

ETUDES TECHNIQUES DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME SIMPLIFIE D'ADDUCTION D'EAU POTABLE DU VILLAGE DE DOTOKA AU BURKINA FASO ET PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN SCIENCE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 14/07/2015 par

Daouda COULIBALY

Travaux dirigés par : M. Béga OUEDRAOGO (Enseignant 2iE Ouagadougou)

M. Noufou GUIRE (Chef du projet Intégral Wash CROIX ROUGE)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Lawani.A MOUNIROU

Membres et correcteurs : M.Bèga OUEDRAOGO
M. TADJOUA KOUAWA
Moussa FAYE

Promotion [2014/2015]

Thème : Etudes techniques de réhabilitation et d'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka au Burkina Faso et Proposition d'un mode de gestion

« La chose la plus importante est de ne pas cesser de s'interroger. La curiosité a sa propre raison d'exister »

Albert Einstein.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire qui couvre les activités qui ont jalonnées notre stage n'aurait été possible sans les efforts conjugués de certaines personnes. Il nous apparaît donc primordial, avant même d'aborder la rédaction notre rapport, de leur consacrer les premières lignes. En effet, ce travail est né d'une initiative conjointe de la CROIX ROUGE BURKINABE et de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) de Ouagadougou. Nous exprimons notre profonde gratitude à ces institutions.

M Bega OUEDRAOGO nous a fait l'honneur d'accepter l'encadrement pédagogique de ce travail de Mémoire. Nous lui sommes sincèrement reconnaissant pour son soutien permanent, ses conseils avisés sans oublier l'excellente qualité de ses corrections.

Sans l'appui de M Noufou GUIRE, nous pouvons dire que le volet de l'étude relatif au diagnostic du système d'adduction d'eau potable simplifié n'aurait certainement pas été inclus dans ce travail. Merci à lui pour nous avoir acceptés comme stagiaire et accordé une importance particulière à ce travail.

Nous tenons également à remercier du fond du cœur tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, ont contribué à l'élaboration de ce rapport. Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- M Lazare ZOUNGRANA, Directeur National de la croix rouge Burkinabé
- M Chabi Angelbert BIAOU, chef du département Hydraulique et Assainissement
- M Moussa OUEDRAOGO, pour sa disponibilité et ses sages conseils
- Dr Lawani MOUNIROU pour sa disponibilité
- M Mohamed DAH, Haut-commissaire de la province du Soum pour son aide précieuse dans la quête d'informations
- M DIALLO Mounkaila, Agent à la Mairie de Djibo
- M Li, animateur de la croix rouge sur le terrain

Aussi, souhaiterions-nous manifester notre reconnaissance à tous nos camarades Etudiants dont l'esprit d'entraide très fraternel fut d'une grande utilité pour nous.

Enfin, nous adressons notre vive gratitude à l'ensemble des enseignants de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE).

RESUME

La présente étude s'est déroulée à Dotoka, village situé au Burkina Faso plus précisément dans la région du sahel qui a le taux d'accès à l'eau potable le plus faible de tout le pays. Elle a porté essentiellement sur la réhabilitation et l'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka. Ledit système comporte un forage, un réservoir surélevé, une borne fontaine, quatre abreuvoirs et est hors service depuis 2011.

L'étude a consisté à faire le diagnostic technique du système et une proposition de solutions envisageables pour les réhabilitations, l'étude de faisabilité de l'extension du système, l'estimation du coût des travaux et le développement de stratégies de gestion durable des différents ouvrages.

Il en ressort que l'endommagement des panneaux solaires est la principale cause de l'arrêt du système. Par ailleurs, il faut remplacer la toiture au niveau de la borne fontaine, refaire la peinture alimentaire du réservoir et remplacer toute la robinetterie au niveau des abreuvoirs.

L'étude a également révélé la nécessité de la mise en place d'une nouvelle borne fontaine. Celle-ci implantée non loin de la première et raccordée au réseau n'a pas de conséquences majeures sur le système actuel. Le coût total des travaux a été estimé à vingt-cinq millions deux cent dix mille sept cent cinquante-deux francs (25 210 752 F CFA).

En outre, en vue d'assurer la pérennité des ouvrages, l'affermage qui consiste à déléguer la gestion à un opérateur privé a été proposé comme le mode le plus approprié. Néanmoins, des propositions ont été faites pour optimiser ce type de gestion.

Mots Clés :

-
- 1 - Réhabilitation**
 - 2 – Extension**
 - 3 –Adduction d'Eau Potable Simplifiée**
 - 4 – Dotoka**
 - 5 – Mode de gestion**

ABSTRACT

This study took place in Dotoka, a village in Burkina Faso specifically in the Sahel region which has the lowest rate of access to drinking water throughout the country. It focused on the rehabilitation and extension of simplified drinking water supply system of the village Dotoka. The system includes a borehole, a water tower, a hydrant, and four watering places. Also, this system is down since 2011.

The study has been to do the technical diagnostic of the system and a proposal for possible solutions for rehabilitation, the feasibility study for the extension of the system, the estimated cost of the work and the development of sustainable management strategies.

It shows that the ruin of solar panels is the main cause of the shutdown. In addition, it must be necessary to replace the roof of the hydrant, redo food paint of the water tower and replace all taps of the watering places.

The study also revealed the need for the establishment of a new hydrant. This new hydrant which is located not far from the first and connected to the network does not have a major impact on the current system. The total cost of the work was estimated to twenty five millions two hundred ten thousand seven hundred fifty-two (25,210,752 FCFA).

In addition, to ensure the durability of structures, farming which consist to delegate management to a private operator has been proposed as the most appropriate mode. However, proposals have been made to optimize this type of management.

Key words:

1 - Rehabilitation

2 - Extension

3 – Simplified drinking water Supply

4 - Dotoka

5 – Management mode

LISTE DES ABREVIATIONS

AEPS : Adduction d'Eau Potable Simplifiée

AB : Abreuvoir

AUE : Association des Usagers de l'eau

BAD : Banque Africaine de Développement.

BF : Borne fontaine

Dcom : Diamètre commercial

DN : Diamètre Nominal

DRAHRA : Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

Dth : Diamètre théorique

HMT : Hauteur Manométrique Totale

MAHRH : Ministère l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

LPS : litre par seconde

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OMD : Objectif du Millénaire pour le Développement

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

ONU : Organisation des Nations Unies

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

Suarl : Société Unipersonnelle à Responsabilité Limité

UNICEF : United Nations International Children's Emergency (Fonds des Nations Unies pour l'enfance)

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	II
RESUME	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS.....	V
SOMMAIRE	1
LISTE DES TABLEAUX.....	3
LISTE DES FIGURES.....	4
INTRODUCTION GENERALE	5
CHAPITRE I.MILIEU DE L'ÉTUDE.....	7
I. SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	7
I.1 Localisation de la province du SOUM.....	7
I.2 Localisation du Village de Dotoka.....	8
II. DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE DU VILLAGE DE DOTOKA	9
II.1 Le climat	9
II.2 Le relief.....	9
II.3 Les ressources en eau.....	9
II.4 Les sols	10
II.5 La Végétation.....	10
II.6 La faune	10
III. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE	11
III.1 Population	11
III.2 Principales activités	11
CHAPITRE II. DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE	12
I. LA REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	12
II. COLLECTE DES DONNÉES	12
II.1 Reconnaissance du site.....	12
II.2 Levé topographique	13
III. TRAITEMENT DES DONNÉES	13
CHAPITRE III. RÉSULTATS, ANALYSE ET DISCUSSIONS.....	14
I. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU SYSTÈME AEPS DE DOTOKA.....	14
I.1 Présentation générale du système AEPS de Dotoka	14
I.2 Description et État des différents ouvrages.....	14
I.3 Qualité physico chimique et microbiologique de l'eau	20
I.4 Calculs et vérifications.....	21
II. PROPOSITION DE SOLUTIONS POUR LA REHABILITATION DU SYSTEME AEPS.....	25
II.1 L'électropompe	25
II.2 La source d'énergie.....	27
II.3 La tête de forage.....	27

Thème : Etudes techniques de réhabilitation et d'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka au Burkina Faso et Proposition d'un mode de gestion

II.4	Le réservoir existant.....	28
II.5	la borne fontaine existante	28
II.6	Les abreuvoirs.....	28
III. ETUDE DE FAISABILITE DE L'EXTENSION DU SYSTEME AEPS PAR LA MISE EN PLACE D'UNE NOUVELLE BORNE FONTAINE		
		29
III.1	Justificatif de la mise en place d'une nouvelle borne fontaine.....	29
III.2	Implantation de la nouvelle borne fontaine.....	29
III.3	Dimensionnement de la nouvelle conduite et simulation du réseau.....	30
III.4	Caractéristiques de la nouvelle borne fontaine.....	33
IV.DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REHABILITATION ET D'EXTENSION		34
V. PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION APPROPRIE DE L AEPS		34
V.1	Définition des différents types de gestion.....	34
V.2	Situation et mode de gestion des AEPS préconisé au Burkina Faso	35
V.3	Proposition d'un mode de gestion/ Recommandations	37
CONCLUSIONS -PERSPECTIVES		38
BIBLIOGRAPHIE.....		39
ANNEXES		40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Mise en œuvre des méthodes de calcul de la conduite d'adduction	21
Tableau 2 : Propriétés des nœuds et des conduites du réseau de distribution	22
Tableau 3 : Dimensionnement et simulation du réseau de distribution par les calculs théoriques (les pressions aux points de dessertes encadré en rouge)	23
Tableau 4 : Résultat de la simulation EPANET	24
Tableau 5 : Estimation de la Capacité du réservoir	25
Tableau 6 : Estimation de la demande à la borne fontaine	31
Tableau 7 : Dimensionnement du réseau de distribution après l'installation de la nouvelle borne fontaine (caractéristiques de la nouvelle conduite encadré en rouge)	31
Tableau 8 : Résultats de la simulation EPANET après l'implantation de la nouvelle borne fontaine	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la province du SOUM (entouré en rouge)	7
Figure 2 : Localisation du village de Dotoka (encadré par le triangle).....	8
Figure 3 : Vue de la tête du forage	15
Figure 4 : Compteur de la tête du forage.....	15
Figure 5 : Manomètre de la tête du forage	15
Figure 6 : Vue d'ensemble du réservoir surélevé.....	16
Figure 7 : Vue des vannes de distribution et de la vidange au niveau du château	16
Figure 8 : Vue de la ventouse dans son regard au pied du réservoir.....	17
Figure 9 : Vue de la borne fontaine.....	18
Figure 10 : Vue du puits perdu couvert de dalles non loin de la borne fontaine.....	18
Figure 11 : Vue d'un abreuvoir avec au premier plan le regard du compteur	18
Figure 12 : Vue du Compteur d'un abreuvoir	18
Figure 13 : Vue des panneaux solaires.....	19
Figure 14 : Vue du cadre tordu du champ solaire	19
Figure 15 : Vue du Variateur de tension	20
Figure 16 : Vue du Coffret de commande.....	20
Figure 17 : Vue du câblage de connexion des PV.....	20
Figure 18 : Vue du câble d'alimentation.....	20
Figure 19: Numérotation des nœuds du réseau	22
Figure 20 : Simulation du réseau de distribution actuelle sur EPANET.....	24
Figure 21 : Simulation EPANET après l'implantation de la nouvelle borne fontaine	32
Figure 22 : Schéma de gestion des AEPS par Affermage.....	36

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est indispensable à la vie dans toutes ses dimensions. L'Assemblée Générale de l'ONU, tenue en sa 108^{ième} session plénière le 28 Juillet 2010, stipule que le droit à une eau potable constitue un droit humain fondamental. Cette déclaration est d'ailleurs appuyée par la résolution 58/217 de l'ONU proclamant la période 2005-2015 «la décennie internationale de l'eau». En outre, l'UNICEF estime que 1 400 enfants de moins de cinq (5) ans meurent chaque jour de maladies diarrhéiques liées à l'absence d'eau salubre. On ne pourrait donc parler de survie, de croissance, de santé ni de développement sans eau potable. En fait, le faible taux d'accès à l'eau potable est l'une des causes importantes de la prévalence élevée de bon nombre de maladies endémo épidémiques et de la malnutrition surtout en Afrique. Ainsi, L'accès à l'eau pour les besoins humains, particulièrement l'eau potable est une question qui reste au cœur de la problématique de développement tant en milieu rural qu'en milieu urbain. Son caractère central pour la survie humaine et l'absence radicale de substituts font d'elle un enjeu social, économique et politique majeur. Par ailleurs, la croissance démographique, l'urbanisation et le développement socio-économique font accroître sans cesse les besoins en eau des populations.

Au Burkina Faso, La région du Sahel a le taux d'accès à l'eau potable le plus faible de tout le pays. Les plans d'action de santé 2010 développés par la Direction Régionale de la Santé du Sahel dans chaque province montrent qu'en zone rurale, le taux d'accès à l'eau potable est de 60%, et dans la région du Sahel particulièrement autour de 48%. En fait, aujourd'hui, plusieurs systèmes AEPS réalisés dans le milieu rural du sahel sont non fonctionnels et ne permettent plus de répondre aux préoccupations quant au problème d'accès à l'eau potable dans ledit milieu. Le taux de panne et d'abandon des équipements est anormalement élevé, atteignant jusqu'à 50% par endroit (Source : Rapport de suivi du PN-AEPA 2010-2011) et le taux de non fonctionnalité des systèmes Simplifiés d'Adduction d' Eau Potable est estimé à 42,31%.

Au regard de cette situation, il apparait clairement que des efforts restent à faire non seulement pour la réalisation de nouvelles infrastructures mais aussi pour la réhabilitation de celles qui sont non fonctionnelles.

