



**ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE DE REALISATION
D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE
SIMPLIFIEE DANS LA LOCALITE DE NAKABA,
COMMUNE DE BASKOURE, PROVINCE DU
KOURITENGA, REGION DU CENTRE-EST, BURKINA
FASO**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES
AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICILES

Présenté et soutenu publiquement le 17 Juillet 2024 par

SANOGO Aboubakar (20180041)

Directeur de Mémoire : Dr Angelbert Chabi BIAOU, enseignant-chercheur 2iE

Encadreur 2iE : Dr Moussa Diagne FAYE, enseignant-chercheur en hydraulique et hydrogéologie

Maitre de stage : Mr Germain MONE, ingénieur du génie rural

Structure d'accueil : Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prof Mahamadou KOITA

Membres et correcteurs : Mr Souleymane OUEDRAOGO

Mr Hilaire SAWADOGO

Promotion [2023 /2024]

DEDICACE

Ce mémoire est dédié :

- A mon père SANOGO Moumouni, pour son soutien indéfectible, ses conseils et ses encouragements constants tout au long de mon parcours académique.
- A ma mère KANTIONO Marie Marguerite, pour sa présence bienveillante, ses conseils et son soutien.
- A maman SANOGO Fourera, pour son soutien constant et ses encouragements.
- A mes chers frères et sœur pour leur encouragement constant et leur amour inconditionnel.
- Aux membres de ma famille pour leur soutien

Ce mémoire est aussi le fruit de vos efforts. Je vous en suis profondément reconnaissant.

Avec toute mon affection et ma gratitude.

REMERCIEMENTS

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes et institutions qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire. Mes remerciements sont adressés particulièrement :

- A l'ensemble des enseignants et le personnel administratif de l'institut 2iE dont les enseignements, l'accompagnement et la bienveillance ont fortement contribué à mon développement académique et personnel.
- A mon Directeur de Mémoire Dr Angelbert Chabi BIAOU enseignant-chercheur au 2iE, à qui je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour son encadrement et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail.
- A mon encadreur Dr Moussa Diagne FAYE, enseignant-chercheur en hydraulique et hydrogéologie pour ses conseils éclairés, son soutien constant et ses encouragements tout au long de cette étude. Sa rigueur académique et sa disponibilité ont été essentielles à la réussite de ce travail.
- A mon maitre de stage Mr Germain MONE, ingénieur du génie rural, pour son encadrement et son soutien tout au long de cette expérience professionnelle. Sa disponibilité, ses conseils avisés et son expertise ont grandement contribué à la réussite de ce stage.
- A Mr Ali SAHAD pour m'avoir accompagné dans la rédaction et la finalisation de mon mémoire.
- A la DGEP pour avoir répondu favorablement à ma demande de stage et me permettant ainsi de rédiger mon mémoire de fin d'études.

Mes remerciements également envers toutes les personnes non citées qui ont contribué de quelque manière que ce soit à la réalisation de ce mémoire. Votre soutien a été essentiel à l'accomplissement de ce projet.

RESUME

Situé dans la commune de Baskouré, province du Kouritenga dans la région du Centre-Est au Burkina Faso, le village de Nakaba fait face à des défis importants en matière d'accès à l'eau potable. Pour remédier à cette situation, un projet d'adduction d'eau potable est envisagé, nécessitant une étude de faisabilité technique préalable.

Cette étude propose l'installation d'un forage équipé d'une pompe immergée avec un débit de **9 m³/h**. L'eau sera acheminée via une conduite de refoulement en **PEHD PN16 DN90** de **3035,8 ml** vers un réservoir métallique de forme cylindrique de **80 m³**, situé à **10 m** de hauteur du sol. Le volume de ce château d'eau est calculé sur la base de la demande journalière de pointe, estimée à **172,95 m³/j**. Cette estimation repose sur des consommations spécifiques quotidiennes de **15 l/j/habitant** pour les bornes fontaines et **20 l/j/habitant** pour les branchements privés, pour une population projetée de **7147 habitants** en 2040, ainsi que sur divers coefficients de pointe. Depuis le réservoir, l'eau sera distribuée par un réseau ramifié composé de conduites **PEHD PN10**, totalisant **16 971,4 ml**. Ce réseau permettra de desservir, à terme, **7 bornes fontaines** équipées de **3 robinets** chacune et **429 branchements privés**. Le coût total du projet est estimé à **367 276 558 F CFA**. Le système sera alimenté par une combinaison d'énergie photovoltaïque et d'électricité fournie par la SONABEL. Pour la désinfection, le chlore sera utilisé en raison de ses propriétés et de sa facilité d'utilisation. La gestion des infrastructures sera confiée à un opérateur sous contrat d'affermage. Les impacts environnementaux du projet ainsi que les mesures d'atténuation et de bonification seront abordés dans une notice d'impact environnemental. Le prix de vente de l'eau est fixé à **450 F CFA par mètre cube**.

Mots clés :

-
- 1-Adduction en eau potable
 - 2- Consommation spécifique
 - 3- Contrat d'affermage
 - 4- Réseau ramifié
 - 5- Réservoir

ABSTRACT

Located in the commune of Baskouré, Kouritenga province in the Centre-East region of Burkina Faso, the village of Nakaba faces significant challenges in accessing drinking water. To address this issue, a potable water supply project is planned, requiring a preliminary technical feasibility study.

This study proposes the installation of a borehole equipped with a submersible pump with a flow rate of **9 m³/h**. Water will be conveyed through a **PEHD PN16 DN90** pipeline, 3035,8 meters long, to a cylindrical metal reservoir with a capacity of **80 m³**, situated 10 meters above the ground. The volume of this water tower is calculated based on the peak daily demand, estimated at **172.95 m³/day**. This estimation is based on specific daily consumptions of **15 liters/day per inhabitant** for water fountains and **20 liters/day per inhabitant** for individual connections, for a projected population of **7147 inhabitants** by 2040, along with various peak coefficients. From the reservoir, water will be distributed through a branched network consisting of **PEHD PN10** pipes, totaling 16971,4 meters in length. This network will eventually serve **7 water fountains**, each equipped with 3 taps, and **429 individual connections**. The total cost of the project is estimated at **367 276 558 CFA francs**. The system will be powered by a combination of photovoltaic energy and electricity supplied by SONABEL. Chlorine will be used for disinfection due to its properties and ease of use. The management of the infrastructure will be entrusted to an operator under a lease contract. The environmental impacts of the project, along with mitigation and enhancement measures, will be addressed in an environmental impact statement. The price of water will be set at **450 CFA francs per cubic meter**.

Key words:

-
- 1- Potable water supply
 - 2- Specific consumption
 - 3- Lease contract
 - 4- Branched network
 - 5- Reservoir

LISTE DES ABBREVIATIONS

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

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEPS : Alimentation en Eau Potable Simplifiée

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Particulier

CEG : Collège d'Enseignement Général

CSPS : Centre de Santé et de Promotion Sociale

DGEP : Direction Générale de l'Eau Potable

Dint : Diamètre intérieur

DN : Diamètre Nominal

Dth : Diamètre théorique

ENEC : Enquête Nationale sur les Effectifs du Cheptel

Hmax : Hauteur maximale

HMT : Hauteur Manométrique Totale

INOH : Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

MEEA : Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

PAEP-CE : Programme d'Approvisionnement en Eau Potable de la région du Centre-Est

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PMA : Pression Maximale Admissible

PMH : Pompes à Motricité Humaine

PN : Pression Nominale

PN-AEP : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable

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

SONABEL : Société Nationale d'Electricité du Burkina

TN : Terrain Naturel

UBT : Unité de Bétail Tropical

SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABBREVIATIONS	v
SOMMAIRE	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
FICHE TECHNIQUE DU PROJET.....	xi
INTRODUCTION.....	1
I PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.	2
I.1 Présentation de la structure d'accueil.....	2
I.2 Présentation de la zone d'étude.....	4
II PRESENTATION DU PROJET	11
II.1 Contexte et problématique	11
II.2 Objectifs	12
II.3 Résultats attendus.....	12
II.4 Etat des lieux des sources d'approvisionnement en eau de la zone d'étude	13
III METHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	17
III.1 Méthodologie	17
III.2 Matériels utilisés	19
IV ETUDE TECHNIQUE	20
IV.1 Méthodologie de dimensionnement.....	20
IV.2 Résultats du dimensionnement.....	36
IV.3 Composants hydrauliques et ouvrages annexes	53
V ETUDE FINANCIERE	56
V.1 Estimation de la capacité à payer	56
V.2 Estimation du cout du projet.....	58
V.3 Estimation du prix du mètre cube d'eau	59
VI MODE DE GESTION	61
VII NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	62
VII.1 Cadre législatif régissant les normes internationales	62

VII.2	Identification de la catégorie d'impact du projet.....	63
VII.3	Impacts et mesures d'atténuation	64
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....		67
BIBLIOGRAPHIE		68
ANNEXES		I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Estimation de la population et répartition selon le sexe	7
Tableau 2: Répartition de la population selon l'âge	8
Tableau 3: Estimation du cheptel de la localité	9
Tableau 4: Répartition des ouvrages dans les différents quartiers de la localité	13
Tableau 5: Contraintes majeures rencontrées par la population pour son approvisionnement	15
Tableau 6: Evolution du taux de desserte jusqu'à l'horizon du projet	21
Tableau 7: Estimation du coefficient de pointe horaire selon la taille de la population.....	24
Tableau 8: Estimation des besoins domestiques journaliers au cours du projet.....	36
Tableau 9: Estimation de la demande journalière de pointe au cours du projet.....	37
Tableau 10: Estimation du débit de pointe horaire au cours du projet	38
Tableau 11: Estimation du débit d'adduction.....	39
Tableau 12: Dimensionnement de la conduite d'adduction	40
Tableau 13: Vérification et risque du coup de bélier.....	41
Tableau 14: Dimensionnement du réseau de distribution	42
Tableau 15: Récapitulatif des longueurs des différentes conduites.....	48
Tableau 16 : Caractéristiques du réservoir	50
Tableau 17: Caractéristiques de la pompe immergée	50
Tableau 18: Paramètres permettant la détermination du point de fonctionnement	51
Tableau 19: Dimensionnement du champ photovoltaïque	52
Tableau 20: Estimation du besoin en chlore pour le traitement	53
Tableau 21: Dépenses moyennes pour l'eau à partir des cotisations annuelles	57
Tableau 22: Récapitulatif du cout du projet	58
Tableau 23: Estimation du prix de revient du mètre cube d'eau.....	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de la DGEP	3
Figure 2: Carte de localisation de Nakaba	4
Figure 3: Carte des sols de la région du Centre-Est	5
Figure 4: Carte représentant l'hydrographie de la région du Centre-Est	7
Figure 5: Schéma de la pompe doseuse DOSATRON	35
Figure 6: Estimation du renforcement de la ressource en eau.....	40
Figure 7: Simulation du réseau sur Epanet.....	48
Figure 8: Comparaison des pressions calculées et simulées	49
Figure 9 : Comparaison des vitesses calculées et simulées.....	49
Figure 10: Point de fonctionnement de la pompe immergée.....	51

FICHE TECHNIQUE DU PROJET

LOCALISATION	
Pays	Burkina Faso
Région	Centre-Est
Province	Kouritenga
Commune	Baskouré
Village	Nakaba
DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES	
Population en 2019 (hbts)	3897
Population en 2040 (hbts)	7147
Taux d'accroissement communal (%)	2,93
Consommation spécifique BF (l/hbt/j)	15
Consommation spécifique BP (l/hbt/j)	20
Demande du jour de pointe en 2040 (m ³ /j)	172,95
RESSOURCE EN EAU (FORAGE)	
Débit d'exploitation (m ³ /h)	9
Cote du terrain naturel (m)	333,34
Cote du niveau dynamique (m)	302,4
Niveau dynamique (m)	30,94
RESERVOIR	
Nature	Métallique de forme cylindrique
Capacité (m ³)	80
Cote du terrain naturel (m)	349,58
Hauteur sous radier (m)	10
POMPE IMMERGEE	
Marque et modèle	GRUNFOS SP 9-16
Débit (m ³ /h)	9
HMT (m)	80
Puissance (kW)	3,819
RESEAU D'ADDITION	
Nature	PEHD PN16
Diamètre nominal (mm)	90
Longueur totale (m)	3035,8
RESEAU DE DISTRIBUTION	
Nature	PEHD PN10
Diamètres nominaux (mm)	63 ; 90 ; 110 ; 160
Longueur totale (m)	16971,4
POINTS DE DESSERTE	
Bornes fontaines	Au nombre de 7 avec 3 robinets par BF
Branchements privés	Au nombre de 429
SOURCE D'ENERGIE	
Energie photovoltaïque	24 modules photovoltaïques de 250 Wc
Energie électrique public	SONABEL
MODE DE GESTION	
Par affermage	
DONNEES ECONOMIQUES	
COUT DU PROJET (F CFA)	367 256 558
PRIX DE VENTE DU METRE CUBE D'EAU (F CFA/m ³)	450

INTRODUCTION

L'eau est une ressource essentielle à la vie et à la santé de chaque individu. Son accès est un droit fondamental, et sa disponibilité en quantité et en qualité adéquates est cruciale pour le bien-être des communautés. Cependant, dans de nombreuses régions du monde, l'accès à une eau potable sûre et propre demeure un défi majeur. Cette pénurie affecte une grande partie du continent, y compris le Burkina Faso. En 2015, le taux d'approvisionnement en eau potable était de 65% dans les zones rurales et de 74% dans les zones urbaines du Burkina Faso[1]. Face à cette situation préoccupante, le gouvernement burkinabé a élaboré le Plan National d'Approvisionnement en Eau Potable PN-AEP 2016-2030, en alignement avec l'Objectif 6 des Objectifs de Développement Durable (ODD) des Nations Unies adoptés en septembre 2015. Cet objectif vise à "garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer la gestion durable des ressources en eau".

Afin de répondre de manière durable aux besoins en eau potable des populations, l'État et ses partenaires au développement ont entrepris des actions à travers le pays pour mettre en œuvre des projets d'approvisionnement en eau potable (AEP). Dans cette optique, le gouvernement du Burkina Faso, avec le soutien financier de la Belgique, envisage de mettre en place des initiatives visant à résoudre le problème d'accès à l'eau potable dans les villages ayant un faible taux d'approvisionnement en eau dans la région du Centre-Est, à travers le Projet d'Approvisionnement en Eau Potable du Centre-Est (PAEP-CE). Ce projet vise à soutenir le gouvernement dans l'amélioration de la qualité de la desserte en eau potable, l'accès à l'assainissement et le renforcement des capacités de gestion du secteur.

Dans le cadre du PAEP-CE, un projet a été lancé pour la mise en place d'un système d'alimentation en eau potable dans la localité de Nakaba, située dans la commune de Baskouré, province du Kouritenga. L'objectif de la présente étude est de réaliser une étude de faisabilité technique pour ce système, en se basant sur les termes de référence, une étude socioéconomique et des données topographiques. Plus spécifiquement, cette étude vise :

- A évaluer les besoins en eau de la population de Nakaba ;
- A concevoir un système d'AEPS en dimensionnant les ouvrages et réseaux hydrauliques nécessaires ;
- A estimer le coût des travaux et à élaborer une notice d'impact environnemental et social.

I PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1 Présentation de la structure d'accueil

La Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) fait partie des départements du Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA). Sa principale mission est de concevoir et de superviser la mise en œuvre des politiques et des stratégies nationales dans le domaine de l'eau potable, en coordination avec les entités du ministère, les autres ministères, les collectivités locales, les organisations de la société civile et d'autres parties prenantes. Elle a été établie conformément au décret n°2016-342/PRES/PM/MEA du 04 Mai 2016, qui organise le MEEA en vertu des articles 43 et 44 dudit décret. La DGEP est composée des directions techniques suivantes :

- La Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP) ;
- La Direction de la Programmation et du Suivi Évaluation (DPSE).

En plus des directions techniques, la DGEP comprend des structures de soutien, des projets ou programmes spécifiques de développement qui lui sont rattachés et placés sous sa responsabilité. Cela inclut notamment :

- Le Secrétariat de Direction ;
- Le Service Administratif Financier (SAF) ;
- Le Service d'Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage Communale (SAMOC) ;
- La Cellule Informatique (CI) ;
- La Cellule de Communication (CC) ;
- Les structures, projets et programmes affiliés.

Ci-dessous, cet organigramme présente la structure de fonctionnement de la DGEP :

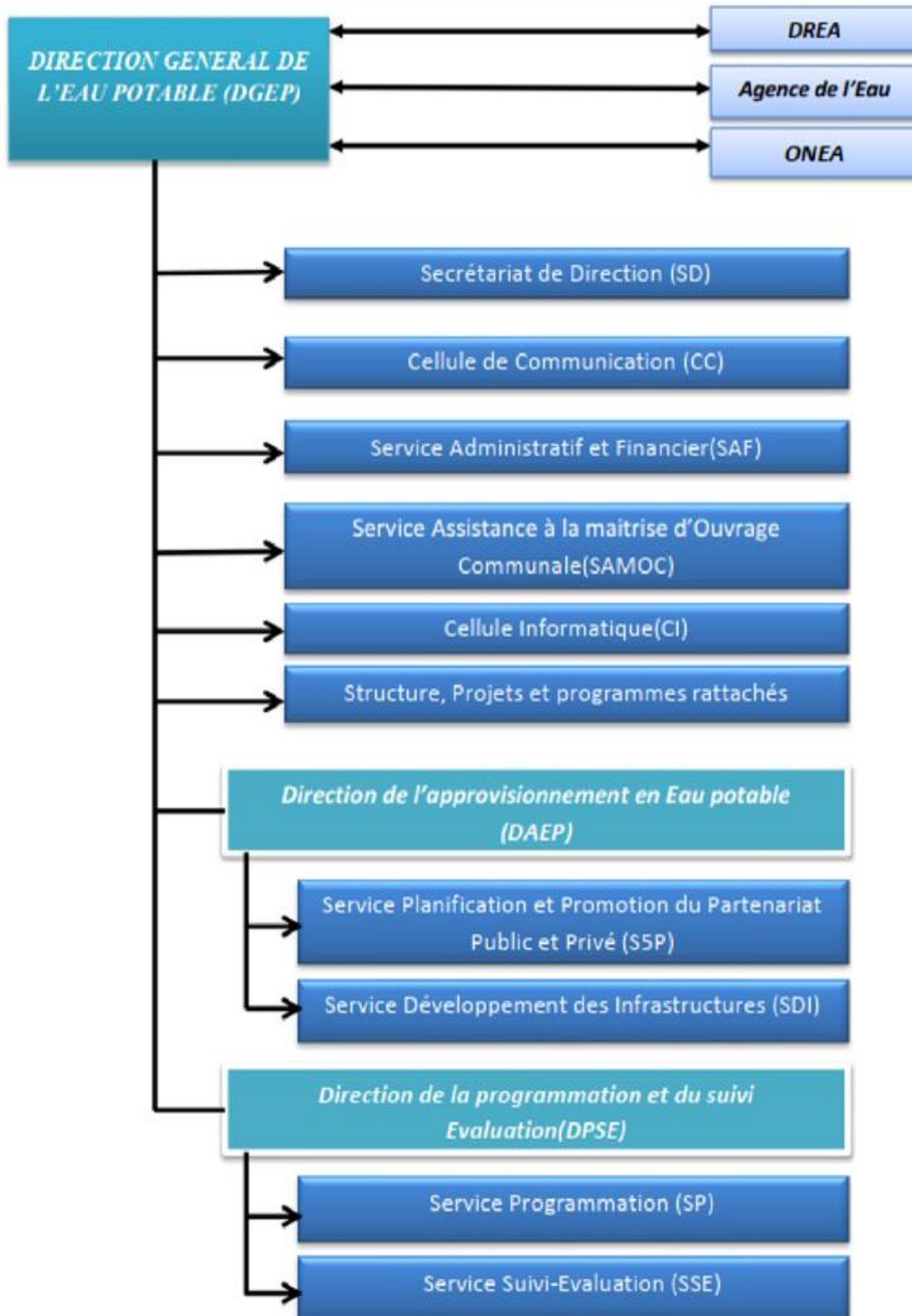


Figure 1: Organigramme de la DGEP

I.2 Présentation de la zone d'étude

I.2.1 Situation géographique

La localité de Nakaba est située dans la commune de Baskouré, dans la province du Kouritenga, dans la région du Centre-Est au Burkina Faso. En effet, le village de Nakaba est situé à 25 km de Koupéla, le chef-lieu de province et de 9 km de Baskouré, le chef-lieu de commune. Le village est également distant de 70 km de Tenkodogo le chef-lieu de région et de 165 km de Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso.

Le village de Nakaba est limité :

- A l'Est par Sampongo (situé à 6 km) et Koabdin (situé à 2 km) ;
- A l'Ouest par Balgo (situé à 2 km), Komsilga (situé à 2,5km) et Woundougou (situé à 2km) ;
- Au Nord par Sambga (situé à 9km), Younghin (situé à 7 km), Siré (situé à 7 km) ;
- Au Sud par Nondo (situé à 1 km) et Kabeiga (situé à 5 km) ;

Ci-dessous le plan de localisation du village de Nakaba dans la commune de Baskouré :

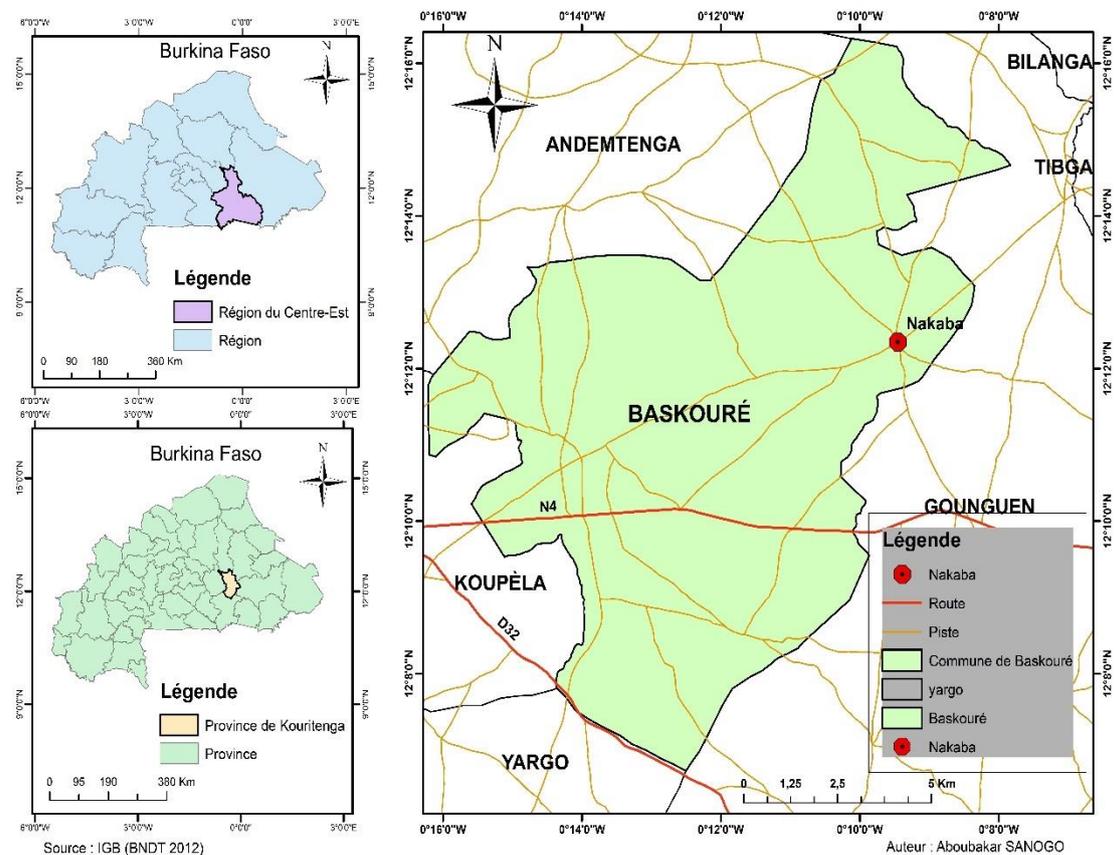


Figure 2: Carte de localisation de Nakaba

I.2.2 Caractéristiques physiques du milieu

I.2.2.1 Relief et sols

Le relief est caractérisé par une morphologie très plane dans son ensemble avec une altitude moyenne comprise entre 300 et 350 m. C'est une zone où l'on rencontre majoritairement des plateaux qui occupent 80 % de la province.

