



DREA-CN

Etude d'Avant-Projet Détaillé de réalisation d'une Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) dans la région du Centre-Nord : cas du centre de Louda.

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le..... par

Sié Fadel Arnaud OUATTARA (n° 20150462)

Travaux dirigés par :

Dr MOUNIROU Adjadi, Enseignant chercheur au 2iE

M. DAMIBA W Arsène Flavien Chef de service pilotage et soutien DREA-CN

Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre Nord

Jury d'évaluation du stage :

Président :

Membres et correcteurs :

Promotion 2015-2016



Institut International d'Ingénierie Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO
Tél. : (+226) 50. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 50. 49. 28. 01 - Mail : 2ie@2ie-edu.org - www.2ie-edu.org

DEDICACES

Je dédie ce travail à ma famille, pour m'avoir soutenue et encouragée jusque-là. Merci pour la confiance et la patience à mon égard durant toutes ces années de formation. Vos conseils et vos encouragements m'ont été d'un grand intérêt tout au long de ce parcours. Trouvez à travers ce mémoire, le fruit de nos efforts mutuels.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail n'aurait pas abouti sans la participation et le soutien des institutions et personnes ci-dessous citées. Qu'elles trouvent ici le témoignage de ma plus profonde reconnaissance :

- ❖ *L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Assainissement (2IE), pour la qualité de la formation et de l'encadrement dont j'ai bénéficié durant ces années ;*
- ❖ *Au Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant-chercheur en Hydraulique générale et appliquée à 2iE qui nous a encadrés tout au long de cette étude, pour sa disponibilité et surtout pour l'enseignement reçu.*
- ❖ *La Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la région du Centre Nord pour m'avoir accueilli au sein de leur structure et de m'avoir mis en contact avec le Bureau d'Etude CAFI-B qui avait en charge les travaux*
- ❖ *Madame la Directrice Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre Nord Emma Clarisse OUEDRAOGO/YAMEOGO pour son accompagnement et sa disponibilité*
- ❖ *Madame Yolande KONDITAMDE responsable du Programme d'Approvisionnement en Eau Potable au niveau de la région du Centre Nord et Monsieur DAMIBA W Arsène Flavien Chef de service pilotage et soutien, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de diriger mes travaux. Je leur exprime ma profonde gratitude pour m'avoir fait bénéficier de leurs profondes connaissances scientifiques, leurs disponibilités et la confiance qu'ils m'ont témoignée ;*
- ❖ *Monsieur le DG de CAFI-B pour son accompagnement et sa disponibilité*
- ❖ *A tous les travailleurs du bureau d'étude et de la direction régionale pour les enseignements, conseils, soutiens et encouragements qui nous ont facilité l'apprentissage et l'insertion dans ce milieu.*

RESUME

Le village de Louda situé dans la commune de Boussouma dans la région du Centre-Nord au Burkina Faso connaît des difficultés d'accès à l'eau potable. Les ressources actuelles en eau de la localité assurent une desserte en eau de 67 %. Elles sont insuffisantes et connaissent une mauvaise répartition spatiale. C'est dans ce contexte que la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la région du Centre-Nord a décidé de la réalisation d'un système AEPS à Louda. La présente étude a pour objet de concevoir un système d'approvisionnement en eau composé d'un château d'eau desservant des bornes fontaines à partir de canalisations. Le système fonctionnera grâce à l'énergie thermique et solaire. La méthodologie adoptée a consisté à faire un état de lieu du système actuel d'alimentation en eau du village. Ensuite, un nouveau pas a été effectué en évaluant la demande en eau du jour de pointe pour un taux de desserte de 80%. Enfin, sur la base de points de desserte collective, un réseau de distribution ramifié a été dimensionné jusqu'à l'horizon 2032. Ainsi pour une population de 4522 habitants en 2032, la demande en eau du jour de pointe est estimée à 53,6 m³/j avec pour corolaire un débit de pointe horaire 3,6 l/s. Le réseau de distribution est composé de quatre bornes fontaines comportant chacune 3 robinets de 0.3 l/s, d'un réservoir métallique de 20 m³ avec une hauteur sous radier de 09 m. D'une longueur de 4804 ml, il est essentiellement constitué de conduites PVC, PN6 DN 90, 75 et 63 mm. Le réseau d'adduction est composé d'une conduite PVC PN10 DN90 longue de 913 m avec un forage comportant une pompe immergée Grundfos SP5A-21 dont les caractéristiques du point de fonctionnement sont (5.1 m³/h ; 90 m). Le prix de revient du m³ d'eau produit est estimé à 265 F et le prix de vente est 500 FCFA. Le coût de réalisation des travaux s'élève à la somme de **112 647 000 FCFA**. La gestion du système est par affermage.

Mots Clés :

AEPS ;

Réseau d'adduction ;

Réseau de distribution

Louda ;

Boussoumma

ABSTRACT

The village of Louda located in the municipality of Boussouma in the North Central region of Burkina Faso is experiencing difficulties to access to drinking water. The local water resources currently provide 67% of water supply. They are insufficient and have a poor spatial distribution. It is in this context that the Regional Directorate for Water and Sanitation of the North Central region decided to build a simplified water supply system in Louda. The purpose of this study is to design a water supply system composed of a water tower that serves many standpipes from pipes. The system will run on thermal and solar energy. The methodology adopted consisted in making an inventory of the current water supply system of the village. Then, a new step was taken by evaluating the demand for water on the peak day for 80% as a service rate. Finally, on the basis of collective service points, a branched distribution network was designed until 2032. Thus, for a population of 4,522 inhabitants in 2032, the water demand of the peak day is estimated at 53,6 m³/d with an hourly peak flow of 3.6 l/s. The distribution network is composed of four (04) standpipes, each comprising three (03) taps of 0.3 l/s, of a metal tank with a capacity of 20 m³ and a height under the raft of 09 m. With a length of 4804 ml, it mainly consists of PVC, PN6 pipes of 90, 75 and 63 mm as diameters. The supply network is made up of a PN10 DN90 PVC pipe long 913 with a borehole comprising a Grundfos SP5A-21 submersible pump whose operating point characteristics are (5.1 m³/h ; 90 m). The cost price of the m³ of produced water is estimated at 264 F and the selling price is 500 FCFA. The investment cost is estimated to 112,647,000 FCFA. The system management is by farming.

Mots Clés :

Simplified water supply system ;

Supply network ;

Distribution network ;

Louda ;

Boussouma

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Approvisionnement en Eau Potable

AEPS : Adduction d'Eau Potable Simplifiée

BF : Bornes Fontaines

Qjp : Besoin de production de pointe saisonnière

Cperte : Coefficient de perte

Cps (j,h) : Coefficient de pointe saisonnière (journalière, horaire)

Cs : Consommation spécifique

CSPS : Centre de Santé et de Promotion Sociale

DGRE : Direction Générale des Ressources en Eau

GPS : Global Positioning System

Hgr : Hauteur géométrique de refoulement

HMT : Hauteur Manométrique Totale

OMD : Objectif de Millénaire pour le Développement

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

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN-AEPA : Programme National de l'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PN10 (16) : Pression nominale 10 bars (16bars)

PVC : Polyvinylchloride

SOMMAIRE

I – INTRODUCTION	1
I – 1 PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDE	2
I – 1.1 Contexte d'étude et problématique.....	2
I – 1.2 Objectifs et résultats attendus de l'étude	3
II – PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	4
II – 1 Localisation de la zone d'étude	4
II – 2.1 Climat et température.....	5
II – 2.2 Relief et sols.....	5
II – 2.3 Hydrographie et Hydrogéologie	6
II – 3 Caractéristiques du milieu humain.....	6
II – 3.1 Données démographiques.....	6
II – 3.2 Activités socio-économiques	7
III – MATERIELS ET METHODES	9
III – 1 Collecte et analyse des données	9
III – 2 Etats des lieux de l'alimentation en eau dans la localité.....	11
III – 2.1 Visites de terrain.....	11
III – 2.2 Analyse des études topographiques et géophysiques	12
III – 3 Conception et dimensionnement du Réseau	13
III – 3.1 Rédaction du mémoire	14
III – 3.2 Hypothèses de calcul	14
IV – RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	19
IV – 1 Etat des lieux du système actuel d'alimentation en eau potable	19
IV – 2 Etudes géophysiques.....	20
IV – 3 Etudes topographiques	21
IV – 5 Dimensionnement du réseau de distribution	26
IV – 5.1 Estimation des débits de distribution dans chaque conduite.....	26
IV – 5.2 Dimensionnement de conduites de distribution	27
IV – 5.3 Eléments de calcul du réseau de distribution	29
IV – 6 Dimensionnement du château d'eau.....	30
IV – 6.1 Volume du château d'eau	30
IV – 6.2 La côte de calage du réservoir.....	31
IV – 7 Dimensionnement du réseau de refoulement.....	31
IV – 7.1 La conduite de refoulement.....	32
IV – 7.2 Le pompage.....	33
V – OUVRAGES ANNEXES	39
V – 1 Aménagement de tête de forage.....	39

V – 2 Ventouses	39
V – 3 Vidanges	39
V – 4 Vannes de sectionnement.....	40
V – 5 Puisards	40
V – 6 Equipements annexes	40
VI – TRAITEMENT DE L'EAU	41
VII– GESTION ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS	42
VII– 1 Diagnostic de la situation de la gestion actuelle.....	42
VII – 2 Proposition d'un mode de gestion adaptée.....	43
VIII – Estimation des investissements	44
IX – Détermination du prix de l'eau	44
X– NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	47
X – 1 Impacts positifs.....	47
X– 2 Impacts négatifs	47
X – 3 Proposition des mesures d'atténuations.....	48
XI – CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	49
BIBLIOGRAPHIE.....	51
ANNEXES.....	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Population du village et répartition selon le sexe	6
Tableau 2 : Répartition des ouvrages d'eau dans les quartiers à Louda	8
Tableau 3 : Evolution des consommations spécifiques en milieu rural au Burkina	14
Tableau 4 : Quelques valeurs pratiques de capacité de réservoir (statistique de centres)	15
Tableau 5 : Situation des PMH à Louda	20
Tableau 6 : Sondages pour la réalisation du forage	20
Tableau 7 : Evaluation des besoins et demandes et calcul des débits de dimensionnement	25
Tableau 8 : Détails des débits circulant dans chaque conduite	27
Tableau 9 : Détails des diamètres de distribution théoriques et commerciaux	28
Tableau 10 : Calcul des charges dues aux personnels	45
Tableau 11 : Calcul des charges d'exploitation	45
Tableau 12 : Calcul des dotations aux amortissements	45
Tableau 13 : calcul du prix du mètre cube d'eau	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation du centre de Louda	5
Figure 2 : Vue aérienne du réseau	22
Figure 3 : Image de module PV 250 Wc 24V	39
Figure 4 : schéma de pose des conduites	41

I – INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays situé au cœur de l'Afrique Occidentale, dans la boucle du Niger. Le pays est enclavé et sahélien avec des ressources en eau limitées ; d'où des difficultés en matière d'approvisionnement en eau potable. Malgré cette réalité, le gouvernement du Burkina Faso, dans le cadre de la décentralisation ambitieuse d'améliorer le système de desserte en eau potable des chefs-lieux de provinces, de communes et aussi de certains gros bourgs pour lesquels l'hydraulique villageoise ne répond plus à leurs besoins. C'est dans ce cadre que la présente étude de faisabilité d'Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) a été lancée pour huit (08) localités. Ces différents centres connaissent une évolution démographique conséquente et la desserte par quartiers des populations par des forages à Pompe à Motricité Humaine (PMH), ne joue plus efficacement son rôle, entraînant de longue file d'attente au niveau de tous les points d'eau. La réalisation d'adductions d'eau potable viendra soulager sensiblement les populations de ces localités. Ce projet est porté par la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre-Nord, dans le cadre de l'Appui Budgétaire Sectoriel (ABS).

Suite aux études de faisabilité socio-économiques, l'étape des études techniques permet de définir et de quantifier tous les paramètres nécessaires à la mise en œuvre du projet. Le présent dossier concerne le centre de Louda dans la province du Sanmatenga. L'étude de ce projet vise à évaluer les besoins en eau de la population, concevoir le système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié (AEPS), à élaborer les plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques constitutifs de l'AEPS, à évaluer le coût de réalisation des travaux et à proposer une politique efficace de gestion du service d'eau.

I – 1 PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDE

I – 1.1 Contexte d'étude et problématique

Le Burkina Faso à l'instar de la communauté internationale s'est engagé en septembre 2015 à réaliser à l'horizon 2030 les dix-sept (17) Objectifs du Développement Durable. L'objectif n°6 vise à « garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ». Pour atteindre cet objectif, le Gouvernement a adopté en juin 2016 le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP). L'objectif stratégique du PN-AEP est de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité. Ses objectifs opérationnels sont :

- ✓ assurer un accès universel des populations aux services d'eau potable conformément à l'approche fondée sur les droits humains (AFDH) ;
- ✓ contribuer à la gestion durable des infrastructures d'AEP dans le respect de l'accès universel au service public de l'eau potable ;
- ✓ améliorer les capacités de pilotage et de gestion du sous-secteur de l'AEP.

Le PN-AEP envisage dans la zone urbaine et semi-urbaine, faire progresser le taux d'accès de 89,9% en 2015 à 100% en 2030. Dans les zones rurales, il s'agira de faire progresser le taux d'accès de 65% en 2015 à 100% en 2030. Ce programme contribue à opérationnaliser la politique sectorielle de l'environnement, de l'eau et de l'assainissement dont la vision est formulée comme suit : « A l'horizon 2026, les filles et fils du Burkina Faso auront un accès équitable à l'eau, à un cadre de vie sain et à un environnement de qualité ». Malgré cette vision assez ambitieuse, il est aussi bien de reconnaître que la majeure partie des localités du Burkina Faso, pays sahélien, connaissent toujours des difficultés d'accès à l'eau potable. L'eau souterraine est la principale source d'approvisionnement en eau potable en milieu rural avec les puits modernes et les forages équipés de PMH répandus sur tout le territoire. Tel est le cas du village de Louda dont les points d'eau font état de douze (12) forages communautaires.

Ces forages permettent d'assurer une desserte en eau de 67% [INO, 2018], d'où une population desservie de 2534 habitants sur les 3523 habitants que compte la population de Louda en 2018. Selon le rapport socio-économique, il ressort que 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 pompes à motricité humaine

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 hydrogéologiques 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 est parfois incriminée.

Cette situation favorise le recours aux puits traditionnels, très présents dans certains ménages du village avec des risques pour la santé des populations. Tout ceci montre que les ressources en eau actuelles de Louda ne comblent pas les besoins en eau des populations d'où des pénuries continues d'eau.

Un système AEPS permet d'offrir une eau de meilleure qualité, de quantité suffisante, de moindre coût, facilement accessible et surtout diminuera le temps de la corvée d'eau. De ce fait l'AEPS devient plus avantageux par rapport aux PMH car il résorbera de façon efficace les problèmes d'eau. Aussi, l'AEPS permet une centralisation et une optimisation de la gestion. C'est dans le but d'assurer un approvisionnement continu en eau, qu'il a alors été envisagé la mise en place d'un AEPS à Louda.

I – 1.2 Objectifs et résultats attendus de l'étude

I – 1.2.1 Objectif global

L'objectif de l'étude est de déterminer et de dimensionner le système permettant de satisfaire les besoins en eau potable pour le centre de Louda à l'horizon 2032.

I – 1.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

Faire le diagnostic de la situation actuelle en alimentation en eau potable

Concevoir et dimensionner le système d'alimentation en eau potable du village

Proposer un mode de gestion du système d'AEP.

I – 1.2.3 Résultats attendus

Le résultat fondamental attendu de cette étude est d'assurer l'approvisionnement en eau potable aux habitants de Louda. Cela passe par :

- ✓ Le diagnostic des installations existantes,
- ✓ L'évaluation des besoins de la population à l'horizon du projet,
- ✓ Le dimensionnement de la station de pompage,
- ✓ Le dimensionnement du réseau de refoulement et de distribution de l'eau,
- ✓ Le traitement de l'eau,
- ✓ La proposition d'une politique efficace de gestion du service d'eau,

II – PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II – 1 Localisation de la zone d'étude

Le centre de Louda est situé dans la commune de Boussouma relevant de la province du Sanmatenga dans la région du Centre-Nord. Il est situé sur l'axe Ouagadougou-Kaya à 8 km de Kaya.

Le village de Louda est limité

- au Nord par Damgagui;
- au Sud par Serra ;
- à l'Est par Napamboumbou
- à l'Ouest par Boala.

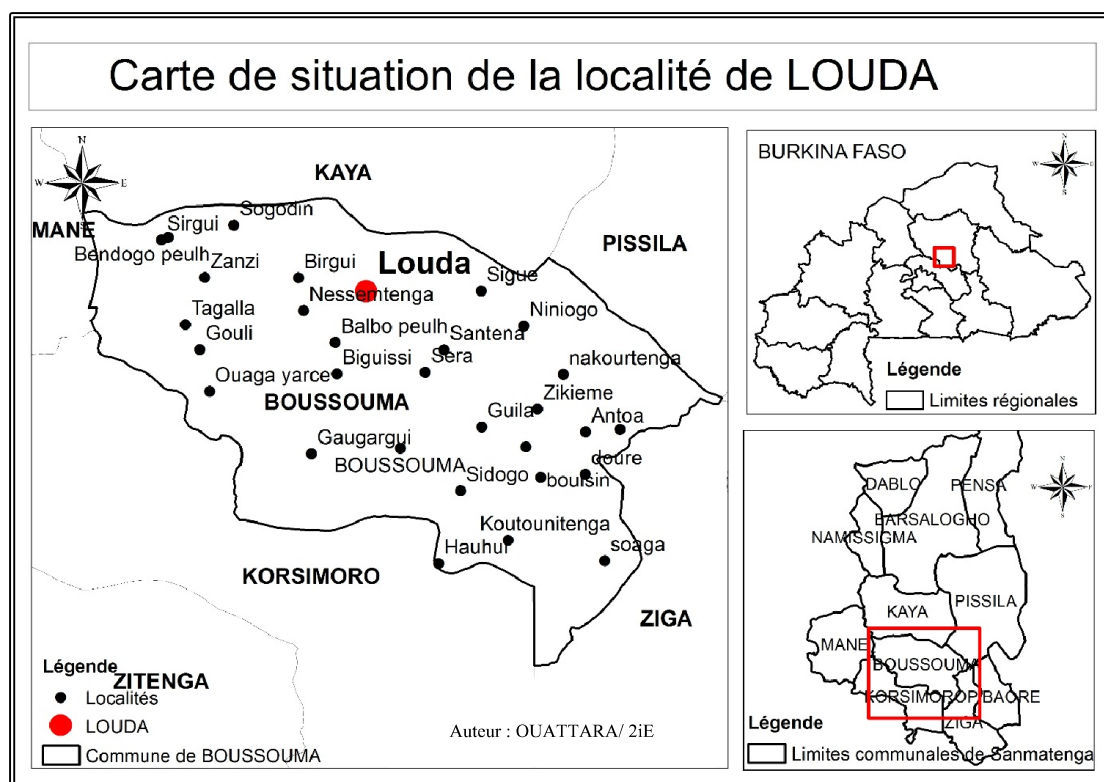


Figure 1 : Carte de localisation du centre de Louda

II – 2 Caractéristiques du milieu physique

II – 2.1 Climat et température

La région est caractérisée par deux nuances climatiques du Sud au Nord. Dans la partie Sud, on trouve la zone climatique Nord-Soudanienne ou Sahélo-Soudanienne ; zone de transition entre les domaines Nord Guinéen et Sahélien. Les précipitations annuelles varient entre 750 et 600 mm. Dans la partie Nord, on rencontre un climat sahélien où il ne tombe guère plus de 600 mm. La saison des pluies y est inférieure à quatre (4) mois allant de juin à septembre. L'amplitude thermique est remarquable entre le jour et la nuit.