Problématique et Contexte de l'Etude

Le système AEPS du village de Dotoka conçu pour l'horizon 2027 et mis en service en septembre 2009 est non fonctionnel depuis 2011 soit deux(2) ans après sa mise en service. La gestion du système est laissée au compte de la population qui ne dispose pas de moyens nécessaires pour faire la réhabilitation ni même assurer l'entretien des ouvrages. Par ailleurs, la Croix Rouge Burkinabè, dans le cadre du projet Intégral WASH dans le milieu rural du sahel, financé par l'Union Européenne a décidé de le réhabiliter. Mais Jusqu'à ce jour, l'origine de la panne reste encore inconnue et les habitants ne disposent plus d'eau potable pour assurer leurs besoins. C'est ainsi que nous avons été sollicité pour porter une réflexion sur le sujet intitulé : « **Etudes techniques de réhabilitation et d'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka au Burkina Faso et Proposition d'un mode de gestion** » afin d'avoir une idée exacte des problèmes survenus sur le système, les éléments à réhabiliter ainsi que le cout de réhabilitation et envisager une extension si possible de celui-ci par la mise en place d'une nouvelle borne fontaine. Cela devrait contribuer à l'atteinte des objectifs des OMD qui préconise un taux d'accès à l'eau potable de 80% en 2015.

Objectifs de l'étude

L'objectif global de ce travail est de contribuer aux travaux de réhabilitation et d'extension du système AEPS de Dotoka en vue de renforcer les capacités de production et améliorer les conditions de vie en milieu rural des populations dudit village.

Pour nous, il s'agira donc spécifiquement de :

- Faire le diagnostic technique de l'AEPS du village de Dotoka;
- Proposer des solutions techniques viables pour la réhabilitation du système ;
- Faire une étude de faisabilité de l'extension du réseau et
- Proposer un mode de gestion approprié des ouvrages.

Le document est structuré de la façon suivante :

- le premier volet présente le cadre général de l'étude et inclut une description sommaire des contextes physique, climatique et socio-économique de la zone d'étude.
- le deuxième volet concerne la démarche méthodologique et la partie technique c'est à dire les résultats et discussions. Elle se focalise sur le diagnostic et l'extension du système AEPS ainsi que la proposition de solutions et d'un mode de gestion approprié des différents ouvrages.

II. DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE DU VILLAGE DE DOTOKA

II.1 Le climat

Le village de Dotoka à un climat de type Sahélien avec de fortes chaleurs dont les maxima de température oscillent entre 32°C et 36 °C entre mars et juillet. Les mois les plus froids se situent entre novembre et février avec des moyennes mensuelles allant de 23°C à 29°C.

Il se caractérise également et surtout par une faible pluviométrie avec des pluies saisonnières et sporadiques. La saison des pluies est très courte, environ 90 jours (juin à septembre) et se caractérise par une inégale répartition dans le temps et dans l'espace. Elle est suivie d'une longue saison sèche de septembre à Mai.

Selon la direction Provinciale du Ministère chargé de l'Agriculture et de l'Hydraulique, la moyenne pluviométrique des dix dernières années est de 463,45 mm

II.2 Le relief

Le relief est dans l'ensemble monotone avec des apparitions de collines à sommets Cuirassés. Il y a des apparitions de massifs granitiques essentiellement localisés autour du village. Autour de ces massifs granitiques ou rocheux, s'étendent des grandes zones de glacis soit détritiques cuirassés ou gravillonnaires. Les talwegs et les dépressions constituent les points les plus bas du relief.

II.3 Les ressources en eau

Les ressources en eau sont constituées par deux types que sont :

- les eaux de surface et
- les eaux souterraines

Les eaux de surfaces sont composées par les petites mares, les boulis et les retenues d'eaux. Les eaux de surface permettent d'abreuver les animaux mais elles tarissent précocement entre octobre et novembre.

Les eaux souterraines sont exploitées à travers des équipements rudimentaires sur les puits traditionnels, les puits busés à grands diamètre et les pompes à motricité Humaine (PMH) sur les forages.

Mais avec la rareté des nappes souterraines, les solutions des puits de toutes natures sont de moins en moins probantes.

II.4 Les sols

On distingue principalement trois types de sols :

Les sols sableux : Ils sont occupés par les dunes de sables et les surfaces cultivables. Facile à labourer du fait des outils rudimentaires, ils sont utilisés pour la culture du sorgho, du mil, du niébé et un peu de sésame ;

Les sols argileux et argilo sableux : On rencontre ce type de sol aux bordures des bas –fonds. Sur ces sols, on cultive principalement du sorgho.

Les sols gravillonnaires : Ces sols sont dégradés, incultes avec parfois des affleurements rocheux. En fait, les sols de la région subissent une dégradation progressive sous les actions conjuguées de l'érosion et des activités anthropiques.

II.5 La Végétation

La végétation rencontrée est de type steppique, caractérisé par une strate herbacée discontinue, courte, maigre et une strate arborée et arbustive très clairsemée.

Les espaces herbacées sont principalement le *Panicum laetum*, le *Schoenefelia gracilis*, *cenchrus biflorus*, *eragrostis tremula*, *leptadenia hastata* et l'*andropogon gayanus*.

Les espèces ligneuses qu'on rencontre sont généralement des arbres épineux comme les acacias (*seyal*, *Sénégal*, *senegalensis nilotica*), le *balanites egytiaca* , le *jujufus mauritiana*, le *boscia senegalensis* et l'*angustifolia*.

Mais, Suite à la coupe abusive de bois de chauffe, de bois pour toiture et pour la fabrication d'objets divers comme les mortiers, les pilons, les chaises et bien d'autres, les arbres sont devenus quasi inexistantes aujourd'hui.

II.6 La faune

Elle est pratiquement inexistante à cause de la réduction progressive du couvert végétal ainsi que de la pression anthropique et naturelle. De plus, la rareté des sources d'alimentation (fourrage et eau) ne facilitent pas sa survie. La faune est essentiellement constituée de petits gibiers, de quelques espèces de mammifères (lièvres, chat sauvage), de reptile (vipère, boa) et d'oiseaux proches où le milieu est favorable.

III. SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

III.1 Population

L'évaluation des besoins fondamentaux en bien et service des populations d'un espace donné requiert d'abord la connaissance de celles-ci qui en sont les consommateurs. La population de Dotoka est estimée à 1415 habitants en 2004. La répartition par sexe est sensiblement égalitaire car on compte 735 hommes (51%) et 680 femmes (49%). Le taux d'accroissement moyen annuel était de 2,83% de 2006 à 2010.

Du point de vue de la composition ethnique, on note la présence des Peulhs (population majoritaire), les kouroumba (foulsé), les Rimahibé, les Mossis, les Dogons et les Bella. Les populations du village de Dotoka sont fortement islamisées, surtout chez les Peuls et Bella. Cependant, l'animisme constitue encore un fonds religieux important chez les Kurumba et les Mossi. Aussi, les religions chrétiennes pénètrent progressivement dans la zone. Par ailleurs, Le phénomène migratoire se développe de plus en plus. En effet, le village connaissait très peu de mouvements d'immigration en raison des péjorations climatiques qui ont beaucoup marqué la zone du Sahel en général et le village de Dotoka en particulier. Cette situation évolue du fait que la zone devient peu à peu un pôle d'attraction pour les orpailleurs. Aussi, certains s'installent pour des activités connexes. Par ailleurs, les conditions climatiques drastiques contraignent un certain nombre d'éleveurs à aller vers les zones les plus arrosées à la recherche de fourrages et des points d'abreuvement du bétail.

III.2 Principales activités

L'agriculture et l'élevage sont les principales activités économiques. Toutefois, la production agricole et animale se fait dans des conditions climatiques très difficiles obligeant les acteurs à opter pour l'agro-pastoralisme comme mode de production offrant plus de garantie en termes de sécurité alimentaire. On note également d'autres activités comme l'artisanat et le commerce. La seule infrastructure publique qui existe dans le village est l'école primaire.

Chapitre II. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Notre démarche méthodologique a consisté dans un premier temps à la recherche documentaire sur le thème, puis la collecte, le traitement des données, l'analyse des résultats et la rédaction du rapport. L'ossature de notre démarche méthodologique s'articule autour des parties suivantes :

I. LA REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

La revue bibliographique a consisté en la recherche de documents afférents à notre étude. Pour y arriver, il a fallu utiliser l'outil internet. Nous avons aussi estimé logique et indispensable de jeter un regard rétrospectif sur les travaux déjà réalisés sur cette problématique dans la zone nous concernant. Cette étape a concerné la recherche des données documentaires sur la zone de l'étude et la thématique notamment les documents relatifs à l'AEPS (fiches technique du forage, plans et caractéristiques du réseau, dossier des études d'APD, dossier de récolement, notes de calculs...) pour avoir une idée exacte des critères de dimensionnement des ouvrages existants.

II. COLLECTE DES DONNÉES

La phase de collecte des données et d'informations, est la phase qui nous a permis d'assembler les différentes informations nécessaires à la bonne marche de l'étude. Elle a consisté en la recherche d'une documentation complémentaire.

II.1 Reconnaissance du site

Une visite effectuée sur le terrain en vue de la reconnaissance du site a permis de :

- Repérer les ouvrages existants (forage, château d'eau, champ solaire, borne fontaine, abreuvoir,...);
- visiter les différents ouvrages composant le système ;
- vérifier le niveau de fonctionnement des ouvrages du système et
- déterminer la position d'éventuelles bornes fontaines supplémentaires

La position de chaque ouvrage a été relevée à l'aide d'un GPS.

II.2 Levé topographique

Conformément aux objectifs que nous nous sommes fixés et vue l'inexistence de données sur l'AEPS, il a été nécessaire de faire un levé topographique du réseau. Le site n'étant pas loti, celui-ci a consisté à :

- Identifier le réseau et la position des différents nœuds ;
- lever les axes du réseau existant ;
- lever les axes conduisant à la borne fontaine et aux abreuvoirs existants et
- lever l'axe conduisant à la borne fontaine projetée ;

Le levé a été fait à l'aide d'un GPS.

III. TRAITEMENT DES DONNÉES

Cette phase a consisté à faire le diagnostic du système en vue de vérifier et s'assurer de l'état des équipements et de proposer des solutions techniques ainsi que le coût de la réhabilitation. La vérification a été faite de deux manières. D'abord une inspection visuelle sur le terrain des équipements puis les mesures (voltage des modules solaires) et les calculs (dimensionnement). Plusieurs calculs et simulations ont été faits afin de s'assurer du bon fonctionnement du réseau. Aussi, l'extension du système a été analysée et prise en compte. L'utilisation du logiciel AUTOCAD a permis de faire le schéma d'ensemble du système.

Chapitre III. RESULTATS, ANALYSE ET DISCUSSIONS

Cette partie concerne le diagnostic du système AEPS, la proposition de solutions pour la réhabilitation, l'étude de faisabilité de l'extension du réseau ainsi que la proposition d'un mode de gestion approprié des ouvrages.

I. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU SYSTÈME AEPS DE DOTOKA

I.1 Présentation générale du système AEPS de Dotoka

Nous ne pouvons faire le diagnostic des ouvrages sans avoir au préalable présenté d'une façon générale le système AEPS en question. Celui-ci est essentiellement composé

- d'un forage dont l'électropompe est alimenté par un champ de panneaux solaires,
- d'un château d'eau,
- d'une borne fontaine et
- de quatre(4) abreuvoirs.

Les différents ouvrages qui constituent l'actuelle AEPS et leurs caractéristiques sont récapitulés en **Annexe 1**. Aussi, une vue générale du système avec la position des différents ouvrages est représenté sur la figure en **Annexe 2**.

I.2. Description et État des différents ouvrages

I.2.1 La Source

La source d'eau du système est un forage. En vue d'avoir une connaissance plus approfondie des caractéristiques de la nappe, un essai de pompage de longue durée a été fait. Les résultats ont montré que le forage est productif bien que le débit soit inférieur à 5 m³/h. En effet, le forage a été pompé à 4,049 m³/h.

Par ailleurs, L'abri de la tête de forage est en bon état. Par contre, ses équipements sont incomplets (absence de vannes, de ventouse, piège à boue) et les organes de contrôle du pompage d'eau (le compteur et le manomètre) sont à l'arrêt.

Les images ci-dessous donnent un aperçu de quelques équipements du forage



Figure 3 : Vue de la tête du forage



Figure 4 : Compteur de la tête du forage



Figure 5 : Manomètre de la tête du forage

1.2.2 la conduite d'adduction

D'une façon générale, les conduites d'adduction ont pour fonction d'assurer le transfert de l'eau entre deux points :

- entre la source et la station de traitement ;
- entre la station de traitement et les stockages ou le réseau de distribution ;
- entre la source et les stockages ou le réseau de distribution.

Dans notre cas, elle assure le transfert de l'eau entre la source (forage) et le réservoir. Il n'y a pas de station de traitement. C'est une conduite de diamètre nominal DN 75 en PVC d'environ 39,14 m de longueur. Le réservoir surélevé étant situé en altitude par rapport au forage, l'adduction se fait par refoulement. Nous pouvons assurer que son état est relativement bon.

1.2.3 Le réservoir surélevé

Les réservoirs d'eau participent à la sécurisation du système de distribution, à la continuité du service et à l'amélioration de sa qualité. Ils jouent un rôle de régulation entre les variations des consommations et des débits d'adduction. Dans notre cas, il s'agit d'un réservoir métallique de forme cylindrique avec une capacité de stockage de 10 m^3 . La hauteur sous cuve est de 5,5 m. Son état est assez bon. Les parties des tuyaux aériens (refoulement, vidange, trop-plein et distribution) connectés à la cuve sont en galva. La vanne de la vidange est en mauvais état. Par contre la vanne de la distribution, elle, semble en bonne état. Le dispositif ne possède pas de by-pass entre la conduite d'adduction et la conduite de distribution. Toutefois, une ventouse installée dans un regard au pied du château d'eau est en bon état. En outre, notons que la peinture est dégradée. Les images ci-dessous montrent l'état physique des équipements du réservoir.



