



# ÉLABORATION 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

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
MASTER INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES  
OPTION : Eaux souterraines

Présenté et soutenu publiquement le 26 Juin 2013 par

**Diassibo Hubert COULIDIATY**

**Travaux dirigés par : M. Bèga OUEDRAOGO**

Enseignant  
CENTRE COMMUN DE RECHERCHE EAU ET CLIMAT

**M. Tiamangou LOMPO**

Directeur Général  
GERTEC

Jury d'évaluation du stage :

Président : Harinaivo A. ANDRIANISA

Membres : Bèga OUEDRAOGO  
Moussa OUEDRAOGO

**Promotion [2012/2013]**



**Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement**

Fondation 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO – IFU 00007748B  
Tél. : (+226) 50. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 50. 49. 28. 01 - Mail : [2ie@2ie-edu.org](mailto:2ie@2ie-edu.org) - [www.2ie-edu.org](http://www.2ie-edu.org)

## Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

- ✚ A mes parents pour leur effort consenti, leur soutien indéfectible et tous les sacrifices qu'ils ne cessent de consentir à mon égard. Puisse DIEU leur accorder longévité afin qu'ils puissent recevoir en retour la plus-value de leur innombrables efforts ;
- ✚ A mes frères et sœurs pour leur soutien

*« Ils se plaignent et abandonnent tous ceux qui ne comprennent pas que le seul chemin pour la résurrection est la crucifixion »*

N. Kazantzakis

## Remerciements

A celui qui vit à jamais, celui par qui nous devons notre existence, Dieu Tout Puissant que ton nom soit magnifié. Merci pour cette force et ce courage qui nous amène dans l'atteinte de nos objectifs.

Nous adressons en terme simple nos remerciements à tous ceux qui ont joué leur partition dans l'élaboration de ce document :

- ✓ Mr Mahamadou KOITA, responsable pédagogique de la filière Infrastructure hydraulique à 2ie pour ces conseils ;
- ✓ Mr Bèga OUEDRAOGO, l'encadreur au sein de 2ie pour toute sa participation à toutes les différentes étapes dans l'élaboration du document ;
- ✓ Mr Moussa OUEDRAOGO, pour sa collaboration ses conseils pratiques et ses orientations ;
- ✓ Mr Tiamangou LOMPO, Directeur Général du bureau d'études GERTEC, notre encadreur pour ses apports inestimables ;
- ✓ Mr GORDIO de GERTEC pour ses orientations et sa franche collaboration ;
- ✓ Tout le personnel GERTEC pour leur collaboration durant la période du stage ;
- ✓ Mr Boureima BOLY chef de la section collectivité locale au siège de L'ONEA ;
- ✓ Mr Moussa OUEDRAOGO au niveau de la DGRE ;
- ✓ Mr OUAMEGA responsable de la gestion des services d'eau potable au niveau de l'entreprise PPI.

Nous sommes reconnaissants à tout le personnel pédagogique qui a assuré notre formation au sein de la grande famille 2ie

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce document ; qu'ils trouvent ici toute notre gratitude.

## Résumé

Les difficultés rencontrées au niveau des AEPS, relatives aux surdimensionnement ou au mauvais fonctionnement de ces systèmes, ouvre une piste de réflexion sur la proposition d'un cadre de conduite d'études socio-économiques et techniques. L'approche méthodologique adoptée repose d'une part sur la consultation des données issue des enquêtes sociologiques déjà menés dans la zone, d'autre part sur des entretiens réalisés auprès de personnes ressources.

Les résultats de l'étude socio-économique mettent en évidence la présence de ressources alternatives. L'AEPS devra donc faire face à cette grande concurrence surtout en saison pluvieuse. Néanmoins la population manifeste un grand intérêt et une réelle volonté à payer l'eau. La consommation spécifique a été objectivement fixée à 12 l/s.

Le choix technique qui traduit le niveau de confort offert aux usagers est un service limité par approvisionnement direct aux BF. Le principe de base adopté pour le dimensionnement des ouvrages est la complémentarité des forages PMH et BF qui seront installés. L'optimisation du dimensionnement a conduit à des options technologiques à moindre coût. C'est ainsi que le groupe électrogène a été préféré aux panneaux photovoltaïques sur la base du calcul du prix de l'eau. L'eau sera donc vendue à 400f CFA/m<sup>3</sup>.

Le système de gestion judicieux retenu est l'affermage. Cependant il y'a des difficultés dans la mise en œuvre liées au cahier de charges comme le témoigne l'expérience de PPI. Le cahier de charge proposé privilégiera la subvention du gas-oil par l'État afin d'alléger les charges du fermier, qui sera choisi selon des critères spécifiques.

### Mots Clés :

---

- 1 - Études socio-économiques ;
- 2 - Consommation spécifique ;
- 3 - Choix technique et technologique ;
- 4 - Dimensionnement;
- 5 - Affermage.

## **Abstract**

Difficulties at the AEPS, relative to the oversized or malfunctioning of these systems, opens a line of thought on the proposal of a framework for conducting socio-economic and technical studies. The adopted approach is based in part on data retrieval after sociological surveys already conducted in the area, the other on interviews with resource persons.

The results of the socio-economic study demonstrate the presence of alternative resources. The AEPS will have to face this great competition especially in the rainy season. Nevertheless the people showed great interest and a willingness to pay for water. The specific consumption was objectively set at 12 l / s.

The technical choice that reflects the level of comfort offered to users is limited by direct supply to BF service. The basic principle adopted for the design of structures is complementary drilling PMH and BF to be installed. The optimization of the design has led to technological options at a lower cost. Thus the generator was preferred photovoltaic panels on the basis of calculating the price of water. The water will be sold to 400f CFA/m<sup>3</sup>.

The judicious management system retained is leasing. However there are difficulties in implementing related specifications as evidenced by the experience of PPI. The proposed set of specifications favor the diesel subsidy by the government to ease the burden of the farmer will be selected according to specific criteria.

### **Key words:**

---

- 1 - Socio-economic studies**
- 2 - Specific consumption**
- 3 - Technical and Technological Choice**
- 4 - Sizing**
- 5 – Leasing**

## LISTE DES ABREVIATIONS

- AEP** : Approvisionnement en Eau Potable
- AEPS** : Approvisionnement en Eau Potable Simplifié
- Amort** : Amortissement
- BF** : Borne Fontaines
- BP** : Branchement privé
- Dcom** : Diamètre commercial en mm
- Dch** : Diamètre choisi
- Dth** : Diamètre théorique
- F CFA** : franc de la Communauté Française Africaine
- GERTEC** : Génie d'Etudes de Réalisation et d'Assistance Technique
- HMT** : Hauteur Manométrique Totale
- L** : litre
- l/j/hbt** : litre par jour par habitant
- l/s** : litre par seconde
- m/s** : mètre par seconde
- m<sup>3</sup>** : mètre cube
- OMD** : Objectifs du Millénaire pour le Développement
- OMS** : Organisation Mondiale pour la Santé
- ONEA** : Office National de l'Eau et de l'Assainissement
- PCD AEPA** : Plan Communal de Développement Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
- PE** : Polyéthylène
- PEA** : Poste d'Eau Autonome
- PMH** : Pompe à Motricité Humaine
- PN** : Pression Nominale
- PN AEPA** : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
- PPI** : Projet Production International
- PVC** : Polychlorure de Vinyle
- Nbre**: Nombre
- RN**: Route Nationale
- SAWES**: Sahelian Agency for Water, Environment and Sanitation
- Φ** : le diamètre commercial

## TABLE DES MATIERES

pages

Remerciements .....	ii
Résumé .....	iii
Abstract.....	iv
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	v
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	vii
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	viii
Introduction.....	1
Problématique.....	2
Objectifs de cette étude.....	2
Chapitre I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
I.1 Situation géographique et accessibilité .....	3
I.2 Milieu physique.....	3
Chapitre II : GENERALITES .....	5
II.1 Définition de quelques concepts.....	5
II.2 Description d'un système AEPS .....	6
II.3 Normes et critères en vigueur en milieu rural .....	6
Chapitre III : METHODOLOGIE .....	7
III.1 Les études socio-économiques .....	7
III.2 Les études techniques.....	9
III.3 Mode de gestion : l'affermage.....	12
Chapitre IV : RESULTATS .....	13
IV.1 Les études socio-économiques .....	13
IV.2 Études techniques .....	28
IV.3 Études économiques .....	34
IV.4 Gestion des systèmes d'eau potable : Le contrat d'affermage .....	36
IV.4.1 Réforme du mode de gestion des ouvrages hydrauliques.....	36
IV.4.2 L'expérience de PPI-Burkina dans l'affermage .....	37
IV.4.3 Propositions d'un cahier de charge.....	38
IV.4.4 Critère de sélection des opérateurs .....	40
Chapitre V : DISCUSSION.....	42
V.1 Études socio-économiques .....	42
V.2 Étude techniques.....	43
CONCLUSION.....	44
Recommandations.....	45
Bibliographie .....	46
Annexes .....	48

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau I : Evolution de la population de Nakar .....	17
Tableau II : synthèse des points d'eau par quartier.....	18
Tableau III : Estimation journalière d'eau payante.....	19
Tableau IV : Estimation de la consommation journalière d'eau gratuite .....	20
Tableau V : Evolution du besoin théorique.....	22
Tableau VI : méthode de la capacité à payer .....	23
Tableau VII : méthode de la volonté à payer .....	23
Tableau VIII : Liste des sites identifiés.....	24
Tableau IX : Tarification de la vente d'eau .....	26
Tableau X : Récapitulatif des données socio-économiques de Nakar .....	27
Tableau XI : Besoin de production de pointe journalière .....	32
Tableau XII : Plage de variation de la pression et de la vitesse .....	32
Tableau XIII : Caractéristiques du réservoir .....	33
Tableau XIV : Choix de la conduite de refoulement .....	33
Tableau XV : Récapitulatif des diamètres utilisés .....	33
Tableau XVI : Synthèse du dimensionnement des éléments du système d'AEPS .....	35

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1: Sources, revenus et domaine de dépense .....	21
Figure 2: indice de richesse .....	22
Figure 3: Proportion des maladies connues.....	24

## Introduction

L'accès aux services d'eau se pose avec acuité dans les pays en développement, plus particulièrement en Afrique au Sud du Sahara où l'accès est l'un des plus bas au monde, 64% en zone urbaine et 37% en zone rurale (PCD Pabré ; 2005).

Au regard de cette situation préoccupante, les dirigeants du monde se sont engagés à travers les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD), à œuvrer afin de réduire de moitié au plus tard en 2015, la proportion de population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable.

C'est pourquoi l'accès à l'eau potable est dorénavant défini comme un axe stratégique majeur parmi ceux identifiés pour la réduction de la pauvreté (PN-AEPA ; 2006). En témoignent les investissements massifs réalisés avec l'aide des partenaires techniques et financiers.

Depuis le démarrage de l'hydraulique rurale au Burkina Faso, 472 réseaux d'adduction d'eau potable simplifiés (AEPS) et postes autonomes d'eau (PEA) ont été réalisés, dont 311 sont fonctionnels (PN-AEPA ; 2006). Ce résultat est satisfaisant mais renferme beaucoup d'insuffisance au regard du nombre impressionnants d'AEPS et PEA qui ne fonctionnent pas. Les causes probables de cette situation peuvent être liées aux pannes qui interviennent au cours de l'exploitation des ouvrages ou alors la concurrence des points d'eau traditionnels qui restent d'usage très fréquent (PN-AEPA).

Pour les futurs projets il serait intéressant de revoir les paramètres essentiels du dimensionnement afin d'assurer leur viabilité. L'OMS recommande une consommation de 20 litres par personne et par jour en milieu rural. Selon le PN-AEPA les consommations spécifiques restent éloignées de l'objectif de 20 litres. En première approche il faudra penser à optimiser les différentes variantes. Un système trop grand coûtera plus cher que ce que les habitants sont prêts à payer et un système trop petit conduira à des conflits sur l'accès de l'eau.

La pérennité des systèmes installés dépendra du mode de gestion appliqué. La gestion qui reposait sur un système communautaire a montré ses limites selon les constats de la réforme du système de gestion. La complexité des systèmes d'AEPS nécessitant des compétences spécifiques qui ne sont pas à la portée des communautés. Au regard des expériences conduites à travers le pays, l'assistance technique suggère fortement aux communes d'opter pour le mode de gestion délégué (document cadre, 2009).

Le thème de ce mémoire tire tout son intérêt dans la prise en compte optimale des intrants du dimensionnement et la définition du système de gestion et est intitulé comme suit :

**Élaboration 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.** Quatre chapitres seront abordés au cours de cette étude après la partie introductive. Le chapitre I traitera sur la zone d'étude ; le chapitre II exposera la méthodologie utilisée. Les résultats seront présentés dans le chapitre III. La discussion des principaux résultats sera faite au chapitre IV.

## **Problématique**

Le Burkina Faso comme beaucoup d'autre pays en Afrique au sud du Sahara a retenu des systèmes simplifiés d'AEP pour l'équipement des gros centres ruraux. Les ouvrages, réseaux et équipements hydrauliques constitutifs des systèmes déjà réalisés connaissent des dysfonctionnements inhérents à des surdimensionnements. Cela conduit à des coûts élevés de l'eau, la rendant économiquement inaccessible.

Conçus et dimensionnés pour des productions et distribution couvrant des consommations pouvant aller à 25 litres par jour et par habitant, à l'exploitation il ressort que ramené à l'année, les prélèvements des usagers n'excèdent guère six (6) à huit (8) litres par jour et par habitant.

Les schémas de surveillance et de contrôle de qualité n'existant pas, il n'est pas rationnellement établi que l'eau livrée au travers de ces systèmes soit de qualité meilleure que celle des forages à PMH.

La forme de gestion retenue, l'affermage, si dans le principe elle est judicieuse, sa mise en œuvre donne des résultats non satisfaisants pour tous.

## **Objectifs de cette étude**

### **Objectif global**

L'objectif global de l'étude est de mettre à la disposition des bureaux d'études et des services techniques de l'administration et des ONG, un cadre de conduite des études de conception.

### **Objectif spécifiques**

L'atteinte de l'objectif global nécessite la définition d'objectifs spécifiques :

- proposer un cadre de conduites d'études socio-économiques ;
- proposer de choix techniques et technologiques ;
- dimensionner les éléments constitutifs du système proposé ;
- définir les critères de choix et le cahier de choix des opérateurs pour le mode de gestion retenu : l'affermage.

