



**Avant-projet détaillé pour la réalisation du système d'adduction d'eau Potable Simplifié du village de Bandjo dans la commune de Bagassi (BURKINA FASO).**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE  
**MASTER**  
**SPECIALITE : GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO AGRICOLES**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 07 Février 2022 par

**Fatoumata OUEDRAOGO (20120188)**

**Directeur de mémoire : Dr Lawani MOUNIROU, Enseignant-chercheur à 2iE**

**Maître de stage : DIALLO Amadou Rachid Miguel, Ingénieur du génie rural à la SERAT**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Pr Angelbert C. BIAOU

Membres et correcteurs : M. Gnenakantanhan COULIBALY

M. Moussa Diagne FAYE

## **DEDICACES**

**Je dédie ce document à :**

- ◆ **Mon époux pour son encouragement et sa compréhension**
- ◆ **Mes parents pour tous leurs sacrifices consentis pour mon éducation.**

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements sont adressés à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour m'avoir permise d'accéder à des connaissances tant théoriques que pratiques. J'adresse des sincères remerciements spécialement à :

- ✓ M. Lawani MOUNIROU, Enseignant chercheur en Hydraulique, mon encadreur interne qui m'a assisté tout au long du stage ;
- ✓ M. Saidou KAFANDO, Le Directeur Général de la SERAT, qui a bien voulu me donner une opportunité de réaliser ce stage au sein de sa Direction ;
- ✓ M. DIALLO Amadou Rachid Miguel, mon maître de stage, qui m'a accompagné et soutenu pour la réussite de ce stage ;
- ✓ L'équipe de la SERAT pour son accueil chaleureux, sa disponibilité, et son esprit de collaboration ;
- ✓ Mon époux pour la compréhension et son soutien multiforme à mon égard au cours de ces années d'études.

## RESUME

Dans le contexte de changement climatique marqué par la sécheresse des années 70 à 80 dans les pays subsaharien, l'accès à l'eau potable n'est pas chose aisée. A l'instar des pays de cette zone, de nombreuses localités du Burkina Faso, connaissent des problèmes liés à un service adéquat à l'eau et à une disparité du taux d'accès. Pour contribuer à l'amélioration de l'accès à l'eau potable et à un meilleur service, le Burkina Faso s'est lancé dans un Programme National d'Approvisionnement à l'Eau Potable (PN-AEP) sur le plan national. C'est dans cette dynamique qu'il est programmé dans le village de Bandjo dans la commune de Bagassi, la réalisation d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS).

Notre étude vise à la réalisation de l'étude d'avant-projet détaillée de l'AEPS de Bandjo. Tout d'abord ce travail a commencé par le tracé du réseau, ensuite le dimensionnement a été effectué sur la base des résultats de l'étude socio-économique, des spécifications des termes de référence et du guide PN-AEPA (2016-2030).

A l'horizon 2041, la population du village de Bandjo sera estimée à 4 290 habitants. Sur la base d'une consommation spécifique de 25 [l/j/hbt] pour les bornes fontaines et 40[l/j/hbt] pour les branchements privés, la demande en eau du jour de pointe sera évaluée à 154,2 [m<sup>3</sup>/jr] à l'horizon du projet. Cette demande sera satisfaite par deux (02) forages de 7 m<sup>3</sup>/h équipés chacun d'une pompe immergée de type Grundfos (SP 9 – 13 : Qf = 7 [m<sup>3</sup>/h] ; HMT = 77.24 [m]) à travers une conduite en PVC PN10 longue de 1198.54 [m] qui alimente un réservoir d'eau métallique de 50 [m<sup>3</sup>] surélevé de 10 [m] par rapport au sol. L'alimentation de ce système de pompage se fera par un système photovoltaïque d'une capacité de 6.1 Kwc et un groupe électrogène de 10.5 KVA viendra en complément de la durée de pompage. Le réseau de distribution, de type ramifié sera long de 3708,12 [ml] de conduites en PVC PN10 et dessert 06 bornes fontaines à 03 robinets de 0.25l/s chacun et 129 branchements particuliers. Confié à un opérateur par un contrat d'affermage, l'ouvrage s'élèvera à **167 757 739 FCFA TTC**. Le coût de revient de l'eau prenant en compte des équipements dont la durée d'amortissement est inférieure ou égale à 10 ans est estimé à **302 [FCFA/m<sup>3</sup>]** avec un taux d'actualisation de 5% et l'eau sera vendue à 500 [FCFA/m<sup>3</sup>] afin de faire face aux fonds de renouvellement et d'extension de réseau.