Figure 6 : Vue d'ensemble du réservoir surélevé

Caractéristiques du réservoir

Forme : cylindrique

Capacité de stockage : 10 m^3

Hauteur sous radier : 5,5 m

Hauteur intérieur cuve : 3 m

Diamètre intérieur : 2m

Vanne de vidange
en mauvais état



Figure 7 : Vue des vannes de distribution et de la vidange au niveau du château



Figure 8 : Vue de la ventouse dans son regard au pied du réservoir

I.2.4 Le réseau de distribution

Le système de distribution est le dernier maillon de la chaîne du système AEPS. Son rôle est de transporter l'eau du stockage jusqu'aux différents points de dessertes. Il doit permettre d'assurer l'accessibilité technique et financière aux usagers, Une qualité de l'eau répondant aux normes de potabilité et La continuité du service.

Le réseau de distribution de notre système est constitué de cinq (5) tronçons en PVC mesurant respectivement 2m ; 20m ; 30,75m ; 34,03m et 62,47m soit une longueur totale de 149,25 m. Il débouche sur quatre (04) abreuvoirs et une (01) borne fontaine. Les conduites de distribution ont des diamètres nominaux de 50, 63 et 75mm et elles sont toutes en bon état.

I.2.5 La borne fontaine

Les bornes fontaines sont des points collectifs d'approvisionnement en eau pour les personnes ne disposant pas d'un branchement particulier.

La borne fontaine du système AEPS du village Dotoka est de type ONEA. Elle comporte trois(3) robinets (à clapet). Toutes les parties en maçonnerie sont en bon état. Cependant, la robinetterie est vieille et la toiture est défaillante (*Voir Figures ci-après*). Cela est dû au vent violent survenu en 2011. Il y'a également un mécanisme composé d'un puits perdu pour drainer et évacuer l'eau. Son état est relativement bon.



Figure 9 : Vue de la borne fontaine



Figure 10 : Vue du puits perdu couvert de dalles non loin de la borne fontaine

:

I.2.6 Les abreuvoirs

Un abreuvoir est un lieu où l'on mène les animaux pour les faire boire. Dans cette étude, il s'agit d'ouvrages en béton destinés au bétail. Ils sont au nombre de quatre (04) et possèdent chacun un compteur installé dans un regard. Leur état est relativement bon mais les robinets de puisage sont inexistant. Les figures 11 et 12 présentent les équipements d'un abreuvoir.

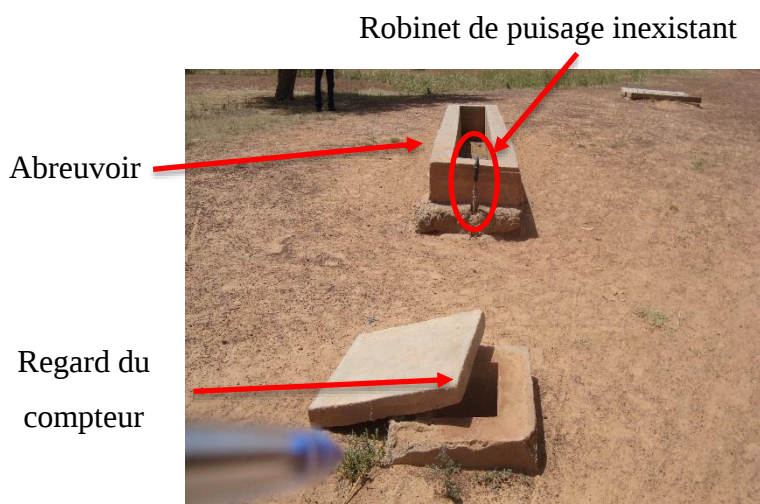


Figure 11 : Vue d'un abreuvoir avec au premier plan le regard du compteur



Figure 12 : Vue du Compteur d'un abreuvoir

I.2.7 La source d'Énergie

La source d'alimentation électrique est l'énergie solaire. Le champ est composé de 16 PV dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Marque :ISOFOTON
- Module : IS 150/24
- Tension open circuit 43,2 V
- Tension en charge 34,6 V
- Courant Ioc 4,7 A
- Courant Icc 4,35 A
- Maximum system voltage 760V.

Le variateur de tension est de marque VARISPEED V7 OMRON

La tension globale délivrée par le système est de 297 Vcc.

Le constat fait montre que les panneaux sont endommagés et les lames de renfort des cadres des PV sont bombées. Aussi, Le cadre supportant la série de PV de la partie inférieure du champ est tordu. Donc l'azimut (orientation) a changé. En outre, Le câblage, est en piteux état. Les boîtes de jonction et de réunion des strings sont inadaptées et non étanches. Le câble d'alimentation du moteur de l'électropompe traîne sur fond du sol donc soumis aux actions des prédateurs externes et à l'humidité. Mais le coffret de commande en place est en très bon état. Les figures ci-dessous donnent un aperçu des équipements solaires.



Figure 13 : Vue des panneaux solaires



Figure 14 : Vue du cadre tordu du champ solaire



Figure 15 : Vue du Variateur de tension



Figure 16 : Vue du Coffret de commande

Câblage en mauvais état



Figure 17 : Vue du câblage de connexion des PV

Câble traîne sur le fond du Sol, soumis à l'humidité et à l'action des prédateurs externes



Figure 18 : Vue du câble d'alimentation du moteur de l'électropompe

I.2.8 L'électropompe

Aucune documentation n'existe (cahier d'exploitation du forage, cahier de visite, manuel d'entretien des installations) et les références de l'électropompe immergée ne nous ont pas été communiquée. Il est donc difficile de connaître son état actuel. Nous ne pourrions donc pas faire de vérification quant à l'adaptation de la pompe actuelle au système.

I.3 Qualité physico chimique et microbiologique de l'eau

Des analyses ont été faites (physico-chimiques et bactériologiques) en vue d'étudier la qualité de l'eau consommée à la borne fontaine. Ce paramètre est important en ce sens que même si on parvient à la réhabilitation et que l'eau n'est pas potable, le problème n'est toujours pas résolu.

L'analyse de l'eau faite a montré que l'eau du forage est conforme sur le plan physico-chimique et bactériologique pour les paramètres analysés conformément aux normes de l'OMS. Les résultats des analyses sont présentés en **Annexe 4 et 5**.

I.4 Calculs et vérifications

Vu l'inexistence des données techniques, nous ne pourrons reprendre l'étude de l'AEPS dans toute sa totalité. Néanmoins ayant pris connaissance des débits spécifiques, des diamètres des conduites nous ferons une vérification des dimensions puis une simulation pour vérifier le bon fonctionnement du réseau.

I.4.1 Conduite d'adduction

L'adduction se fait par refoulement (débit d'exploitation $4\text{m}^3/\text{h}$), on utilisera donc les formules suivantes :

Formule de Bresse : $1,5Q^{0,5} \text{ (m}^3/\text{s)}$

Formule de Bresse modifié : $0,8Q^{(1/3)} \text{ (m}^3/\text{s)}$

Vitesse : $4Q/\pi D^2$

Perte de charge : $(10,29Q^2L) / (K^2s \times D^{16/3})$

Tableau 1: Mise en œuvre des méthodes de calcul de la conduite d'adduction

	METHODES	
	Bresse	Bresse modifié
<i>Dth (m)</i>	0.050	0.083
<i>Dcom (mm)</i>	67.8	67.8
<i>V (m/s)</i>	0.31	0.31
<i>Pdc (m)</i>	0,06	0,06

Utilisons la condition de flamant pour la vérification de la vitesse $V \text{ (m/s)} \leq 0.60 + D \text{ (m)}$

On a $V = 0.31 \text{ m/s} < 0.60 + 0.0678 = 0.6678 \rightarrow$ la condition de Flamant est respectée. On peut donc conclure que la conduite de refoulement a été bien dimensionnée

I.4.2 Réseaux de distribution

Les diamètres, les pressions ainsi que les vitesses ont été vérifiées dans le réseau de distribution dans un premier temps par des calculs manuels et ensuite par une simulation sur EPANET.

En général, Les pressions de service contractuelles varient de 5 mCE pour les systèmes simplifiés à 1 à 2 bars pour les systèmes classiques. Ainsi, nous nous fixerons les contraintes suivantes :

Pression minimale admissible à chaque point de service : 5 mCE

Condition de vitesse minimale et maximale : $0,3\text{m/s} \leq V \leq 1,2\text{m/s}$

La numérotation des nœuds et des conduites est présentée dans la figure ci-après :

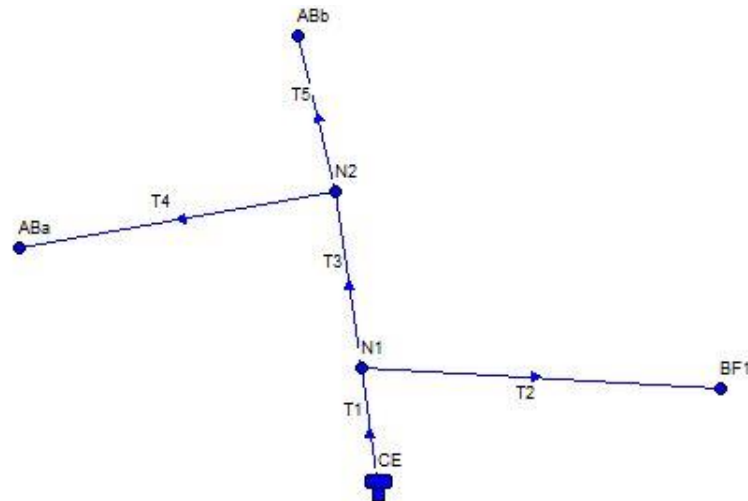


Figure 19: Numérotation des nœuds du réseau

Les informations que nous avons obtenus sur le système et permettant de faire la simulation sont récapitulées dans le tableau 3. Notons que Les altitudes ont été déterminées à partir du fond topographique.

Tableau 2 : Propriétés des nœuds et des conduites du réseau de distribution

Propriété des Nœuds		Propriété des conduites			
ID Nœud	Altitude (m)	Conduites		Longueur(m)	Diamètres(m)
CE	305.66	CE-N1	T1	2	75/67.8
N1	300.13	N1-BF1	T2	30.75	50/45.2
BF1	300.04	N1-N2	T3	20	63/57
N2	300.17	N2-Aba	T4	62.47	50/45.2
Aba	300.37	N2-Abb	T5	34.03	50/45.2
ABb	300.28				

(Source : visite de terrain)

Une fois les informations assemblées, le dimensionnement des conduites du réseau de distribution a été fait en utilisant les formules suivantes :

Pour le calcul du diamètre théorique : $D_{th} = \left(\frac{4 * 0,001 * Q}{\pi * V} \right)^{0,5}$ avec $\begin{bmatrix} D_{th} \text{ en m} \\ Q \text{ en l/s} \\ V = 1 \text{ m/s} \end{bmatrix}$

Pour le calcul de la vitesse : $V = \frac{4 * 0,001 * Q}{\pi * (0,001 * D_{com})^2}$ avec $\begin{bmatrix} D_{com} \text{ en mm} \\ Q \text{ en l/s} \\ V = 1 \text{ m/s} \end{bmatrix}$

Pour le calcul de la perte de charge : $J = \frac{10.29 * (0,001 * Q)^2 * L}{Ks^2 * (0,001 * D_{com})^{16/3}}$ avec $\begin{bmatrix} D_{com} \text{ en mm} \\ Q \text{ en l/s} \\ L \text{ en m} \end{bmatrix}$

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 4

Tableau 3 : Dimensionnement et simulation du réseau de distribution par les calculs théoriques (les pressions aux points de dessertes encadré en rouge)

(5) = (2) + (3) + (4) (6) = Max(5)-(3)-(2)

Tronçons	L(m)	Q (l/s)	Dth (mm)	Dcom (mm) choisit	J(m) sur tronçon (1)	ΣJ (2)	ZTN extrémité aval(m) (3)	Pmin en X (m) (4)	Zmin (m) imposé par X (5)	P en X pour max Zmin (6)	V (m/s)
CE-N1	2	1.8	47.87	67.8	0.01	0.01	300.13	5.00	305.14	5.51	0.50
N1-BF1	30.75	0.8	31.92	45.2	0.03	0.04	300.04	5.00	305.08	5.57	0.50
N1-N2	20	1	35.68	57	0.07	0.08	300.17	5.00	305.25	5.40	0.39
N2-Aba	62.47	0.5	25.23	45.2	0.20	0.28	300.37	5.00	305.65	5.00	0.31
N2-ABb	34.03	0.5	25.23	45.2	0.11	0.19	300.28	5.00	305.47	5.18	0.31

La cote minimale exploitable du réservoir est 305,65.

