionnement en eau potable ?	[] Réseau public [] Puits/Forage [] Autre : _____
	Qualité et gestion de l'eau : La qualité de l'eau est-elle suffisante pour votre activité ?	[] Oui [] Non

	Avez-vous mis en place des solutions pour améliorer la gestion de l'eau ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
	Si oui, lesquelles ?	_____
	Partenariat avec la communauté : Seriez-vous prêt à participer à des initiatives communautaires pour améliorer l'approvisionnement en eau potable ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
Remarques générales :		

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Lena, région des Hauts-Bassins.

Annexe 2: Rapport des analyses physico chimique de l'eau du forage



OUAGADOUGOU le 10 Octobre 2023

Etude : 2023/ 01038
 Date de prélèvement : 04/10/2023
 Date de réception : 06/10/2023
 Période d'analyse : 06 au 09/10/2023
 Prélevé par le ABEH

Province : Houet
 Commune : Lena
 Village : Bodialedaga
 Quartier : Bodialedaga

DEMANDEUR : C R S Rapport d'essais (Physico-chimie)

Tableau – Résultats

PARAMETRES	Résultats	Moyen	Normes
pH	6,70	Multiparamètre pH/ORP/°C/EC/TDS/NaCl	-
Température (°C)	26,7	Multiparamètre pH/ORP/°C/EC/TDS/NaCl	-
TA (°f)	0	Titration acido-basique	-
Carbonates (mg/L)	0	Titration acido-basique /Minititrator&pHmeter	-
TAC (°f)	0,24	Titration acido-basique /Minititrator&pHmeter	-
Turbidité (NTU)	0,44	ISO Turbidity Meter	5
Conductivité (µS/cm)	136	Multiparamètre pH/ORP/°C/EC/TDS/NaCl	-
Dureté totale (mmol/L)	0,8	Méthode volumétrique (complexométrie)	-
Calcium (mg/L)	8,16	Méthode volumétrique (complexométrie)	-
Magnésium (mg/L)	4,84	Volumétrie avec burette de 50 ml	-
Chlorures (mg/L)	21,27	Titrimétrie Burette de 50 ml	250
Bicarbonates (mg/L)	2,92	Méthode volumétrique	-
TDS (mg/L)	68	Multiparamètre pH/ORP/°C/EC/TDS/NaCl	1000
NH4 (mg/L)	0,10	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	1,5
NO2 (mg/L)	0,009	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	3
NO3 (mg/L)	6,7	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	50
Fer total (mg/L)	<0,01	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	0,3
O-PO4 (o + p) (mg/L)	0,44	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	5
Phosphore (mg/L)	0,15	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	2
Sulfates (mg/L)	<1	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	250
Potassium (mg/L)	0,2	Photomètre à flamme BWB-XP	12
Sodium (mg/L)	0,5	Photomètre à flamme BWB-XP	200
Manganèse (mg/L)	<0,001	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	0,5
Fluorure (mg/L)	0,18	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	1,5
Zinc (mg/L)	0,17	Spectrophotomètre de laboratoire DR3900 HACH	3
Arsenic (mg/L)	<0,001	Spectromètre d'absorption atomique	0,01
Cyanure libre (mg/L)	<0,002	Spectrophotomètre de laboratoire HI 96714	0,07
Mercure (mg/L)	<0,0005	Spectromètre d'absorption atomique	0,001
Cuivre (mg/L)	0,002	Spectromètre d'absorption atomique	2
Plomb (mg/L)	<0,001	Spectromètre d'absorption atomique	0,01
Chrome (mg/L)	<0,001	Spectromètre d'absorption atomique	0,05

E-23-01038

Etude 23/01038

1

Annexe 3:Rapport d'analyse microbiologique de l'eau du forage

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.



LABORATOIRE H2O

International

Analyse des eaux - Analyse des sols et de l'Air
Evaluations environnementales - Formation

Sari - Saaba dernière la préfecture - 01 BP 6207 Ouaga 01 - Tél. : (+226) 64 24 48 28 / 71 35 37 42 - Email : caulab2020@gmail.com
RCCM BFOUA 2019B 3525 - IFU n° 00119809H - Sect. AB - Lot 29 - Parcille 24 - Régime fiscal : RN - Compte Bancaire CBAO n° 036001697001 46 - Compte CORIS CMF n° 1000/00221524001 - Compte CODEC-Ouaga n° 108/00190
Burkina Faso Web : www.lab20international.net

OUAGADOUGOU le 10 Octobre 2023

Etude : 2023/ 01038
Date de prélèvement : 04/10/2023
Date de réception : 06/10/2023
Période d'analyse : 06 au 09/10/2023
Prélevé par le ABEH

Province : Houet
Commune : Lena
Village : Bodialedaga
Quartier : Bodialedaga

DEMANDEUR : C R S

Rapport d'essais (Microbiologie) Tableau – Résultats

PARAMETRES	RESULTATS	UNITE(S)	Normes Burkina Faso (OMS)	METHODE (S)
Germes aérobies totaux à 22°C	-	/ml	-	FM sur Plate Count Agar
Germes aérobies totaux à 37°C	-	/ml	-	FM sur Plate Count Agar
Bactéries coliformes totaux	00	/100ml	0	FM sur Chromocult Agar
Bactéries coliformes fécaux	00	/100ml	0	FM sur Chromocult Agar
<i>Escherichia coli</i>	-	/100ml	0	FM sur Chromocult Agar
Spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices	-	/20ml	0	FM sur gelose viande - foie
Streptocoques fécaux	00	/100ml	0	FM sur Sianetz Bartley
<i>Pseudomonas spp</i>	-	/250ml	0	FM sur Cetrimide agar

CONCLUSION

L'échantillon d'eau reçu est conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso se rapportant aussi aux directives de l'OMS pour les paramètres microbiologiques analysés.



LANKAONDE Bibata
Responsable du service de contrôle
Qualité, environnement et hygiène.