La moyenne pluviométrique de ces dernières années varie entre 414,64 et 671,31 mm d'eau par an avec des variations notables. La caractéristique essentielle de la pluviométrie est son irrégularité spatio-temporelle rendant ainsi aléatoire et précaire les activités agricoles et économiques (pêche, maraîchage...) liées aux ressources en eau pluviale.

II – 2.2 Relief et sols

Le relief de la région est caractérisé par la présence de deux (02) unités géomorphologiques que sont les plateaux latéritiques sur roches sédimentaires et les chaînes birrimiennes sur roches cristallines.

II – 2.3 Hydrographie et Hydrogéologie

La région du Centre-Nord est drainée essentiellement par le bassin versant du Nakanbé et le sous bassin versant du Niger et leurs affluents. Les ressources en eau sont composées d'une part de l'ensemble des eaux de surface que constituent le réseau hydrographique et les plans d'eau (eaux stagnantes) ; et d'autre part des eaux souterraines. Les plans d'eau de la région sont constitués d'une part par les lacs Bam, Boukou, Sian et Dem et d'autre part par les barrages, mares et boulis.

Du point de vue des potentialités en eaux souterraines, la région du Centre-Nord est l'une des plus défavorisées du Burkina Faso. La province du Sanmatenga, sa partie Nord (départements de Dablo, Pensa, Barsalogo) et sa partie Est (départements de Pissila et Pibaoré) se caractérisent par des épaisseurs d'altération qui sont en moyenne de 15 à 25 m et par des niveaux d'eau profonds de 20 à 25 m.

Les possibilités d'exploitation intensive des eaux souterraines y sont extrêmement limitées. Les autres départements offrent des ressources faibles, à l'exception de Kaya, Mané et Korsimoro où les réserves totales et renouvelables sont plus élevées.

II – 3 Caractéristiques du milieu humain

Les données démographiques constituent la base de la demande en eau potable d'une localité. Aussi, seront traités la structure par le sexe et âge de la population, la structure socio-professionnelle, la répartition de la population et des ménages dans le centre, l'évolution de la population sous l'angle historique des perspectives de la population d'ici 2032 et des zones de concentration possible de cette population.

II – 3.1 Données démographiques

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2006, la population du village se présente comme suit :

Tableau 1 : Population du village et répartition selon le sexe

ENTITE	Hommes	Femmes	Total	% Femmes
Louda en 2006	1385	1459	2844	51,30
Louda en 2018	1716	1807	3523	51,30

Source : RGPH 2006 extrapolation faite au taux d'accroissement annuel communal de 1,8%

La population totale de Louda s'élevait à 2844 habitants en 2006, et avec un taux d'accroissement annuel de 1,8%, cette population sera d'environ 3523 habitants en fin 2018, avec 51,30% de femmes. Le recensement général de la population du Burkina qui est attendu très prochainement, viendra donner des chiffres plus exacts.

II – 3.2 Activités socio-économiques

Les principales activités des populations de Louda sont : l'agriculture, l'élevage, l'artisanat la transformation agro-alimentaire et le commerce.

II – 3.2.1 Agriculture

Il s'agit d'une agriculture extensive tournée vers l'auto consommation. Cependant, les surplus dégagés bon an mal an permettent de soutenir un commerce dynamique de produits agricoles variés (céréales, oléagineux, légumineuses, patates etc.).

II – 3.2.2 Elevage

L'élevage, seconde activité économique du village ; est de type sédimentaire extensif. Il s'agit de l'élevage de petits ruminants (caprins, ovins et porcins) et de la volaille pratiquée par la majorité des ménages. Seulement une petite partie de la population pratique l'élevage du gros bétail (bovins, équins) ; la majorité des habitants possèdent des ânes.

II – 3.2.3 Artisanat

Louda abrite quelques activités artisanales d'obédience traditionnelle (teinturerie, poterie, forge, sculpture, etc.). D'autres activités de type urbain sont apparues par la suite. Il s'agit de la mécanique pour cycle (surtout), la maçonnerie, la soudure, la menuiserie.

II – 3.2.4 Transformation agro-alimentaire

Louda est le lieu de développement d'une activité de transformation concernant les domaines suivants :

- la préparation de mil germé : une vingtaine de femmes mène régulièrement cette activité sur au moins 6 mois dans l'année à raison de 5 à 10 sacs de 100kg/mois par préparatrice ;
- la préparation de dolo : on dénombre près de 20 femmes qui sont actives dans le domaine. Environ 5 préparent chaque jour. Les dolotières sont localisées dans tous les quartiers.

- le beurre de karité : le beurre de karité n'est quasiment plus produit dans le village car l'espèce a presque disparue dans les environs, suite à la coupe abusive des arbres et à la désertification.
- le soubala : la cueillette des grains de néré est une activité en déclin dans la zone, et seules quelques femmes (05) produisent le soubala.
- les restaurateurs : la préparation de mets cuisinés pour la vente s'est beaucoup développée. On y rencontre des restaurants réguliers (environ 5 à 7 par jour ordinaire et beaucoup plus les jours de marché) ;
- les kiosques, les bars- buvettes : on en rencontre dans le village notamment dans la zone du marché et aux abords de la route de Kaya on en dénombre trois ;
- la préparation de divers jus et l'eau glacée. Avec l'électricité dans le village, cette activité est assez développée. On recense 10 personnes qui mènent cette activité.

II – 3.2.5 Infrastructures existantes

➤ Infrastructures hydrauliques

Les ménages de Louda font appel principalement aux forages équipés de pompe à motricité humaine et aux puits modernes (puits busés) pour leur approvisionnement en eau potable. Le tableau 2 donne la répartition de ces ouvrages par quartier et par destinataire prioritaire.

Tableau 2 : Répartition des ouvrages d'eau dans les quartiers à Louda

N°	Quartiers	Nombre de forage Communautaire	Pompe fonctionnelle	Ecole/CEBNF/CEG		Centre de santé	
				Forage	Pompe fonct.	Forage	Pompe fonction.
1	Natenga	3	3	1	1		
2	Boala	2	2				
3	Bangrin	2	2				
4	Nogmikin	1	5				
5	Balyom	1	1				
6	Luinooguin	1	1				
7	Wemtenga	1	1				
	Boala-Yargo	0	0				

	Maokin	3	3	2	2	1	1
	Total	14	14	3	3	1	1

➤ Infrastructures socio-économiques

En tant que village, Louda abrite quelques services administratifs qui sont les suivants :

- Le CSPS ;
- Un CEBNF à 3 classes avec 92 apprenants ;
- 1 école primaire totalisant 6 classes (effectifs globaux 480 élèves) ;
- Un CEG de 4 classes avec 239 élèves.

Ces différentes structures, ainsi que les ménages ont été encouragées à s'orienter vers les branchements particuliers qui offrent de meilleures commodités et rentabilisent mieux le système d'adduction.

III – MATERIELS ET METHODES

La mise en place d'un système AEPS nécessite plusieurs études préalables. La présente étude s'effectue à la suite des études socio-économiques et des études topographiques. Un socio-économiste a ainsi effectué l'étude de faisabilité socio-économique pour la réalisation de l'AEPS et les études topographiques ont été réalisées par un topographe. Pour la présente étude de conception et dimensionnement du système AEPS de Louda, nous sommes passés essentiellement par cinq (05) étapes pour atteindre les résultats attendus de cette étude. Ce sont : la collecte et l'analyse des données, les visites de terrain, puis l'analyse technique traduisant la conception et le choix des équipements et enfin la rédaction du mémoire.

III – 1 Collecte et analyse des données

Cette phase a commencé par l'analyse des Termes de référence (TDR) pour avoir une compréhension précise de la problématique et du travail demandé. Elle a permis également d'avoir une meilleure compréhension des enjeux et de prendre en compte toutes les attentes. Après l'analyse des TDR, la collecte des données a consisté à rechercher les documents techniques existants, les documents et informations de base sur la zone du projet, la population et sur les projets d'AEP déjà réalisés sur le territoire national en général et dans la région du Centre-Nord en particulier. Les données collectées ont porté essentiellement sur :

- ✓ La démographie du village ;

- ✓ La documentation concernant la zone ;
- ✓ Les consommations spécifiques adoptées pour les projets similaires antérieurs ;
- ✓ La documentation sur la production actuelle des ouvrages existants....

➤ **Horizon du projet**

Les termes de références (TDR) confèrent au système une durée d'exploitation de 10 à 15 ans. Ainsi, conformément aux TDR, les ouvrages envisagés dans le cadre de cette étude sont planifiés pour l'horizon 2032 c'est-à-dire pour une durée d'exploitation de 12 ans. Tout en considérant que la mise en exploitation du nouveau système d'eau sera effective en 2020.

➤ **Population bénéficiaire**

La population bénéficiaire est essentiellement constituée des habitants de la localité de Louda. La population du village était estimée à 2844 habitants (RGPH, 2006). La zone de projet s'étend à environ 3 Km autour du centre du village, et concernera aussi bien les quatre (09) quartiers du village que certaines populations des villages environnants qui se déplacent à Louda les jours de marché.

➤ **Evolution démographique**

En l'absence d'information sur le taux d'accroissement du village de Louda, l'accroissement démographique moyen à retenir pour le village est celui de toute la commune de Boussouma. Pour cela nous avons eu recours aux données des recensements officiels de l'INSD des années 1996 et 2006 de ladite localité.

$$P_{2006} = P_{1996} \times (1 + a)^n$$

Avec :

P_{2006} : Population en 2006

P_{1996} : Population en 1996

a : l'accroissement démographique

n : horizon du projet

On tire donc :

$$a = \left(\frac{P_{2006}}{P_{1996}} \right)^{0.1} - 1$$

Pour ce qui concerne notre étude nous avons pu obtenir le taux d'accroissement communal de la commune de Boussouma à la mairie.

III – 2 Etats des lieux de l'alimentation en eau dans la localité

L'alimentation en eau de la localité de Louda est assurée par les eaux de surface et les eaux souterraines. Les eaux de surface sont constituées par des retenues d'eau temporaires (5 mois au Maximum) et à faible débit.

Quant à l'eau souterraine, les puits traditionnels constituaient jadis la seule ressource en eau. En effet, le premier forage équipé de PMH a été réalisé en 1980 suivi de deux autres en 1985 permettant aux populations de disposer d'une eau potable au détriment des puits traditionnels.

➤ Evaluation de la ressource en eau

La ressource en eau du village est caractérisée par l'eau souterraine et l'eau de surface. D'après l'étude de faisabilité socio-économique effectuée à Louda, seules les eaux de puits et de forages sont exploitées pour les différents usages de la population. Ce qui veut dire que pour la mise en place d'un AEPS à Louda, un forage devra être réalisé pour l'alimentation en eau.

Les études géophysiques ont permis d'implanter trois points de foration dans le but d'obtenir un forage à gros débit ($Q > 5 \text{ m}^3/\text{h}$). Le forage n'étant pas encore réalisé, ses caractéristiques restent indéterminées. Cependant, à la lumière des études géophysiques et des besoins de pointe journaliers, il a été considéré un débit de $5,0 \text{ m}^3/\text{h}$ et un niveau dynamique de 60 m pour le dimensionnement.

III – 2.1 Visites de terrain

Les visites de terrain effectuées de façon périodique à Louda ont permis de confirmer ou infirmer les informations recueillies au cours de la phase de collecte. Ce qui a alors guidé le choix pour des équipements acceptables lors de la conception du système. La taille de la population concernée par le projet, l'emplacement des différents ouvrages à savoir les BF, réservoirs, le réseau de distribution, d'adduction et le forage sont entre autres des informations que les visites de terrain ont permis de localiser.

III – 2.2 Analyse des études topographiques et géophysiques

➤ **Données topographiques**

La présente étude étant effectuée dans le cadre de la conception et du dimensionnement de l'AEPS, les études topographiques ont permis d'effectuer les implantations et les levés topographiques de la zone d'étude.

❖ Les Implantations

Elles ont d'abord été réalisées en collaboration avec les populations locales. Ils ont choisi librement le nombre de BF et leur emplacement en fonction d'une part, de leur connaissance du milieu socio-culturel et d'autre part de leur capacité de mobilisation des conditions financières et humaines requises. L'implantation est définitivement réalisée en même temps que les levés altimétriques et planimétriques.

❖ Les levés topographiques

Il s'agit des levés altimétriques et planimétriques. Etant donné que la localité de Louda n'est pas lotie, le tracé du réseau a été effectué in situ sur le terrain afin de minimiser les fortes pentes, réduire les terrassements.

➤ **Les données géophysiques**

La mise en place d'un AEPS s'accompagne de la réalisation d'un forage qui servira à alimenter le système. C'est ainsi que la prospection géophysique a pour but de localiser avec précision sur le terrain des zones de fractures pour l'implantation du forage. La méthode électrique a été adoptée pour la prospection. Cette méthode est basée sur la capacité des terrains du sous-sol à conduire le courant électrique. C'est alors que la technique du traîné électrique ou profil électrique et celle du sondage électrique sont été utilisées.

Ces études ont été réalisées dans le cadre de l'Avant-Projet Sommaire et ont permis d'identifier 03 sites potentiels pour le forage. Il s'agira d'un forage à gros débit ≥ 5 m³/h car ce type de forage est adapté pour mettre en place un système AEPS. Ces études ont permis d'effectuer des propositions techniques pour le projet ; aboutissant à la conception du système. C'est alors qu'après avoir effectué l'analyse technique des éléments de Louda notamment les ouvrages et équipements hydrauliques existants ; nous avons identifié les éléments de la conception pouvant satisfaire les besoins de la population.

III – 3 Conception et dimensionnement du Réseau

La conception et le dimensionnement du réseau a été possible grâce aux différentes données recueillies lors des précédentes étapes pour la conception d'un système adapté à la localité de Louda. Ainsi, la conception du réseau d'eau est basée essentiellement sur la situation initiale de l'alimentation en eau de la localité. Le réseau à mettre en place devrait satisfaire au mieux les problèmes d'eau du village (que ce soit aussi bien du point de vue quantité que qualité). En effet, jusque-là, le village est exclusivement alimenté en eau soit par les marres temporaires, soit par les PMH ou les puits. Pour améliorer l'accès à l'eau potable, il est nécessaire de mettre en place un système qui sera à la fois adapté aux besoins des habitants et surtout qui sera d'un coût réduit afin de faciliter sa mise en œuvre.

En matière d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP), on distingue trois (03) types de centre :

- ❖ Les grandes villes à forte consommation : population > 100 000 habitants ;
- ❖ Les villes dites secondaires à moyenne consommation : 10000 – 20000 < population < 50000 – 100000 habitants ;
- ❖ Les gros villages ou gros centres ruraux (lotis ou non) à faible consommation : 2000– 3000 < population < 10000 habitants (OUEDRAOGO Bèga, 2005).

En 2018, la population de Louda était estimée à 3523 habitants. Cette population est inférieure à 10000 habitants. Il s'agit alors d'un gros village. Selon le contexte du village, le système AEP adapté est un mini réseau AEP ou AEPS. Un système AEP est constitué d'un ensemble d'ouvrages qui permettent aux utilisateurs de disposer d'une eau de bonne qualité et de quantité suffisante. Ces ouvrages assurent l'exhaure, le traitement, le stockage et la distribution de l'eau. Les AEPS ne comportent que juste les ouvrages essentiels. Dans le cadre de la présente étude, le système sera composé de :

- ✓ Une station de pompage immergée au niveau du forage ;
- ✓ Une conduite de refoulement des eaux ;
- ✓ Un réservoir au niveau d'un point haut ;
- ✓ Un réseau de distribution (conduites et points de desserte) ;
- ✓ Des ouvrages de contrôle et de protection du réseau ;
- ✓ Des ouvrages de distribution (BF).

Ainsi les logiciels tels que Excel, google earth et ArcView, ont permis d'effectuer le traitement des différentes données de base afin de parvenir aux dimensionnements de ces ouvrages. Quant aux différents tracés, ils ont pu être effectués grâce aux logiciels Autocad.

III – 3.1 Rédaction du mémoire

La rédaction du mémoire est la dernière étape pour l'élaboration du mémoire. Cette étape passe par l'analyse et le résumé des données recueillies dans la documentation. Au terme de l'analyse et du résumé des données, une synthèse générale des travaux de conception et de dimensionnement du réseau a permis d'obtenir le présent mémoire technique.

III – 3.2 Hypothèses de calcul

Le centre de Louda abrite une population estimée à 3523 habitants en 2018 qui atteindra 4523 habitants à l'horizon 2032. Le réseau est conçu afin de satisfaire les besoins en eau du centre jusqu'à l'horizon 2032. Les équipements du réseau devraient par conséquent être dimensionnés en tenant compte de l'ensemble de la population.

III – 3.2.1 Consommation spécifique

Elle est déterminée sur la base des données statistiques de la localité faisant l'objet du projet. En l'absence de données statistiques sur la localité du projet, on peut procéder par une comparaison avec des localités similaires en termes de niveau de vie, du climat et pour lesquelles, les données statistiques sont disponibles. Les enquêtes socio-économiques de site de Louda ont permis d'estimer la consommation moyenne journalière des ménages et donc, celle d'un habitant, qui tourne autour de 8 à 10 l/hbt/jr. Cette consommation va évoluer avec la réalisation de la nouvelle AEPS. Il convient par conséquent d'étudier l'évolution de la Cs jusqu'à l'horizon 2032. Le PN-AEP2016-2030, référentiel du Burkina pour les questions d'AEP, donne l'évolution de la consommation spécifique en fonction des paliers pour les années 2015, 2020, 2025 et 2030, comme dans le tableau 3.

Tableau 3 : Evolution des consommations spécifiques en milieu rural au Burkina

Horizon	Consommation spécifique PEM	Consommation spécifique BF	Consommation spécifique BP
Année	l/hbt/jr		

2015	8	8	10
2020	10	10	15
2025	12	12	20
2030	15	15	20

Source : MEA, PN-AEP2016-2030

Nous retiendrons une consommation spécifique **Cs** de **16 l/j/hbt** dans l'évaluation des besoins à l'horizon du projet.

III – 3.2.2 Type de Château d'eau

Le château d'eau a pour rôle de stocker l'eau pompée dans le forage et c'est à partir de là que la distribution de l'eau va se faire. Conformément aux termes de référence, le château d'eau à mettre en place sera de type métallique étanche et de forme cylindrique. Ce type de réservoir est généralement conçu pour les petits centres équipés d'un AEPS. Vu son faible volume de stockage, le réservoir métallique sera privilégié par rapport à celui en béton car il existe un savoir-faire en la matière sur le marché et les coûts d'investissement sont relativement moins chers. Le château d'eau sera porté sur un trépied. Cette hauteur sera fixée définitivement après calcul de la côte minimale exploitable.