Les sols rencontrés sont principalement :

- des sols sableux en surface, sablo-argileux en profondeur ;
- des sols argilo-sableux à argileux en surface, argileux en profondeur ;
- des sols à textures variables : sableux, argileux, gravillonnaires ;
- des sols sableux ou gravillonnaires, parfois sur roche dure ;[4]

La figure suivante caractérise plus globalement les types de sols rencontrés dans la région du Centre-Est.

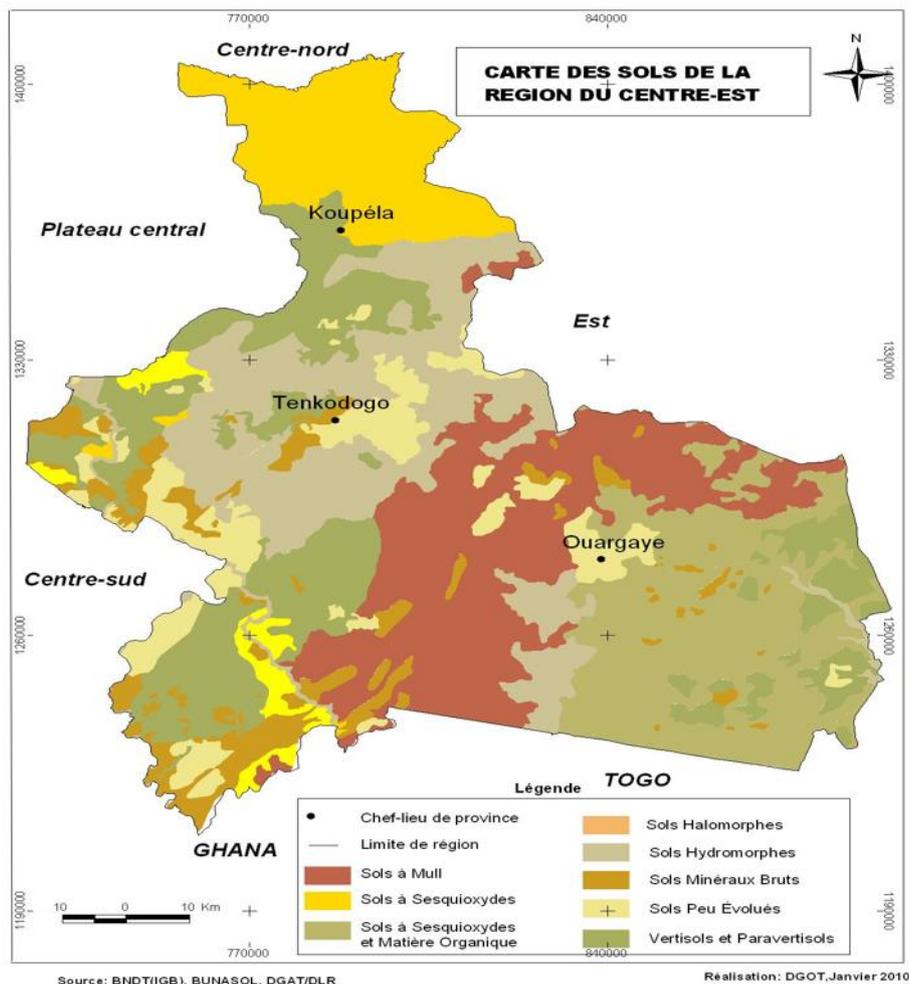


Figure 3: Carte des sols de la région du Centre-Est

I.2.2.2 Climat

La localité est traversée par un climat nord-soudanien, parfois désigné sous le terme de climat sahélien, caractérisé par son caractère semi-aride. Ce type de climat se distingue par des températures élevées et des précipitations limitées. En effet, on y observe deux saisons principales : une saison sèche et une saison des pluies. Les températures moyennes annuelles avoisinent les 28°C, avec des variations entre 22°C et 32°C. L'insolation, d'une moyenne de 7 à 8 heures par jour, est significative. L'humidité atmosphérique est généralement faible à modérée. En ce qui concerne les précipitations, elles se situent annuellement entre 750 et 1000 millimètres[5].

I.2.2.3 Végétation

Les formations végétales de la localité de Nakaba sont entièrement comprises dans le secteur phytogéographique nord-soudanien. On rencontre essentiellement :

- Une savane herbeuse et arbustive caractérisée par de vastes étendus d'herbes hautes et de buissons dispersés. Les espèces végétales dominantes sont : *Anogeisus leiocarpus*, *Butyrospermum parkii*, *combretumsp* ;
- Le tapis herbacé continu et dense est constitué d'andropogonées ;
- Une forêt galerie de faible étendue qui borde les principales étendues d'eau ;[5]

I.2.2.4 Hydrographie

- Les eaux de surface : la région est drainée par un réseau hydrographique dense. Cinq bassins versants se partagent la région ; il s'agit des bassins de la Nouhao, de la Sirba, du Nakambé, du Oualé et du Nazinon. Les cours d'eau de la Sirba coulent vers le Niger, tandis que les autres coulent vers le sud. Sur ce réseau hydrographique on compte 69 plans d'eau (retenues et plan d'eau naturels). La superficie totale couverte par ces plans d'eau est de 26 086 ha. De plus, la région abrite la plus grande infrastructure hydraulique du pays : le barrage de Bagré.[4]
- Les eaux souterraines : Le domaine hydrogéologique cristallin constitue plus de 90% de la superficie de la région. Les niveaux aquifères y sont très influencés par les aléas climatiques et les pollutions. A la fin du mois de mars, la plupart des puits qu'ils alimentent sont taris. La région du Centre Est dispose de 3230 millions de m³ d'eaux souterraines dont 330 millions sont renouvelables.[4]

La carte illustrant le réseau hydrographique de la région est donnée ci- dessous :

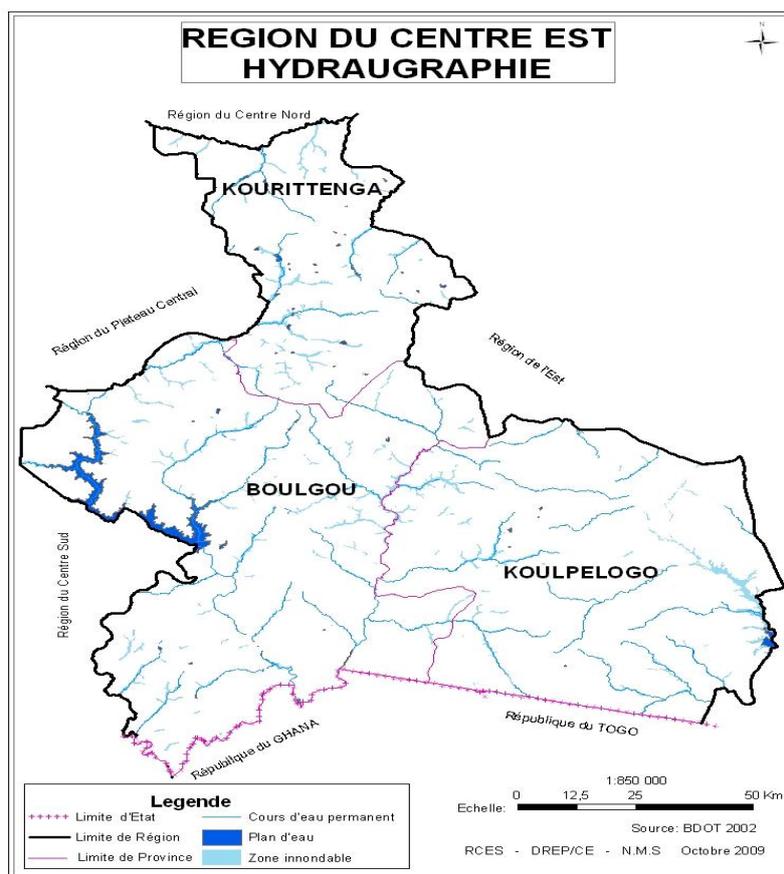


Figure 4: Carte représentant l'hydrographie de la région du Centre-Est

I.2.3 Situation démographique

D'après le RGPH 2019, la population de la localité de Nakaba est de 3897 habitants répartis entre 613 ménages. On note une taille moyenne de 6 habitants par ménage ainsi qu'un taux d'accroissement annuel qui est estimé à 2,93 %.

Tableau 1: Estimation de la population et répartition selon le sexe

Entité géographique	Population résidente					
	Nombre de Ménages	Taille du ménage	Hommes	Femmes	Total	% Femmes
Nakaba en 2019	613	6	1696	2201	3897	56,4
Nakaba en 2022	708	6	1849	2400	4250	56,4

Source : RGPH 2019 extrapolation faite au taux d'accroissement annuel communal de 2,93%

L'analyse de la situation démographique de la population montre que la tranche d'âge de 0 à 14 ans représente 51,37 %, celle de 14 à 64 ans 42,65 % et celle des plus de 65 ans 5,98 %. Ce qui

montre que la population est majoritairement jeune et cela offre de bonnes perspectives pour les futures activités de développement avec une main d'œuvre locale

Tableau 2: Répartition de la population selon l'âge

Entité géographique	Population résidente			
	0-14 ans	15-64 ans	65 ans ou +	Age N.D.
Nakaba en 2019	2002	1662	233	-
Nakaba en 2022	2183	1812	240	-
Proportions des tranches d'âges	51,37%	42,65%	5,98%	-

Source : RGPH 2019 extrapolation faite au taux d'accroissement annuel communal de 2,93%

I.2.4 Activités économiques

I.2.4.1 Agriculture

Il s'agit d'une agriculture extensive tournée vers l'auto consommation. Cependant, les surplus dégagés permettent de soutenir un commerce dynamique de produits agricoles variés (céréales, oléagineux, légumineuses, manioc etc.). La culture du coton a été abandonnée. Le maraîchage se pratique difficilement surtout en saison sèche car il n'y a pas de retenue d'eau.

I.2.4.2 Transformation agro-alimentaire

La localité de Nakaba est un centre d'activités de transformation, principalement menées par les femmes. Ci-dessous, les principales activités :

- Préparation de mil germé : environ 100 femmes participent régulièrement à cette activité pendant au moins 6 mois de l'année, préparant entre 5 et 10 sacs de 100 kg par mois chacune ;
- Préparation de dolo : environ 80 femmes sont actives dans ce domaine. Le dolo est particulièrement disponible les jours de marché et régulièrement les autres jours dans la localité ;
- Production de beurre de karité : La production a diminué ces dernières années en raison de la baisse du nombre d'arbres et de la réduction de leur rendement. Une trentaine de femmes sont impliquées dans cette activité ;
- Production de soubala : Cette activité est très développée dans la région. Les produits, notamment la poudre jaune de néré et les grains, sont commercialisés sur les principaux marchés environnants et au-delà. Au moins une centaine de femmes à Nakaba se consacrent à la préparation du soubala à partir des graines ;

I.2.4.3 Elevage

Le cheptel de la localité est important. L'élevage, dans la commune, est caractérisé d'une part, par l'existence d'un cheptel constitué de petits ruminants, de volaille et d'autre part, par un système d'exploitation à dominance extensif avec une faible productivité.

Selon les projections faites à partir des données de la deuxième ENEC en 2009, les estimations en 2022 donnent les effectifs suivants par espèce (nombre de têtes).

Tableau 3: Estimation du cheptel de la localité

Espèces	Taux de croissance	2009	2022
Bovins	2,3%	1 075	1 445
Ovins	3%	2 214	2 975
Caprins	3%	3 542	4 760
Porcins	2%	506	680
Asins	2%	316	425
Equins	1%	3	4
Volaille	3%	8 854	11 900
UBT en 2022	-	-	2201,25

Source : Estimation SERAT/CACI-C - Juillet 2022

I.2.4.4 Autres activités rencontrées

La localité abrite quelques activités que l'on rencontre essentiellement dans le centre de Nakaba. Ce sont :

- L'artisanat dit traditionnel qui regroupe les activités comme le tissage, la poterie, la sculpture sur bois, la vannerie... ;
- En outre, nous avons des activités de type urbain. Il s'agit essentiellement de la mécanique pour cycle (surtout), la maçonnerie, la soudure, la menuiserie ;
- La préparation de mets cuisinés et de jus naturels pour la vente qui s'est beaucoup développée ces dernières années. On y rencontre des restaurants réguliers (environ 15 les jours de marché) et des points de vente de jus naturels (environ une dizaine) ;

I.2.5 Infrastructures sociales

La localité est en plein développement, notamment le centre de Nakaba. La localité de Nakaba abrite au total les services administratifs suivants :

- Un CSPS ;
- Une école de 6 classes ;
- Un CEG ;
- Une mission catholique ;
- Une assemblée de Dieu ;
- Trois mosquées.

II PRESENTATION DU PROJET

II.1 Contexte et problématique

Le Burkina Faso, situé en Afrique de l'Ouest, est confronté à d'importants défis en matière d'approvisionnement en eau potable. Le pays, caractérisé par un climat sahélien et nord-soudanien, subit de longues saisons sèches et des précipitations irrégulières, exacerbant la pénurie d'eau. Cette situation est aggravée par une croissance démographique rapide, une urbanisation croissante et les effets du changement climatique, qui accentuent les pressions sur les ressources hydriques limitées du pays.

Au Burkina Faso, l'approvisionnement en eau potable en milieu rural et semi urbain est assuré principalement par des puits modernes, des forages et des borne fontaines. En 2021, on dénombre 72369 Points d'Eau Modernes (PEM), dont 63984 forages et 8385 puits modernes avec un taux de fonctionnalité de 90,9 %. On dénombre également un total de 2867 systèmes d'AEP réalisés avec un taux de fonctionnalité 87,1 %. Les différents programmes d'approvisionnements en eau potable mis en place par l'Etat et ses partenaires financiers ont permis de faire évoluer le taux d'accès en eau potable de 63% en 2012 à 69,5 % en 2021[2].

Dans la région du Centre-Est où se situe la localité de Nakaba, le taux d'accès en eau potable en milieu rural est de 79,2 % en 2022[3]. Ce taux est inférieur à celui visé par le PN-AEP 2016-2030 qui est de 100 %[1]. C'est ainsi que la région du Centre-Est a bénéficié dans le cadre du Programme d'Approvisionnement en Eau Potable du Centre-Est (PAEP-CE) d'un financement pour la réalisation de systèmes d'AEPS notamment dans la localité de Nakaba.

En effet, Nakaba est une localité de 3897 habitants (RGPH 2019) qui relève de la commune de Baskouré, province du Kouritenga. La localité rencontre des problèmes pour assurer son approvisionnement en eau potable. Ce sont principalement les faibles quantités d'eau débitées par les PMH, la mauvaise répartition des points d'eaux qui rend la corvée d'eau harassante et le tarissement des eaux de surface en saison sèche entrain une plus grande utilisation des PMH ; ce qui occasionne des pannes fréquentes et une augmentation du temps d'attente au niveau des PMH.

Face à de telles contraintes, comment peut-on améliorer l'accès à l'eau potable de la population de Nakaba ? Par quel modèle de gestion peut-on assurer la durabilité des ouvrages à mettre en place ?

II.2 Objectifs

II.2.1 Objectif principal

L'objectif général visé par ce projet est de contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable par la réalisation d'un système d'AEPS dans la localité de Nakaba. En d'autres termes, il s'agira de permettre à la commune de disposer des éléments et des garanties nécessaires pour la réalisation et la gestion d'un système d'AEPS future dans la localité de Nakaba.

II.2.2 Objectifs spécifiques

Plus précisément, les objectifs seront les suivants :

- Réaliser un état des lieux des infrastructures hydrauliques existantes et proposer une étude de faisabilité technique pour un système d'AEPS adapté aux besoins en eau de la population ;
- Définir un mode de gestion des infrastructures et évaluer le coût du système d'AEPS, incluant une étude de rentabilité pour fixer le prix du mètre cube d'eau ;
- Évaluer les impacts environnementaux et sociaux du projet à travers une notice d'impact environnemental, et proposer des mesures d'atténuation et de bonification.

II.3 Résultats attendus

Les résultats attendus à l'issue de cette étude sont spécifiquement :

- Un inventaire détaillé des infrastructures hydrauliques actuelles dans la localité ;
- Une conception technique détaillée d'un système d'adduction en eau potable simplifiée (AEPS), incluant les spécifications de la ressource en eau, de la pompe, des conduites, et du réservoir d'eau ;
- De recommandations sur le mode de gestion optimal pour les nouvelles infrastructures ;
- Une estimation des coûts d'investissement nécessaires pour la mise en place du système d'AEPS, incluant les coûts de construction, d'équipements et une analyse de rentabilité du système avec une proposition de tarification du mètre cube d'eau pour couvrir les coûts opérationnels et de maintenance ;

- Une notice d'impact environnemental détaillant les effets potentiels du projet sur l'environnement local, incluant l'utilisation des ressources en eau, les impacts sur la biodiversité, et les risques de pollution.

II.4 Etat des lieux des sources d'approvisionnement en eau de la zone d'étude

Les ménages de la localité de Nakaba font principalement appel aux forages équipés de PMH pour leur approvisionnement en eau potable.

Le tableau suivant nous montre la répartition des différents ouvrages dans les différents quartiers de la localité :

Tableau 4: Répartition des ouvrages dans les différents quartiers de la localité

N°	Quartiers	Nombre de forage	Pompes fonctionnelles	Ecole/lycée/CE G		Centre de santé	
				Forage	Pompe fonct.	Forage	Pompe fonction.
NAKABA							
1	Nakaba centre	3	2	2	1	1	1
2	Birghin	4	4	1	1	-	-
3	Narabodin	2	2	-	-	-	-
4	Touerboulin	1	1			-	-
5	Barguiongo	3	3	1	1	-	-
6	Tampousghin	3	3	-	-	-	-
7	Saabin	1	0	-	-	-	-
8	Wamboulin	1	1	-	-	-	-
9	Kinsabla	1	1	-	-	-	-
10	Toessin	2	2	-	-	-	-
11	Saaptenga	0	0	-	-	-	-

N°	Quartiers	Nombre de forage	Pompes fonctionnelles	Ecole/lycée/CE G		Centre de santé	
				Forage	Pompe fonct.	Forage	Pompe fonction.
12	Salamin	2	2				
13	Wemtenga	1	1				
14	Bantakuy	0	0				
15	Siré	2	2				
-	Total	26	24	4	3	1	1

Source : Enquêtes SERAT/CACI-C - Juillet 2022

Le site compte 26 forages équipés de PMH dont 24 pompes sont fonctionnelles. Quatre PMH sont destinés prioritairement à l'établissement d'enseignement et au CSPS. L'on note également une mauvaise répartition des PMH à l'intérieur des différents quartiers du village.

En outre, L'on dénombre 7 puits à grand diamètre et une douzaine de puits traditionnels mal répartis dans le village et en mauvais état. De plus, ces puits sont tous tarissables en saison sèche.

Bien que le taux d'accès à l'eau soit de 100 %[3], les sources d'approvisionnement en eau potable à Nakaba de l'avis des populations sont insuffisantes et ne facilitent pas leur approvisionnement. C'est ainsi qu'elles avancent des contraintes majeures dans leur mode actuel d'approvisionnement eau potable. Le tableau ci-dessous illustre cela plus en détail.

Tableau 5: Contraintes majeures rencontrées par la population pour son approvisionnement

N°	Contraintes	Nombre de ménages enquêtés	Proportion (%)
1	Eloignement du point d'eau	9	12,67
2	Inaccessibilité	0	0
3	Difficultés de puisage	0	0
4	Attentes au point d'eau	64	90,14
5	Pérennité du point d'eau	0	0
6	Qualité de l'eau	0	0
7	Panne fréquentes	10	14,08
8	Manque d'eau	0	0
9	Prix de l'eau	4	5,63
10	Propreté des abords	1	1,04
11	Donne des maladies	0	0
12	Des disputes	0	0

Source : Enquêtes SERAT/CACI-C - Juin 2022

Les personnes qui assurent la corvée d'eau au sein des ménages sont beaucoup sensibles à l'éloignement des points d'eau et aux longues attentes dues à l'insuffisance du nombre de pompes fonctionnelles et surtout au faible débit. Par ailleurs, il y a aussi le fait qu'au niveau des pompes, une seule personne puise tandis que les autres attendent jusqu'au remplissage de son ou ses récipients. Les PMH débitent de faibles quantités et donnent l'impression aux populations que les ressources en eau sont très limitées. La localisation des forages dépend des conditions techniques pour leur implantation. Il n'est pas souvent évident de réunir ces conditions pour implanter le forage à proximité des habitations. De ce fait les usagers sont

obligés de parcourir de longues distances pour aller au forage. La corvée d'eau devient alors très harassante non seulement à cause de la distance mais aussi pour le fardeau du portage (surtout à la tête). La qualité de l'eau n'est pas incriminée, et le prix de l'eau ne constitue un problème que pour 5,63% des ménages enquêtés[5].

III METHODOLOGIE DE CONCEPTION

III.1 Méthodologie

III.1.1 Recherche documentaire

La recherche documentaire est un processus de collecte, d'analyse et d'évaluation d'informations provenant de diverses sources documentaires dans le but de répondre à une question de recherche spécifique ou d'explorer un sujet donné. Dans notre contexte, cette démarche a nécessité la collecte et l'analyse de documents disponibles concernant la localité de Nakaba et plus largement la région du Centre-Est.

Ainsi, il est nécessaire de consulter des documents qui concerne :

- Le PN-AEP 2016-2030 ;
- Le Plan Communal de Développement sectoriel Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PCD-AEPA) ;
- Le rapport socio-économique produit à l'issu des enquêtes terrains qui permet de connaître les habitudes de consommation d'eau de la population ;
- Le RGPH 2019 ;
- La base de données de l'INOH notamment celui qui concerne l'année 2022 ;
- La Base Nationale de Données Topographiques (BNDT) et la Base Nationale de l'Occupation des Terres (BDOT);
- La base de données de l'Institut Géographique du Burkina (IGB);
- Le Décret N°2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateur d'accès à l'eau potable.

Aussi, nous avons analysé des documents traitant de la même thématique au niveau de la DGEP ainsi qu'au niveau de la bibliothèque de 2iE.

III.1.2 Visites et travaux de terrain

La première étape a été de recenser les quartiers, les concessions et les ménages résidant dans la localité.

Ensuite, nous avons identifié les sources d'approvisionnement en eau utilisées par la population. Les acteurs clés sollicités comprenaient les autorités coutumières et administratives, les services techniques et administratifs, ainsi que les Conseillers Villageois de Développement (CVD).

Après cela, une étude socio-économique a été entreprise afin d'évaluer les besoins en eau de la population. Cette phase a ciblé les ménages de la localité, avec un échantillon représentatif de 10%.

Les résultats des enquêtes ont mis en lumière et permis de collecter les informations suivantes :

- La configuration du centre urbain (ses secteurs et quartiers).
- La démographie locale (répartition par âge, sexe, population active, migrations, etc.).
- Les points d'eau existants et leur système de distribution.
- L'état de l'organisation et de la gestion des points d'eau.
- Les infrastructures sociales et économiques, telles que les écoles, les centres de santé, les marchés, les lieux de culte, etc.
- Les emplacements préférentiels pour l'installation des bornes-fontaines.
- Les mécanismes de fixation des tarifs de l'eau et de la collecte des paiements.
- Les conditions générales d'hygiène et de salubrité.
- Les capacités organisationnelles des habitants, y compris les associations locales existantes et leur dynamisme.
- La volonté et la capacité des habitants à contribuer financièrement.
- Les systèmes d'assainissement collectif disponibles.
- Les activités économiques nécessitant une utilisation importante de l'eau.

