



# ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE SANSANDING, REGION DE SEGOU (REPUBLIQUE DU MALI)

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

---

Présenté et soutenu publiquement le 25 octobre 2013 par

**Nahawa Dougounire DAO**

Travaux encadrés par : **M. Moussa OUEDRAOGO**  
Enseignant  
CENTRE COMMUN DE RECHERCHE EN EAU ET CLIMAT (CCREC)

**M. Amadou DIARRA**  
Chargé de projets (SETA)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Harinaivo A. ANDRIANISA**

Membres et correcteurs : **Moussa OUEDRAOGO**  
**Bega OUEDRAOGO**  
**Lawani A. MOUNIROU**

**Promotion [2012/2013]**

## DEDICACES

Ce mémoire est dédié :

- \* A mes parents **Sory Ibrahima DAO** et **Salimata DAO** en témoignage de ma profonde gratitude pour leur soutien et tous les sacrifices qu'ils ne cessent d'accorder à mon égard. Puisse Dieu leur accorder une longue vie afin qu'ils jouissent des fruits de leurs innombrables efforts.
- \* A ma sœur **Abibata** et à mon frère **Madani Oumar** pour leur soutien indéfectible
- \* A mon beau-frère **Salif DAO** pour tout ce qu'il a fait pour moi.
- \* A mes amis pour leur soutien
- \* A mes Professeurs, pour toutes les connaissances qu'ils m'ont transmises.

## REMERCIEMENTS

Nous ne saurons commencer ce travail sans remercier **Allah** le tout puissant qui par sa grâce, nous a accompagné tout au long de notre formation.

Au terme de notre étude, nous voudrions témoigner notre gratitude à tous ceux qui de près ou de loin ont permis la réalisation de cette œuvre. Nous ne pouvons-nous empêcher d'adresser nos sincères remerciements aux endroits de :

- \* Monsieur le Directeur Général de la SETA de m'avoir fait confiance en m'acceptant à la SETA pour ce stage ;
- \* Mes encadreurs Amadou Diarra chargé de projets à la SETA et Moussa Ouédraogo enseignant au 2<sup>ie</sup> pour leur disponibilité, leur remarque pertinente et leur conseil ;
- \* L'ensemble du personnel de la SETA pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et leur hospitalité ;
- \* Toute la population de Sansanding pour leur disponibilité ;

## **RESUME**

L'accroissement de la demande en eau en quantité et en qualité demeure un réel problème pour l'Etat malien.

Le PACTEA est un projet qui s'est donné comme objectif l'amélioration durable de l'approvisionnement en eau potable et de qualité pour les populations de 40 centres ruraux et semi-urbains dont la ville de Sansanding.

La ville de Sansanding dispose d'une AES qui est confrontée à plusieurs problèmes tels que des bornes fontaines en arrêt, des faibles pressions, la non couverture de la ville par le réseau etc... et quelques PMH dont la majorité est en mauvais état. Toutes ces contraintes obligent la population à se diriger vers les sources d'eau alternative telles que les puits traditionnels, le fleuve Niger etc....

Suite à une analyse de l'état des lieux de l'alimentation en eau potable de Sansanding, un nouveau système d'AEP est proposé pour la ville. Ce système couvrira toute la ville et comprendra des ouvrages de captage et de pompage, un réservoir de stockage, des réseaux d'adduction et de distribution avec les points de livraison (branchement privé, bouche d'incendie). Les consommations spécifiques ont été données sur la base des consommations moyennes des villes. Pour le pompage nous utiliserons les pompes immergées de marque Grundfos.

La détermination du prix du service de l'eau est basée d'une part sur les quantités d'eau consommées et d'autre part sur les charges d'exploitation, les amortissements des investissements amortissables.

Le mode de gestion choisie est la gestion communautaire qui consiste à confier la gestion des ouvrages à des volontaires dont les choix sont confirmés par la population. L'intérêt de ce mode de gestion est que le budget est contrôlé par une assemblée communautaire.

### **Mots Clés :**

- 
- 1 – Sansanding**
  - 2 – Approvisionnement en eau potable**
  - 3 – Branchement privés**
  - 4 – Prix du service de l'eau**
  - 5 – Mode de gestion**

## **ABSTRACT**

The increase in the demand for water in quantity and quality remains a real problem for the State Malian.

The PACTEA is a project which was given like objective the durable improvement of the supply drinking water and quality for the populations of 40 rural centers and semi-urban of which the town of Sansanding.

The town of Sansanding has a AES which is confronted has several problems such as public drinking fountains in stop, low pressures, non the cover of the city by network etc... and some PMH whose majority is in bad condition. All these constraints push the population to move towards the sources of alternate water such traditional wells, Niger river etc....

Following an analysis of the inventory of fixtures of the drinking water supply of Sansanding, a new system of AEP is proposed for the city. This system will cover the entire city and will include works of collecting and pumping, tank stocking, networks of adduction and distribution with the points of delivery (private connection, fire hydrant). The specific consumption was given on the basis of average consumption of the cities. For pumping we will use the submerged pumps of Grundfos mark

The price determination of the service water will be based on the one hand on the quantities of water consumed and on the other hand on the running costs, depreciation of the redeemable investments.

The mode of selected management is the community management consists in choosing a volunteer who will deal with the management and which consists in entrusting the management of the works to volunteers whose choices are confirmed by the population. The interest of this mode of management is that the budget is controlled by a Community assembly.

### **Key words:**

- 
- 1 – Sansanding**
  - 2 – Supply drinking water**
  - 3 – Connection private**
  - 4 – Price of the service of water**
  - 5 – Mode of management**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AEP:** Adduction d'Eau Potable

**AES:** Adduction d'Eau Simplifiée

**BF :** Borne Fontaine

**CSLP:** Cadre Stratégique national de Lutte contre la Pauvreté

**CT:** Collectivités Territoriales

**DNH:** Direction Nationale de l'Hydraulique

**DRH:** Direction Régionale de l'Hydraulique

**FED:** Fonds Européen de Développement

**OMS:** Organisation Mondiale de la Santé

**PACTEA:** Programme d'Appui aux Collectivités Territoriales pour l'Eau et l'Assainissement

**Pdy :** Pression Dynamique

**PIN:** Programme Indicatif

**PMH:** Pompe à Motricité Humaine

**PNUD:** Programme des Nations Unies pour le Développement

**Pstat :** Pression Statique

**PVC:** PolyChlorure de Vinyle

**RGPH:** Recensement Général de la Population et de l'Habitat

**SETA:** Société d'Etudes Techniques et d'Application

## Table des matières

Dédicaces.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	iv
liste des abréviations.....	vi
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>5</b>
<i>Introduction.....</i>	<i>6</i>
<b><i>I. PRESENTATION DE LA VILLE DE SANSANDING.....</i></b>	<b><i>8</i></b>
1) Situation géographique.....	8
2) Relief.....	8
3) Situation climatologique.....	8
a. Climat.....	8
b. Temperature.....	8
c. Pluviometrie.....	9
d. Les vents.....	9
e. Sol.....	9
4) Situation socio economique.....	9
5) Situation actuelle de l'accès à l'eau potable.....	9
6) situation Démographique.....	11
7) Habitat.....	11
8) Equipements sociaux.....	11
<b><i>II. GENERALITES.....</i></b>	<b><i>12</i></b>
1) Définitions de quelques concepts.....	12
a. Eau potable.....	12
b. Besoins domestiques.....	12
c. Besoins sociaux.....	12
d. Besoins des activités économiques.....	12

---

<b>2) Quelques normes unitaires des consommations spécifiques .....</b>	<b>12</b>
a. Besoins domestiques .....	12
b. Besoins sociaux.....	13
c. Besoins des activités économiques.....	13
<b>3) Normes sur les consommations spécifiques au mali .....</b>	<b>13</b>
<b>4) Généralités sur l'accès en eau potable au Mali .....</b>	<b>14</b>
a. Eaux de surface .....	14
b. Eaux souterraines .....	14
<b>5) Généralités sur les types d'approvisionnement en eau.....</b>	<b>15</b>
a. Description du système adduction en eau potable (AEP).....	15
b. Description du système adduction d'eau sommaire (AES) .....	15
c. Borne fontaine.....	15
d. Branchement particulier .....	15
e. Puits .....	16
<b>III. MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>17</b>
<b>1) Choix de la zone d'étude.....</b>	<b>17</b>
<b>2) Phase préparatoire .....</b>	<b>17</b>
a. Recherche documentaire .....	17
b. Visite terrain.....	17
<b>3) Phase de collecte et de traitement des données .....</b>	<b>18</b>
a. Collecte des données .....	18
b. Traitement des données.....	18
<b>IV. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS.....</b>	<b>19</b>
<b>A. Etude sommaire.....</b>	<b>19</b>
<b>1) Estimation de la population .....</b>	<b>19</b>
<b>2) Hypothèses et considérations .....</b>	<b>19</b>
<b>3) Calcul des besoins en eau.....</b>	<b>20</b>
a. Besoins en eau.....	20
b. Demande en eau .....	21
c. Ressources en eau .....	22
<b>B. Etude technique.....</b>	<b>22</b>
<b>1) Description du réseau .....</b>	<b>23</b>