III – 3.2.3 Volume du Château d'eau

Le château d'eau sera dimensionné afin d'équilibrer les fluctuations journalières de la consommation. Il sera donc de capacité suffisante pour jouer convenablement son rôle de stockage. L'évaluation de la capacité utile du réservoir est effectuée en tenant compte de la variation de la demande. Mais nous nous contenterons d'une approche forfaitaire étant donné que nous ne disposons pas d'information sur les habitudes de consommation en eau de la localité ou d'une ville à peu près similaire. Le tableau 4 donne une idée sur ces approches.

Tableau 4 : Quelques valeurs pratiques de capacité de réservoir (statistique de centres)

Conditions d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% Vj
Adduction avec pompage solaire (environ 8h/j)	50% Vj

Adduction continue (24h/24h)	30% Vj
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10%Vj à 30%Vj

(Source : OUEDRAOGO Bèga, 2005)

III – 3.2.4 Taux de desserte

Selon la définition dans le PN-AEP 2016-2030 « une personne a accès à l'eau potable si elle habite à moins d'un kilomètre (1000 m) d'un puits moderne permanent ou d'un forage ou à moins de 500 mètres (500 m) d'une borne fontaine ou dispose d'un branchement particulier dans le ménage ». L'eau des ouvrages doit satisfaire aux directives de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en matière de qualité. Pour le taux d'accès, les critères du PN-AEP seront appliqués. Ces taux sont pour le milieu rural de 65% en 2015 et de 100% en 2030. Pour le taux de desserte, les normes du PN-AEP seront appliquées. Ces taux sont pour le milieu rural de 60% en 2005 et de 80% en 2015. Le taux de desserte donné par le PN-AEPA est assez élevé pour le petit village de Louda. Nous allons donc approcher ce taux par le calcul afin que celui-ci soit adapté à la situation de la localité.

Dans ce projet nous nous fixons comme objectifs d'atteindre le taux de d'accès de 80% à l'horizon du projet 2032. Le manque à gagner entre 2018 et 2032 pour l'atteinte du taux de 80% est de 13 % (c'est-à-dire : $80\% - 67\% = 13\%$). Ainsi le taux de 2018 de 67% devra connaître une augmentation de 0.93% l'an ou de 5,0 % tous les 5 ans afin de parvenir au taux de 80% à l'échéance du projet.

➤ La fréquence d'approvisionnement au niveau des PMH

La mise en service du système AEPS augmentera le niveau de confort de la population qui jusqu'alors s'approvisionnait uniquement au niveau des PMH et des puits traditionnels. La tendance serait à l'utilisation de l'AEPS au détriment des autres points d'eau nu été la contrainte économique. De ce fait, l'expérience montre qu'au fur et à mesure, les PMH seront délaissées au profit de l'AEPS qui offre une eau de meilleure qualité sur le plan sanitaire.

Conformément au PN-AEP en son point 2.3 nous opterons pour un taux de dessert au niveau des PMH de 20% à l'horizon du projet. (Confère annexe IV).

III – 3.2.5 Choix du système de pompage et de la source d'énergie

La pompe d'exhaure sera de type immergé centrifuge monobloc et sera déterminée en fonction de la hauteur manométrique totale et du débit d'exploitation du forage.

Le moteur sera de type asynchrone triphasé avec enroulement en cuivre enrobé de résine pour l'isolation électrique et l'étanchéité.

Trois sources d'énergie peuvent être utilisées pour le pompage :

- ✓ L'énergie solaire. Elle sera privilégiée pour le pompage de l'eau nécessaire au fonctionnement du système compte tenu de sa disponibilité et de son coût d'exploitation moindre par rapport aux autres sources d'énergie. Ses contraintes, sont liées au temps de pompage (duré maximum 6h et aux besoins de production journalière de pointe (environ 53 ,6 m3/j au maximum)) ;
- ✓ L'énergie thermique (groupe électrogène propre à l'AEPS) ;
- ✓ Le réseau de distribution public (SONABEL, Plateforme multifonctionnelle, etc.). Lorsqu'un réseau de distribution public d'électricité existe, il sera privilégié à toute autre source d'énergie.

Pour notre projet nous avons opté pour un système Hybride (L'énergie solaire et L'énergie thermique).

III – 3.2.6 Coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalière à prendre en compte dans le dimensionnement, permet la détermination de la consommation maximale journalière. Le coefficient de pointe journalière correspond au rapport de la consommation de la journée de pointe sur la consommation moyenne journalière. Ce coefficient représente généralement le jour de plus forte consommation dans le mois de plus forte consommation. Le coefficient de pointe journalière (Cpj) est généralement compris entre 1,05 et 1,15. Pour les petits Le coefficient de 1,1 sera adopté pour le village de Louda.

III – 3.2.7 Coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire exprime le comportement des usagers vis-à-vis de l'eau au cours de la journée. Il intervient dans le dimensionnement du réservoir et du réseau de distribution. Ce coefficient exprime les habitudes des consommateurs durant la journée. Il permet la détermination des besoins à fournir aux usagers à l'heure de pointe. Ce coefficient

peut varier en fonction du degré d'urbanisation de la zone. La formule ci-dessous permet de déterminer le coefficient de pointe horaire :

$$Cph = \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mh}}} + 1,5$$

Avec : Q_{mh} étant le débit moyen horaire en m³/h.

En milieu rural ce coefficient est généralement compris entre 2 et 3. Louda, milieu rural avec moins de 10000 habitants, le coefficient de pointe horaire (Cph) à adopter est de 2,5.

III – 3.2.8 Pourcentage de pertes totales

Les pertes dans un nouveau réseau AEP sont estimées entre 5 et 10 % des besoins de consommation en eau. En effet, pour les centres secondaires exploités par l'ONEA, les rendements sont généralement de l'ordre de 90%. Mais pour ce qui concerne les centres de plus petite taille équipés de système AEPS, les rendements sont plus élevés de l'ordre de 95 %. Pour le présent projet, le coefficient de perte (Cperte) utilisé pour les calculs de dimensionnement est de 1,05 soit une perte de 5 %.

III – 3.2.9 Vitesse et pression

Les canalisations seront en PVC compte tenu de leur disponibilité sur le marché, de leur facilité à l'exploitation et des raisons budgétaires. Le diamètre minimal à retenir est de 63 mm. La vitesse d'écoulement dans les conduites de distribution doit être acceptable afin de permettre une meilleure mise en route de l'eau. Conformément aux TDR, les conditions des vitesses dans les conduites sont :

- ✓ **0,30 < vitesse < 1,50 m/s**
- ✓ Vitesse minimale tolérable correspondant à l'auto curage : 0,2 m/s (conduite lisse, eau de bonne qualité).

Quant aux conditions de pression, on adoptera :

- ✓ Une pression minimale de service > 0.5 bar (5 m) selon le cahier de charges
- ✓ Une pression minimale tolérable de 5 m.

Les valeurs tolérées seront adoptées dans certains cas, où les valeurs minimales se trouvent en dessous des valeurs requises afin d'éviter des surdimensionnements inutiles.

III – 3.2.10 Formule de calcul des pertes de charges linéaires

L'eau à l'instar de tout fluide perd de l'énergie lorsqu'elle s'écoule, d'abord le long d'une conduite de diamètre constant par frottement sur ses parois (Pertes de charges linéaires ou régulières), ensuite au travers des singularités telles que les élargissements, changements de direction, robinetterie... (Pertes de charges locales ou singulières). Plusieurs formules empiriques existent pour leur détermination. Le réseau sera dimensionné avec la formule de Manning Strickler car elle permet d'obtenir une précision suffisante pour le calcul des pertes de charges. Les pertes de charges linéaires sont données par la formule suivante :

$$\Delta H = 10,294 \frac{Q^2 * L}{Ks^2 * D^{5.33}}$$

pd_{lin} : pertes de charge linéaire [m],

Q : débit transité [m³/s]

L : longueur de la conduite considérée [m]

K_s : coefficient de Manning, [sans dimension], **K_s = 120** pour le PVC

D : diamètre standard intérieur [m]

Pour ce qui concerne les pertes de charge locales, elles seront prises égales à 10% des pertes de charge linéaires

$$\Delta H_{\text{sing}} = 10\% \text{ pd}_{\text{lin}}$$

La somme des pertes de charges linéaires et des pertes de charges singulières permet d'obtenir les pertes de charges totales. Pour le calcul des pertes de charges totales on considère que les pertes de charges singulières valent 10% des pertes de charges linéaires, la formule de Manning Strickler s'écrit alors :

$$\Delta H_t = 1,1 * [10,294 \frac{Q^2 * L}{Ks^2 * D^{5.33}}]$$

IV – RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV – 1 Etat des lieux du système actuel d'alimentation en eau potable

De nos jours, il existe dix-huit (18) PMH fonctionnels.

- ✓ Quatre (04) PMH institutionnels appartenant respectivement à l'école primaire et au CSPS ;
- ✓ Et quatorze (14) autres PMH communautaires

La situation des infrastructures hydrauliques est récapitulée dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Situation des PMH à Louda

Quartier	Fonctionnel	Non fonctionnel	Longitude	Latitude
Forages Communautaires				
Natenga	3	0	01°05'05,5" W	12°59'54,6" N
			01°05'20,7" W	13°00'32,3" N
			01°05'21,0" W	13°00'12,0" N
Boala	2	0	01°06'46,8" W	13°00'59,6" N
			01°06'52,3" W	13°00'59,9" N
Bangrin	2	0	01°04'08,7" W	13°01'11,0" N
			01°05'15,3" W	13°01'00,4" N
Nogmikin	1	0	01°06'32,3" W	13°00'55,7" N
Balyom	1	0	01°06'13,2" W	13°00'30,1" N
Luinooguin	1	1	01°05'46,1" W	12°59'28,2" N
Wemtenga	1	0	01°06'41,3" W	13°00'21,3" N
Boala-Yargo	0	0	0	0
Maokin	3	0	01°05'20,4" W	12°59'21,7" N
			01°05'10,7" W	12°59'15,3" N
			01°05'19,2" W	12°59'03,3" N
Total 1	14	1		
Forages Institutionnels				
Ecole primaire	2	0	01°06'16,8" W	13°00'22,4" N
		0	01°05'19,9" W	13°00'22,0" N
CSPS	1	0	01°05'06,2" W	13°00'20,4" N
E-CN	1	0	01°05'11,6" W	13°00'42,3" N
Total 2	4	0		

Source : Investigation réalisée auprès de la population de Louda 2018

IV – 2 Etudes géophysiques

L'étude d'implantation géophysique du projet de réalisation du système AEPS dans le centre de Louda a permis de proposer trois points pour la réalisation du forage, tel que résumé dans le tableau 6 ci-après :

Tableau 6 : Sondages pour la réalisation du forage

Centre	Priorité	Site proposé	Coordonnées GPS (Syst. Géodés. WGS 84)		Interprétation des SE		Chance succès (Q<5 m ³ /h)	Chance succès (Q≥5 m ³ /h)
			Longitude	Latitude	Alt. Estimée (m)	Prof max (m)		
Louda	1 ^{er} choix	SE2	01°05'02,9''W	13°01'43,6''N	04 - 05	80	80%	45%
	2 ^{ème} choix	SE1	01°05'03,2''W	13°01'39,8''N	07 - 08	80	75%	35%
	3 ^{ème} choix	SE4	01°05'16,8''W	13°01'43,4''N	04 - 05	90	65%	25%

IV – 3 Etudes topographiques

Après le tracé du réseau sur le terrain, les travaux topographiques ont permis de :

- ✓ Relever les coordonnées au GPS, ce qui a permis de déterminer les côtes des différents points saillants de la zone de projets. C'est alors que le tracé du réseau, à savoir l'emplacement des BF, des nœuds, du château d'eau et autres, a été parfait suivi des levés topographiques.
- ✓ A l'issu de ces travaux, il ressort les plans de réseaux et les différents profils en long pour l'installation des accessoires hydrauliques utiles pour le bon fonctionnement du système. Le tracé du réseau, les profils en long du terrain naturel des axes des conduites et des ouvrages annexes ont été réalisés au bureau avec des logiciels appropriés (Autocad LT 2013 et COVADIS 2008).

Il ressort des études topographiques le tracé du réseau d'eau ci-dessous présenté.

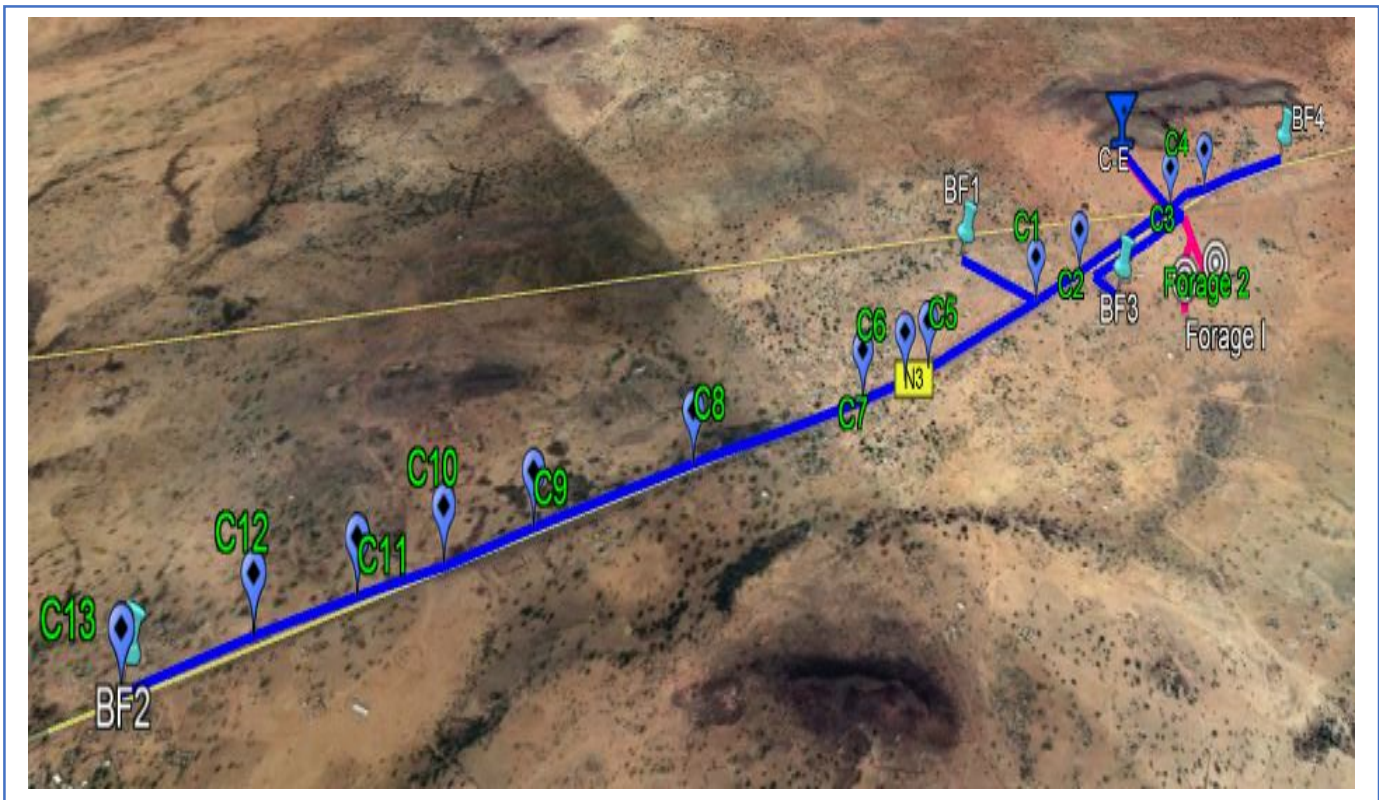
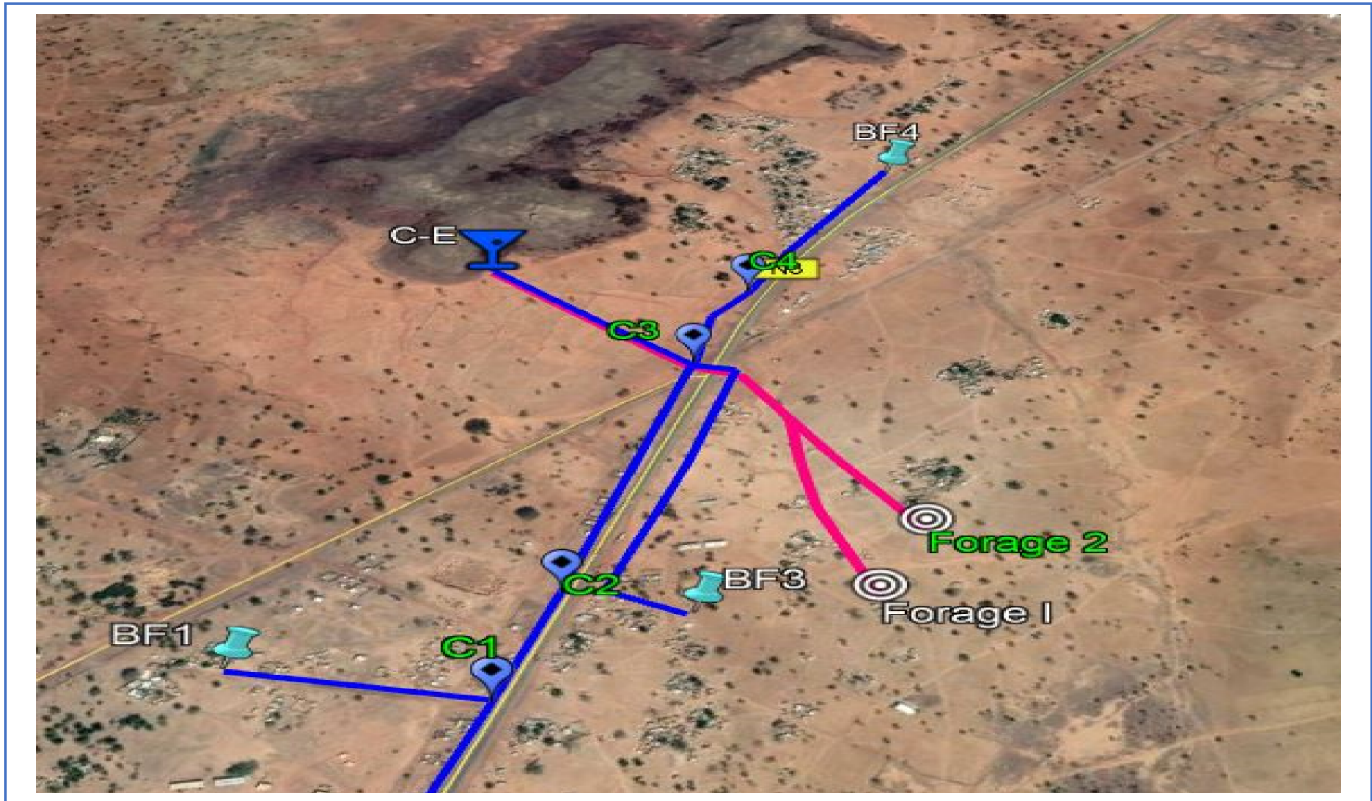


Figure 2 : Vue aérienne du réseau

IV – 4 Evaluation de la demande en eau jusqu'à 2032

Le taux de desserte est de 80 % et la fréquence d'approvisionnement au niveau des forages équipé de PMH est estimée à 20 % en 2032. (PN AEP2016-2020). La population en 2032 est estimée à 4523 habitants

- ✓ La population qui s'alimentera encore au niveau des PMH à l'échéance du projet se calcule en faisant le produit entre la population en 2032 et la fréquence au niveau des forages.

$$P_{\text{forage}} = P_{2032} \times 20 \% = 4523 \times 20 \% = 4523 \times 0,2$$

$$P_{\text{forage}} = 905 \text{ habitants}$$

- ✓ La population bénéficiaire de l'AEPS en 2032 sera alors la différence entre les populations en 2032 et celles qui s'alimentent au niveau des PMH.

$$P_{\text{bénéficiaire}} = P_{2032} - P_{\text{forage}} = 4523 - 905$$

$$P_{\text{bénéficiaire}} = 3618 \text{ habitants}$$

La population réellement desservie par l'AEPS en 2032 sera déterminée en faisant le produit entre la population bénéficiaire et le taux de desserte.

$$P_{\text{réelle}} = 3618 \times 80 \% = 3618 \times 0,8$$

$$P_{\text{réelle}} = 2895 \text{ habitants}$$

La population à retenir alors pour la suite des calculs est $P_{\text{réelle}} = P_{2032} = 2895$ habitants.