Afin d'être un peu plus rigoureux, la simulation a été reprise à l'aide du logiciel EPANET. Cela a permis d'obtenir la figure suivante :

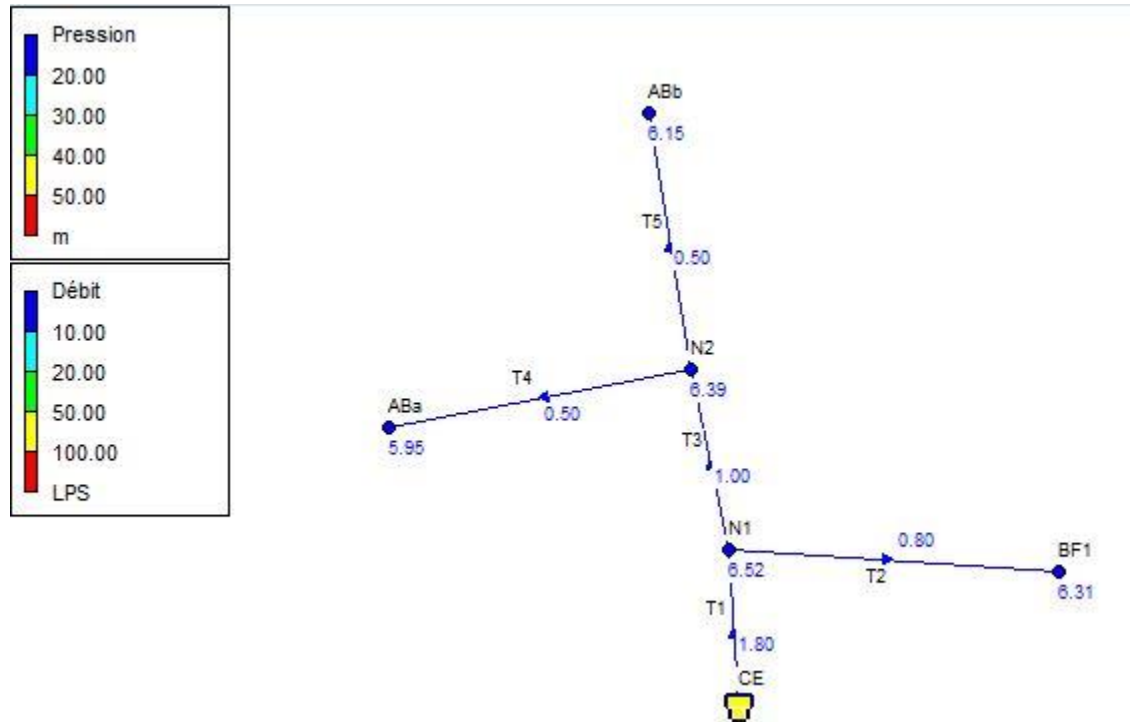


Figure 20 : Simulation du réseau de distribution actuelle sur EPANET

Le tableau 5 donne le récapitulatif des résultats obtenus par la simulation.

Tableau 4 : Résultat de la simulation EPANET

Tronçons	L(m)	Q (l/s)	D (mm)	Altitude (m)	Charge au point aval (m)	Pression (m)	vitesse(m)
CE-N1	2	1.8	75/67,8	300.13	306.65	6.52	0.50
N1-BF1	30.75	0.8	50/45,2	300.04	306.65	6.31	0.50
N1-N2	20	1	63/57	300.17	306.56	6.39	0.39
N2-Aba	62.47	0.5	50/45,2	300.37	306.32	5.95	0.31
N2-ABb	34.03	0.5	50/45,2	300.28	306.43	6.15	0.31

Au vu des résultats obtenus après simulation par les deux(2) méthodes, nous constatons que les pressions aux différents nœuds sont tous supérieurs à la pression minimale exigée soit 5mCE. Aussi les vitesses respectent la condition de vitesse minimale et maximale (toutes supérieurs à 0.3m/s et inférieures à 1,2m/s). En outre le réservoir est implanté à une cote (305,66m) supérieure à la cote minimale exploitable. On peut donc dire que dans l'ensemble, les dimensions des conduites du réseau et le fonctionnement du système sont acceptables.

I.4.3 Vérification de la capacité du réservoir

La capacité optimale d'un réservoir (du point de vue technique) est obtenue par la confrontation entre les débits disponibles au niveau du pompage avec les débits distribués (prélèvement de l'eau par les usagers) : ce qui suppose l'existence d'une courbe de consommation d'un centre similaire (consommation relevée heure après heure sur 24 heures d'affilées). Ces données n'étant généralement pas disponibles, il est admis de retenir une capacité allant de 5 à 10% des besoins de pointe journaliers.

Nous opterons pour 30l/j/hbt et prendrons comme coefficient de pointe journalier 1,15. La population étant de 2239 à l'horizon du projet soit en 2027, l'estimation de la capacité du réservoir est présenté dans le tableau 6.

Tableau 5 : Estimation de la Capacité du réservoir

Type de consommation		BF
<i>Coefficient de pointe journalier</i>		1.15
<i>Taux de desserte envisagé en 2027</i>	%	90
Population en 2027	hbt	2339
Population desservie par l'AEPS en 2027	Hbt	2106
Consommation spécifique	l/j/hbt.	30
Total besoin	m ³ /j	63,180
Besoin du jour de pointe	m ³	72,657
10% besoin de pointe journalier	m ³	8

Le château existant a une capacité de stockage de 10 m³. Il a été en quelque sorte surdimensionnée car un château d'eau de seulement 8 m³ était nécessaire. Mais on peut dire qu'il a été bien dimensionné puisqu'il permet d'être du côté de la sécurité.

II. PROPOSITION DE SOLUTIONS POUR LA REHABILITATION DU SYSTEME AEPS

II.1 L'électropompe

Vu l'inexistence de données sur l'électropompe actuelle, une nouvelle pompe sera proposée. Cependant, il est important d'analyser le type de pompe à choisir. L'accent sera surtout mis sur le type de moteur. Etant donné que la panne du convertisseur fut aussi à la base de l'arrêt total

du système, il s'agira de voir si on doit maintenir le système actuel avec convertisseur ou proposer une pompe directement alimentée par les panneaux.

II.1.1 Analyse du système de pompage

Dans un milieu comme le Sahel où l'ensoleillement est abondant, le système solaire paraît mieux adapté et économique. De plus le réseau électrique SONABEL n'existe pas dans la zone. Le système de pompage actuel (pompage solaire) sera donc maintenu. Mais les panneaux solaires ne produisent que du courant continu. La pompe quant à elle nécessite une énergie mécanique en entrée fournie dans la plupart des cas par un moteur. Les deux types de moteurs disponibles sont les moteurs à courant continu et les moteurs asynchrones. L'on peut donc opter pour une pompe à courant continu ou une pompe à courant alternatif nécessitant la présence d'un onduleur. Ce qui nous amène à étudier les deux(2) types de système. Les avantages et inconvénients de chaque type de moteur sont présentés dans le tableau en **Annexe 5**. Cette analyse a montré que les moteurs à courant alternatifs conviennent le mieux surtout pour les pompes immergées. En effet, elle nous semble plus fiable et sécurisant. Nous garderons donc ce système avec convertisseur.

II.1.2 Choix de la pompe

Calcul de la HMT

Il sera retenu une cote minimale de 305,66 m

La cote de refoulement est de 305,66 m + 3m (hauteur du réservoir) = 308,66m

La hauteur géométrique de refoulement (H_{gr}) = cote de refoulement(C_r) - cote du niveau dynamique(C_{nd})

$$H_{gr} = 308,66 - 243,726 = 64,934\text{m}$$

Perte de charge sur le refoulement ($Q=4,049 \text{ m}^3/\text{h}$ et $D=67,8\text{mm}$)

$$P_{dc} \text{ linéaire} = 0,06 \text{ m} \quad p_{dc} \text{ sing} = 10\% p_{dc} \text{ linéaire} \quad p_{dc} \text{ total} = 1,1 \times 0,06 = 0,066 \text{ m}$$

La hauteur manométrique totale (HMT)

$$HMT = H_{gr} + p_{dc} \text{ total} = 64,934 + 0,066 = 65 \text{ m}$$

Calcul de la puissance de l'électropompe

Pour un rendement moyen de la pompe de 0,65 et 0,85 pour le moteur électrique et partant des données obtenues (HMT en mètre, Débit en m^3/h) et des paramètres de rendement des équipements, Les calculs aboutissent aux résultats suivants :

$$P = (Q \times HMT) / (367 \times \eta);$$

P : puissance de l'électropompe en KW,

Q, débit en m³/h, η rendement global de l'électropompe, $\eta = \eta_p \times \eta_m$

HMT Hauteur Manométrique Totale en m ;

$$P = (4,049 \times 65) / (367 \times 0,65 \times 0,80) = 1,379 \text{ KW}.$$

Partant de la puissance de l'électropompe, nous avons utilisé les abaques fournis par Grundfos (**voir Annexe 6**) pour déterminer les caractéristiques de l'électropompe. La Puissance retenue pour le moteur de l'électropompe est de 2,2 KW. Les courbes caractéristiques des différentes pompes SPA ont montré que la **SPA 3A-29** conviendrait mieux. Ses caractéristiques détaillées sont récapitulés en **Annexe 7**.

II.2 La source d'énergie

La source d'énergie est à la base de l'arrêt du système. A ce niveau, il faudra

- Remplacer tous les panneaux solaires et les monter sur une structure support orientée correctement afin d'assurer une utilisation optimum de l'énergie solaire
- Renouveler le câblage
- Changer les boîtes de jonction
- la pompe à courant alternatif étant retenue, il faut remplacer le convertisseur par un autre équipé d'un système de recherche du point de puissance maximal (MPPT). Plus précisément un convertisseur solaire de fabrication Grundfos série RSI, adaptés aux électropompes SP immergées. Le modèle proposé est : Grundfos RSI 3000 d'une Puissance de **3,9 KW**.

II.3 le forage

Au niveau du forage, Il s'agira de compléter les équipements manquants de la tête de forage (ventouse, vanne...) pour ne citer que ces exemples.

Par ailleurs, La demande en eau croît de 36 m³/j à 73 m³/j de 2015 à l'échéance du projet soit 2027. Mais pour une durée de pompage maximale de 16 heures par jour (capacité de production = 64 m³/j), les besoins moyens pourront être satisfaits jusqu'en 2020. Cela nous conduit à proposer un renforcement de la ressource pour compter de 2018 avec un autre forage de 5 m³/h. Ce qui donne un débit renforcé cumulé de 9m³/h qui pourra tenir jusqu'en 2027. Néanmoins cela va nécessiter des prospections hydro géophysiques pour confirmer la possibilité de l'implantation d'un nouveau forage.

II.4 Le réservoir existant

Les activités à entreprendre au niveau du château d'eau sont :

- Refaire la peinture alimentaire à l'intérieur du château d'eau ;
- Changer les vannes de la distribution et de la vidange au niveau des tuyaux connectés à la cuve ;
- Prévoir un by-pass (aérien ou dans un regard au pied du réservoir) afin d'assurer la continuité du service pendant l'entretien du réservoir.

II.5 la borne fontaine existante

Au niveau de la borne fontaine, Il faut :

- reprendre la toiture du hangar ;
- renouveler toute la robinetterie

II.6 Les abreuvoirs

Au nombre de quatre (04), les abreuvoirs sont à réhabiliter entièrement. Ainsi, il s'agira de :

- réhabiliter toute la maçonnerie ;
- aménager un perré maçonné autour de chaque abreuvoir ;
- renouveler toute la robinetterie ;
- remplacer les compteurs défectueux le cas échéant.

Par ailleurs, nous recommandons la construction d'un local technique pour la sécurité des équipements. Il s'agira donc de mettre en place un local à deux compartiments mitoyens et indépendants spécialement aménagé pour abriter d'une part, les équipements électriques (l'armoire électrique de commande et d'asservissement du forage et les accessoires et d'autre part, un local pour le gardien chargé d'assurer la sécurité des équipements. Chaque compartiment du local technique sera éclairé par une (01) réglette fluorescente solaire. Une autre réglette de 18W sera installée sur la façade du local technique. Les luminaires seront commandés par un interrupteur double allumage. Aussi, une clôture grillagée munie d'un portail à double battant sera installée pour protéger toutes les infrastructures.

Les observations faites sur le système ainsi que et les actions à entreprendre pour la réhabilitation sont récapitulés dans le tableau en **Annexe 8**.

III. ETUDE DE FAISABILITE DE L'EXTENSION DU SYSTEME AEPS PAR LA MISE EN PLACE D'UNE NOUVELLE BORNE FONTAINE

Cette partie concerne l'extension du système AEPS. En réalité, Bien que le système soit conçu pour l'horizon 2027, il n'a été mise en place qu'une seule borne fontaine. Pourtant, la population ne cesse de croître. Ainsi, il sera envisagé la mise en place de nouvelles bornes fontaines conformément aux besoins actuels. Les abreuvoirs quant à eux ne sont pas considérés car les quatre abreuvoirs existants tiennent compte déjà de l'horizon du projet

III.1 Justificatif de la mise en place d'une nouvelle borne fontaine

En général, on réalise une borne fontaine pour une population allant de 300 à 500 habitants.

La population du village de Dotoka était de 1415 habitants en 2004. Considérant le taux d'accroissement de 2,83%, on estime la population en 2015 à 1924 habitants :

Si on applique le taux d'accès à l'eau potable qui est de 48,3%, on a environ 929 habitants soit 1000 habitants qui ont accès au point d'eau. Ainsi, à raison de 500 habitants par borne fontaine, 2 bornes fontaines sont nécessaires pour couvrir les besoins actuelles en eau de cette population. Une borne fontaine étant déjà existante, la mise en place de la deuxième est nécessaire.

III.2 Implantation de la nouvelle borne fontaine

L'implantation d'une borne fontaine requiert la prise en compte de certains critères. Notamment :

- **Le nombre d'habitants** : les bornes fontaines sont implantées dans des zones habitées. Il conviendra cependant de définir un minimum d'habitants justifiant l'implantation de la borne fontaine. Nous optons pour 500 habitants.
- **La distance de parcours** pour accéder à la borne fontaine. Ce critère est important en ce sens que si la borne fontaine est éloignée, les usagers préféreront s'approvisionner aux puits ou marigot plus proches. Au Burkina Faso, cette distance ne peut excéder 500 m. notre nouvelle borne fontaine sera implanté à environ 200 m du village et à 25m avant la première. Ici, nous voulons éviter de l'implanter près du village car cela occasionnera non seulement des couts importants (conduite trop longue, nécessité de surélévation du réservoir pour respecter la pression minimale de service, la revue du calcul des fondations du château...etc.) mais aussi réduire le taux de fréquentation si non l'abandon de la première borne fontaine. En effet, les habitants préféreront

s'approvisionner à la borne fontaine proche du village que d'aller à la première éloignée de près de 225 m. par ailleurs nous sommes soumis à plusieurs contraintes que sont : installer la nouvelle borne fontaine sans que cela n'entraîne des pressions inférieures à la pression minimale aux points de dessertes, faire en sorte qu'il n'y ait pas de modification majeures au niveau du réservoir (surélévation, augmentation de la capacité...). Il faudra donc réaliser la nouvelle borne fontaine tout en conservant le système actuel. Ce qui nous amène aussi à ne pas l'implanter à un point trop haut (cote TN d'implantation : 300,13m) pour permettre le respect de la pression minimale exigée avec la hauteur du réservoir actuel. la nouvelle borne fontaine sera raccordé au réseau par une conduite longue de 36 m.