---

---

<b>2) Dimensionnement des conduites de distribution.....</b>	<b>23</b>
a. Détermination des débits.....	23
b. Détermination des diamètres par tronçon.....	25
c. Calcul des pertes de charges .....	26
d. Calcul des vitesses réelles .....	26
e. Calcul des pressions dynamiques et statiques aux nœuds .....	26
<b>3) Dimensionnement du réservoir (château d'eau) .....</b>	<b>29</b>
<b>4) Dimensionnement de la conduite de refoulement .....</b>	<b>30</b>
<b>5) Pompage.....</b>	<b>32</b>
<b>6) Le coût du service de l'eau .....</b>	<b>35</b>
<b><i>C. Proposition d'un système de gestion pour garantir la pérennité des ouvrages .....</i></b>	<b><i>36</i></b>
<b><i>V. CONCLUSION GENERALE .....</i></b>	<b><i>38</i></b>
<b><i>Recommandations .....</i></b>	<b><i>39</i></b>
<b><i>VI Annexes.....</i></b>	<b><i>41</i></b>

---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : fonctionnalité des PMH .....	10
Tableau II : consommations spécifiques au Mali .....	14
Tableau III : Evolution de la population à l'horizon du projet.....	19
Tableau IV : Récapitulatif de l'évaluation des besoins .....	21
Tableau V : Demande en eau .....	22
Tableau VI : Récapitulatif des débits .....	25
Tableau VII : Récapitulatif du dimensionnement du réseau de distribution .....	27
Tableau VIII : Récapitulatif des longueurs et diamètres du réseau de distribution.....	28
Tableau IX : Répartitions prévisionnelles de consommations .....	29
Tableau X : Récapitulatif du dimensionnement du réservoir.....	29
Tableau XI : Dimensionnement de la conduite de refoulement (forage 1+ forage 2).....	31
Tableau XII : Dimensionnement de la conduite de refoulement (forage 1 et forage 2).....	31
Tableau XIII : calcul coup de bélier .....	32
Tableau XIV : Récapitulatif de la détermination de la puissance .....	33
Tableau XV : Calcul de l'amortissement.....	35
Tableau XVI : Mode de gestion .....	36

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Borne fontaine.....	15
Figure 2 : Puits .....	16

## INTRODUCTION

---

L'adage populaire « l'eau- c'est la vie » traduit toute la force de la symbolique multidimensionnelle que porte l'eau dans un pays sahélien comme le Mali. En effet, mieux que toutes les autres ressources naturelles dont dispose l'homme, l'eau est par essence cette ressource naturelle non substituable, indispensable à la vie, nécessaire aux différents secteurs de développement et donc au cœur des préoccupations des populations du Mali.

Au plan historique, le Mali, à l'instar des autres pays du Sahel a été profondément marqué par les effets de la sécheresse des années 1970. Ces sécheresses ont engendré une dégradation des ressources naturelles dont l'eau. Parallèlement à cette dégradation d'une ampleur sans précédent, on assiste à une croissance continue et accélérée de la demande en eau en quantité et en qualité en raison de l'expansion de la démographie et aussi de la modernisation des villes africaines. Face à cette situation, l'Etat malien s'est engagé à travers différents projets et programmes, dans une politique de satisfaction urgente des besoins en eau des populations et du cheptel du pays avec l'appui des partenaires au développement. Le Gouvernement du Mali et la Commission Européenne se sont accordés en mars 2003 sur un programme indicatif (PIN) de stratégie de coopération pour la période 2003-2007, dont un des secteurs de concentration est l'appui au processus de décentralisation et aux nouvelles structures publiques des Collectivités Territoriales (CT). L'action de la Communauté Européenne dans le cadre du 9<sup>ème</sup> Fonds européen de développement (FED) s'insère également dans les orientations du Cadre Stratégique national de Lutte contre la Pauvreté (CSLP). Inséré dans ces stratégies et la réalisation des objectifs du millénaire, le Programme d'Appui aux Collectivités Territoriales pour l'Eau et l'Assainissement (PACTEA) est un programme qui a pour objectif l'amélioration durable de l'approvisionnement en eau potable et de qualité pour les populations de 40 centres ruraux et semi-urbains dans les régions de Kayes, Ségou, et Mopti. C'est dans ce contexte qu'il est sollicité la réalisation des études techniques d'adduction d'eau potable dans plusieurs villes et villages dont Sansanding dans la région de Ségou.

L'étude de l'alimentation en eau potable de la ville de Sansanding s'articule autour de quatre (04) chapitres. Après cette partie introductive nous présenterons au chapitre I la zone d'étude ; le chapitre II concernera les généralités ; le chapitre III s'intéressera aux matériels et méthodes utilisés pour l'étude ; les résultats et analyses seront présentés dans le chapitre IV.

## OBJECTIFS

L'accès à l'eau potable est un problème sérieux et permanent touchant le monde entier, et en particulier la population de Sansanding.

L'objectif global de cette étude est d'améliorer les conditions d'accès à l'eau potable des habitants de Sansanding.

Les objectifs spécifiques sont :

- \* Evaluer les besoins en eaux
- \* Dimensionner le système AEP
- \* Proposer un mode de gestion

---

## I. PRESENTATION DE LA VILLE DE SANSANDING

---

La ville de Sansanding est le chef-lieu de la commune rurale du même nom, dans la région de Ségou. Sansanding est située sur la rive gauche du fleuve Niger, à environ 50 km de Ségou. La ville est traversée par une route nationale qui mène à Macina. La commune de Sansanding compte 17 villages et couvre une superficie de 330km<sup>2</sup>. La population est essentiellement composée de Soninké (Marka), Peuhl, Bambara, Bozo.

L'islam est la religion dominante. Elle concerne plus de 90% de la population.

### 1) SITUATION GEOGRAPHIQUE

La commune de Sansanding est située entre 13°43'31'' latitude Nord et 6°00'15'' longitude Ouest.

Elle est limitée :

- \* à l'Est par la commune rurale de Sibila
- \* à l'Ouest par la commune rurale de Dougabougou
- \* au Nord par la commune de Pogo
- \* au Sud par la commune de Markala.

### 2) RELIEF

Le relief de la commune est peu accidenté. Il se situe dans le delta intérieur du Niger et plus précisément dans le delta mort (zone hors d'inondation du fleuve Niger). Il est en grande partie de type plat avec des plaines alluviales du Niger.

### 3) SITUATION CLIMATOLOGIQUE

#### a. Climat

Le climat de Sansanding est de type sahélien marqué par une courte saison des pluies et une longue saison sèche; il comporte trois saisons :

- \* Une saison froide et sèche
- \* Une saison sèche et chaude
- \* Une saison pluvieuse et humide.

#### b. Temperature

Les températures oscillent entre 17 degrés en janvier et 40 degrés en avril. La température moyenne annuelle est de 28 degrés.

### c. Pluviometrie

La pluviométrie varie entre 450 à 550 mm/an. Elle devient de plus en plus aléatoire avec une tendance sensible à la baisse. Les mois les plus pluvieux se situent entre Août et septembre avec 300 mm environ en mois d'août. Le nombre de jour pluvieux est de 45 jours au maximum.

### d. Les vents

Les vents moyens soufflent entre 120 à 160 km/jour de janvier en juin ; les vents faibles varient entre 75 et 100 km/jour du mois de décembre.

### e. Sol

L'axe central de ces alluvions est occupé par des terrains inondés ou des terrains hydro-morphes. De part et d'autre de cet axe, on trouve un groupe de sols constitués de plaines Sablo-limoneuses tropicales favorables à la culture des céréales.

## 4) SITUATION SOCIO ECONOMIQUE

L'économie de Sansanding repose principalement sur le secteur primaire (agriculture, élevage, pêche).

Le sous-secteur primaire le plus dominant est l'agriculture qui se porte essentiellement sur une polyculture vivrière (mil, sorgho, arachide, fonio).

L'élevage demeure encore l'activité favorite des Peuhls qui pratiquent encore un élevage extensif. Le cheptel est composé de bovins, ovins, caprins, ânes, les chevaux et la volaille. La pêche est traditionnelle et est dominée par les Bozo. Le marché hebdomadaire se tient le mardi, et est fréquenté par les villages voisins.

## 5) SITUATION ACTUELLE DE L'ACCES A L'EAU POTABLE

L'analyse de la situation en matière d'accès à l'eau nécessite de faire un état des lieux sur les différentes sources d'approvisionnement en eau, d'apprécier leur fonctionnalité et leur accessibilité en terme de distance.

### ♣ État des lieux des principales sources d'approvisionnement de Sansanding

Les principales sources d'approvisionnement en eau de la ville sont :

- \*un système d'Adduction d'Eau Simplifiée (AES) desservant une dizaine de bornes fontaines
- \*dix PMH réparties comme suit :
  - une PMH au quartier Bozola,
  - une PMH au quartier Marka Est,

- une PMH à la frontière des quartiers Sofa 1 et 2,
- une PMH au quartier Sirifila,
- une PMH au quartier Kanadjiguila,
- une PMH au quartier Walawala,
- une PMH au quartier Walawala à l'école,
- une PMH au quartier administratif,
- une PMH au quartier administratif dans l'enceinte d'une école
- une PMH en brousse à la périphérie

\*Les sources non potables

♣ Fonctionnalités des points d'eau

L'accès à l'eau potable est insuffisant à Sansanding malgré le nombre élevé de points d'eau, car beaucoup d'entre eux restent défectueux.