E-23-01038

Etude 23/01038

1

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 4: Détermination des débits de distribution

DESIGNATION	UNITE	VALEURS						
Année		2019	2025	2030	2035	2040	2045	2048
Population	habitant	2407	2974	3548	4232	5048	6022	6694
Taux de desserte	%	32.7	56.4	80	80	80	80	80
Pourcentage de pop desservie par BP	%	9.8	28.2	56	56	56	56	56
Pourcentage de pop desservie par BF	%	22.9	28.2	24	24	24	24	24
Population desservie par le système	%		1677	2838	3386	4039	4818	5355
Population desservie par BP	%		473	1589	1896	2262	2698	3749
Population desservie par BF			473	681	813	969	1156	1607
Nombre de BF recommandées par le PN AEP			1	1	2	2	2	3
Consommation spécifique au BF	l/hbt/jr				15			
Besoins moyens journaliers aux BF Bmj1	m ³ /j		7.10	10.22	12.19	14.54	17.34	24.10
Nombre de personnes par BP	hbt		5	5	5	5	5	5
Nombre de BP à installer	U		95	318	379	452	540	750
Consommation spécifique au BP	l/hbt/jr				20			
Besoins moyens journaliers aux BP Bmj2	m ³ /j		9.46	31.79	37.92	45.23	53.96	74.97
Besoins journaliers domestiques totaux	m ³ /j		16.56	42.01	50.11	59.77	71.30	99.07
Besoins annexes	m ³ /j		1.66	4.20	5.01	5.98	7.13	9.91
Besoins journaliers totaux	m ³ /j		18.21	46.21	55.12	65.75	78.43	108.98
Rendement du réseau	%			95			90	
Pertes du réseau	m ³ /j		0.91	2.31	2.76	6.57	7.84	10.90
Besoins journaliers moyen	m ³ /j		19.12	48.52	57.88	72.32	86.27	119.88
Coef de pointe journalier Cpj					1.1			

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Coef de pointe saisonnier			1.2					
Demande en jour de pointe	m ³ /j		25.24	64.04	76.40	95.47	113.88	158.24
Débit de pompage	m ³ /h		10	10	10	10	10	10
Temps théorique de pompage	h		2.52	6.40	7.64	9.55	11.39	15.82
Temps de distribution des BF	h		12					
Nombre de BF réelles installées	U		7	7	7	7	7	7
Débit réel de chaque BF	l/s		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Débit réel de pointe horaire BF	l/s		6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Temps de distribution des BP	h		14	14	14	14	14	14
Débit moyen horaire des BP	m ³ /h		1.03	3.47	4.14	5.21	6.22	8.64
Cph			2.50					
Débit de pointe horaire des BP	m ³ /h		2.58	8.68	10.35	13.03	15.54	21.60
Débit de pointe horaire des BP	l/s		0.72	2.41	2.87	3.62	4.32	6.00
Débit de pointe horaire du réseau de distribution	l/s		7.02	8.71	9.17	9.92	10.62	12.30

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 5: Dimensionnement du réseau de distribution

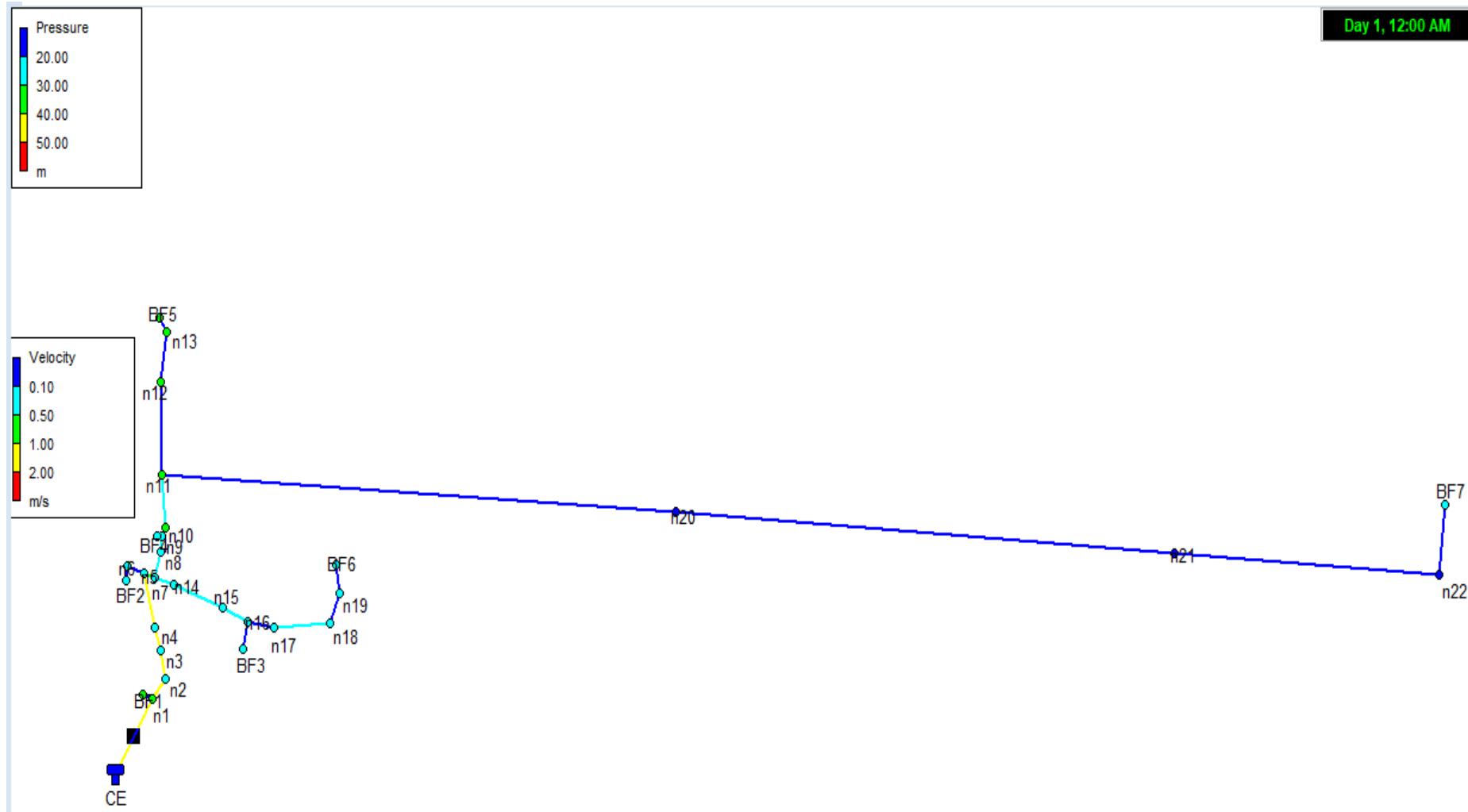
Tronçons	Longue ur (m)	Qspé	Qroute	Qaval	Qponctuel	Qfictif (L/s)	Dth (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Vréel (m/s)	j/tronçon (m)	jcumulé (m)	Ztn aval (m)	Pmin (m)	Zimposé (m)
CE-n1	272.51	0.0019 7	0.000	12.30		12.300	125.14	160	144.6	0.749	0.970	0.970	315	5	320.970
n1- BF1	20.18		0.040	0.9	0.9	0.922	34.26	63	57	0.361	0.055	1.025	315	5	321.025
n1-n2	329.1		0.651	10.71		11.067	118.70	160	144.6	0.674	0.963	1.988	316	5	322.988
n2-n3	88.88		0.176	10.53		10.630	116.34	160	144.6	0.647	0.241	2.229	314	5	321.229
n3-n4	74.78		0.148	10.38		10.466	115.44	160	144.6	0.637	0.197	2.426	313	5	320.426
n4-n5	178.6		0.353	10.03		10.226	114.11	160	144.6	0.623	0.451	2.878	312	5	319.878
n5-n6	66.87		0.132	1.52		1.597	45.10	63	57	0.626	0.506	3.383	312	5	320.383
n6- BF2	315.6		0.624	0.9	0.9	1.243	39.79	63	57	0.487	1.501	4.884	313	5	322.884
n5-n7	44.4		0.088	8.29		8.335	103.02	125	113	0.508	0.255	5.140	312	5	322.140
n7-n8	79.95		0.158	4.08		4.167	72.84	90	81.4	0.801	0.629	5.769	311	5	321.769
n8-n9	51.32		0.102	3.98		4.034	71.67	90	81.4	0.775	0.381	6.150	309	5	320.150
n9- BF4	17.62		0.035	0.9	0.9	0.919	34.21	63	57	0.360	0.048	6.198	309	5	320.198
n9- n10	29.81		0.059	2.98		3.017	61.98	90	81.4	0.580	0.129	6.327	308	5	319.327
n10- n11	166.5		0.329	2.66		2.836	60.09	90	81.4	0.545	0.643	6.970	304	5	315.970
n11- n12	293.8		0.000	1.31		1.313	40.88	63	57	0.514	1.545	8.514	302	5	315.514
n12- n13	156.4		0.309	1.00		1.173	38.65	63	57	0.460	0.668	9.182	306	5	320.182
n13- BF5	52.08		0.103	0.9	0.9	0.957	34.90	63	57	0.375	0.152	9.335	306	5	320.335