En outre, Pour des raisons de sécurité on évitera les traversées des routes à fort trafic et On tiendra compte de l'accessibilité en toute saison.

Le schéma en **Annexe 9** donne l'aperçu du point d'implantation de la nouvelle borne fontaine.

III.3 Dimensionnement de la nouvelle conduite et simulation du réseau

Le fonctionnement du réseau sera simulé afin d'assurer une bonne desserte au niveau de la nouvelle borne fontaine. Il s'agira plus précisément de calculer la conduite desservant la nouvelle borne fontaine et voir si l'implantation de la nouvelle borne fontaine n'a pas de conséquences majeures sur le système actuel.

▪ Évaluation de la demande en eau à la borne fontaine

De manière générale, pour une nouvelle borne fontaine, les consommations spécifiques varient de 20 à 50l/j/habitant. Mais particulièrement en zone sahélienne, elles varient entre 25 et 35 l/jour/habitant. Nous opterons pour 30l/j/hbt. Le coefficient de pointe journalier sera pris égale à 1,15 et le coefficient de pointe horaire 2,5. Aussi, nous considérerons un temps de fonctionnement journalier de la borne fontaine de 15h c'est-à-dire de 5h à 20h. Les résultats de calculs de la demande à la borne fontaine sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Estimation de la demande à la borne fontaine

Type de consommation		BF
Population/borne fontaine		500
Consommation spécifique	l/j/hab.	30
Total besoin domestique	m ³ /j	15
Demande en eau du jour de pointe	m ³ /j	17
Temps de fonctionnement de la borne fontaine	h/j	15
Débit minimal exigé à la borne fontaine	l/s	0.80

▪ **Dimensionnement de la nouvelle conduite du réseau de distribution**

En procédant de la même manière que précédemment dans la partie diagnostic, la nouvelle conduite a été dimensionnée avec un débit de 0,8 l/s. Le tableau 8 donne les résultats de calcul.

Tableau 7 : Dimensionnement du réseau de distribution après l'installation de la nouvelle borne fontaine (caractéristiques de la nouvelle conduite encadré en rouge)

Tronçons	L(m)	Q (l/s)	Dth (mm)	Dcom (mm)	J(m) sur tronçon	ΣJ	ZTN extrémité aval(m)	Pmine en X (m)	Zmine (m) imposé par X	P en X pour max Zmine	V (m/s)
CE-N1	2	2.6	57.54	67.8	0.02	0.02	300.13	5.00	305.15	5.51	0.72
N1-BF1	30.75	0.8	31.92	45.2	0.25	0.27	300.04	5.00	305.31	5.35	0.50
N1-BF2	36	0.8	31.92	45.2	0.29	0.31	300.13	5.00	305.44	5.22	0.50
N1-N2	20	1	35.68	57	0.07	0.09	300.17	5.00	305.26	5.40	0.39
N2-ABa	62.47	0.5	25.23	45.2	0.20	0.29	300.37	5.00	305.66	5.00	0.31
N2-ABb	34.03	0.5	25.23	45.2	0.11	0.20	300.28	5.00	305.48	5.18	0.31

La cote minimale exploitable du réservoir est 305,66. La conduite reliant le château à la nouvelle borne fontaine est de diamètre DN50/45,5 mm

De même, on fait la simulation sur EPANET et on obtient schéma suivant :

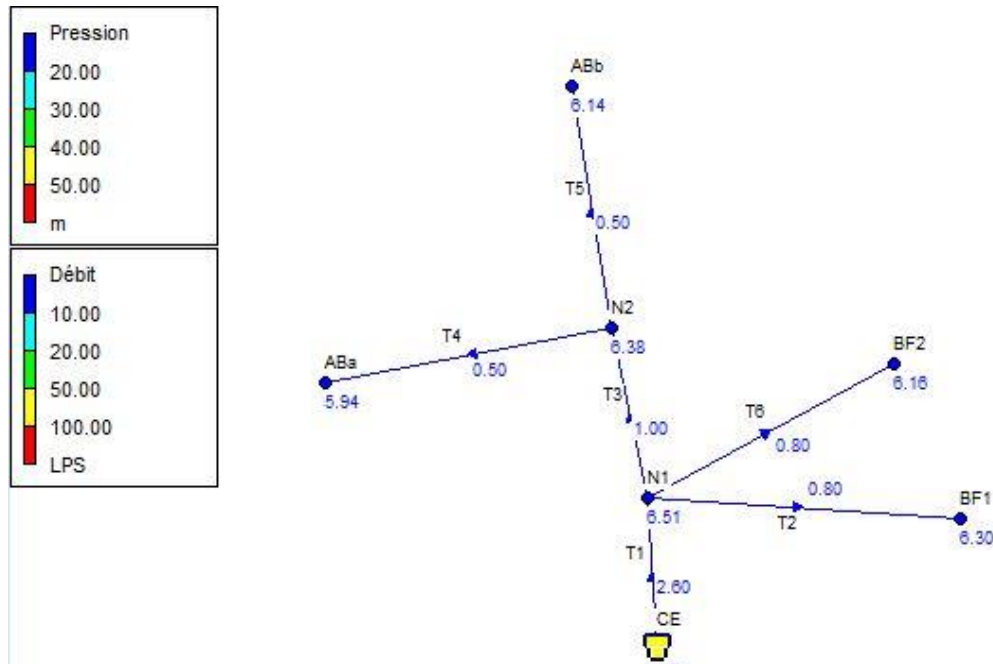


Figure 21 : Simulation EPANET après l'implantation de la nouvelle borne fontaine

Le tableau ci-après résume les résultats de la simulation.

Tableau 8 : Résultats de la simulation EPANET après l'implantation de la nouvelle borne fontaine

Tronçons	L(m)	Q (l/s)	D (mm)	Altitude (m)	Charge au point aval (m)	Pression (m)	vitesse(m)
CE-N1	2	2.6	75/67,8	300.13	306.64	6.51	0.72
N1-BF1	30.75	0.8	50/45,2	300.04	306.34	6.30	0.50
N1-BF2	36	0.8	50/45.2	300.13	306.29	6.16	0.50
N1-N2	20	1	63/57	300.17	306.55	6.38	0.39
N2-Aba	62.47	0.5	50/45,2	300.37	306.31	5.94	0.31
N2-ABb	34.03	0.5	50/45,2	300.28	306.42	6.14	0.31

Après simulation, on constate que la nouvelle borne fontaine peut être installée en toute sécurité. La pression minimale de 5mCE est respectée à tous les nœuds et les vitesses sont acceptables au niveau des conduites. De plus, l'on n'a pas besoin de surélever le réservoir ni modifier les caractéristiques techniques du système actuel.

III.4 Caractéristiques de la nouvelle borne fontaine

Type de bornes fontaines : Il existe trois catégories de bornes fontaines (les systèmes à réservoir avec robinet flotteur, les systèmes à robinet et les systèmes spéciaux). Les systèmes à réservoir présentent un grand risque de contamination et les systèmes spéciaux ont des coûts élevés. Ainsi, dans le souci d'adopter une solution simple et moins chère, nous choisirons une borne fontaine système à robinet utilisant les possibilités de fabrications locales. En effet, son utilisation est aisée, son entretien est simplement limité au remplacement des robinets et le prix est moins élevé.

Choix des robinets : Le système sera équipé de trois robinets dont deux robinets de 0,25 l/s pour les usagers prenant l'eau dans les seaux, les bidons... et un robinet de 0,3 l/s pour les usagers prenant l'eau dans des grandes bassines ou des futs. Les types de robinets les plus utilisés sont les robinets à clapet (classiques) et les robinets quarts de tour car ils présentent l'avantage d'atteindre rapidement le débit maximal, permettant l'ouverture et la fermeture immédiates. Par contre, le robinet quart de tour n'est pas démontable et par conséquent, ne peut être réparé. Nous opterons donc pour des robinets à clapet.

(Voir **Annexe 10** pour les plans détaillés de la nouvelle borne fontaine)

Choix du compteur de la borne fontaine : Il est nécessaire de connaître le volume d'eau sortant des robinets. La borne fontaine devra donc disposer d'un système de comptage de l'eau. Le choix du compteur qui est un appareil mesureur intégrateur de volumes d'eau s'avère important car trop petit, il se dégradera rapidement et trop grand, il ne sera pas fidèle et coûtera cher. En outre, Les compteurs doivent être choisis en fonction d'un certain débit nominal. Pour des débits éloignés de ce débit nominal, ils peuvent s'avérer imprécis. Si nous posons la condition d'acquisition et de bon fonctionnement des compteurs, le bon compteur est celui qui satisfait aux conditions de fonctionnement sans trop coûter cher à l'acquisition. Ainsi, nous avons opté pour un compteur de marque SOCAM dont les caractéristiques sont les suivantes :

Débit à assurer : $2,88 \text{ m}^3/\text{h}$

Débit nominal Q_n : $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Débit max Q_m : $5 \text{ m}^3/\text{h}$

Diamètre des orifices : 15 mm

Précision de comptage : $\pm 2\%$

L'installation comportera également un abri et une aire de dallage avec des rigoles de drainage des eaux acheminées vers un puits perdues.

IV. DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REHABILITATION ET D'EXTENSION

Le cout total du projet est estimé à vingt-cinq millions deux cents dix mille sept cent cinquante-deux franc CFA (**25 210 752 FCFA**) toutes taxes comprises. Les détails de calcul sont consignés en **Annexe 11**.

V. PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION APPROPRIE DE L'AEPS

La gestion peut être définie comme les moyens d'assurer la pérennité des ouvrages après leur mise en service. Ces moyens sont essentiellement d'ordre technique et financier. Ils doivent permettre de prendre en charge les couts récurrents liés à l'investissement et à son fonctionnement (frais d'entretien, de réparation et de renouvellement).

Différents types de gestion pour les systèmes AEP existent au Burkina Faso. Cette gestion consiste à transférer ou non certaines responsabilités aux collectivités locales. Parmi ceux-ci, on peut citer : L'affermage, la Concession, la gérance, la Régie, la gestion communautaire.

V.1 Définition des différents types de gestion

L'affermage : La gestion technique et financière, l'entretien des installations et le renouvellement à court terme des installations sont assurés par une personne morale qui les exploite à ses risques et périls. Elle est rémunérée directement par une partie du tarif. L'autorité délégante est chargée de la fixation du tarif, le contrôle de l'opérateur, la mobilisation des ressources en eau, le développement du service et des renouvellements à long terme.

La concession : Le concessionnaire de service est chargé du développement, la gestion, l'entretien et le renouvellement des installations mises à sa disposition. Les installations, à l'exception des ressources en eau, sont sa propriété tant qu'il a le contrat de concession. L'autorité concédante contrôle les tarifs, la bonne gestion des ressources en eau, l'impact de l'activité sur la santé des populations et de l'environnement. Elle doit dédommager le concessionnaire en cas de rupture du contrat ou de son non-renouvellement.

La gérance : l'État finance les équipements et les confie à une structure qui les fait fonctionner avec son personnel. Les abonnés paient leurs factures soit au gérant qui verse la totalité à l'État, soit directement à l'état qui rémunère le gérant.

La Régie : l'État finance les équipements et les fait fonctionner avec son personnel. Il se rémunère directement auprès des usagers. La régie peut prendre plusieurs formes (service de l'État, Autonomie financière, Établissement Public) fonctions des dimensions du système, des sommes générés et du niveau de professionnalisme exigé.

La gestion communautaire : Dans la gestion communautaire, des volontaires, généralement non rémunérés consacrent une partie de leur temps à la gestion du service de l'eau. Les installations sont techniquement peu compliquées et n'exigent pas de professionnalisme particulier. Le mode de recouvrement est très simple. Les volontaires rendent directement compte à la communauté au cours d'une assemblée générale dirigée par le bureau de l'association des usagers.

(Voir les limites des modes de gestion énumérés en **Annexe 12**)

V.2 Situation et mode de gestion des AEPS préconisé au Burkina Faso

Pour améliorer durablement l'accès à l'eau potable des populations, surtout en milieu rural, un Décret (n°2000-514/PRES/PM/MEE) a été adopté le 03 novembre 2000 par le Gouvernement Burkinabé portant Réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable en milieu rural et semi-urbain. L'objectif visé est d'améliorer significativement le fonctionnement des infrastructures hydrauliques d'AEP. La Réforme exclut le principe de gestion communautaire, et préconise une délégation de gestion à un opérateur privé compétent(Affermage). Elle concerne essentiellement les AEPS/PEA à usage public, hors champ d'intervention de l'ONEA. La réforme prévoit ce qui suit :

- L'État transfère les compétences et les ouvrages dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement aux communes. Celles-ci délèguent la gestion du service de l'eau au niveau des AEPS/PEA à un opérateur privé professionnel (exploitant ou fermier) recruté par la commune sur la base d'une offre de service, à travers un contrat d'affermage ou un contrat d'exploitation.

- Les AUE n'ont pas la charge de la gestion des systèmes mais assurent le contrôle du service public de l'eau (équité, qualité, disponibilité et accessibilité).
- L'opérateur exploite l'ensemble des AEPS/PEA qui se situent sur le territoire des communes avec lesquelles il a signé un contrat. Il assure :
 - La production et la distribution de l'eau aux usagers ;
 - L'entretien, la maintenance suivant les clauses du contrat passé avec la commune ;
 - Le renouvellement d'une partie des équipements si c'est un contrat d'affermage ;
 - La gestion financière du système : recouvrement du prix de l'eau, exécution des achats et paiements du personnel et des prestataires ainsi que l'établissement de bilans de gestion.