## Chapitre I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### I.1 Situation géographique et accessibilité

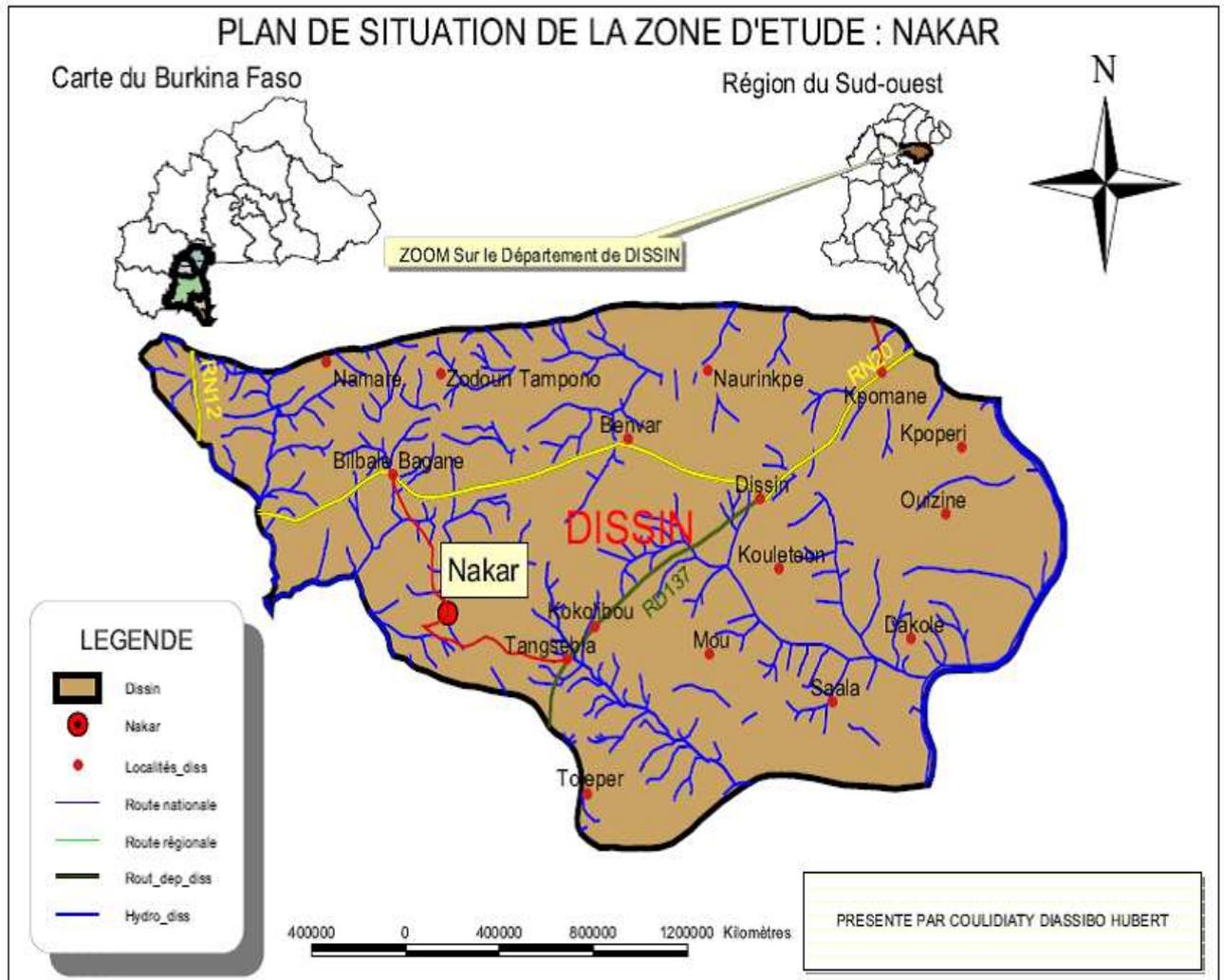
Le village de Nakar fait partie des vingt-trois (23) villages administratifs dans la commune rurale de Dissin. Il est situé à 13 km à l'Ouest de Dissin et 42 km environ de Dano, chef-lieu de la province du Ioba dans la région du Sud-ouest. Nakar compte actuellement dix (10) quartiers et est limité comme suit :

- A l'est par le village de Tangsebla ;
- A l'Ouest par le village de Bontioli ;
- Au Nord par la route nationale n° 20 (RN 20) de l'axe Dissin – Djikologo et les villages de Bilballé et de Benvar ;
- Au Sud par le village de Yotiar ;
- Au Nord Est par le village de Kokoligou ;
- Au Sud Est par le village de Tomblé.

La carte de situation est à la page suivante

### I.2 Milieu physique

- **Relief** : le relief de Nakar est très accidenté avec des chaînes de collines et des vallées. Les plaines sont de faibles étendues.
- **Sols** : sur le territoire de Nakar, les sols sont surtout de type gravillonnaire et limono-gravillonnaire.
- **Climat** : le village de Nakar est sous l'influence du climat de type soudanien. Il en est de même pour toute la province du Ioba. Les précipitations annuelles varient 900 et 1000 mm
- **Réseau hydrographique** : la zone du Projet est drainée par la Bougouriba qui est un affluent du Mouhoun (le plus grand fleuve du pays).
- **Géologie** : Nakar est situé dans une zone de socle cristallophyllien avec comme principales formations géologiques des roches volcano-sédimentaires. Ces dernières sont localisées dans un long sillon Birrimien qui part de la partie centrale du pays jusqu'à l'extrême sud de la province du Noubiel.
- **L'hydrogéologie** : Dans un tel contexte géologique, les zones d'infiltration sont les parties fissurées et fracturées du socle, et les aquifères sont discontinus et localisés en ces mêmes endroits. Les altérites issues de la décomposition des roches volcano-sédimentaires, sont en général trop fines pour être captées par forage mais leur rôle de réservoir demeure tout de même important.



## Chapitre II : GENERALITES

### II.1 Définition de quelques concepts

- ✓ **Eau potable** : Eau dont la consommation ne présente pas de danger pour la santé humaine à court, moyen et à long terme.
- ✓ **Approvisionnement en eau potable (AEP)** : Ensemble d'opérations visant à mobiliser une ressource en eau, si nécessaire la traiter qualitativement pour la rendre propre à la consommation humaine, et transporter en divers points de consommations publics ou privés.
- ✓ **Approvisionnement en eau potable simplifié (AEPS)** : Système d'approvisionnement en eau basé sur une technologie simplifiée à moindre coût.
- ✓ **Forage** : Ouvrage de petit diamètre (supérieur ou égale à 4 pouces) destiné à capter des aquifères profonds. Il est équipé d'un tubage et d'une superstructure, et est prévu pour recevoir un dispositif de pompage.
- ✓ **Pompe à Motricité Humaine (PMH)** : Système d'approvisionnement en eau à partir d'un forage équipé d'une pompe immergée et d'un système de puisage manuel ou à pied.
- ✓ **Borne fontaine** : Point d'eau collectif destiné à approvisionner les populations à faible revenu
- ✓ **Affermage** : Mode de gestion délégué du service public d'eau dans lequel les investissements initiaux ont été effectués par la collectivité publique. Le fermier reçoit les ouvrages déjà réalisés et assure la gestion de service en faisant l'avance d'un seul fond de roulement. Il assure les travaux d'entretien courant et gère le service à ses risques et péril.
- ✓ **Fermier** : Personne morale ou physique privé qui a reçu de l'autorité contractant la mission d'exploiter des ouvrages préalablement acquis par l'autorité contractante, en vue d'assurer la fourniture d'un service public (ici l'eau potable), le délégataire n'ayant pas réalisé les investissements initiaux.
- ✓ **Cahier de charges** : Document écrit qui, dans le cadre d'un contrat, détermine les obligations réciproques entre la commune et son contactant.
- ✓ **Gros centres ruraux** : Espaces géographiques qui abritent une population comprise entre 6000 et 10 000 habitants.

Les gros centres ruraux s'avèrent trop petits pour développer un système de distribution classique rentable, mais trop grand pour relever de l'hydraulique villageoise. L'option de la mise en place des AEPS est largement répandue dans les gros centres ruraux.

## II.2 Description d'un système AEPS

Les systèmes d'AEPS ne comportent que juste les ouvrages essentiels. Ils visent les objectifs d'amélioration de l'accès à l'eau potable tout en réduisant les coûts d'investissements et les charges d'exploitations. Un système d'AEPS comprend :

- ✚ Un forage potentiellement productif (débit d'exploitation  $\geq 5 \text{ m}^3/\text{heure}$ ).
- ✚ Un groupe de pompage immergé avec colonne montante, les équipements en tête de forage et le coffret de commande.
- ✚ Une alimentation électrique de la pompe immergée soit par une source thermique, solaire ou le réseau électrique national.
- ✚ Un ouvrage de stockage généralement constitué par un réservoir surélevé au Burkina Faso.
- ✚ Un réseau de refoulement et de distribution d'eau constitué de conduites à petit diamètre généralement en plastique.
- ✚ Un système de désinfection.

## II.3 Normes et critères en vigueur en milieu rural

- Les différentes normes ont été élaborées et adoptées lors de l'élaboration du PN AEPA.
- Un forage équipé de PMH pour 300 habitants
- Une borne fontaine pour 500 habitants
- La distance à parcourir par l'habitant pour atteindre une borne fontaine est d'au plus 500 mètres.

## Chapitre III : METHODOLOGIE

### III.1 Les études socio-économiques

Les études socio-économiques jouent un rôle déterminant voir incontournable dans la détermination des options techniques et technologiques de projets d'AEPS. De la structuration des habitats, en passant par l'utilisation de la ressource eau et les questions assainissement, telles sont autant, d'éléments non exhaustifs utiles qui orientent les choix techniques de l'ingénieur.

Les études socio-économiques sont menées par les sociologues qui possèdent des connaissances assez poussées dans les projets d'approvisionnement en eau potable.

Avant toute chose il faut d'abord définir l'étude, les objectifs et les résultats attendus. A cet effet, il est important de réunir toutes la bibliographie disponible qui touchent de façon pertinente la localité bénéficiaire du projet.

La méthodologie abordée dans cette partie explique uniquement comment les résultats de l'étude socio-économique ont été obtenus à Nakar sachant que le cadre de conduite d'étude socio-économique sera proposé.

Les informations sont recueillies à trois niveaux :

- Les ménages à partir de la fiche d'enquête ;
- Les personnes ressources à travers un guide d'entretien ;
- Les assemblées villageoises.

#### III.2.1 Echantillonnage

Il est très difficile et même très coûteux d'enquêter tous les ménages. On se définit donc un échantillon dont la substance la plus importante est la représentativité.

La taille de l'échantillon N est déterminée par l'application de la formule suivante :

$$N = \frac{t^2(1-p)p}{m^2} \quad \text{Avec}$$

*t* : niveau de confiance (valeur type du niveau de confiance de 95% qui est de 1,96) ;

*p* : la probabilité de succès ou de réalisation positive de l'évènement  $p = 0,5$  ;

*m* : la marge d'erreur prise égale à 10%.

#### III.2.2 Taille de la population et évolution

L'estimation des populations est faite sur la base de données statistique, généralement celle du dernier recensement et du taux de croissance observé. Une croissance géométrique de la population est ici considérée. La population à l'horizon du projet est donnée par la formule suivante :

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

$P_n$  : Population à l'horizon du projet ;

$P_0$  : population à l'année du dernier recensement ;

$\alpha$  : taux d'accroissement de la population ;

$n$  : intervalle d'années entre  $P_n$  et  $P_0$

### III.2.3 Consommation et besoin en eau

La détermination des consommations spécifiques nécessitent préalablement un inventaire de toutes les sources d'approvisionnement. Pour cette rubrique, il s'agira de recueillir l'information sur les quantités d'eau prélevées par chaque ménage. A partir de ces données on projette au prorata de la population totale par quartier pour obtenir la consommation totale. Les valeurs moyennes de ces consommations sont des valeurs indicatives qui vont déterminer le choix de la consommation spécifique.

### III.2.4 Analyse de la demande solvable

On entend par demande solvable, la quantité d'eau que l'utilisateur est prêt à acheter à un prix donné. Autrement dit, c'est la somme d'argent que l'utilisateur est prêt à consacrer à l'achat d'eau dans un laps de temps donné (par exemple un mois).

En considérant les sources de revenus et les dépenses, on arrive à dégager l'indice de richesse des ménages ; ce qui est un indicateur significatif quant à cette capacité de supporter le coût de l'eau.

Par ailleurs l'analyse par la capacité et la volonté à payer constitue en plus un point essentiel de la demande solvable. Les données recueillies pour l'échantillon et extrapolé à l'ensemble des ménages, permettent d'estimer les consommations au cas où l'AEPS serait réalisé. La volonté à payer a été évalué à partir du nombre de seaux de 20 litres vendu à 10 f CFA. La capacité à payer l'eau est estimée sur la base de la somme que le ménage consentirait à dépenser pour l'achat de l'eau.

Des compléments d'informations devront être fournies telles que le nombre et lieux d'implantation de bornes fontaines, l'existence de dispositifs sanitaires et des systèmes tarifaires issus de l'expérience de zone similaire à celle du projet. Les études socio-économiques étant en amont des études techniques de projets d'AEPS.

## III.2 Les études techniques

Les études techniques ont pour objectif de déterminer et de dimensionner le système permettant de satisfaire la demande solvable jusqu'à l'horizon du projet.

### III.2.1 Besoin de production

La complémentarité dans l'utilisation des eaux de PMH et celle du système d'AEPS devra être considérée en vue d'optimiser le dimensionnement du système retenu.

La mise en service de l'AEPS augmentera le confort de la population qui aura tendance à s'en servir en lieu et place des puits et PMH. C'est le constat qui est fait actuellement au niveau de plusieurs AEPS. Ainsi la fréquentation des PMH régressera de 100% au départ du projet pour atteindre un niveau raisonnable de 17% à l'horizon du projet. La proportion des ménages ayant un revenu annuel inférieur 200 000 f CFA étant de 17%.

Le besoin de production de pointe journalière ( $B_{pj}$ ) est calculé comme suit :

$$B_{pj} = \left( P \times \frac{d}{100} \times \frac{Cs}{1000} - V_f \times \frac{r}{100} \right) \times C_{ps} \times C_{pj} \times C_{perte}$$

Avec :

$P$  : population estimée à l'horizon du projet ;

$d$  : taux de desserte exprimé en pourcentage ;

$Cs$  : consommation spécifique exprimé en l/j/hbt ;

$C_{ps}$  : coefficient de pointe saisonnier ;

$V_f$  : volume susceptible d'être prélevé au niveau des PMH en  $m^3/j$  ;

$C_{perte}$  : coefficient de perte ;

$r$  : taux de régression d'utilisation des PMH exprimé en pourcentage ;

$C_{pj}$  : coefficient de pointe journalier.

### III.2.2 Le Débit de distribution

Le réseau de distribution doit satisfaire la demande à l'heure de pointe du jour de pointe. Le débit de base pour la distribution (sortie château) est exprimé comme suit :

$$Q_{dist} = \frac{B_{pj} \times 1000}{t_f} \times C_{ph} \quad \text{Avec}$$

$t_f$  le temps d'utilisation des bornes fontaines en heure et  $Q_{dist}$  en l/s

### III.2.3 Choix du nombre de bornes fontaines

Un point d'eau collectif dessert 500 personnes selon la norme et la distance à parcourir pour la recherche de l'eau ne devra pas dépasser 500 m. La prise en compte des volumes livrés à travers les PMH permet de réduire le nombre de bornes fontaines. Les sites d'implantation ont été choisis en tenant compte de ce contexte. Au total sept points ont été identifiés à cet effet.

### III.2.4 Diamètre de conduites de distribution

Le débit de pointe de chaque tronçon est imposé par le nombre de robinet en exploitation. Par l'équation de continuité on calcule le diamètre des conduites.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\Pi \times V}} \text{ Avec}$$

$Q$  le débit en  $m^3/s$   
 $V$  la vitesse en  $m/s$

Pertes de charges

La formule de Manning Strickler a été utilisée pour le calcul des pertes de charges

$$j = \frac{10,29 \times L \times Q^2}{K_s^2 \times D^{16/8}}$$

$j$  la perte de charge totale,  $L$  la longueur en mètre ;  
 $K_s$  le coefficient = 120 pour le PVC ;  
 $D$  le diamètre en mètre ;  
 $Q$  le débit  $m^3/s$ .

### III.2.5 Simulation du réseau

Connaissant les caractéristiques du réseau de distribution la simulation avec le logiciel Epanet avec les consommations au jour de pointe et à l'heure de pointe permettra obtenir les pressions dynamiques et leurs variations au cours de la période de pointe.

### III.2.6 Conduite de refoulement

Avec un débit probable attendu de  $15m^3/h$  le calcul du diamètre est effectué par l'application des formules suivantes :

- Bresse :  $D_{th} = 1,5 \times \sqrt{Q}$
- Bresse modifiée :  $D_{th} = 0,8 \times \sqrt[3]{Q}$
- Munier :  $D_{th} = (1 + 0,02 \times n) \times \sqrt{Q}$  avec  $n$  : temps de pompage et  $Q$  en  $m^3/s$

L'objectif étant de choisir le diamètre économique qui minimise les charges d'exploitation et le coût d'investissement.

### III.2.7 Système de pompage

La détermination de la pompe et de ses caractéristiques découle de la HMT et du débit d'exploitation

$$HMT = H_{géo} + \sum j \quad \text{Avec}$$

$H_{géo}$  la hauteur géométrique ;  
 $\sum j$  les pertes de charges à l'aspiration et au refoulement.