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

n11-n20	1937	0.000	1.34		1.343	41.35	90	81.4	0.258	1.872	11.207	329	5	345.207
n20-n21	1881	0.000	1.34		1.343	41.35	90	81.4	0.258	1.818	13.025	327	5	345.025
n21-n22	996.4	0.000	1.34		1.343	41.35	90	81.4	0.258	0.963	13.988	319	5	337.988
n22-BF7	223.72	0.443	0.9	0.9	1.143	38.16	63	57	0.448	0.911	14.899	316	5	335.899
n7-n14	75.94	0.150	3.90		3.981	71.20	90	81.4	0.765	0.549	15.449	311	5	331.449
n14-n15	367.3	0.727	3.17		3.571	67.43	90	81.4	0.686	2.173	17.622	310	5	332.622
n15-n16	103.5	0.205	2.97		3.080	62.62	90	81.4	0.592	0.465	18.087	312	5	335.087
n16-BF3	89.27	0.177	0.9	0.9	0.997	35.63	63	57	0.391	0.282	18.369	312	5	335.369
n16-n17	101.8	0.201	1.69		1.800	47.87	63	57	0.705	0.960	19.329	311	5	335.329
n17-n18	209.9	0.415	1.27		1.502	43.73	63	57	0.589	1.416	20.746	313	5	338.746
n18-n19	99.42	0.197	1.08		1.185	38.84	63	57	0.464	0.432	21.178	314	5	340.178
n19-BF6	89.33	0.177	0.9	0.9	0.997	35.63	63	57	0.391	0.282	21.461	312	5	338.461

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 6: Résultat de simulation de réseau sur EPANET



Annexe 7: Comparaison des résultats Excel et EPANET

Tronçons	Longueur (m)	Qfictif	Excel		EPANET	
			Diamètre(mm)	Vitesse (m/s)	Diamètre (mm)	Vitesse (m/s)
CE-n1	272.51	12.300	160	0.749	200	0.519
n1-BF1	20.18	0.922	63	0.361	90	0.591
n1-n2	329.1	11.067	160	0.674	160	0.444
n2-n3	88.88	10.630	160	0.647	160	0.417
n3-n4	74.78	10.466	160	0.637	160	0.407
n4-n5	178.6	10.226	160	0.623	160	0.393
n5-n6	66.87	1.597	63	0.626	90	0.396
n6-BF2	315.6	1.243	63	0.487	90	0.257
n5-n7	44.4	8.335	125	0.831	160	0.601
n7-n8	79.95	4.167	90	0.801	160	0.571
n8-n9	51.32	4.034	90	0.775	63	0.545
n9-BF4	17.62	0.919	63	0.360	90	0.590
n9-n10	29.81	3.017	90	0.580	110	0.350
n10-n11	166.5	2.836	90	0.545	110	0.315
n11-n12	293.8	1.313	63	0.514	90	0.284
n12-n13	156.4	1.173	63	0.460	63	0.230
n13-BF5	52.08	0.957	63	0.375	63	0.605
n11-n20	1937	1.343	90	0.258	90	0.488
n20-n21	1881	1.343	90	0.258	90	0.488
n21-n22	996.4	1.343	90	0.258	90	0.488
n22-BF7	223.72	1.143	63	0.448	90	0.218
n7-n14	75.94	3.981	90	0.765	90	0.535
n14-n15	367.3	3.571	90	0.686	110	0.456
n15-n16	103.5	3.080	90	0.592	110	0.362
n16-BF3	89.27	0.997	63	0.391	63	0.621
n16-n17	101.8	1.800	63	0.705	63	0.475
n17-n18	209.9	1.502	63	0.589	63	0.359
n18-n19	99.42	1.185	63	0.464	63	0.234
n19-BF6	89.33	0.997	63	0.391	63	0.621