Les enquêtes ont permis d'avoir une compréhension approfondie des besoins en eau de la population et des défis auxquels elle est confrontée, ce qui a servi de base pour les recommandations et les actions futures.

En outre, les topographes ont réalisé une opération de reconnaissance du terrain et par la suite réaliser des levés topographiques détaillés pour cartographier la zone d'étude. Ces levés incluent les altitudes, les pentes, les obstacles naturels et artificiels, et autres caractéristiques pertinentes. Les levés topographiques sont essentiels pour concevoir un système de distribution et d'adduction efficace, de localiser le forage qui sera exploité, de déterminer l'emplacement du réservoir (point le plus haut afin de permettre un écoulement gravitaire) et d'identifier les points stratégiques pour l'installation des bornes-fontaines et réaliser les profils en long (écoulement gravitaire).

III.1.3 Analyse des données

La phase d'analyse des données permet de traiter les données collectées lors des visites et travaux de terrain. Ainsi, les données collectées ont permis de tracer les différents plans du réseau (réseau d'adduction et réseau de distribution) et de réaliser le profil en long pour le cheminement des conduites.

En outre, le réseau de distribution sera de type ramifié afin de réduire les coûts et de faciliter sa conception et son entretien. C'est aussi le type de réseau le plus répandu au Burkina Faso.

Le plan du réseau est présenté en Annexe 1.

III.2 Matériels utilisés

Afin de concevoir et dimensionner le système d'adduction en eau potable ainsi que de rédiger le mémoire, différents logiciels ont été utilisés :

- Word 2016 et Powerpoint 2016 respectivement pour la rédaction et la présentation et Excel 2016 pour les différents calculs et le dimensionnement du système AEP. Ces logiciels font partis du pack Office ;
- Google Earth pro pour l'appréciation de la dispersion spatiale des habitats et des ouvrages ;
- QGIS pour l'élaboration des cartes ;
- Autocad 2016 pour le tracé du réseau ;
- EPANET 2.0 pour la simulation du réseau ;
- Zotero pour la gestion des références bibliographiques.

IV ETUDE TECHNIQUE

IV.1 Méthodologie de dimensionnement

IV.1.1 Horizon du projet

Le système d'AEPS sera dimensionné pour une période de temps spécifique. En effet, en se basant sur les termes de référence l'horizon du projet sera l'an 2040. La durée du projet est de 16 ans en tenant compte de l'année 2024 comme date de début.

IV.1.2 Estimation de la population

L'estimation de la population est essentielle pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques. Ainsi, dans le cadre de notre étude, la formule de Thomas MALTHUS a été utilisée pour estimer la population à l'horizon du projet.

$$P_n = P_0 \times (1 + \alpha)^n$$

P_n : Population projetée à l'année n .

P_0 : Population de l'année de référence.

α : Taux d'accroissement annuel de la population.

n : durée du projet.

IV.1.3 Taux de desserte

Le taux de desserte représente la proportion de la population ayant accès à un système d'alimentation en eau potable. Il est estimé en faisant le rapport entre la population desservie sur la population totale de la localité. En ce qui concerne la localité de Nakaba, la population s'alimente essentiellement au niveau des PMH et on note un taux d'accès de 100 %.

La mise en place et l'adhésion de la population au système d'AEPS se fera de manière progressive et les forages équipés de PMH ne seront pas abandonnés. Ainsi, au terme du projet, une portion de la population continuera de s'approvisionner au niveau des PMH tandis que la grande majorité s'approvisionnera au niveau des bornes fontaines et des branchements privés.

Pour notre projet, le PN-AEP 2016-2030 servira de référentiel pour ce qui concerne le taux de desserte. En effet, il prévoit un taux de desserte du système AEP de 80%. Ainsi, une proportion de 80% de la population qui sera desservie par le système d'AEPS et 20% de la population restante s'approvisionnera au niveau des PMH.

Le tableau suivant illustre cela :

Tableau 6: Evolution du taux de desserte jusqu'à l'horizon du projet

Année	2019	2024	2030	2035	2040
Population totale (hbts)	3897	4502	5354	6186	7147
Taux d'accès	100%	100%	100%	100%	100%
Taux de desserte AEPS	0%	20%	80%	80%	80%
Taux de desserte PMH	100%	80%	20%	20%	20%
Taux de desserte BF	0%	12%	24%	22%	20%
Taux de desserte BP	0%	8%	56%	58%	60%

IV.1.4 Estimation des besoins en eau

IV.1.4.1 Consommation spécifique

La consommation spécifique représente la quantité d'eau utilisée par personne pour une période donnée. Elle est cruciale pour comprendre les habitudes d'utilisation et encourager des pratiques durables dans le cadre de la gestion de l'eau.

Dans le cadre de notre projet sur le village de Nakaba, cette consommation spécifique a été estimée à l'aide de données statistiques à travers le rapport socio-économique de la localité. Ainsi, on note une consommation spécifique moyenne de 15 l/hbt/j[5].

Pour la mise en place d'un système AEP, on s'appuie sur un ensemble de normes afin de sélectionner celle qui caractérisera le mieux la consommation spécifique de la localité concernée. Ainsi nous avons principalement :

- Le décret N°2019-204/PRE/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS. Décret portant « définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable » fixe les consommations spécifiques comme suit[6] :
 - 25 litres par personne par jour au niveau des bornes fontaines ;
 - 40 litres par personne par jour au niveau des branchements privés ;

- Le PN-AEP 2016-2030 qui est aligné sur les objectifs nationaux et internationaux de développement notamment l'Objectif 6 des Objectifs de Développement Durable (ODD) des Nations Unies fixe les consommations spécifiques comme suit[1] :
 - 15 litres par personne par jour au niveau des bornes fontaines ;
 - 20 litres par personne par jour au niveau des branchements privés ;

Notre choix s'est porté sur les recommandations du PN-AEP car il cadre avec la consommation spécifique estimée de la localité de Nakaba et permet ainsi de réduire le cout d'investissement.

IV.1.4.2 Besoins domestiques journaliers

Les besoins domestiques journaliers représentent la quantité d'eau nécessaire pour répondre aux exigences d'une population au cours d'une journée. Ils correspondent à la somme des besoins de la population au niveau des bornes fontaines ainsi que de ceux au niveau des branchements privés

$$BDj = \frac{P_{BF} \times CS_{BF} + P_{BP} \times CS_{BP}}{1000}$$

BDj : Besoins domestiques journaliers (m³/j).

P_{BF} : Population desservie au niveau des bornes fontaines (hbt).

P_{BP} : Population desservie au niveau des branchements privés (hbt).

CS_{BF} : Consommation spécifique au niveau des bornes fontaines (l/hbt/j).

CS_{BP} : Consommation spécifique au niveau des branchements privés (l/hbt/j).

IV.1.4.3 Besoins annexes

Les besoins annexes représentent la quantité d'eau nécessaire pour des activités indirectes ou complémentaires telles que le besoin en eau dans les lieux de culte, les marchés, les établissements scolaires et les centres de santé. Ils sont estimés à 10% des besoins domestiques journaliers.

$$Ba = 0,1 \times BDj$$

Ba : Besoins annexes (m³/j).

BDj : Besoins domestiques journaliers (m³/j).

IV.1.4.4 Besoin journalier moyen

Le besoin journalier moyen représente la quantité d'eau nécessaire en moyenne pour les besoins d'une localité. On le détermine en faisant la somme des besoins journaliers et des besoins annexes.

$$B_{jm} = B_{Dj} + B_a$$

B_{jm} : Besoin journalier moyen (m^3/j).

B_{Dj} : Besoins domestiques journaliers (m^3/j).

B_a : Besoins annexes (m^3/j).

IV.1.5 Variation de la demande en eau

Les variations de la demande en eau sont influencées par divers facteurs tels que les saisons, les activités économiques et les habitudes de consommation. Plusieurs coefficients permettent d'estimer l'impact de ces variations. Ce sont :

- Le coefficient de pointe journalier (C_{pj}) :

Il est utilisé pour optimiser les capacités durant les périodes de demande maximale. On le détermine en faisant le rapport entre la demande maximale quotidienne en eau et la consommation moyenne quotidienne du mois de pointe ($C_{pj} = \frac{D_{jp}}{D_{jmp}}$). Il est compris entre 1,05 et 1,15. Dans le cadre de notre étude, nous opterons pour une valeur de 1,1 ;

- Le coefficient de pointe horaire (C_{ph}) :

Le coefficient de pointe horaire montre les habitudes du consommateur au cours de la journée. Le coefficient de pointe horaire mesure la variation maximale de la demande en eau au cours d'une heure par rapport à la consommation moyenne sur une journée.

On peut le déterminer par une formule empirique de la manière suivante :

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}}$$

C_{ph} : coefficient de pointe horaire.

Q_{mh} : débit moyen horaire (m^3/h).

On peut également le déterminer en se basant sur la taille de la population concernée. Le tableau suivant donne les valeurs du coefficient de pointe horaire en fonction de la taille de la population :

Tableau 7: Estimation du coefficient de pointe horaire selon la taille de la population

Population (hbts)	Cph
< 10000	2,5 à 3
10000 à 50000	2 à 2,5
50000 à 200000	1,5 à 2
> 200000	1 à 1,5

Au terme du projet, la population de Nakaba sera inférieure à 10000 habitants, de ce fait nous avons décidé de choisir un coefficient d'une valeur de 3.

- Le coefficient de pointe saisonnier (Cps) :

Le coefficient de pointe saisonnier représente la variation de la demande en eau pendant des saisons spécifiques. Il est aussi défini comme étant le rapport sur l'année de la consommation journalière de pointe sur la consommation journalière moyenne ($Cps = \frac{Djmp}{Djm}$).

Il prend les valeurs suivantes :

- 1,1 en zone tropicale humide (ressource en eau abondante, température stable)
- 1,2 en zone sahélienne (forte chaleur, tarissement cyclique de la ressource)

Etant donnée que la localité de Nakaba se situe en zone sahélienne et plus globalement le Burkina Faso, nous avons opté pour un coefficient d'une valeur de 1,2 ;

- Le rendement du réseau (Nr) :

Le rendement d'un système d'adduction en eau potable fait référence à l'efficacité avec laquelle l'eau est fournie aux utilisateurs finaux par rapport à la quantité d'eau pompée à partir de la source. Il est exprimé en pourcentage et représente la proportion d'eau qui atteint effectivement les utilisateurs par rapport à la quantité totale d'eau introduite dans le système. Ainsi pour notre étude, le rendement du réseau estimé entre 95% au début du projet à 90% à l'horizon du projet ;

IV.1.6 Débits de dimensionnement

- La demande en eau du jour de pointe (Djp) :

Elle fait référence à la quantité maximale d'eau requise pendant les périodes les plus chargées du jour de pointe.

Elle est déterminée par la formule suivante :

$$D_{jp} = \frac{B_{jm} \times C_{pj} \times C_{ps}}{N_r}$$

D_{jp} : La demande en eau du jour de pointe (m³/j).

B_{jm} : Le besoin journalier moyen (m³/j).

C_{ps} : Le coefficient de pointe saisonnier.

C_{pj} : Le coefficient de pointe journalier.

N_r : Le rendement du réseau.

- Le débit de distribution (QPH) :

Encore appelé débit de pointe horaire, il représente la quantité d'eau qui est acheminée à la population à travers les bornes fontaines et les branchements privés. Il se détermine de la manière suivante :

- $Q_{PH_{BF}} = N_{rob/BF} \times Q_{rob} \times N_{BF}$

- $Q_{PH_{BP}} = \frac{B_{jm} \times C_{ps} \times C_{pj} \times C_{ph}}{T_{BP} \times N_r} \times \frac{1000}{3600}$

Q_{PHBF} : le débit de pointe horaire au niveau des bornes fontaines (l/s).

Q_{PHBP} : le débit de pointe horaire au niveau des branchements privés (l/s).

N_{rob/BF} : le nombre de robinets par borne fontaine.

Q_{rob} : le débit unitaire de chaque robinet (l/s).

N_{BF} : le nombre de bornes fontaines.

B_{jm} : le besoin journalier moyen (m³/j).

C_{ps} : le coefficient de pointe saisonnier.

C_{pj} : le coefficient de pointe journalier.

C_{ph} : Le coefficient de pointe horaire.

T_{BF} : le temps de distribution au niveau des bornes fontaines (h).

T_{BP} : le temps de distribution au niveau des branchements privés (h).

N_r : Le rendement du réseau (%).

Le débit de distribution total du réseau est la somme du débit de distribution au niveau des bornes fontaines et celui au niveau des branchements privés.

$$QPH = QPH_{BF} + QPH_{BP}$$

- Le débit d'adduction (Q_{add}) :

Le débit d'adduction fait référence à la quantité d'eau transportée à partir de la source d'approvisionnement (forage) jusqu'au point de stockage (réservoir) sur une période donnée. Ce débit est généralement exprimé en mètres cubes par heure (m³/h). Le débit d'adduction est une mesure cruciale pour la conception, l'opération et la maintenance des systèmes d'adduction en eau potable, car il détermine la capacité du système à fournir une quantité suffisante d'eau pour répondre aux besoins de la population desservie.

$$Q_{add} = \frac{B_{jm} \times C_{ps} \times C_{pj}}{T_p \times N_r}$$

Q_{add} : débit d'adduction (m³/h).

C_{ps} : le coefficient de pointe saisonnier.

C_{pj} : le coefficient de pointe journalier.

T_p : le temps de pompage journalier (16h).

N_r : le rendement du réseau.

IV.1.7 Estimation des pertes de charge

L'estimation des pertes de charge revêt une importance cruciale pour la conception et le dimensionnement efficace du système d'adduction en eau potable. Pour ce faire, nous avons opté pour l'utilisation de la formule de Hazen-Williams. Cette formule offre une approche

simple et efficace pour évaluer les performances hydrauliques des réseaux d'adduction et de distribution d'eau. De plus, elle permet d'estimer à la fois les pertes de charge linéaires et singulières, offrant ainsi une vision complète de la dynamique hydraulique du système étudié.

$$\Delta H = 10,67 \times \frac{Q^{1,852}}{K^{1,852} \times D^{4,87}} \times L$$

ΔH : pertes de charge (m).

Q : débit (m³/s).

L : longueur de la conduite (m).

K : coefficient de Hazen-Williams.

D : diamètre de la conduite (m).

IV.1.8 Conditions de dimensionnement

IV.1.8.1 Condition de vitesse

La vitesse est un paramètre important dans le dimensionnement d'un système d'AEP. En effet, pour assurer un bon fonctionnement de notre système nous opterons pour des vitesses situées entre 0,2 m/s et 1,2 m/s. Cet intervalle permet d'éviter les problèmes tels que la corrosion des conduites, les pertes de charge excessives et de réduire le risque de coup de bélier.

IV.1.8.2 Condition de pression

La condition de pression s'applique au niveau de la pression de service et celle nominale.

- La pression de service représente la pression d'eau à laquelle le réseau est conçu pour fonctionner de manière optimale. En effet, cette pression est maintenue pour assurer un débit adéquat à travers les canalisations, atteindre les niveaux nécessaires dans les points de distribution afin de répondre aux besoins de la population de la localité. Pour notre étude, nous avons opté pour une pression de 5mCE.
- La pression nominale est une spécification qui indique la pression maximale que les composants du réseau notamment les conduites sont capables de supporter en service normal. Pour notre étude, nous opterons pour des conduites PEHD PN16 pour l'adduction et des conduites PEHD PN10 pour la distribution.

IV.1.9 Dimensionnement de la conduite d'adduction

Une conduite d'adduction est une infrastructure hydraulique qui permet de transporter l'eau de la source d'approvisionnement qui est un forage dans notre cas à un réservoir. Ses principales caractéristiques sont essentiellement le diamètre, le type de matériau et la mise en place ou non d'un dispositif anti-bélier. Dans notre cas, le type de matériau utilisé sera le PEHD, la mise en place ou non d'un dispositif anti-bélier se fera à travers une vérification et la détermination du diamètre de la conduite se fera à l'aide des formules empiriques suivantes :

- Bresse : $D(m) = 1,5 \times \sqrt{Q}$;
- Bresse modifié : $D(m) = 0,8 \times Q^{1/3}$;
- Bedjaoui : $D(m) = 1,27 \times \sqrt{Q}$;
- Munier : $D(m) = (1 + 0,02n) \times \sqrt{Q}$ Avec n= nombre d'heures de pompage ;
- Bonnin : $D(m) = \sqrt{Q}$;

Après le calcul des différents diamètres théoriques, on détermine les vitesses par la formule suivante :

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

V : Vitesse de la conduite (m/s).

Q : Débit du forage (m³/s).

D : diamètre intérieur correspondant à la conduite choisie (m).

Ensuite, on vérifie la condition de Flamant de la manière suivante :

- Condition de Flamant : $V \leq 0,6 + D$

Après vérification de la condition de Flamant, on procède au choix de la conduite en respectant les conditions de vitesse et de pression et en tenant compte de la capacité financière.

IV.1.10 Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement d'un réseau de distribution pour un système d'AEPS est une étape cruciale dans la conception et la mise en œuvre de tout projet d'approvisionnement en eau. Ce processus vise à assurer une distribution efficace et équilibrée de l'eau potable à tous les utilisateurs finaux. Notre réseau de distribution étant de type ramifié, le dimensionnement se fera de la manière suivante :

- La détermination du débit spécifique (Q_{sp}) : En raison du manque d'informations précises sur les emplacements exacts des branchements privés, la quantification des débits circulant dans les conduites nécessite une estimation du débit spécifique. À cet effet, nous supposons une répartition uniforme des habitants le long du réseau. L'estimation du débit spécifique se fait de la manière suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pBP}}{\sum L_i}$$

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml).

Q_{pBP} : Débit de pointe des branchements privés.

$\sum L_i$: somme des longueurs des tronçons du réseau secondaire

- La détermination du débit en route (Q_{rte}) : il correspond au débit utilisé par les consommateurs le long des différentes conduites. Il se détermine de la manière suivante :

$$Q_{rte} = Q_{sp} \times L_i$$

Q_{rte} : Débit en route (l/s).

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/ml).

L_i : longueur du tronçon correspondant (m).

- La détermination du débit aval (Q_{aval}) : il correspond au débit ou à la somme des débits situé en aval du nœud aval des différents tronçons. On le détermine en l/s.
- La détermination du débit équivalent (Q_{eq}) : Il correspond au débit d'eau qui circule dans la conduite. Il est aussi appelé débit fictif.

$$Q_{eq} = Q_{aval} + 0,55 \times Q_{rte}$$

Q_{eq} : Débit équivalent (l/s).

Q_{aval} : Débit aval (l/s).

Q_{rte} : Débit en route (l/s).

- La détermination des diamètres des différentes conduites (Dth) : Aussi appelés diamètres théoriques, ils se déterminent de la manière suivante :

$$Dth = \sqrt{\frac{4 \times Qeq}{\pi \times V}}$$

Dth : Diamètre théorique (m).

Qeq : Débit équivalent (m³/s).

Vitesse d'écoulement (m/s) : estimée à 1m/s pour le calcul

- La détermination de la cote minimale imposée au réservoir (Zmin) : il représente la charge à l'amont des nœuds des différents tronçons. Son calcul se fait de la manière suivante :

$$Zmin, i = Zi + Pser + \Delta Hr, i$$

Après cela, on peut déterminer la cote minimale du radier (Zrad) :

$$Zrad = \max (Zmin, i)$$

Zmin,i : Cote minimale imposée au réservoir par le nœud i (m).

Zi : Cote du nœud i (m).

Pser,i : La pression de service au nœud i (m).

$\Delta Hr,i$: Pertes de charges cumulées sur les tronçons entre le réservoir et le nœud i (m).

Zrad : Cote du radier (m).

- La détermination de la pression réelle aux différents nœuds (Pr) : le calcul se fait de la manière suivante :

$$Pr = Zrad - Zi - \Delta Hr, i$$

Pr : Pression réelle au nœud i (m).

Zrad : Cote du radier (m).

Zi : Cote du nœud i (m).

$\Delta Hr,i$: Pertes de charges cumulées sur les tronçons entre le réservoir et le nœud i (m).

IV.1.11 Simulation du réseau de distribution avec Epanet 2.0

Epanet 2.0 est un logiciel de simulation hydraulique et de qualité de l'eau, développé par l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis. Il permet de modéliser le comportement des réseaux de distribution d'eau potable en tenant compte des différentes variables hydrauliques et de la qualité de l'eau. Ce logiciel nous permettra de faire une comparaison entre les vitesses et pressions calculées à l'aide du logiciel Excel 2016 et les vitesses et pressions obtenues par la simulation du réseau[7].

IV.1.12 Dimensionnement du réservoir

Le réservoir est une structure de stockage spécifiquement conçue pour contenir de l'eau et ensuite approvisionner la population à travers les bornes fontaines et les branchements privés. Son dimensionnement passe essentiellement par la détermination du type, de la forme et de la capacité de la structure.

Ainsi, notre choix s'est porté sur un réservoir de type métallique et de forme cylindrique car c'est un modèle de réservoir économique adaptée pour les systèmes AEPS. En fonction du diamètre retenue, la hauteur du réservoir se détermine de la manière suivante :

$$H = \frac{4 \times V}{\pi \times D^2}$$

H : hauteur du réservoir (m)

V : volume ou capacité du réservoir (m³)

D : diamètre du réservoir (m)

En outre, la détermination de la capacité d'un réservoir dépend de plusieurs facteurs notamment la demande en eau, la fréquence de réapprovisionnement, les variations saisonnières et les réserves nécessaires en cas d'urgence. Dans le cas de notre étude, nous nous sommes appuyés sur les valeurs forfaitaires de capacités issues des statistiques des centres d'AEP au Burkina Faso. Ces valeurs se situent entre 25 et 50% de la demande journalière de pointe. Ainsi, nous avons opté pour un réservoir qui fera 45 % de la demande journalière de pointe.

IV.1.13 Choix de la pompe immergée

Plusieurs critères doivent être considérés pour le choix d'une pompe immergée pour un système d'AEP. Ce sont entre autres le débit d'eau, la hauteur de refoulement, la profondeur de la source et la conformité aux normes locales.

Dans le cadre de notre étude, nous avons opté pour une pompe de la marque GRUNDFOS. Ainsi, nous nous sommes rendus sur le site de GRUNDFOS pour le choix de la pompe à partir du débit d'eau et de la HMT dont nous avons besoin. La HMT de la pompe se détermine de la manière suivante :

$$HMT = H_{géo} + \Delta H$$

$H_{géo}$: hauteur géométrique (m)

ΔH : pertes de charge (m)

La détermination de la HMT est présentée en Annexe 2

La hauteur géométrique et la cote du trop-plein du réservoir s'obtiennent de la manière suivante :

$$H_{géo} = Z_{TP} - Z_{ND}$$

$$Z_{TP} = Z_{rad} + R + H$$

Z_{TP} : cote du trop-plein du réservoir (m)

Z_{ND} : cote du niveau dynamique (m)

Z_{rad} : cote sous radier (m)

R : revanche (0,5m)

H : hauteur du réservoir (m)

Après cela, nous avons déterminé le point de fonctionnement de la pompe à partir de la courbe caractéristique de la pompe et de la courbe de la conduite.

IV.1.14 Coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène brusque qui peut apparaître dans un système hydraulique. Il se produit lorsque le flux d'eau est soudainement interrompu (fermeture rapide ou brutale de la vanne, arrêt d'une pompe...) générant ainsi une onde de choc à l'intérieur de la tuyauterie. Cette onde de choc peut provoquer des variations de pression significatives pouvant endommager les composants du système. Ainsi, en cas de risque de coup de bélier, il est nécessaire de mettre en place des dispositifs d'atténuation pour absorber l'énergie générée par l'arrêt brutal du flux d'eau.

La détermination du risque de coup de bélier passe par la formule de Joukovski-Allievi qui permet de calculer la variation de la pression instantanée à partir de la célérité :

$$C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon \times D}{e \times E}}}$$

$$\Delta P = \frac{C \times V}{g}$$

C : Célérité de l'onde de pression (m/s).