### III.2.8 Etude du phénomène du coup de bélier

C'est un phénomène du à l'arrêt brusque de la pompe par suite d'une coupure d'électricité ou alors par suite de la fermeture d'une vanne. La surpression générée par le coup de bélier est comparée à la pression maximale admissible de la conduite afin d'envisager une probable protection. La dépression obtenue devra être supérieur à la valeur de la pression atmosphérique pour éviter toute implosion

$$\text{La variation de pression } \Delta h = \frac{a \times V_0}{g}$$

*a la célérité de l'onde ;  
V<sub>0</sub> la vitesse (m/s) ;  
g (m2/s) la pesanteur.*

La valeur de la surpression dépression est calculée comme suit

$$H = HMT \pm \Delta h$$

*H en m  
HMT en m  
Δh en m*

### III.2.9 Source d'énergie pour le pompage

Nous envisageons ici l'utilisation du groupe électrogène et celui des plaques photovoltaïque. Ce sont les types d'énergie couramment utilisé au niveau des AEPS au Burkina. L'énergie éolienne ne pouvant être envisagé à cause de la vitesse des vents qui est extrêmement faible ; elle est inférieur à 3 m/s.

 Pour les groupes électrogènes nous calculons la puissance apparente

$$P_{\text{apparente}} = \frac{P_{\text{absorbé}}}{\eta_{\text{groupe}} \times \cos \varphi}$$

*P<sub>absorbé</sub> : la puissance absorbée par la pompe donnée par le constructeur ;  
η<sub>groupe</sub> : le rendement ;  
Cosφ : le facteur de puissance du groupe.*

 Les plaques solaires

Le pompage au fil du soleil est l'une des solutions les plus adapté dans la mesure où elle évite l'interposition de batterie dont la durée de vie est limitée entre 5 à 7 ans La puissance crête du champ photovoltaïque est estimée comme suit :

$$P_c = 2,725.10^{-3} \times \frac{B_{pj} \times HMT}{K_p \times E_i \times R_{ond} \times R_{mp}}$$

*Qj le besoin journalier ;*

*Kp le coefficient de productivité du système photovoltaïque ;*

*Ei le rayonnement journalier mensuel (kWh/m<sup>2</sup>/j) ;*

*Rond le rendement de l'onduleur ;*

*Rmp le rendement de la motopompe.*

Le nombre de module à prévoir est fonction de la puissance d'un module. En général elle varie entre 0.19kW et 0.215 pour les modules de 24 volts.

### III.2.10 L'étude économique

Elle a pour but d'estimer le coût global des travaux pour la réalisation du projet. La prise en compte de l'amortissement des équipements et l'investissement permettra de calculer le prix de l'eau à titre indicatif.

Le prix du mètre cube d'eau est calculé comme suit :

$$P_r = \frac{A + I + C}{P} ;$$

*Pr : le prix de revient du mètre cube d'eau ;*

*A : l'amortissement des équipements ;*

*I : l'investissement initial ;*

*C : Les charges d'entretien et d'exploitation des ouvrages.*

### III.3 Mode de gestion : l'affermage

La problématique de l'affermage pour être mieux cernée nécessitait des entretiens auprès de structures qui exercent dans ce secteur d'activité. Des cadres d'échanges ont trouvés avec des responsables de l'entreprise PPI, le service collectivité local de l'ONEA et auprès de la DGRE. L'objectif étant de proposer ou tout au moins améliorer le cahier de charges existant et de définir le choix des opérateurs.

## **Chapitre IV : RESULTATS**

Ce chapitre présente tout d'abord une proposition d'un cadre de conduite des études socio-économiques, les choix techniques, le dimensionnement du système et le système de gestion.

### **◆ Évolution du concept besoin orienté vers la demande**

Une manière simple pour dimensionner un système, c'est définir les besoins des habitants avec un chiffre théorique, une valeur moyenne que l'on applique à tout le monde, par exemple 25 litres par jour et par personne. Cette méthode est très imprécise et elle peut conduire à un mauvais dimensionnement, parce que tous les villages ne sont pas dans les mêmes conditions (par exemple les puits sont plus ou moins nombreux) et n'ont pas les mêmes besoins.

L'expérience de nombreuses adductions d'eau a montré que ces besoins théoriques ne reflétaient pas bien la demande des habitants (la consommation des usagers est fortement variable selon les villages et selon la qualité du nouveau service offert). Il est difficile de dimensionner un système de production et de distribution d'eau approprié à partir de normes ou d'objectifs définis à l'échelle internationale ou nationale.

### **◆ L'approche par la demande**

Il est donc nécessaire de quantifier la demande réelle des habitants et construire un système qui répond parfaitement à cette demande. Cette démarche est appelée approche par la demande. Elle est contraignante pour les maîtres d'ouvrages, car elle suppose d'organiser régulièrement des concertations avec les usagers ou leur représentants. Autrement dit cette démarche nécessite que des études socioéconomiques détaillées soient menées afin d'apporter des réponses sur la problématique eau dans la localité en question.

Malgré le temps qu'elle prend, l'approche par la demande est nécessaire lorsqu'il s'agit d'élaborer un projet, car elle évite de se tromper dans le dimensionnement (un système trop grand coûtera plus cher que ce que les habitants sont prêts à payer, un système trop petit conduira à des conflits sur l'accès à l'eau).

## **IV.1 Les études socio-économiques**

Entreprendre des études socio-économiques c'est s'inscrire dans une démarche qui consiste à recueillir, analyser et interpréter des données. La réalisation de ces études quantitative ou qualitative est destinée à éclairer et/ou résoudre des questions sociales économiques politiques etc. Autrement dit c'est un outil d'aide à la décision. Pour le cas spécifique de l'alimentation en eau potable les études socioéconomiques sont liées à la thématique usage courante de la ressource eau quelle que soit sa source et les différents acteurs.

#### **IV.1.1 Proposition d'un cadre de conduite d'études socio-économiques**

Les grandes étapes pour l'élaboration d'une étude socio-économique peuvent être articulées autour des points essentiels suivant :

##### **a Cadrage de l'étude**

En fonction des objectifs de l'étude on adopte la démarche à entreprendre. Il est ici question d'une étude de faisabilité d'une alimentation en eau potable simplifiée pour les gros centres ruraux population comprise entre 6000 et 10 000 habitants.

##### **b Justification du choix de la zone d'étude**

Le PN-AEPA stipule que les adductions d'eau potable simplifiées (AEPS) sont réalisées dans les chefs-lieux de communes rurales et dans les villages d'au moins 3500 habitants. Les points d'eau modernes (forages et puits modernes) sont réalisés dans les villages administratifs de moins de 3500 habitants a raison d'un point d'eau moderne (PEM)<sup>1</sup> pour 500 habitants.

En 2012 Nakar comptait 5994 habitants donc cette localité justifie de par sa démographie, les conditions de réalisation d'une étude de faisabilité socio-économique.

##### **c Phase de recherche documentaire**

Les études socio-économiques nécessitent au préalable la collecte et l'analyse d'une documentation touchant de près le village. On peut citer :

- le Plan Communal de Développement de la commune ;
- le Plan Communal de développement sectoriel approvisionnement en eau potable et assainissement de la commune de Dissin ;
- les données du dernier recensement de la population et de l'habitat (RGPH 2006) de l'Institut national de statistiques et de la démographie ;
- tout autre document en relation directe avec le village.

Elaboration de la fiche d'enquête et objectifs

La fiche d'enquête est un questionnaire que l'on soumet à la population en vue d'obtenir des renseignements sur les points suivants :

- Caractéristiques socio-économique du ménage

Les renseignements à fournir sont :

---

<sup>1</sup> Annuaire statistique AEPA 2011 page 32

- Attributs de la personne enquêté : le genre, l'âge et le secteur d'activité de l'enquêté sont les variables à faire apparaître
- Habitat : type de logement et de latrine, l'habitat étant indicateur du niveau de vie de la population
- Taille du ménage
- Source et revenus
- Affectation des ressources aux dépenses des ménages (alimentation santé éducation social etc.)
- Approvisionnement en eau  
Ce volet prend en compte :
  - Source d'approvisionnement en eau : Point d'eau potable, et point d'eau non potable
  - Les usages de l'eau : la consommation domestique et la consommation économique
  - La consommation journalière d'eau payante au niveau des points d'eau potable
  - La consommation journalière d'eau gratuite au niveau des sources non potable
    - La consommation journalière en eau des ménages en fonction de la variation saisonnière (saison sèche ou saison des pluies)
    - Le matériel utilisé pour l'approvisionnement
    - La distance parcourue
- Sensibilité des populations concernant la mise en place de l'AEPS  
A ce niveau les indicateurs à prendre en compte sont :
  - Adhésion des enquêtés
  - La volonté à contribuer aux investissements
  - La volonté à payer les services de l'eau
  - Connaissance par les populations des maladies liées à l'eau
  - Disponibilité de dispositif sanitaires (latrines, douche)
  - Mode d'évacuation des ordures et eau usées

Outre le questionnaire il est préconisé la tenue des assemblées villageoises auprès des différents acteurs concernés par le projet. Sont concernés à ce titre les personnes ressources les services techniques et la population en générale.

L'équipe pilote devra également dresser un inventaire de toutes les sources d'approvisionnement en eau des populations. Une fiche d'enquête est consignée en annexe.

#### **d Méthodologie de traitement des données**

Suite à la collecte des données issues des enquêtes de terrain, entretien et assemblée villageoise il faut procéder au traitement statistique. Pour cela plusieurs méthodes d'analyse ont été appliquées. Le tableur Excel a été sollicité à cet effet en plus d'un logiciel de statistique

#### **e L'analyse des résultats**

L'analyse des résultats consiste à une exploitation pertinente des données pour apporter un éclairage scientifique aux différents usages de l'eau quelle que soit sa source. Cette analyse devait porter sur les points suivants :

##### **◆ Structure de la population**

Cette analyse vise à déterminer le nombre et la répartition par quartier de la population et son évolution. La structure de l'habitat et les attributs des ménages devront être analysés.

##### **◆ Consommation et besoins en eau potable**

Cette phase vise à évaluer la consommation actuelle en eau potable payante et non payante, domestique et économique (abattoir, transformations des produits, marché, etc.), et à estimer l'évolution de la demande en eau potable. Elle doit permettre de fixer de façon pertinente les paramètres de dimensionnement.

##### **◆ Demande solvable**

Dans cette rubrique il s'agit de déterminer la motivation des futurs usagers à participer à la planification du projet, payer la contribution initiale, ainsi que leur capacité à payer l'eau et à s'organiser pour gérer le système. Elle doit permettre de proposer le nombre optimal de bornes fontaines, des types d'ouvrages et d'équipements, de façon à répondre au service attendu, sans pour autant créer une situation de gestion déficitaire.

##### **◆ Possibilité de branchements privés**

Les potentialités en matière de branchements privés individuels ou institutionnels (services techniques ou communaux, groupements économiques ...) doivent être analysées.

##### **◆ Analyse des conditions et de la sensibilité à l'hygiène**

L'objectif recherché ici est de mettre en évidence les conditions sanitaires et le degré de sensibilisation de la population aux problèmes des maladies liées à l'eau et à l'hygiène mais aussi déterminer s'il y'a nécessité d'associer des actions complémentaires.

### ◆ Analyse des systèmes tarifaires

Les systèmes tarifaires appliqués dans des centres similaires peuvent servir de base pour la fixation d'un système tarifaire. Toutes fois la connaissance du prix de l'eau au niveau des points d'eau payant doit être considérée.

### ◆ Analyse des potentiels de synergie et risque d'antagonisme

A ce niveau il s'agit d'identifier d'autres acteurs intervenant dans le secteur du développement des ressources en eau afin de faire ressortir les possibilités de synergie afin d'éviter les situations conflictuelles avec les autres acteurs.

L'étude socioéconomique aura permis de fixer les paramètres de dimensionnement dont le plus important est la consommation spécifique. Mais c'est le consentement à payer c'est-à-dire la somme que les usagers sont prêts à déboursés pour payer l'eau qui reste déterminant dans la fixation des consommations spécifiques.

Les études socioéconomiques sont aussi déterminantes dans les choix technologiques des ouvrages dont l'optimisation garantira la viabilité du système proposé.

L'application du cadre de conduite des études socio-économiques dans le village de Nakar récapitule les résultats des données des enquêtes de terrain traité après dépouillement.

## IV.1.2 Présentation des résultats de l'étude socio-économique à Nakar

La taille de l'échantillon obtenue est de 96 ménages. Compte tenu du fait qu'il y'a dix (10) quartiers à Nakar nous ramenons la taille de l'échantillon à 100 ménages à raison de 10 ménages par quartier ; ce qui représente 12% de la taille totale des ménages.

### a Structure de la population et évolution jusqu'à l'horizon du projet

Les enquêtes ont révélées que l'habitat est de type dispersé et que le banco reste le seul matériau de construction au niveau de tous les ménages.

L'estimation des populations est faite dans le tableau suivant

**Tableau I : Evolution de la population de Nakar**

Année 0	Année n	$\alpha$	$P_0$	n	$P_n$
2006	2023	1,98	5332	17	7442

*Source : données du RGPH 96 extrapolé au taux d'accroissement de 1.98%*

### Infrastructures socio-économique dans la localité de Nakar

Les infrastructures socio-économiques recensées à Nakar sont les suivantes :

- Ouvrages sociaux : 05 écoles primaires, 02 CPAF, 01 collège et 01 marché
- Ouvrages marchands : 01 marché, 04 banque de céréales, 03 moulins, 01 magasin et 05 boutiques de marchandises diverses.
- Equipements religieux : 02 temples protestants, 11 lieux de culte traditionnels
- Infrastructures économiques : 83 lieux d'exercice d'activité économiques dont 16 consommatrices d'eau (vente de dolo et restauration)

#### **b Inventaire des points d'eau existants**

Les sources d'approvisionnement à Nakar sont deux origines les points d'eau potable (représentés par les PMH) et les points d'eau non potable (puits modernes et puits traditionnels).

**Tableau II : synthèse des points d'eau par quartier**

Nom du quartier	Nombre de forages		Nombre de puits modernes		Nombre de puits traditionnels		Totaux	
	Fonct.	Panne	Perm.	Tarissable	Perm.	Tarissable	Réal.	F/P
Nakar centre	2		2		2	1	7	6
Gola	1				3	6	10	4
Tobobra	2			1	0	2	5	2
Domser	2				2	4	8	4
Kolinkar	2		1		1	3	7	4
Mobê	1	1			4	1	7	5
Watou – téon	1				7	0	8	8
Kpaora – téon	3				8	7	18	11
Tieba – téon	1				0	4	5	1
Yilpal	4		2	1	1	2	10	7
<b>Totaux</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>87</b>	<b>54</b>
<b>Pourcentage</b>	<b>25,29%</b>		<b>8,05%</b>		<b>66,66%</b>		<b>100%</b>	<b>62%</b>

**Source :** Enquêtes, GERTEC Août 2012

**Légende :** F/P = Fonctionnels ou Permanents ;

*Réal. : Réalisés ;*

*Fonct. : Fonctionnels ;*

*Perm. : Permanents*

Le tableau montre clairement que les quartiers Kpaora – téon et Yilpal sont les plus nantis en points d'eau potable aussi bien qu'en ressource alternatives. On note aussi que tous les quartiers disposent d'au moins un forage fonctionnel à l'exception de Mobê.

L'abondance des points d'eau non potable oriente le choix des populations vers cette ressource alternative surtout en période pluvieuse. Cette abondance traduit donc la forte concurrence des sources non potable face aux PMH sous réserve de leur répartition spatiale. On note cependant un aménagement insuffisant au niveau de ces points d'eau dont en général l'absence de margelles.

### c Consommation et besoin d'eau

Les enquêtes ont permis de déterminer les usages de l'eau, qui peuvent se répartir en deux catégories :

- la consommation domestique (préparation des repas et lessive) ;
- la consommation économique : préparation du dolo par les femmes, les activités de contre saison (confection des briques et construction des maisons).