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 8: Carnet des noeuds

AEP BODIALEDAGA

CARNET DE NOEUD				
N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité	Matériaux
N1		① Té fonte 160/63/160 ② Adaptateur à bride 160/160 ③ Adaptateur à bride 160/160 ④ Robinet vanne DN63 ⑤ Adaptateur à bride 160/63	1 1 1 1 1	Fonte Fonte/PVC Fonte Fonte/PVC Fonte
N5		① Té 125/63/125 ② Cone réducteur 90/63 ③ Robinet vanne DN110 ④ Cone réducteur 125/110 ⑤ Adaptateur à bride 90/90	1 1 2 1 2	Fonte Fonte/PVC Fonte Fonte Fonte/PVC
N7		① Té fonte 90/90 ② Adaptateur à bride 90/90 ③ Adaptateur à bride 90/90 ④ Robinet vanne DN90 ⑤ Adaptateur à bride 90/90	1 1 1 1 1	Fonte Fonte/PVC Fonte Fonte/PVC Fonte
N9		① Té fonte 90/63/90 ② Adaptateur à bride 90/90 ③ Adaptateur à bride 90/90 ④ Robinet vanne DN63 ⑤ Adaptateur à bride 90/63	1 1 1 1 1	Fonte Fonte/PVC Fonte Fonte/PVC Fonte
		① Té fonte 90/90 ② Adaptateur à bride 90/90 ③ Adaptateur à bride 90/63 ④ Robinet vanne DN90 ⑤ Cone réducteur 90/63	1 2 1 1 1	Fonte Fonte/PVC Fonte/PVC Fonte/PVC Fonte/PVC
N16		① Té fonte 63/63 ② Adaptateur à bride 63/63 ③ Robinet vanne DN63	1 3 1	Fonte Fonte/PVC Fonte/PVC

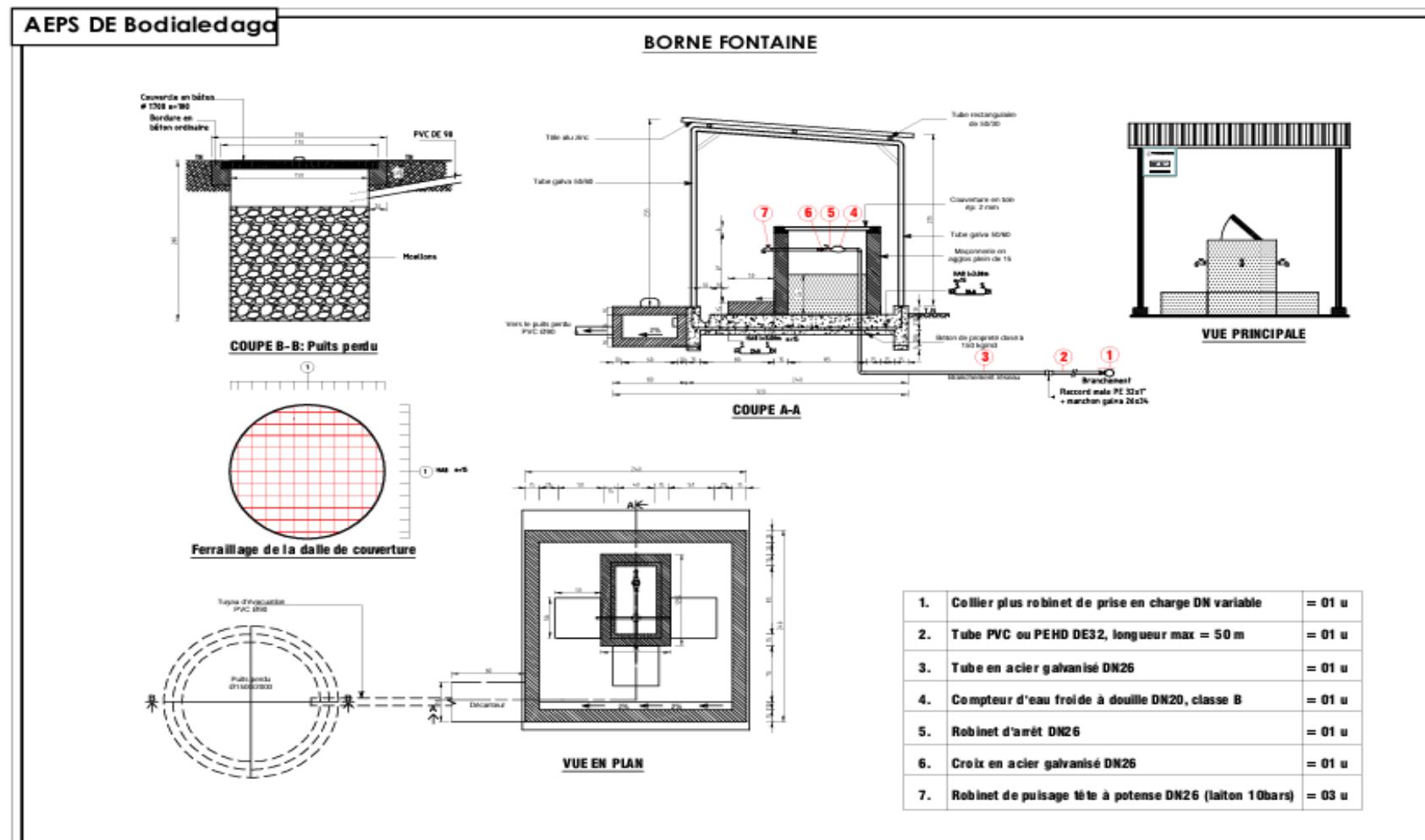
Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

AEP BODIALEDAGA

CARNET DE NOEUD				
N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité	Matériau
BF (x 7)		① Ensemble branchement et construction de BF sur conduite DE63 ② Bouchon DE63	7 7	Divers PVC
N2		① Coude 1/8 à emboîtement DE160	1	PVC
N6		① Coude 1/4 à emboîtement DE 63	1	PVC
N10		① Coude 1/8 à emboîtement DE90	1	PVC
N13		① Coude 1/8 à emboîtement DE63	1	PVC
N18		① Coude 1/8 à emboîtement DE63	1	PVC
N22		① Coude 1/4 à emboîtement DE 63	1	PVC