ε : Module d'élasticité de l'eau (N/m²).

E : Module d'élasticité du matériau (N/m²).

ρ : Masse volumique de l'eau (kg/m³).

D : Diamètre intérieur de la conduite (m).

e : Epaisseur de la conduite (m).

V : Vitesse moyenne de l'écoulement (m/s).

g : Pesanteur (9,81 m²/s).

Le risque de coup de bélier se vérifie de la manière suivante :

$$H_{\max} < 1,2 \times PN$$

H_{max} : Hauteur maximale (H_{max}= HMT+ΔP)

PN : pression nominale de la conduite (160 mcE)

IV.1.15 Dimensionnement de la source d'énergie

Pour le dimensionnement de la source d'énergie, trois principales sources d'énergie sont utilisables dans la localité de Nakaba. Ce sont : le réseau électrique public fourni par la SONABEL, l'énergie solaire et l'énergie thermique fourni par un groupe électrogène. Dans le but d'assurer une durabilité du système et pour des raisons écologiques, nous avons décidé d'opter pour une source d'énergie mixte à savoir l'énergie électrique public associée à l'énergie solaire et ainsi mettre de côté l'énergie thermique. En effet, l'énergie solaire est considérée comme une source d'énergie propre et renouvelable, ne produisant pas d'émissions de gaz à effet de serre lors de son utilisation tandis que l'énergie thermique issue de la combustion de combustibles fossiles a un impact négatif sur l'environnement en contribuant au changement climatique et à la pollution atmosphérique.

La puissance que doit fournir l'installation solaire est déterminée par la formule suivante :

$$P_c = \frac{\rho \times g \times V_j \times HMT}{3600 \times R_m \times R_p \times R_c \times E_m}$$

P_c : la puissance crête nécessaire (Wc).

ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3).

g : constante ($9,81 \text{ m/s}^2$).

V_j : volume journalier d'adduction (m^3/s).

HMT : hauteur manométrique totale (m).

R_m : rendement du moteur de la pompe (%).

R_p : rendement de la pompe (%).

R_c : rendement du convertisseur (%).

E_m : ensoleillement minimal ($5,5 \text{ kWh/m}^2/\text{j}$).

Le nombre de modules photovoltaïques nécessaire se détermine de la manière suivante :

$$N_{\text{mod}} = \frac{P_c}{P_{\text{mod}}}$$

N_{mod} : nombre de modules photovoltaïques.

IV.1.16 Processus de traitement

Le traitement de l'eau dans un système d'adduction en eau potable est une étape cruciale visant à garantir la qualité et la sécurité de l'eau fournie aux consommateurs. Dans notre cas, l'eau provenant d'une source souterraine (forage), il s'agira d'assurer sa désinfection. En effet, les eaux souterraines sont situées à des profondeurs importantes, ce qui les protège des polluants de surface et réduit le risque de contamination par des substances provenant d'activités humaines, telles que les déchets industriels ou agricoles.

Pour la désinfection, nous utiliserons du chlore et il sera appliqué au niveau du réservoir. Le chlore est reconnu pour être un désinfectant efficace car il permet d'éliminer les bactéries, les virus et les micro-organismes pathogènes. Le chlore sera appliqué par une pompe doseuse de type DOSATRON. La pompe doseuse DOSATRON fonctionne uniquement grâce à la pression de l'eau du réseau. L'eau qui entre dans le dispositif actionne un piston intégré, lequel aspire et mélange la solution chlorée avec l'eau. Le dosage de la solution chlorée est proportionnel au volume d'eau passant à travers le DOSATRON. Cela signifie que le dosage reste constant même si le débit d'eau varie.



Figure 5: Schéma de la pompe doseuse DOSATRON

L'OMS recommande pour les eaux souterraines une dose de 2mg/l de chlore libre pour une concentration résiduelle de chlore libre dans l'eau potable entre 0,2 et 0,5 mg/l après un temps de contact suffisant. Au Burkina Faso, pour la désinfection des eaux souterraines, l'ONEA recommande une dose de chlore libre comprise entre 0,5 et 1,5 mg/l. Ainsi, pour notre étude nous avons opté pour une dose de 1,5 mg/l qui correspond à 1,5 g/m³ de chlore libre.

- La détermination de la masse de chlore nécessaire se fera de la manière suivante :

$$m = d \times V_j$$

m : masse de chlore (g/j)

d : dose de chlore (g/m³)

V_j : besoins en eau journalier (m³/j)

IV.2 Résultats du dimensionnement

IV.2.1 Besoins domestiques journaliers

Tableau 8: Estimation des besoins domestiques journaliers au cours du projet

Année	Notation	Unité	2019	2024	2030	2035	2040
Population totale	P _T	[Hbts]	3897	4502	5354	6186	7147
Taux d'accroissement	T	[%]	2,93	2,93	2,93	2,93	2,93
Taux de desserte	T _d	[%]	0	20	80	80	80
Population desservie	P _{des}	[Hbts]	0	900	4283	4949	5717
Taux de desserte des BF	T _d	[%]	0	12	24	22	20
Population desservie par les BF	P _{BF}	[Hbts]	0	540	1285	1361	1429
Consommation spécifique BF	C _{SBF}	[l/j]	15	15	15	15	15
Besoins journaliers des BF	B _{jBF}	[m ³ /j]	0,00	8,10	19,28	20,41	21,44
Taux de desserte des BP	T _d	[%]	0	8	56	58	60
Population des BP	P _{BP}	[Hbts]	0	360	2998	3588	4288
Consommation spécifique des BP	C _{SBP}	[l/j]	20	20	20	20	20

Besoins journaliers des BP	B _{JBP}	[m ³ /j]	0,0	7,2	60,0	71,8	85,8
Besoins domestiques journaliers	B _{Dj}	[m ³ /j]	0,0	15,3	79,2	92,2	107,2
Besoins annexes	B _a	[m ³ /j]	0,00	1,53	7,92	9,22	10,72
Besoins journaliers moyens (B _{jm})	B _{jm}	[m ³ /j]	0,00	16,84	87,17	101,39	117,92

A l'horizon du projet, la population de la localité de Nakaba sera estimée à **7147 habitants** pour un besoin journalier moyen de **117,92 m³/j**.

IV.2.2 Besoins journaliers de pointe

Tableau 9: Estimation de la demande journalière de pointe au cours du projet

Année	Notation	Unité	2019	2024	2030	2035	2040
Population totale	P	[hbts]	3897	4502	5354	6186	7147
Besoin journalier moyen	B _{jm}	[m ³ /j]	0,00	16,84	87,17	101,39	117,92
Coefficient de pointe saisonnier	C _{ps}	-	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Coefficient de pointe journalier	C _{pj}	-	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Rendement du réseau	N _r	%	95	95	93	91	90
Demande du jour de pointe	D _{jp}	[m ³ /j]	0,00	23,40	123,72	147,07	172,95

Pour cette population de 7147 habitants, la demande journalière de pointe à l'horizon du projet sera estimée à **172,95 m³/j**.

IV.2.3 Débit de distribution

Tableau 10: Estimation du débit de pointe horaire au cours du projet

Année	2024	2030	2035	2040
Rendement du réseau	95%	93%	91%	90%
Cps	1,2	1,2	1,2	1,2
Cpj	1,1	1,1	1,1	1,1
Cph	3	3	3	3
Débit BF				
Temps de distribution (h)	12	12	12	12
Population desservie par les BF (hbts)	540	1285	1361	1429
Besoins BF (m3/j)	8,10	19,28	20,41	21,44
Nombre de BF à réaliser selon le PN-AEP	1,08	2,57	2,72	2,86
Nombre réel de BF à réaliser	7,00	7,00	7,00	7,00
Débit de pointe par BF (l/s)	0,75	0,75	0,75	0,75
Débit de pointe des BF(l/s)	5,25	5,25	5,25	5,25
Débit BP				
Temps de distribution (h)	16	16	16	16
Population desservie par les BP (hbts)	360	2998	3588	4288
Nombre de BP a réaliser selon le PN-AEP	36	300	359	429
Nombre réel de BP a réaliser	36	300	359	429
Besoins BP (m3/j)	7,20	60,00	71,80	85,80
Besoins de pointe BP (m3/j)	9,50	79,20	94,78	113,26
Débit de pointe horaire (m3/h)	1,88	15,97	19,53	23,60
Débit de pointe horaire (l/s)	0,52	4,44	5,42	6,55

Débit de distribution (l/s)				
	5,77	9,69	10,67	11,80

Le débit de pointe horaire ou de distribution sera à l'horizon du projet de **11,80 l/s**. Il sera de **6,55 l/s** au niveau des branchements privés et de **5,25 l/s** au niveau des bornes fontaines. Chaque borne fontaine disposera de 3 robinets avec un débit de 0,25 l/s pour chaque robinet ; ce qui donne un débit de 0,75 l/s pour chaque borne fontaine. A l'horizon du projet 7 bornes fontaines seront implantées tandis que 429 branchements privés seront réalisés selon les recommandations du PN-AEP 2016-2030 qui est d'un branchement privé pour 10 personnes.

IV.2.4 Débit d'adduction

Tableau 11: Estimation du débit d'adduction

Année	2024	2030	2035	2040
Besoin journalier moyen (m ³ /h)	16,84	87,17	101,39	117,92
Rendement du réseau	0,95	0,93	0,91	0,90
Cps	1,2	1,2	1,2	1,2
Cpj	1,1	1,1	1,1	1,1
Qadd (m ³ /h)	1,46	7,73	9,19	10,81

Le débit d'adduction qui sera nécessaire pour satisfaire les besoins en eau potable de la population de Nakaba sera de **10,81 m³/h**.

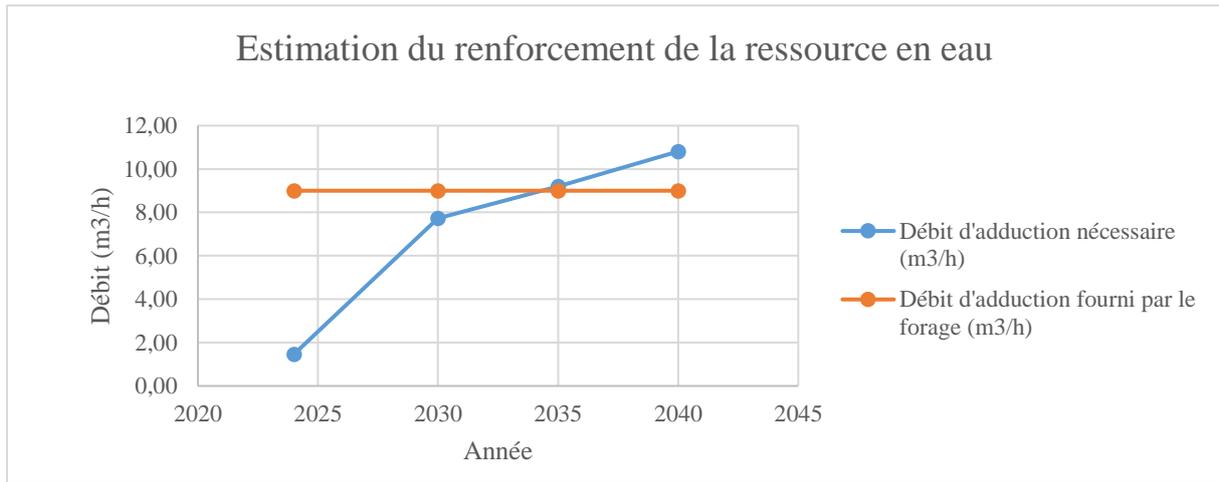


Figure 6: Estimation du renforcement de la ressource en eau

Notre source d'eau (forage) ayant un débit d'exploitation de 9 m³/h, il faudra penser à renforcer la source existante en ajoutant une autre source à partir de l'année 2035 afin de satisfaire les besoins en eau de la population.

IV.2.5 Réseau d'adduction

Tableau 12: Dimensionnement de la conduite d'adduction

Débit (m3/s)	Temps de pompage (h)	Formules utilisées	Dth (m)	Dint (mm)	DN(m)	V(m/s)	Condition de flamant	Vérification
0,00250	16	Bresse	0,075	90	110	0,393	0,69	Vérifié
0,00250	16	Bresse modifié	0,109	114,6	140	0,242	0,7146	Vérifié
0,00250	16	Bedjaoui	0,064	73,6	90	0,588	0,6736	Vérifié
0,00250	16	Munier	0,066	73,6	90	0,588	0,6736	Vérifié
0,00250	16	Bonnin	0,050	51,4	63	1,205	0,6514	Non vérifié

A l'issu des différents calculs et des vérifications des différentes conditions, notre choix s'est porté sur une conduite en **PEHD PN16 DN 90**.

IV.2.6 Vérification du risque de coup de bélier

Tableau 13: Vérification et risque du coup de bélier

Débit (m ³ /s)	0,00250
Diamètre intérieur conduite (m)	0,0736
Longueur de la conduite (m)	3035,8
Épaisseur conduite (m)	0,0068
Masse volumique de l'eau (kg/m ³)	1000
Module d'élasticité de l'eau (N/m ²)	2500000000
Module d'élasticité du matériau (N/m ²)	930000000
Célérité (m/s)	1580,076289
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,588
Variation de pression (m)	94,65
HMT (m)	80
PMA (m)	192
Hmax (m)	174,65
Hmax/PN	1,09

On a $H_{max} < P_{max}$ et $H_{max}/PN < 1,2$ donc **il n'y a pas de risque de coup de bélier** et il n'est pas nécessaire de mettre en place un dispositif anti-bélier.

IV.2.7 Réseau de distribution

Tableau 14: Dimensionnement du réseau de distribution

Tronçons	L (m)	Qrte (l/s)	Qaval (l/s)	Qeq (l/s)	Dth(m)	Dint (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Zaval (m)	Pser (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
R-N28	51,96	0,00	11,80	11,80	0,1226	0,141	0,16	0,19	0,19	349,53	5	354,72	9,86	0,76
N28-N26	450,4	0,18	9,47	9,56	0,1104	0,141	0,16	1,14	1,33	347,53	5	353,86	10,72	0,61
N26-N25	174,46	0,07	9,40	9,44	0,1096	0,141	0,16	0,43	1,76	345,28	5	352,04	12,54	0,60
N25-N22	986,27	0,39	9,01	9,22	0,1084	0,141	0,16	2,32	4,08	341,45	5	350,53	14,05	0,59
N22-N5	207,73	0,08	8,93	8,97	0,1069	0,141	0,16	0,47	4,55	340,74	5	350,29	14,29	0,57
N5-N2	310,17	0,12	8,80	8,87	0,1063	0,141	0,16	0,68	5,23	338,87	5	349,10	15,48	0,57
N2-N3	134,05	0,05	8,75	8,78	0,1057	0,141	0,16	0,29	5,51	338,16	5	348,67	15,91	0,56
N3-N4	54,01	0,02	8,73	8,74	0,1055	0,141	0,16	0,12	5,63	337,59	5	348,22	16,36	0,56

Tronçons	L (m)	Qrte (l/s)	Qaval (l/s)	Qeq (l/s)	Dth(m)	Dint (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Zaval (m)	Pser (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
N4-N6	265,79	0,11	5,42	5,48	0,0835	0,141	0,16	0,24	5,87	335,27	5	346,14	18,44	0,35
N6-N7	70,3	0,03	5,39	5,41	0,0830	0,0968	0,11	0,39	6,25	335,05	5	346,30	18,28	0,73
N7-BF1	112,21	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,24	6,49	335,05	5	346,54	18,04	0,31
N7-N8	81,25	0,03	4,61	4,63	0,0768	0,0968	0,11	0,33	6,59	334,83	5	346,42	18,16	0,63
N8-N9	468,32	0,19	4,43	4,53	0,0759	0,0968	0,11	1,85	8,34	333,14	5	346,48	18,10	0,62
N9-N11	370,02	0,15	4,28	4,36	0,0745	0,0968	0,11	1,36	9,70	331,16	5	345,86	18,72	0,59
N11-N12	277,48	0,11	4,17	4,23	0,0734	0,0968	0,11	0,96	10,66	331,65	5	347,31	17,27	0,57
N12-N13	103,9	0,04	4,13	4,15	0,0727	0,0968	0,11	0,35	11,01	333,06	5	349,07	15,51	0,56
N13-N14	82,02	0,03	4,10	4,11	0,0724	0,0968	0,11	0,27	11,28	333,14	5	349,42	15,16	0,56
N14-BF2	6,51	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,01	11,30	332,03	5	348,33	16,25	0,31

Tronçons	L (m)	Qrte (l/s)	Qaval (l/s)	Qeq (l/s)	Dth(m)	Dint (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Zaval (m)	Pser (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
N14-N15	310,94	0,12	3,22	3,29	0,0647	0,0968	0,11	0,68	11,96	332,92	5	349,88	14,70	0,45
N15-N16	241,3	0,10	3,13	3,18	0,0636	0,0968	0,11	0,49	12,46	335,22	5	352,68	11,90	0,43
N16-N17	358,9	0,14	2,99	3,07	0,0625	0,0968	0,11	0,69	13,14	335,83	5	353,97	10,61	0,42
N17-N62	14,48	0,00	2,98	2,99	0,0617	0,0792	0,09	0,07	13,21	335,81	5	354,02	10,56	0,61
N62-N59	334,47	0,13	2,85	2,92	0,0610	0,0792	0,09	1,56	14,77	334,39	5	354,16	10,42	0,59
N59-N57	161,34	0,06	2,79	2,82	0,0599	0,0792	0,09	0,70	15,47	335,07	5	355,54	9,04	0,57
N57-N58	436,52	0,17	2,61	2,71	0,0587	0,0792	0,09	1,77	17,24	332,37	5	354,61	9,97	0,55
N58-BF6	14,58	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,03	17,27	332,21	5	354,48	10,10	0,31
N58-N54	189,25	0,07	1,79	1,83	0,0483	0,0792	0,09	0,37	17,61	332,73	5	355,34	9,24	0,37
N54-N52	319,26	0,13	1,66	1,73	0,0470	0,0792	0,09	0,56	18,18	333,29	5	356,47	8,11	0,35

Tronçons	L (m)	Qrte (l/s)	Qaval (l/s)	Qeq (l/s)	Dth(m)	Dint (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Zaval (m)	Pser (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
N52-N51	300,2	0,12	1,55	1,61	0,0453	0,0792	0,09	0,46	18,64	334,82	5	358,46	6,12	0,33
N51-N49	654,71	0,26	1,29	1,43	0,0427	0,0792	0,09	0,81	19,45	332,15	5	356,60	7,98	0,29
N49-N47	732,98	0,29	1,00	1,16	0,0384	0,0554	0,063	3,49	22,94	325,76	5	353,70	10,88	0,48
N47-N45b	420,36	0,17	0,83	0,92	0,0343	0,0554	0,063	1,32	24,26	325,17	5	354,43	10,15	0,38
N45b-N46	205,09	0,08	0,75	0,79	0,0318	0,0554	0,063	0,49	24,75	325,6	5	355,35	9,23	0,33
N46-BF5	16,8	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,04	24,78	325,65	5	355,43	9,15	0,31
N28-N29	452,42	0,18	1,98	2,07	0,0514	0,0792	0,09	1,12	1,31	347,89	5	354,20	10,38	0,42
N29-N30	144,55	0,06	1,92	1,95	0,0498	0,0792	0,09	0,32	1,63	348,02	5	354,65	9,93	0,40
N30-N34	1437,32	0,57	1,35	1,66	0,0460	0,0792	0,09	2,36	3,99	343,15	5	352,14	12,44	0,34
N34-N37	893,42	0,35	1,00	1,19	0,0390	0,0554	0,063	4,51	8,49	341,78	5	355,27	9,31	0,49

Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba, commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso

Tronçons	L (m)	Qrte (l/s)	Qaval (l/s)	Qeq (l/s)	Dth(m)	Dint (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Zaval (m)	Pser (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
N37-N38	238,74	0,09	0,90	0,96	0,0349	0,0554	0,063	0,80	9,29	340,02	5	354,31	10,27	0,40
N38-N40	97,28	0,04	0,87	0,89	0,0336	0,0554	0,063	0,28	9,58	340,83	5	355,41	9,17	0,37
N40-N42	98,89	0,04	0,83	0,85	0,0329	0,0554	0,063	0,27	9,84	340,95	5	355,79	8,79	0,35
N42-N43	194,36	0,08	0,75	0,79	0,0318	0,0554	0,063	0,46	10,30	339,46	5	354,76	9,82	0,33
N43-BF4	58,18	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,12	10,43	338,36	5	353,79	10,79	0,31
N4-N78	965,49	0,38	2,82	3,03	0,0621	0,0968	0,11	1,81	7,44	331,61	5	344,05	20,53	0,41
N78-N77	156,53	0,06	2,76	2,79	0,0596	0,0968	0,11	0,25	7,69	331,07	5	343,76	20,82	0,38
N77-N75	413,94	0,16	2,60	2,69	0,0585	0,0968	0,11	0,62	8,31	331,82	5	345,13	19,45	0,36
N75-N74	127,19	0,05	2,55	2,57	0,0572	0,0792	0,09	0,47	8,78	332,32	5	346,10	18,48	0,52
N74-BF3	75,94	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,16	8,94	332,32	5	346,26	18,32	0,31

Tronçons	L (m)	Q _{rte} (l/s)	Q _{aval} (l/s)	Q _{eq} (l/s)	D _{th} (m)	D _{int} (m)	DN (m)	ΔH (m)	ΣΔH (m)	Z _{aval} (m)	P _{ser} (m)	Hamont (m)	Pr (m)	V (m/s)
N74-N72	258,6	0,10	1,69	1,75	0,0472	0,0792	0,09	0,47	9,41	334,31	5	348,72	15,86	0,36
N72-N70	543,11	0,21	1,48	1,60	0,0451	0,0792	0,09	0,83	10,23	333,04	5	348,27	16,31	0,32
N70-N71	246,4	0,10	1,38	1,44	0,0427	0,0792	0,09	0,31	10,54	333,08	5	348,62	15,96	0,29
N71-N65	1262,51	0,50	0,88	1,16	0,0384	0,0792	0,09	1,06	11,60	330,36	5	346,96	17,62	0,23
N65-N66	336,02	0,13	0,75	0,82	0,0324	0,0554	0,063	0,85	12,45	332,18	5	349,63	14,95	0,34
N66-BF7	52,47	0,00	0,75	0,75	0,0309	0,0554	0,063	0,11	12,56	332,03	5	349,59	14,99	0,31

A l'issu du dimensionnement, nous avons 0,23 m/s comme vitesse minimale et 0,76 m/s comme vitesse maximale. Cet intervalle de vitesse est situé dans la norme ;ce qui permet de ne pas endommager les conduites.

Les pressions sont-elles toutes supérieures à la pression de service qui est de 5mCe avec une pression minimale de 6,12 m observée.