Les eaux fournies par les PMH sont préférentiellement utilisées pour la préparation des repas, du dolo et quelque fois pour la lessive. La consommation économique utilise les autres sources d'approvisionnement. Les populations ont donc conscience que les eaux des PMH sont plus adaptées à la consommation humaine

**Tableau III : Estimation journalière d'eau payante**

Nom du quartier	Nombre de ménages	Nombre de personnes	Consommation totale (litres/quartier)	Consommation moyenne (l/hbt)	Consommation moyenne générale (l/hbt)
Nakar centre	63	1123	14 890	13,26	<b>12,7</b>
Gola	63	499	5 890	11,8	
Tobobra	25	309	3 980	12,88	
Domser	16	309	2 490	8,06	
Kolinkar	31	797	8 430	10,58	
Mobê	99	814	11 750	14,43	
Watou - téon	19	196	2 840	14,49	
Kpaora - téon	26	633	5 790	9,15	
Tieba - téon	45	494	5 130	10,38	
Yilpal	45	163	3 580	21,96	

Source : Enquêtes, GERTEC Août 2012

**Tableau IV : Estimation de la consommation journalière d'eau gratuite**

Nom du quartier	Nombre de ménages	Nombre de personnes	Consommation totale (l/quartier)	Consommation moyenne (l/hbt)	Consommation moyenne générale (l)
Nakar centre	63	1123	18 300	16,3	18,16
Gola	63	499	4 890	9,8	
Tobobra	25	309	4 560	14,76	
Domser	16	309	3 750	12,14	
Kolinkar	31	797	9 430	11,83	
Mobê	99	814	23 850	29,3	
Watou – téon	19	196	5 480	27,96	
Kpaora – téon	26	633	5 820	9,19	
Tieba – téon	45	494	8 940	18,1	
Yilpal	45	163	5 250	32,21	

Source : Enquêtes, GERTEC Août 2012

La consommation moyenne journalière par un habitant est de 12,70 litres au niveau des PMH avec un maximum de 21,96 litres à Yilpal et un minimum de 8,06 litres à Domser.

Au niveau des ressources alternatives, la moyenne générale des consommations est de 18,16 litres par habitant. Yilpal détient toujours la maximale des consommations moyenne ; elle est de 32,21 contre 9,80 litres à Gola.

La fixation de la consommation spécifique pour le dimensionnement d'un système d'AEPS devra tenir compte de la complémentarité du dispositif déjà en place c'est-à-dire les PMH. Etant donné que les populations en générale ne sont pas prêtes à investir au-delà des montants déjà alloués à l'achat de l'eau et pour éviter le risque de surdimensionnement, nous fixons la consommation spécifique constante à 12 l/j/hbt jusqu'à l'horizon du projet.

#### **d Analyse de la demande solvable**

L'analyse de la demande solvable prend en compte les revenus monétaires des ménages et les dépenses.

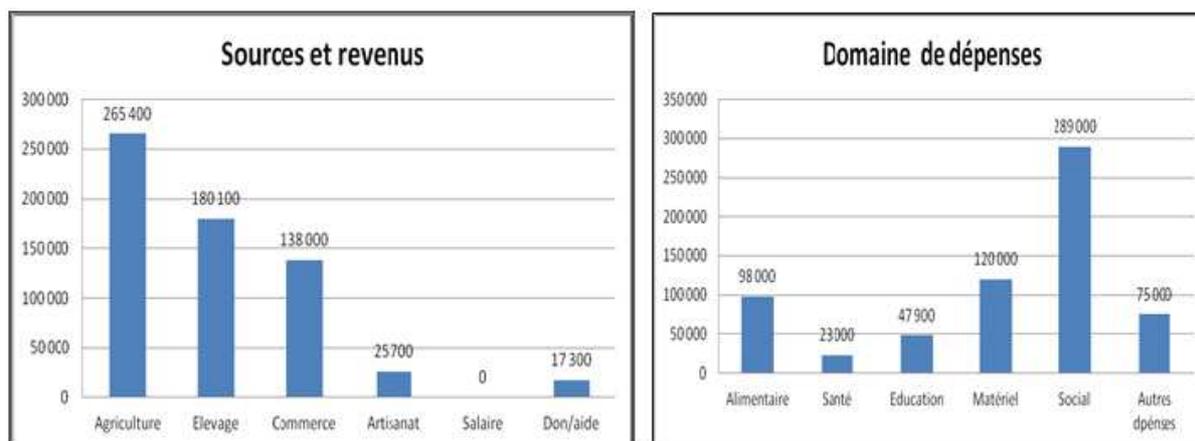


Figure 1: Sources, revenus et domaine de dépense

Des quatre principaux secteurs d'activité, l'agriculture génère le plus de revenus. Cette activité occupe 96% des ménages enquêtés contre 3% pour le commerce et 1% pour l'élevage. Les activités secondaires menées par les habitants se répartissent dans les proportions suivantes : le commerce (62%), l'élevage (28%) et l'artisanat (10%).

Le social demeure au centre des dépenses des ménages. Il s'agit notamment d'investissements lors des funérailles, de cérémonies coutumières, de baptême etc... La somme affectée à l'achat de l'eau se trouve dans la catégorie autre dépenses.

#### e Estimation du volume d'épargne familiale par ménage

Le volume d'épargne traduit les sommes mise en réserve en vue de faire face à des situations courantes et exceptionnelles telles que la famine, la sécheresse etc... L'épargne familiale se rapproche à l'indice de richesse des ménages. Cet indice détermine plus ou moins la capacité aux charges de consommations notamment celles liées à l'eau.

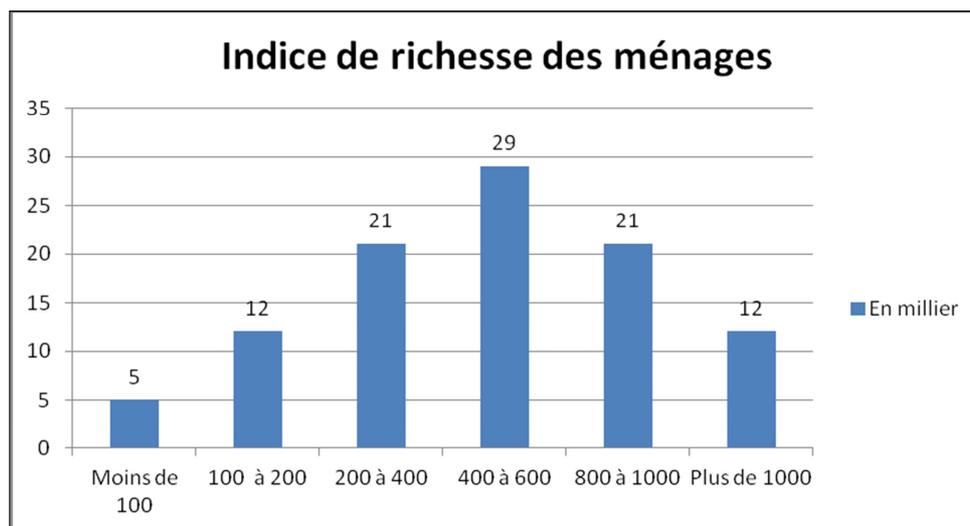


Figure 2: indice de richesse

De ce graphique nous retenons que 83% des personnes enquêtées ont un revenu supérieur à 200 000 f CFA. Les moyens de faire face au prix de l'eau sont considérables et les frais de raccordement pour l'obtention d'un branchement privé existent.

### Evolution de la demande à l'horizon du projet

En considération la consommation spécifique de 12 l/j/hbt on peut estimer le besoin théorique présenté dans le tableau suivant :

Tableau V : Evolution du besoin théorique

Années	2012	2018	2023
Population	5997	6747	7442
Besoin théorique en m <sup>3</sup> /j	72	81	89,3

Les besoins qui étaient estimés à 72 m<sup>3</sup> connaîtront une évolution en passant de 81 m<sup>3</sup> en 2018 à 89,3 m<sup>3</sup> à l'horizon du projet (2023).

### f La volonté de contribuer aux investissements

Les données collectées témoignent de la bonne volonté des populations pour la réalisation d'un AEPS. La contribution moyenne qu'un ménage est prêt à apporter est de 2125 f CFA. On estime à 918 000 f la somme que pourrait mobiliser la population comme contribution à la réalisation d'une AEPS, ce qui est largement au-dessus de la contribution exigée (600 000 f CFA).

## g Capacité et volonté à payer

La volonté à payer a été évalué à partir du nombre de seaux de 20 litres vendu à 10 f CFA. La capacité à payer l'eau est estimée sur la base de la somme que le ménage consentirait à dépenser pour l'achat de l'eau. Pour les deux situations les résultats sont les suivants :

**Tableau VI : méthode de la capacité à payer**

Saison	Coût moyen acceptable à payer par jour (FCFA/ménage)	Ménages disposés à payer l'eau		Dépense journalière (f CFA)	Consommation journalière (l)	Consommation moyenne par jour (l)
		Nbre	%			
Saison sèche	90	337	78	30 330	60 660	<b>43 130</b>
Saison pluvieuse	40	320	74	12 800	25 600	

**Tableau VII : méthode de la volonté à payer**

Saison	Nbre de seaux de 20L estimés	Volume estimé (VAP) (l)	Consommation moy attendue (l/j)
Saison sèche	13 850	277 000	<b>253 000</b>
Saison pluvieuse	11 450	229 000	

La volonté à payer traduit l'expression d'un besoin quantitatif en eau que la population entend payer à la borne fontaine. Cette volonté estimée en termes de consommation moyenne est de 253 m<sup>3</sup>/j.

La capacité à payer permet de dégager une consommation moyenne de 43,13 m<sup>3</sup>/j. Cette capacité à payer est souvent influencée par le degré de motivation de l'enquêté pour la réalisation de l'AEPS ou la difficulté d'approvisionnement qu'il éprouve. Elle met aussi en évidence une proportion de ménages qui ne désirent pas payer l'eau. L'analyse de la capacité à payer faite avec l'indice de richesse est plus indicative.

## h Identification des sites d'implantation de bornes fontaines

Les assemblées villageoises ont permis d'identifier des endroits souhaités pour l'implantation des bornes fontaines. Le tableau suivant récapitule les sites

**Tableau VIII : Liste des sites identifiés**

1. Au niveau du CSPS du village	2. A Nakar Domser ;
3. A Nakar Bow (sous quartier de Nakar centre)	4. Au quartier Kpaora-téon ;
5. A l'école centre de Nakar	6. Au quartier Yilpal ;
7. Au quartier Nakar Tobobra	8. Au quartier Tieba-téon ;
9. A Nakar Gola	10. Au quartier Watou-téon.

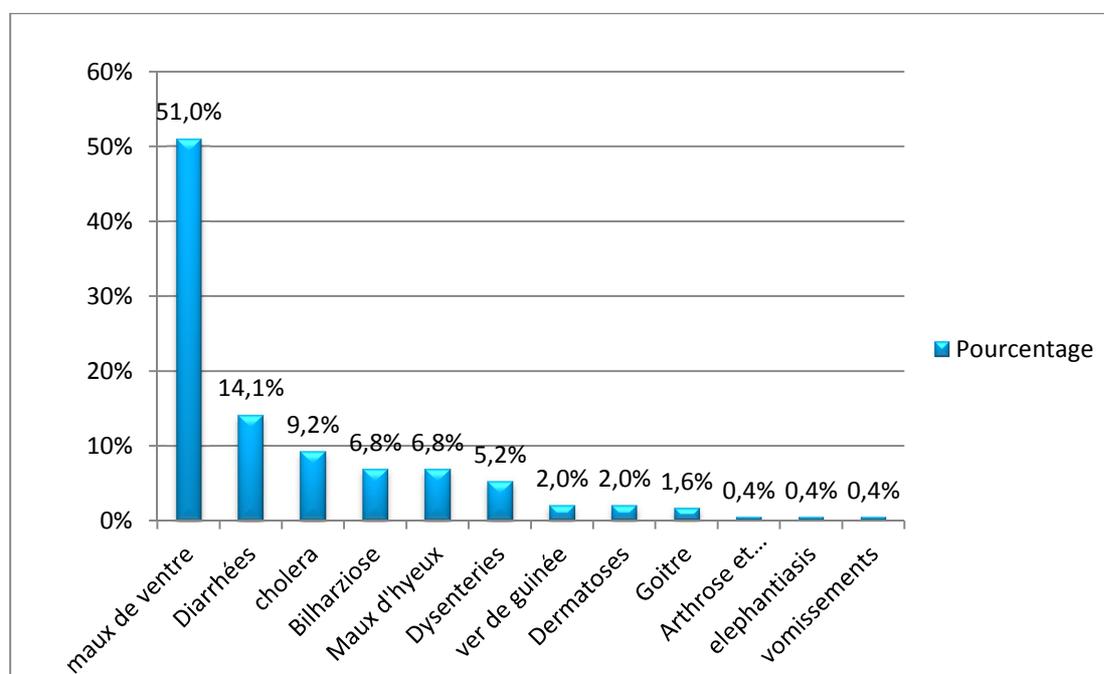
*Source : Assemblée villageoise*

### **i Les possibilités de branchements privés**

Sur l'échantillon enquêté, 76% donne un avis favorable pour le branchement privé. La somme qu'ils sont prêts à investir est comprise entre 20 000 et 60 000 f CFA. La moyenne des propositions étant de 23 000 f CFA. Les montants fixés par le coût de branchement privé peuvent être satisfait au vu de la motivation des populations.

### **j Analyse des conditions et sensibilité à l'hygiène**

Les populations ont clairement identifié au cours des enquêtes les maladies liées à l'eau à l'hygiène et à l'assainissement au regard de la justesse et de la diversité des maladies citées. L'histogramme suivant donne les proportions



**Figure 3: Proportion des maladies connues**

Les maux de ventre demeurent la maladie la plus facilement identifiée par les populations. On peut donc conclure que cette maladie est fréquemment rencontrée chez les usagers.

Des actions de sensibilisation ont déjà été entreprises par des structures telles que VARENA ASSO, WATER AID et l'ONG Plan Burkina. Seulement 11,9% des chefs de ménages déclarent avoir été sensibilisé en matière d'hygiène et d'assainissement.

#### **k Disponibilité de dispositifs sanitaires**

La nature reste le seul lieu d'aisance pour les populations car 65% des ménages déclarent ne pas posséder de latrines. 150 latrines ont été construites par les populations en 2010 et 2011 avec l'aide de WATER AID. Cependant les eaux usées des douches sont directement déversées dans les rues où elles stagnent et causent des nuisances olfactives et des maladies diverses.

Les ordures sont en générale stockées devant les habitations chez 75% des ménages de l'échantillon.

#### **l Analyse des potentiels de synergie et risque d'antagonisme**

Plusieurs partenaires intervenant dans le domaine de l'eau et de l'assainissement ont été identifiés à Nakar. Il s'agit de : la mission catholique, l'ONG VARENA ASSO, l'ONG WATER AID, l'ONG PLAN BURKINA et l'ONG SOS Sahel. Le potentiel de synergie est intéressant pour le projet d'AEPS.

Le risque d'antagonisme n'a pas été identifié malgré les investigations qui ont été menées dans le village.

#### **m Analyse des systèmes tarifaires**

Les systèmes tarifaires pouvant servir de source d'inspiration sont ceux de l'ONEA dans la mesure où il n'existe pas actuellement une politique nationale de tarification standard pour la vente d'eau des systèmes d'AEPS. Le projet des Ressources en Eau du Sud-Ouest (RESO) a également son système tarifaire à pompage solaire. L'entreprise SAWES est liée par un contrat d'affermage dans la gestion des systèmes d'eau potable applique également sa tarification. La mission catholique de Niégbo, l'un des villages de la commune de Dissin dispose également de sa tarification. La connaissance de ces systèmes tarifaires permettra par anticipation d'avoir une idée du prix du mètre cube d'eau à ne pas dépasser.

**Tableau IX : Tarification de la vente d'eau**

<b>Volume de référence</b>	<b>Projet Reso</b>	<b>Mission catholique</b>	<b>ONEA</b>	<b>SAWES</b>	<b>Observations</b>
Seau de 20 l	10	10	5	10	Les prix de l'ONEA restent les moins chers dans cette tranche. SAWES pratique des prix double
Bassine de 40 l	15	20	10	20	
Fût de 200 l	50	60	60	120	

*Source : enquêtes, GERTEC Août 2012*

Le fut de 200 l revient moins cher au consommateur par rapport aux récipients de petite taille. Malheureusement les ménages utilisent beaucoup plus les petits récipients ; ils ne tirent donc pas d'avantage du prix raisonnable des fûts.