## MOTS CLES

1. AEPS
2. Bandjo
3. Eau
4. Forage
5. Réservoir

## ABSTRACT

In the context of climate change marked by the drought of the 70s and 80s in sub-Saharan countries, access to drinking water is not easy. Like the countries in this area, many localities in Burkina Faso are experiencing problems related to adequate drinking water supply and better service. In order to improve access to potable drinking water and better service, delivery, Burkina Faso has embarked on a national drinking water supply program (PN-AEP). Bandjo, a village located in Bagassi Municipality, is one of the beneficiary communities of the potable drinking water supply project (AEPS). Our study aims at the realization of the detailed preliminary study of the AEPS in Bandjo. First of all, this work began with the tracing of the water supply network, and then the dimensioning was carried out on the basis of the results of the socio-economic study, the specifications of the terms of reference and the PN-AEPA guide (2016-2030).

Bandjo's population is estimated to be 4,290 people by 2041. Based on the water consumption rate of 25 [l / d / hbt] for standpipes and 40 [l / d / hbt] for private connections, the peak daily water demand is estimated to be 154.2 [ m<sup>3</sup> / day] by 2041 of the project. Two boreholes will be installed to cater for this estimated daily demand for water. The two boreholes are of 7 m<sup>3</sup>/h each equipped with a Grundfos type submersible pump (SP 9 - 13: Q<sub>f</sub> = 7 [m<sup>3</sup> / h]; HMT = 77.24 [m]) through a long PVC pipe PN10 1198.54 [m] which supplies a metal water tank of 50 [m<sup>3</sup>] raised 10 [m] above the ground. The pumping system will be powered by a photovoltaic system with a capacity of 6.1 Kwp and a 10.5 KVA generator set will supplement the pumping time. The branched-type distribution sewerage system is 3,708.12 [ml] long of PN10 PVC pipes and serves 06 standpipes with 03 taps of 0.25l each and 129 individual connections. Entrusted to an operator on a lease contract, the work amounts to 167,757,739 FCFA including tax. The cost of water taking into account equipment whose depreciation period is less than or equal to 10 years is estimated at 302 [FCFA / m<sup>3</sup>] with a discount rate of 5% and the water will be sold at 500 [FCFA / m<sup>3</sup>] in order to meet the sewerage system renewal and extension funds.

Key words:

- 
- 1 - AEPS
  - 2 – Bandjo
  - 3 - Water
  - 4 - Drilling
  - 5 - Tank

## LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	:	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
AEP	:	Approvisionnement en Eau Potable
AEPS	:	Adduction d'Eau Potable Simplifiée
APD	:	Avant-Projet Détaillé
BF	:	Borne Fontaine
CD	:	Consommation domestique
CE	:	Château d'Eau
DGEP	:	Direction Générale de l'Eau Potable
DREA-BM	:	Direction Régionale de L'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun
HMT	:	Hauteur Manométrique Totale
INO	:	Inventaire National des Ouvrages hydrauliques et d'assainissement
INSD	:	Institut National de la Statistique et de la Démographie
MEA	:	Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
ODD	:	Objectifs pour le Développement du Millénaire
PMA	:	Pression Maximal Admissible
PMH	:	Pompe à Motricité Humaine
PN	:	Pression Nominale
PN- AEP	:	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PNDES	:	Plan National de Développement Economique et Social
PVC	:	Chlorure de Poly Vinyle.
RGPH	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