\*Le système d'Adduction d'Eau Simplifié (AES) :

Le système AES n'est plus fonctionnel. Les problèmes connus de l'AES sont : entretien très peu suivi du réseau, des bornes fontaines en arrêt, hauteur du château moins importante pour assurer des pressions significatives aux points de puisage, diamètres des tuyauteries faibles et ne pouvant pas permettre d'extension, la non couverture de la ville par le réseau, pas de branchements particuliers, problèmes de pannes récurrentes du système de pompage, une gestion opaque du système par les femmes qui en ont la charge

\*Les PMH

**Tableau I : fonctionnalité des PMH**

Désignations	Fonctionnalités		
	Bon	Mauvais	Abandonné
PMH au quartier Bozola	x		
PMH au quartier Marka Est		x	
PMH à la frontière des quartiers Sofa 1 et 2		x	
PMH au quartier Sirifila		x	
PMH au quartier Kanadjiguila		x	
au quartier Walawala		x	
PMH au quartier Walawala à l'école		x	

PMH au quartier administratif		x	
PMH au quartier administratif dans l'enceinte d'une école		x	
PMH en brousse à la périphérie			x

♣ Accessibilité des points d'eau

La quasi-totalité des ménages de Sansanding parcourent moins de 400m pour s'approvisionner en eau.

## 6) SITUATION DEMOGRAPHIQUE

La ville de Sansanding a une population estimée à 6508 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 1998, répartis entre 1133 ménages.

La population actuelle de Sansanding est estimée à 11553 habitants avec un taux d'accroissement de 3,9%

## 7) HABITAT

Les différents types d'habitats rencontrés à Sansanding sont :

- \* **L'habitat semi-moderne**, avec des bâtiments construits en briques de banco, crépis de ciment avec toiture en tôle métalliques, équipées ou non d'eau courante, d'électricité et de téléphone.
- \* **L'habitat traditionnel**, avec des constructions en banco avec toiture de chaume, et généralement de forme ronde, sans équipement.

## 8) EQUIPEMENTS SOCIAUX

La ville de Sansanding comporte les équipements suivants :

- \* Deux (02) écoles primaires
- \* Une (01) école secondaire
- \* Un (01) centre de lecture
- \* Cinq (05) écoles medersa
- \* Un (01) centre de santé
- \* Un (01) marché
- \* Treize (13) lieux de cultes

## II. GENERALITES

---

### 1) DEFINITIONS DE QUELQUES CONCEPTS

#### a. Eau potable

Une eau est dite potable quand elle peut être consommée sans risque d'effet nocif à court ou à long terme. Elle doit répondre à des normes définies par la législation et la réglementation en vigueur sur la qualité de l'eau.

#### b. Besoins domestiques

La demande domestique est la quantité d'eau utilisée au niveau des familles et comprend l'eau nécessaire pour boire, cuisiner, laver, nettoyer et l'eau pour les systèmes sanitaires

#### c. Besoins sociaux

Les besoins sociaux sont les besoins en eau des services et édifices publique. Ces besoins dépendent du niveau d'équipement sanitaire, du taux et de la durée des fréquentations.

#### d. Besoins des activités économiques

Les besoins des activités économiques sont les besoins d'eau liés à des activités économiques, y compris l'irrigation, l'élevage de bétail, et les industries.

### 2) QUELQUES NORMES UNITAIRES DES CONSOMMATIONS SPECIFIQUES

#### a. Besoins domestiques

En termes de quantité, la consommation spécifique en litre par jour et par habitant (l/j/hab.) est fonction du niveau de vie, de la culture des populations et des niveaux d'équipement sanitaire.

- ♣ Les besoins vitaux : eau de boisson, cuisson d'aliments, hygiène corporelle, vaisselle et lessive.
  - \* milieu rural 15 à 25 l/j/hab.
  - \* milieu urbain 20 à 35 l/j/hab.
- ♣ La consommation liée au niveau de vie et les habitudes culturelles : WC à chasse, bain ou douche à eau courante, évier et lavabo, nettoyage, arrosage de pelouse, piscine etc....
  - \* milieu urbain et semi-urbain 25 à 100 l/j/hab.
- ♣ Dans les pays en développement, le niveau de service auquel chaque ménage aura

accès dépend de sa volonté et capacité de payer. Dans les pays de la sous-région l'on a les intervalles suivants :

- \* hydraulique rurale : 15 à 20 l/j/hab.
- \* bornes fontaines : 15 à 30 l/j/hab.
- \* branchements particuliers
  - un seul robinet de cours : 30 à 70 l/j/hab.
  - avec installations sanitaires intérieures raccordées 60 à 100 l/j/hab.

#### b. Besoins sociaux

En Afrique, les services publics sont peu équipés en installations sanitaires, les besoins en eau sont en général limités aux besoins vitaux :

- \* École sans internat : 3 à 5 l/j/élève
- \* Hôpitaux et dispensaires : 150 à 200 l/j/lit
- \* Administration : 5 à 10 l/employé/j
- \* Marché équipé d'installations sanitaires : 0,4 m<sup>3</sup>/1000 occupants/j

#### c. Besoins des activités économiques

L'estimation de la demande (industrie, artisanat, commerce) se fera par enquête au niveau de chaque unité.

Abattoir (par tête d'animal abattu)

- \* ovins-caprins 120 à 160 l
- \* bovins 200 à 1000 l
- \* porcins 100 à 400 l

Dans les localités où l'élevage tend à se maintenir et se développer, les besoins du bétail peuvent représenter une proportion importante de la demande en eau. Dans ce cas les consommations spécifiques à prendre en compte sont les suivantes par tête et par jour.

Bovins – caprins : 40 l

Ovins – caprins : 5 l

Porcins : 10 l

Volailles : 0,1 – 0,2 l

### **3) NORMES SUR LES CONSOMMATIONS SPECIFIQUES AU MALI**

La consommation spécifique est plus importante en milieu urbain et relativement faible en zone rurale.

**Tableau II : consommations spécifiques au Mali**

<b>Localité</b>	<b>Norme (en l/j/hbt)</b>
Bamako	54
Autres grandes villes	46
Petites villes	31
Villages avec forages et puits modernes	22
Villages avec puits traditionnels	15

#### **4) GENERALITES SUR L'ACCES EN EAU POTABLE AU MALI**

La République du Mali, dans le souci constant d'améliorer le cadre de vie des populations, a fait de l'accès à l'eau potable l'une des priorités de ses actions de lutte contre la pauvreté.

Au Mali, l'eau est un secteur de développement socio-économique impliquant plusieurs acteurs. Aussi bien dans l'alimentation en eau potable des populations que du cheptel en passant par l'autosuffisance alimentaire, la satisfaction des besoins énergétiques, le transport et les industries, l'eau est une matière première indispensable.

##### **a. Eaux de surface**

Les cours d'eau permanents sont constitués des fleuves Sénégal et Niger et de leurs affluents. Ils représentent une importante réserve d'eau qui est utilisée, après traitement physicochimique, pour l'alimentation en eau potable de quelques grandes villes du Mali (Bamako, Bougouni, Kayes, Ségou, Markala etc...).

Les eaux de surface temporaires sont disponibles seulement pendant une partie de l'année et très vulnérables à la pollution, elles ne constituent pas une ressource aisément utilisable pour l'approvisionnement en eau potable.

##### **b. Eaux souterraines**

L'approvisionnement en eau potable des populations rurales et semi urbaines, utilise exclusivement les eaux souterraines qui sont, en général, de bonne qualité et disponibles presque partout au Mali mais en quantités très variables selon les conditions locales. Ces ressources sont renouvelables lors des saisons pluvieuses où représentent des réserves fossiles.

## **5) GENERALITES SUR LES TYPES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU**

### **a. Description du système adduction en eau potable (AEP)**

L'adduction d'eau désigne l'ensemble des techniques permettant de transporter l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation.

Un système d'adduction d'eau potable (AEP) est constitué :

- \* de la source (rivière, plan d'eau, nappe), à partir de laquelle on pompe l'eau ;
- \* un dispositif de traitement d'eau
- \* du réseau de transport (canalisation) ;
- \* du stockage (bassin, réservoir d'eau) ;
- \* points de consommation (robinet, fontaine, etc.).

### **b. Description du système adduction d'eau sommaire (AES)**

C'est un système basé sur la distribution de l'eau à travers un réseau de canalisations enterrées peu dense pouvant desservir quelques bornes fontaines.

### **c. Borne fontaine**

C'est un dispositif de desserte publique en eau à partir d'un réseau d'eau potable comprenant 1 à 4 têtes de robinet, un compteur d'eau et une aire de récupération des eaux perdues communiquant à un système d'infiltration.



**Figure 1 : Borne fontaine**

### **d. Branchement particulier**

C'est un dispositif de desserte en eau d'un édifice privé ou public à partir d'un réseau d'eau

potable comprenant un compteur et un ou plusieurs points d'utilisations internes.

### e. Puits

C'est un trou vertical creusé dans le sol, communiquant directement avec la nappe d'eau la moins profonde afin de puiser directement l'eau avec des moyens simples (cordes et puisettes ou seaux). Il peut être moderne ou traditionnel. A la différence des puits traditionnels, les parois des puits modernes sont ténues par des buses en béton armé et la hauteur de pénétration dans la nappe est beaucoup plus importante



**Figure 2 : Puits**

---

### **III. MATERIELS ET METHODES**

---

Les données disponibles pour la présente étude ainsi que la méthodologie de travail seront présentées dans ce chapitre.

#### **1) CHOIX DE LA ZONE D'ETUDE**

Le choix de la zone s'est basé sur plusieurs critères :

- \* L'état dégradant du système existant
- \* faible couverture en équipements d'AEP
- \* présence de ressources naturelles fournissant de l'eau non potable
- \* extension de la ville
- \* demande croissante en eau potable

#### **2) PHASE PREPARATOIRE**

Elle concerne toutes les activités menées avant la collecte des données. Il s'agit essentiellement de la recherche documentaire, la visite de terrain.