Tableau 15: Récapitulatif des longueurs des différentes conduites

Nature conduite	Diamètre intérieur	Longueurs (m)
PEHD PN10 DN 160	0,141	2634,8
PEHD PN10 DN 110	0,0968	3900,4
PEHD PN10 DN 90	0,0792	6882,3
PEHD PN10 DN 63	0,0554	3553,8

IV.2.8 Simulation du réseau par Epanet 2.0

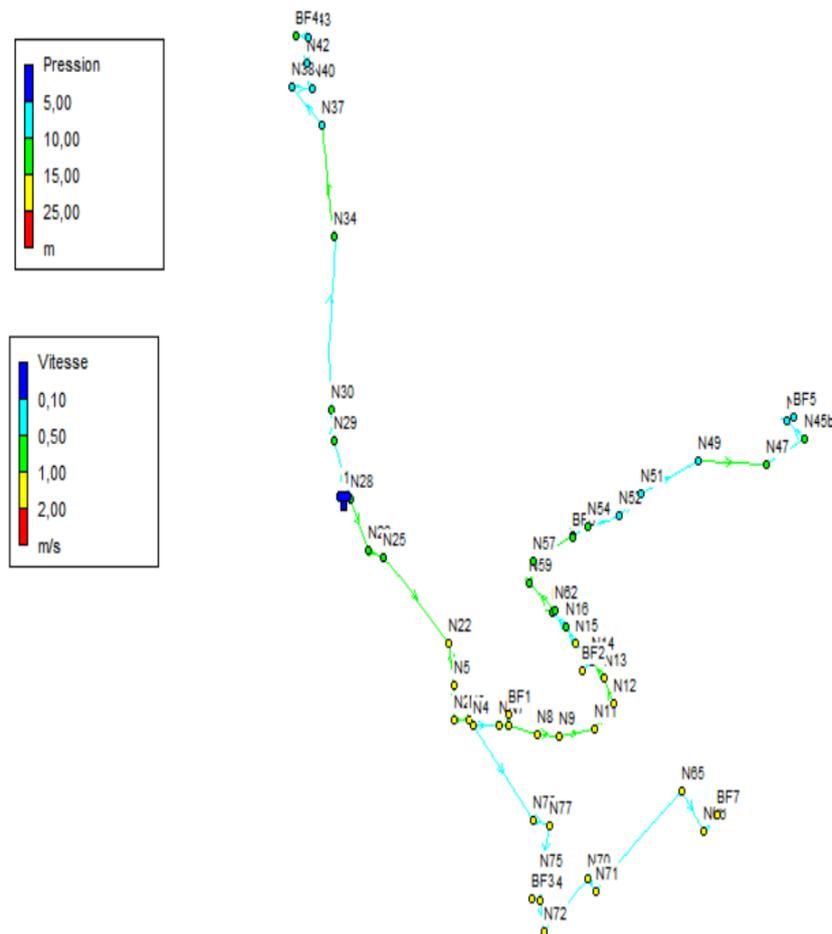


Figure 7: Simulation du réseau sur Epanet

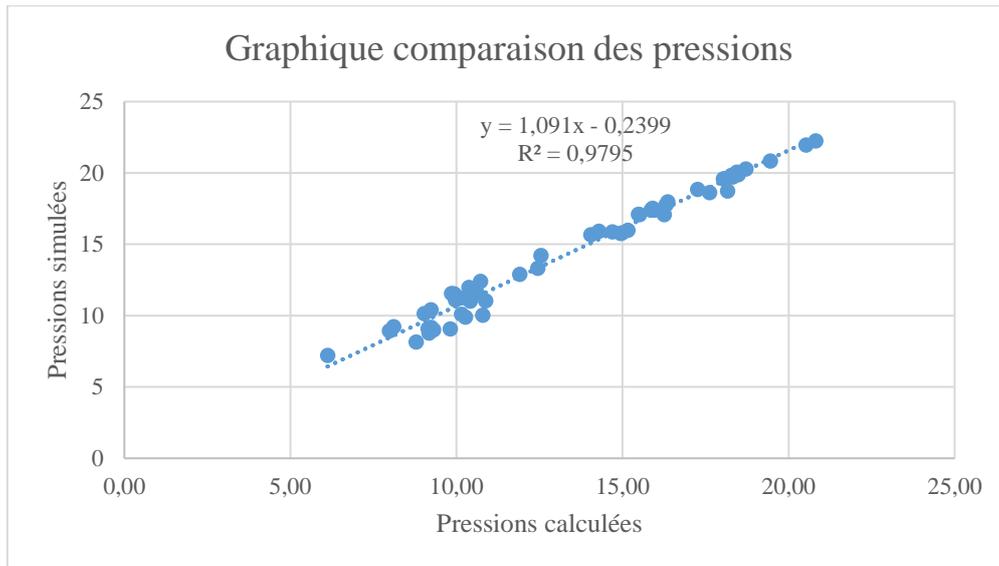


Figure 8 : Comparaison des pressions calculées et simulées

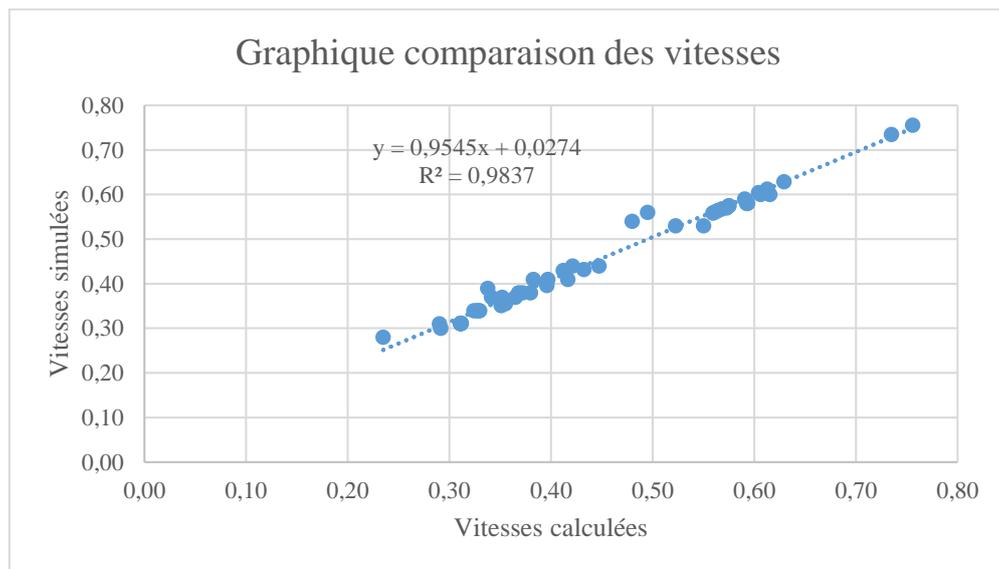


Figure 9 : Comparaison des vitesses calculées et simulées

Les figures 8 et 9 montrent un rapprochement autour des courbes de tendance et les coefficients de détermination R^2 proches de 1 révèlent une similarité entre les pressions et les vitesses qu'elles soient calculées ou simulées. On parvient donc à la conclusion que les pressions et vitesses calculées sont dans les mêmes plages de données que les valeurs obtenues lors de la simulation.

En annexe 3 est présenté plus en détail une comparaison entre les différentes vitesses et pressions.

IV.2.9 Réservoir

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des différentes caractéristiques du réservoir à l'issu du dimensionnement.

Tableau 16 : Caractéristiques du réservoir

Réservoir	
Capacité (m ³)	80
Cote terrain naturel (m)	349,58
Cote trop plein du réservoir (m)	363,44
Cote sous radier (m)	359,58
Hauteur sous radier (m)	10
Diamètre cuve (m)	3
Hauteur cuve (m)	3,36

IV.2.10 Caractéristiques de la pompe immergée

Le tableau ci-dessous donne un aperçu des caractéristiques de la pompe immergée.

Tableau 17: Caractéristiques de la pompe immergée

Pompe immergée	
Marque	GRUNFOS
Modèle	SP 9-16
Débit (m ³ /h)	9
HMT (m)	84,1
Rendement pompe (%)	69,3
Rendement moteur (%)	75,61
Rendement pompe+moteur (%)	52,4
Cos phi	0,86
Intensité nominale (A)	7,7-7,9-8,1
Puissance (kW)	3,802
Consommation énergétique (kWh/année)	3634

La fiche récapitulative des caractéristiques de la pompe est présentée en Annexe 4.

Le point de fonctionnement d'une pompe est l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe et la courbe caractéristique du système hydraulique dans lequel elle est intégrée. Ce point représente les conditions réelles de débit et d'hauteur manométrique auxquelles la pompe va opérer dans un système donné. Le tableau suivant illustre les différents paramètres qui ont permis la détermination du point de fonctionnement :

Tableau 18: Paramètres permettant la détermination du point de fonctionnement

Débit (m ³ /h)	Longueur(m)	HMT pompe(m)	Hauteur géométrique (m)	$\Delta H(m)$	HMT réseau (m)
0	3035,8	103,5	60,83	0,000	60,830
2	3035,8	102,25	60,83	1,060	61,890
4	3035,8	100,38	60,83	3,827	64,657
6	3035,8	97,27	60,83	8,109	68,939
8	3035,8	87,91	60,83	13,815	74,645
9	3035,8	80,43	60,83	17,183	78,013
10	3035,8	71,7	60,83	20,885	81,715
11	3035,8	59,86	60,83	24,917	85,747

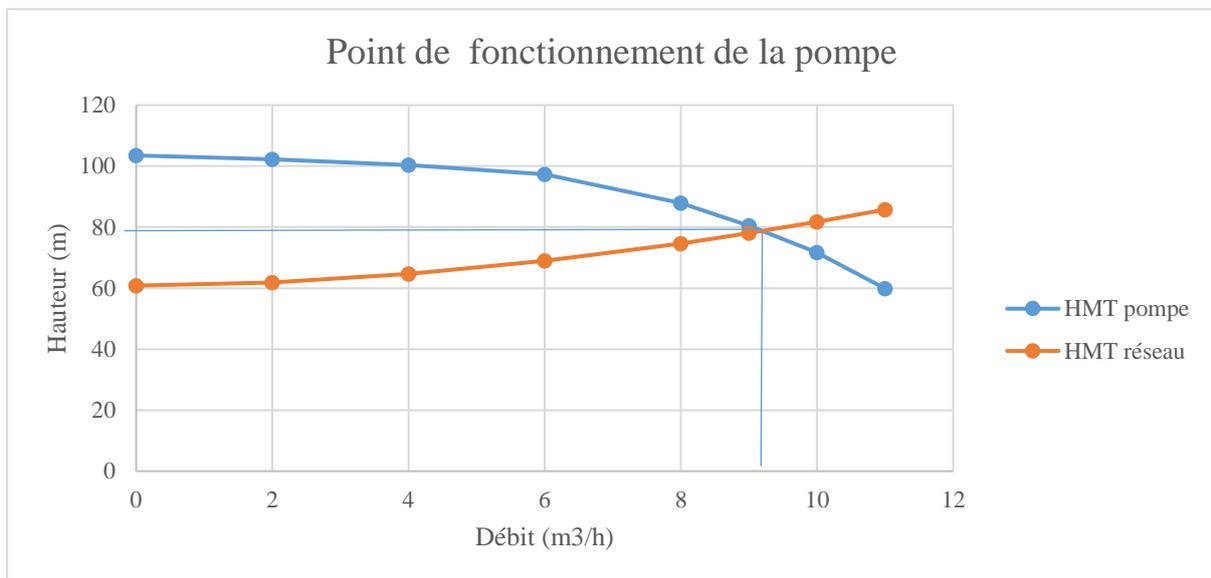


Figure 10: Point de fonctionnement de la pompe immergée

Le point de fonctionnement de la pompe correspond au point de coordonnées (9,258 ; 79,07). Ce point est très proche des caractéristiques de la pompe que nous avons choisi qui sont un débit de 9 m³/h et une HMT de 80 m.

IV.2.11 Source d'énergie

Tableau 19: Dimensionnement du champ photovoltaïque

Masse volumique (kg/m ³)	1000
Constante de pesanteur (m/s ²)	9,81
Temps de pompage journalier du système photovoltaïque (h)	8
Volume journalier d'adduction (m ³ /h)	72
HMT (m)	80
Rendement moteur	75,61%
Rendement pompe	69,30%
Rendement convertisseur	97,00%
Ensoleillement minimal (kWh/m ² /j)	5,5
Puissance crête (Wc)	5614,9
Puissance crete retenue (Wc)	6000
Puissance d'un module photovoltaïque (W)	250
Nombre de modules photovoltaïques	24

Notre système photovoltaïque nécessitera pour un temps de pompage de 8 heures une puissance crête de **6000 W** et l'association de 24 panneaux solaires.

IV.2.12 Traitement

Pour une dose de 1,5 g/m³, les besoins en chlore jusqu'à l'horizon du projet sont estimés dans le tableau suivant :

Tableau 20: Estimation du besoin en chlore pour le traitement

Année	2024	2030	2035	2040
Besoins en eau (m ³ /j)	21,79	127,84	144,71	158,54
Besoins en chlore (g/j)	32,69	191,76	217,06	237,81
Besoin en chlore annuel (kg/an)	11,93	69,99	79,23	86,80

IV.3 Composants hydrauliques et ouvrages annexes

Pour assurer le bon fonctionnement du système d'adduction en eau potable, plusieurs ouvrages et composants hydrauliques sont nécessaires.

IV.3.1 Composants hydrauliques

- Le pressostat : c'est un composant vital pour la gestion efficace des systèmes d'adduction en eau potable, garantissant une pression stable, protégeant les infrastructures, économisant l'énergie, et assurant la continuité du service.
 - Maintien de la Pression Optimale : Le pressostat veille à ce que la pression dans le système reste dans une plage prédéterminée. Il active la pompe lorsque la pression baisse en dessous d'un certain seuil et la désactive lorsque la pression dépasse un seuil supérieur, assurant ainsi une pression constante et adéquate pour la distribution de l'eau.
 - Prévention des Surpressions : En désactivant la pompe lorsque la pression devient trop élevée, le pressostat protège les conduites et les équipements contre les dommages potentiels causés par une surpression.
 - Eviter les Sous-pressions : En activant la pompe lorsque la pression est trop basse, il garantit que les utilisateurs ont toujours accès à une pression suffisante, évitant ainsi les interruptions de service.
 - Optimisation du Fonctionnement de la Pompe : En évitant le fonctionnement continu de la pompe et en ne l'activant que lorsque cela est nécessaire, le pressostat contribue à réduire la consommation d'énergie, ce qui est à la fois économique et écologique.

- Les ventouses : ce sont des dispositifs de protection utilisés principalement pour évacuer l'air ou les gaz accumulés dans les conduites d'eau. Elles sont placées a des endroits stratégiques au niveau du réseau d'adduction et de distribution. En effet, elles interviennent dans :
 - L'élimination des poches d'air : Les poches d'air peuvent se former dans les conduites d'eau, ce qui peut entraîner des problèmes de circulation et de pression. Les ventouses sont conçues pour évacuer ces poches d'air, assurant ainsi un flux d'eau continu et une pression constante dans le réseau.
 - La prévention des coups de bélier : Lorsque la vanne d'arrêt est fermée brusquement, cela peut provoquer des surpressions dans le réseau d'eau. Les ventouses peuvent absorber ces surpressions soudaines, protégeant ainsi les conduites et les équipements contre les dommages.
 - La protection contre les contaminations : Les ventouses peuvent également empêcher le retour d'eau contaminée dans le réseau d'eau potable. Elles sont conçues pour permettre à l'eau de s'écouler dans une seule direction, évitant ainsi toute contamination potentielle.
 - L'entretien du réseau : Les ventouses peuvent être utilisées lors des opérations d'entretien et de nettoyage du réseau d'eau potable. Elles permettent de vider rapidement et efficacement les conduites pour effectuer les travaux nécessaires.
- Les vannes : Ce sont des dispositifs mécaniques utilisés pour contrôler le flux d'eau. Plus spécifiquement, elles interviennent dans :
 - Le contrôle du débit d'eau : Les vannes sont utilisées pour réguler la quantité d'eau circulant dans le réseau. Elles peuvent être ouvertes, fermées ou partiellement ouvertes pour ajuster le débit d'eau en fonction des besoins de consommation et des exigences du système.
 - L'isolation des sections du réseau : Les vannes permettent d'isoler des portions spécifiques du réseau afin d'effectuer des réparations, des inspections ou des travaux d'entretien sans perturber le reste du système. En fermant une vanne, on peut couper l'alimentation en eau d'une partie du réseau tout en maintenant le reste du système opérationnel.
 - La sécurité du réseau : Les vannes peuvent également jouer un rôle dans la sécurité du réseau en permettant d'isoler rapidement une zone en cas d'urgence,

telle qu'une fuite ou une rupture de conduite, afin de limiter les dégâts et de minimiser les pertes d'eau.

- L'équilibrage de la pression : En ajustant les vannes, il est possible de répartir uniformément la pression de l'eau dans différentes parties du réseau, assurant ainsi un fonctionnement efficace et équilibré du système.
 - La facilitation de la maintenance : Les vannes facilitent les opérations de maintenance en permettant d'isoler facilement les équipements et les conduites pour effectuer des réparations, des remplacements ou des travaux d'entretien préventif.
- Les clapets de non-retour : les clapets de non-retour sont des composants cruciaux dans les réseaux d'adduction en eau potable. Leur rôle principal est d'assurer que l'eau ne retourne pas dans la direction opposée à celle prévue dans le système. En empêchant l'eau de retourner dans la direction opposée, les clapets de non-retour assurent l'intégrité du réseau d'adduction en eau potable en évitant les dommages potentiels causés par le reflux, tels que la surpression ou la rupture de conduites.
- Les regards : les regards offrent des points d'accès, de surveillance et de contrôle indispensables pour assurer un approvisionnement en eau potable sûr, fiable et de haute qualité à destination des consommateurs. Plus spécifiquement, ils permettent :
- L'accès au réseau : les regards fournissent des points d'accès sécurisés au réseau d'adduction en eau potable pour les opérateurs et les techniciens chargés de l'inspection, de la maintenance et des réparations. Ils permettent également d'effectuer des prélèvements d'eau pour des tests de qualité.
 - L'inspection et la surveillance : les regards sont placés à des points stratégiques du réseau pour permettre une inspection visuelle de l'état des conduites, des vannes et des autres équipements. Cela permet de détecter les fuites, les dommages ou les problèmes potentiels dans le système.
- Les ouvrages de vidange : les ouvrages de vidange dans un réseau d'adduction en eau potable jouent un rôle crucial dans le maintien de l'efficacité opérationnelle, la sécurité et la qualité de l'eau. Ils interviennent dans :
- L'élimination des sédiments et des débris : les ouvrages de vidange permettent de purger les sédiments et les débris qui peuvent s'accumuler dans le réseau d'adduction en eau potable. Ces accumulations peuvent réduire le débit,

augmenter les risques de colmatage des conduites et compromettre la qualité de l'eau.

- La prévention de la corrosion : en éliminant les eaux stagnantes et les sédiments contenant des substances corrosives, les ouvrages de vidange contribuent à prévenir la corrosion des conduites et des équipements du réseau d'adduction. En effet, la corrosion peut altérer la qualité de l'eau et entraîner des dommages structuraux.
- La réduction des risques de contamination : en éliminant les eaux stagnantes et en assurant un écoulement continu dans le réseau, les ouvrages de vidange contribuent à réduire les risques de contamination microbiologique et chimique de l'eau potable. Cela est essentiel pour garantir la sécurité sanitaire des consommateurs.
- La maintenance et la réparation : Les ouvrages de vidange facilitent l'accès aux conduites et aux équipements du réseau, ce qui permet d'effectuer des opérations de maintenance planifiées et des réparations d'urgence plus facilement. Cela contribue à minimiser les interruptions de service et à assurer la fiabilité du réseau.

IV.3.2 Ouvrages annexes

Ce sont des ouvrages nécessaires pour le bon fonctionnement du système d'AEPS. Ce sont :

- Un local pour le traitement de l'eau ;
- Un local qui servira de magasin ;
- Un local pour le gardien qui assurera la sécurité ;
- Des latrines ;

Le schéma de ces différents ouvrages est présenté en Annexe 7.

V ETUDE FINANCIERE

V.1 Estimation de la capacité à payer

L'estimation de la capacité des populations à payer pour l'eau potable est un processus essentiel pour assurer la viabilité financière des systèmes d'approvisionnement en eau. Elle repose sur plusieurs facteurs, dont le revenu des ménages, les priorités budgétaires, la sensibilisation aux

avantages de l'eau potable, et la perception des coûts associés à l'eau non potable. Une approche participative impliquant les communautés locales est essentielle pour obtenir des données précises et garantir que les solutions proposées sont adaptées aux réalités et aux capacités financières des populations concernées.

D'après le rapport socio-économique, la vente au volume n'est pratiquement pas utilisée dans le village. Tous les habitants enquêtés accèdent à l'eau grâce à des cotisations périodiques. Les montants annuels déclarés varient de : moins de 200 FCFA pour 2,81% des ménages, entre 300 et 500 FCFA pour 1,4%, entre 500 et 1000 FCFA également pour 1,4%, entre 1500 et 2000 FCFA pour 7,04%, et entre 2000 et 3000 FCFA pour 87,32% des ménages.

Le tableau suivant donne les niveaux des dépenses pour l'eau en cotisation :

Tableau 21: Dépenses moyennes pour l'eau à partir des cotisations annuelles

Montant en CFA	<200	201-300	301-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	2001-3000	5000	Total
Nombre de ménages	2	0	1	1	0	5	62	0	71
Proportion (%)	2,81	0,00	1,4	1,4	0	7,04	87,32		100

Source : Enquêtes SERAT/CACI-C - Juillet 2022

En analysant le tableau, il ressort que 87,32 % des ménages enquêtés paient annuellement chacun entre 2000 et 3000 F CFA pour leur approvisionnement en eau.

De plus, le rapport socio-économique révèle que, quelle que soit la période choisie pour le règlement, les ménages enquêtés parviennent toujours à payer leurs cotisations. Cela démontre leur forte volonté de payer pour un bien essentiel et vital.

Les ménages ont exprimé des souhaits pour des prix de vente de l'eau selon des récipients usuels. Ainsi il ressort ce qui suit[5] :

- Une proposition de 10 F CFA pour le bidon de 20 litres (100 % des ménages enquêtés y sont favorables) ;

- Une proposition entre 10 et 15 F CFA pour la bassine de 30 litres (76,05 % des ménages enquêtés y sont favorables) ;
- Une proposition entre 90 et 110 F CFA pour le récipient de 220 litres (100% des ménages enquêtés y sont favorables) ;

V.2 Estimation du cout du projet

Tableau 22: Récapitulatif du cout du projet

N	DESIGNATIONS	MONTANT EN F CFA
I	INSTALLATION CHANTIER - FRAIS GENERAUX	14 500 000
II	FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION	23 552 000
III	CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DE CHATEAU D'EAU	58 600 000
IV	FOURNITURE ET POSE D'EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION	134 749 000
V	OUVRAGES ANNEXES ET PRESTATIONS DIVERSES	36 200 000
VI	ESSAIS ET AUTRES	2 600 720
VII	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANQUES ET SOURCES D'ENERGIE	39 049 600
VIII	FORMATION, SUIVI ET ENTRETIEN	2 000 000
	TOTAL HT-HTVA	311 251 320
	TOTAL TVA (18%)	56 025 238
	TOTAL TTC	367 276 558

Le cout total pour la réalisation de l'AEPS de Nakaba est estimé à **367 276 558 F CFA**.

En annexe 5, un devis détaillé de l'estimation du cout du projet.

V.3 Estimation du prix du mètre cube d'eau

Le prix de revient du mètre cube d'eau est établi de manière à équilibrer l'accessibilité pour les ménages, la durabilité financière des services d'eau et la conservation des ressources en eau. Cette approche progressive permet de répondre aux besoins de la population tout en s'adaptant aux réalités économiques du pays. On le détermine de la manière suivante :

$$\text{Pr} = \frac{\text{In} + \text{Ct}}{\text{Vt}}$$

Pr : le prix de revient du mètre cube d'eau (F CFA/m³).

In: Investissement (F CFA).

Ct : les charges totales (F CFA).

V : le volume total d'eau à l'horizon du projet (m³).

Les charges totales d'exploitation représentent essentiellement les charges salariales du personnel, les charges liées à l'entretien des ouvrages, le cout énergétique et le cout lié au traitement de la ressource en eau. Dans la grande majorité des projets similaires au notre, ces charges sont estimées entre 5 et 20 % du cout du projet. Dans notre cas, nous avons décidé d'estimer ces charges à 20 % du cout du projet.

Le volume total d'eau à l'horizon du projet se détermine de la manière suivante :

$$V = \text{Djp}_{2040} \times 365 \times n$$

V : le volume total d'eau à l'horizon du projet (m³).

Djp₂₀₄₀ : la demande journalière de pointe de l'année 2040 qui correspond à l'horizon du projet.

n : la durée du projet qui est de 16 ans.