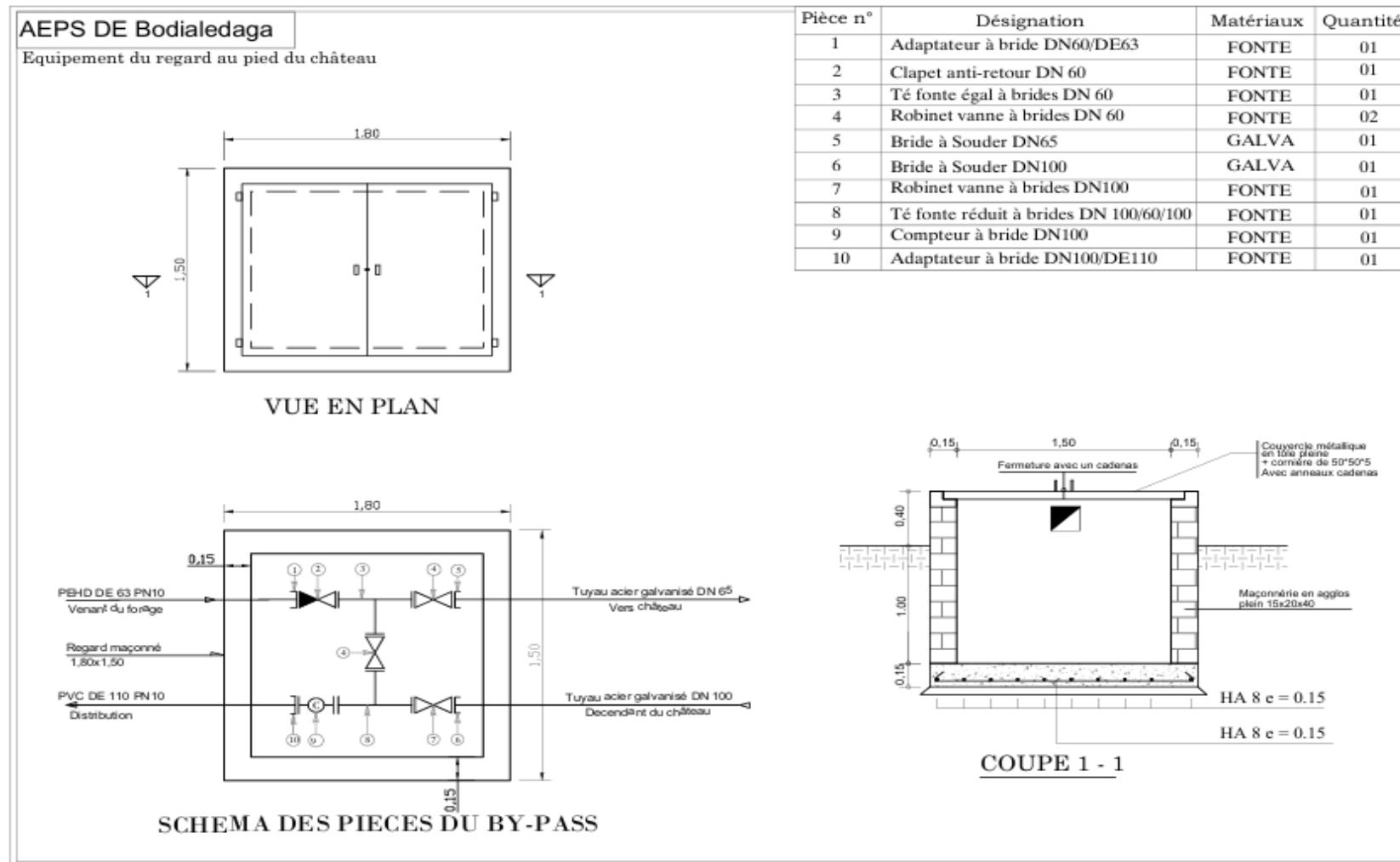
Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 9: Plan d'exécution de borne fontaine



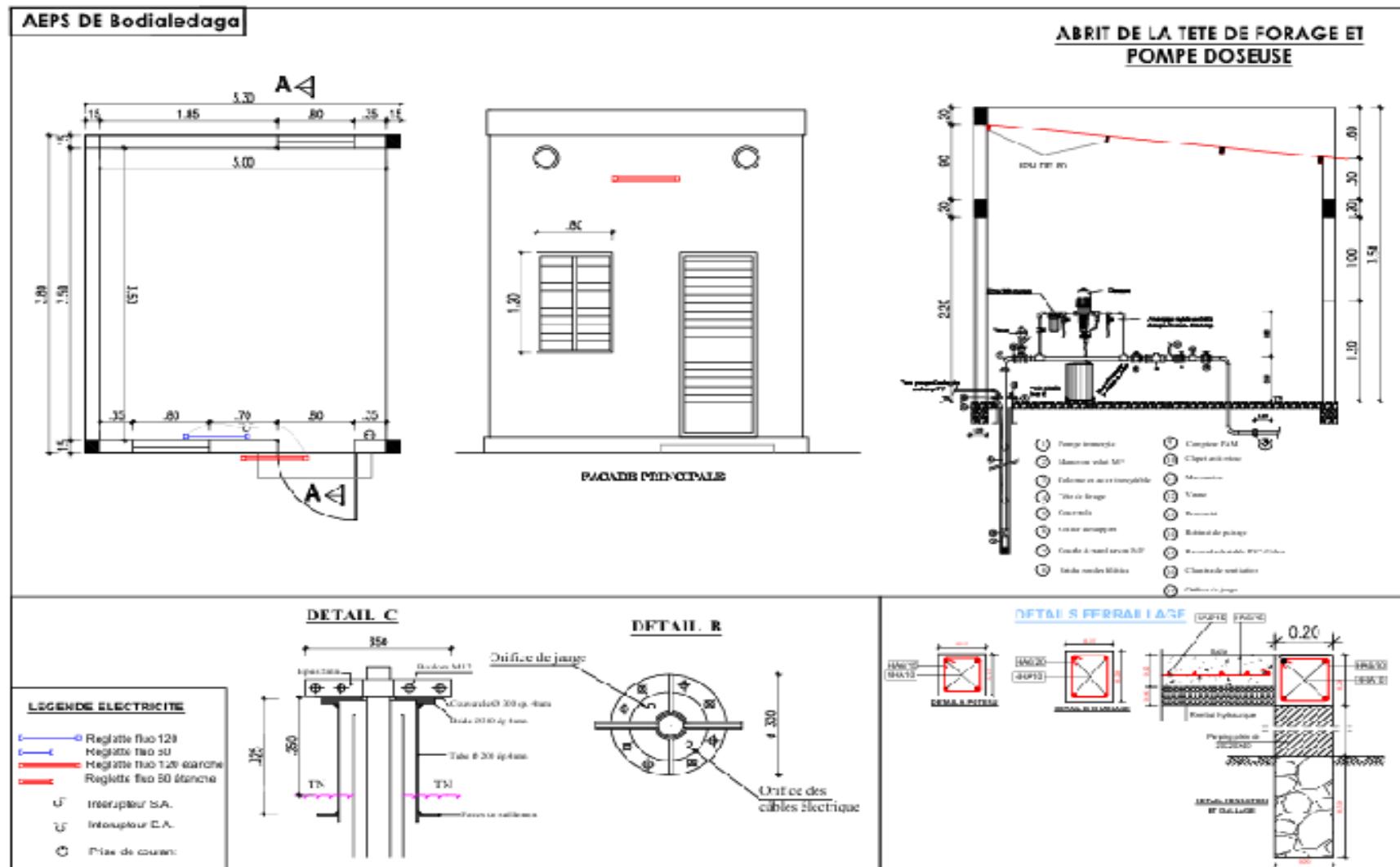
Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 10: Plan du regard au pied du château