##### **a. Recherche documentaire**

La recherche documentaire s'est consacrée à la mobilisation de toutes les sources d'information relative à notre thématique.

Pour mener à bien ce travail, nous avons fait des recherches auprès des certaines structures clés. Il s'agit en particulier de la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH), de la Direction Régionale de l'Hydraulique (DRH) de Ségou, la Mairie de Sansanding. Pour affiner nos recherches, nous avons consulté des documents sur internet.

##### **b. Visite terrain**

Le travail sur le terrain a consisté à faire une enquête auprès de la population. Les volets concernés par l'enquête sont les suivants :

- ♣ Caractéristiques socio- économiques du ménage

Ce volet prend en compte :

- \* habitat : les matériaux de construction de l'habitat, le type d'habitat ;
- \* la taille du ménage ;

- ♣ Accessibilité à l'eau potable

Cette partie nous renseigne sur :

- \* Les sources d'approvisionnement en eau potable des ménages telles que : branchement

privé, borne fontaine, forage, poste d'eau autonome, ressources naturelles ;

- \* l'usage que la population fait de l'eau : boisson, lessive, vaisselle, cuisine, bain, toilettes et autres activités ;
- \* le coût;
- \* la distance parcourue.
- ♣ Gestion du système d'AES

Cette phase permet de faire ressortir :

- \* L'opinion de la population sur le mode de gestion des points d'eau où elle s'approvisionne;
- \* leur opinion sur le mode de gestion du système d'AES ;
- \* leurs propositions pour améliorer les services d'accès à l'eau potable.

### **3) PHASE DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES**

#### **a. Collecte des données**

Plusieurs techniques de collecte des données ont été utilisées afin d'illuminer les différents aspects qui contribueraient à l'amélioration des conditions d'accès à une eau potable.

Les techniques utilisées sont :

- ♣ La recherche documentaire
- ♣ Des enquêtes auprès de la population à travers un questionnaire.

#### **b. Traitement des données**

Les diverses informations recueillies lors des enquêtes effectuées ont été sous deux formes :

- ♣ Les données qualitatives présentées sous forme verbale (note des entretiens ou des observations faites sur le terrain d'enquête)
- ♣ Les données quantitatives avec des valeurs numériques.

Les données ont été groupées et analysées avec des logiciels tels que:

- ♣ Excel (pour les calculs de dimensionnement)
- ♣ AutoCAD

## IV. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

### A. ETUDE SOMMAIRE

L'étude sommaire portera sur l'estimation de la population et les calculs de besoins.

#### 1) ESTIMATION DE LA POPULATION

La ville de Sansanding a une population estimée à 6508 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 1998, répartis entre 1133 ménages. Le taux d'accroissement est 3.9%.

Le tableau ci-dessous donne les prévisions démographiques à l'échéance du projet qui est fixé à 2033.

Partant de la formule :  $P_n = P_0 (1+\alpha)^n$

$P_n$  : Population projetée à l'horizon 2033 ;

$P_0$  : Population de l'année de référence (1998) ;

$\alpha$  : Taux de d'accroissement (3.9%)

$n$  : Intervalle de l'année entre 1998 à 2033

**Tableau III : Evolution de la population à l'horizon du projet.**

Année	1998	2013	2023	2033
Population	6508	11 553	16 937	24 831

#### 2) HYPOTHESES ET CONSIDERATIONS

Nous supposons que 25% de la population s'approvisionne aux bornes fontaines, 70% de la population ayant un branchement privé et 5% pour ceux s'approvisionnant en autres sources.

Hormis cette hypothèse spécifique, nous présentons les considérations générales suivantes :

Selon la **Stratégie Nationale de Développement de l'Alimentation en Eau Potable au MALI**

- \* La consommation spécifique branchements privés est de 31 l/j/habitant en milieu semi-urbain (petites villes)
- \* La consommation spécifique borne fontaines est 22 l/j/habitant
- \* La consommation spécifique autres sources est 15 l/j/habitant
- \* L'approvisionnement en eau est fixée à 400 habitants par borne fontaine

### 3) CALCUL DES BESOINS EN EAU

#### a. Besoins en eau

L'estimation des besoins en eau se fera sur la base des consommations moyenne des villes ayant les mêmes caractéristiques administratives et sociales.

##### ♣ Besoin journalier moyen domestique

Le besoin journalier moyen en eau  $Q_{jm}$  est donné par la formule suivante :

$$Q_{jm} = \text{Population totale} * \text{Consommation spécifique (Cs)} * \tau$$

$\tau$  : pourcentage des populations utilisant les bornes fontaines, les branchements privés et autres sources.

##### ♣ Besoin de pointe journalière

Le besoin de pointe journalière est donné par la formule :

$$Q_{pj} = Q_{jm} * C_{pj}$$

$Q_{jm}$  : besoin journalier moyen

$C_{pj}$  : Coefficient de pointe journalière exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Il est indépendant de la saison et varie entre 1.05 et 1.15.

Retenons **1.15** pour notre projet.

##### ♣ Besoins annexes

Les besoins annexes représentent 30% du besoin journalière.

$$B_a = 30\% * Q_{pj}$$

$Q_{pj}$  : besoin de pointe journalière

##### ♣ Perte d'eau

Toute adduction en eau potable engendre des pertes qui sont dues aux insuffisances dans le réseau (fuites) ou lors du stockage. Ces pertes varient entre 5 et 10% d'après la Stratégie Nationale de Développement de l'Alimentation en Eau Potable au MALI. Retenons **10%** pour le cas de Sansanding ;

##### ♣ Besoin de production journalière de pointe est égale à :

$$Q_{pjm} = Q_{pj} + P + B_a$$

$Q_{pj}$  : besoin de pointe journalière

$P$  : perte d'eau

$B_a$  : besoins annexes

Dressons un tableau synthétique qui illustre au mieux les différents résultats obtenus à partir des formules énumérées pour le calcul des besoins en eau à l'horizon du projet (2033).

**Tableau IV : Récapitulatif de l'évaluation des besoins**

Désignation		Unité	Echéances		
			2013	2023	2033
Consommation spécifique	Bornes Fontaines	l/hab/j	22	22	22
	Branchements privés	l/hab/j	31	31	31
Population		Hab	11553	16937	24831
Besoins journaliers domestiques	Bornes Fontaines	m3/j	64	93	137
	Branchements Privés	m3/j	251	368	539
Besoin moyen journalier total		m3/j	314	461	675
Besoins de pointe journalière		m3/j	361	530	777
Besoins annexes		m3/j	108	159	233
Pertes d'eau		m3/j	36	53	78
Production journalière de pointe		m3/j	506	742	1087

Légende : Besoins annexes : service et établissement public

### b. Demande en eau

Pour le calcul de la demande en eau nous allons déterminer le débit moyen horaire et débit de pointe horaire. Comme hypothèse : nous allons supposer que, l'approvisionnement sur les branchements privés se fait de manière continue, soit 24h et que les bornes fontaines fonctionnent de 6h à 18h.

♣ Le débit moyen horaire

\* **Branchements privés**

$$Q_{mh} = Q_{pj}/24$$

\* **Bornes fontaines**

$$Q_{mh} = Q_{pj}/12$$

$Q_{pj}$  : besoin de pointe journalière

♣ Le débit de pointe horaire

Il est fonction du coefficient de pointe horaire. Dans les centres urbains d'Afrique

subsaharienne, le coefficient de pointe horaire est élevé à cause de l'absence d'industries pouvant fonctionner pendant les heures de faible consommation domestique et de service. Il varie alors entre 2 et 3 et est fonction de la localité.

On prend le coefficient de pointe horaire = 2.

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times C_{ph}$$

**Q<sub>mh</sub>** : débit moyen horaire

**C<sub>ph</sub>** : coefficient de pointe horaire

Le tableau ci-dessous illustre les différents résultats obtenus à partir des formules énoncées.

**Tableau V : Demande en eau**

Désignation		Unité	Echéances		
			2013	2023	2033
Débit moyen horaire	Bornes Fontaines	m <sup>3</sup> /h	8	12	18
	Branchements Privés	m <sup>3</sup> /h	16	24	35
Débit de pointe horaire	Bornes Fontaines	m <sup>3</sup> /h	16	24	35
	Branchements Privés	m <sup>3</sup> /h	32	47	70

### c. Ressources en eau

Les deux principaux types de ressource en eau généralement rencontrés lors des études d'adduction en eau potable d'une zone sont les eaux souterraines et les eaux de surface.

La ville de Sansanding sera alimentée à partir des eaux souterraines, donc la réalisation de(s) forage(s) équipés de moyens d'exhaure (pompe).

## B. ETUDE TECHNIQUE

Les études techniques traiteront en détails, les différentes chaînes constituant cet ensemble interdépendant et inter fonctionnel que représente notre système d'adduction en eau potable. Il s'agit ainsi du réseau de distribution, le réseau d'adduction, le stockage, le pompage.

## 1) DESCRIPTION DU RESEAU

Il a été élaboré de manière à trouver un équilibre subtil entre la satisfaction des besoins de toute ou une majeure partie de la population et le souci de dépenser moins économiquement en n'optant que pour des tracés judicieux qui limiteraient un exorbitant coût d'investissement et d'exploitation. Le tracé s'est réalisé sur le plan de lotissement qui nous a été remis. Le réseau de distribution sera constitué de conduites en PVC PN10 (principales et secondaires), certains équipements pour son bon fonctionnement (des ventouses dans les points hauts pour purger l'air, regards vannés pour la vidange, les vannes de sectionnement, les points de desserte, les poteaux d'incendies etc...). Les conduites seront enterrées pour des raisons de sécurité, de commodité d'exploitation et de régularité de la température de l'eau. Un château d'eau sera mis en place, il sera placé dans la mesure du possible dans l'espace le plus élevé de la zone.