Tableau 23: Estimation du prix de revient du mètre cube d'eau

Volume d'eau (m3)	1 010 028
Charges d'exploitation (F CFA)	73 455 412
Cout du projet (F CFA)	367 276 558
Prix de revient du mètre cube d'eau (F CFA/m3)	436

Le prix de revient du mètre cube d'eau est généralement fixé au prix maximum de 500 F CFA en milieu rural (Document cadre de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural au Burkina Faso). Ainsi, nous avons opté de fixer le prix de vente du mètre cube d'eau à 450 F CFA au niveau des branchements privés.

Au niveau des bornes fontaines, les prix seront fixés tels que suit :

- 10 F CFA pour le récipient de 20 litres
- 15 F CFA pour le récipient de 30 litres
- 110 F CFA pour le récipient de 220 litres.

VI MODE DE GESTION

Au Burkina Faso, il existe différents modes de gestion des ouvrages. Ceux sont essentiellement la régie directe, la régie autonome, le mode de gestion par affermage et le mode de gestion par concession. En annexe 6 est présenté les avantages et inconvénients des différents modes de gestion existants au Burkina Faso.

Notre choix s'est porté sur le mode de gestion par affermage. En effet, le mode de gestion par affermage est une forme de partenariat public-privé où une entreprise privée (le fermier) est contractuellement chargée d'exploiter et d'entretenir un système d'adduction en eau potable, tandis que les infrastructures restent la propriété de l'État ou des collectivités locales. En outre, ce type de mode gestion présente des avantages significatifs notamment en termes d'efficacité opérationnelle, de qualité de service, de réduction des coûts pour les collectivités, d'accès amélioré à l'eau potable, de transparence, et de renforcement des capacités locales. Ces avantages contribuent à une gestion plus durable et efficace des ressources en eau.

VII NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Pour l'exécution de tout projet de réalisation d'ouvrages hydrauliques, la mise en place d'une notice d'impact environnemental est nécessaire. En effet, Une notice d'impact environnemental (NIE) évalue les effets potentiels d'un projet sur l'environnement. Elle fait partie intégrante du processus d'autorisation et de planification de projets susceptibles d'avoir des répercussions significatives sur l'écosystème.

VII.1 Cadre législatif régissant les normes internationales

La législation environnementale au Burkina Faso comprend un ensemble de lois et de réglementations visant à encadrer et à protéger l'environnement. Bien que les lois puissent évoluer, voici quelques-unes des principales dispositions législatives qui concernent les projets susceptibles de nuire à l'environnement au Burkina Faso. Nous avons :

- **La Loi n° 006-2013/AN du 02 avril 2013 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso** : Cette loi constitue le principal cadre législatif régissant la protection de l'environnement au Burkina Faso. Elle fixe les principes fondamentaux de la politique nationale de l'environnement et établit les procédures d'évaluation des impacts environnementaux.
- **Le Décret n° 2014-860/PRES/PM/MEE du 29 décembre 2014 portant établissement de la liste des activités, ouvrages et travaux soumis à l'étude d'impact environnemental et social (EIES)** : Ce décret complète la loi sur l'environnement en énumérant les activités, ouvrages et travaux qui nécessitent une étude d'impact environnemental et social (EIES) préalable. Les projets susceptibles de nuire à l'environnement doivent se conformer à cette réglementation.
- **L'Arrêté n° 2014-863/MEE/SG/SP du 29 décembre 2014 fixant les modalités d'évaluation des impacts environnementaux et sociaux (EIES)** : Cet arrêté précise les modalités d'élaboration et d'examen des études d'impact environnemental et social. Il énonce les critères et les procédures à suivre pour garantir la qualité des évaluations d'impact.
- **La Loi n° 013-2017/AN du 12 avril 2017 portant régime juridique des forêts, de la faune et des aires protégées au Burkina Faso** : Cette loi concerne la gestion des ressources naturelles, y compris les forêts, la faune et les aires

protégées. Elle vise à préserver la biodiversité et à réguler l'exploitation des ressources naturelles.

- **La Loi n° 034-2017/AN du 20 juin 2017 portant régime de gestion des déchets au Burkina Faso** : Cette loi traite de la gestion des déchets et vise à promouvoir des pratiques respectueuses de l'environnement dans la gestion des déchets solides, liquides et dangereux.

Ces lois et décrets reflètent l'engagement du Burkina Faso envers la protection de l'environnement et la promotion d'un développement durable. Les projets susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement sont tenus de respecter ces réglementations, ce qui peut inclure la réalisation d'études d'impact environnemental, l'obtention de permis environnementaux, et la mise en œuvre de mesures d'atténuation. Les autorités compétentes, telles que le Ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique, sont responsables de l'application de ces lois.

VII.2 Identification de la catégorie d'impact du projet

La législation burkinabè relative à l'évaluation d'impact environnemental classe les projets en trois catégories : A, B et C. Ces catégories définissent le niveau de risque et d'importance environnementale associé à chaque projet. Les détails spécifiques de cette classification sont généralement stipulés dans la Loi n° 006-2013/AN du 02 avril 2013 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso. Plus spécifiquement, nous avons[8] :

- **La catégorie A** : Elle concerne les projets majeurs ou sensibles.
 - **Description** : Les projets de catégorie A sont généralement des projets majeurs qui ont un potentiel significatif d'impacts environnementaux négatifs. Ils peuvent également inclure des projets dans des secteurs particulièrement sensibles, tels que l'industrie extractive, l'énergie, ou les grands travaux d'infrastructure.
 - **Caractéristiques** : Grands projets, impacts significatifs, peuvent avoir des conséquences étendues sur l'environnement.
 - **Exigence** : Une étude d'impact environnemental approfondie (EIE) est généralement exigée avant la mise en œuvre.
- **La catégorie B** : Elle concerne les projets modérés ou moyennement sensibles

- **Description** : Les projets de catégorie B sont de taille moyenne et peuvent avoir des impacts environnementaux modérés. Ils peuvent inclure des projets dans des secteurs tels que l'agriculture, la construction, ou les petites installations industrielles.
 - **Caractéristiques** : Projets de taille moyenne, impacts modérés, peuvent nécessiter des mesures d'atténuation.
 - **Exigence** : Une étude d'impact environnemental (EIE) est souvent requise, mais elle peut être moins détaillée que pour la catégorie A.
- **La catégorie C** : Elle concerne les projets de faible envergure ou à faible impact
- **Description** : Les projets de catégorie C sont généralement de petite envergure et ont un potentiel d'impact environnemental relativement faible. Ils peuvent inclure des projets tels que des petits bâtiments, des travaux routiers mineurs, ou des projets de développement local de petite envergure.
 - **Caractéristiques** : Projets de petite taille, impacts limités, peu susceptibles de causer des dommages significatifs à l'environnement.
 - **Exigence** : Une évaluation d'impact environnemental simplifiée ou une déclaration d'impact environnemental peut être requise.

De par ses caractéristiques, notre projet se situe dans la catégorie B et nécessite la mise en place d'une étude d'impact environnemental.

VII.3 Impacts et mesures d'atténuation

Notre projet ayant été répertorié comme projet de catégorie B de par la législation Burkinabè, il entraînera inévitablement des impacts négatifs mais également positifs sur l'environnement. Dans notre cas, les impacts négatifs sont minimes par rapport aux impacts positifs et des mesures d'atténuation seront également mises en place.

VII.3.1 Impacts négatifs

- L'altération du sol de par les fouilles creusées pour la pose des canalisations
- L'altération du couvert végétal de par l'abattage d'arbres, d'arbustes et la coupe d'herbes

- La présence de nuisances sonores de par les travaux de mise en place du forage, de construction de réservoir...
- L'occupation des terres par l'installation du système d'AEPS entraîne des impacts sur les habitats naturels et l'agriculture locale

VII.3.2 Impacts positifs

Les impacts positifs du projet ont pour but d'améliorer les conditions de vie des populations de la localité. Ce sont :

- Une amélioration de la qualité de vie de par un accès à une source d'eau potable sûre et fiable améliore directement la qualité de vie des communautés locales en réduisant les risques de maladies liées à l'eau.
- Une impulsion du développement économique local : une plus grande disponibilité de l'eau potable améliore les conditions sanitaires, ce qui peut favoriser la productivité économique locale en réduisant l'absentéisme lié aux maladies.
- Une santé publique améliorée : l'accès à une eau potable propre contribue à réduire la prévalence de maladies hydriques, améliorant ainsi la santé publique et réduisant la charge sur les systèmes de santé.
- Une réduction du taux de chômage avec une génération d'emplois directs et indirects par le projet
- Une plus grande proximité entre les points d'eau et les habitations ainsi qu'une réduction du temps d'attente de par l'augmentation des points d'eau

VII.3.3 Mesures d'atténuation et de bonification des impacts

Les mesures d'atténuation et de bonification pour la mise en place de notre système d'adduction en eau potable visent à minimiser les impacts négatifs tout en optimisant les aspects positifs. Ces mesures visent à garantir le succès du projet tout en préservant l'environnement et en améliorant les conditions de vie des populations locales. En effet, les mesures d'atténuation sont mises en place pour réduire ou limiter les impacts négatifs d'un projet sur l'environnement et la population tandis que les mesures de bonification sont conçues pour améliorer les avantages positifs du projet, en maximisant son impact positif sur la qualité de vie de la population et sur l'environnement.

Comme mesures d'atténuation, nous avons :

- La gestion responsable des déchets qui permettra le tri, le recyclage ou l'élimination des déchets de construction
- La limitation au maximum du déboisement en choisissant judicieusement les tracés et les sites d'implantation des ouvrages
- La plantation d'espèces végétales appropriées autour des sites d'implantation pour restaurer le couvert végétal détruit

En ce qui concerne les mesures de bonification, on a :

- La mise en place d'une commission avec pour but d'assurer une gestion des ouvrages par un contrôle et un suivi
- La mise en place de programmes pour sensibiliser la population sur l'importance de l'eau potable, de l'hygiène et de la gestion durable des ressources en eau
- Prioriser la population locale dans le cadre de l'emploi d'une main d'œuvre lors de la mise en place du système d'adduction en eau potable
- Le développement des infrastructures sociales à travers la construction ou l'amélioration des infrastructures sanitaires et des toilettes publiques.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La mise en place du PAEP-CE permettra d'améliorer le taux d'accès à l'eau potable dans plusieurs localités de la région du Centre-Est. Ainsi, la localité de Nakaba bénéficiera de la réalisation d'un système d'AEPS qui permettra de solutionner différentes contraintes que rencontrent la population pour son approvisionnement en eau. Ces contraintes sont notamment la mauvaise répartition, les pannes fréquentes et les faibles quantités débitées par les PMH, le tarissement des eaux de surface surtout en saison sèche. Au terme du projet, l'AEPS de Nakaba devra permettre de satisfaire une demande journalière de pointe estimée à 172,95 m³/j. Pour cela, le système sera constitué d'un réservoir métallique de forme cylindrique d'une capacité de 80 m³, d'une pompe immergée qui sera alimentée par un système photovoltaïque et le réseau public de la SONABEL, d'un réseau d'adduction de 3035,8 m et d'un réseau de distribution de 16971,4 m qui desservira au terme du projet 7 bornes fontaines et 429 branchements privés. Le cout de réalisation de l'AEPS est estimé à 367 256 558 F CFA et le prix de vente du mètre cube d'eau est de 450 F CFA.

Pour assurer la pérennité des ouvrages et le fonctionnement optimal du système, nous préconisons les actions suivantes :

- Renforcer la ressource en eau notamment par l'ajout d'une autre source souterraine (forage) afin de satisfaire la demande journalière de pointe ;
- Organiser des campagnes de sensibilisation pour informer la population sur l'importance de conserver l'eau et en faire bon usage ;
- Sensibiliser la population à l'importance de maintenir les alentours des points d'eau propres pour éviter la contamination. Encourager des pratiques d'élimination des déchets respectueuses de l'environnement ;
- Mettre en place un système efficace pour que les usagers puissent signaler rapidement tout problème, comme les fuites ou les pannes de pompe afin que des interventions rapides soient faites ;
- Organiser des sessions d'information pour expliquer aux usagers comment les tarifs de l'eau sont calculés, l'importance des paiements ponctuels, et comment lire les compteurs d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

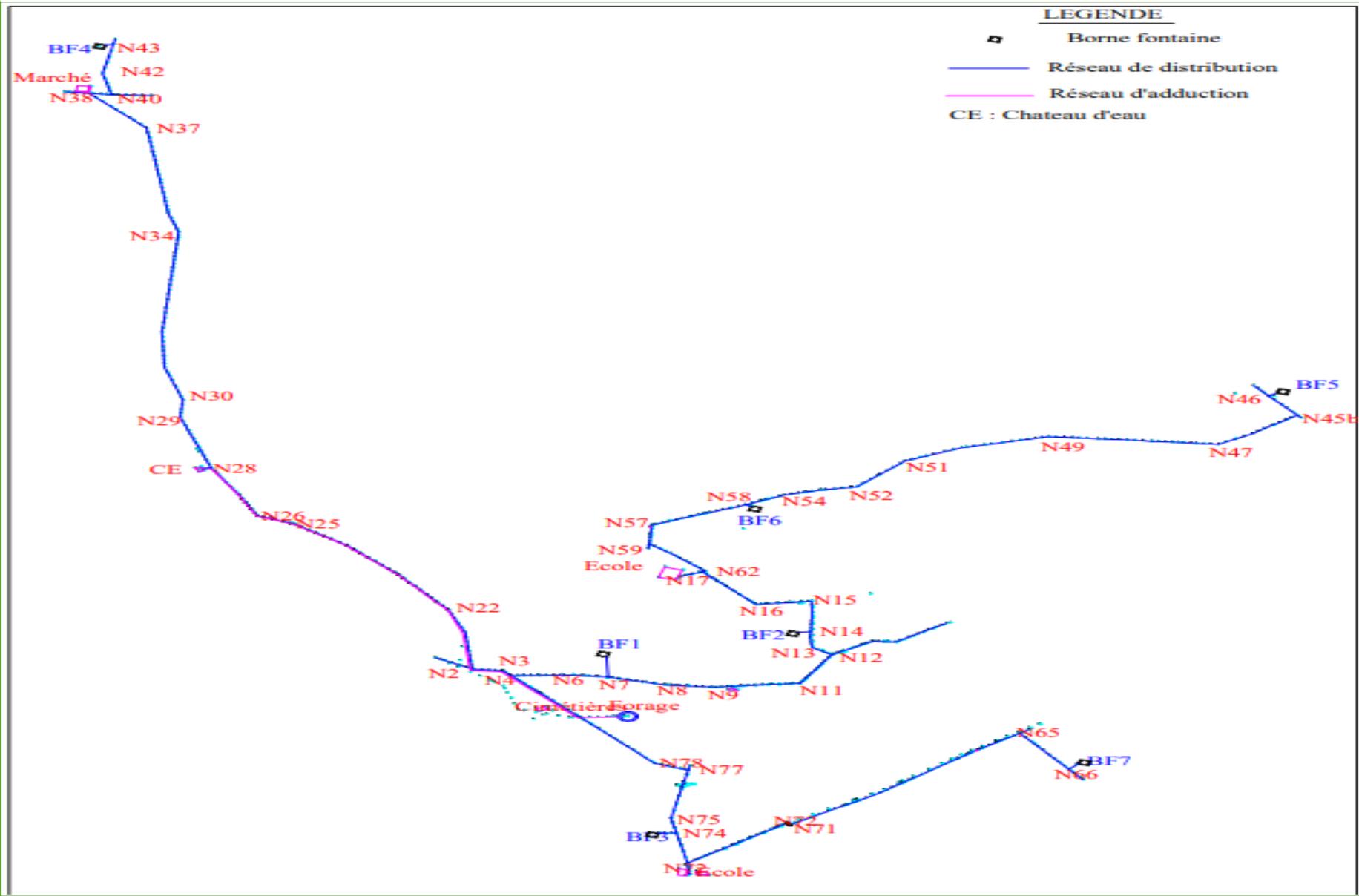
- [1] « mea_PN_AEP_2016_2030.pdf ».
- [2] « Annuaire-statistique_2021_28.12.2022-VF.pdf ».
- [3] « Résultats INOH_2022 Version finale.xlsx ».
- [4] « MONOGRAPHIE DU CENTRE-EST 5E RGPH.pdf ».
- [5] « RAPPORT PROVISOIRE SOCIO-ECONOMIQUE AEP 9 SITES SERAT-CACI-C (lot3).pdf ».
- [6] « DECRET_NORMES_CRITERES_EAU_POTABLE.pdf ».
- [7] « Epanet_fr.pdf ».
- [8] « loi n°006 portant code de l'environnement.pdf ».
- [9] « mea document cadre de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural au burkina faso 2019.pdf ».
- [10] « 20200600_DIBLONI_Sami_Edgard_S10_GEAAH_Janv2023 (1).pdf ».
- [11] « Rapport résultats définitifs RGPH 2019.pdf ».
- [12] « PAEP___approvisionnement_en_eau_potable_dans_la_région_Est-11481.pdf ».
- [13] « mea guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au burkina faso 2019.pdf ».
- [14] K. P. A. Fidele, « Etude de faisabilité technique d'un système d'approvisionnement en eau potable dans la localité de Nékanklou, de la Commune de Banfora, Région des cascades ».
- [15] N. P. Arafat, « SPÉCIALITÉ GÉNIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMÉNAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH) ».
- [16] « Pezon, C., & Bassono, R. (2012). Le coût des systèmes d'approvisionnement en eau potable .pdf ».

Sites internet

<https://product-selection.grundfos.com/fr/products?tab=all> consulté en juin 2024

ANNEXES

Annexe 1: Plan du réseau	II
Annexe 2: Détermination de la HMT	III
Annexe 3: Comparaison entre les différentes vitesses et pressions	IV
Annexe 4: Fiche récapitulative des caractéristiques de la pompe	V
Annexe 5: Devis détaillé de l'estimation du cout du projet.....	VI
Annexe 6: Avantages et inconvénients des différents modes de gestion	XII
Annexe 7: Pièces graphiques des ouvrages.....	XIV
Annexe 8: Quelques profils en long	XV



Annexe 2: Détermination de la HMT

Cote TN réservoir (m)	349,58
Cote TN niveau dynamique (m)	302,4
Niveau dynamique (m)	30,94
Cote TN forage (m)	333,34
Cote radier (m)	359,58
Hauteur géométrique (m)	61,04
Hauteur du réservoir (m)	3,36
Revanche (m)	0,5
Pertes de charge (m)	17,183
Cote trop plein du réservoir (m)	363,44
HMT (m)	78,223
HMT Retenue (m)	80

Annexe 3: Comparaison entre les différentes vitesses et pressions

Tronçons	Pressions calculées	Pressions simulées (nœud aval)	Vitesses calculées	Vitesses simulées	Tronçons	Pressions calculées	Pressions simulées (nœud aval)	Vitesses calculées	Vitesses simulées
R-N28	9,86	11,54	0,76	0,76	N54-N52	8,11	9,22	0,35	0,37
N28-N26	10,72	12,39	0,61	0,61	N52-N51	6,12	7,19	0,33	0,34
N26-N25	12,54	14,21	0,60	0,60	N51-N49	7,98	8,92	0,29	0,31
N25-N22	14,05	15,66	0,59	0,59	N49-N47	10,88	11,02	0,48	0,54
N22-N5	14,29	15,91	0,57	0,57	N47-N45b	10,15	10,08	0,38	0,41
N5-N2	15,48	17,1	0,57	0,57	N45b-N46	9,23	9,16	0,33	0,34
N2-N3	15,91	17,52	0,56	0,56	N46-BF5	9,15	9,08	0,31	0,31
N3-N4	16,36	17,96	0,56	0,56	N28-N29	10,38	11,97	0,42	0,44
N4-N6	18,44	20,04	0,35	0,35	N29-N30	9,93	11,51	0,40	0,40
N6-N7	18,28	19,82	0,73	0,73	N30-N34	12,44	13,31	0,34	0,39
N7-BF1	18,04	19,58	0,31	0,31	N34-N37	9,31	8,99	0,49	0,56
N7-N8	18,16	18,73	0,63	0,63	N37-N38	10,27	9,88	0,40	0,41
N8-N9	18,10	19,59	0,62	0,60	N38-N40	9,17	8,77	0,37	0,38
N9-N11	18,72	20,26	0,59	0,58	N40-N42	8,79	8,14	0,35	0,36
N11-N12	17,27	18,83	0,57	0,57	N42-N43	9,82	9,05	0,33	0,34
N12-N13	15,51	17,07	0,56	0,56	N43-BF4	10,79	10,02	0,31	0,31
N13-N14	15,16	15,97	0,56	0,56	N4-N78	20,53	21,95	0,41	0,43
N14-BF2	16,25	17,06	0,31	0,31	N78-N77	20,82	22,23	0,38	0,38
N14-N15	14,70	15,87	0,45	0,44	N77-N75	19,45	20,83	0,36	0,37
N15-N16	11,90	12,89	0,43	0,43	N75-N74	18,48	19,86	0,52	0,53
N16-N17	10,61	11,62	0,42	0,41	N74-BF3	18,32	19,70	0,31	0,31
N17-N62	10,56	11,57	0,61	0,60	N74-N72	15,86	17,38	0,36	0,36
N62-N59	10,42	11	0,59	0,58	N72-N70	16,31	17,73	0,32	0,34
N59-N57	9,04	10,13	0,57	0,57	N70-N71	15,96	17,37	0,29	0,30
N57-N58	9,97	11,09	0,55	0,53	N71-N65	17,62	18,62	0,23	0,28
N58-BF6	10,10	11,22	0,31	0,31	N65-N66	14,95	15,75	0,34	0,37
N58-N54	9,24	10,39	0,37	0,38	N66-BF7	14,99	15,79	0,31	0,31

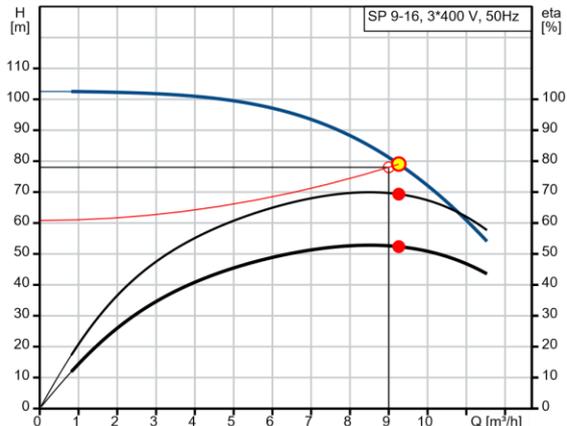
Annexe 4: Fiche récapitulative des caractéristiques de la pompe



Company name:
Created by:
Phone:

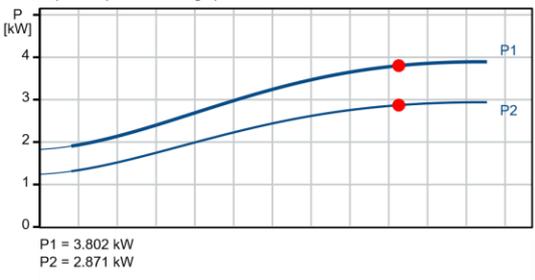
Date: 17/06/2024

Description	Value
General information:	
Product name:	SP 9-16
Product No:	On request
EAN number:	On request
Technical:	
Pump speed on which pump data are based:	2900 rpm
Actual calculated flow:	9.258 m ³ /h
Rated flow:	9 m ³ /h
Resulting head of the pump:	79.07 m
Rated head:	84.1 m
Stages:	16
Number of reduced-diameter impellers:	NONE
Approvals:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROC CO
Approvals for motor:	CE,EAC,C_UL_US_NSF372MOR OCCO,UKCA,SEPRO,RCM
Approvals for drinking water:	ACS,DM174
Curve tolerance:	ISO9906:2012 3B
Model:	B
Motor version:	T40
Return valve:	YES
Materials:	
Pump:	Stainless steel
Pump:	EN 1.4301
Pump:	AISI 304
Impeller:	Stainless steel
Impeller:	EN 1.4301
Impeller:	AISI 304
Motor:	Stainless steel
Motor:	EN 1.4301
Shaft seal:	HM/Ceramics
Installation:	
Maximum ambient pressure:	60 bar
Maximum operating pressure:	60 bar
Maximum outlet pressure:	10.5 bar
Type of connection:	Rp
Size of connection:	2 inch
Motor diameter:	4 inch
Minimum borehole diameter:	105 mm
Liquid:	
Pumped liquid:	Water
Liquid temperature range:	-15 .. 40 °C
Selected liquid temperature:	20 °C
Density:	998.2 kg/m ³
Electrical data:	
Motor type:	MS4000
Motor flange design:	NEMA
Rated power - P2:	3 kW
Power (P2) required by pump:	3 kW
Mains frequency:	50 Hz
Rated voltage:	3 x 380-400-415 V
Rated current:	7.7-7.9-8.1 A
Starting current:	430-450-460 %
Cos phi - power factor:	0.86-0.81-0.77
Rated speed:	2830-2850-2870 rpm
Method of start:	Direct-on-line (DOL)
Enclosure class (IEC 34-5):	IP68