La description détaillée du rôle des différents acteurs selon la réforme est donnée en dans le tableau en **Annexe 13**. Le schéma ci-après donne un aperçu de la gestion des AEPS préconisé par la réforme

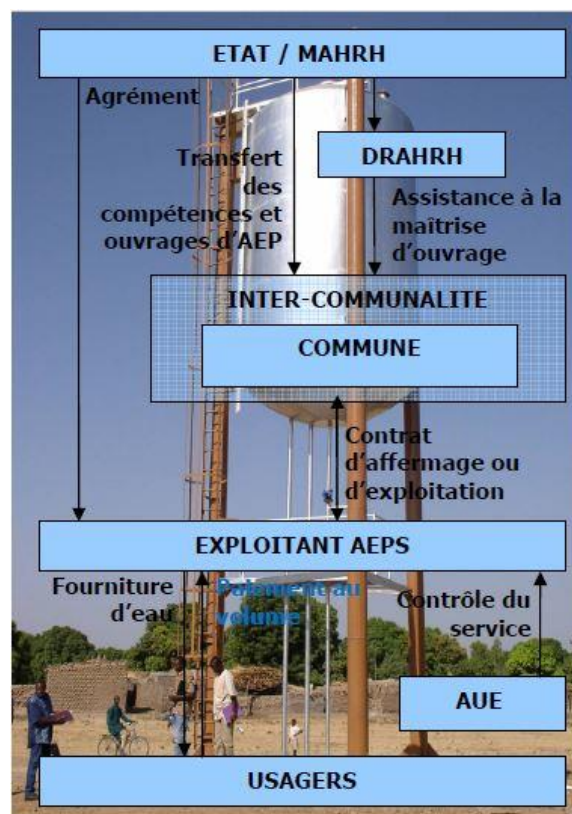


Figure 22 : Schéma de gestion des AEPS par Affermage (source : MAHRH)

V.3 Proposition d'un mode de gestion/ Recommandations

La gestion déléguée (affermage) préconisée par la Réforme est la mieux adaptée. En effet, le rôle des différents acteurs est bien défini avec un système de suivi évaluation claire et concis. Mais néanmoins elle présente quelques faiblesses majeures qui doivent être améliorée pour garantir une viabilité certaine du système AEPS. Il s'agit du recouvrement des coûts et le risque de surfacturation du mètre cube d'eau par l'opérateur. Outre cela, la Réforme n'a pas pu mettre en place un système de suivi technique et financier. En fait, Très peu de communes ont les capacités d'analyser les rapports techniques et financiers des exploitants.

Pour pallier à ces faiblesses énumérés, nous préconisons de :

- Favoriser la gestion de plusieurs systèmes AEPS par un même opérateur à travers une contractualisation inter ou pluri communale pour que les AEPS à grande consommation puissent compenser le déficit des AEPS à faible consommation ;
- Réduire la concurrence des points d'eau ;
- Éviter le prélèvement d'une taxe communale sur le prix de l'eau pour ne pas alourdir le prix de l'eau pour les usagers ;
- Favoriser l'accompagnement de la desserte en eau par les AEPS par un système mixte solaire/thermique avec le développement de l'électrification rurale décentralisée.
- Recruter et former des agents techniques qualifiés pour le suivi technique et financier des AEPS au compte de la commune et cela pour inciter l'opérateur à plus de rigueur et au respect du contrat. (l'idéale serait de recruter une autre structure chargé du contrôle mais cela entrainerait certainement plus de coût)
- Fixer le prix du mètre cube d'eau en fonction du pouvoir d'achat des populations et du niveau de consommation ; Mais aussi dans le respect du prix fixé par l'État en 2003 soit 198 FCFA le mètre cube d'eau.

CONCLUSIONS -PERSPECTIVES

Cette étude relative à la réhabilitation et l'extension du système AEPS du village de Dotoka situé au Burkina Faso a permis de relever certains problèmes au niveau des différents ouvrages. Notamment le manque et la défaillance de certains équipements mais aussi l'inefficacité du système de gestion. Néanmoins, l'origine de l'arrêt total du système demeure la source d'énergie. En effet, En 2011, l'installation solaire a subi des dégâts provoqués par des vents très violents qui ont eu pour conséquences la détérioration des panneaux solaires et l'arrêt du pompage. Par ailleurs, la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau respecte les normes de l'OMS et le dimensionnement des conduites est acceptable. Les ouvrages défaillants devront être pris en compte dans la réhabilitation du système AEPS. Les propositions faites permettront non seulement de remettre le système en service mais aussi de le rendre plus performant.

Concernant l'extension du système, l'étude de faisabilité a montré qu'une nouvelle borne fontaine pourrait être installée en toute sécurité en vue de renforcer le réseau et accroître les capacités de production. Mais celle-ci ne peut être implantée que près du réservoir compte tenu des contraintes de non modification du système énumérés. Néanmoins nous préconisons que plus tard, le réservoir soit surélevé de 10 m pour permettre l'installation de nouvelles bornes fontaine d'ici l'horizon du projet.

Par ailleurs, pour assurer la pérennité des ouvrages, l'affermage proposé comme mode de gestion devra être pratiquée dès la remis en service du système. Il conviendra d'être très sélectif en choisissant l'opérateur par appel d'offre. Nous souhaiterions aussi qu'à l'avenir un autre operateur soit recruté au compte de la commune pour contrôler l'exploitant sur le plan technique et financier.

En définitive, Il est clair que la réalisation de ce projet permettra l'amélioration des conditions d'alimentation en eau potable des habitants du village de Dotoka. Mais la mise en application des propositions faites dépendront activement de l'implication de l'équipe de projet, des bénéficiaires ainsi que des bailleurs. Le coût total des travaux de réhabilitation et d'extension s'élève à vingt-cinq millions deux cent dix mille sept cent cinquante-deux francs **(25 210 752 F CFA)**.

BIBLIOGRAPHIE

Denis Z. (2008), Approvisionnement en eau potable (117 pages)

Bega U.O. (2005), Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP (109 pages)

Maurice M. (1990), les bornes fontaines en Afrique (92 pages)

Diassibo C. (2013), Elaboration d'un cadre de conduite des études techniques et socio-économiques de projet d'AEPS pour l'équipement des gros centres ruraux : cas de nakar au Burkina Faso (74 pages)

Barnabé F. (2006), Optimisation des paramètres de dimensionnement des systèmes simplifiés d'alimentation en eau potable au Burkina Faso : cas de la région des Hauts bassins (156 pages)

Bega U.O. (2011), Pompes et stations de pompage(159 pages)

Hadjara A. (2014), Contribution à l'optimisation des études de mise en place d'un système d'AEPA en milieu rural : cas du village de Sampelga dans la province du Seno au Burkina Faso (79 pages)

Hubert B. (2013), Adduction d'eau potable avec pompe photovoltaïque : pratique et conception de recommandations et de conception (52 pages)

DGRE. (2006), Programme National d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement à l'horizon 2015 (74 pages)

GERTEC. (2010), Etude sur le prix de l'eau potable en milieu rural et semi urbain au Burkina Faso (162 pages)

MAHRH. (2004), Monographie socio foncière de la province du SOUM (109 pages)

MAHRH. (2001), la gestion des AEPS/PEA au Burkina Faso (05 pages)

Sahel C. (2012), la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable simplifié (AEPS) dans le centre de Sangha (72 pages)

Agence de l'eau. (2004), guide rédactionnel Diagnostic des systèmes d'alimentation en eau potable (119 pages)

ANNEXES

Annexe 1: Fiche technique du système AEPS du village de Dotoka	I
Annexe 2 : Vue générale du système AEPS du Village de Dotoka	III
Annexe 3 : Résultats de l'analyse physico chimique de l'eau du forage.	IV
Annexe 4 : Résultats de l'analyse micro biologique de l'eau du forage.	V
Annexe 5 : Avantages et Inconvénients des systèmes de pompage à courant continu et à courant alternatif.	VI
Annexe 6 : Abaque pompe grunfos	VII
Annexe 7 : Caractéristiques de la pompe choisie.	VIII
Annexe 8 : Problèmes et Solutions proposées pour la réhabilitation du système	IX
Annexe 9: Schémas d'Implantation de la Nouvelle borne fontaine	XI
Annexe 10 : Plan détaillé de la nouvelle borne fontaine	XII
Annexe 11 : Devis Estimatif des travaux	XVI
Annexe 12 : Avantages et Inconvénients des différents types de gestion	XVII
Annexe 13 : Rôle des différents acteurs dans l'affermage	XVIII

Annexe 1: Fiche technique du système AEPS du village de Dotoka

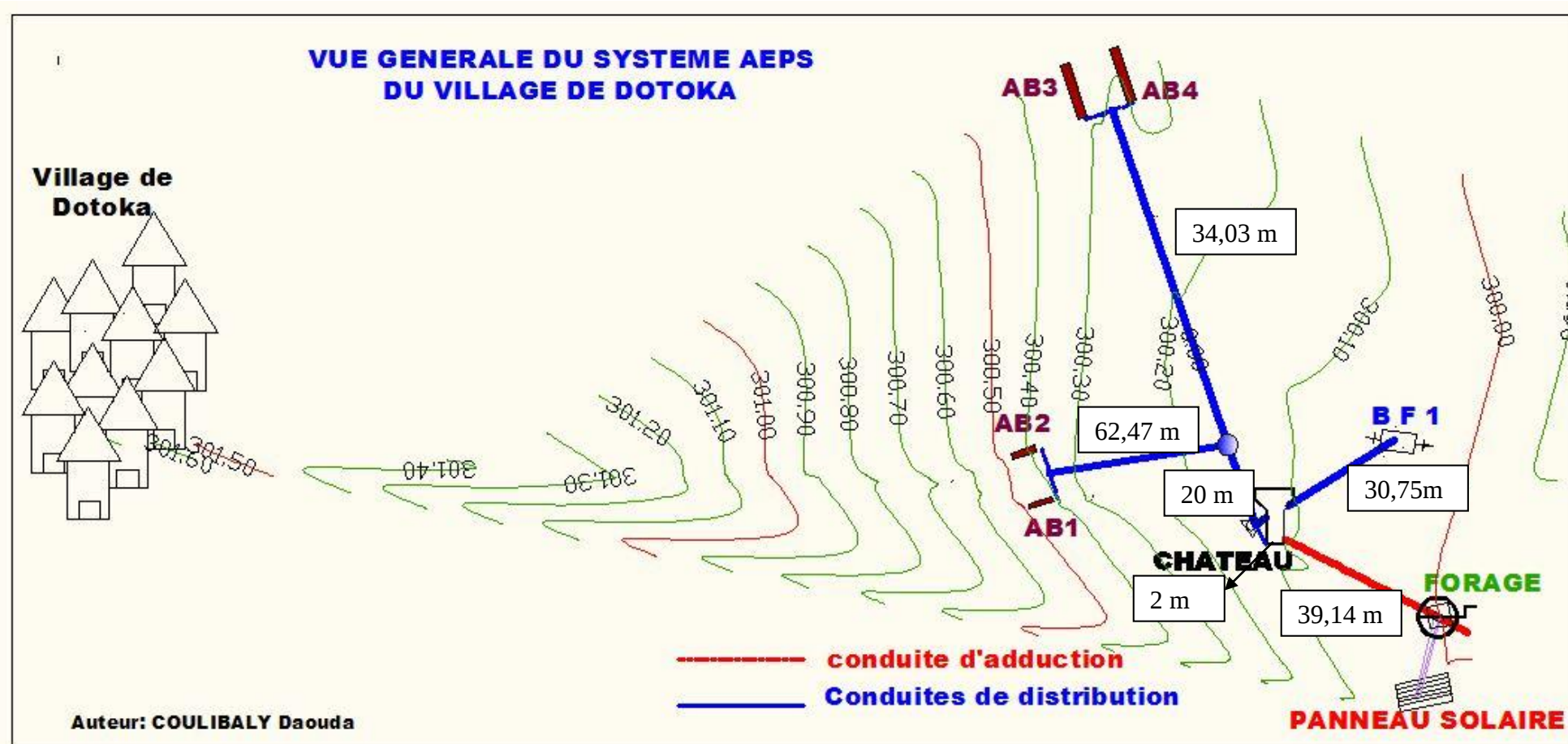
LOCALISATION	
Région / Province / Commune	Sahel/ Soum/ Baraboulé
SITE DU FORAGE	
<i>Coordonnées GPS</i>	30P 0624099 / 1566062
<i>Côte TN (m)</i>	300,00
<i>Diamètre d'équipement (mm)</i>	
<i>Profondeur (m)</i>	102
<i>Niveau statique (m)</i>	35,67
<i>Niveau dynamique (m)</i>	49,67
<i>Débit d'exploitation (m³/h)</i>	4,000
POMPE SOLAIRE	
<i>Côte d'installation (m)</i>	-
<i>Débit de refoulement (m³/h)</i>	4,000
<i>Hauteur Manométrique Totale (HMT)</i>	-
<i>Puissance (kW)</i>	-
SOURCE D'ENERGIE	
<i>Nature</i>	Solaire
<i>Nombre de PV</i>	16
<i>Puissance de chaque panneau (W)</i>	250
CHATEAU D'EAU	
<i>Nature / forme</i>	Métallique / forme cylindrique
<i>Côte TN (m)</i>	300,13
<i>Hauteur sous radier (m)</i>	5,5
<i>Volume (m³)</i>	10
<i>Diamètre intérieur de la cuve (m)</i>	2
<i>Hauteur intérieure de la cuve (m)</i>	3
CONDUITE D'ADDUCTION	
<i>Nature</i>	PVC
<i>Longueur (m)</i>	39,14
<i>Diamètre (mm)</i>	75
CONDUITES DE DISTRIBUTION	
<i>Nature</i>	PVC
<i>Longueur totale distribution (m)</i>	149,25

Thème : Etudes techniques de réhabilitation et d'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka au Burkina Faso et Proposition d'un mode de gestion

<i>Types Diamètres</i>		DN 50; DN 63 ; DN 75
BORNES FONTAINES (nombre)		1
ABREUVOIRS (nombre)		4

(Source :Fasem consult et visite de terrain)

Annexe 2 : Vue générale du système AEPS du Village de Dotoka



Annexe 3 : Résultats de l'analyse physico chimique de l'eau du forage.