Nous avons un réseau mixte composé d'une partie ramifié pour desservir les quartiers à faible densité (les quartiers périphériques) et une partie maillé pour les quartiers à forte densité ; ce réseau offre des avantages économiques et hydrauliques particulièrement intéressants puisqu'il permet l'alimentation en un point pour plusieurs directions. On peut ainsi isoler une conduite tout en maintenant l'alimentation dans les canalisations situées en aval de celle-ci réduisant ainsi au minimum la surface privée d'eau.

Le réseau de Sansanding a une longueur de 7331m dont 5470m pour la partie maillée et 1861m pour la partie ramifiée.

## 2) DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES DE DISTRIBUTION

La méthode aval-amont a été utilisée pour le dimensionnement des conduites. Les débits corrigés du réseau maillé ont été déterminé par la méthode d'égalisation des charges de Hardy Cross.

### a. Détermination des débits

#### Bornes fontaines

- ♣ Nombre de bornes fontaines

$$\text{Nombre de BF} = \frac{\text{Population estimée en 2033} * 25\%}{\text{Nombre d'habitant par BF}}$$

$$\text{Nombre de BF} = \frac{24831 * 0.25}{400} = 15.5$$

Le nombre de bornes fontaines est égale à 16.

- ♣ Le débit par bornes fontaines

$$Q_{BF} = \frac{\text{Consommation spécifique} * \text{Nombre d'habitant par BF}}{3600 * \text{Temps de fonctionnement}}$$

$$Q_{BF} = \frac{22 * 400}{3600 * 12} = 0.21/s$$

Dans la pratique nous considérons des bornes fontaines qui comptent 2 robinets à un débit de 0,7 l/s soit 0,20l/s pour les usagers prenant l'eau dans des seaux ou bassines et 0,50l/s pour les usagers et revendeurs prenant l'eau dans des fûts.

Le débit total des bornes fontaines est :

$$Q_{BF \text{ Total}} = \text{nombre de BF} * Q_{BF}$$

$$Q_{BF \text{ Total}} = 16 * 0.7$$

$$Q_{BF \text{ Total}} = 11.2 \text{ l/s}$$

- ♣ Le service en route :

On admettra que la desserte est uniforme sur les longueurs des conduites. Les différents débits sont les suivants:

- \* Le débit de route :

$$Q_{\text{route}} (l/s) = \frac{\text{besoin de pointe journalière} * 1000 * C_{pj} * C_{ph}}{24 * 3600} - Q_{BF \text{ Total}}$$

$$Q_{\text{route}} (l/s) = \frac{1087 * 1000 * 1.15 * 2}{24 * 3600} - 11.2 = 17.74 \text{ l/s}$$

- \* Le débit linéaire :

$$q_r = \frac{\text{Somme des débits de routes}}{\text{Longueur Totale du réseau}}$$

$$q_r = \frac{17.74}{7020}$$

$$q_r = 0.0025 \text{ l/s/ml}$$

- \* Le débit fictif :

Il nous permet de dimensionner les conduites du réseau et est obtenu par la formule :

$$Q_{\text{fictif}} = 0,50Q_{\text{route}} + Q_{\text{aval}} \text{ Pour le réseau maillé}$$

$$Q_{\text{fictif}} = 0,55Q_{\text{route}} + 0.45Q_{\text{aval}} \text{ Pour le réseau ramifié}$$

Le tableau ci-dessous illustre les différents résultats obtenus.

**Tableau VI : Récapitulatif des débits**

N° mailles	Tronçons	Longueurs (m)	Nombre de BF	Débit BF (l/s)	Débit de route (l/s)	Débit aval (l/s)	Débit fictif (l/s)
<b>I</b>	AB	494,32	0	0,00	1,25	6,66	7,28
	BG	243,06	0	0,00	0,61	1,7	2,01
	GF	419,40	2	1,40	1,06	7,55	8,08
	AF	219,54	0	0,00	0,55	7,55	7,83
<b>II</b>	BC	354,20	2	1,40	0,89	5,16	5,61
	CH	428,24	1	0,70	1,08	4,08	4,62
	HG	194,83	0	0,00	0,49	1,7	1,95
	BG	243,06	0	0,00	0,61	1,7	2,01
<b>III</b>	HG	194,83	0	0,00	0,49	1,7	1,95
	GF	419,40	0	0,00	1,06	7,55	8,08
	FI	253,56	1	0,70	0,64	4,69	5,01
	HI	747,15	2	1,40	1,89	4,69	5,63
<b>IV</b>	FE	449,28	2	1,40	1,14	6,41	6,98
	EJ	287,98	0	0,00	0,73	5,68	6,04
	JI	392,55	1	0,70	0,99	4,69	5,19
	FI	253,56	0	0,00	0,64	4,69	5,01
<b>V</b>	AD	449,68	0	0,00	1,14	0,57	1,14
	DE	225,21	1	0,70	0,57	6,41	6,69
	FE	449,28	0	0,00	1,14	6,41	6,98
	AF	219,54	1	0,70	0,55	7,55	7,83
<b>Réseau Ramifié</b>	ZA	235,23	0	0		17,74	17,74
	IK	120,97	0	0	0,31	4,38	4,53
	KL	325,36	1	0,7	0,82	0,82	1,23
	KM	693,05	2	1,4	1,75	1,81	2,69
	MN	265,04	0	0	0,67	0,67	1,00
	MO	17,67	0	0	0,04	1,1	1,12
	OP	203,71	0	0	0,51	0,51	0,77
OQ	235,23	0	0	0,59	0,59	0,89	

### b. Détermination des diamètres par tronçon

Les diamètres théoriques ont été déterminés à partir de la formule suivante:

$$D = \sqrt[4]{\frac{4 * Q}{\pi * v}}$$

Q= débit fictif

V= vitesse (fixé à 1m/s)

### c. Calcul des pertes de charges

Le calcul des pertes de charges linéaires sera obtenu par la formule de Hazen-Williams. Les pertes de charges singulières ont été estimées à **10%** des pertes de charges linéaires.

$$j = 10,675 \frac{Q^{1,852} * L}{CHW^{1,852} * Di^{4,87}}$$

Avec :

$D_i$  : diamètre intérieur des conduites

L : longueur des conduites

$C_{HW}$  : coefficient de Hazen-Williams = 150

La perte de charge totale est obtenue par la formule suivante :

$$\Delta H = 1.1 * j$$

### d. Calcul des vitesses réelles

Les vitesses réelles ont été obtenues par la formule suivante:

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

Avec :

V = vitesse d'écoulement dans la conduite en (m/s)

Q = débit de la conduite en (m)

D = diamètre intérieur de la conduite en (m)

**Vérification de Vitesse** : Condition de Flamant :  $0.30 < V < 0.60 + D$  (m)

### e. Calcul des pressions dynamiques et statiques aux nœuds

Les formules ci-dessous ont été utilisées pour le calcul des pressions.

$$H_{\text{aval}} = H_{\text{amont}} - \text{abs}(\Delta H_i)$$

$$P_{\text{Statique}} = H_{\text{trop plein}} - H_{\text{noeud}}$$

$$P_{\text{dynamique}} = H_{\text{aval}} - H_{\text{noeud}}$$

La pression minimale à assurer est 10mCE c'est-à-dire 1bar.

Pour assurer cette pression minimale, le réservoir sera surélevé d'une hauteur :

$$H = \text{Max} (Z_{\text{min imp}}) - Z_{\text{TN}} (\text{Réservoir}) \text{ avec } Z_{\text{min imp}} = Z_{\text{TN}} + DH + P_{\text{min}} .$$

$$H = 393.30 - 381.90 = 11.40\text{m}.$$

Nous retenons que le réservoir sera surélevé d'une hauteur de 12 mètres.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau VII : Récapitulatif du dimensionnement du réseau de distribution**

**♣ Le réseau maillé**

N° mailles	Tronçons	Longueurs (m)	Diamètre théorique (m)	Diamètre standard (m)	Perte de charge (DH)	DH/Q	Somme (DH)	Somme (DH/Q)	dq	Q corrigé (l/s)
<b>I</b>	AB	494,32	0,11	0,128	0,68	93,35	-2,40	-1125,41	-0,0012	0,0106
	BG	243,06	0,03	0,054	2,20	1096,14	-2,40	-1125,41	-0,0012	0,0011
	GF	419,40	0,11	0,128	0,69	85,40	-2,40	-1125,41	-0,0012	0,0080
	AF	219,54	0,09	0,099	1,17	149,48	-2,40	-1125,41	-0,0012	0,0049
<b>II</b>	BC	354,20	0,11	0,128	0,30	53,50	1,35	899,82	-0,0008	0,0098
	CH	428,24	0,10	0,113	0,47	101,71	1,35	899,82	-0,0008	0,0088
	HG	194,83	0,08	0,099	0,08	41,11	1,35	899,82	-0,0008	0,0027
	BG	243,06	0,03	0,054	2,20	1096,14	1,35	899,82	-0,0008	0,0011
<b>III</b>	HG	194,83	0,08	0,099	0,08	41,11	-0,08	-17,30	-0,0025	0,0027
	GF	419,40	0,11	0,128	0,69	85,40	-0,08	-17,30	-0,0025	0,0080
	FI	253,56	0,10	0,113	0,32	63,87	-0,08	-17,30	-0,0025	0,0080
	HI	747,15	0,09	0,113	1,17	207,67	-0,08	-17,30	-0,0025	0,0090
<b>IV</b>	FE	449,28	0,07	0,113	1,04	149,05	10,09	1865,73	-0,0029	0,0010
	EJ	287,98	0,06	0,099	0,96	158,84	10,09	1865,73	-0,0029	0,0003
	JI	392,55	0,05	0,064	8,41	1621,71	10,09	1865,73	-0,0029	0,0011
	FI	253,56	0,10	0,113	0,32	63,87	10,09	1865,73	-0,0029	0,0080
<b>V</b>	AD	449,68	0,03	0,054	1,45	1274,09	0,14	1110,00	-0,0001	0,0008
	DE	225,21	0,09	0,099	0,90	134,44	0,14	1110,00	-0,0001	0,0063
	FE	449,28	0,07	0,113	1,04	149,05	0,14	1110,00	-0,0001	0,0010
	AF	219,54	0,09	0,099	1,17	149,48	0,14	1110,00	-0,0001	0,0049