La population de Nakar accorde un grand intérêt pour l'AEPS et manifeste une volonté à payer l'eau en cas de réalisation de l'AEPS. Mais cette volonté à payer ne sera pas atteinte à cause de la forte présence de ressources alternatives. Le facteur favorable à la viabilité du projet reste la présence d'activités consommatrices d'eau comme la préparation du dolo. L'analyse des différents variables conclus à la faisabilité socio-économique du projet dans le village de Nakar. Le tableau ci-après présente la synthèse des données socioéconomiques qui ont conduits à la faisabilité du projet d'AEPS

**Tableau X : Récapitulatif des données socio-économiques de Nakar**

<b>Variables</b>	<b>Résultats obtenu à Nakar</b>
Echantillon	100 ménages ont été enquêté soit 12% des ménages de la zone projet
Population	7442 habitants en 2023
Structure des habitats	Habitats dispersés construits généralement en banco
Forages à PMH existant dans la zone	21 PMH identifiés dont 17 relevant du domaine public
Ressources alternatives	Constitué de puits modernes et traditionnels et représentant 74,71% des ressources en eau
Consommation spécifiques au niveau des forages	Consommation moyenne générale de 12,7 l/hbt à Nakar
Consommation spécifiques au niveau des ressources alternatives	Consommation moyenne générale de 18,16 l/hbt d'eau gratuite
Indice de richesse des ménages	83% des ménages ont un revenu supérieur à 200 000 f CFA
Volonté de contribuer aux investissements	Les populations sont prêtes à mobiliser plus que la somme exigée (600 000 f) pour bénéficier du projet
Analyse par la capacité à payer	90 f en saison sèche et 40 f en saison pluvieuse pour un volume de 43 m <sup>3</sup> peuvent être mobilisés
Analyse par la volonté à payer	La consommation moyenne attendue est de 253 m <sup>3</sup>
Sites identifiées pour les BF	10 sites identifiés par les populations
Questions d'assainissement	65% des populations ne disposent pas de latrines
Synergie	Présence d'ONG constitue la force du projet

## **IV.2 Études techniques**

### **IV.2.1 Choix technique**

Le choix technique dépend du niveau de confort que l'on veut offrir aux usagers. Le choix du type d'installation dépend des quantités, de la qualité de la ressource et du niveau de service offert aux usagers. Le choix se porte donc sur un niveau de service limité. Dans ce niveau de service limité, l'utilisateur satisfait tous ses besoins domestiques à une source améliorée située à une distance réglementaire mais la quantité est inférieure à 20 l/s. La densité au point d'eau est supérieure à 300 ou 500 personnes (Christelle PEZON ; 2012). L'eau est donc livrée aux consommateurs par les BF.

### **IV.2.2 Constitution du système visant la fourniture de l'eau aux BF : mise en place d'un AEPS**

#### **a Nature de la ressource**

Il est largement préférable d'utiliser des eaux souterraines, car les eaux de surface sont particulièrement sensible au milieu extérieur : elles présentent d'importants risques de pollution et sont souvent disponible en quantité variables dans le temps. (GROS, 2002 in MOLINIE Léa 2009)

Le choix de la ressource en eau pour l'AEPS est donc porté sur les eaux souterraines. En effet elles sont de qualité jugée bonne et ne nécessite qu'un traitement par simple chloration dont le but est de palier aux risques de contamination (installations vétustes, mauvaise hygiène autour des points d'eau, fuite dans le réseau laissant entrer la terre...). Ce type de traitement est plus maîtrisé et moins coûteux que celui des eaux de surface.

#### **b Système de captage**

Le forage est l'ouvrage de captage le mieux indiqué et le plus répandu en milieu rural Il a l'avantage de préservé la qualité de l'eau. En général son exécution est bien maîtrisée et nécessite peu d'entretien. Le coût à l'investissement d'un forage et les charges d'exploitations sont moindres par rapport à ceux du captage des eaux de surface.

#### **c Système de pompage**

Le forage sera équipé d'une pompe immergée et sera déterminé en fonction de la hauteur manométrique totale et du débit d'exploitation du forage.

#### **d Source énergétique de la pompe**

Plusieurs sources d'énergie sont couramment utilisées pour assurer le fonctionnement du moteur de la pompe immergée. Ce sont principalement l'énergie thermique, l'énergie électrique et l'énergie solaire. Le raccordement au réseau électrique ne sera envisagé que dans le cas d'une proximité avec une ligne électrique (environ 5km) sinon cette solution génère des coûts supplémentaires pour l'acquisition d'un transformateur. Le prix de l'eau sera calculé en fonction de ces différentes sources, l'option la plus intéressante sera retenue.

#### **e Réservoir**

L'emplacement du réservoir revêt une importance capitale : un compromis devrait être fait à ce niveau afin de réduire la longueur du refoulement et aussi la puissance de la pompe à mettre en place.

#### **f Structure du réseau**

Les gros centres ruraux et celui de Nakar en particulier sont en générale caractérisés par la dispersion des habitats. En témoigne l'étude socio-économique réalisée. Le réseau ramifié est plus économique pour les projets d'AEPS que le réseau maillé. Pour les considérations suivantes :

La densité des points de livraison est relativement faible dans les centres ruraux ;

- Le coût d'investissement qui est faible pour un réseau ramifié ;
- L'exigence de la continuité de la desserte relativement faible, et justifiée également par l'existence de plusieurs PMH fonctionnels.
- Le choix est donc porté sur le réseau ramifié.

#### **g Mode de distribution**

Le mode de distribution qui convient est la distribution gravitaire. Le réservoir domine tout le réseau et assure une pression de service minimale de 5 mCE au point le plus défavorable

#### **h Mode de refoulement**

Le refoulement direct est convenable compte tenu de sa flexibilité à l'exploitation. L'avantage de ce mode de refoulement réside dans la distribution égalitaire de la ressource au niveau des usagers, le fonctionnement régulier de la pompe de refoulement et la réduction de la consommation énergétique.

### **IV.2.3 Choix technologiques**

Les choix technologiques sont orientés sur la nature des matériaux constitutifs des ouvrages.

#### **a Type de réservoir**

Le choix du type de matériau du réservoir influence le coût d'investissement du projet. L'option technologique qui minimise le coût à l'investissement sera donc privilégiée. Le réservoir métallique satisfait à cette condition même si son entretien est relativement plus élevé et sa durée de vie plus faible comparativement à un réservoir en béton armé. Il existe également un savoir-faire ici au Burkina dans la construction de réservoir métallique. Le réservoir sera donc de type métallique étanche et de forme cylindrique.

#### **b Type de canalisation**

Les conduites constituent la partie la plus coûteuse du réseau. Or le coût varie des canalisations varie en fonction et de la matière dont elles sont constituées. (PVC, fonte, PE, acier).

Le choix est porté sur le PVC pour sa disponibilité sur le marché local et pour son coût raisonnable et la maîtrise de sa mise en œuvre.

### **IV.2.4 Paramètres de base du dimensionnement**

#### **a Horizon de dimensionnement**

C'est la date jusqu'à laquelle les ouvrages sont en mesure de satisfaire les besoins. L'exigence première de tout projet visant l'approvisionnement en eau potable est de satisfaire les besoins en actuels et futurs. En général l'horizon de dimensionnement ne dépasse pas 10 ans divisé parfois en deux phases de cinq (5) ans. Les données d'exploitation des cinq premières années permettront d'adapter la seconde phase de l'échéance.

#### **b Populations**

En rappel les études socio-économiques ont pris en compte cet aspect. A l'horizon du projet (2023), la population est de 7442 habitants avec un taux d'accroissement de 1,98% selon les données du dernier recensement des populations.

### **c Consommations spécifiques**

L'approche par la demande nous a permis d'estimer la demande solvable c'est-à-dire celle qui prend en compte la capacité et la volonté à payer. La consommation spécifique a donc été fixée à 12 litres par habitant et par jour jusqu'en 2023. Les ressources en eau gratuites énumérées dans l'étude socio-économique restant des alternatives pour les populations quant à la prise en compte du minimum vital d'eau dont a besoin tout organisme.

### **d Taux de desserte**

Le taux de desserte est défini comme étant une proportion de la population qui pourra bénéficier de la disponibilité de la source. Selon les Objectifs du millénaire pour le développement (OMD), ces taux sont pour le milieu rural de : 60% en 2005 et 80% en 2015. Nakar étant un nouveau centre, nous nous proposons de garder ce taux de 80% à l'horizon du projet. La desserte se faisant par approvisionnement aux BF ou aux PMH, tout en excluant pas la possibilité pour les bénéficiaires de posséder un BP.

### **e Coefficients de pointe**

En raison de faibles consommations généralement observées en milieu rural, l'application de coefficient de pointe journalière et saisonnière conduira à une surestimation des débits. Comme conséquence de cette surestimation on aura le surdimensionnement du réseau, des ouvrages et équipements. Par conséquent les coefficients de pointe saisonnier, journalier n'interviennent pas dans le dimensionnement proposé. Ils sont donc égaux à 1.

Le coefficient de pointe horaire pour les localités dont la taille est inférieure à 10 000 habitants est compris entre 2.5 et 3. Fixons la valeur de ce coefficient à 2.5.

### **f Rendement du réseau**

Pour prendre en compte les pertes d'eau dans les réseaux on se définit une valeur du rendement du réseau qui puisse l'intégrer. Le temps d'intervention sur le réseau devra être minimisé en cas de rupture de conduites. Néanmoins on admet 10% comme pourcentage de perte pour les réseaux neufs. Ainsi le coefficient de perte qui prend en compte ce facteur est de 1,1.

## IV.2.5 Dimensionnement du système

### a Production au jour de pointe

Le tableau suivant récapitule le besoin de production obtenu après calcul à l'horizon 2023

**Tableau XI : Besoin de production de pointe journalière**

Coefficients de pointe		Considérations		Besoin de production du jour de pointe (m <sup>3</sup> )
C <sub>ps</sub>	1	Populations	7442	65
C <sub>pj</sub>	1	Taux d'accès	80%	
C <sub>perte</sub>	1,1	Taux d'utilisation des PMH	17%	
		Volume prélevés aux PMH	11,25 m <sup>3</sup>	

### b Dimensionnement du réseau

Le débit de distribution obtenu est de 6,68 l/s avec un temps de fonctionnement de 8 heures pour les bornes fontaines.

Le nombre de bornes fontaines

Le nombre de bornes fontaines à placer dépend d'une part des zones où les conditions d'accès sont pénibles pour les populations et d'autre part les zones d'affluence constaté au niveau des PMH. Sept (07) sites ont été identifiés comme prioritaires dans la première phase du projet.

Etant donné que le débit de pointe est imposé par l'ouverture simultanée de l'ensemble des BF, on a donc un débit de distribution de 7 l/s en tête du réseau. Une BF étant équipée de deux robinets de 0,5 l/s chacun. On note une adéquation entre la période de pointe imposée par l'ouverture simultanée des BF et le débit en tête du réseau en prenant un C<sub>ph</sub> de 2,5

### c Résultat de la simulation

Le dimensionnement du réseau a permis de déterminer les caractéristiques des conduites et la côte minimale de calage de la cuve. Le tableau suivant donne les valeurs maximales et minimales obtenus après simulation. Le détail de la simulation est consigné en annexe.

**Tableau XII : Plage de variation de la pression et de la vitesse**

Variations	Pression (m)	Vitesse (m/s)
Maximum	19,52	0,9
Minimum	5,7	0,39

Le résultat complet de la simulation est à retrouver en annexe avec le profil en long des conduites, le schéma du réseau, du réservoir ainsi que le carnet des nœuds.

#### d Réservoir

La capacité utile du réservoir devra permettre de stocker 30% de la production du jour de pointe. Les caractéristiques du château d'eau sont :

**Tableau XIII : Caractéristiques du réservoir**

Paramètres	Unités	Valeurs
Côte Terrain naturel	m	310,67
Production au jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	65
Volume calculé : 30% des besoins	m <sup>3</sup>	19,5
Volume adopté	m <sup>3</sup>	20
Hauteur sous radier	m	7
Hauteur cuve	m	3,8
Diamètre cuve	m	3

#### e Conduite de refoulement

La formule de Bresse, Munier permet d'obtenir la conduite minimale avec un débit de 15m<sup>3</sup>/h

**Tableau XIV : Choix de la conduite de refoulement**

Formules de calcul	Dth (mm)	D cal (mm)	D Com	V (m/s)
Bresse	96,8	99,4	110	0,54
Bresse modifié	128,7	126,6	140	0,33
Munier	85,2	99,4	110	0,54

Le choix de la conduite de refoulement s'est porté sur type **PVC 110 PN10**

#### f Synthèse des conduites utilisées

Les conduites utilisées dans le dimensionnement du réseau ont des diamètres qui évoluent dans la plage de 63 à 110 mm

**Tableau XV : Récapitulatif des diamètres utilisés**

	Φ 110	Φ 90	Φ 75	Φ 63	Totale (ml)
Refoulement (ml)	1321				1321
Distribution (ml)	282	177	445	2565	3469
Longueur totale (ml)	1603	177	445	2565	4790

#### g Système de pompage

La valeur de la HMT trouvée (67 m) permet de choisir la pompe avec le débit d'exploitation de 15 m<sup>3</sup>/h dans le catalogue des pompes immergés GRUNDFOS. Voir annexe pour détail de calcul de la HMT. Les caractéristiques de l'électropompe proposé : immergé acier inox pression de service 6 MPa **SP 14A – 18**

## **Moteur type MS 4000      puissance 5.5 kW**

### **h    Coup de bélier**

Les valeurs de surpression et dépression trouvées ne peuvent engendrer un coup de bélier. En effet la valeur de la pression atmosphérique (10,33 m) < la dépression (38.65 m). La surpression (97 m) < la pression maximale admissible de la conduite (120 m). (Détail de calcul en annexe).

La valeur de la surpression permet de confirmer le choix de la pression nominale de la conduite de refoulement utilisée lors de la détermination de son diamètre (PN10).

### **i    Sources d'énergie pour l'alimentation du pompage**

- **Groupe électrogène**

Pour prendre en compte le courant de démarrage du moteur électrique, le courant nominal du groupe devra être au moins trois fois supérieur au courant nominal de la pompe, nous prenons un groupe électrogène de 16.5kW triphasé de tension nominale 380 Volt. Les caractéristiques du groupe électrogène sont :

**Puissance du groupe 20KVA ; Type : JS 20 marque GENELEC Consommation spécifique : 4.8 l/h**

- **Plaques photovoltaïques**

La puissance crête du champ photovoltaïque est de 13 kW. Il faut pour cela 60 modules de 24 Volt délivrant chaque 0.215 Wc selon les caractéristiques techniques fournies par le constructeur HECKERT SOLAR. Les caractéristiques techniques de l'onduleur chez le constructeur SMA sont : **STP 10000 TL-10**. (Calcul de la puissance crête en annexe)

## **IV.3    Études économiques**

Le coût total d'investissement du projet est de **90 060 495** f CFA TTC pour la variante énergie thermique et **110 815 974** f CFA pour la variante photovoltaïque.

Le mètre cube d'eau calculé est de 386,2 f CFA pour la variante la plus économique c'est-à-dire le groupe électrogène. L'eau pourra être vendu à 400 f CFA le mètre cube soit 10 f CFA le bidon de 25 litres et 80 f CFA le fut de 200 litres.

Les études techniques ont conduit au choix technique et technologique dont l'objectif est la mise en place de système économiquement viable tout en tenant compte de la concurrence des ressources gratuites. Le calcul économique est récapitulé en annexe.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des résultats issus du dimensionnement

**Tableau XVI : Synthèse du dimensionnement des éléments du système d'AEPS**

Eléments du système AEPS	Unités	Résultats obtenus
Consommation spécifiques	l/hbt/j	12
Besoins de production du centre au jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	65
Plage de variation des pressions dynamiques	m	Pression comprises entre 5,7 et 19,52
Capacité du réservoir	m <sup>3</sup>	20
Nombre de BF retenus		7
Longueur totale réseau de distribution	m	3469
Longueur totale du refoulement	m	1321
Caractéristiques du groupe motopompe		Pompe GRUNDFOS SP14A-18 Moteur type MS 4000 puissance 5,5 kW
Caractéristiques du groupe électrogène		Groupe GENELEC puissance 20 KVA type JS 20
Caractéristique du champ photovoltaïque		Puissance nécessaire 13 kW soit 60 modules de 0,215 Wc
Onduleur du champ photovoltaïque		Marque SMA type STP 10000 TL-10

## **IV.4 Gestion des systèmes d'eau potable : Le contrat d'affermage**

### **IV.4.1 Réforme du mode de gestion des ouvrages hydrauliques**

La gestion des ouvrages hydrauliques reposait autre fois sur le système communautaire. Le financement étant assuré par l'État avec l'aide de partenaires techniques et financiers. Le principe de la gestion communautaire était basé sur des structures que sont l'AUE, le CGPE pour les PEA/AEPS et les CPE pour les PMH. Les constats qui découlent de la gestion communautaires sont :

- Le taux de panne et d'abandon des PMH est d'environ 23% dans une zone sélectionnée (atelier régional, 2006) ;
- Le taux de panne des AEPS/PEA est d'environ 65% sur la même zone donnée (atelier régional, 2006).