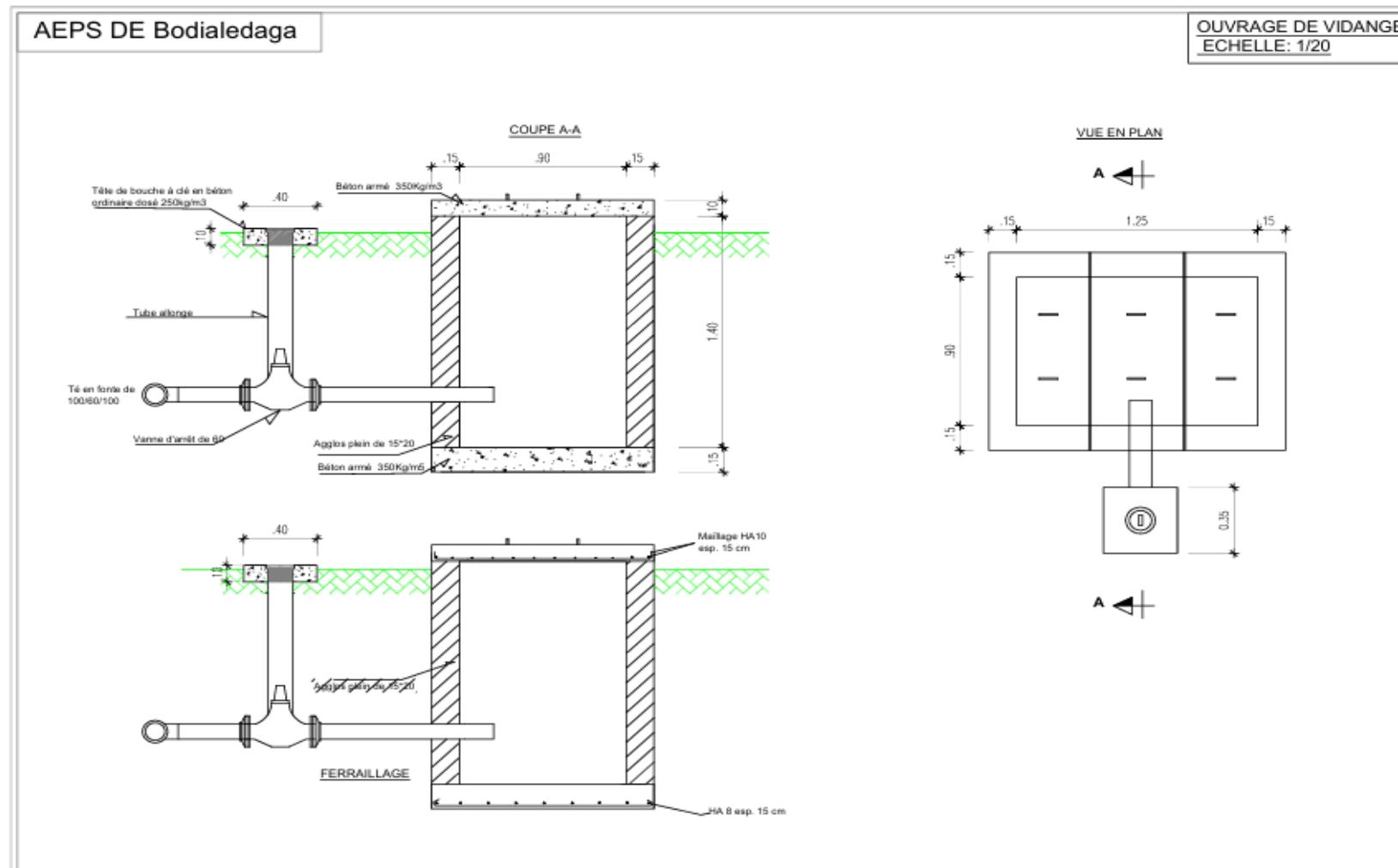
Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 11: Plan d'exécution de tête de forage