- Le besoin en eau journalier

Le besoin en eau est la quantité d'eau nécessaire à fournir aux consommateurs pour l'accomplissement de leurs activités. Il correspond au produit des consommateurs à l'échéance du projet par la consommation spécifique.

$$B_{jm} = \frac{C_s}{1000} \times P_{2032}$$

B_{jm} : consommation moyenne journalière en m³ /j

C_s : consommation spécifique en l/j/hbt

P_{2032} : Population en 2032

- Calcul du besoin de production du jour de pointe

La demande de production du jour de pointe est la quantité d'eau à fournir pour couvrir les besoins du jour de pointe des consommateurs et les différentes pertes. Il correspond alors au

$$D_{jp} = \frac{C_{pj} * B_{jm}}{\eta_d}$$

produit entre les besoins en eau journaliers ; le coefficient de pointe journalière et les pertes en eau du réseau.

Avec :

D_{jp} : Demande de production du jour de pointe en m³ /j

B_j : consommation moyenne journalière en m³ /j

C_{pj} : coefficient de pointe journalier (sans unité)

η_d : rendement du réseau (sans unité)

➤ Calcul du débit moyen horaire

C'est le rapport entre la demande de production du jour de pointe et le temps de distribution T (en heures). La distribution dure 12 heures à partir de l'heure d'ouverture des BF (6h du matin).

$$Q_{mh} = \frac{B_{jp}}{T_1}$$

Avec :

Q_{mh} : débit moyen horaire (m³/h)

T₁ : temps de distribution (h). Dans notre cas, T₁ = 12 heures (6h à 18h)

➤ Calcul du débit de pointe horaire

Le débit de pointe horaire permet de dimensionner le réseau de distribution. Il correspond au produit du débit moyen horaire et du coefficient de pointe horaire. Le débit moyen horaire est le quotient de la demande journalière de pointe et du temps de distribution. Le temps réel de distribution est de 12 h par jour pour les BF.

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times C_{ph} = \frac{D_{jp} \times 1000}{12 \times 3600} \times C_{ph}$$

Avec :

Q_{ph} : débit de pointe horaire en l/s

Q_{mh} : débit moyen horaire en l/s

B_{jp} : besoin de production du jour de pointe en m³ /j

C_{ph} : coefficient de pointe horaire (sans unité)

Les résultats des calculs précédents sont consignés dans le tableau 7 récapitulatif ci-dessous

Tableau 7 : Evaluation des besoins et demandes et calcul des débits de dimensionnement

Population réelle utilisant les BF en 2032	2895
Coefficient de pointe journalière Cpj	1,1
Coefficient de pointe horaire Cph	2,5
Rendement global du système 95% ηd	0,95
Consommation spécifique (l/j/hbts) Cs	16
Consommation moyenne journalière Bj (m ³ /j)	46.3
Demande de production du jour de pointe Djp (m ³ /j)	53.6
Débit moyen horaire (m ³ /h) Q_{mh}	4.5
Débit de pointe horaire Q_{ph} (m ³ /h)	11.2
Débit de pointe horaire Q_{ph} (l/s)	3,1

- Calcul de la production journalière du forage

La production journalière du forage est la quantité d'eau que le forage permet de mobiliser en une journée de pompage. Il représente alors le produit entre le débit d'exploitation du forage et le temps de pompage.

$$P_j = Q_{exp} \times T$$

Avec :

P_j : production journalière du forage en m³ /j

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en m³ /h

Pour un temps d'exploitation de **12 h** par jour et un débit d'exploitation de **5,0 m³/h**, la production est alors estimée à :

$$P_j = 12 \times 5,0$$

$$P_j = 60 \text{ m}^3/\text{j}$$

- Le nombre de forage

Pour la pérennité des installations à mettre en place, il est indispensable de disposer d'une ressource en eau suffisante. D'où la nécessité d'évaluer le nombre de forage qui va permettre de faire fonctionner l'AEPS jusqu'à l'échéance du projet. Le nombre de forage à implanter

désigne le quotient entre le besoin de production du jour de pointe en 2032 et la production journalière du forage à réaliser.

$$n = \frac{B_{jp}}{P_j}$$

Avec :

n : nombre de forage (sans unité)

D_{jp} : demande de production du jour de pointe en m³ /j

P_j : production journalière du forage en m³ /j

D_{jp} = 53,6 m³ /j et **P_j** = 60 m³ /j ; le calcul donne :

$$n = \frac{53.6}{60} = \mathbf{0,89 \approx 1 \text{ forage}}$$

n = 1 forage

IV – 5 Dimensionnement du réseau de distribution

IV – 5.1 Estimation des débits de distribution dans chaque conduite

Les BF constituent les seuls ouvrages de desserte. Les normes prescrivent qu'une BF alimente 500 hbts dans un rayon de 1 km. Théoriquement, il faut réaliser 6 BF à l'horizon 2032 pour répondre aux besoins de la population de Louda. Cependant, lors des études des entretiens avec les populations et les autorités locales, il a été demandé 4 BF. Le débit de pointe horaire de 3.1 l/s est le débit de dimensionnement à répartir entre les points de desserte (BF).

Ainsi, le débit au niveau d'une BF se calcule comme suit :

$$Q_{BF}(l/s) = Q_{ph}(l/s) / 4$$

$$Q_{dist}(l/s) = Q_{ph}(l/s) = 3,1 \text{ l/s.}$$

$$Q_{BF}(l/s) = \frac{3.1}{4} = 0.775 \text{ l/s}$$

Chaque BF aura un débit de 0.775 l/s.

➤ Détermination du débit des robinets

Ainsi, chaque BF débitera 0.775 l/s. ce qui permet de les équiper de trois (03) robinets.

$$\text{Débit d'un robinet : } Q_{robinet}(l/s) = \frac{0.775}{3}$$

Chaque robinet aura un débit de 0,26 l/s. On retiendra des robinets de 0.3 l /s. Ainsi, le débit de pointe de distribution devient 3.6 [l/s].

Le tableau suivant comporte les différents débits dans chaque tronçon de la distribution et point de desserte du réseau.

Tableau 8 : Détails des débits circulant dans chaque conduite

Tronçons	Longueur (m)	Q (m³/s)
01_-02	487	0,0036
02_-03	148	0,0027
03_-04	178	0,0009
04_-BF4	342	0,0009
02_-05	320	0,0027
05_-06	323	0,0027
06_-07	338	0,0018
07_-08	198	0,0018
08_-BF1	279	0,0009
08_-09	434	0,0009
09_-10	81	0,0009
10_-11	137	0,0009
11_-12	231	0,0009
12_-13	388	0,0009
13_-14	501	0,0009
14_-15	201	0,0009
15_-16	192	0,0009
16_-17	201	0,0009
17_-18	249	0,0009
18_-BF2	15	0,0009
06_-19	43	0,0009
19_-20	337	0,0009
20_-BF3	117	0,0009

IV – 5.2 Dimensionnement de conduites de distribution

Pour le dimensionnement des canalisations du réseau, le diamètre transitera le débit de vitesse $V=1$ m/s. Le diamètre D sera calculé par la formule ci-dessous :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 * Q(m^3/s)}{\pi * v(m/s)}}$$

Dans cette relation, D_{th} est le diamètre théorique en m (ou converti en mm). Il est calculé avec une vitesse hypothèse $v = 1m/s$. La détermination de D_{th} est suivie du choix judicieux des diamètres standards à partir d'un catalogue constructeur. Ce sont ces diamètres qui seront considérés pour la suite du dimensionnement.

Tableau 9 : Détails des diamètres de distribution théoriques et commerciaux

Tronçons	Longueur (m)	Diamètre standard interne Dst(mm).	Diamètre Nominal DN (mm)
01_-02	487	84,6	90
02_-03	148	70,6	75
03_-04	178	59,2	63
04_-BF4	342	59,2	63
02_-05	320	70,6	75
05_-06	323	70,6	75
06_-07	338	70,6	75
07_-08	198	70,6	75
08_-BF1	279	59,2	63
08_-09	434	59,2	63
09_-10	81	59,2	63
10_-11	137	59,2	63
11_-12	231	59,2	63
12_-13	388	59,2	63
13_-14	501	59,2	63
14_-15	201	59,2	63
15_-16	192	59,2	63
16_-17	201	59,2	63
17_-18	249	59,2	63
18_-BF2	15	59,2	63
06_-19	43	59,2	63
19_-20	337	59,2	63
20_-BF3	117	59,2	63

Nous avons opté pour des PVC de classe PN6. Ce choix a été gouverné par les considérations liées à la vitesse d'écoulement dans les conduites.

IV – 5.3 Eléments de calcul du réseau de distribution

✚ Les pertes de charges

Les pertes de charges linéaires sont calculées grâce à la formule de Manning Strickler :

$$J = \left(\frac{10.29 \times Q^2}{Ks^2 \times Dth^{\frac{16}{3}}} \times L \right)$$

✚ La côte minimale exploitable

L'altitude au niveau des BF est calculée grâce à la formule ci-après :

$$Z_{mine \text{ en X}} = \text{Côte aval TN} + J + P_{mine}$$

Avec : **Côte aval TN** : côte du terrain naturel du point aval en m

J : pertes de charges dans la conduite en m

P_{mine} : pression minimale en m

Z_{mine} : la côte minimale exploitable en m

La côte minimale du plan d'eau exploitable sera celle qui assurera la pression minimale de 5 m en tout point du réseau. Le calcul de la côte minimale exploitable donne :

$$Z_{mine} = \text{Côte aval} + J + P_{mine}$$

$$Z_{mine \text{ max}} = 325.55 \text{ m}$$

La hauteur sous radier du château d'eau se calcule alors par la différence entre $Z_{mine \text{ max}}$ et la côte TN du château d'eau.

$$H = Z_{mine \text{ max}} - \text{Côte TN château d'eau} = 325,55 - 316,85 = 8,7 \text{ m}$$

La hauteur sous radier du château d'eau sera définitivement retenue à 9 m.

Ainsi P_{mine} pour $Z_{mine \text{ max}}$ est déterminée par :

$$P_{mine} = Z_{mine} - J - \text{Côte aval TN}$$

La valeur de P_{mine} obtenue est 11,58 m

✚ Les vitesses des conduites

Les vitesses sont déterminées par la formule de la continuité :

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

Les différents résultats des calculs ci-dessus seront reportés dans le tableau récapitulatif se trouvant dans l'annexe I.

IV– 6 Dimensionnement du château d'eau

IV– 6.1 Volume du château d'eau

La capacité utile du château d'eau sera prise entre 10% et 30% de la consommation moyenne journalière.

Consommation moyenne journalière (B_{jm}) = 46,3 m³/j

- 10% de consommation moyenne journalière = $0,1 \times B_{jm} = 4,6$ m³/j
- 30% de consommation moyenne journalière = $0,3 \times B_{jm} = 14$ m³/j

La capacité utile du château d'eau à retenir sera de **20 m³** comme souhaité par les TDRs. Le réservoir aura une forme cylindrique arrondi vers le haut et vers le bas. La capacité utile est le volume de la partie cylindrique du réservoir. Les deux demi-cercles du fond et du haut du réservoir ont une hauteur comprise entre 0,4 et 0,6 m. La hauteur de 0,4 m sera retenue dans le présent projet pour les demi-cercles.

Pour la suite du projet on adoptera un château d'eau d'une capacité utile de 20 m³. Les dimensions du château d'eau seront déterminées grâce à la formule de calcul du volume d'un cylindre :

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

Avec :

V : Capacité utile du réservoir en m³

H : Hauteur en m

D : Diamètre en m

r : rayon en m

Le tableau 10 suivant fait état du calcul ci-dessus.

Tableau 10 : Dimensions du réservoir

INTITULE	VALEUR
Volume du réservoir (m ³)	20
Hauteur totale de la cuve	4
Hauteur utile (m)	3.25
Diamètre (m)	2.8
Rayon (m)	1.4

IV– 6.2 La côte de calage du réservoir.

Le château d'eau sera implanté en tenant compte de l'avis de la population (afin d'éviter certains endroits : champs, lieux sacrés) et des conditions topographiques du terrain. On note les critères topographiques suivant :

- ✓ L'implantation au niveau d'un point haut. Cette côte de calage ne devrait pas être très importante de manière à réduire les frais d'énergie et la classe de la conduite de refoulement.
- ✓ L'implantation du château d'eau sera faite de manière à assurer l'alimentation gravitaire de tous les points du réseau de distribution et afin d'alimenter d'autres zones dominées topographiquement.

Outres ces critères, le château d'eau devrait être situé au centre de la zone à desservir pour minimiser la longueur et le diamètre des conduites principales. En tenant compte des critères ci-dessus cités, la côte TN du réservoir sera retenue au niveau de la côte 316, 51 m. Il sera placé sur une petite colline ; ce qui lui permet d'assurer une desserte gravitaire en eau et d'avoir une position centrale dans le réseau. Les caractéristiques du réservoir sont mentionnées dans le tableau 11 ci-après.

Tableau 11 : Caractéristiques du château d'eau

Château d'eau	Volume en (m ³)	Nature du réservoir	Côte TN (m)	Côte du radier (m)	Côte PHE (m)	Côte arrivée d'eau (m)
R	20	Métallique	316.51	325.55	329	328.8

IV – 7 Dimensionnement du réseau de refoulement

La colonne d'exhaure considérée au niveau du forage est de type PEHD. Toutes les parties de la conduite de refoulement qui ne seront pas enterrées seront en acier galvanisé. Rappelons que les études d'implantation ont déterminé trois sondages SE2, SE1 et SE4. Le débit de 5,00 m³/h pour le forage sera recherché dans cet ordre précis. Il va sans dire que pour le présent dimensionnement, les trois sondages seront considérés et les caractéristiques les plus contraignantes seront retenues. On a :

longueur de la conduite de refoulement en fonction du forage raccordé

Sondage	Longueur de la conduite de refoulement correspondante (ml)
SE2	839
SE1	913
SE4	513

Les caractéristiques retenues sont donc :

- Longueur refoulement = 913 ml
- débit Q = 5,0 m³/h

IV–7.1 La conduite de refoulement

IV – 7.1.1 Le débit

Le réseau de refoulement est dimensionné avec les caractéristiques du forage notamment son débit d'exploitation Q_{exp} qui est arrêté à 5.0 m³/h soit 1,4 l/s soit 0,0014 m³/s.

IV – 7.1.2 Diamètre

Du point de vue économique, la conduite de refoulement et la station de pompage sont liées. En effet, plus le diamètre est petit, plus la perte de charge ΔH sera grande et plus la puissance fournie par la pompe est grande. Il existe donc un diamètre économique pour la conduite de refoulement permettant de minimiser à la fois les coûts d'investissements initiaux et les coûts d'exploitation. Quelques formules empiriques donnant le diamètre économique ont aussi été proposées et sont utilisées dans cette étude. Il s'agit de :

Formule de Bresse	$\Phi_{th}(mm) = 1.5 \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$ avec $V_m = 0.57$ [m/s]
Formule de Bonnin	$\Phi_{th}(mm) = \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$ avec $V_m = 1.27$ [m/s]
Formule de Bedjaoui	$\Phi_{th}(mm) = 1.27 \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$ avec $V_m = 0.79$ [m/s]
Formule de Munier	$\Phi_{th}(mm) = (1 + 0.02 \times T_p) \times \sqrt{Q(m^3/s)} \times 1000$ avec T_p [h] le temps de pompage

Pour chacune des formules, nous avons choisi le diamètre nominal et calculé la vitesse d'écoulement dans la conduite. Pour obtenir un fonctionnement non bruyant, on a vérifié que la vitesse d'écoulement, obtenu après choix du diamètre de la conduite, est bien inférieure ou égale à la vitesse limite donnée par la relation suivante :

Condition selon GLS :
$$V_m(m/s) \leq \left(\frac{\Phi_{ret}(mm)}{50} \right)^{0.25}$$

Où Φ_{ret} représente le diamètre nominal de la conduite retenue.

Le diamètre retenu est la plus petite conduite vérifiant cette condition de vitesse limite. Les résultats obtenus sont illustrés par le tableau 16

Tableau 12 : Résultats de calcul de la conduite de refoulement

Désignation	Φ_{th} [mm]	DN retenu [mm]	Uref [m/s]	Ulim [m/s]	Condition de vitesse
Formule de Bresse	55.90	63/57	0.54	1.03	OK
Formule de Bonnin	37.27				
Formule de Bedjaoui	47.33				
Formule de Munier	38.16				

Les caractéristiques de la conduite de refoulement sont consignées dans le tableau 13 récapitulatif ci-dessous.

Tableau 13 : Caractéristiques de la conduite de refoulement

Nature	PVC/PN10
Diamètre (mm)	63 / 57
Longueur (m)	913
Vitesse (m/s)	0,54

IV– 7.2 Le pompage

Le choix de la pompe qui va permettre de tirer l'eau du forage et de l'envoyer au réservoir nécessite la connaissance de deux paramètres à savoir : le débit d'exploitation du forage et la

IV – 7.2.1 La Hauteur Manométrique Totale (HMT).

Il s'agit de l'énergie qui va permettre le transport de l'eau dans les tuyauteries et de la faire monter au point le plus élevé de l'installation. La HMT se calcule par la formule :

Avec :

$$\text{HMT} = \text{H}_{gr} + \text{H}_T$$

H_g : La hauteur géométrique de refoulement en m

H_T : Les pertes de charges totales en m

❖ **Calcul de la H_g :**

$$H_g = C_r - (C_{TN\text{forage}} - nd)$$

Le tableau ci-dessous suivant donne une meilleure connaissance des termes précédemment utilisés.

Paramètre de Calcul de la hauteur géométrique

Cr	Côte de refoulement (m) (Zmine+Hauteur Réservoir)	328.8
CTN-forage	Côte TN au niveau du forage (m)	305,82
C-ND	Côte Niveau Dynamique (m)	245,82

Il sera retenu une côte **Zmine** de 325,55 m

La côte de refoulement est de 325,55m + 3.25 m (hauteur du réservoir) = 328.8 m.