N° mailles	Tronçons	Vitesse	Z terrain	Z amont	Z aval	Pdy	Psta
<b>I</b>	AB	0,73	381,80	405,18	404,50	22,70	23,50
	BG	0,35	382,00	404,50	402,30	20,30	23,30
	GF	0,73	382,80	402,30	404,01	21,21	22,50
	AF	0,77	382,80	405,18	404,01	21,21	22,50

ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE SANSANDING, REGION DE  
SEGOU (REPUBLIQUE DU MALI)

II	BC	0,7	381,80	404,50	404,20	22,40	23,50
	CH	0,8	381,30	404,20	402,38	21,08	24,00
	HG	0,58	382,00	402,38	402,30	20,30	23,30
	BG	0,35	382,00	404,50	402,30	20,30	23,30
III	HG	0,58	382,00	402,38	402,30	20,30	23,30
	GF	0,73	382,80	402,30	404,01	21,21	22,50
	FI	0,76	383,60	404,01	401,21	17,61	21,70
	HI	0,64	383,60	402,38	401,21	17,61	21,70
IV	FE	0,39	381,70	404,01	402,97	21,27	23,60
	EJ	0,34	381,80	402,97	402,01	20,21	23,50
	JI	0,55	383,60	402,01	401,21	17,61	21,70
	FI	0,76	383,60	404,01	401,21	17,61	21,70
V	AD	0,36	381,90	405,18	403,73	21,83	23,40
	DE	0,82	381,70	403,73	402,97	21,27	23,60
	FE	0,39	381,70	404,01	402,97	21,27	23,60
	AF	0,77	382,80	405,18	404,01	21,21	22,50

♣ **Le réseau ramifié**

Tronçons	Longueurs (m)	Diamètre théorique (m)	Diamètre standard	Perte de charge (DH)	Vitesse	Z terrain	Z amont	Z aval	Pdy	Psta
ZA	311,27	0,150	0,231	0,12	0,42	381,90	405,30	405,18	23,28	23,40
IK	120,97	0,076	0,081	0,63	0,84	382,00	401,21	400,58	18,58	23,30
KL	325,36	0,04	0,054	1,21	0,36	381,90	400,58	399,37	17,47	23,40
KM	693,05	0,058	0,081	1,39	0,35	383,00	400,58	399,19	16,19	22,30
MN	265,04	0,036	0,054	0,68	0,30	381,80	399,19	398,51	16,71	23,50
MO	17,67	0,038	0,054	0,06	0,49	383,00	399,19	399,13	16,13	22,30
OP	203,71	0,031	0,054	0,32	0,23	383,00	399,13	398,81	15,81	22,30
OQ	235,23	0,034	0,054	0,48	0,26	382,90	399,13	398,65	15,75	22,40

En résumé :

- \* Les pressions de services varient entre 15,78mCE et 23,31mCE.
- \* Les vitesses dans les canalisations varient entre 0,23m/s et 0,84m/s
- \* La gamme des diamètres standards ainsi que leurs longueurs respectives est consignée dans le tableau suivant :

**Tableau VIII : Récapitulatif des longueurs et diamètres du réseau de distribution**

<b>Diamètre nominal (mm)</b>	63	75	90	110	125	140	250
<b>Diamètre intérieur (mm)</b>	53,6	64	81,4	99,4	113	127,8	230,8
<b>Longueur (m)</b>	1739,75	392,55	814,02	927,56	1878,23	1267,92	311,27

### 3) DIMENSIONNEMENT DU RESERVOIR (CHATEAU D'EAU)

Les réservoirs sont des ouvrages destinés au stockage de liquide. Les fonctions fondamentales assurées par les réservoirs sont: la régulation de débit, la régulation de pression, la sécurité d'approvisionnement, la simplification de l'exploitation.

#### ➤ Hypothèses

Le réservoir sera alimenté par les forages. Sansanding dispose de deux (02) forages de 20m<sup>3</sup>/h chacun. Le temps de pompage est estimé à **16h**/jour ; c'est-à-dire de 22h à 6h00 et de 8h00 à 16h00.

Les répartitions prévisionnelles de consommations sont les suivantes :

**Tableau IX : Répartitions prévisionnelles de consommations**

Périodes	00h-06h	06h-08h	08h-12h	12h-14h	14h-18h	18h-22h	22h-24h
Consommations	0,1	1	1,5	1	0,5	0,5	0,1

Les résultats de calcul du dimensionnement du réservoir sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau X : Récapitulatif du dimensionnement du réservoir**

Période	00h-06h	06h-08h	08h-12h	12h-14h	14h-18h	18h-22h	22h-24h
<b>durée (h)</b>	6	2	4	2	4	4	2
<b>Débit d'adduction Qa (m<sup>3</sup>/h)</b>	67,96	0,00	67,96	67,96	67,96	0,00	67,96
<b>Volume adduction (m<sup>3</sup>)</b>	407,77	0,00	271,85	135,92	135,92	0,00	135,92
<b>Va cumulé (m<sup>3</sup>)</b>	407,77	407,77	679,62	815,54	951,47	951,47	1087,39
<b>Débit de distribution Qd (m<sup>3</sup>/h)</b>	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
<b>Volume distribution Vd (m<sup>3</sup>)</b>	21,00	70,00	210,00	70,00	70,00	70,00	7,00
<b>Vd cumulé (m<sup>3</sup>)</b>	21,00	91,00	301,00	371,00	441,00	511,00	518,00
<b>Va-Vd (m<sup>3</sup>)</b>	386,77	-70,00	61,85	65,92	65,92	-70,00	128,92

\* Capacité utile du réservoir :

$$Cu = |\text{Déficit maximum}| + |\text{Stockage maximum}| = 386,77 + |-70| = 456,77 \text{ m}^3$$

Nous retenons un réservoir de **500m<sup>3</sup>**.

- \* Vérification du temps minimal de contact :

Pour que l'effet du chlore soit efficace il faut un temps minimal de contact de 2 heures. Cette contrainte impose  $CT / Qd > 2$ , soit  $CT > 2 \times Qd$ , où Qd est pris égal au débit distribué pendant l'heure de pointe (cas défavorable pour le temps de séjour dans le réservoir).

$Qd = Qph = 105 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow 2 \times Qd = 210 \text{ m}^3 < 402$  ; la contrainte **est bien vérifiée**.

Le temps minimal de contact = **2.18 heures > 2heures**

- \* Vérification du temps de séjour :

Pour les désinfectants comme le chlore, le temps de séjour maximal dans le réservoir est de 2jours au-delà duquel le désinfectant n'est plus actif. Cette contrainte impose  $CT / (\text{Consommation par jour}) < 2$

$$Ts = \frac{Cu}{Q(\frac{\text{m}^3}{\text{jour}})} = \frac{500}{1087} = 0,46 \text{ jours} < 2 \text{ jours.}$$

- \* Prescriptions constructives du réservoir

Le réservoir sera en béton armé de forme cylindrique.

Altitude du terrain naturel : **Z TN = 383,3 m**

Altitude du fond du réservoir : **Z radier = 405,3 m**

Le diamètre du réservoir a été calculé par la formule :  $D = \sqrt{\frac{4 \times CT}{3,14 \times Hu}}$  **D = 11 m**

La hauteur utile de la cuve a été fixé : **Hu = 5m**.

Réservoir de classe A.

Classe A : ouvrages dont l'étanchéité est assurée par la structure seule

Béton:  $f_{c28} = 25\text{MPa}$  Fissuration jugée très préjudiciable Acier HA FeE 400.