	UNITES	VALEURS	Valeur limite recommandée par l'OMS
Température	°C	29.4	-
PH		6.96	-
conductivité électrique à 20 C	us/cm	369	-
Turbidité	NTU	1.13	5
Titre Alcalimétrique (TA)	°f	0	-
Titre Alcalimétrique complet(TAC)	°f	23.6	-
Durée totale (TH)	°f	22.4	-
Durée Calcique	°f	14.3	-
Residu Sec à 105 C	mg/l	264.17	1000
Calcium Ca 2+	mg/l	57.2	100
Magnésium mg 2+	mg/l	19.6	50
Sodium Na 2+	mg/l	18.4	200
Potassium K+	mg/L	5.9	12
Fer total (Fe)	mg/L	0.06	1
Manganèse Mn 2+	mg/L	0.007	0.4
Ammonium NH4 +	mg/L	0	1.5
Arsenic As	ug/L	0	0.01
Carbonate CO3 2-	mg/L	0	-
Bicarbonate HVO3-	mg/L	287.9	-
chlorure cl-	mg/L	1.83	250
Sulfates SO4 2-	mg/L	5	250
Nitrites NO2 -	mg/l	0.007	3
Nitrates NO3 -	mg/l	14.08	50
Orthophosphates PO 4 3-	mg/l	0.29	5
phosphore P	mg/l	0.09	2
Fluor	mg/l	0.4	1.5
Zinc (Zn)	mg/l	0.05	3

(Laboratoire d'Analyse SAINA Suarl)

Annexe 4 : Résultats de l'analyse micro biologique de l'eau du forage.

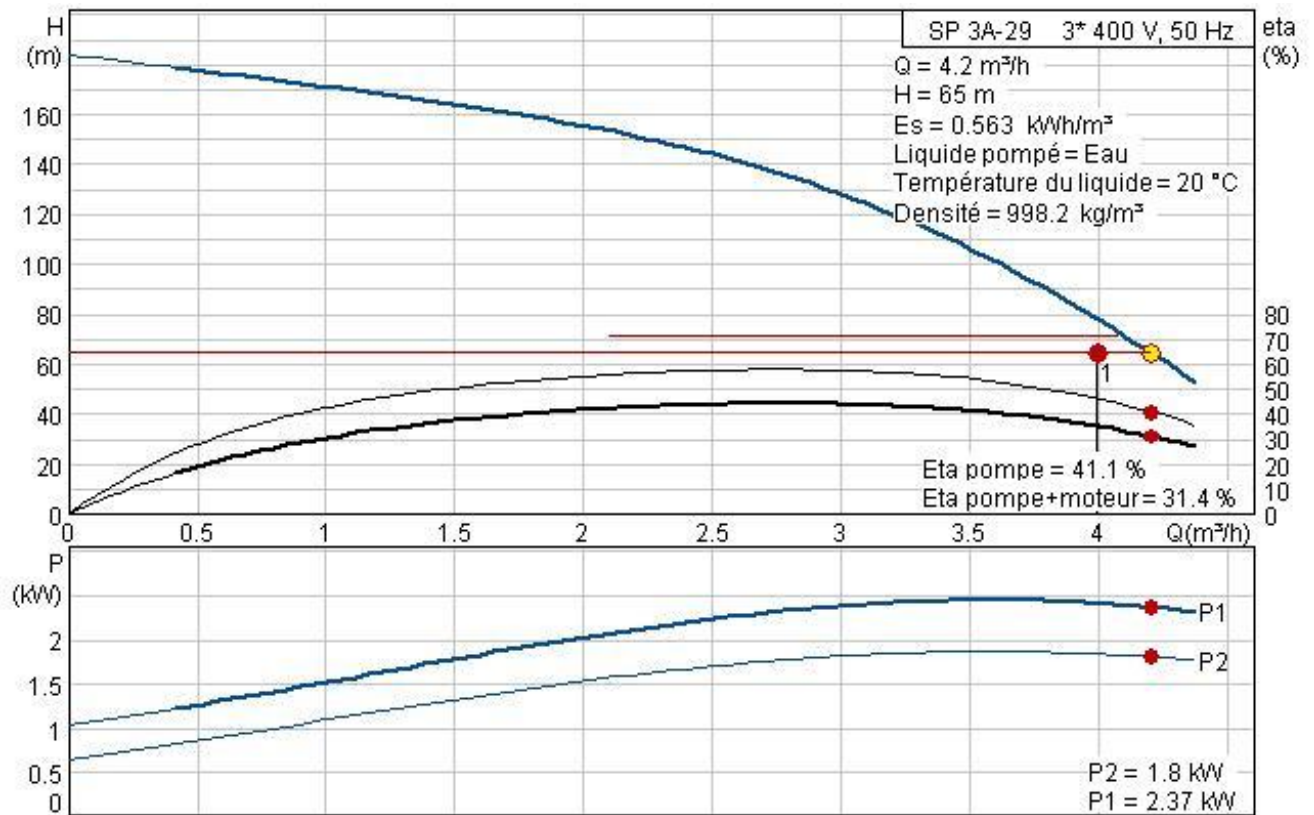
PARAMETRES	température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	RESULT ATS/100 ml	Valeur inferieur ou égale Recommandée par l' OMS
Recherche et Dénombrement des coliformes totaux	37°/24h	filtration sur membrane chromocult agar Coliformes	0	0/100ml
Recherche et Dénombrement des coliformes fécaux	37°/24h	filtration sur membrane chromocult agar Coliformes	0	0/100ml
Recherche et Dénombrement des Streptocoques fécaux	37°/24h	filtration sur membrane chromocult Enterocoques-agar	0	0/100ml
Recherche et Dénombrement des Pseudomonas aeruginosa	37°/24h	filtration sur membrane Gélose CN	0	0/100ml

(Laboratoire d'Analyse SAINA Suarl)

Annexe 5 : Avantages et Inconvénients des systèmes de pompage à courant continu et à courant alternatif.

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
POMPE AVEC MOTEUR A COURANT ALTERNATIF	• Fiabilité, • Nécessite peu d'entretien • Moteur à faible coût, • Bon rendement • Efficacité accrue grâce à des onduleurs solaires (Recherche du point de puissance maximale du générateur. Un microprocesseur recherche à intervalles réguliers la puissance maximale disponible du générateur et fixe ainsi la tension du courant continu à l'entrée de l'onduleur.) • Sécurité des équipements : (protection contre surchauffe, surcharge, sous-charge, surtension, sous-tension, défaut à la terre, court-circuit, fonctionnement à sec, blocage groupe motopompe	• Difficulté et coût de régulation (nécessite la réalisation de commandes) • Risque de l'arrêt total du service en cas de panne du convertisseur.
POMPE AVEC MOTEUR A COURANT CONTINU	• Facilité de régulation de débit et variation de vitesse dont ils s'accommodent • Bon rendement	• Chers et fragile • Démarre à faible charge • Coût d'entretien élevé • Risque de l'arrêt total du service en cas d'endommagement des panneaux • Difficulté d'utiliser une autre source d'Energie. • Equipements non sécurisés

Annexe 6 : Abaque pompe grunfos



Annexe 7 : Caractéristiques de la pompe choisie.

SP 3A-29

Pompes immergées multicellulaires pour l'arrosage, l'irrigation, l'adduction d'eau. Nombreuses applications industrielles, surpression, transfert...

La pompe est entièrement en Acier inoxydable DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4301.

Moteur 3-phasé avec écran anti-sable, paliers lubrifiés par liquide et diaphragme de compensation.

Liquide:

T° max. liquide à 0,15 m/sec 40 °C

Température liquide: 20 °C

Densité: 998.2 kg/m³

Technique:

Vitesse pour donnée pompe 2900 mn-1

Débit calculé: 4.2 m³/h

Pression fournie par la pompe: 65 m

Garniture mécanique pour moteur: LIPSEAL

Tolérance de courbe: ISO9906

Matériaux:

Pompe: Acier inoxydable
DIN W.-Nr. 1.4301
AISI 304

Roue mobile: Acier inoxydable
DIN W.-Nr. 1.4301
AISI 304

Moteur: Acier inoxydable
DIN W.-Nr. 1.4301
AISI 304

Installation:

Refoulement pompe: Rp 1 ¼

Diamètre moteur: 4 inch

Donnée électrique:

Type moteur: MS402

Puissance nominale - P2: 2.2 Kw

Fréquence d'alimentation: 50 Hz

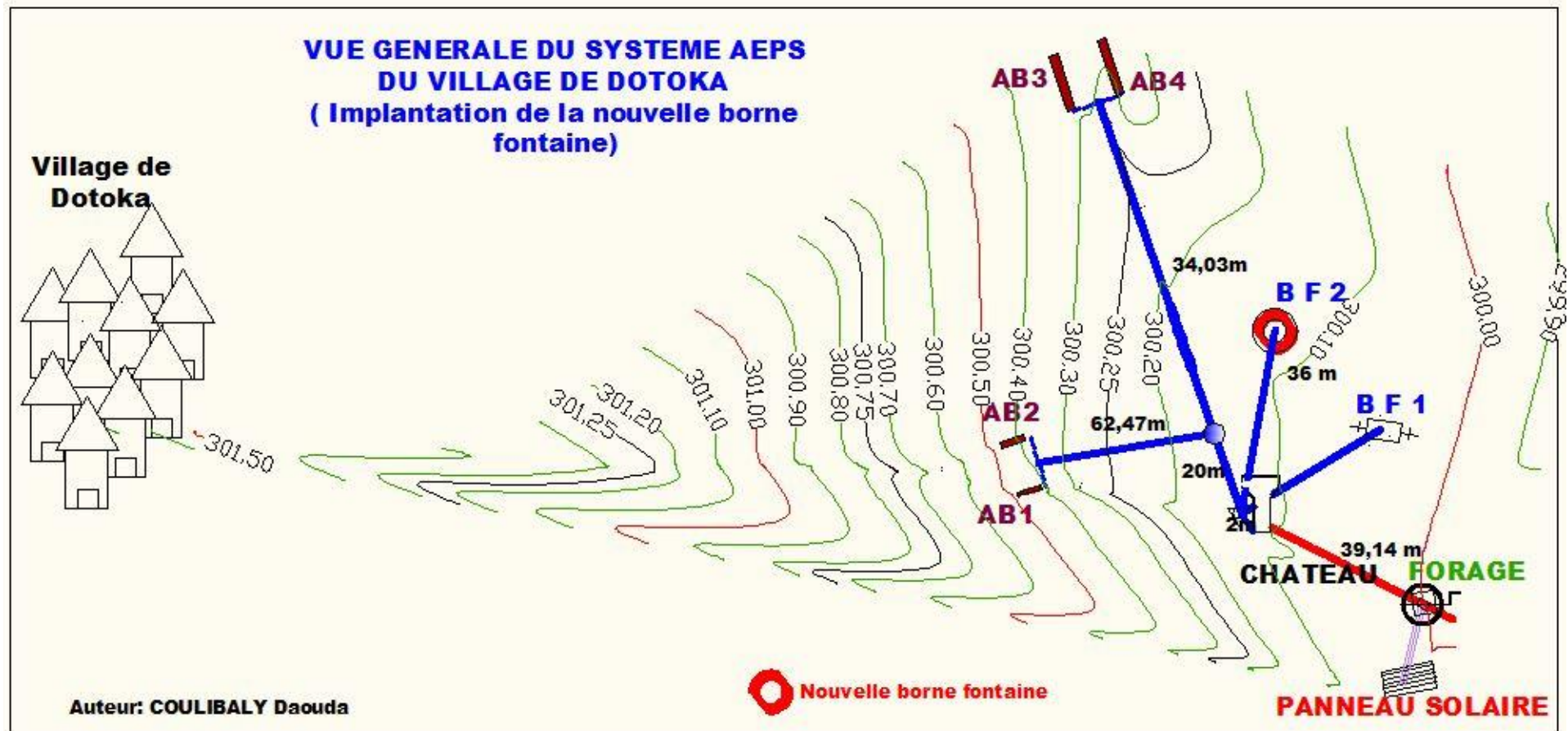
Annexe 8 : Problèmes et Solutions proposées pour la réhabilitation du système

	FORAGE	CONDUITE D'ADDUCTION	CHÂTEAU D'EAU	CONDUITES DE DISTRIBUTIONS	BORNE FONTAINE	ABREUVOIRS	SOURCE D'ENERGIE
OBSERVATIONS	le forage est productif l'abri de la tête de forage est en bon état l'installation de la tête de forage est minimale (absence de vannes, ventouse...) le compteur est l'arrêt le manomètre est à l'arrêt	Bon état	Château en bon état les tuyaux(refoulement, vidange, trop plein, distribution) sont en bon état la vanne de distribution est en bon état la vanne de vidange est en mauvais état le dispositif ne possède pas de by pass	Bon état	la robinetterie est vieille et la toiture est défailante	Absence de robinets de puisages	les panneaux sont endommagés les lames de renfort des cadres des PV sont bombées. Le cadre est tordu Le câblage, est en piteux état. Les boites de jonction et de réunion des strings sont inadaptées et non étanches le coffret de commande est en bon état