Il y'avait donc nécessité d'améliorer le fonctionnement des ouvrages hydrauliques d'AEP en milieu rural et semi-urbain. Les objectifs de la reforme visent entre autre le transfert de la maitrise d'ouvrage publique des ouvrages d'AEP aux communes ; favoriser l'émergence d'opérateurs dans le domaine de l'eau ; l'implication d'opérateurs dans la gestion et la maintenance des ouvrages etc.... Les infrastructures hydrauliques hors champ d'intervention de l'ONEA sont concernées par la réforme.

Le reforme préconise la délégation de gestion par la commune à un opérateur privé. La gestion déléguée connaît deux types de contrat que sont le contrat de concession et le contrat d'affermage. La concession est le contrat par lequel « le concessionnaire qui doit réaliser les ouvrages nécessaires, est rémunéré par le produit des redevances auxquelles sont assujettis en application d'un tarif, les usagers du service public de l'eau ; » (Document cadre ; 2009). Il est difficile de trouver des opérateurs privés en mesure d'investir dans la réalisation d'AEPS au vue de la complexité que présente les systèmes déjà existants. Le mode de gestion qui reste donc à promouvoir est celui de l'affermage.

#### **IV.4.2 L'expérience de PPI-Burkina dans l'affermage**

PPI-Burkina est une entreprise qui est implanté au Burkina depuis plus de 20 ans. Elle est spécialisée dans la fourniture de groupes électrogènes, la fourniture et pose de réservoir d'eau potable, la réalisation des réseaux d'eau potable et la réalisation et le raccordement de réseau électriques....

Depuis l'entrée en vigueur de la réforme du système de gestion des AEPS en 2008, PPI a signé des contrats d'affermage en Avril 2009 avec huit communes rurales (Korsimoro, Pibila, Bilanga, Yilou, Bilanga-Yanga, Sabcé et Kogssablogo). D'autres contrats du même type seront signés et au total une cinquantaine de contrats ont été signés. Le constat est qu'actuellement plusieurs (environ 15) contrats ne sont pas fonctionnels. Les problèmes évoqués sont les suivants :

- Les ouvrages cédés par la commune n'étaient pas en état de marche après signature de contrats ;
- La réhabilitation promise par la commune tarde à voir le jour et l'exploitation des ouvrages vétustes compromet la rentabilité ;
- Les populations locales ont refusé le fermier sous prétexte que le prix de l'eau est élevé ;
- L'eau brute produite ne répond pas aux normes de potabilité : présence d'arsenic à Sabcé et Kindibo

Au-delà de toutes ces considérations le véritable problème reste la rentabilité des AEPS. Selon les informations reçus, plus de 80% des systèmes sur les 50 exploités par l'entreprise ne sont pas rentable.

Les clauses du contrat d'affermage donnent la possibilité au fermier d'intégrer les PMH dans les ouvrages affermés. Cette expérience tentée par PPI s'est vite confronté à des difficultés liées notamment aux quantités d'eau qui sont difficilement à quantifier au niveau des PMH. Les cotisations des populations à ce niveau étant généralement forfaitaires.

L'un des facteurs de la rentabilité des AEPS est la consommation spécifique. Selon le responsable de service de la gestion de l'entreprise, les consommations par habitants demeurent inférieures à 5 litres dans certaines localités. En saison des pluies le phénomène est plus accentué par la forte concurrence des ressources d'eau gratuites. Quelques expériences de promotion de branchements privés ont permis de réaliser que le besoin existe mais le coût du branchement reste élevé pour les ménages. En plus il n'y a aucune garantie sur le paiement des factures par les usagers.

Selon les clauses du contrat dont le renouvellement d'une partie des équipements est à la charge du fermier. En plus des difficultés évoquées les cas de panne sur les groupes électrogène, l'électropompe ou même le cas de vol de panneaux solaires sont difficilement supportés par le fermier.

La bonne gestion des ouvrages repose sur un personnel qualifié. L'entreprise possède le personnel qualifié et diversifié mais reconnais ne pas résider dans les zones contractuelles pour éviter l'accumulation de charges supplémentaires.

Les difficultés rencontrées dans l'affermage sont transversales ; le cas de Madagascar illustre nos propos. A Saint Augustin la gestion des services d'eau potable a été délégué à un opérateur privé dans le cadre d'un contrat d'affermage. Beaucoup de problèmes ont été rencontrés depuis la mise en exploitation. 11 usagers sur 40 étaient à jour de leur facture et 7 BF seulement sur 26 en activité. Le gestionnaire a découvert que le réseau perdait environ 80 m<sup>3</sup> d'eau par mois mais faute de technicien sur place la fuite n'a pas pu être localisée. (Mathieu Le Corre et *al* ; 2011).

Au niveau des consommateurs, le véritable problème est dû à la mauvaise perception de la valeur sociale et sanitaire de l'eau et également le coût élevé de l'eau qui peut être lié à des surdimensionnement.

#### **IV.4.3 Propositions d'un cahier de charge**

Il existe déjà un cahier de charge pour le contrat d'affermage (annexe) issu de la réforme du système des infrastructures d'AEPS en milieu rural et semi urbain. Nous nous proposons d'apporter des compléments pour faciliter la prise en compte des problèmes rencontrés (expérience de PPI) dans la mise en œuvre du contrat.

Nos propositions s'articulent autour des clauses techniques particulières et des travaux en situant les responsabilités des différents acteurs.

##### **◆ Clauses techniques et particulières**

Elles définissent les engagements et les responsabilités des différentes parties au contrat. Les engagements du fermier se résument au bon fonctionnement du système par la production et la distribution de l'eau, la gestion financière par le recouvrement du prix de l'eau, et l'exécution des travaux du renouvellement à sa charge.

Il est également important de préciser le rôle et la responsabilité de la commune. Si le fermier n'est plus en mesure de fournir l'eau aux usagers pour des raisons liées à la qualité la commune devra assumer cette responsabilité. La commune est également responsable de la dégradation de l'assainissement autour des points d'eau. Sa responsabilité est également

engagée en cas d'absence de réalisation de branchements privés. L'incitation aux branchements privés relevant de sa responsabilité. Expliquer aux usagers le principe de la tarification, et la nécessité d'engager un fermier incombe à la commune.

#### ◆ **Clarification du rôle de l'État**

En tant que premier acteur depuis la phase projet jusqu'à la réception définitive des travaux devra assumer certaines responsabilités. Tout d'abord l'État représenté par le ministère de tutelle doit veiller à ce que les études techniques soient bien élaborées et que le contrôle des travaux soit rigoureux afin de garantir la fiabilité des systèmes proposés au fermier. La transparence totale dans les procédures de passation de marché doit être de rigueur.

#### ◆ **Travaux**

Les travaux de renouvellement qui sont à la charge du fermier concernent les équipements dont la durée de vie est inférieure à 15 ans. Ceux à la charge de l'État sont ceux dont la durée de vie est supérieure à 15 ans. En plus des travaux énumérés dans le cahier des charges l'État pourra :

- Intégrer des locaux à usage de bureau et des toilettes au coût du projet pour faciliter l'installation d'au moins d'un représentant du fermier ;
- Subventionner le prix du gaz oil dans le cas des systèmes thermique ;
- Prendre en charge la moitié des charges liées aux pannes diverses pendant la première année du contrat ;
- Impliquer le gestionnaire pendant la phase d'exécution des travaux jusqu'à la réception définitive des travaux ;
- Ouverture à contribution des bénéficiaires du projet d'une part du fond de roulement du fermier.
- Promouvoir l'émergence du métier de fermier en allégeant les procédures administratives pour la reconnaissance des fermiers.

La commune pourrait quant à elle :

- Disposer d'au moins d'une ressource compétente déléguée au suivi et contrôle de l'évolution des ouvrages en intégrant les paramètres de qualité du service.
- Déclencher une politique prévisionnelle de promotion de branchements privés en accord avec le fermier ;
- Organiser périodiquement des réunions de cadrage en vue de maintenir un climat de confiance ;

- Impliquer l'exploitant dans le suivi des travaux d'extension du réseau et autre aménagements divers ;
- Limiter la concurrence des ressources alternatives que constituent les PMH en les abandonnant lorsque celle-ci sont en panne ;
- S'assurer que l'eau distribuée aux usagers contient du chlore.

Le fermier n'étant pas en marge de ses obligations devra :

- Disposer d'un minimum de personnel résidant dans le périmètre affermé (technicien et un gestionnaire) ;
- Avoir en stock des pièces de rechange pour éviter des situations de pénuries d'eau qui sont liées par exemple à des robinets non fonctionnels ;
- Réduire au maximum les temps morts entre l'interruption de service liés aux pannes et le déclenchement des opérations de maintenance.

Les éléments relatifs à la fin du contrat d'affermage ne sont pas abordés dans le présent document. Mais en cas de litige la commune et le fermier devraient s'adresser à une autorité compétente en vue d'une conciliation. Au cas où la situation resterait en l'état, le tribunal compétent devrait être saisi ; celui-ci devra solliciter auprès d'experts choisis par les protagonistes le diligentement d'une enquête en vue de situer les responsabilités de chaque partie.

#### **IV.4.4 Critère de sélection des opérateurs**

Le profil recherché devra être orienté vers entrepreneuriales plus que sur la maîtrise d'un métier lié à la distribution de l'eau. Trouver quelqu'un en mesure de mener la barque d'une activité économique, comme une entreprise et qui fera appel aux compétences techniques plutôt que de rechercher un plombier d'un bon niveau mais qui n'aura pas forcément les capacités de gérer. La prise de risque dans la gestion des différentes activités relève bien plus à un chef d'entreprise plutôt que celle d'un bon technicien.

Il serait idéalement intéressant que le fermier soit un ressortissant apprécié de la localité bénéficiaire des installations d'AEPS. Les populations qui ont de l'estime pour le fermier participeront donc au projet par une bonne fréquentation des BF. Cependant, il est difficile de trouver un ressortissant qualifié en mesure d'assumer toutes les charges définies par le cahier de charge. La commune est donc obligée de recourir à d'autres prestataires pour assurer cette tâche à travers un appel à manifestation d'intérêt.

Le fermier devra idéalement gagner sa vie de cette activité. C'est pourquoi une sélection par rapport au chiffre d'affaire s'avère nécessaire afin d'écarter les grosses entreprises ; lesquelles sont difficile à contrôler par les communes.

Les structures pouvant soumissionner sont

-  les entreprises de travaux ou les bureaux d'études ;
-  les associations de professionnels de l'eau.

 **Les pièces à fournir pour les entreprises et bureaux d'études :**

L'objectif étant de voir émerger le métier de fermier les pièces à fournir ne doivent pas être trop onéreuses comme le registre de commerce pour les entreprises etc...Les pièces communes à fournir pour les deux structures sont :

- une garantie de soumission ;
- une attestation prouvant que le personnel est déclaré à la caisse ;
- une lettre de soumission pour la proposition technique ;
- une procuration écrite attestant l'habilitation de la personne à signer le contrat.

De façon spécifique, les entreprises/ bureaux d'études devraient fournir :

- une attestation de la situation fiscale ;
- une convention en cas de groupement ;
- un certificat de non faillite délivré par l'autorité compétente.

Pour les associations

- Le récépissé de reconnaissance et le statut et règlement intérieur.

Des études complémentaires à ceux présentés dans ce document sont consignées en annexe

## **Chapitre V : DISCUSSION**

### **V.1 Études socio-économiques**

Les enquêtes sociologiques ont permis de recueillir un certain nombre d'informations sur les ménages. Il s'agit notamment des conditions courantes d'utilisation de l'eau quelle que soit sa source, de la volonté et de la capacité des usagers à payer leur contribution pour la pérennité du système d'AEPS. Cependant les informations fournies par l'échantillon devraient être considérés avec réserve. Plusieurs facteurs peuvent justifier la réponse d'un enquêté : la motivation de profiter des retombées du système, ou le degré de difficulté lié à l'approvisionnement en eau.

#### **V.1.1 La demande solvable**

La demande solvable estimée à partir de la capacité à payer à payer l'eau à la borne fontaine est de 90 f CFA/j par ménage en saison sèche pour un volume total de 43m<sup>3</sup>/j. Par contre cette même demande solvable estimée à partir de la volonté à payer est de 253m<sup>3</sup>/j. Le besoin d'eau potable est donc réel mais quand il s'agit de l'acquérir au prix d'un effort financier, les populations sont réticentes. Il ne faut pas non plus perdre de vue que les sommes consenties pour l'achat de l'eau au niveau des PMH varient entre 100f/mois et 500 f CFA par quartier. Le besoin de production du centre qui est de 65 m<sup>3</sup>/j jusqu'à l'horizon du projet semble raisonnable.

#### **V.1.2 La consommation spécifique**

Pour le dimensionnement des équipements, la consommation spécifique retenue est de 12 l/j/hbt. Cette valeur est en deçà de la norme fixée par le PN-AEPA qui est de 20 l/j/hbt en zone rurale. Nous avons essayé d'obtenir des données relatives aux consommations relevés au niveau des bornes fontaines. Le choix du site est Pabré à 22 km de Ouagadougou. Le système d'AEP est fonctionnel depuis février 2012. Les données obtenues auprès du point focal de la mairie montrent que sur toute la période de Mars à décembre 2012 la consommation spécifique maximale relevée est de 13.6 litres pour Pabré centre. A Sabtenga dans la même commune, la consommation maximale par habitant est de 9.1 litres. Au vue de ces résultats à l'exploitation les 12 l/j/hbt que nous avons définis restent raisonnable.

## V.2 Étude techniques

Les résultats obtenus après la simulation du réseau sont conformes aux valeurs minimales. En effet les vitesses obtenues sont supérieures à 0,3 m/s (valeur indicative de vitesse minimale données dans le cours de Denis Zoungrana. Les valeurs de pression de service varient contractuellement avec des valeurs minimales de 0.5 bar pour les systèmes simplifiés. Nos valeurs de pression obtenues restent supérieures à cette valeur (pression minimale 5,70 m)

Le type d'énergie considéré avec prise en compte des charges afférentes a été celui de l'utilisation du groupe électrogène. B Bouzidi *et al* a montré que pour des HMT variant de 10 80 m, et pour des puissances supérieures à 1,5 kW (peut varier dans certain cas), le coût du mètre cube pompé par le système solaire n'est plus compétitif par rapport au système Diesel.

Le prix du mètre cube d'eau proposé est de 400 f CFA. Cette valeur reste dans la marge des prix est vigueur (entre 120f et 500f/ m<sup>3</sup>) au Burkina Faso (Gouvernance Eau Burkina ; 2009). Il appartient à l'exploitant du système dans le cas où il sera retenu pour un contrat d'affermage de ne point dépasser la valeur plafonnée de 500 f CFA

## CONCLUSION

L'élaboration du cadre de conduite d'études socio-économiques et techniques de projets d'AEPS pour les gros centres ruraux visait à mettre à la disposition des services techniques et ONG un cadre d'études de conception.

Cet objectif est atteint conformément aux objectifs spécifiques définis. Les études socio-économiques ont permis d'intégrer la demande solvable des usagers en lieu et place des considérations générales basées sur les recommandations ou normes nationales relatives aux consommations spécifiques. La faisabilité socio-économique a été justifiée par les différentes variables de l'étude socio-économique.

Par définition les AEPS visent la mise en place de systèmes de distribution d'eau potable par la technologie à moindre coût. Le choix technique et technologique ont été mené dans cette vision aboutissant ainsi au dimensionnement d'un système ou la valeur économique du mètre cube d'eau proposé est acceptable.

La gestion des services d'eau potable revêt un caractère complexe. La réforme oriente les communes à préférer l'affermage comme mode de gestion des ouvrages d'AEPS. Cependant, des difficultés liées au respect du cahier de charges restent posés. Il a fallu définir les rôles des différents acteurs, y compris celui de l'Etat, et proposer des mesures d'atténuation, pour les charges qui sont difficilement supportées par le fermier. Afin de promouvoir l'émergence de nouveaux acteurs, la sélection des potentiels candidats devra se faire sur des critères plus souples.