#### **4) DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT**

La conduite de refoulement est celle qui sera placée entre source et le réservoir en vue de son approvisionnement. Cette conduite sera en **PVC**. Nous présentons ici les résultats des calculs de son dimensionnement par les trois formules (Bress, Bress Modifié, et Munier). Elle a une longueur totale de 1019.20m. Le débit de pompage d'eau de la source vers le réservoir pour un temps de pompage de 16h par jour est de 20m<sup>3</sup>/h pour chaque forage. Les formules utilisées pour le dimensionnement sont les suivants :

Formule de Bress :  $D_{th}(m) = 1,5 * \sqrt{Q_j (m^3/s)}$

Formule de Bress Modifié :  $D_{th}(m) = 0,8 * Q^{1/3} (m^3/s)$

Formule de Munier :  $D_{th}(m) = (1 + 0,02n) * Q^{0,5} (m^3/s)$

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

\* Forage 1 + forage 2

Débit = 40m<sup>3</sup>/h ; longueur = 130m

**Tableau XI : Dimensionnement de la conduite de refoulement (forage 1+ forage 2)**

	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre théorique (m)	Diamètre nominal (m)	Diamètre intérieur (m)	Vitesse (m/s)
<b>Bresse</b>	0,0111	0,158	0,200	0,184	0,4
<b>Bresse modifié</b>	0,0111	0,179	0,200	0,184	0,4
<b>Munier</b>	0,0111	0,139	0,160	0,147	0,7

\* Forage 1 et forage 2

Forage 1 : Débit 20m<sup>3</sup>/h ; longueur = 45,2m

Forage 2 : Débit 20m<sup>3</sup>/h ; longueur = 844m

**Tableau XII : Dimensionnement de la conduite de refoulement (forage 1 et forage 2)**

	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre théorique (m)	Diamètre nominal (m)	Diamètre intérieur (m)	Vitesse (m/s)
<b>Bresse</b>	0,0056	0,112	0,125	0,113	0,6
<b>Bresse modifié</b>	0,0056	0,142	0,160	0,147	0,3
<b>Munier</b>	0,0056	0,098	0,110	0,099	0,7

Nous retenons la formule de Munier. Les conduites seront en PVC PN10 de diamètre DN (mm) 160 pour la conduite de refoulement (forage1+forage2) et DN (mm) 110 pour la conduite de refoulement du forage 1 et le forage 2.

\* Vérification de la résistance des conduites au coup de bélier

L'arrêt brusque d'une pompe en cas de coupure de courant ou d'une défaillance mécanique peut engendrer dans les conduites des variations de pression.

Nous allons utiliser la formule d'Allievi pour le calcul de la variation maximale cette pression :  $\Delta h = a \times \frac{v}{g}$

$\Delta h$  (m) = valeur absolue maximale de la surpression ou de la dépression

$V$  (m/s) = vitesse de l'eau

$g$  (m/s<sup>2</sup>) = accélération de la pesanteur = 9,81 m/s<sup>2</sup>

$a$  = célérité de l'onde de choc dans l'eau (m/s)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + Kx \frac{D_{int}}{e}}} ; \quad K = 33 \text{ pour le PVC}$$

$D_{int}$  = diamètre intérieur de la canalisation

$e$  = épaisseur de la canalisation = 0,5 \*( $D_{ext}$  -  $D_{int}$ )

La pression absolue dans la conduite est  $H = HMT + Patm$  ;

$Patm = 1 \text{ bar}$ .

Le tableau ci-dessous illustre les différents résultats obtenus à partir des formules énoncées.

**Tableau XIII : calcul coup de bélier**

Désignations	a	$\Delta h+H$
Forage 1 et Forage 2	1422,80	101,52
Forage 1+ Forage 2	1422,07	101,47

Il y a risque de coup de bélier lorsque la pression absolue de calcul dans la conduite est supérieure à la pression maximale admissible de la conduite (PMA) :  $H + \Delta h \geq PMA$ , où  $PMA = PN$

On remarque que toutes les valeurs de surpression sont supérieures à la pression de service des canalisations qui est de 100 m (10 bars). Un dispositif anti bélier est donc nécessaire sur le réseau de refoulement.

## 5) POMPAGE

Le choix des pompes sera fait à partir du débit d'exploitation et de la HMT. Puisque les pompes sont immergées, la hauteur manométrique est donnée par la formule suivante :

**HMT = H géométrique + pertes de charges linéaires ( $\Delta H$ )**

Nous supposons que les pertes de charge singulières représentent 10% des pertes de charges linéaires et que les colonnes montantes des pompes seront en acier inoxydable ( $Ks = 100$ ).

La formule de Manning-Strickler sera utilisée pour la détermination des pertes de charges linéaires :

$$\Delta H = \frac{10.29 * Q^2}{ks^2 * D^{(\frac{16}{3})}} * L$$

La détermination du niveau dynamique de la nappe sera basée sur ceux des forages recensés dans la zone d'étude. Deux (02) niveaux dynamiques ont été répertoriés : ND1 max = -13.60 m ; ND2 max = -10.22m Nous ajouterons une hauteur de 2 m pour plus de sécurité.

Le calcul est présenté dans le tableau ci-dessous :

**Tableau XIV : Récapitulatif de la détermination de la puissance**

	<b>Forage 1</b>	<b>Forage 2</b>
<b>Côte TN (m)</b>	382	382,5
<b>Côte radier (m)</b>	405,3	405,3
<b>Côte trop plein (m)</b>	410,3	410,3
<b>Débit d'exploitation (m3/h)</b>	20	20
<b>Niveau Dynamique (m)</b>	-15,6	-12,22
<b>Niveau Dynamique (m)</b>	366,4	370,28
<b>Hauteur géométrique (m)</b>	43,9	40,02
<b>Longueur (m)</b>	175,2	974
<b>Pertes de charge (m)</b>	0,60	3,88
<b>HMT (m)</b>	44,55	44,29
<b>Puissance pompe (kW)</b>	2,43	2,41

♣ **Choix des pompes immergées**

Nous avons utilisé le catalogue de Grundfos pour le choix des pompes immergées.

\* **Forage 1**

Puissance = 2.21 kW

Nous choisissons une pompe de marque Grundfos : SP 30-1 N

\* **Forage 2**

Puissance = 2.20 kW

Nous choisissons une pompe de marque Grundfos : SP 30-1 N

Les deux (02) pompes fonctionneront simultanément, elles seront montées en parallèle.

♣ Traitement de l'eau de consommation

L'eau issue des forages nécessite un traitement de désinfection pour maintenir cette eau potable pendant tout le processus de transport jusqu'au consommateur, étant donné que cette eau entre en contact avec un ensemble d'équipements.

Le traitement préconisé est la désinfection au chlore. Elle consiste en une élimination directe des micro-organismes existants dans l'eau par élimination de la matière organique qui constitue leur support de vie. La désinfection de l'eau se fera à l'aide d'un ensemble d'équipements à savoir :

- une pompe doseuse
- une cuve
- un agitateur à hélice

Au Mali la concentration de traitement est de 2 mg/l. Le désinfectant utilisé est l'hypochlorite de Sodium.

\* Choix de la pompe doseuse

La concentration de la solution à préparer est de 10 g/l de l'hypochlorite de Sodium à 100%.

Le débit de refoulement =  $40\text{m}^3/\text{h}$ .

- La quantité de l'hypochlorite de Sodium par heure =  $2 \times 10^{-3} \times 40000/1 = 80\text{g/h}$
- Le débit de la pompe doseuse =  $80/10 = 8\text{ l/h}$
- Le volume journalier de la solution à préparer =  $8 \times 16 = 128\text{ l}$

Nous choisissons une pompe doseuse Milton Roy Dosapro série G (Gamme 10 : débit =  $10\text{l/h}$  ; pression max = 12bar) avec une cuve de 200 litres.

♣ Bilan énergétique

Nous utiliserons le groupe électrogène comme source d'énergie. Chaque forage sera alimenté par un groupe électrogène.

Puissance forage 1 : 2.43 kW

Puissance forage 2 : 2.41 kW

Le rendement du groupe motopompe est de 79%. Soit une puissance absorbée ( $P_a$ ) = 3.05kW. Nous considérons 10% de la puissance utile pour les besoins annexes (pompe doseuse, éclairage,...)

La puissance totale absorbée est de  $P_t = P_a \times 1,10 = 3.35\text{kW}$ .

Pour un groupe autonome, la puissance apparente nécessaire à l'AEP de la ville est de :

$SGE \geq (Pt/\cos\phi) * k$  avec k qui est un coefficient pour tenir compte de l'appel du courant au démarrage. ( $\cos\phi=0.76$   $k=2$  pour les systèmes autonomes AEP simplifiés). D'où  $SGE=8.83kVa$ .

Nous choisissons un groupe électrogène de 12kVa pour chaque forage.

## 6) LE COUT DU SERVICE DE L'EAU

Le calcul du cout du service de l'eau dans un projet d'adduction d'eau potable est un aspect très important car permet de faire une analyse de risque pour mieux gérer l'aspect du cycle du projet. Ainsi, le Prix de revient (Pr) du mètre cube d'eau est déterminé de la manière suivante:

$$Pr = \frac{A + I + C}{P}$$

Avec :

Pr : Prix de revient de l'eau en m<sup>3</sup>

A : Amortissement des équipements

P : Production d'eau à l'échéance du projet

I : Investissement

C : Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages

Nous considérerons comme charges d'exploitation et d'entretien des ouvrages les frais d'énergie, les consommations en chlore, les salaires du personnel et les charges de maintenance du système qui seront estimées à environ 10% du coût initial du projet.

Soit C = 165 743 701 F CFA

Investissement : 1 657 437 005 F CFA

Production d'eau à l'horizon 2033 =  $1087 \text{ m}^3/\text{j} * 365 * 20 = 7 935 100 \text{ m}^3$

Amortissement : 23 704 626

**Tableau XV : Calcul de l'amortissement**

Désignations	Base d'amortissement	Amortissement
Château d'eau	400 000 000	10000000
Canalisation et accessoires	63 438 780	2 114 626
Pompe	47 000 000	2 350 000
Pompe doseuse	16 000 000	800 000
Groupe électrogène	96 000 000	4 800 000
Forage	40 000 000	2 000 000
Génie civil	41 000 000	1 640 000
Total		<b>23 704 626</b>

$Pr = 233 \approx 240 \text{ F CFA/ m}^3$

Le Prix de revient (Pr) du mètre cube d'eau est de 240F CFA / m<sup>3</sup>.