La hauteur géométrique de refoulement (**H_{gr}**) :

$$H_g = \text{Côte de refoulement (Cr)} - \text{Côte du niveau dynamique (C}_{ND} = 305,82 - 60 = 245,82)$$

$$H_g = 328.8 \text{ m} - 245,82 \text{ m} = 82,11 \text{ m}$$

$$H_g = 82.11 \text{ m}$$

❖ **Calcul des Pertes de Charges linéaires, singulières et totales**

Perte de charge sur le refoulement (Q =5.0 m³/h et D = 57 mm)

L : longueur de la conduite de refoulement (en m)

Q : débit d'exploitation maximale du forage (en m³/s)

Ks : coefficient de Manning Strickler

D : diamètre intérieur de conduite de refoulement (en mm)

*Pertes de charges singulières : 10% de ΔH

La hauteur manométrique totale est de :

$$HMT = H_g + pdc_{\text{totales}} = 85.11 \text{ m} + 6 \text{ m} = 91.31 \text{ m}$$

Le calcul permet d'obtenir HMT = 91.31 m.

IV – 7.2.3 Etude du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène de variation de pression qui consiste en une alternance de dépressions et de surpressions se propageant dans la conduite. Elles sont générées par une modification brusque du régime d'écoulement due soit à l'arrêt brusque d'une pompe, soit à l'ouverture et fermeture brusque d'une vanne. Au regard de ses conséquences, préjudiciables à la viabilité des installations, il est capital de s'assurer de son absence ; et s'il s'avérait qu'il existe, prévoir des mesures pour le contenir au moyen d'installations appropriées comme un dispositif anti-bélier. Cela passe par le calcul de la variation instantanée de la pression ΔH (m) à partir de la célérité C (m/s) des ondes et une durée T (s) de la variation de la vitesse V_0 (m/s). Par la suite, une comparaison est effectuée entre la pression maximale admissible, PMA (m) et ΔH (m) + HMT(m).

✓ Calcul de la célérité (a) qui provoque le coup de bélier

Formule d'ALLIEVI :

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

Où ρ [kg/m³] : la masse volumique de l'eau (1000) ; ε [Pa] = module d'élasticité du fluide : 2 10⁹ [Pa] ; E [Pa] : module d'élasticité de la conduite (PVC) : 3 10⁹ [Pa]

✓ Calcul de la variation instantanée de la pression

$$\Delta H = \frac{c V_0}{g} = \frac{382.55 \times 0.54}{9.81} = 21.22 [m]$$

✓ Calcul de la pression maximale observée dans la conduite

Il faut rappeler que la pompe utilise une partie de sa HMT pour sortir l'eau du forage. De même, un clapet sera installé en tête de forage et devra empêcher l'onde de surpression de pénétrer dans le forage. Ainsi, la charge minimale restante en tête du forage (voisine de la pression lue sur le manomètre est) :

$$H_{\text{restante}} = HMT - H_{\text{col_exh}} = 91.31 - (305.82 - 245.82) = 31.31 [m]$$

$$\mathbf{P_{\text{max}} = H_{\text{restante}} + \Delta H = 31.31 + 21.22 = 52.53 [m]}$$

✓ **Calcul de la pression minimum observée dans la conduite**

Dépression	
HMT - ΔH	70,09
Patm (mCE)	10,33
Patm (mCE) < (HMT- ΔH) : pas de dépression	

✓ **Choix de la Pression Nominale (PN) à adopter**

En première approximation, il faut que $P_{max} \leq PN$ de la conduite. Ici $P_{max} = 52.53$ [m]. Le choix de la PN 10 est donc vérifiée. Il faut dire qu'une PN6 est aussi convenable.

La pression normale de service de la conduite de refoulement sera de PN 10 soit 100 m.

✓ **Vérification**

Le rapport $\frac{H_{max}}{PN} = \frac{52.53}{100} = 0.53 \% < 115\%$ (valeur limite). Il n'y a donc pas de risque de coup de bélier dû à la surpression sur la conduite de refoulement. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier.

IV – 7.2.4 Choix de la pompe

Le choix de la pompe sera porté sur la gamme des pompes Grundfos. Ce type de pompe a été privilégié car il s'agit de pompe robuste et disponible sur le marché avec surtout un accès facile aux pièces de rechanges. Ainsi à l'aide du catalogue Grundfos et avec les données dont nous disposons sur le débit et la HMT, la marque SP5A remplissait au mieux les conditions. Le choix définitif a été porté sur la pompe SP5A- 21 susceptible d'assurer efficacement le pompage de l'eau. (Voir annexe)

La pompe SP5- 21 présente des caractéristiques consignées dans le tableau suivant :

Nom de la pompe	SP5A- 21
Type de moteur	MS402
U (V)	380 – 400
P2 (KW)	2,2
Rendement de la pompe	52,70%
Rendement du moteur	40,20%

❖ **Station de pompage**

La puissance hydraulique fournie par la pompe (P_h)

$$P_h = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{1000}$$

Avec :

P_h : puissance hydraulique de la pompe en KW

ρ : masse volumique de l'eau = 1000 kg/m³

g : accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en 0.0014 m³/s

HMT : Hauteur Manométrique Totale en m

Le calcul avec les valeurs de ρ , g , Q , HMT ci - dessus citées permet d'obtenir :

$$P_h = 1,23 \text{ KW}$$

Paramètres	Valeurs
Q (m ³ /h)	5,0
HMT	90
Pa	2,34
PGE	7,92

IV – 7.2.5 Choix du groupe électrogène

Le pompage étant autonome, le groupe électrogène fonctionnera en mode alterné. Le temps de fonctionnement annuel est supérieur à 500 heures.

Au regard de la puissance minimale requise du groupe électrogène pour assurer le fonctionnement, nous proposons un groupe électrogène de marque SDMO de 9 KVA ; 3P+N230/400V 50Hz 1500 Trs/min pour tenir compte la disponibilité sur le marché.

IV – 7.2.6 Dimensionnement du champ solaire

Le dimensionnement des panneaux photovoltaïques est le calcul de la puissance du générateur solaire qui permettra d'obtenir la performance souhaitée.

Le dimensionnement prend en compte les paramètres suivants :

- le débit journalier ;
- la hauteur de pompage ;
- l'ensoleillement et la température ;
- le rendement du type de pompe en jeu.

Pour le dimensionnement du champ solaire, le temps de pompage ne saurait excéder le temps d'ensoleillement efficace maximal qui est de 6 h/jour.

Le débit journalier à considérer est directement issu des estimations faites sur les besoins en eau dans la journée.

Nous allons prévoir un inverseur de source pour commuter du solaire vers la thermique.

L'énergie électrique nécessaire pour 6 heures de pompage soit 30 m³(5 m³/h * 6 h) se calcule ainsi :

$$E_{elec}(j) = \frac{Ch \times Q_j \times HMT}{R}$$

Avec :

Ch : constante hydraulique = 2,725 m³

H : hauteur manométrique de pompage en mètre

Q : débit journalier (besoin en eau dans la journée)

R : rendement global générateur, électronique et électropompe.

Nous prendrons R = 0,4

$$E_{elec} = \frac{2,7 \times 30 \times 91,31}{0,4} = 18661,5$$

$$E_{elec} = 18661,5$$

La puissance crête se détermine par relation suivante :

$$W_c = E_{elec} / (\text{Ensoleillement} * (1-\text{pertes}))$$

Ensoleillement maximal = 6 heures

Les pertes sont estimées à 20%.

$$W_c = \frac{18661,5}{6 * 0,8}$$

$$W_c = 3887,81 \text{ W}$$

$$W_c \text{ unitaire par panneau} = 250 \text{ W,}$$

$$\text{Nombre de panneaux} = 3887,81/250 = 16 \text{ panneaux de } 250 \text{ W.}$$

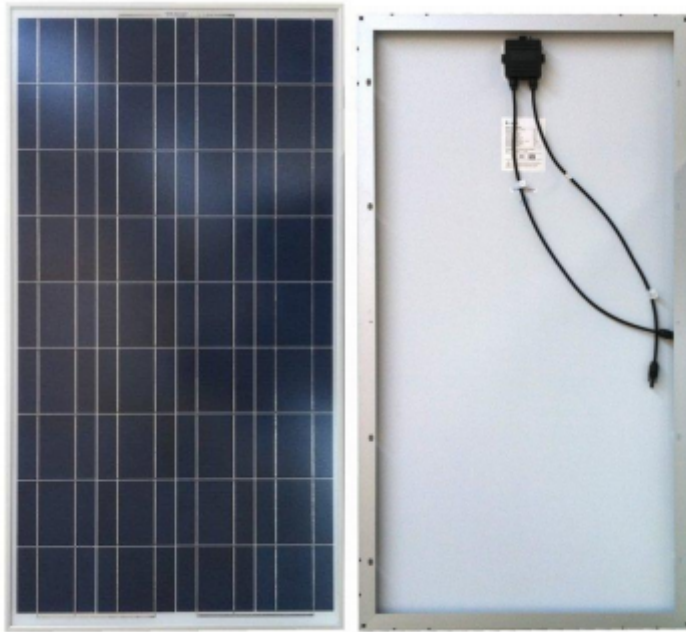


Figure 3 : Image de module PV 250 Wc 24V

V – OUVRAGES ANNEXES

V –1 Aménagement de tête de forage

Une enceinte est construite autour du forage pour en assurer la protection. C'est un mur en agglos pleins de 20, d'environ 1 à 1,20 m de haut, monté sur un radier en béton armé et muni d'une fermeture en feuille de tôle pleine. Cette enceinte permet la protection des appareils constitutifs de la tête de forage, de quantifier la pression et de vérifier la qualité de l'eau du forage. Les appareils sont : Ventouse, Piège à sable, Tube pour suivi de niveau, Compteur, Pressostat, Clapet de retenu, Robinet-vanne isolement et Manomètre.

V – 2 Ventouses

Les ventouses sont des pièces qui sont installées sur les conduites et qui permettent de chasser l'air de celles-ci, ou à en faire entrer. Elles sont placées au niveau de points hauts du réseau. Un regard muni d'une dalle de couverture est aménagé pour les abriter.

V – 3 Vidanges

Les vidanges sont implantées au niveau des points bas. Ce sont des ouvrages qui permettent de nettoyer les conduites en cas de réparation ou d'entretien du réseau. Elles seront constituées :

- ✓ D'une vanne en fonte ;
- ✓ D'une conduite de décharge ;

- ✓ D'un regard de vidange à partir duquel l'eau est évacuée à l'extérieur.

V – 4 Vannes de sectionnement

Des vannes de sectionnement seront implantées en tête des conduites principales et secondaires. Elles permettent d'isoler une partie du réseau en cas de réparation et facilitent ainsi les interventions. Ce sont des vannes en fonte de diamètre variables ; le réseau de Louda sera équipé de sept (04) vannes de sectionnement. L'emplacement de ces ouvrages est donné aux niveaux du plan de masse de Louda en annexe au niveau du plan de masse et du tracé du réseau.

V – 5 Puisards

C'est l'ouvrage d'assainissement de la BF. C'est une fosse stabilisée dans sa partie supérieure par des agglos pleines, pour recevoir la dalle de couverture. Il est raccordé par une conduite PVC (enterrée) à la plateforme de la BF et en draine les eaux perdues collectées par les rigoles de bordures. Il est rempli de moellons qui assurent le prétraitement des eaux perdues. Les équipements annexes.

V – 6 Equipements annexes

Pour permettre au personnel commis à la gestion du système de mieux s'acquitter de ses obligations de gérant, un bâtiment d'exploitation sera construit.

Ce bâtiment comprendra :

- ✓ le local pour le coffret et commandes électriques ;
- ✓ le bureau pour l'exploitant ;
- ✓ un magasin pour stocker et mettre en sécurité les matériaux nécessaires à la gestion et à la maintenance du système ;
- ✓ des toilettes pour le personnel et les visiteurs éventuels.
- ✓ la pose des conduites

Des dispositions doivent être observées dans la mise en place des conduites. Elles sont fonctions des prescriptions techniques du projet mais également des règles de l'art. La relation permettant de déterminer la profondeur (ou hauteur) et la largeur des fouilles est la suivante :

$H \geq 0,8m + DN (m)$: Profondeur exprimée en m

$L \geq 0,4m + DN (m)$: Largeur de la fouille (m)

Tableau 16 : Dimension des fouilles retenues

DN (mm)		63	75	90
Calculées (m)	H	0,863	0,875	0,89
	L	0,463	0,475	0,49
Retenues (m)	H	0,9		
	L	0,5		

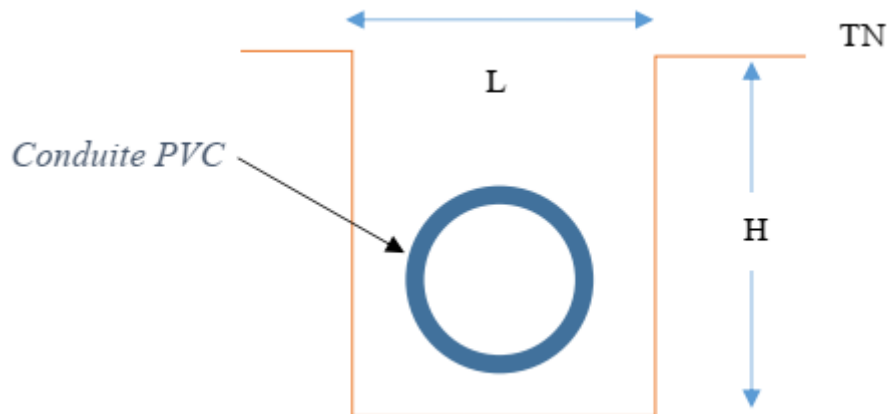


Figure 4 : schéma de pose des conduites

VI – TRAITEMENT DE L'EAU

L'eau produite et distribuée provient des forages. En général, elle est de très bonne qualité et ne demande pas de traitement spécifique. Pour le renforcement de cette qualité dans le réseau, Le traitement au chlore est proposé dans le cadre du présent projet et s'appuie sur les expériences cumulées par l'Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) dans les centres secondaires du Burkina Faso.

Le procédé consiste, selon le rythme de consommation, à introduire dans le château des pastilles de chlore qui progressivement se dissolvent, libérant le principe actif dans l'eau. Ce qui permet de la préserver de toute contamination par les germes.

Le choix de ce mode de traitement obéit surtout à un besoin de réduire les coûts d'investissement et d'entretien des pompes doseuses. En effet, l'utilisation des pompes doseuses offre certes plus d'avantages pour ce qui est de la précision du dosage et de la fiabilité du fonctionnement des installations. Par ailleurs, elle assure un niveau de service élevé donc un certain niveau de connaissance de la part des exploitants tant pour ce qui est de la préparation des solutions de chlore que pour ce qui est de la manipulation des installations.

Des analyses périodiques de l'eau prélevée au niveau du forage, du réservoir et des bornes fontaines doivent être réalisées pour s'assurer que l'eau produite et distribuée conserve ses qualités chimiques, organoleptiques et surtout bactériologiques.

L'OMS recommande une valeur de chlore comprise entre 0,5 mg/l et 5 mg/l en tout temps et en tous points du réseau. Au Burkina Faso le laboratoire national de l'ONEA constitue une référence en matière de traitement des eaux. L'ONEA traite à 0,5 et 1,5 mg/l pour les eaux souterraines dans un souci d'efficacité.

Quantité de galets à consommer pour 20 m³

Les galets titrent à 90% ; le galet de 200g vaut 180g de chlore effectif, soit $0,9 \times 200$ g.

Volume réservoir m ³	Demande en chlore (mg/l)	Chlore libre (mg/l)	Chlore total nécessaire (mg/l)	Quantité pour 20m ³
20	0,5	1	1,5	1,5*20 = 30g 30*0,9 = 27 g (soit 1/6 galet)

La mesure du chlore résiduel une fois par jour permet de suivre la bonne désinfection de l'eau ; lorsque la valeur du chlore est proche de 0,5mg/l, procéder à l'ajout d'un sixième (1/6) de galet. Pour assurer le traitement journalier 30 g de galet de chlore soit 1/6 du galet de 200g sera retenu. Le traitement mensuel sera effectif avec 5 galets

VII– GESTION ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

VII– 1 Diagnostic de la situation de la gestion actuelle

A nos jours, le village de Louda ne compte aucune BF ; les seuls points d'eau étant les PMH et les puits. La gestion de ces points d'eau est assurée par l'Association des Usagers de l'Eau (AUE). Conformément à la décision de l'Etat de mettre en œuvre une nouvelle politique de gestion des infrastructures en milieu rural à travers une Réforme adoptée par le gouvernement en 2000 par décret N° 2000-514/PRES/PM/MEE du 03 novembre 2000.

La nouvelle organisation de la gestion des infrastructures d'AEP reposera essentiellement sur les deux (2) pôles suivants :

- l'Association des Usagers de l'Eau (AUE) représentant les usagers de l'eau
- les Opérateurs privés (Fermiers/Exploitants et Maintenançiers, un opérateur privé qui aura, contre rétribution, à vendre leurs services aux communes et aux AUE pour la gestion des équipements.

Un pôle de contrôle et d'appui : la puissance publique en l'occurrence, MEA, MATDS et MS, qui auront, à travers leurs démembrements au niveau décentralisé, à favoriser le développement des services ruraux de l'eau.

VII – 2 Proposition d'un mode de gestion adaptée

C'est dans le souci d'assurer la pérennisation des ouvrages d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP) et surtout de rentabiliser les investissements consentis pour ce secteur que l'option de la mise en affermage des infrastructures d'Adduction d'Eau Potable Simplifiées (AEPS) a été préconisée tant au niveau national qu'au niveau des politiques sectorielles en faveur de l'accès à l'eau.

Au niveau régional, particulièrement dans la région du Centre Nord où il y a beaucoup d'AEPS, cette option fut adoptée et depuis bientôt cinq (05) ans la mise en affermage des AEPS est une donnée effective.

L'affermage peut être défini comme un contrat par lequel une personne publique (autorité affermante) confie à une personne morale de droit public ou de droit privé (le fermier), pour une durée déterminée, l'exploitation d'un service public à ses risques et périls. Et cela contre une rémunération versée par les usagers et aux moyens d'infrastructures, mises à sa disposition par l'autorité affermante, dont l'établissement, l'acquisition, le renouvellement, le renforcement, l'extension et/ou le gros entretien sont principalement financés ou réalisés par cette dernière. Le fermier verse à l'autorité affermante une redevance dont le montant est déterminé à l'avance dans le contrat d'affermage en vue de l'amortissement des infrastructures mis à sa disposition.

Ainsi, le délégataire (fermier) se doit de fournir de façon périodique un compte rendu de ces activités de gestion. Cet exercice qui s'inscrit dans la gestion des Adductions d'Eau Potable en milieu rural s'effectue d'abord en vue d'assurer la pérennité des ouvrages, ensuite de donner des éléments permettant de formuler un avis sur l'état de fonctionnement des équipements collectifs et l'équilibre financier des exploitations. Le suivi technique et financier est un ensemble de procédures regroupant le recueil et le traitement des données d'exploitation dont les résultats sont restitués à la commune, aux usagers et éventuellement aux décideurs. Aussi, les activités à assurer par le délégataire sont les suivantes :

- ❖ faire fonctionner les installations d'approvisionnement en eau potable conformément au contrat d'affermage ;
- ❖ enregistrer les données techniques et financières de l'exploitation ;
- ❖ informer et conseiller la commune sur toutes mesures nécessaires pour améliorer l'accès à l'eau potable ;
- ❖ constater l'état technique des installations et vérifier le traitement de l'eau;

- ❖ assurer la sécurité de l'ouvrage (gardiennage dans les cas particuliers des AEPS alimentés par des générateurs solaires) ;
- ❖ veiller à la protection de la ressource ;
- ❖ élaborer des rapports périodiques de suivi technique et financier de l'ensemble des centres.