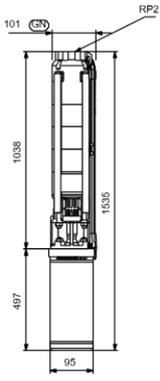
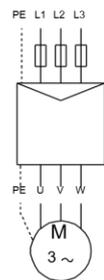


SP 9-16, 3*400 V, 50Hz

Q = 9.258 m³/h H = 79.07 m
 Es = 0.4106 kWh/m³ n = 2863 rpm
 Pumped liquid = Water Density = 998.2 kg/m³
 Eta pump = 69.3 % Eta pump+motor = 52.4 %
 Liquid temperature during operation = 20 °C



P1 = 3.802 kW
P2 = 2.871 kW

Annexe 5: Devis détaillé de l'estimation du cout du projet

	DESIGNATION	UNITE	QUANTITE MARCHE	PU (FCFA)	MONTANT MARCHE
I	INSTALLATION CHANTIER - FRAIS GENERAUX				
1.1	Installation et repli de chantier	FF	1,00	10 000 000	10 000 000
1.2	Etudes techniques d'exécution et implantation du réseau (en fichier et 5 exemplaires format papier)	FF	1,00	3 000 000	3 000 000
1.3	Etablissement de plans de récolement des ouvrages exécutés (en fichier et 5 exemplaires format papier)	FF	1,00	1 500 000	1 500 000
	SOUS TOTAL I				14 500 000
II	FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION				
II.1	Exhaure				
II.1.1	Prélèvement et analyse physico-chimique complète et bactériologique de l'eau	FF	1,00	150 000	150 000
II.1.2	Fourniture et mise en place dans le forage de foraduc ou PEHD d'exhaure de diamètre minimal DN90 y compris accessoires et raccordement au réseau de refoulement	FF	1,00	500 000	500 000
II.1.3	Construction de la tête de forage et toutes suggestions comprises	FF	1,00	200 000	200 000
II.1.4	Fourniture, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouse, coudes, raccords union MIF, bride ronde filetée, Compteur, clapet AR, manomètre, pressostat, filtre, vanne, robinet de prise, ...) sur la tête de forage y compris butée et support	FF	1,00	500 000	500 000
II.1.5	Désinfection de forage	U	1,00	100 000	100 000
	SOUS TOTAL II.1				1 450 000
II.2	Fourniture et pose de conduites de refoulement y compris fouille pour tout type de terrain, fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, pièces spéciales pour PEHD PN16, remblai et toutes suggestions				
II.2.1	Fourniture et pose d'un tuyau de refoulement en PEHD DN90 PN16 y compris fouilles tout terrain confondu, lit de pose en matériau sableux, remblai, grillage avertisseur bleu et toutes sujétions	ml	3036	7 000	21 252 000,00

**Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba,
commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso**

II.2.2	Fourniture et pose de vanne DN80 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	1,00	150 000	150 000
II.2.3	Fourniture et pose de ventouse DN50 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	1,00	100 000	100 000
II.2.4	Fourniture et pose de vanne de vidange DN50 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	1,00	100 000	100 000
II.2.5	Fourniture, pose et raccordement d'un ensemble de pièces spéciales en fonte pour la conduite de refoulement	ens.	1,00	500 000	500 000
	SOUS TOTAL II.2				22 102 000
	SOUS TOTAL II				23 552 000
III	CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DE CHATEAU D'EAU				
III.1	Aménagement de terrain de 15m x 15m , fourniture et pose de grillage de clôture suivant plan	FF	1,00	500 000	500 000
III.2	Fourniture et pose d'un château d'eau métallique de 80 m3, hauteur sous radier : 10m y compris différentes colonnes (...), les équipements du by-pass (...) et échelle dont les 2m les plus bas amovibles suivant plans	U	1,00	55 000 000	55 000 000,00
III.3	Construction et équipement du by-pass conformément au dessin fourni	FF	1,00	1 000 000	1 000 000
III.4	Raccordement du château au réseau de distribution et d'adduction	FF	1,00	100 000	100 000
III.5	Fourniture et pose d'un système de chloration : diffuseur de chlore de 3-5Kg et accessoires de pose en dérivation sur conduite de refoulement PEHD DN90/PN16	U	1,00	2 000 000	2 000 000
	SOUS TOTAL III				58 600 000
IV	FOURNITURE ET POSE D'EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION				
IV.1	Fourniture et pose de conduites y compris fouille pour tout type de terrain, fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, accessoires, remblai compacté et toutes suggestions				
IV.1.1	Conduite PEHD DN 160 PN10	ml	2635,00	13 000	34255000,00
IV.1.2	Conduite PEHD DN 110 PN10	ml	3 901,0	7 500	29 257 500
IV.1.3	Conduite PEHD DN 90 PN10	ml	6 883,0	6 500	44 739 500
IV.1.4	Conduite PEHD DN 63 PN10	ml	3 554,0	5 500	19 547 000
	SOUS TOTAL IV.1				127 799 000
IV.2	Fourniture et Pose des pièces spéciales sur réseau : robinets vannes, ventouses et vidanges pour PEHD PN10 y compris pièces spéciales de raccordement au PEHD				

**Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba,
commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso**

IV.2.1	Robinet vanne DN100 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	2	250 000	500 000
IV.2.2	Robinet vanne DN80 y compris accessoires (raccord) et exécution bouche à clé	U	7	200 000	1 400 000
IV.2.3	Robinet vanne DN50 y compris accessoires (raccord) et exécution bouche à clé	U	10	150 000	1 500 000
IV.2.4	Fourniture et pose de ventouse DN80 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	1	200 000	200 000
IV.2.5	Fourniture et pose de ventouse DN50 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	2	150 000	300 000
IV.2.6	Fourniture et pose de vannes de vidange DN80 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	3	200 000	600 000
IV.2.7	Fourniture et pose de vannes de vidange DN63 y compris accessoires (raccord) et exécution de regards	U	3	150 000	450 000
IV.2.8	Fourniture, pose et raccordement d'un ensemble de pièces spéciales en fonte pour les conduites de distribution (Té, Cônes, Réducteur, etc.)	ens.	1	2 000 000	2 000 000
	SOUS TOTAL IV.2				6 950 000
	SOUS TOTAL IV				134 749 000
V	OUVRAGES ANNEXES ET PRESTATIONS DIVERSES				
V.1	Aménagement de terrain, construction d'un mur de clôture (25mx25m) des locaux d'exploitation suivant plan	U	1,00	1 000 000	1 000 000,00
V.2	Construction du bâtiment bureau/magasin conformément au dessin	U	1,00	3 000 000	3 000 000,00
V.3	Construction du local de gardiennage conformément au dessin	U	1,00	1 500 000	1 500 000,00
V.4	Construction du complexe latrine/douche conformément au dessin	U	1,00	2 000 000	2 000 000,00
V.5	Construction du local de dosage conformément au dessin	ens.	1	2 500 000	2 500 000,00
V.6	Construction et branchement de bornes fontaines à 3 robinets, fourniture et pose de hangar y compris l'ensemble de la tuyauterie, pièces de raccords, compteur, vanne et robinetterie, massif en béton, puits perdu (cf. plan), prise en charge sur la conduite de distribution et toutes suggestion	U	7,00	750 000	5 250 000,00
V.7	Fourniture et pose de kit complet pour branchement privé (distance maxi de 100m du réseau) y compris toutes suggestions	U	200,00	100 000	20 000 000,00
V.8	Construction et pose de borne de repérage pour les canalisations du réseau d'adduction : chaque 100m et aux changements de direction	U	61,00	10 000	610 000,00
V.9	Confection et pose de plaques d'immatriculation pour bornes fontaines	U	7,00	20 000	140 000,00

**Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba,
commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso**

V.10	Confection et pose de plaques de renseignement pour forage et château d'eau	U	2,00	100 000	200 000,00
	SOUS TOTAL V				36 200 000
VI	ESSAIS ET AUTRES				
VI.1	Essai de pression du réseau	ml	20 007,2	100	2 000 720,00
VI.2	Essai d'étanchéité du château	FF	1,00	100 000	100 000,00
VI.3	Rinçage et désinfection du réseau	FF	1,00	500 000	500 000,00
	SOUS TOTAL VI				2 600 720
VII	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANIQUES ET SOURCES D'ENERGIE				
VII.1	SOURCE D'ALIMENTATION				
VII.1.1	Générateur PV : Champ photovoltaïque				
VII.1.1.1	Fourniture et pose d'une système solaire PV de 6 kWc (Plateforme, champ solaires, boîte de raccordement, 1 convertisseur DC/AC de 12,5 KVA au moins avec sortie triphasée, 1 régulateur de tension, 1 batterie d'accumulateur plus (02) plaques de 150w, câbles, accessoires, etc.), y compris pièces de rechange et outillages spécifiques et toute sujétion	ens.	1,00	17 000 000	17 000 000,00
	SOUS TOTAL VII.1.1				17 000 000
VII.1.2	SONABEL				
VII.1.2.1	Extension du réseau Moyenne tension existant jusqu'au site du forage, y compris IACM, parafoudres, les différentes mises à la terre et toute sujétion	km	0,30	6 262 000	1 878 600
VII.1.2.2	Fourniture et pose d'un transformateur sur poteau H61 triphasé 15kV/0,4kV de 25kVA, y compris la du tableau de comptage et l'abonnement triphasé de 20A	ens.	1,00	7 815 000	7 815 000
VII.1.2.3	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses du transformateur, y compris toute sujétion	U	1,00	290 000	290 000
VII.1.2.4	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques, y compris toute sujétion	U	1,00	290 000	290 000
VII.1.2.5	Fourniture et pose d'un extincteur à poudre de 5 kg	U	1,00	100 000	100 000
	SOUS TOTAL VII.1.2				10 373 600
	SOUS TOTAL VII.1				27 373 600
VII.2	POMPE, RACCORDEMENT, PROTECTION, COMMANDE ET REGULATION				
VII.2.1	Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées de 4 KW y compris boîte de raccordement, câble de sécurité en acier inoxydable et toute sujétion	U	1,0	2 000 000	2 000 000
VII.2.2	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme équipée d'un module CU 3 pour l'alimentation, la	U	1,0	3 000 000	3 000 000

**Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba,
commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso**

	commande et l'asservissement de l'électropompe immergée, y compris l'avertisseur sonore et toute sujétion				
VII.2.3	Fourniture et pose d'un coffret d'éclairage pour alimenter les luminaires du site du forage	U	1,0	400 000	400 000
VII.2.4	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipée de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage y compris toute sujétion	U	1,0	200 000	200 000
VII.2.5	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	U	3,0	22 500	67 500
VII.2.6	Fourniture, pose et réglage d'un robinet flotteur sur le château d'eau pour le contrôle de la surpression, y compris toute sujétion	U	1,0	750 000	750 000
VII.2.7	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujétion	U	1,0	350 000	350 000
VII.2.8	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques, y compris toute sujétion	U	1,0	250 000	250 000
	SOUS TOTAL VII.2				7 017 500
VII.3	CANALISATION ELECTRIQUES				
VII.3.1	Fourniture, pose et raccordement du câble de liaison entre le tableau de comptage et l'armoire électrique, y compris toute sujétion	m	30,0	6 500	195 000
VII.3.2	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur entre la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage et l'armoire électrique, y compris toute sujétion	ens.	1,0	250 000	250 000
VII.3.3	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x10mm ² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	100,0	5 000	500 000
VII.3.4	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 5x4mm ² entre la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage et l'armoire électrique pour l'asservissement de l'électropompe, y compris toute sujétion	m	30,0	3 500	105 000
VII.3.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique souple (noir) de 3x1,5mm ² entre le pressostat et la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	15,0	1 700	25 500
VII.3.6	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm ² entre les électrodes dans le forage et la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	125,0	2 700	337 500

**Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba,
commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso**

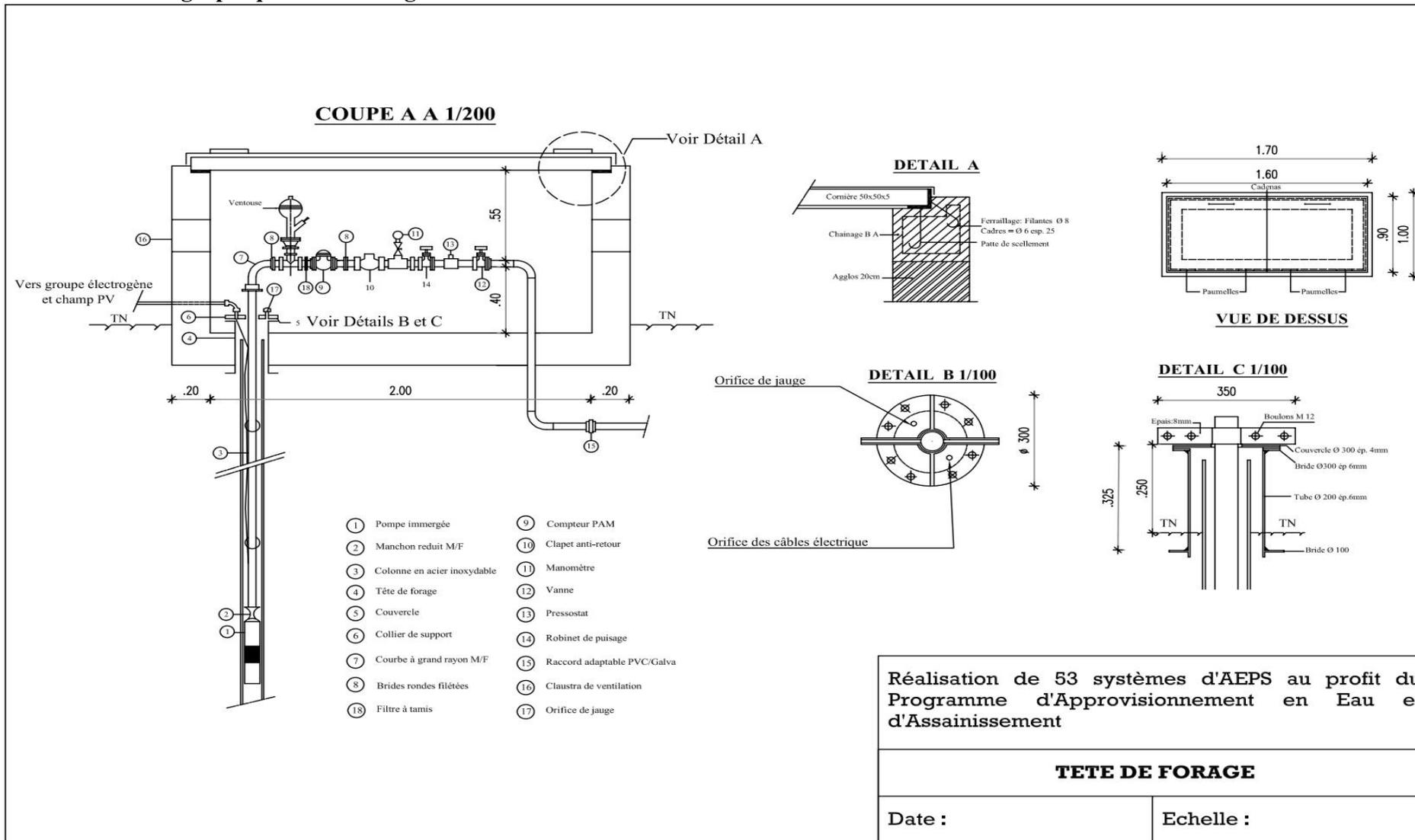
VII.3.7	Réalisation des installations électriques du local technique, du local gardien, magasin et les toilettes y compris toute sujétion	ens.	1,0	75 000	75 000
VII.3.8	Réalisation des installations électriques (fourreaux, câbles, tranchées, grillage avertisseur, etc.) de l'éclairage de l'enclos par 6 potelets équipés chacun d'un luminaire solaire étanche	ens.	1,0	700 000	700 000
	SOUS TOTAL VII.3				2 188 000
VII.4	APPAREILLAGE				
VII.4.1	Fourniture, pose de potelet à un bras équipé d'un luminaire solaire étanche pour éclairer l'enclos du champ solaire, y compris toute sujétion	U	6,0	75 000	450 000
VII.4.2	Fourniture, pose de réglette standard équipée d'un tube LED de 1x12W pour éclairer tous les locaux du site du forage y compris toute sujétion	U	5,0	20 000	100 000
VII.4.3	Fourniture, pose de réglette standard étanche équipée d'un tube LED de 1x12W pour éclairer les locaux techniques du site du forage y compris toute sujétion	U	3,0	27 000	81 000
VII.4.4	Fourniture et pose des interrupteurs	U	6,0	4 500	27 000
VII.4.5	Fourniture et pose de prise de courant 2P + T étanche	U	2,0	2 500	5 000
VII.4.6	Fourniture et pose de prise de courant 2P + T	U	3,0	2 500	7 500
VII.4.7	Fourniture et pose de lampadaires à LED de 100 watts dans les zones indiquées par la maîtrise d'œuvre	U	9,0	200 000	1 800 000
	SOUS TOTAL VII.4				2 470 500
	SOUS TOTAL VII				39 049 600
VIII	FORMATION, SUIVI ET ENTRETIEN				
VIII.1	Formation des responsables d'exploitation et leur suivi pendant la période de garantie	FF	1,00	1 000 000	1 000 000
VIII.2	Fourniture d'outillages et de pièces de rechange pour l'entretien électromécanique	FF	1,00	500 000	500 000
VIII.3	Fourniture d'outillages et de pièces de rechange pour l'entretien du réseau	FF	1,00	500 000	500 000
	SOUS TOTAL VIII				2 000 000
	TOTAL HT-HTVA				311 251 320
	TVA				56 025 238
	TOTAL TTC				367 276 558

Annexe 6: Avantages et inconvénients des différents modes de gestion

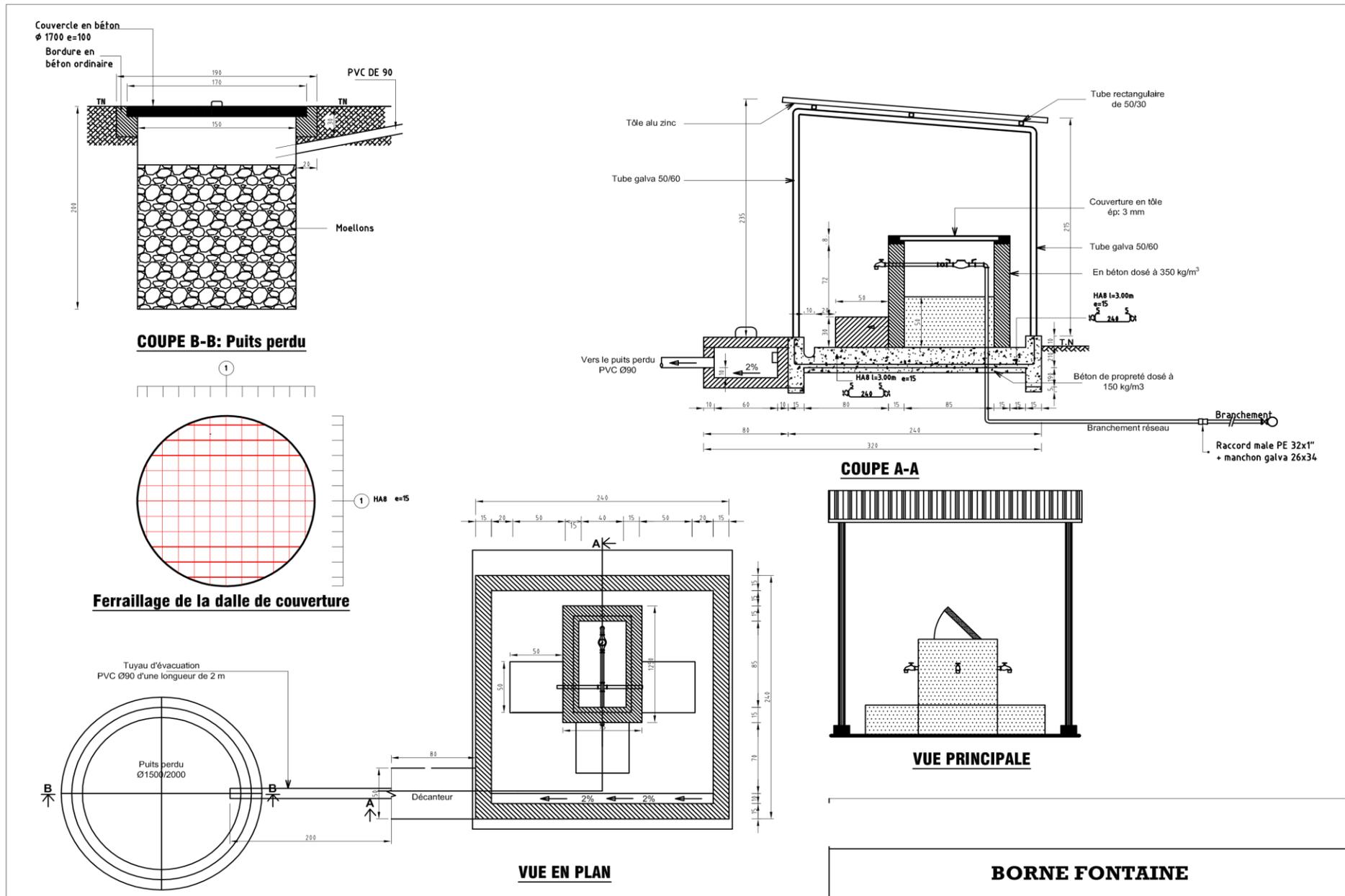
Mode de gestion	Avantages	Inconvénients	Conditions de mise en œuvre.
La régie directe	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'emploi - Maîtrise de l'exploitation des ouvrages - Proximité de service - Fluidité dans les décisions - Valorisation de l'expertise locale - Moins de charges - Dividendes politiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les risques pèsent sur la commune - Augmentation des charges de travail - Risque d'influence politique sur les décisions - Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens 	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'une étude de faisabilité - Personnel qualifié et compétent - Délibération du conseil municipal - Disponibilité d'infrastructures et de moyens de travail - Existence d'un fonds de roulement - Fonctionnalité des installations
La régie autonome	<ul style="list-style-type: none"> - Création d'emploi - Maîtrise de l'exploitation des ouvrages - Proximité de service - Fluidité dans les décisions - Valorisation de l'expertise locale - Moins de charges - Personnel détaché du reste du personnel municipal - Dividendes politiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les risques pèsent sur la commune - Augmentation des charges de travail - Risque d'influence politique sur les décisions - Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens 	<ul style="list-style-type: none"> - Réalisation d'une étude de faisabilité - Personnel qualifié et compétent - Délibération du conseil municipal - Disponibilité d'infrastructures et de moyens de travail - Existence d'un fonds de roulement - Fonctionnalité des installations