En prenant en compte le pouvoir d'achat au Mali, nous proposons 350FCFA comme prix réel du mètre cube de l'eau; 100F par fut de 200litres ; 10F par bidon de 20litres ; 5F par seau de 15litres.

## **C. PROPOSITION D'UN SYSTEME DE GESTION POUR GARANTIR LA PERENNITE DES OUVRAGES**

Réaliser un point d'eau est une chose, l'entretenir en est une autre. Nous illustrons cette phrase pour évaluer la nécessité d'entretenir les ouvrages d'une adduction d'eau potable. Ceci est un aspect très particulier et qui mérite une attention particulière à l'endroit des usagers.

Les modes de gestion se définissent en fonction de la nature du contrat qui lie l'opérateur à l'autorité responsable de la délivrance du service. Trois formes différencient les modes de gestion : la gestion directe par la collectivité ou les usagers, la gestion par la mise à disposition d'un savoir-faire ou marché public, la délégation.

Pour une meilleure gestion du système AEP, nous proposons la **gestion directe**.

La gestion directe peut prendre deux formes la gestion communautaire, la gestion par les élus locaux au niveau des communes.

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

Au niveau des collectivités, les états avec une administration centralisatrice, la gestion directe est une régie dont la forme est fonction des dimensions du système, des sommes générés et du niveau de professionnalisme exigé.

La forme la plus achevée est l'établissement public à caractère industriel et commercial doté d'un conseil d'administration et qui a un contrat d'objectifs avec la collectivité ou l'Etat.

---

### **Tableau XVI : Mode de gestion**

ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE SANSANDING, REGION DE  
SEGOU (REPUBLIQUE DU MALI)

Type de gestion	Appellation	Nature de l'opérateur	Responsabilités et risques
La gestion directe	Gestion communautaire	Volontaires communautaires	Budget contrôlé par une assemblée de la communauté

## V. CONCLUSION GENERALE

---

L'actualisation des données sur l'approvisionnement en eau à l'échelle nationale, révèle la complexité de la situation du sous-secteur qui se caractérise par l'usage de diverses sources par les mêmes utilisateurs à différentes périodes et en différents lieux.

Notre étude a montré que :

- \* les sources prévues pour l'adduction en eau de Sansanding c'est-à-dire les deux (02) forages avec des débits d'exploitation de 20m<sup>3</sup>/h ne pourront pas satisfaire les besoins à l'horizon du projet (2033).
- \* Le coût du service de l'eau est de 240 FCFA. Conformément à la stratégie nationale de l'eau et de l'assainissement du Mali le prix de vente de l'eau potable aux consommateurs ne doit pas excéder 500 FCFA. Le prix de vente de l'eau est de 350FCFA.
- \* Le mode de gestion proposé permettra aux populations de garantir la pérennité des ouvrages.

Vu la difficulté d'accès en eau potable de la ville de Sansanding nous pouvons dire que la mise en place de ce réseau d'AEP permettra de garantir un accès durable à l'eau potable et d'améliorer les conditions d'hygiène de la population.

## RECOMMANDATIONS

---

Nous avons constaté que les deux (02) forages de 20 m<sup>3</sup>/h avec un pompage de 16h par jour ne pourront pas satisfaire les besoins de la population à l'horizon du projet (2033). Il faudra prévoir deux (02) forages de 20m<sup>3</sup>/h avec un temps de pompage de 16h par jour a partir de l'année 2020.

Les sensibilisations doivent être renforcées au niveau des populations à consommer l'eau potable.

Pour la satisfaction des usagers, il faudra que le système d'AEP respecte quelques recommandations telles que :

- \* éviter d'interrompre le service de l'eau;
- \* respecter les horaires du service;
- \* surveiller le fonctionnement des équipements;
- \* avoir un court délai de réparation.

Gérer un système d'AEP, c'est produire de l'eau, la distribuer aux consommateurs et assurer le fonctionnement durable du système. Pour ce faire, nous recommandons :

- \* les indicateurs de distribution et de consommation;
- \* le Suivi de l'état des installations ;
- \* le Suivi de la qualité du service ;
- \* les pannes répétées doivent être évitées;
- \* le respect des normes d'hygiène ;
- \* le Traitement de l'eau.

## Bibliographie

### **Ouvrages et articles**

Approvisionnement en eau potable, M. Denis ZOUNGRANA, Juin 2008

Plan national d'accès à l'eau potable 2004-2015 ;

Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP : Adductions-Réservoirs-Réseaux de distribution,  
M. Bèga OUEDRAOGO, Avril 2005 ;

Cours d'hydraulique : Ecoulements en charge ; A.L. MAR Avril 2003 ;

Politique nationale de l'eau ; Adopté en conseil des ministres en sa séance du 22 février 2006 ;

Plan de sécurité alimentaire commune rurale de Sansanding 2008-2012 ;

Plan de sécurité alimentaire commune rurale de Markala 2008-2012 ;

Stratégie nationale de développement de l'alimentation en eau potable au MALI ; adoptée par  
le conseil des ministres du 28 Novembre 2007 ;

Plan communal de développement de Ségou ; mars 2011.

## **VI ANNEXES**

---

**Annexe I : Réseau de distribution**

## **Annexe II : Réseau de refoulement**

**Annexe III : Devis**

<b>DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX</b>					
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION DES TRAVAUX</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix Unitaire</b>	<b>Prix Total</b>
<b>A</b>	<b>INSTALLATION DU CHANTIER</b>				
A.1	Plans d'exécution et de recollement	FF	1	7 000 000	7 000 000
A.2	Installation et repli de la base de l'entrepreneur	FF	1	15 000 000	15 000 000
<b>SOUS TOTAL A</b>					<b>22 000 000</b>
<b>B</b>	<b>TERRASSEMENT</b>				
B.1	Travaux de fouilles	m3	5511,132	1 800	9 920 038
B.2	Pose de lit de sable (ep. 10cm)	m3	937,35	8 000	7 498 814
<b>SOUS TOTAL B</b>					<b>17 418 851</b>
<b>C</b>	<b>FORAGES</b>				
C.1	Réalisation de 02 forages	u	2,00	20 000 000	40 000 000
<b>SOUS TOTAL C</b>					<b>40 000 000</b>
<b>D</b>	<b>POMPAGE ET ENERGIE</b>				
D.1	pompe et accessoires	u	10	4 700 000	47 000 000
D.2	pompe doseuse	u	5	3 200 000	16 000 000
D.3	produit de Désinfection (chlore)	kg	9785	2 500	24 462 500
D.4	Fourniture et pose de groupe électrogène	u	8	12 000 000	96 000 000
D.5	carburant (consommation 20ans)	l	949000	750	711 750 000
<b>SOUS TOTAL C</b>					<b>758 750 000</b>

ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE SANSANDING, REGION DE  
SEGOU (REPUBLIQUE DU MALI)

<b>E</b>	<b>OUVRAGE DE STOCKAGE</b>				
E.1	château d'eau en béton armé 500m3 avec accessoires	ens	1	400 000 000	400 000 000
<b>SOUS TOTAL D</b>					<b>400 000 000</b>
<b>F</b>	<b>RESEAU</b>				
F.1	Canalisation				
F.1.1	Conduite de transfert en PVC 250 PN10	ml	311,27	22 000	6 847 940
F.1.2	Conduite d'adduction en PVC150 PN10	ml	130,00	12 310	1 600 300
F.1.3	Conduite d'adduction en PVC110 PN10	ml	889,20	5 138	4 568 710
F.1.4	Conduite de distribution PVC 140 PN10	ml	1 267,92	11 000	13 947 120
F.1.5	Conduite de distribution PVC 125 PN10	ml	1 878,23	6 655	12 499 621
F.1.6	Conduite de distribution PVC 110 PN10	ml	927,56	5 138	4 765 803
F.1.7	Conduite de distribution PVC 90 PN10	ml	814,02	3 493	2 843 372
F.1.8	Conduite de distribution PVC 75 PN10	ml	392,55	3 287	1 290 312
F.1.9	Conduite de distribution PVC 63 PN10	ml	1 739,75	2 588	4 502 473
<b>SOMME</b>					<b>52 865 650</b>
F.2	Accessoires et robinetteries	forfait	20%		10 573 130
<b>SOUS TOTAL E</b>					<b>63 438 780</b>
<b>G</b>	<b>GENIE CIVIL</b>				
G.1	construction complète de bornes fontaines	u	16	1 000 000	16 000 000
G.2	Bâtiment	ens	1	25 000 000	25 000 000
<b>SOUS TOTAL F</b>					<b>41 000 000</b>

ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE SANSANDING, REGION DE  
SEGOU (REPUBLIQUE DU MALI)

<b>H</b>	RESSOURCE HUMAINE				
H.1	Personnel		240	300 000	72 000 000
<b>SOUS TOTAL G</b>					<b>72 000 000</b>
<b>I</b>	SUIVIE ET CONTRÔLE				
I.1	Etudes contrôle et suivi des travaux	ens	1	15 000 000	15 000 000
<b>SOUS TOTAL H</b>					<b>15 000 000</b>
<b>J</b>	DIVERS				
J.1	Imprévus	ens	1	15 000 000	15 000 000
<b>SOUS TOTAL I</b>					<b>15 000 000</b>
<b>TOTAL GENERAL HT</b>					<b>1 404 607 631</b>
<b>TVA 18%</b>					<b>252 829 374</b>
<b>TOTAL GENERAL TTC</b>					<b>1 657 437 005</b>