VIII – Estimation des investissements

Avec les éléments de dimensionnement ci-avant déterminés, nous établissons un devis quantitatif des travaux à réaliser. Avec les coûts unitaires de marchés similaires, réalisés au Burkina. L'estimation financière des travaux à réaliser pour le réseau d'AEPS de Louda est de cent onze un millions quatre cent quatre-vingt-seize milles cinq cent (112 647 000) francs cfa hors TVA. Les détails des calculs se trouvent en annexe (Voir **Annexe III**).

IX – Détermination du prix de l'eau

Au Burkina Faso, la politique en ce qui concerne la fixation du prix de l'eau est basée sur la récupération des coûts pour la couverture des charges d'exploitation/maintenance et amortissement des investissements de durée de vie inférieure à 10 ans. Le prix du mètre cube de l'eau sera déterminé par le quotient de la somme (du coût d'investissement, des charges d'exploitations et des dotations aux amortissements) sur le volume total d'eau vendu.

$$PR = \frac{I + \sum C_{i+} + \sum A_i}{\sum V_{i+}}$$

Avec :

PR = prix de revient du m³ d'eau

I = coût d'investissement des travaux

C_i = charges d'exploitations et de maintenance du système à l'année i

A_i = dotations aux amortissements à l'année i

V_i = volume d'eau vendu à l'année i

- ❖ **Les charges d'exploitations**

On estime généralement que les dépenses d'entretien courant ou d'exploitation sont comprises entre 5% et 20% des dépenses d'investissements. L'entretien courant exclut, par définition, les grosses réparations qui relèvent des dépenses de renouvellement (IRC, 2012). Les charges d'exploitations du village de Louda comprennent la main d'œuvre, le carburant, les produits chimiques, les pièces de rechange. Toutes ces dépenses sont approximées, sommées et consignées dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 10 : Calcul des charges dues aux personnels

Charges du personnel				
Personnel	Nombre d'employé	Salaire / mois	Salaire / an	Salaire en 10 ans
Contrôleur ou Chef de Centre	1	45000	540000	5 400 000
Gardien	1	20000	240000	2 400 000
Fontenier	4	75000	900000	9 000 000
Total	6			16 800 000

Tableau 11 : Calcul des charges d'exploitation

CHARGES D'EXPLOITATION	MONTANT/mois	MONTANT/ans	MONTANT pour 10 ans
Charges du personnel	140 000	1 680 000	16 800 000
Entretien et réparation	50 000	600 000	6 000 000
Gasoil	60 000	720 000	7 200 000
Consommations du chlore	50 000	600 000	6 000 000
Communication	5 000	60 000	600 000
Consommable de bureau	5 000	60 000	600 000
TOTAL (FCFA)			37 200 000

❖ Les dotations aux amortissements

Les dotations aux amortissements sont des dépenses de renouvellement, de remplacement ou de réhabilitation des actifs, décidées en fonction de la performance des actifs à remplir leur fonction. Dans le cadre de notre projet, ces actifs sont essentiellement le groupe électrogène, la pompe et les installations solaires.

L'amortissement annuel est calculé en faisant le quotient du prix d'achat de l'actif par sa durée moyenne de vie.

Tableau 12 : Calcul des dotations aux amortissements

Amortissements

Equipement	Durée de Vie	Prix d'achat	Montant Annuel	Montant décennal
Groupe électrogène	10	7 500 000	750 000	14 661 667
Pompe	10	3 100 000	310 000	
Installations solaire	15	6 092 500	406 167	
TOTAL (FCFA)			1 466 167	

❖ Le volume d'eau produit en 10 ans

Pour obtenir le volume d'eau produit en 10 ans, il faut faire le produit du besoin de production du jour de pointe par 365 jours et par 10 ans (53,6 x 365 x10). Avec un coût d'investissement de 112 647 000 FCFA, des charges d'exploitations s'élevant à 37 200 000 FCFA et des dotations aux amortissements de 14 661 667 FCFA, le prix du mètre cube d'eau est calculé et présenté ci-dessous.

Tableau 13 : calcul du prix du mètre cube d'eau

Volume d'eau produit en 10 ans (m3)	195 719
Prix du mètre cube d'eau (FCFA)	
$PR = \frac{I + \sum C_{i+} + \sum A_i}{\sum V_{i+}}$	841

Vue que c'est le budget de l'états qui est prévue pour les financements du projet on ne prendra pas le coût de l'investissement en compte dans le calcul du prix du mètre cube de l'eau du coût le prix de l'eau passe de 841 FCFA à 265 FCFA.

Remarque

Ce prix se situe au-dessus du prix du mètre cube de l'eau fixé par l'ONEA de 198 FCFA. Mais dans le cadre des contrats d'affermage que l'ONEA ligue avec les certaines sociétés, la fixation des tarifs de l'eau revient à ces derniers. Toutefois ils veilleront à ne pas dépasser les prix par l'ONEA de plus de 30%. En matière de contrat d'affermage, il existe la société Vergnet qui s'occupe de la gestion des AEPS de la localité de Boussouma et de Korsimoro. Mais les prix fixé par Vergnet, est de 500 F le mètre cube sont largement au - dessus de celui de ceux de l'ONEA et le bidon de 20 litres à 10F. Nous pouvons de ce fait affirmer que le prix du mètre cube trouvé se situe dans les cordes du pouvoir d'achat de la population.

X– NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

La mise en place du système AEPS aura divers impacts sur la localité de Louda. Ces impacts peuvent être positifs comme négatifs et intervenir sur plusieurs niveaux de la vie des populations du village.

X – 1 Impacts positifs

Il s'agira de :

- ✓ l'accroissement très significatif de l'accès à l'eau potable ;
- ✓ la diminution de la prévalence des maladies d'origine hydriques et une baisse des dépenses de santé ;
- ✓ la création d'emplois pendant les travaux et l'augmentation de l'activité économique dans le cadre du développement des activités de gestion et de maintenance des infrastructures par le secteur privé ;
- ✓ des activités génératrices de revenus qu'entreprendront les femmes suite au gain de temps pour la corvée de l'eau, permettant une plus grande autonomie de ces dernières ;
- ✓ l'amélioration du cadre de vie dans les écoles et autres lieux publics (gares, marchés, CSPS, etc.) par un accès permanent à l'eau potable.

X– 2 Impacts négatifs

Une attention particulière doit être apportée au contrôle des effets négatifs potentiels que constituent :

- ✓ la surexploitation des ressources en eau ;
- ✓ le risque de qualité de l'eau insuffisante ou d'une eau contenant des éléments toxiques (fluor, etc.) ;
- ✓ le risque de pollution par les entreprises lors de la construction des ouvrages ;
- ✓ l'augmentation des volumes d'eaux usées ;
- ✓ les mauvaises pratiques en matière de construction d'ouvrages d'assainissement et d'élimination des matières de vidanges pouvant être des causes de contamination des eaux de surface et souterraines.

X – 3 Proposition des mesures d'atténuations

Pour limiter ces impacts négatifs, des mesures d'atténuation seront développées selon les axes suivants :

- ✓ le suivi régulier des ressources en eau ;
- ✓ la construction des infrastructures dans le respect des normes de gestion environnementale en vigueur, les exploitants et usagers seront formés et sensibilisés à leur usage, leur entretien et leur gestion corrects ;
- ✓ la gestion rationnelle des ressources en eau selon les principes de la GIRE ;
- ✓ le volet animation/sensibilisation du projet.
- ✓ A la suite des travaux d'exécution de l'AEPS des campagnes de reboisements seront menées afin de restaurer le milieu naturel détruit.

XI – CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au sortir de cette étude, il apparait que l'approvisionnement en eau potable dans la localité de Louda est un véritable problème qui mérite que l'on y accorde une attention particulière. En effet, l'analyse des points d'eau existants a montré que la principale ressource en eau de la localité est fournie par les PMH. PMH qui permettent d'assurer une desserte en eau de 67 % seulement avec une eau de qualité quelques peu contestable. Ce qui n'est pas sans risque pour la santé. C'est alors que la présente étude « Etude d'Avant-Projet Détaillé de réalisation d'une Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) dans la région du Centre-Nord : cas du village de Louda. » est menée afin de permettre à ladite localité de disposer d'un système d'approvisionnement en eau potable. Ce qui va alors contribuer à l'amélioration de la qualité de vie des populations du village. Cette amélioration passe par un accès équitable et adéquat à l'eau potable s'inscrivant surtout dans un cadre de gestion durable et équilibré de la ressource en eau. Avec les données recueillies sur Louda et quelques hypothèses posées, l'étude a d'abord procédé à l'analyse des besoins en eau de la population qui s'élèvent à 53,6m³/ jour ; ensuite à la conception du système AEPS ; puis à l'élaboration des plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages constitutifs de l'AEPS et enfin à l'évaluation du coût de réalisation des travaux qui seraient de 112 647 000 FCFA. Tout cela sans oublier un intérêt particulier pour le traitement de l'eau et la gestion des ouvrages qui seront mis en place et surtout en tenant compte de l'impact d'un tel projet pour l'environnement et la population.

La mise en place d'un AEPS qui n'est autre qu'un système constitué d'une station de pompage pouvant être alimentée par énergie thermique ou solaire, d'un château d'eau et d'un petit réseau de distribution d'eau, à Louda pourrait permettre d'assurer l'approvisionnement en eau potable des habitants. La question se pose tout de même de savoir si le présent système qui sera mis en place permettra à long terme de répondre efficacement aux besoins en eau du village vue que les données de INSD ne sont pas encore mises à jour. Surtout quand on sait que la population est en pleine expansion ; 4 BF seront-elles satisfaisantes ? Il sera plus qu'alors nécessaire d'envisager l'agrandissement du présent réseau de distribution. Pour l'heure les autorités du village et surtout les populations bénéficiaires du projet devront s'approprier les ouvrages et veiller à les garder en bon état.

Le réseau proposé est apte à supporter des branchements particuliers ; il est fortement souhaité que des dispositions (administratives et techniques) soient prises en vue de permettre les branchements particuliers car elles favorisent la rentabilisation rapide du système d'AEPS. Ces branchements particuliers permettent par ailleurs une amélioration du niveau de service pour les populations bénéficiaires mais représentent un défi en termes de gestion car nécessitant la mise en place d'un système de facturation.

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Programme National d'Approvisionnement En Eau potable et d'Assainissement 2016 - 2030. Burkina Faso. 2016.(PN-AEP 2016-2030)
- ❖ Ministère de l'Eau et de l'Assainissement, Direction Générale de l'Eau Potable (MEA-DGEP), Inventaire National des Ouvrages (INO), 2018.
- ❖ OUEDRAOGO Bèga, 2005. Cours 2iE d'approvisionnement en eau potable.
- ❖ ZOUNGRANA Denis, 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE, 2003.
- ❖ SOUBEIGA K. J. Désirée, 2015. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2, « Conception et dimensionnement du système d'alimentation en eau potable simplifié (AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso ».
- ❖ Souleymane OUEDRAOGO, 2018. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2 « Etudes d'avant-projet détaillé pour la réalisation d'une AEPS à Bossora dans la commune de Satiri (province du Houet au Burkina Faso) »
- ❖ BAGRE Ahmed Ousmane, 2004. Sources d'énergie pour systèmes simplifiés D'AEP. Ouagadougou : 2iE, 2004.

Site internet

- ❖ <http://www.eauburkina.org/INO/>
- ❖ <http://www.eauburkina.org/PN-AEPA/>
- ❖ <http://www.lenntech.com/Data-sheets/Grundfosliterature-SP-A-FR-L.pdf>
- ❖ https://www.eaurmc.fr/fileadmin/internationale/document/Fiches_pays/Agencesdeleau_fiche_Burkina_Faso.pdf

ANNEXES

Annexe 1 : Estimation des Besoin et de Débit en année (n)	57
Annexe 2 : Note de calcul du réseau de distribution	58
Annexe 3 : Devis Estimatif et Quantitatif	59
Annexe 4 : Critère pour le choix du taux de desserte en milieu rural	64
Annexe 5 : Caractéristique de la Pompe	64
Annexe 6 : Critère de qualité que l'eau du forage du projet doit satisfaire avant toute consommation	66
Annexe 7 : Pièces graphiques	67

Annexe 1 : Estimation des Besoin et de Débit en année (n)

Année :	2020	2025	2030	2032
Population	3651	3992	4364	4522
Taux d'accroissement (a)	0,18	0,18	0,18	0,18
Échéance du projet (n)	0	5	5	2
Taux de desserte en 2032	0,76	0,8	0,8	0,8
Population réellement servie en 2032	2775	3193	3491	3618
Fréquence au niveau des PMH en 2032	0,67	0,44	0,20	0,20
Population utilisant toujours des PMH en 2032	2446	1756	873	904
Population utilisant les Bornes Fontaines	1205	2235	3491	3618
Population réelle utilisant les Bornes Fontaines avec le taux de desserte de 80%	916	1788	2793	2894
Coefficient de pointe journalière	1,1	1,1	1,1	1,1
Coefficient de pointe horaire	2,5	2,5	2,5	2,5
Rendement global du système 95%	0,95	0,95	0,95	0,95
Consommation spécifique (l/j)	10	12	15	16
Consommation moyenne (m3/h)	9,2	21,5	41,9	46,3
Besoin de production du jour de pointe (m3/j)	10,6	24,8	48,5	53,6
Débit moyen de pointe horaire Q_{mh} (m3/h)	0,9	2,1	4,0	4,5
Débit de pointe horaire Q_{ph} (m3/h)	2,2	5,2	10,1	11,2
Débit de pointe horaire Q (l/s)	0,6	1,4	2,8	3,1
Temps de pompage (h/jr)	12			
Débit du forage (m3/h)	5,02	5,02	5,02	5,02

Annexe 2 : Note de calcul du réseau de distribution

Tronçons	Longueur (m)	Q (m ³ /s)	Diamètre théorique Dth(mm)	Diamètre standard interne Dst(mm).	Diamètre Nominal DN (mm)	pdc (m)	ΣPdc (m)	Z_TN (m)	P min de l'eau au nœud X	Zmine (m) imposé par le nœud aval	PX (m) calculé suivant max des Zmin	V (m/s)
01_-02	487	0,0036	62,825	84,6	90	1,76	3,81	310,16	5	318,97	11,58	0,55
02_-03	148	0,0027	54,115	70,6	75	0,77	2,53	310,84	5	318,37	12,18	0,59
03_-04	178	0,0009	31,915	59,2	63	0,29	2,82	313,31	5	321,13	9,42	0,29
04_-BF4	342	0,0009	31,915	59,2	63	0,55	3,37	315,97	5	324,34	6,21	0,29
02_-05	320	0,0027	54,115	70,6	75	1,67	3,43	309,76	5	318,19	12,36	0,59
05_-06	323	0,0027	54,115	70,6	75	1,68	4,28	309	5	318,28	12,27	0,59
06_-07	338	0,0018	45,135	70,6	75	0,85	5,13	307,61	5	317,74	12,80	0,41
07_-08	198	0,0018	45,135	70,6	75	0,50	5,63	307	5	317,63	12,91	0,41
08_-BF1	279	0,0009	31,915	59,2	63	0,45	6,91	310,19	5	322,10	8,44	0,29
08_-09	434	0,0009	31,915	59,2	63	0,70	7,16	303,74	5	315,90	14,64	0,29
09_-10	81	0,0009	31,915	59,2	63	0,13	7,29	303,31	5	315,60	14,94	0,29
10_-11	137	0,0009	31,915	59,2	63	0,22	7,52	302,66	5	315,18	15,37	0,29
11_-12	231	0,0009	31,915	59,2	63	0,37	7,89	301,67	5	314,56	15,99	0,29
12_-13	388	0,0009	31,915	59,2	63	0,63	8,51	300,38	5	313,89	16,65	0,29
13_-14	501	0,0009	31,915	59,2	63	0,81	9,32	299,54	5	313,86	16,68	0,29
14_-15	201	0,0009	31,915	59,2	63	0,32	9,65	299,23	5	313,88	16,67	0,29
15_-16	192	0,0009	31,915	59,2	63	0,31	9,96	299,22	5	314,18	16,37	0,29
16_-17	201	0,0009	31,915	59,2	63	0,32	10,28	299,03	5	314,31	16,23	0,29
17_-18	249	0,0009	31,915	59,2	63	0,40	10,68	299,07	5	314,75	15,79	0,29
18_-BF2	15	0,0009	31,915	59,2	63	0,02	10,71	299	5	314,71	15,84	0,29
06_-19	43	0,0009	31,915	59,2	63	0,07	11,59	308,96	5	325,55	5,00	0,29
19_-20	337	0,0009	31,915	59,2	63	0,54	12,13	307,76	5	324,89	5,00	0,29
20_-BF3	117	0,0009	31,915	59,2	63	0,19	5,91	306,17	5	317,08	5,00	0,29

Annexe 3 : Devis Estimatif et Quantitatif

N° prix	Désignation	Unité	Qté	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
1	AMENEE, INSTALLATION ET REPLI				
1.1	Amenée, installation du chantier y compris aménagement des endroits pour stockage des matériaux et du matériel, baraquements servant de bureau, repli du matériel et tous les frais généraux de l'entreprise.	FF	1	5 000 000	5 000 000
1.2	Elaboration des dossiers d'exécution et de recollement	FF	1	1 000 000	1 000 000
Sous total 1					6 000 000
2	OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS D'EXHAURE				
2.1	Exécution de forage diamètre minimal 6" de débit minimum 5 m ³ /h y compris développement de forage, pompage d'essai (par palier, longue durée), analyse de l'eau (chimique et bactériologique) et toutes sujétions	u	1	13 000 000	13 000 000
2.2	Fourniture et pose d'un groupe électropompe de 5 m ³ /h HMT 90 m, 4 kW y compris essais de marche et câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétions. (GROUDFOS SP 5A-21)	u	1	3 100 000	3 100 000
2.3	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne montante de type Foraduc (flexible) DN 50 (inoxydable).	ml	80	15 000	1 200 000
2.4	Regard de la tête de forage en cage selon plan joint.	ens	1	750 000	750 000
2.5	Fourniture, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouse, coudes M/F, bride ronde fileté, compteur, clapet anti-retour, manomètre, pressostat, vanne, robinet de prise d'échantillon ...) dans la tête de forage y compris butée et support.	ens	1	1 500 000	1 500 000
Sous total 2					19 550 000
3	SOURCE D'ENERGIE				
3.1	ENERGIE SOLAIRE				
3.1.1	Fourniture, pose et essai des panneaux solaires mono cristalin de 320Wc 24 V y compris toutes suggestions de pose et de raccordements	u	15	220 000	3 300 000
3.1.2	Structure support triangulée en aluminium inclinée à 15°	u	15	75 000	1 125 000
3.1.3	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur pour pompe Grundfos RSI 4000, Tension MPP mini recommandé 530 VDC , Tension MPP maxi recommandé 750 VCD, y compris toutes sujétions	u	1	700 000	700 000
3.1.4	Fourniture, pose et raccordement de Câble H07RN-F 3X6mm ² pour le raccordement des panneaux solaires photovoltaïque	u	60	3 000	180 000