# SOMMAIRE

DEDICACES .....	I
REMERCIEMENTS .....	II
RESUME .....	III
SOMMAIRE .....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
FICHE SIGNALÉTIQUE .....	X
I. INTRODUCTION GENERALE.....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE .....	2
II.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL .....	2
II.1.1. Présentation générale de la structure.....	2
II.1.2. Mission et vision stratégique .....	2
II.1.3. Domaines de compétence et prestations offertes .....	3
II.1.4. Organigramme de la structure.....	4
II.2. GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE .....	4
II.2.1. Localisation de la zone d'étude.....	4
II.2.2 Caractéristique physico naturel de la commune de Bagassi du village de Bandjo ...	5
II.2.3. Aspects sociaux, démographiques et culturels.....	9
III. PRESENTATION DU PROJET .....	10
III.1. Contexte et justification.....	10
III.2. Objectifs et résultats attendus de l'étude .....	11
III.2.1. Objectif global .....	11
III.2.2. Objectifs spécifiques.....	11
III.2.3. Résultats attendus de l'étude .....	12
III.3. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable.....	12
III.4. Données de base .....	12
IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	14
IV.1. Recherche documentaire .....	14
IV.2. Matériel utilisé .....	14
IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire.....	15
IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses des calculs .....	16
IV.4.1. Critères de conception .....	16
IV.4.2. Horizon du projet.....	16
IV.4.3. Consommation spécifique .....	16
IV.4.4. Taux de desserte .....	17
IV.4.5. Coefficient de pointe journalière .....	17
IV.4.6. Coefficient de pointe horaire .....	18
IV.4.7. Rendement du réseau.....	18
IV.4.8. Vitesse et pression .....	18
IV.4.9. Pertes de charge.....	18
IV.5. Évaluation des besoins en eau du village.....	19
IV.5.1. Estimation de la population à l'horizon du projet .....	19
IV.5.2. Évaluation des besoins domestiques .....	20
IV.5.3. Évaluation des besoins en eau des édifices publics.....	20
IV.5.4. Besoins totaux .....	20

IV.6. Méthodologie de dimensionnement du réseau de distribution.....	21
IV.6.1 Calcul des débits.....	21
IV.6.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	22
IV.6.3. Calcul de la HMT et choix de la pompe.....	22
IV.7. Source d'énergie.....	23
IV.7.1. Système solaire photovoltaïque.....	23
IV.7.2. Groupe électrogène.....	24
IV.8. Dimensionnement du réseau de distribution.....	25
IV.9. Etude du phénomène de coup de bélier.....	25
IV.10. Etude financière.....	26
IV.11. Le prix de revient de l'eau.....	27
IV.12. Charges d'exploitation.....	27
IV.13. La notice d'impact environnemental.....	27
V. RESULTATS DE L'ETUDE TECHNIQUE.....	28
V.1. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village de Bandjo.....	28
V.2. L'étude technique.....	28
V.2.1. Type de réseau et modes de distribution et de refoulement.....	28
V.2.2. Conception du réseau de l'AEPS de Bandjo.....	31
2.1. Evaluation des consommateurs à l'horizon 2041.....	33
2.2. Evaluation des besoins et demandes en eau du village de Bandjo.....	33
2.3 Calcul des débits d'adduction et de distribution.....	35
2.4. Dimensionnement du réseau de distribution.....	36
2.5. Dimensionnement du réseau d'adduction.....	39
V.3. Dimensionnement des installations électriques.....	43
V.3.1. Dimensionnement du groupe électrogène.....	43
V.3.2. Dimensionnement du système solaire photovoltaïque.....	43
V.3.3. Analyse comparative des deux sources d'énergie.....	45
V.4. Ouvrages annexes sur le réseau.....	45
V.5. Réservoir de stockage.....	46
V.5.1. Détermination de la capacité utile du réservoir.....	46
V.5.2. Vérification du temps minimal de contact.....	47
V.5.3. Vérification du temps de séjour.....	47
V.6 Mode de gestion des systèmes d'alimentation en eau potable.....	47
VI. COÛT DU PROJET ET DU PRIX DE REVIENT DU METRE CUBE D'EAU.....	49
VI.1. Calcul du coût du projet.....	49
VI.2. Calcul du prix de revient de l'eau.....	50
VI.2.1. Calcul des annuités des amortissements des différents équipements du réseau.....	50
VI.2.2. Calcul du prix de revient de m <sup>3</sup> .....	50
VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE.....	51
VII.1. Rappel des composantes et phases du projet.....	51
VII.2. Identification et évaluation des impacts.....	51
VII.3. Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).....	53
VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	57
BIBLIOGRAPHIE.....	59
ANNEXES.....	61
Annexe 1 : les résultats de dimensionnement du Réseau de distribution.....	61
Annexe 2 : Devis estimatif et quantitatif du projet.....	62