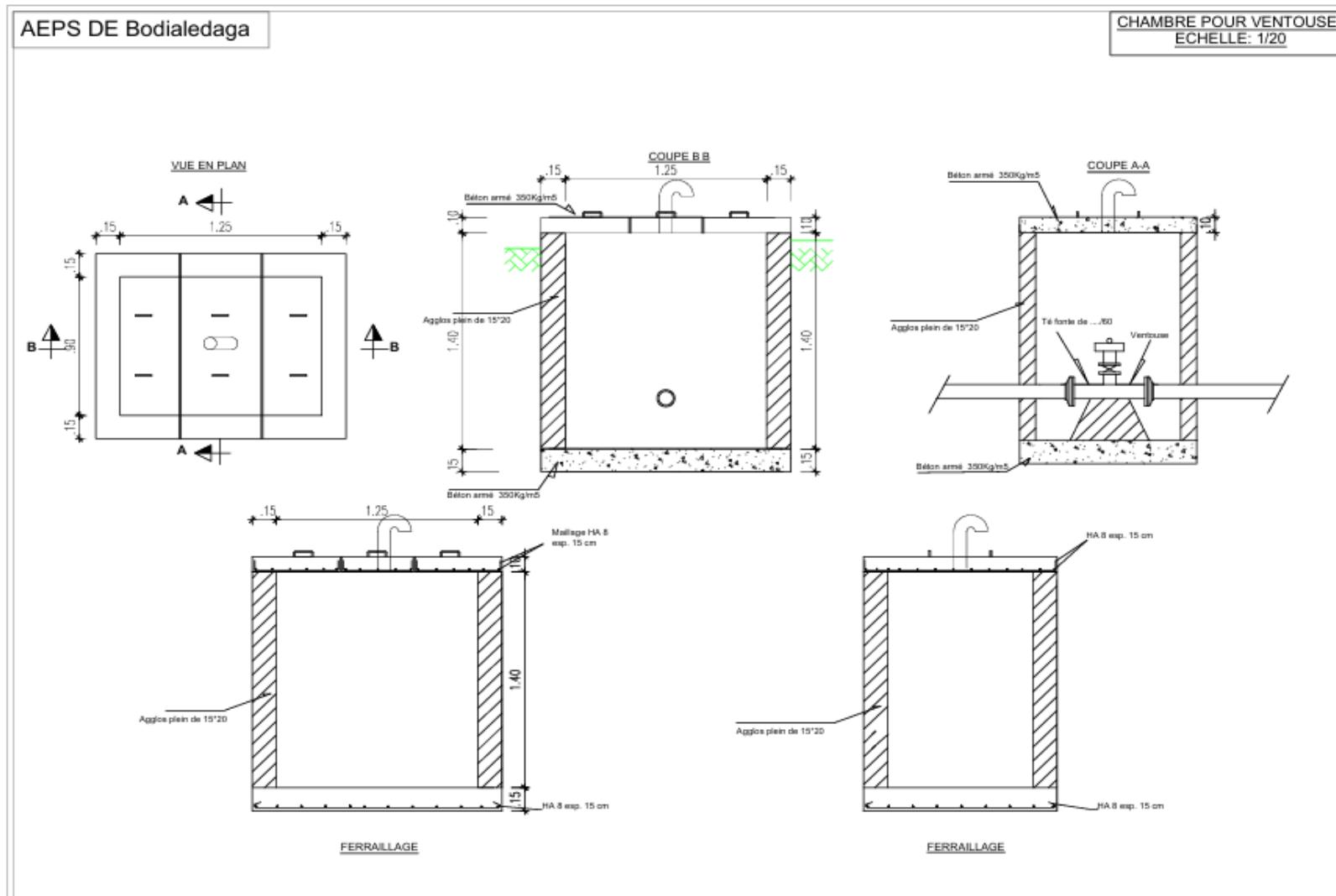
Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 12: Plan du Regard de vidange



Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 13: Regard pour ventouse



Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

Annexe 14: Devis quantitatif et estimatif de l'AEPS

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
01 INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX					
0 1	Installation de chantier, Amenée et repli du matériel	forfait	1	2000000	2000000
0 2	Elaboration du dossier d'exécution et de recollement	forfait	1	2500000	2500000
Total 01					4500000
I Canalisation					
1.0	FOURNITURE ET POSE DE CANALISATION y compris protection au niveau des traversées de cours d'eau et de zones impropre Le refoulement devant être équipé des pièces spéciales de protection et de raccordement (ventouses, vidanges, etc...)				
1 1	PVC DN 63 PN 10	ml	1736.00	3000	5208000
1 3	PVC DN 90 PN 10	ml	5690.00	4000	2276000
1 5	PVC DN 125 PN 10	ml	45	5000	225000
1 6	PVC DN 160 PN 10	ml	766	5500	4213000
1 8	Grillage avertisseur	ml	8413	200	1682600
TOTAL I					3408860
II Pièces spéciales					
2	FOURNITURE ET POSE DE PIECES				
2 1	Fourniture d'équipements de robinetterie				

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

2 1 1	Robinet-vanne à brides DN 63	u	7	60000	420000
2 1 2	Robinet-vanne à brides DN 90	u	5	80000	400000
2 1 3	Robinet-vanne à brides DN 110	u	3	82500	247500
2 1 4	Robinet-vanne à brides DN 125	u	2	84000	168000
2 1 5	Robinet-vanne à brides DN 160	u	2	85560	171120
2 2	Fourniture d'accessoires				
2 2 1	Dispositif de vidange sur la conduite BC	u	1	420000	420000
2 3	Dispositifs de Ventouses				
2 3 1	Ventouses sur les conduites DN 63 (WX-XY et YZ)	u	2	210000	420000
2 4	Té fonte égal à brides, à emboitement standard ou express				
2 4 1	Té réduit à brides, à emboitement standard ou express				
2 4 2	Té fonte/PVC DN63/63/63	u	4	37500	150000
2.4.3	Té fonte/PVC DN90/90/90	u	3	47250	141750
2.4.4	Té fonte/PVC DN 125/60-80-100/160 ou DE 125/ 63-90-110/140	u	3	73350	220050
2.5	Coude PVC 1/8 à brides, à emboitement standard ou express				
2.5.2	Coude PVC 1/8 DN 63	u	2	15100	30200

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

2.5.3	Coude PVC 1/8 DN 90	u	2	24500	49000
2.5.4	Coude PVC 1/8 DN 160	u	1	30000	30000
	Coude PVC 1/4 à brides, à emboitement standard ou express				
2.5.5	Coude PVC 1/4 DN 63	u	2	14800	29600
2.6	Pièces de raccordement en fonte (BU, BE, adaptateur à brides, à emboitement, ...)				
2.6.2	Pièce de raccordement DE 63	u	5	11500	57500
2.6.3	Pièce de raccordement DE 90	u	3	13500	40500
2.6.4	Pièce de raccordement DE 110	u	2	19800	39600
2.6.5	Pièce de raccordement DE 125	u	2	23200	46400
2.6.6	Pièce de raccordement DE 140	u	1	25000	25000
2.7	Branchement d'une borne fontaine quel que soit le diamètre du tuyau y compris tous les accessoires de branchement suivant le plan joint	ensembl e	7	80000	560000
2.8	Branchement privé quel que soit le diamètre du tuyau y compris tous les accessoires de branchement compteur compris	ensembl e	-	90000	0
2.9	Vannes				
2.9.1	Vanne DN 63	u	3	200000	600000