## Recommandations

- Pour mieux refléter les données socio-économiques les enquêtes pourraient être menées en saison sèche.
- La prise en compte de l'aspect genre en recommandation : Dans le cadre des enquêtes menées seules 26% de femmes ont été interrogées contre 74% d'hommes. La proportion des femmes à considérer à l'avenir devrait être plus importante étant donné que les corvées liées à l'eau sont généralement réservées aux femmes.
- Entamer une vaste opération d'assainissement autour des points d'eau existant par la construction de margelles. L'enquête ayant relevé une absence totale de margelle.
- Promouvoir des actions de sensibilisation sur l'hygiène autour des BF qui seront construites.
- Harmoniser les tarifs d'eau potable pour tous les AEPS.
- L'affermage : L'eau a un caractère social au vu des OMD. Elle fait partie des principaux axes majeurs de lutte contre la pauvreté. Cependant, l'eau a également une valeur économique au même titre que l'huile, le sucre ou le savon qui requiert un investissement pour le posséder. Concilier les deux dimensions (social et économique) de l'eau sera un facteur de succès pour l'affermage.

## Bibliographie

### Ouvrages et articles

- 1 Ali A.M (2012), Elaboration d'un modèle technique de système simplifié d'AEP pour l'équipement des centres ruraux de la région de Mandoul (Tchad) exemple d'application pour le centre de Bara II ; *Mémoire* 04 Octobre
- 2 B Bouzidi ; A. Malek ; M. Haddadi (2006), Rentabilité économique des systèmes de pompes photovoltaïques ; *Revue des Energies Renouvelables* vol 9 N°3 187 – 197
- 3 Bèga Ouédraogo (2006), Qualité des eaux de consommation – Besoins et demande en eau ; Groupe des écoles EIER – ESSHER.
- 4 Denis Zoungrana (2008), Cours d'Approvisionnement en Eau Potable ; fondation 2iE
- 5 Direction Générale des Ressources en Eau (2006), Programme d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à l'horizon 2015 ; *Document de programme*
- 6 Direction Générale des Ressources en Eau (2006), programme d'application de la réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'AEP en milieu rural et semi urbain ; *Atelier d'information*, 2 Novembre
- 7 Direction Nationale de l'Hydraulique (2004), Guide méthodologique des projets d'alimentation en eau potable en milieu rural, semi-urbain et urbain pour les collectivités territoriales ; Ministère des Mines et de l'Energie et de l'Eau, République du Mali
- 8 Ella. L. ; Pierre B. ; Nitin. J (2011), Expérience du WSP dans la promotion de services durables par l'implication du service privé local ; *6<sup>ème</sup> forum du Réseau pour la promotion de l'Hydraulique Rurale, Ouganda 2011* ; L'Hydraulique Rurale au 21<sup>ème</sup> siècle : mythes du passé, Vision pour le futur.
- 9 Gracialous M.D.L (2012), Diagnostics techniques du dimensionnement et de la gestion des adductions d'eau villageoises dans le département de l'Ouémé au Bénin ; *Mémoire* juin
- 10 Gouvernance eau Burkina (2009), Evaluation de la gouvernance de l'eau au Burkina Faso ; publié par Partenariat ouest Africain de l'Eau (GWP/AO) Ouagadougou, Burkina Faso.
- 11 IGIP Afrique (2009) Document cadre de gestion du service public de l'eau en milieu rural et semi-urbain ; Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques, Burkina Faso

- 12 Kalbermatten. J. M ; De Anne. S .J ; Gunnerson, C. G (1982) Technologies appropriées pour l'alimentation en eau et l'assainissement : Résumé des options techniques et des options économiques ; document d'orientation
- 13 Marc Vézina (2007), La prise en compte du genre dans les projets d'adduction d'eau potable ; Agence Française pour le développement - Programme Solidarité Eau ; Ouvrage collectif
- 14 Martin. G (1985), L'alimentation en eau potable des populations rurales de l'Afrique de l'Ouest- Essai de synthèse bibliographique *document d'orientation*
- 15 Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique (2012), Annuaire statistique 2011 de l'eau potable et de l'assainissement des eaux usées et excréta ; Burkina Faso
- 16 Mathieu Le Corre et Stéphane Mbarga (2011), Retour d'expérience sur les modes de gestion de service d'eau potable à Madagascar ; Cahier technique, Programme Solidarité Eau
- 17 Molinie Léa (2009), Dispositifs rustiques d'alimentation et de traitement de l'eau potable pour les services de petites tailles en régions défavorisées ; Synthèse technique ENGREF Montpellier
- 18 Molinie Léa (2009), Dispositifs rustiques d'alimentation et de traitement de l'eau potable pour les services de petites tailles en régions défavorisées ; Synthèse technique ENGREF Montpellier
- 19 Direction Générale des Ressources en Eau (2008) ; La Réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable en milieu rural et semi- urbain ; *recueil des outils d'application de la réforme* ; Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques – Burkina Faso.

## **Sites internet**

- 1 <http://cadres.apec.fr/Emploi/Marche-Emploi/Fiches-Apec/Fiches-fonctions/Les-grandes-fonctions/Etudes-recherche-et-developpement/La-fonction-etudes-socio-economiques-realiser-des-etudes-pour-eclairer-les-prises-de-decisions> consulté le 25 03 2013
- 2 [http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei\\_ere/5/html/b1/proj/pr\\_b1.htm](http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0506/bei/bei_ere/5/html/b1/proj/pr_b1.htm) consulté le 06 avril 2013
- 3 <http://www.groupe-electrogene.pro/recherche-puissance?type=kva&val=10> consulté le 29 05 2013

# Annexes

## Sommaire des annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête des ménages .....	49
Annexe 2: Prescriptions générales sur l'équipement des ouvrages.....	50
Annexe 3 : Etudes complémentaires : Travaux géophysiques .....	51
Annexe 4 : Caractéristiques probable du forage et points d'implantation des BF.....	53
Annexe 5 : Cahier de charge du contrat d'affermage.....	54
Annexe 6 : Récapitulatif du dimensionnement .....	58
Annexe 7 : Récapitulatif de l'étude économique .....	59
Annexe 8 : Récapitulatif de la simulation : .....	62
Annexe 9 : Consommation spécifique du village de Pabré et Sabtenga .....	64
Annexe 10 : Schémas et profil en long de la conduite principale du réseau de distribution....	65

## Annexe 1 : Fiche d'enquête des ménages

Date : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nom de l'Arrondissement : \_\_\_\_\_

Numéro de fiche : \_\_\_\_\_

### PARTIE 1. CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES DU MÉNAGE

1/Type d'habitat : a. Traditionnel  b. Bas standing  c. Moyen standing

d. Haut standing  e. autre (à préciser)

2/ Sexe du chef de ménage : a. Homme  b. Femme

3/Taille du ménage \_\_\_\_\_

### PARTIE 2. ACCESSIBILITE A L'EAU POTABLE

4/ Quelles sont vos sources d'approvisionnement en eau ?

a. Borne fontaine  b. Branchement privé  c. Forage  d. Puits  e. FPM

f. Poste d'eau Autonome  g-autres

5/Quelle quantité d'eau prélevez-vous ?

Sources Usages	Forage a PMH	Puit Moderne	Puit traditionnels	Autres(à préciser)
Boisson				
Lessive				
Vaisselle				
Cuisine				
Bainet toilette				
Autres				
Quantité				

6/ Quelle distance parcourez-vous pour aller au point d'eau ? \_\_\_\_\_ mètres

### PARTIE 3 : PAYEMENT DE LA RESSOURCE EN EAU

7/Quel type de récipient utilisez-vous ?

8/ A combien payez-vous l'eau aux forages a PMH ? -----FCFA/ (à préciser)

## **Annexe 2: Prescriptions générales sur l'équipement des ouvrages**

### ✓ Bornes fontaines

Les bornes fontaines choisies sont celles couramment utilisées par l'ONEA. Elles sont munies de robinets de puisage et construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage. Un compteur installé permet de quantifier les volumes d'eau distribués aux populations.

### ✓ Réseau

Dans l'optique de garder en réseau en parfait état de fonctionnement ; il doit être protégé contre la présence de l'air dans les conduites, les surpressions et les dépressions ; les pertes de capacité dues à l'accumulation des impuretés dans les conduites. Les équipements à placer sont :

#### ✓ Les équipements de protection

Les ventouses : elles sont placées aux points hauts et raccordées aux conduites. Leur rôle de faciliter le dégager l'air introduit dans les canalisations. Elles seront logées dans des regards en béton armé.

Les vidangeurs qui permettent de vidanger ou de nettoyer le réseau ou une partie de celui-ci en cas de besoin (introduction éventuelle de dépôt solides ou de polluants dans le réseau). Elles sont placées dans les points bas et raccordées aux conduites.

#### ✓ Les équipements de sectionnement

Il s'agit des robinets vannes et des clapets anti retour. Les robinets vannes permettent d'isoler certains tronçons du réseau lors des travaux de maintenance. Pour empêcher le retour de l'eau dans un sens non désiré, il faut nécessairement placer un clapet anti retour. Par exemple, l'eau du réservoir ne doit pas retourner dans le forage pour éviter ainsi le risque de pollution.

#### ✓ Equipement annexes

Il sera mis à la disposition de l'exploitant un bâtiment faisant usage de bureau. Un local sera prévu pour le gardien sans oublier le local pour le système de commande électrique, et un magasin pour stocker le matériel d'entretien.

### Annexe 3 : Etudes complémentaires : Travaux géophysiques

Le projet d'adduction d'eau potable simplifié repose avant tout sur la disponibilité de la ressource. Le choix étant orienté vers les ressources souterraines, l'approche méthodologique consiste à la collecte documentaire, (carte, photographie aérienne etc.) leur interprétation en vue d'orienter les levées géophysiques qui seront réalisées. Compte tenu du contexte géologique (zone de socle) les cibles recherchées sont les fractures.

Les levées ont été menés à l'aide d'un résistivimètre géo-électrique suivant le dispositif Schlumberger. Il a été réalisé des investigations latérales perpendiculaires aux structures à vérifier. Les profils géo-électriques ont permis de localiser les zones d'anomalies. Les sondages électriques ont été effectués aux points d'anomalies pour permettent une investigation en profondeur.

#### Synthèse des travaux géophysiques

PROFILS DE TRAINES GEOELECTRIQUES					
Désignation	Direction	AB/2 (m)	MN/2 (m)	Pas de mesure (m)	Longueur (m)
P1	N098°	100	10	10	660
P2	N098°	100	10	10	200
P3	N224°	100	10	10	230
P4	N098°	100	10	10	70
P5	N098°	100	10	10	220
SONDAGES ELECTRIQUES VERTICAUX					
Désignation	Direction	AB/2 max (m)	Nbre points de mesure	Observations	
SE1	N098°	150	19	RAS	
SE2	N098°	150	19	RAS	
SE3	N098°	150	19	Ne terrain pourrait s'avérer instable de 10 à 30m	
SE4	N098°	150	19	RAS	
SEE	N098°	150	19	Forage fonctionnel	

Source : GERTEC Septembre 2012

Présentation des choix prioritaires

Ordre de priorité	Désignation du site	Profondeur Altération (m)	Profondeur conseillée (m)	Profondeur Désespoir (m)	Côtes venues d'eau importantes probables (m)	Coordonnées GPS		Observations
						N 10° 53' 25.40"	W 03°01' 26.10"	
1	SE1	30	80	95	30-75	N 10° 53' 25.40"	W 03°01' 26.10"	RAS
2	SE3	20	75	90	20-70	N 10° 53' 28.60"	W 03°01' 21.90"	Le terrain pourrait s'avérer instable de 10 à 30m
3	SE4	15	75	95	20-100	N 10° 53' 28.70"	W 03°01' 9.10"	RAS
4	SE2	35	80	90	35-75	N 10° 53' 26.60"	W 03°01' 24.50"	RAS

#### Annexe 4 : Caractéristiques probable du forage et points d'implantation des BF

Caractéristiques probable du forage attendu

Paramètres	Unités	Valeurs
Côte du terrain naturel ( $Z_{TN}$ SE1)	m	300,00
Débit d'exploitation minimal attendu ( $Q_{expl}$ )	m <sup>3</sup> /h	15
Niveau statique probable (NS)	m	30
Niveau dynamique probable (ND)	m	40
Rabattement (R)	m	10
Profondeur moyenne (P)	m	80

Site d'implantation des bornes fontaines

Points/BF	Coordonnées (X ,Y,Z)		
	X	Y	Z
<b>BF1</b>	497360.32	1203808.46	300.29
<b>BF2</b>	497877.58	1204045.59	294.99
<b>BF3</b>	497944.20	1204333.08	299.89
<b>CE</b>	497891.16	1204385.60	310.67
<b>BF4</b>	497927.13	1204423.42	301.04
<b>BF7</b>	497942.09	1204501.32	301.21
<b>BF5</b>	497970.53	1204660.30	302.31
<b>BF6</b>	498236.90	1205217.57	304.31

## **Annexe 5 : Cahier de charge du contrat d'affermage**

### Dispositions générales du contrat d'affermage

- Le contrat confère au fermier le droit exclusif le service public de la distribution d'eau potable au sein de la commune
- Le fermier est de la production et de la distribution d'eau ; en outre il est tenu à l'entretien et à la préservation du patrimoine dont la gestion lui est déléguée
- Sont concernés par le présent contrat tous les ouvrages et équipements nécessaires au service, y compris les PMH sur le territoire communal ; cependant la commune reste propriétaire de toutes ces installations
- La durée du contrat est de cinq ans renouvelable sur la base d'une évaluation satisfaisante des performances
- L'inventaire des biens mobiliers et immobiliers précisant le fonctionnement et l'âge des ouvrages doit être remis au fermier. Le fermier devra fournir les constatations sur l'état réel des ouvrages avant trois mois.
- La mise à jour des modifications des installations disponible sur fond de carte ainsi que celui du réseau
- Tout renforcement ou nouvelles réalisation en cours de contrat par la commune doit être amendé par le fermier

### Clauses techniques particulières

#### Les engagements du fermier

Le fermier est responsable du bon fonctionnement du système. Il s'engage à assurer :

- La production et la distribution de l'eau aux usagers, y compris l'entretien, la surveillance les réparations nécessaire de façon à assurer la continuité du service ;
- La gestion financière du système : recouvrement du prix de l'eau, exécution des achats et paiement du personnel et des prestataires ainsi que l'établissement de bilans de gestions ;
- A la commune, la fourniture régulière et sur demande de toute informations et synthèse sur le fonctionnement technique et financier du service ;
- Exécuter les travaux (renouvellement ou nouveau installations) mis à sa charge par le présent contrat ;
- Respecter les dispositions administratives et techniques en vigueur, en matière de santé public et de préservation de l'environnement ;

- Informer la commune de tout risque susceptible de compromettre le bon fonctionnement du service, pour lui permettre de prendre les dispositions nécessaires.
- Assurer la sécurité de l'ouvrage (contrat d'assurance, gardiennage...)

Au cas où l'AEPS prend en compte les branchements d'eau aux particuliers le fermier devra fournir de l'eau à toute personne qui lui demande pourvu qu'elle soit située sur le parcours de canalisation de distribution d'eau. La réponse aux demandes de nouveaux branchements doit tenir compte de la limite de la ressource disponible et des capacités du réseau. Il s'établi donc entre l'exploitant et le bénéficiaire un contrat d'abonnement.

Cependant l'exploitant est dispensé de ses obligations dans les cas suivants :

- Toute intervention qui nécessite l'arrêt du groupe ou de la pompe
- Intervention sur les conduites
- Impossibilité de fournir l'eau du à des situations exceptionnelles notamment un épuisement, une faiblesse ou une dégradation de la qualité de la ressource...