Annexe 3 : le type de pompe choisi et ces performances .....	66
Annexe 4: Résultats du dimensionnement.....	69

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Sommaire d'expertise de SERAT .....	3
Tableau 2 : Liste des logiciels utilisés.....	14
Tableau 3 : Synthèse des hypothèses du Levées topographiques des nœuds.....	15
Tableau 4 : Formules usuelles de calcul d'une conduite de refoulement.....	22
Tableau 5 : Localisation géographique des bornes fontaines à installer .....	29
Tableau 6 : Evolution des besoins et demandes en eau du village de Bandjo de 2021 à 2041	34
Tableau 7 : Calcul des débits des réseaux d'adduction et de distribution de l'AEP de Bandjo .....	35
Tableau 8 : Calcul de la conduite de refoulement de chaque forage au point de jonction.....	40
Tableau 9 : Calcul de la conduite de refoulement du point de jonction jusqu'au réservoir. ....	40
Tableau 10 : Détermination de la hauteur manométrique totale de la pompe alimentant le réseau de Bandjo.....	40
Tableau 11 : Détermination du point de fonctionnement du système de pompage.....	41
Tableau 12 : Principales valeurs caractéristiques de la pompe et du moteur au point de fonctionnement.....	41
Tableau 13 : Vérification du phénomène du coup de bélier sur la conduite de refoulement ...	42
Tableau 14 : Détails des équipements électriques à installer dans l'armoire de commande....	44
Tableau 15 : Avantages et inconvénients des systèmes thermique et photovoltaïque de pompage hydraulique.....	45
Tableau 16 : Quelques valeurs caractéristiques du réservoir du réseau de distribution.....	46
Tableau 17 : Modes de gestion des services publics locaux .....	48
Tableau 18 Coût total des investissements à l'horizon 2041 .....	49
Tableau 19 : Calcul des annuités des amortissements de quelques investissements initiaux ..	50
Tableau 20 : Inventaire des différents impacts du projet .....	52
Tableau 21 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs .....	53
Tableau 22 : Programme de surveillance environnementale.....	55
Tableau 23 : Programme de suivi environnemental .....	56

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Organigramme de la structure.....	4
Figure 2 : Plan de situation du village de Bandjo.....	5
Figure 3 : Evolution de la hauteur d'eau tombée entre 2004 et 2016 dans la Commune de Bagassi. ....	7
Figure 4 :Réseau hydrographique de la commune de Bagassi.....	9
Figure 5 :Localisation des bornes fontaines (BF) du site de Bandio selon les coordonnées GPS .....	30
Figure 6 :: Schéma du réseau de Bandjo .....	32
Figure 7 :Simulation EPANET ; schéma réseau .....	37
Figure 8 :Illustration du point de fonctionnement de la pompe SP 9 – 13 du système de pompage de Bandjo.....	41