3.1.5	Fourniture, pose et raccordement de Câble H07RN-F 3X10mm ² pour le raccordement entre les panneaux solaires photovoltaïque et l'onduleur	ml	25	3 500	87 500
3.1.6	Fourniture, pose et raccordement d'un parafoudre DC 800V triphase , y compris toute sujétion	u	1	250 000	250 000
3.1.7	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CC pour la partie continu compris toute sujétion	u	1	50 000	50 000
3.1.8	Fourniture, pose et raccordement d'une coupe circuit CA pour la partie alternatif, y compris toute sujétion	ml	1	50 000	50 000
3.1.9	Fourniture, pose et raccordement d'une protection contre les surcharges Côté Continu (Disjoncteur DC), y compris toute sujétion	ml	1	100 000	100 000
3.1.10	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret pouvant contenir l'onduleur et les équipements de protections électrique y compris toutes sujétions	u	1	250 000	250 000
Sous total 3.1					6 092 500
3.2	ENERGIE THERMIQUE				
3.2.1	Fourniture, pose et mise en service d'un groupe électrogène diesel insonorisé de puissance 9 KVA, 3PH+N 230/400V 50HZ à démarrage électrique (avec possibilité de démarrage manuel - manivelle) y compris pièces de rechange et outillages spécifiques.	u	1	7 500 000	7 500 000
3.2.2	Fourniture, pose, raccordement d'une cuve journalière de 1000 litres équipée de pompe manuelle type JAPPY, y compris toutes sujétions	u	1	2 500 000	2 500 000
3.2.3	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris toutes sujétions	u	1	35 000	35 000
3.2.4	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6 mm ² sur chemin de câble pour l'alimentation de l'armoire électrique à partir du groupe électrogène, y compris toutes sujétions	ml	30	8 000	240 000
3.2.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x16 mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toutes sujétions	ml	200	11 000	2 200 000
3.2.6	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 5x2,5 mm ² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	90	7 000	630 000
3.2.7	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5 mm ² pour l'asservissement suppression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	90	6 000	540 000

3.2.8	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 2x6mm ² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	90	7 000	630 000
3.2.9	Fourniture et pose de boîte de raccordement étanche d'indice de protection minimale 55 équipée de bornier de raccordement.	u	1	10 000	10 000
3.2.10	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 câble de 4x2,5 mm ² , y compris toutes sujétions	u	1	50 000	50 000
3.2.11	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u	3	700 000	2 100 000
3.2.12	Fourniture, pose et mise en service d'une armoire électrique d'automatisme, de protection et de contrôle conformément au descriptif.	u	1	2 000 000	2 000 000
3.2.13	Puits de terre équipé et mise à la terre des équipements électromécanique du forage, des masses métalliques et du neutre du groupe électrogène, y compris toutes sujétions.	u	1	100 000	100 000
3.2.14	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toutes sujétions	u	1	400 000	400 000
3.2.15	Génie civil du local du groupe électrogène y compris tous les équipements (électriques, etc.).	ens	1	1 800 000	1 800 000
Sous total 3.2					20 735 000
4	RESERVOIR: Fourniture et pose du château métallique y compris l'ensemble des canalisations d'alimentation, de distribution, de vidange, trop plein etc., l'ensemble des pièces de raccordement selon le plan joint (té, coude et toutes sujétions); béton armé dosé à 350 kg/m ³ pour semelle; clôture grillagée fermant à clé et toutes les investigations géotechniques et notes de calculs de ferrailage				
4.1	Château d'eau métallique de 20 m ³ de hauteur sous cuve de 9 m.	u	1	15 000 000	15 000 000
4.2	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau, type robinet flotteur au droit du château d'eau.	u	1	250 000	250 000
4.3	Clôture grillagée de 2 m de haut, de 10 m x 10 m avec une porte grillagée fermant à clé, selon plan joint.	ml	40	20 000	800 000
Sous total 4					16 050 000
5	CONDUITES: Fourniture et pose de la conduite y compris fouille pour tout type de terrain, fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, remblai, pièces spéciales (pièces de raccordement et de changement de direction), mise en place de bornes de repérage (tous les 25m) de la conduite, butée et toutes sujétions				

5.1	- conduite PVC DE 110 PN 16 (refoulement)	ml	0	9 000	0
5.2	- conduite PVC DE 90 PN 16 (refoulement)	ml	0	8 000	0
5.3	- conduite PVC DE 75 PN 16 (refoulement)	ml	913	7 000	6 391 000
5.4	- conduite PVC DE 63 PN 16 (refoulement)	ml	0	6 000	0
5.5	- conduite PVC DE 63 PN 6 (distribution)	ml	2 990	4 000	11 960 000
5.6	- conduite PVC DE 75 PN 6 (distribution)	ml	1 327	4 500	5 971 500
5.7	- conduite PVC DE 90 PN 6 (distribution)	ml	487	5 000	2 435 000
5.8	- conduite PVC DE 110 PN 10 (distribution)	ml	0	6 000	0
5.9	- conduite Galva DN 90, 100 ou 120 servant de fourreau, traversée de route, de buse, de dalot, de ravinement et remise en état.	ml	95	10 000	950 000
Sous total 5					27 707 500
6	ROBINETTERIE				
	<u>Sectionnement</u>				
6.1	Fourniture et pose de robinets vannes y compris bouche à clé, exécution du tab macle avec tube allonge, clé à béquille et tous les raccords nécessaires				
6.1.1	Robinet vanne DN 100	u	0	600 000	0
6.1.2	Robinet vanne DN 80	u	0	500 000	0
6.1.3	Robinet vanne DN 65	u	0	400 000	0
6.1.4	Robinet vanne DN 50	u	4	300 000	1 200 000
6.2	<u>Protection</u>				
	Fourniture et pose de ventouses et vidanges y compris accessoires (raccords,...) et exécution des regards				
6.2.1	Ventouse	u	1	400 000	400 000
6.2.2	Vidange	u	1	400 000	400 000
Sous total 6					2 000 000
7	BOUCHONS: Fourniture et pose de bouchons y compris toutes les pièces de raccordement				
7.1	Bouchon PVC DE 63	u	4	3 000	12 000
Sous total 7					12 000
8	POINTS DE DESSERTE				
8.1	<u>Borne fontaine</u> à 3 robinets 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 sujétions.	u	4	1 250 000	5 000 000
8.2	Réalisation de branchement particulier sur un rayon d'au plus 30 m de la conduite de distribution y compris toutes sujétions	u	10	150 000	1 500 000

Sous total 8					6 500 000
9	ESSAIS ET AUTRES				
9.1	Epreuves de débit de conduites et essai général du réseau.	ff	1	1 000 000	1 000 000
9.2	Rinçage et désinfection du réseau.	ff	1	1 000 000	1 000 000
9.3	Génie civil du local bureau et magasin y compris latrine-douche et mur de clôture, tous les équipements et toutes sujétions conformément aux plans.	ens	1	6 000 000	6 000 000
Sous total 9					8 000 000
Total HT					112 647 000
TVA					20 276 460
Total général TTC					132 923 460

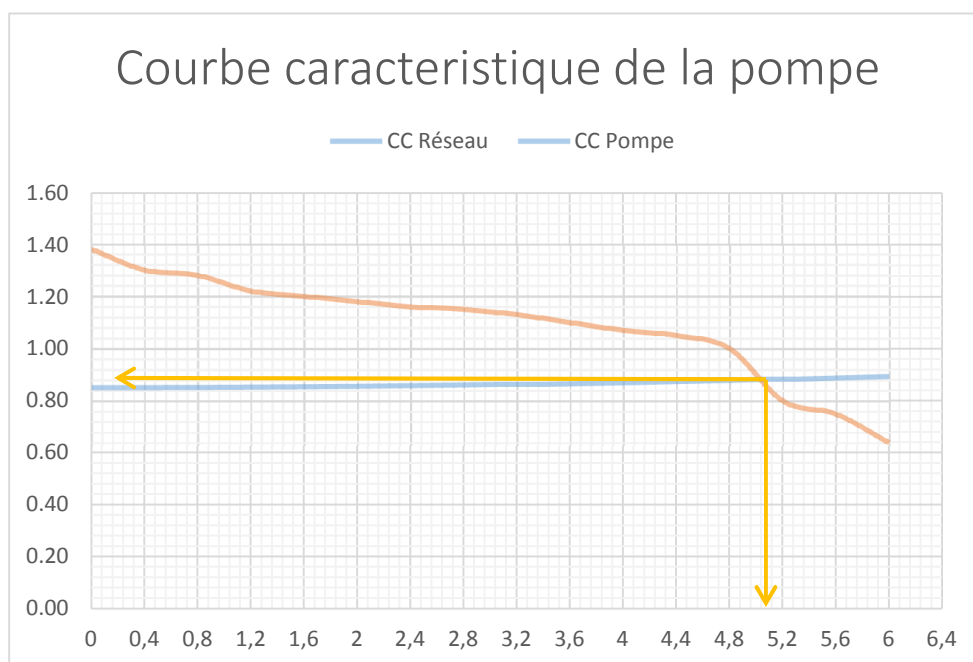
Annexe 4 : Critère pour le choix du taux de desserte en milieu rural

Tableau 11 : cibles intermédiaires et finales du PN AEP à l'horizon 2030

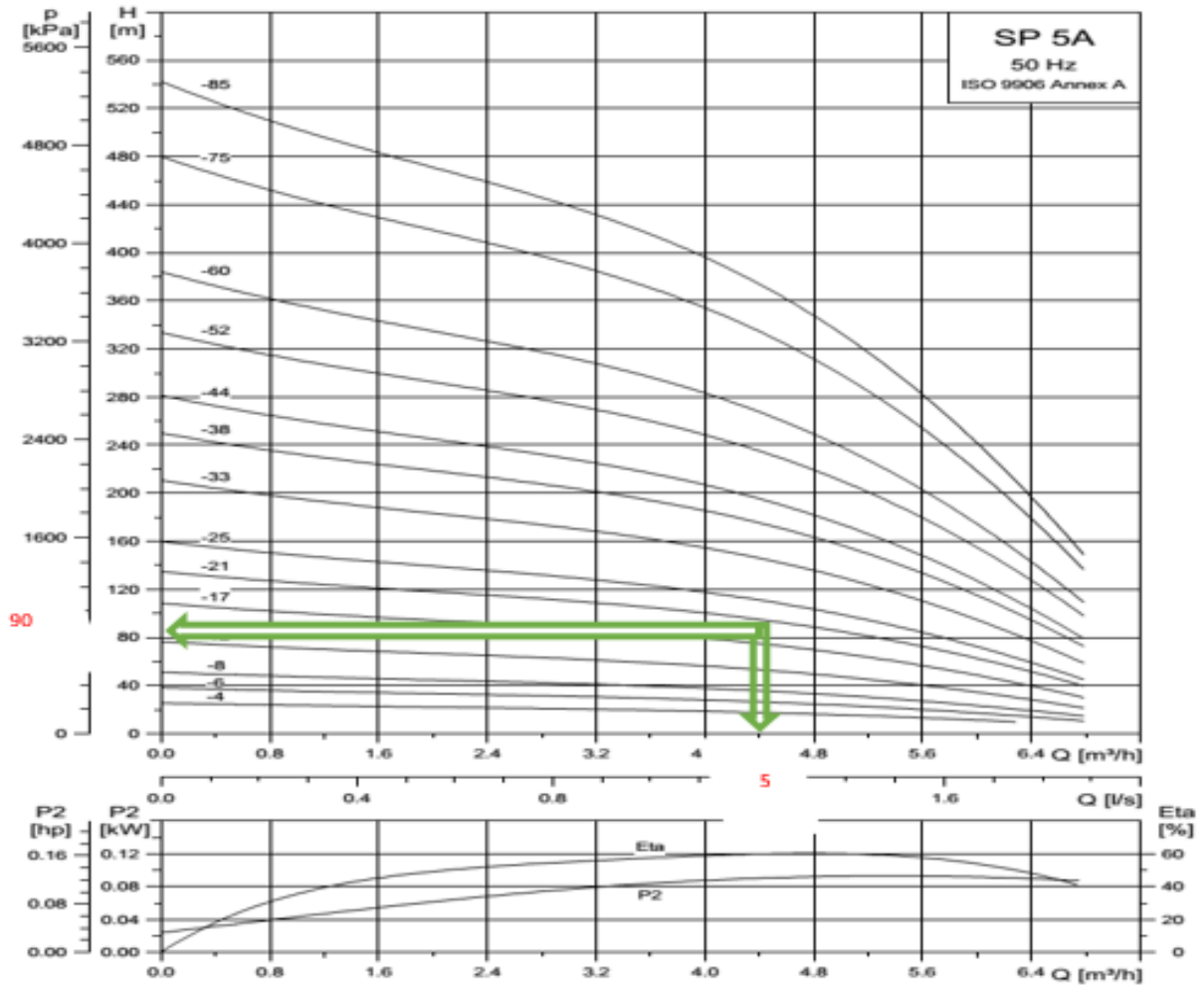
Horizon (année)	Taux d'accès en %	Population rurale desservie			
		par SAEP			par PEM
			dont desservie par BP en %	dont desservie par BF en %	
2015	65	9,0 %	0,3 %	8,7 %	91,0 %
2020	76	32,7 %	9,8 %	22,9 %	67,3 %
2025	88	56,4 %	28,2 %	28,2 %	43,6 %
2030	100	80 %	56 %	24 %	20 %

Source : PN AEP 2016-2030

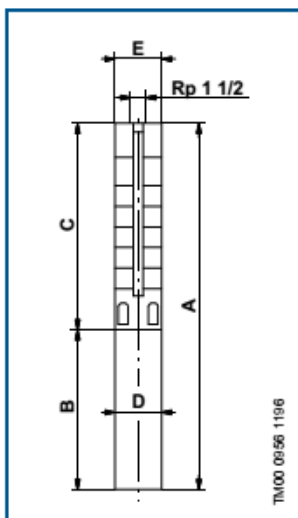
Annexe 5 : Caractéristique de la Pompe



Abaque de sélection de la pompe



Dimensions et poids



Les SP 5A-75 et SP 5A-85 sont montées dans des chemises avec raccordement R1½.

TM/00 09/56 1196

Type de pompe	Moteur		Dimensions [mm]							Poids Net [kg]	
	Type	Puissance [kW]	C	B		A		D	E	1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V				
SP 5A-4	MS 402	0,37	240	256	226	496	466	95	101	10	8
SP 5A-4N	MS 4000R	2,2	284	573		857		95	101	25	
SP 5A-4N	MS 4000R	0,75	284		398		682	95	101		17
SP 5A-6	MS 402	0,55	282	291	241	573	523	95	101	11	10
SP 5A-6N	MS 4000R	2,2	326	573		899		95	101	26	
SP 5A-6N	MS 4000R	0,75	326		398		724	95	101		18
SP 5A-8	MS 402	0,75	324	306	276	630	600	95	101	13	11
SP 5A-8N	MS 4000R	2,2	368	573		941		95	101	27	
SP 5A-8N	MS 4000R	0,75	368		398		766	95	101		19
SP 5A-12	MS 402	1,1	408	346	306	754	714	95	101	15	13
SP 5A-12N	MS 4000R	2,2	452	573		1025		95	101	28	
SP 5A-12N	MS 4000R	1,1	452		413		865	95	101		21
SP 5A-17	MS 402	1,5	513	346	346	859	859	95	101	17	16
SP 5A-17N	MS 4000R	2,2	557	573		1130		95	101	29	
SP 5A-17N	MS 4000R	1,5	557		413		970	95	101		22
SP 5A-21	MS 4000	2,2	597	573		1170		95	101	27	
SP 5A-21	MS 402	2,2	597		346		943	95	101		18
SP 5A-21N	MS 4000R	2,2	641	573	453	1214	1094	95	101	30	25
SP 5A-25	MS 4000	2,2	681	573		1254		95	101	28	
SP 5A-25	MS 402	2,2	681		346		1027	95	101		19
SP 5A-25N	MS 4000R	2,2	725	573	453	1298	1178	95	101	32	27
SP 5A-33	MS 4000	3,0	849		493		1342	95	101		26
SP 5A-33N	MS 4000R	3,0	893		493		1386	95	101		30

Annexe 6 : Critère de qualité que l'eau du forage du projet doit satisfaire avant toute consommation.

Ministère de l'Eau et de
l'Assainissement

Région du Centre-Nord

Direction Régionale de l'Eau
et de l'Assainissement

Laboratoire Régional



Burkina Faso

Unité – Progrès – Justice

Kaya le

RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°00X/20XX

PROVINCE : Sanmatenga

COMMUNE : Boussouma

VILLAGE : Louda

Préleveur : Laboratoire X

Demandeur : Entreprise X

Quartier :

Date de prélèvement : /0../20..

Date de réception : /0../20..

Coordonné du forage

X:

Y:

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	Valeur inférieure ou égale recommandée par la CEE ou OMS
Température	°C		
pH			
Conductivité électrique à 20°C	µS/cm		1000
Turbidité	NTU		5
Titre alcali métrique (TA)	°F		
Titre alcali métrique complet (TAC)	°F		
Dureté totale (TH)	°F		50
Dureté Calcique (TCA)	°F		
Calcium	mg/L		100
Magnésium	mg/L		50
Sodium	mg/L		200
Potassium	mg/L		12
Manganèse	mg/L		0,5
Fer Total	mg/L		0,3
Ammonium	mg/L		0,5
Fluor	mg/L		1,5
Zinc	mg/L		3
Carbonates	mg/L		
Bicarbonates	mg/L		
Chlorures	mg/L		250
Sulfates	mg/L		250
Nitrites	mg/L		3
Nitrates	mg/L		50
Ortho phosphates	mg/L		5
Phosphore	mg/L		2
Arsenic	µg/L		10
Résidu sec	Mg/L		1000

Conclusion : Eau conforme aux normes de potabilité sur le plan physico-chimique pour les paramètres analysés.

Le Chef laboratoire

Ministère de l'Eau et de
l'Assainissement

Région du Centre-Nord

Direction Régionale de l'Eau
et de l'Assainissement

Laboratoire Régional



Burkina Faso

Unité – Progrès – Justice

Kaya le

RESULTATS D'ANALYSE MICROBIOLOGIE

Analyse n°00X/20XX

PROVINCE : Sanmatenga

COMMUNE : Boussouma

VILLAGE : Louda

Coordonné du forage

Préleveur : Laboratoire X

Demandeur : Entreprise X

Quartier :

X:

Date de prélèvement :/0../20..

Date de réception :/0../20..

Y:

Paramètre	Température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	Résultats	Normes de potabilité Burkina Faso
Coliformes totaux	37° C/24 H	Filtration sur membrane (chromocult agar)	00/100 ml	0/100 ml pour une eau désinfectée
Coliformes thermo tolérants (fécaux)	44° C/48 H	Filtration sur membrane (chromocult agar)	00/100 ml	0/100 ml
E. Coli	37°C/24 H	Filtration sur membrane (chromocult agar)	00/100 ml	0/100 ml
Streptocoques fécaux	37° C / 48 H	Filtration sur membrane (milieu de slanetz et Bartley)	00/100 ml	0/100 ml

Conclusion : Eau conforme aux normes de potabilité pour les paramètres microbiologiques contrôlés.

Le Chef laboratoire

Annexe 7 : Pièces graphiques

Vue en plan du réseau d'AEPS de Louda

Château d'eau : plan d'élévation, vue de dessus et coupes

Château d'eau : détails poteaux, semelles.

Tête de forge

Plans types : tranchées de pose des conduites.

Ouvrages particuliers du réseau.