Par contre en cas d'interruption planifié le fermier devra prévenir l'AUE et la commune 24heures avant le début de l'interruption

Confort du service offert

Ce sont les paramètres de qualité, quantité et de pression

- ❖ Quantité : Le fermier devra fournir l'eau de sorte à éponger la demande solvable au niveau des BF ou des branchements privés. Si la ressource en eau ou les installations deviennent insuffisantes, le fermier devra informer le plus tôt possible la commune et proposer toute solution à même de répondre au problème posé.
- ❖ Qualité : L'eau distribuée devra être conforme à la réglementation nationale en vigueur. Aussi souvent qu'il sera nécessaire, le fermier devra vérifier la qualité de l'eau distribuée. Il devra donc prendre en charge le frais afférents (prélèvements analyse). La responsabilité du fermier est engagée suite aux dommages qui pourraient être causés par la mauvaise qualité des eaux distribuée. Si la mauvaise qualité de l'eau distribuée est liée à la pollution de la nappe, la responsabilité de la commune sera engagée. Les réparations lui seront donc attribuées.
- ❖ Pression : Une pression minimale de l'eau, en service normale, sera prise au moins égale à 0,3 bars, sauf impossibilité technique dûment justifiée.

## **Travaux**

Ce volet aborde les différentes catégories de travaux et les responsabilités des acteurs

Les travaux d'entretien et d'exploitation sont exécutés par l'exploitant et à ses frais. Il s'agit des opérations d'entretien de tous les ouvrages équipements et matériels nécessaire à la bonne marche du système et le remplacement de certains d'entre eux. Les travaux relatifs au branchement privé sont à la charge de l'abonné.

### Renouvellement des équipements

Les équipements dont la durée de vie est supérieure à 15 ans sont à la charge de l'Etat. Ce sont : le forage le château d'eau, le réseau primaire de distribution et de refoulement sans oublier les regards les vannes vidangeurs et les ventouses. Néanmoins le fermier assure l'entretien et la maintenance dans le cadre de son exploitation.

Les autres constituants du système sont à la charge du fermier qui devra en assurer l'entretien et le renouvellement. Il s'agit du groupe électrogène lorsqu'il s'agit d'énergie thermique, le convertisseur dans le cas de système photovoltaïque, les bornes fontaines, le transformateur en cas de raccordement au réseau électrique, le groupe de pompage immergé et sa colonne d'exhaure...

La commune devra donner toute les facilités au fermier pour garantir le meilleur service et promouvoir la consommation d'eau potable.

### Clauses administratives et financières

Le fermier devra mettre en place une architecture administrative et financière qui lui permette de produire des résultats. Il devra par contre fournir à la commune des éléments clés de son exercice

- ✓ Les éléments du prix de l'eau : les charges du personnel, les frais de gestion et de consommation énergétique, les frais d'entretien et de réparation, les frais d'analyse de l'eau les bénéfices ou pertes éventuels etc...Il serait avantageux que la commune ne perçoive pas de taxe sur le prix de l'eau. Toute révision tarifaire doit être justifié et soumise à l'approbation de la commune. Les volumes d'eau sont facturés à chaque quinzaine pour les bornes fontaines et chaque mois pour les particuliers
- ✓ Bilan technique des installations : le fermier a l'obligation de fournir des indications sur les volumes produit distribués et vendus. Le rendement du réseau, fiches des analyses de paramètres physico-chimiques... doivent être livrés. En générale toutes les interventions doivent être restituées ainsi les plans actualisés des ouvrages.
- ✓ Bilan financier : Un compte rendu financier qui ressort le détail des dépenses, des recettes ainsi que les éventuels resettes perçues par la commune. Le fermier devra évidemment s'acquitter de son devoir fiscal.

Les indicateurs de performances du contrat d'affermage

N°	Dénomination	Définition	Valeur indicative
1	Rendement total des installations	Volume d'eau potable facturé / Volume d'eau brute exauré	80%
2	Taux de couverture en eau du centre desservi	Population avec accès aux services d'eau potable (par BP ou BF) / population de l'agglomération	A préciser, variable selon le centre (en générale > 60%)
3	Taux de réalisation des tests	Nombre de tests effectué/ Nombre de tests prévus	> 95%
4	Taux de la qualité de l'eau	Nombre d'échantillon dans les normes / Nombre d'échantillon analysés	> 95%
5	Taux de qualité bactériologique	Nombre d'échantillons bactériologique dans les normes / Nombre d'échantillons bactériologiques analysés	> 98%
6	Taux de plaintes	Nombre de plaintes / Nombre d'abonnés actifs	Environ 1%
7	Taux de recouvrement global	Montant des recouvrements TTC enregistrés, relatifs à la période d'observation de 12 mois, quatre mois après le dépôt des dernières factures de a période, divisé par le montant TTC des factures nettes déposées pendant la même période de 12 mois.	> 90 %
8	Taux de recouvrement privés	Montant des recouvrements TTC enregistrés auprès des clients privés, relatifs à la période d'observation de 12 mois, quatre mois après le dépôt des dernières factures de a période, divisé par le montant TTC des factures nettes déposées pendant la même période de 12 mois.	> 95%

## Annexe 6 : Récapitulatif du dimensionnement

Tableau de calcul de la surpression et dépression

Célérité (m/s)	480,2	Caractéristiques conduite		besoin de protection
Variation de pression(m)	26	Pression nominale	100	Non
Dépression (m)	42,01	pression atmosphérique	10.33 m	P atm < Dépression
Surpression (m)	94,58	Pression Max admissible	120	Surpression < PMA

Tableau de calcul de la HMT

Dénivellé		pertes de charge		HMT (m)
Niveau statique (m)	30	Longeur du refoulement (m)	1321	67,00
Niveau dynamique(m)	40	Diamètre refoulement	93,6	
Cote TN Reservoir (m)	310,67	Débit d'exploitation (m3/h)	15	
Cote TN du forage (m)	300	Ks	120	
Hauteur cuve (m)	7	Pertes de charges linéaires	5,02	
Hauteur cuve (m)	3,8	Majoration de 10%	0,50	
<b>Hauteur géométrique (m)</b>	<b>61,47</b>	<b>Pertes de charge totales (m)</b>	<b>5,53</b>	

Tableau récapitulatif du calcul de la puissance crête et du nombre de modules

Qj	65	Puissance crête	Nbre de modules
HMT	70	12,66	59
Kp	0,7		
Ei	4,2		
Rond	0,9		
Rmp	0,37		
Puissance d'un module	0,215		

## Annexe 7 : Récapitulatif de l'étude économique

### Devis estimatif et quantitatif des travaux

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix total
	<b>INSTALLATION DE CHANTIER</b>	FF			2 000 000
I.	<b>TERRASSEMENT</b>				
I.1	Tranchées pour pose de canalisations de profondeur 0.8m et largeur 0.5m	m3	1388	4000	5552000
I.2	Lit de pose de 10 cm d'épaisseur de sable au fond de fouille	m3	174	1500	261000
I.3	Remblais de remplissage de fouille	m3	1388	2000	2776000
	<b>Sous total I</b>				8589000
II	<b>EQUIPEMENTS HYDRAULIQUE</b>				
II.1	Conduite en PVC				
II.2	Fourniture et pose de canalisations PVC 63 PN10	ml	2565	2000	5130000
II.3	Fourniture et pose de canalisations PVC 75 PN10	ml	445	3500	1557500
II.4	Fourniture et pose de canalisations PVC 90 PN10	ml	177	4250	752250
II.5	Fourniture et pose de canalisations PVC 110 PN10	ml	1603	5500	8816500
	<b>Sous total II</b>				16256250
III	<b>ACCESSOIRES</b>				
III.1	Fourniture et pose de vannes sur canalisations	U	9	80 000	720000
III.2	Raccordements divers	U	13	25000	325000
	<b>Sous total III</b>				1045000
IV	<b>OUVRAGES DE PROTECTION</b>				
IV.1	Fourniture et pose de vidangeurs	U	4	100 000	400000
IV.2	Fourniture et pose de ventouses	U	3	100 000	300000
	<b>Sous total IV</b>				700000
V	<b>ROBINETTERIE</b>				
V.1	Bornes fontaines complète muni de 2 robinets avec air de dallage	U	7	1300000	9100000
V.2	Essai de pression	U	1	200000	200000
	<b>Sous total V</b>				9300000
VI	<b>RESERVOIR</b>				
VI.1	Fourniture et pose d'un réservoir métallique de 10 m et accessoires	U	1	14000000	14000000
VI.2	Fourniture de pastille de chlore	U	1	600000	600000
VI.3	Désinfection du réseau avant usage	U	1	200000	200000
	<b>Sous total VI</b>				14800000
VII	<b>EQUIPEMENTS D'EXHAURE</b>				
VII.1	Fourniture et pose d'une électropompe	U	1	3000000	3000000

	immergée grundfos				
	<b>Sous total VII</b>				3000000
VIII	<b>LOCAUX</b>				
VIII.1	Bureau de l'exploitant	U	1	3000000	3000000
VIII.2	Local du gardien	U	1	750 000	750 000
VIII.3	Magasin de stockage	U	1	500000	500000
VIII.4	Local pour commandes électrique	U	1	250000	250000
VIII.5	Toilettes	U	1	200000	200000
	<b>Sous total VIII</b>				4700000
X	<b>SUIVI ET CONTRÔLE DES TRAVAUX</b>	FF			10 000 000
	<b>MONTANT GLOBAL</b>				70 390 250
	TVA de 18%				12670245
	<b>MONTANT TTC</b>				83 060 495
IX	<b>Energie</b>				
IX.1	Variante 1 : Fourniture et pose d'un groupe électrogène	U	1	7000000	7000000
IX.2	Variante 2 : Fourniture et pose du champ photovoltaïque	U	1	27755479	27755479
	<b>Cout total avec variante groupe électrogène</b>				90 060 495
	<b>Cout total avec variante énergie solaire</b>				110815974

Calcul des amortissements

Première variante : Groupe électrogène

Groupe électrogène			
Désignation	Base d'amort	Durée de vie	Amort annuel
Groupe électrogène	7000000	5	1400000
Pompe immergée	3000000	5	600000
Réservoir métallique	14000000	25	560000
Canalisation en PVC	16256250	15	1083750
Accessoires	1745000	5	349000
Bornes fontaines	9100000	10	910000
Total des Amortissements annuels			4902750
Total des Amortissements à l'horizon du projet			49027500

## Variante 2 : Champ photovoltaïque

Désignation	Base d'amort	Durée de vie	Amort annuel
Modules photovoltaïques	25046736	25	1001870
Onduleur	2238630	4	559657,5
Pompe immergée	3000000	5	600000
Réservoir métallique	14000000	25	560000
Canalisation en PVC	16256250	15	1083750
Accessoires	1745000	5	349000
Bornes fontaines	9100000	10	910000
Total des Amortissements annuels			5064277,5
Total des Amortissements à l'horizon du projet			50642775

## Calcul du prix de l'eau

Prix du mètre cube d'eau produit		
Eléments de calcul	Energie thermique	Energie solaire
Investissement initial	90 060 495	110 815 974
Amortissement total	49027500	50642775
Production d'eau jusqu'en 2023	361350	361350
Exploitation ou entretien	450303	110816
Cout du mètre cube	386,2	447,1

## Annexe 8 : Récapitulatif de la simulation :

État des Nœuds du Réseau de distribution à 13:00 Heures

ID Nœud	Altitude m	Demande LPS	Charge m	Pression m
Nœud B4	300.27	0.00	316.56	16.29
Nœud B5	301.04	0.00	315.87	14.83
Nœud P10	309.02	0.00	314.72	5.70
Nœud BF4	308.36	1.00	314.48	6.12
Nœud B6	301.21	0.00	315.31	14.10
Nœud N10	298.39	0.00	314.38	15.99
Nœud B7	302.32	0.00	314.33	12.01
Nœud P11	305.51	0.00	313.31	7.80
Nœud P12	304.31	0.00	312.03	7.72
Nœud BF6	304.32	1.00	311.91	7.59
Nœud B8	296.82	0.00	312.88	16.06
Nœud B10	296.96	0.00	312.47	15.51
Nœud BF7	297.18	1.00	312.28	15.10
Nœud B3	299.89	0.00	316.21	16.32
Nœud BF3	300.18	1.00	316.03	15.85
Nœud P7A1	298.38	0.00	315.30	16.92
Nœud P5	297.18	0.00	314.84	17.66
Nœud B2	294.99	0.00	314.22	19.23

État des Arcs du Réseau de distribution à 13:00 Heures

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Perte. Charge Unit m/km
Tuyau 1	282	99.4	7.00	0.90	9.36
Tuyau 2	40	81.4	3.00	0.58	8.73
Tuyau 3	143	67.8	2.00	0.55	6.35
Tuyau 4	57	67.8	2.00	0.55	8.00
Tuyau 5	88	67.8	2.00	0.55	7.03
Tuyau 6	53	57	1.00	0.39	5.00
Tuyau 7	157	57	1.00	0.39	4.03
Tuyau 8	208	57	1.00	0.39	3.90
Tuyau 9	249	57	1.00	0.39	3.84
Tuyau 10	51	81.4	4.00	0.77	13.44
Tuyau 11	86	81.4	3.00	0.58	6.47
Tuyau 13	243	57	1.00	0.39	3.85
Tuyau 14	402	57	1.00	0.39	3.72
Tuyau 15	94	57	1.00	0.39	4.36
Tuyau 16	157	67.8	2.00	0.55	6.25
Tuyau 17	269	57	1.00	0.39	3.82
Tuyau 18	338	57	1.00	0.39	3.76
Tuyau 19	14	57	1.00	0.39	9.12

## Annexe 9 : Consommation spécifique du village de Pabré et Sabtenga

Tableau des relevées de consommations aux BF de Pabré Centre

Date	Durée	BF9	BF6	BF2	BF1	BF7	BF10	BF3	BF5	BF8	BF4	CT	CJ	CS
01/03/2012		46	232	190	41	291	157	130	56	33	96	1272		
17/03/2012	17	59	192	132	82	262	213	162	49	38	87	1276	75,1	10,2
31/03/2012	15	60,5	213	111	156	266	194	140	56	63	75	1334,5	89,0	12,1
16/04/2012	17	60,5	288	129	208	308	225	144	71	119	103	1655,5	97,4	13,3
03/05/2012	18	51	296	115	146	350	323	164	76	147	132	1800	100,0	13,6
14/05/2012	12	30	212	62	59	246	210	118	52	86	94	1169	97,4	13,3
31/05/2012	18	39	324	92	69	359	262	128	84	118	134	1609	89,4	12,2
14/06/2012	15	27	257	92	44	299	207	98	60	97	104	1285	85,7	11,7
30/06/2012	17	24	261	77	40	283	257	115	67	108	114	1346	79,2	10,8
31/07/2012	32	51	419	169	45	423	298	145	102	149	152	1953	61,0	8,3
31/08/2012	32	24	258	151	30	279	114	71	82	104	74	1187	37,1	5,1
29/09/2012	30	16	272	161	24	330	141	114	70	107	74	1309	43,6	5,9
31/10/2012	32	48	354	285	93	435	238	202	135	186	77	2053	64,2	8,7
30/11/2012	31	77	342	393	131	399	246	250	167	233	58	2296	74,1	10,1

Tableau des relevés des consommations aux BF du village de Sabtenga

Date	Durée	BF1	BF2	BF3	BF4	BF5	BF6	BF7	BF8	CT	CJ	CS
02-mars					72	51	46	101	16	286		
18-mars	16	19	36	59	62	46	27	82	16	363	22,7	5,5
01-avr	14	34	57	46	65	35	19	77	16	363	25,9	6,2
17-avr	16	103,5	63	64	65	62	18	89	38	518,5	32,4	7,8
03-mai	16	103,5	70	86	31,5	62	61	108	68	606	37,9	9,1
14-mai	11	14	22	18	31,5	21	19	26	20	182,5	16,6	4,0
31-mai	17	28	40,5	28,5	17,5	34	16,5	27,5	20	229,5	13,5	3,2
14-juin	14	40	40,5	28,5	17,5	34	16,5	27,5	20	238,5	17,0	4,1
30-juin	16	33	52	15	16	47	7	19	65	270	16,9	4,1
31-juil	31	32	43	27	23	64	20	38	99	377	12,2	2,9
31-août	31	54	31	17	27	47	20	48	49	324	10,5	2,5
29-sept	29	41	2,5	24	28	72	23	79	61	359,5	12,4	3,0
31-oct	32	53	2,5	52	50	137	33	92	85	536,5	16,8	4,0
30-nov	30			51		173	22	93	95	464	15,5	3,7

### Légende :

*CT : Consommation Totales*

*CJ : Consommations Journalières*

*CS : Consommations Spécifique par jour et par habitant*

*Durée sont exprimées en jours*

## Annexe 10 : Schémas et profil en long de la conduite principale du réseau de distribution