## FICHE SIGNALÉTIQUE

Références		Données
<i>Localisation</i>		
<b>Région/Province/Commune/Village centre</b>		Boucle du Mouhoun / Balé/Bagassi/Bandjo
<b>Coordonnées</b>	Longitude	3° 15' 51'' ouest
	Latitude	11° 40' 41'' nord
<i>Données socio-économiques</i>		
<b>Population en 2 006 (hbts)</b>		1 572
<b>Taux d'accroissement</b>		2,91%
<b>Population en 2 021 (hbts)</b>		2 417
<b>Population en 2 041 (hbts)</b>		4290
<b>Consommation spécifique BF (l/j/hbt)</b>		25
<b>Consommation spécifique BP (l/j/hbt)</b>		40
<b>Demande en eau (production)</b>		154.2 m <sup>3</sup> /j
<b>Débit de pointe horaire (l/s)</b>		7
<i>Forage</i>		
<b>Débit d'exploitation (m<sup>3</sup>/h)</b>		7
<b>Niveau Dynamique (m)</b>		223.35
<i>Electropompe</i>		
<b>Marque</b>		Grundfos
<b>Nom du produit</b>		SP 9-13
<b>Débit (m<sup>3</sup>/h)</b>		7
<b>HMT (m)</b>		77.24
<b>Puissance nominale (kWh)</b>		3
<i>Sources d'énergie mixte</i>		
<b>Type d'énergie</b>		Solaire photovoltaïque
<b>Nombre de modules solaires 500Wc/24v</b>		24
<b>Durée maximale d'utilisation [h]</b>		8
<b>Type d'énergie</b>		Thermique
<b>Puissance active du groupe électrogène (KVA)</b>		10.5
<b>Durée maximale d'utilisation [h]</b>		8
<i>Réservoir</i>		
<b>Volume (m<sup>3</sup>)</b>		50
<b>Type de réservoir</b>		Métallique
<b>Hauteur cuve (m)</b>		5.2

<b>Diamètre cuve (m)</b>	3,5
<b>Hauteur sous radier (m)</b>	10
<i>Conduite de refoulement</i>	

<b>Conduite de refoulement</b>	PVC DN 75 PN 10 et PVC DN 110 PN 10
<i>Conduite de distribution</i>	
<b>Conduite</b>	PVC DN 125 ;110 ; 75 ; 63 ;50
<b>Longueur totale du réseau (ml)</b>	3708.12
<i>Borne fontaine</i>	
<b>Nombre de BF</b>	6
<b>Nombre de robinets par BF</b>	3
<b>Débit des robinets des BF [l/s]</b>	0.25
<b>Nombre de branchements particuliers</b>	129
<i>Aspects financiers et gestion</i>	
<b>Coût global du projet Fcfa</b>	<b>167 757 739</b>
<b>Coût par ml de conduite Fcfa</b>	45 241
<b>Prix de revient du m<sup>3</sup> Fcfa</b>	302
<b>Mode de gestion proposé</b>	Affermage

# I. INTRODUCTION GENERALE

L'eau est l'un des biens les plus précieux, sans elle rien ne pousse et rien ne vit. Malgré son abondance sur la terre, l'eau douce représente moins de 2,5% de l'eau sur terre, dont moins de 1% est sous forme liquide et peut donc être utilisée par l'homme. Indispensable pour notre survie, le taux d'accès à l'eau potable diffère d'une zone à une autre. C'est pourquoi l'accès à l'eau potable des populations constitue un enjeu politique, économique et social majeur et est devenu une priorité pour l'État Burkinabè. Depuis 2016, le Burkina Faso s'est engagé dans l'élaboration et la mise en œuvre de l'ambitieux Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP). Le PN-AEP a pour objectif de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité. Il contribue à la réalisation des Objectifs du Développement Durable (ODD) notamment l'objectif 6 qui consiste à « Garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Un des objectifs spécifiques du PN-AEP est d'assurer un accès universel des populations aux services d'eau potable conformément à l'approche fondée sur les droits humains (AFDH). Le programme permettra de réaliser quatre-vingt-dix (90) systèmes d'adduction d'eau potable dont quarante (40) dans la région de la Boucle du Mouhoun. Le village de Bandjo connaît des problèmes liés à un service adéquat à l'eau et une disparité du taux d'accès à l'eau entre quartiers.