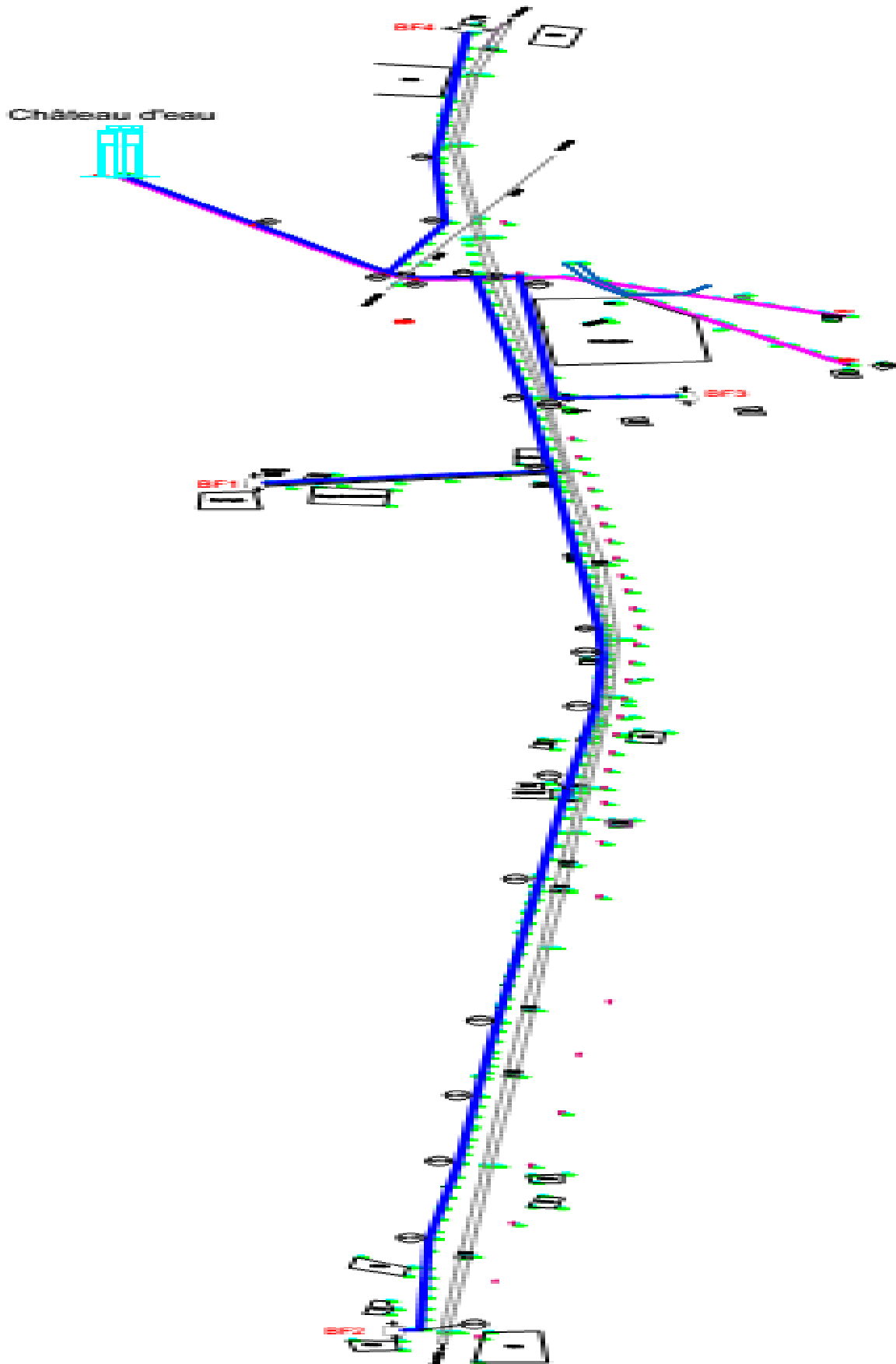
Plan type : traversées de ravins profonds par les conduites.

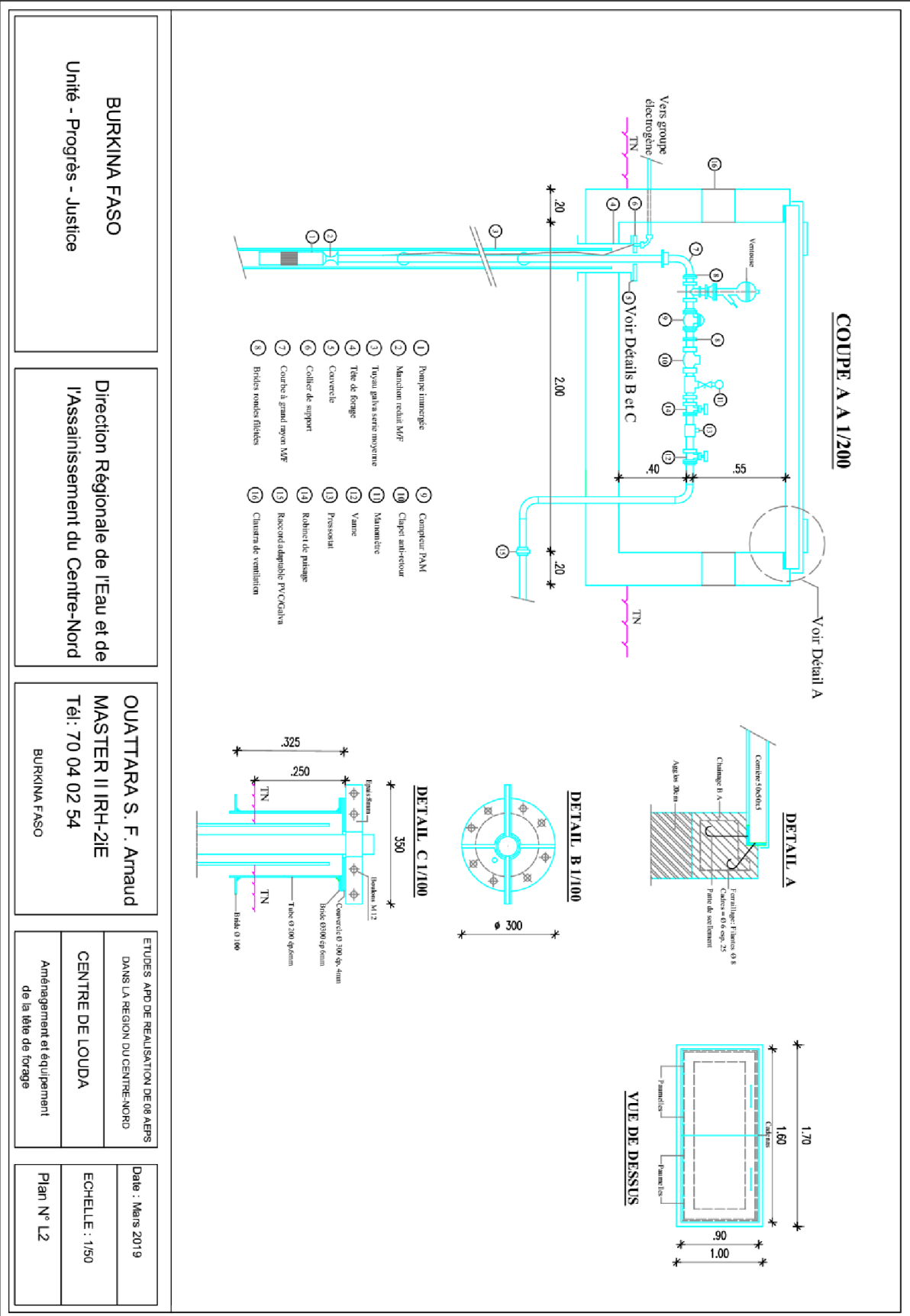
Plan type des bornes fontaines.

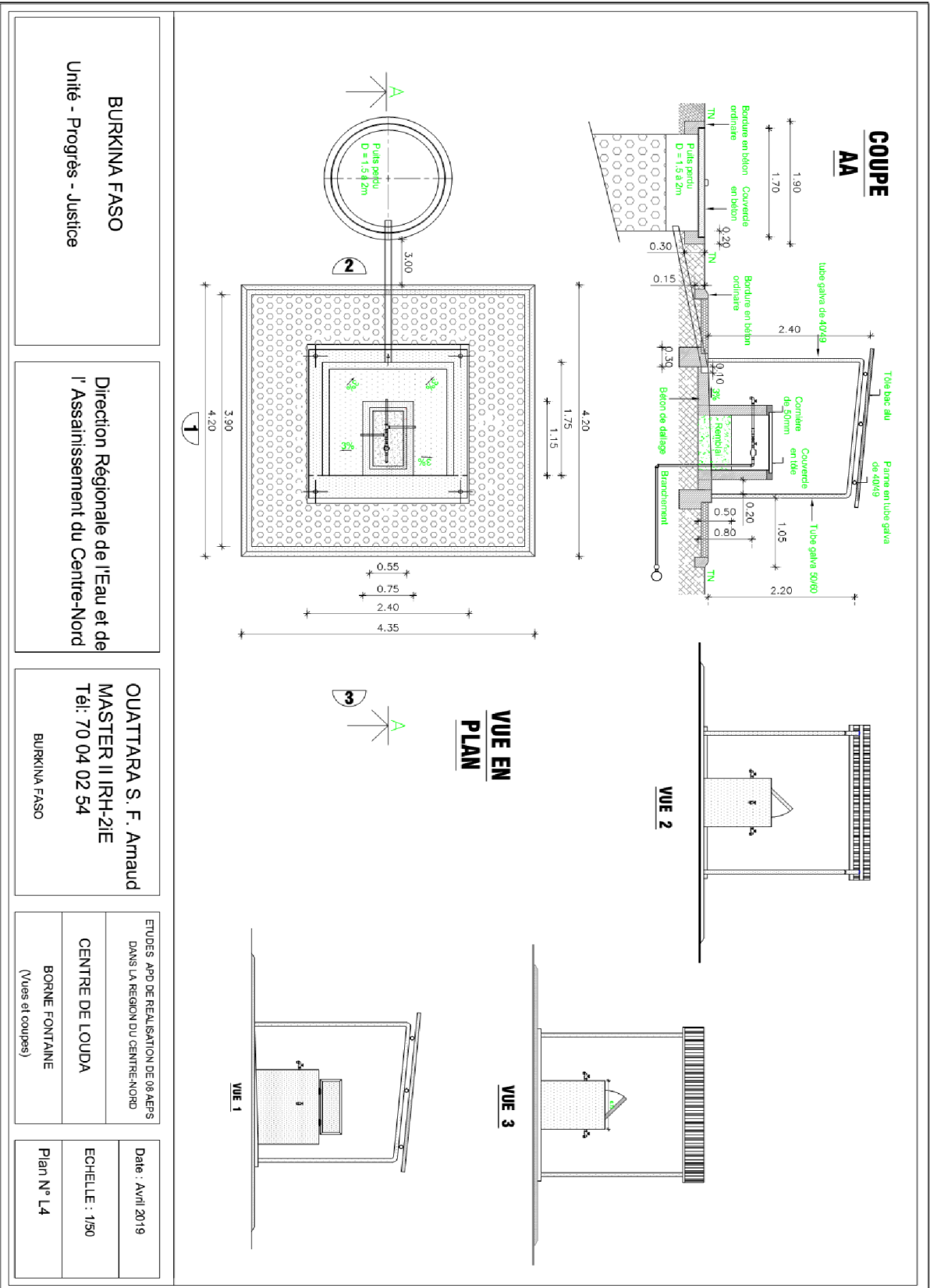
Plan des latrines/douches.

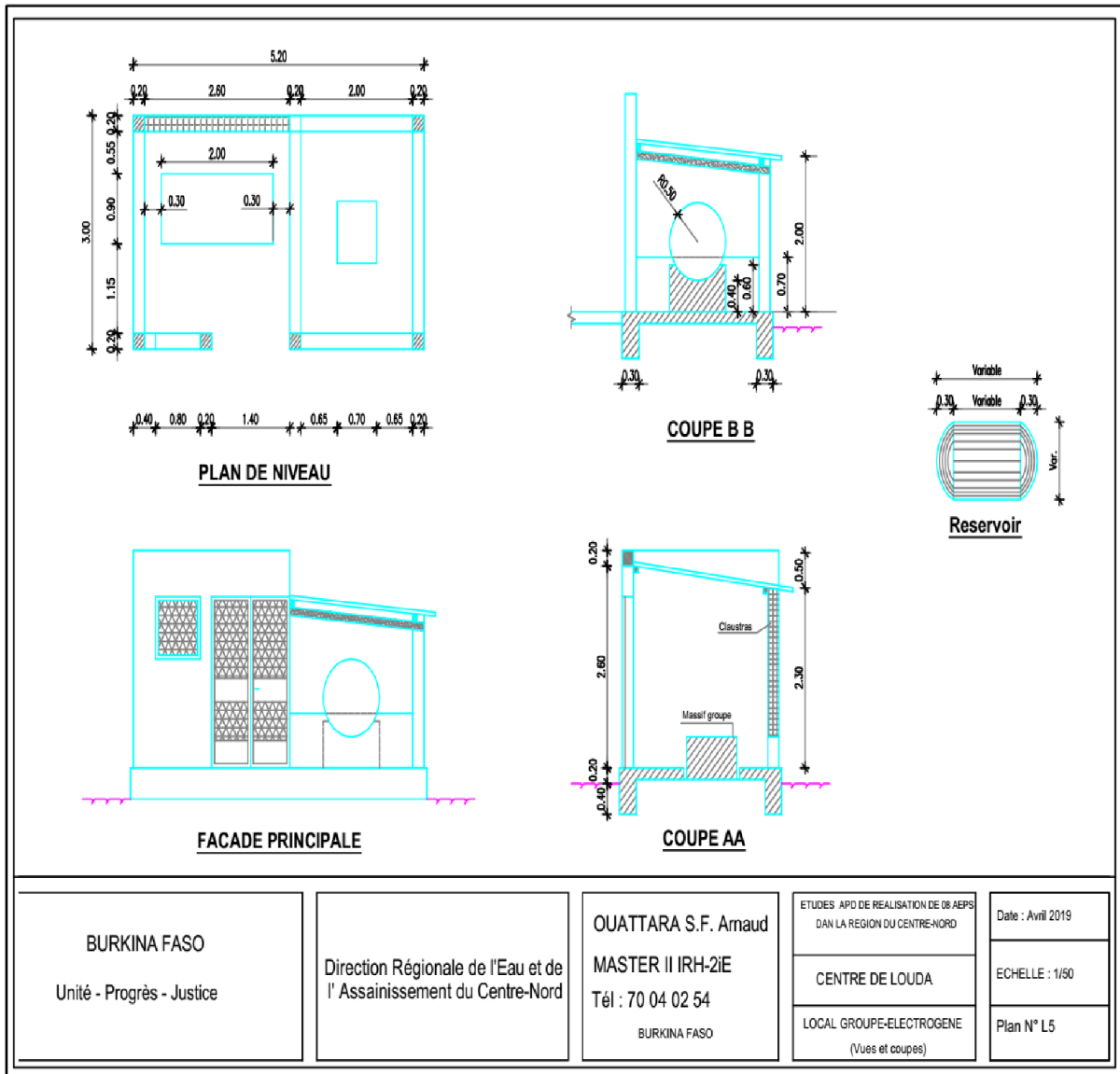
Plan de la clôture grillagée du château d'eau

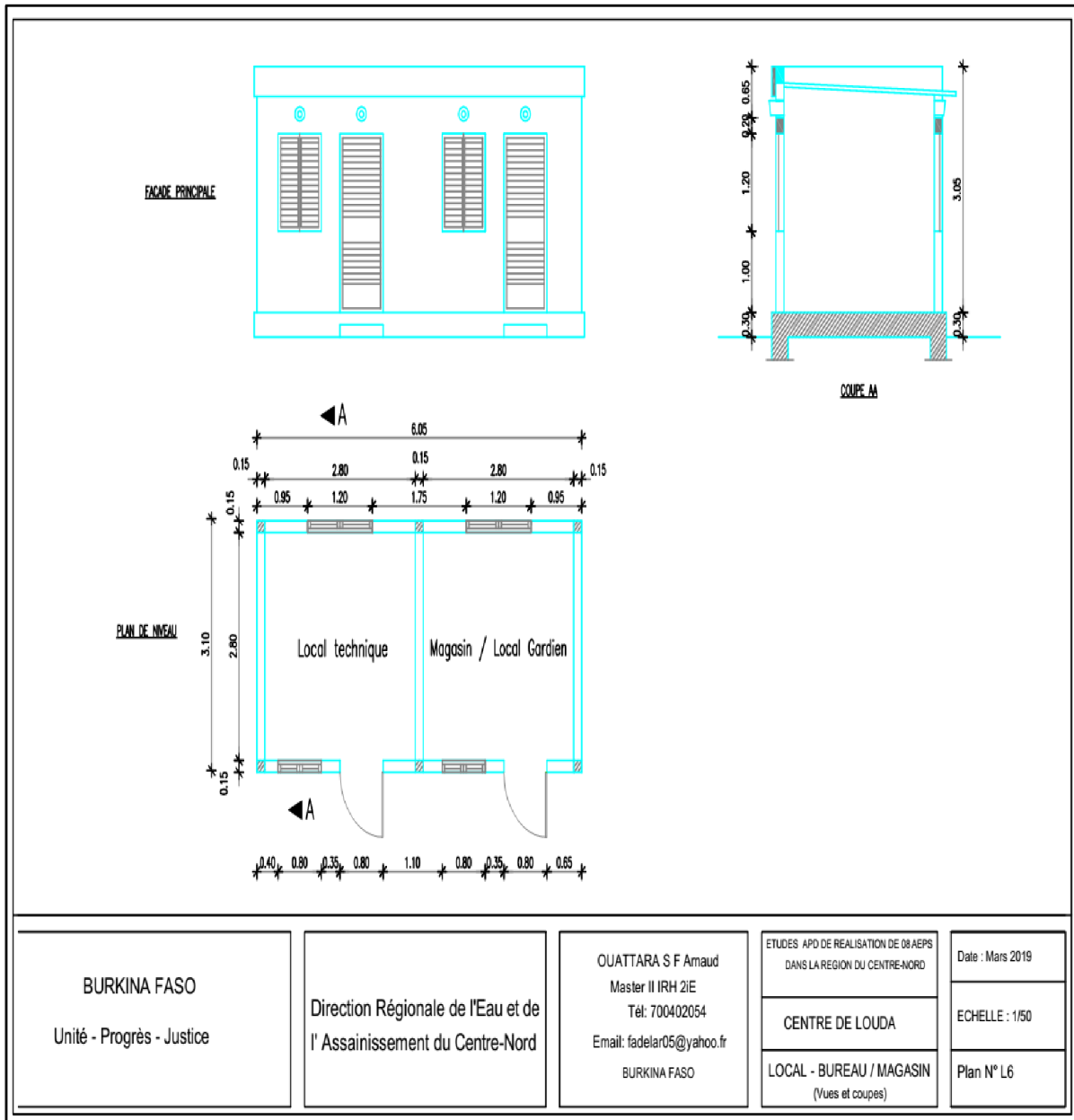
Carnet des nœuds.











BURKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

Direction Régionale de l'Eau et de l' Assainissement du Centre-Nord

OUATTARA S F Arnaud
Master II IRH 2IE
Tél: 700402054
Email: fadelar05@yahoo.fr
BURKINA FASO

ETUDES APD DE REALISATION DE 08 AEPS
DANS LA REGION DU CENTRE-NORD
CENTRE DE LOUDA
LOCAL - BUREAU / MAGASIN
(Vues et coupes)

Date : Mars 2019
ECHELLE : 1/50
Plan N° L6