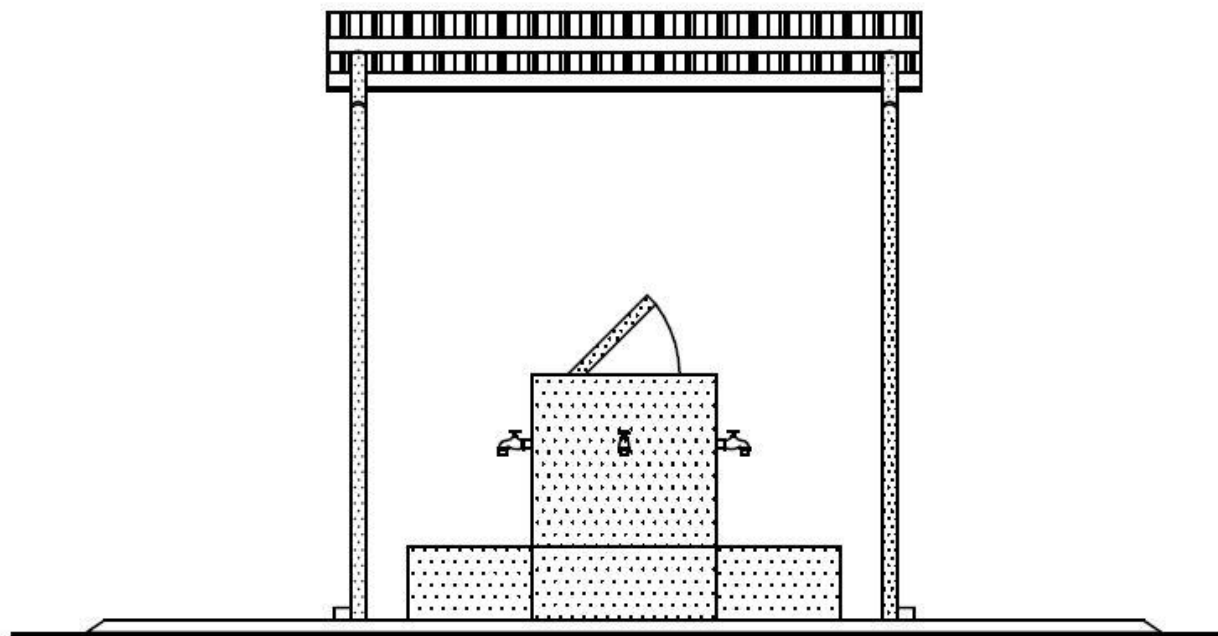
Thème : Etudes techniques de réhabilitation et d'extension du système simplifié d'adduction d'eau potable du village de Dotoka au Burkina Faso et Proposition d'un mode de gestion

SOLUTIONS PROPOSEES	compléter les équipements manquant de la tête de forage		refaire la peinture alimentaire à l'intérieur du château d'eau ; changer les vannes de la distribution et de la vidange au niveau des tuyaux galva connectés à la cuve ; prévoir un by-pass (aérien ou dans un regard au pied du château d'eau).		la reprise de la toiture du hangar ; le renouvellement de toute la robinetterie.	réhabiliter toute la maçonnerie ; aménager un perré maçonné autour de chaque abreuvoir ; renouveler toute la robinetterie et la toiture ; remplacer les compteurs défectueux le cas échéant.	remplacer tous les panneaux solaires renouveler le câblage Changer les boîtes de jonction et de réunion des strings prévoir un groupe électrogène remplacer le convertisseur changer l'électropompe
----------------------------	---	--	--	--	---	---	--

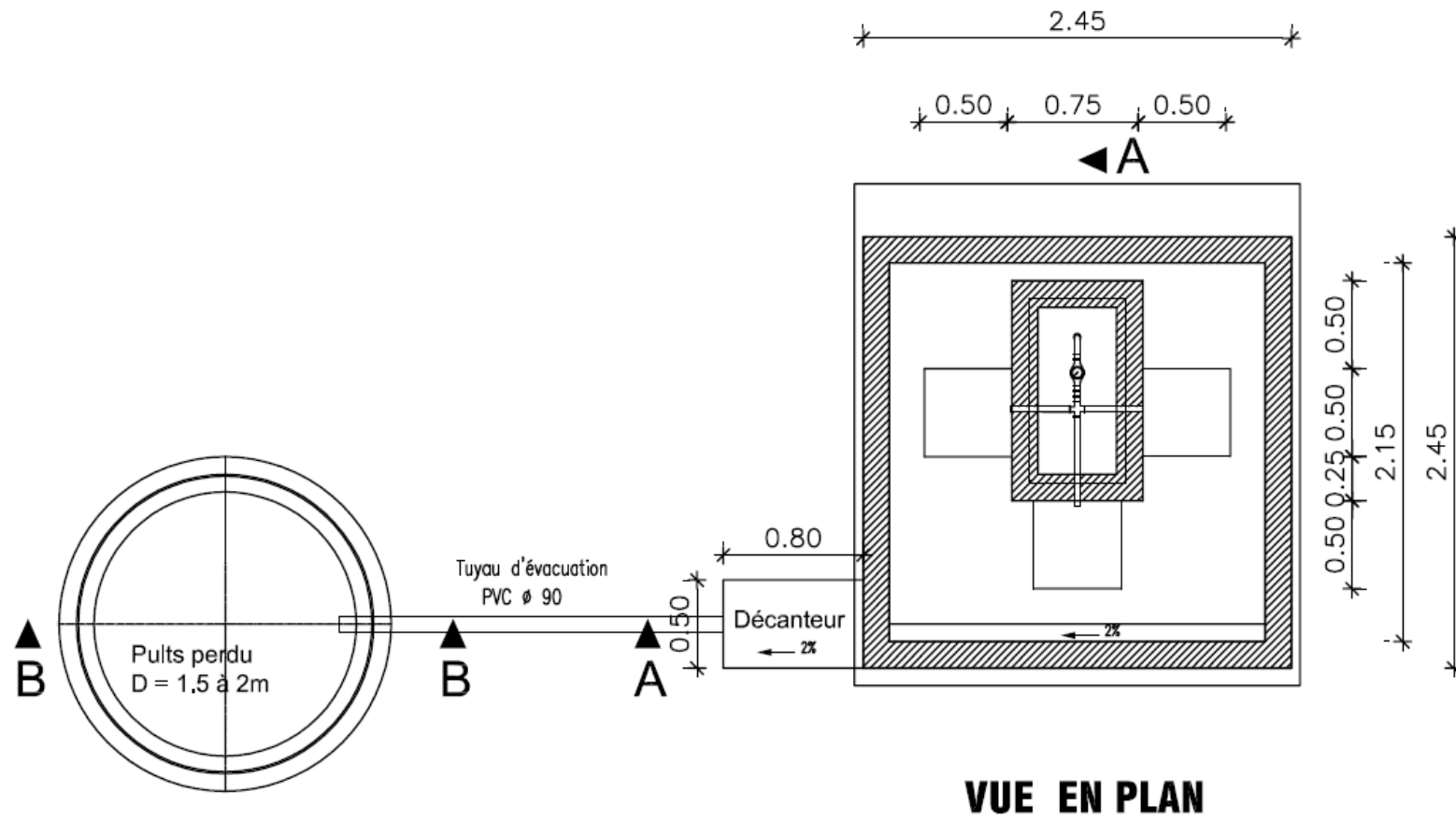
Annexe 9: Schémas d'Implantation de la Nouvelle borne fontaine

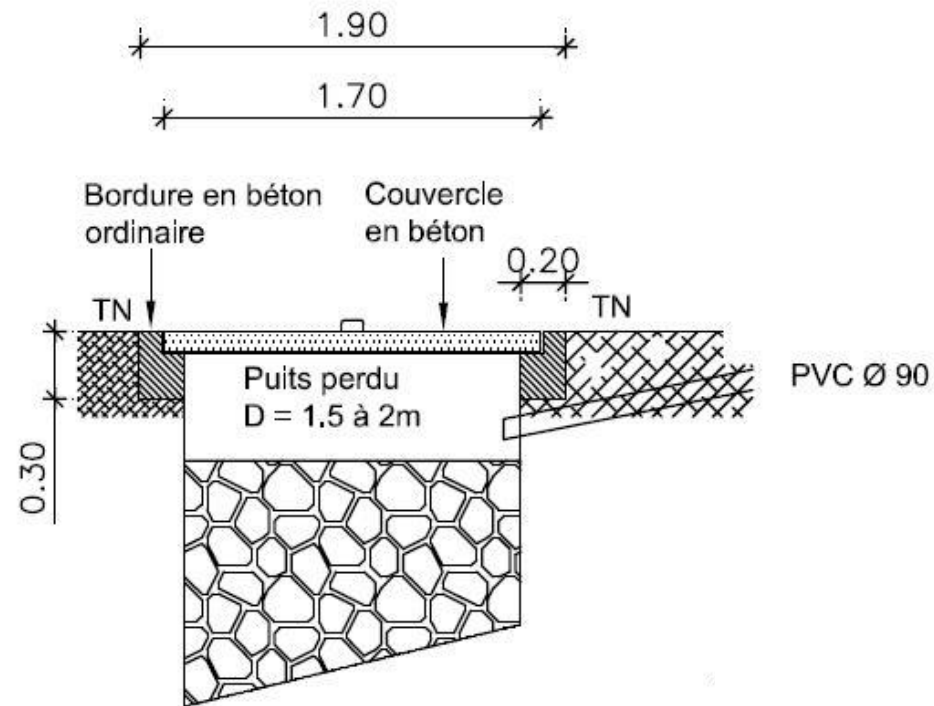


Annexe 10 : Plan détaillé de la nouvelle borne fontaine



VUE PRINCIPALE





COUPE B B PUIITS PERDU

Annexe 11 : Devis Estimatif des travaux

	Designation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix total
I	REHABILITATION DE L'AEPS				
I.1	FORAGE				
I.1.1	équipement complet de tête de forage (coudes, ventouse, piège à boue, compteur, pressostat, manomètre, vannes)	ens	1	590 000	590 000
I.1.2	Pompe immergée de 4,049 m3/h HMT 65	ens	1	1 650 000	1 650 000
I.2	SOURCE D'ENERGIE				
I.2.1	16 PV 250 W avec accessoires de raccordement, chassis en alu et poteaux de fixation au sol, bétonnage de la plateforme et toutes sujétions	ens	1	7 125 000	7 125 000
I.2.2	convertisseur de 3,9 Kw	U	1	2 900 000	2 900 000
I.2.3	coffret de contrôle de l'électropompe	ens	1	1 250 000	1 250 000
I.2.4	ensemble cablage et installation	ens	1	2 211 500	2 211 500
I.3	CHÂTEAU D'EAU				
I.3.1	Refection de la peinture alimentaire	U	1	100 000	100 000
I.3.2	changement des vannes de distribution et de vidange, by pass	ens	1	200 000	200 000
I.4	ABREUVOIR				
I.4.1	Renouvellement de la robinetterie	ens	1	80 000	80 000
I.4.2	Rehabilitation de la maçonnerie	ens	1	160 000	160 000
I.5	BORNE FONTAINE				
I.5.1	fourniture et installation d'une nouvelle toiture				

Annexe 12 : Avantages et Inconvénients des différents types de gestion

MODE DE GESTION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
REGIE	• prix du mètre cube moins élevé • large marge de manœuvre de la commune	• problème de gestion des installations (Risque de mauvaise gestion, lenteur des investissements, • peu d'entretien des équipements)
AFFERMAGE	• Gestion saine (par une entreprise compétente et autonome) • dispense la commune de frais de gestion, d'entretien et de maintenance	Risque de surfacturation du mètre cube
CONCESSION	• Service de qualité • bonne gestion des équipements pendant le période de concession • Bonne gestion • Entretien régulier des équipements	• Risque de surfacturation du mètre cube • Faible implication de la commune dans la gestion des ouvrages • problème de garantie de la durée des installations
GERANCE	• prix du mètre cube moins élevé • large marge de manœuvre de la commune	• Risque de mauvaise gestion • Problème de définition des responsabilités vis-à-vis des installations
GESTION COMMUNAUTAIRE	• prix du mètre cube fixé par consensus • Implication directe des usagers dans la gestion de l'eau	• Risque de mauvaise gestion • Exige la formation du personnel de gestion • Problème d'entente et de responsabilité

Annexe 13 : Rôle des différents acteurs dans l'affermage

Acteurs	Responsabilités
Etat 	▫ Prépare et veille à l'application de la législation. ▫ Définit et veille à l'application des normes de conception, de réalisation et d'exploitation. ▫ Planifie des investissements dans le cadre du Programme National d'AEPA. ▫ Agrée (certifie les capacités professionnelles et techniques) les opérateurs privés capables d'assurer l'exploitation et la maintenance des AEPS/PEA. ▫ Suit et contrôle la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. DRAHRH : ▫ Impulse et contrôle l'application de la Réforme. ▫ Apporte une assistance aux maitres d'ouvrage (communes).
Commune 	▫ Assure la maîtrise d'ouvrage. ▫ Est propriétaire de tous les ouvrages et équipements hydrauliques du domaine public. ▫ Etablit un plan de développement communal. ▫ Gère les AEPS/PEA de façon durable conformément aux principes de la Réforme en s'appuyant sur un opérateur privé avec lequel elle passera un contrat. ▫ Assure le renouvellement des équipements qui ne sont pas à la charge de l'Etat ou de l'exploitant. ▫ Requiert l'accord de l'exploitant pour toutes modifications touchant les infrastructures hydrauliques dans le périmètre de délégation. ▫ Fixe le prix maximum de l'eau. ▫ Participe à l'intercommunalité pour la gestion des AEPS/PEA : favorise la contractualisation entre un opérateur privé et plusieurs communes. ▫ Veille au bon déroulement du service de l'eau (mobilisation de la redevance par l'exploitant, réalisation du contrat d'affermage ou d'exploitation).
Exploitant	▫ Exploite les ouvrages (vend l'eau,