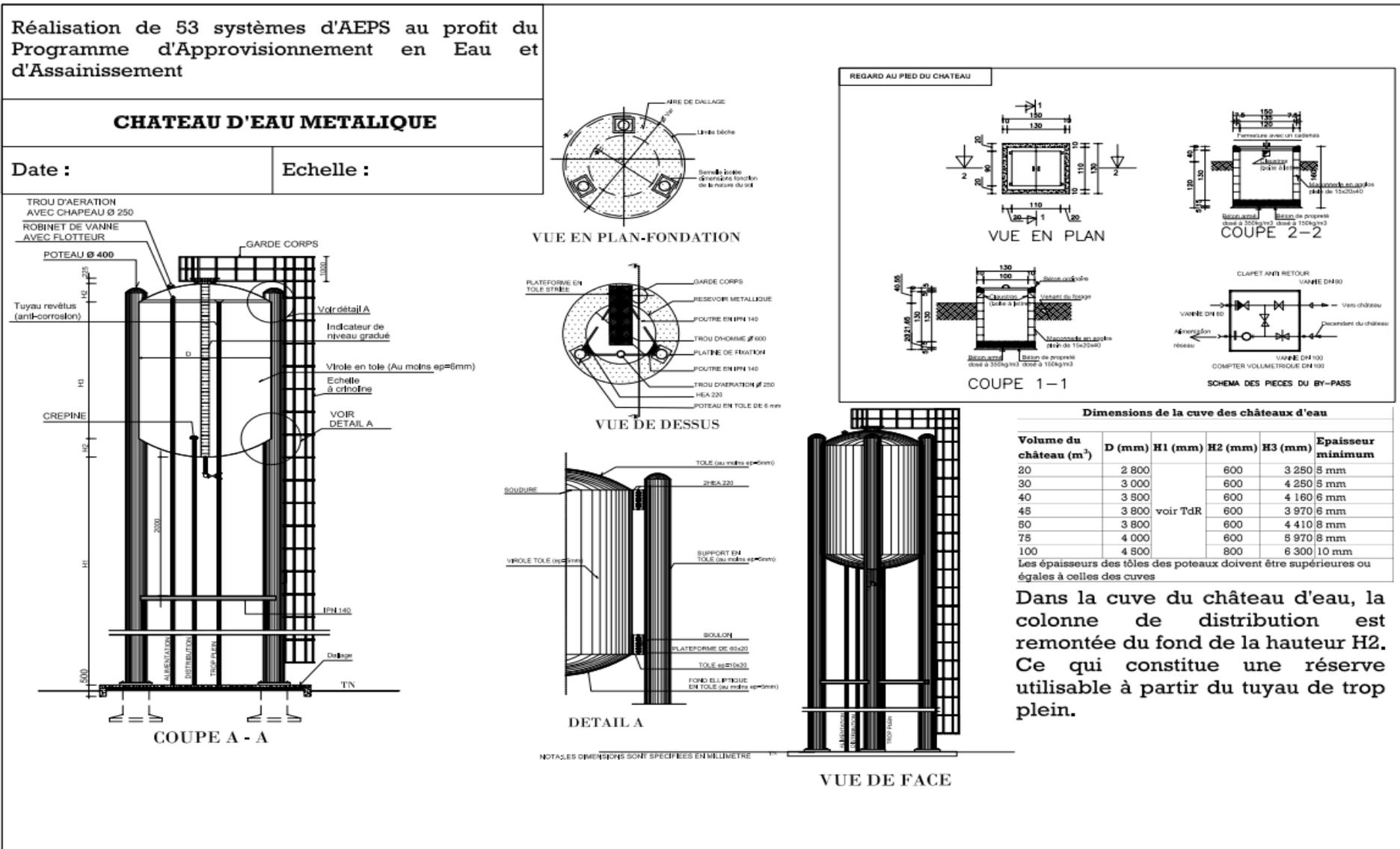
<p>Affermage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Moins de charges et de risques - Moins de lourdeurs dans les procédures d'acquisition - Disponibilité du personnel qualifié - Qualité du service garantie 	<ul style="list-style-type: none"> - Maîtrise d'ouvrage non assurée pleinement - Possibilité de rupture du contrat par le fermier - Partage des bénéfices éventuels - Compétence et probité du fermier ne sont pas assurées 	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser une étude de faisabilité - Appel à la concurrence pour le choix du fermier - Inventaire des installations - Obtenir une délibération du conseil municipal - Disposer de capacités pour contrôler la gestion technique et financière
<p>Concession</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les réalisations reviennent à la fin à la commune - Décharge totale de la commune - Perception de taxes pour la commune - Aucun investissement de la part de la commune - Le concessionnaire est libre de ses initiatives 	<ul style="list-style-type: none"> - Les retombées ne sont perçues qu'à la fin de la concession - Les infrastructures laissées à la fin sont généralement hors d'usage - Faible développement de l'expertise communale - Le concessionnaire privilégie la rentabilité au détriment du social - La commune reste responsable et redevable face aux citoyens 	<ul style="list-style-type: none"> - Avoir l'autorisation du conseil municipal - Trouver un opérateur privé ou public qualifié dans le domaine - Signer un contrat

Annexe 7: Pièces graphiques des ouvrages

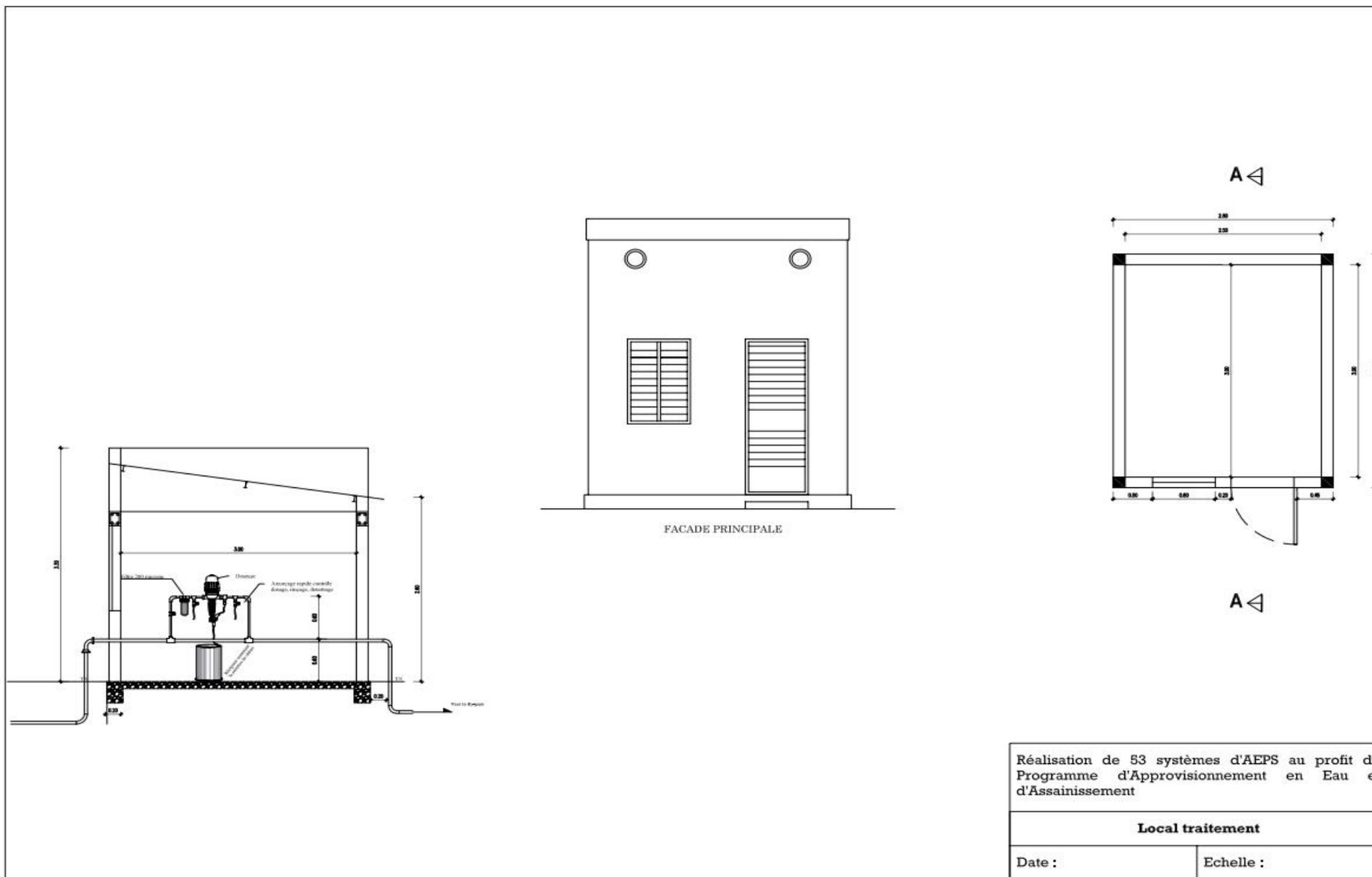


Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba, commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso

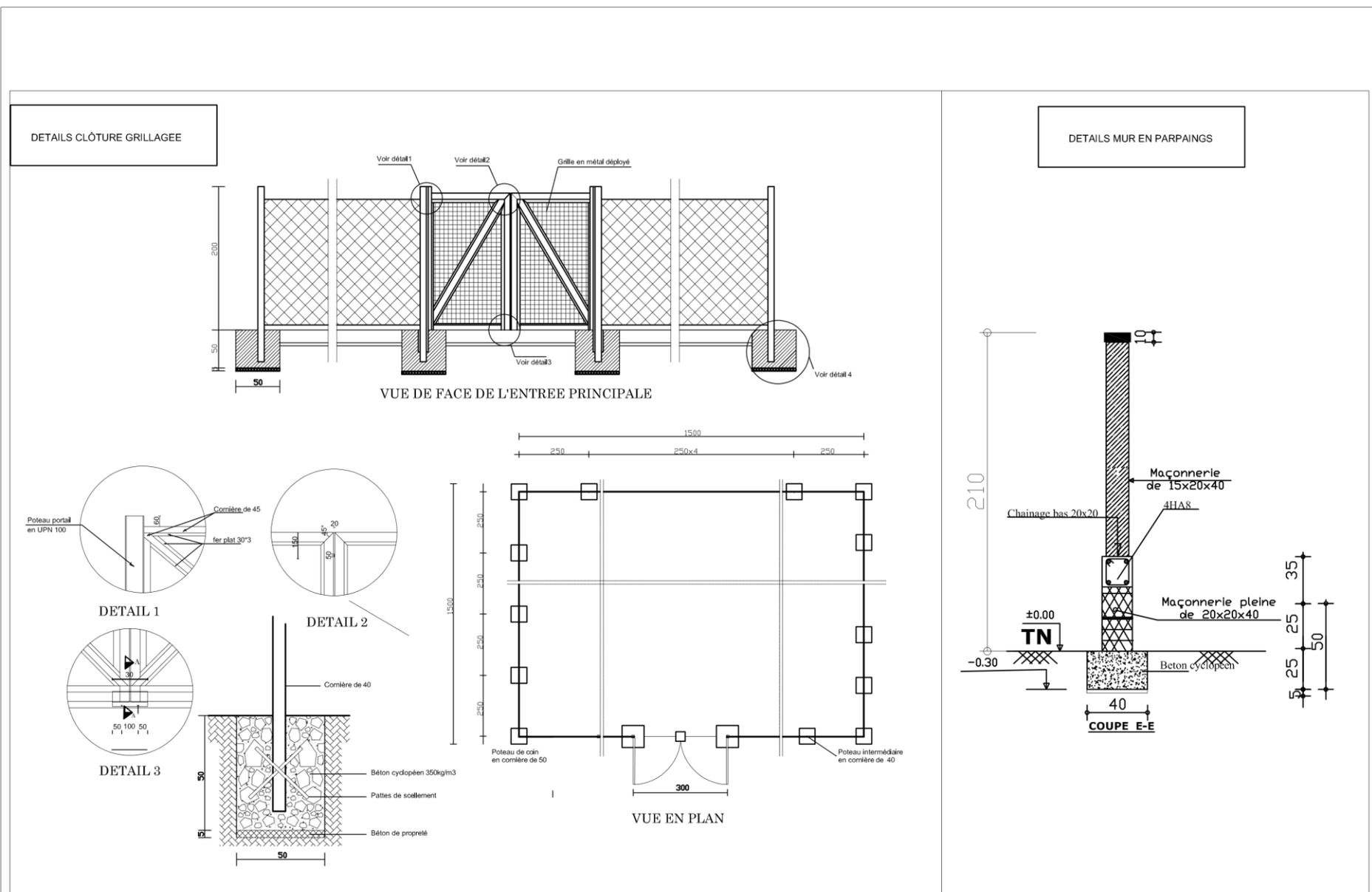


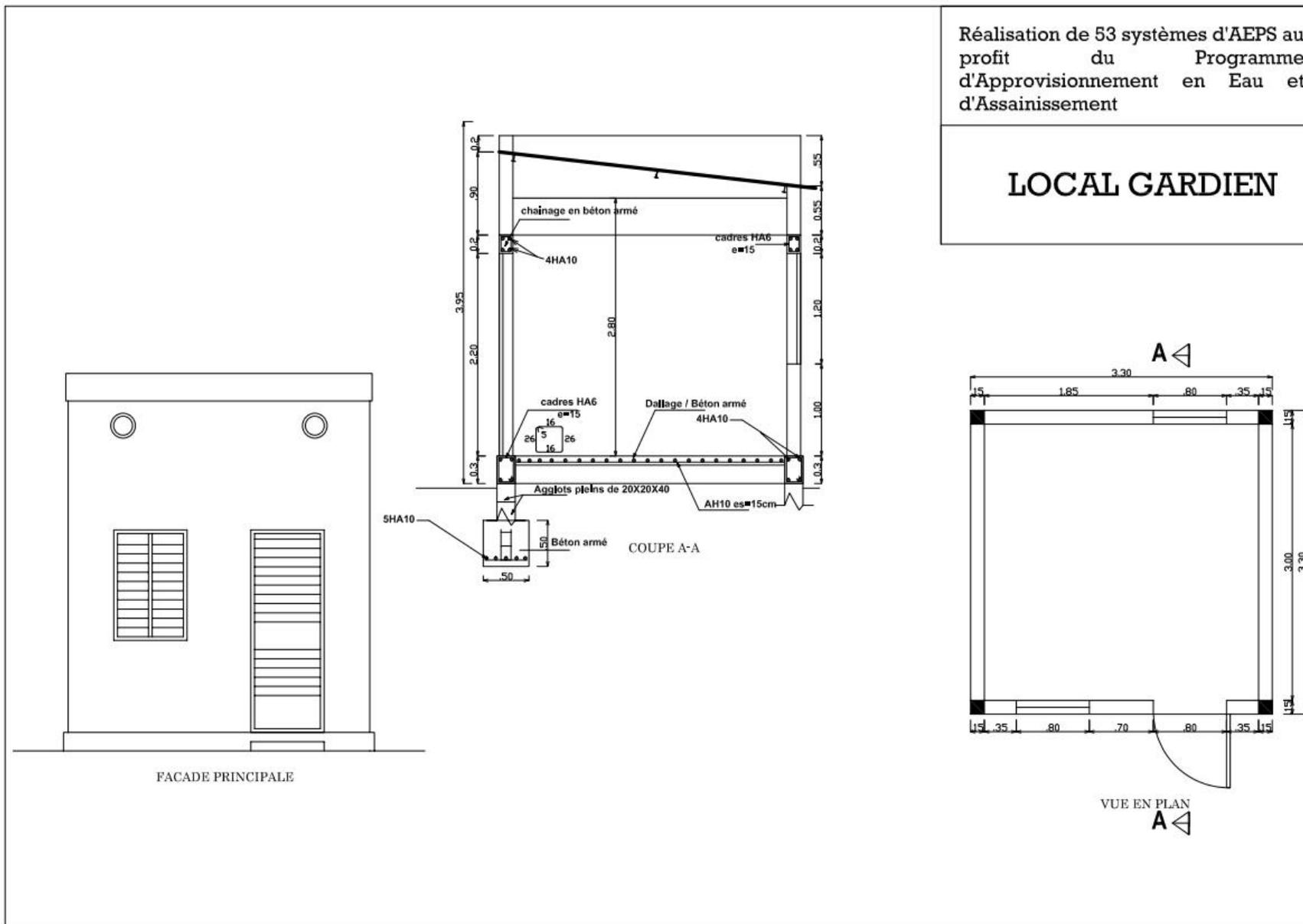


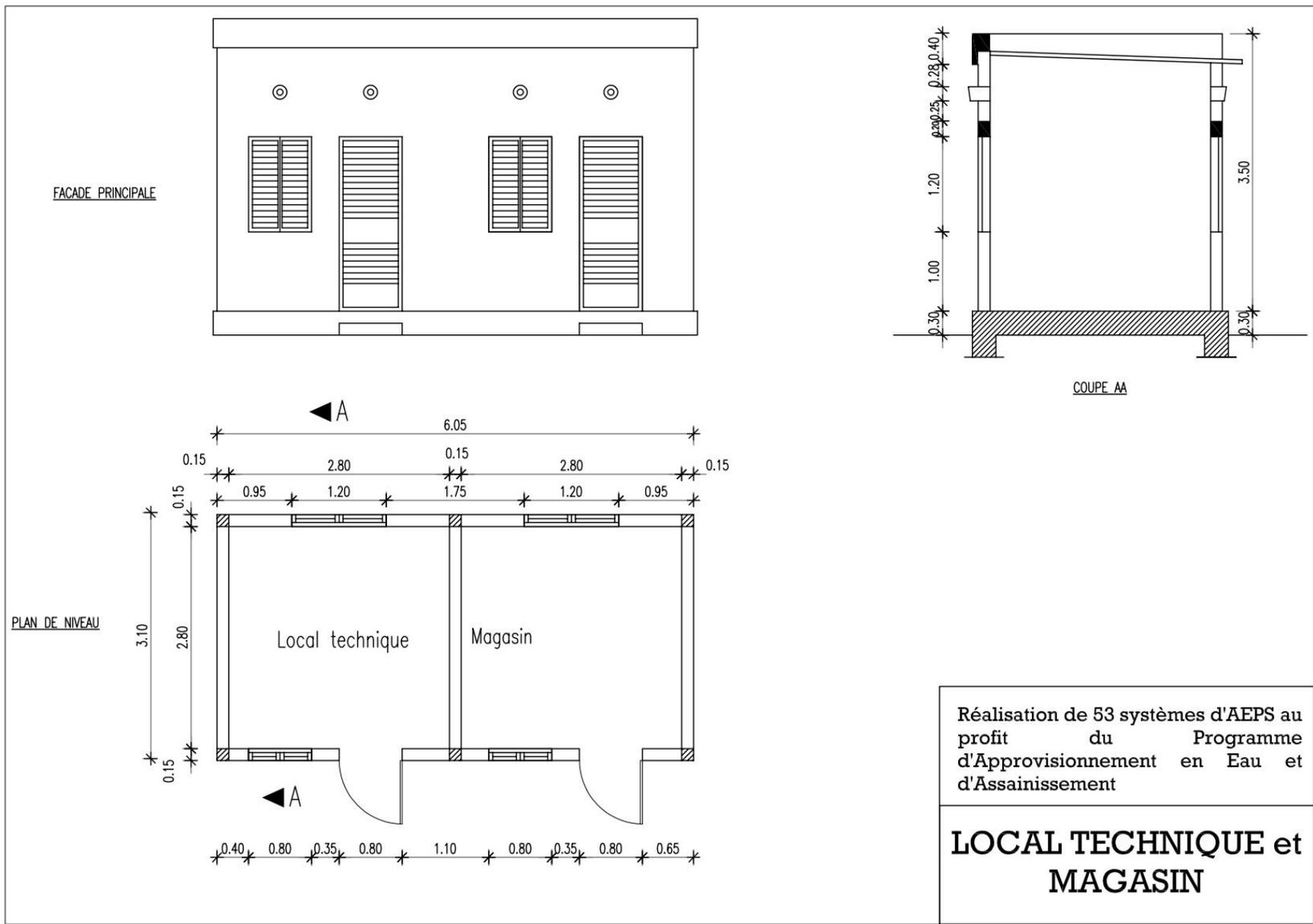
Etude de faisabilité technique de réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifiée dans la localité de Nakaba, commune de Baskouré, province du Kouritenga, région du Centre-Est, Burkina Faso

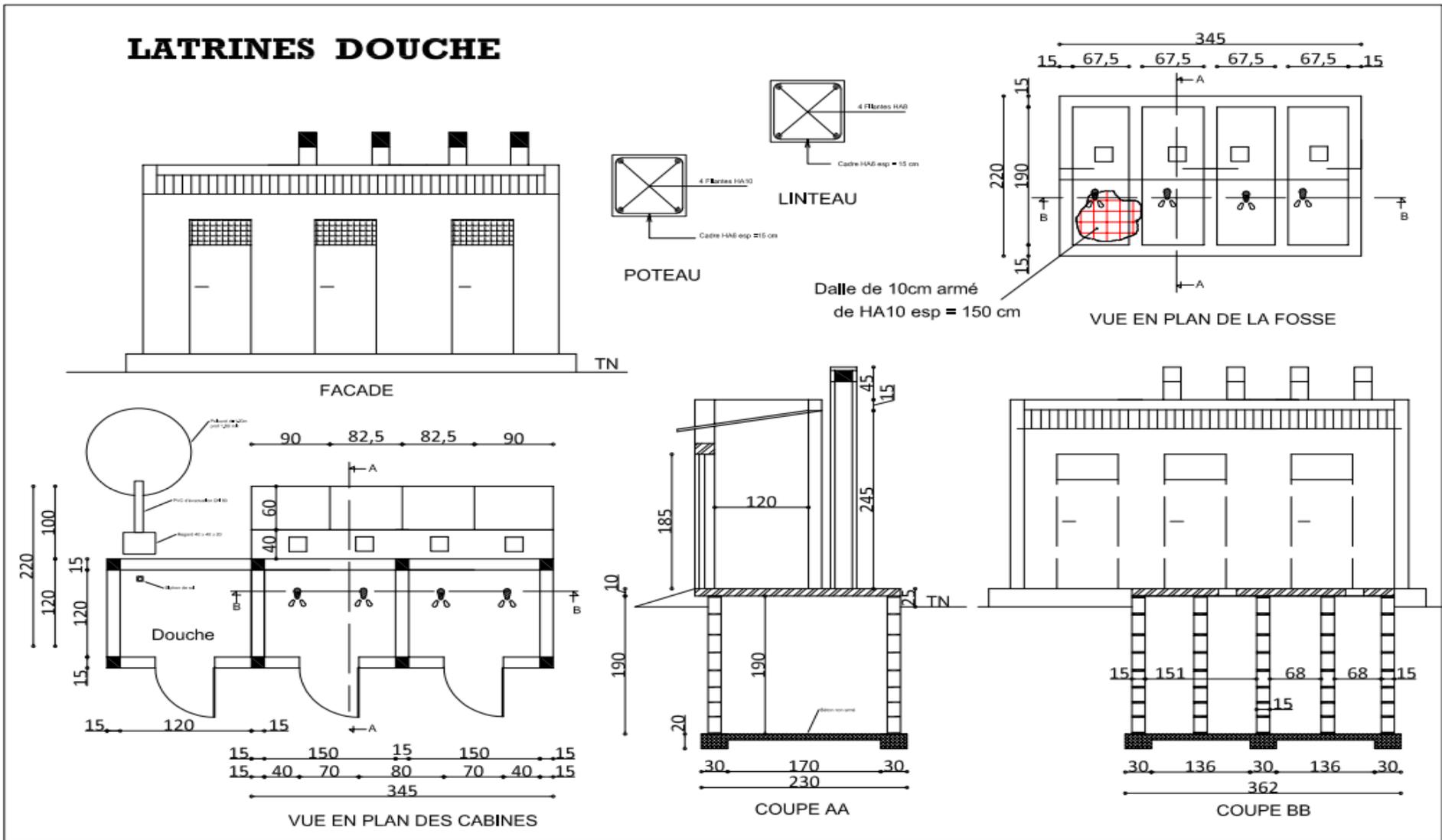


Réalisation de 53 systèmes d'AEPS au profit du Programme d'Approvisionnement en Eau et d'Assainissement	
Local traitement	
Date :	Echelle :









Annexe 8: Quelques profils en long