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

2.9.2	Vanne DN 90	u	3	300000	900000
2.9.3	Vanne DN 110	u	2	400000	800000
TOTAL II					5966220
III. Terrassement					
3.1.	Déblais, remblais y compris lit de sable et pose	ml	2,500	2500	6250000
TOTAL III					6250000
IV. Borne fontaine - château d'eau					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
4.1	BORNE FONTAINE Borne fontaine à 3 robinets y compris l'ensemble des canalisations et pièces de robinetterie : -le massif en béton -la réalisation du puits perdu -l'abri pour la borne fontaine, tout le terrassement et toutes sujétions	Ensemble	7	1050000	7350000

4.2	CHÂTEAU D'EAU Fourniture et pose d'un château d'eau métallique de 60m ³ de capacité avec une hauteur sous radier de 15 m (épaisseur mini de la tôle 6 mm) y compris : -l'ensemble des canalisations - alimentation -distribution - vidange trop plein -l'ensemble des pièces de raccordement selon plan joint - té - coude - vanne - flotteur. -béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour fondation et toute sujexion -une clôture grillagée de 2 m de haut de 10 m *10 m avec une porte métallique fermant à clé -système de dosage de chlore avec 2 pompes (1 en service + 1 de secours), un bac en plastique de capacité 1,5 m ³ équipé d'un agitateur y compris toutes les tuyauteries et câblage électrique -Etude géotechnique de la fondation	Ensemble	1	1700000 0	1700000 0
TOTAL IV					2435000 0
V. Système de pompage					

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

5.1	POMPE et ouvrages de captage Fourniture et pose d'un système de pompage comprenant : -Pièces de rechange pour 3 ans de fonctionnement -une pompe de type SP 11-11 avec un débit $Q=10 \text{ m}^3/\text{h}$ et une HMT de 50.41 m ; -le câblage nécessaire pompe ,pompe château d'eau, pompe groupe électrogène, l'ensemble contenu -dans une clôture grillagée de 2 mètres de hauteur de dimension 10 m * 10 m avec une porte métallique fermant à clé.	Forfait	1	5200000	5200000
5.2	Fourniture et pose de champ solaire de 15 PV de 250 W, connecteurs, 15 batteries de 250 A, Tableau de commande, câble de liaison, pièces de rechange, cadre en alu, supports au sol, plateforme en béton et toute sujexion	Forfait	1	1550000 0	1550000 0
5.3	Convertisseur de 6 KW	Forfait	2	700000	1400000
5.4	Onduleurs 10 KVA	Forfait	2	1200000	2400000
5.5	Coffret CU3	Forfait	2	75000	150000
TOTAL V					2450000 0
VI. FINITION ET DIVERS					
6.1.	Epreuve de conduite	Forfait	1	1100000	1100000
6.2.	Essai général du réseau	Forfait	1	1300000	1300000
6.3.	Désinfection du réseau	Forfait	1	2500000	2500000

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

		TOTAL VI			4900000
VII. Equipements annexes					
7.1	1. Le local pour le coffret et les commandes électriques et compteur	Forfait	1	1950000	1950000
7.2	Le bureau pour l'exploitant avec équipement complet: 1 bureau métallique avec 3 tiroirs à clef, 1 fauteuil, 4 chaises visiteurs, 1 armoire métallique de 1,20mx2,00mx0.40m associé au magasin pour stocker et mettre en sécurité les matériels et matériaux nécessaire à la gestion et à la maintenance du système. Equipements : 3 étagères de 2 m de large, 2 m de haut avec 60 cm de profondeur	Forfait	1	5000000	5000000
7.3	Des toilettes (2) pour le personnel et les visiteurs éventuels conformes au plan.	Forfait	1	1000000	1000000
7.4	Latrines VIP une fosse ventilées équipé	Forfait	2	500000	1000000
7.5	Clôture du terrain par un mur en agglos creux de 15 montés sur une fondation en béton armée suivant les conditions du terrain. Portillon de 1,20m Porte double battant 3,50m.Hauteurs portes, portails et grillage 1,6m Périmètre:200 m	Forfait	1	4500000	4500000
	TOTAL VII				1345000 0
VIII. Equipements électromécaniques					

8.1	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme équipée conformément au descriptif pour l'alimentation, la commande la temporisation au démarrage après plein château et marche à sec, le démarreur électronique, le comptage horaire, les signalisations et l'asservissement d'une électropompe immergée, y compris toute sujexion	u	1	1000000	1000000
8.2	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 5 x 6 mm ² entre l'inverseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe	m	15	5310	79650
8.3	câblette de terre Ø 29 mm ²	m	50	2950	147500
8.4	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 5x6mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir du coffret électrique, y compris toute sujexion	m	50	5310	265500
8.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x4 mm ² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujexion	m	80	4956	396480

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

8.6	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm ² pour l'asservissement surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujexion	m	10	1652	16520
8.7	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm ² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujexion	m	270	2124	573480
8.8	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipé de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage y compris toute sujexion	u	1	289100	289100
8.9	Fourniture et pose d'un avertisseur sonore, y compris toute sujexion (blocage, marche à sec, plein château)	u	1	53100	53100
8.10	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u	3	26550	79650
8.11	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toute sujexion	u	1	265500	265500
8.12	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujexion	u	1	265500	265500

Etude de réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié dans le village de Bodialedaga, commune de Léna, région des Hauts-Bassins.

8.13	Fourniture et installation de valve à flotteur, pose de câble enterré de 3X2,5 mm ² , grillage avertisseur,	ens.	1	702100	702100
8.14	Installation électrique d'éclairage des locaux, câbles 3 x 2,5 mm ² et canalisations, prises, réglettes et toute sujexion	ens.	1	383500	383500
TOTAL IX					4517580
IX. Formation et suivi					
9.1	Formation des responsables d'exploitation et leur suivi pendant la période de garantie (cf. CCTP)	u	1	3000000	3000000
TOTAL IX					3000000

MONTANT TOTAL HORS TVA	130 522 400
MONTANT DE LA TVA	23 494 032
MONTANT TOTAL FCFA TTC	154 016 432