C'est en s'inscrivant dans cette optique que la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) a commandité l'étude d'un système d'Adduction d'Eau Potable (AEP) du village de Bandjo à l'instar de plusieurs villages situés dans la région de la Boucle du Mouhoun. Cette étude a été confiée au bureau d'études SERAT.

L'étude vise à évaluer les besoins en eau de la population, concevoir le système AEPS, dimensionner les équipements et réseaux hydrauliques constitutifs, élaborer les plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages, évaluer le coût de réalisation des travaux et à évaluer l'impact environnemental et social du projet.

## **II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE**

### **II.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

#### **II.1.1. Présentation générale de la structure**

Créée en 2006, la Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT) est un bureau d'études privé de droit burkinabè, composé d'ingénieurs et de techniciens jouissant de plusieurs années d'expérience dans les domaines de l'ingénierie.

Le bureau repose sur un noyau de cadres permanents appuyés par des techniciens et des consultants extérieurs ayant acquis une grande expérience dans la préparation, la formulation, la réalisation, la coordination d'études ainsi que le pilotage et le contrôle des travaux,(GBOYOU, 2020).

#### **II.1.2. Mission et vision stratégique**

Le bureau d'études SERAT s'est assigné pour mission de contribuer activement à l'émergence d'un développement durable au Burkina Faso et en Afrique en apportant son expertise dans ses domaines d'intervention. Sa vision stratégique se décline comme suit :

**« Être une société d'ingénierie d'excellence, offrant des prestations de qualité en matière d'études, de conseil et d'assistance technique au client ».**

### II.1.3. Domaines de compétence et prestations offertes

Le tableau 1 ci-dessous présente les principaux domaines de compétence de SERAT.

Tableau 1 : Sommaire d'expertise de SERAT

<b>Domaines de compétence</b>		
<b>Approvisionnement en eau potable, assainissement et environnement</b>	<b>Mobilisation des ressources en eau et aménagements hydro-agricoles</b>	<b>Génie civil et travaux publics</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribution d'eau</li> <li>• Traitement des eaux brutes</li> <li>• Stations de pompage</li> <li>• Réservoirs</li> <li>• Epuration des eaux usées</li> <li>• Traitement des eaux industrielles</li> <li>• Assainissement et hygiène, participation communautaire</li> <li>• Etudes d'impact environnemental et social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion intégrée des ressources en eau</li> <li>• Aménagement des bas-fonds</li> <li>• Hydrologie, drainage, eaux souterraines</li> <li>• Aménagement des cours d'eau et des lacs</li> <li>• Irrigation</li> <li>• Barrages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routes</li> <li>• Pistes rurales</li> <li>• Ouvrages d'art</li> <li>• Assainissement</li> <li>• VRD</li> <li>• Bâtiment</li> <li>• Construction métallique</li> <li>• Infrastructures pastorales</li> </ul>
<b>Prestations offertes</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudes techniques d'Avant-Projet Sommaire (APS) et d'Avant-Projet Détaillé (APD)</li> <li>• Elaboration des Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE)</li> <li>• Etude économique et financière</li> <li>• Etudes du milieu (topographie, socio-économie, agroéconomie, etc.)</li> <li>• Suivi-évaluation de projets de développement</li> <li>• Surveillance et contrôle des travaux</li> <li>• Assistance technique</li> <li>• Formation</li> <li>• Intermédiation sociale</li> </ul>		

*Source* : (SERAT, 2006)

## II.1.4. Organigramme de la structure

L'organigramme du bureau d'étude SERAT est illustré par la figure 1.

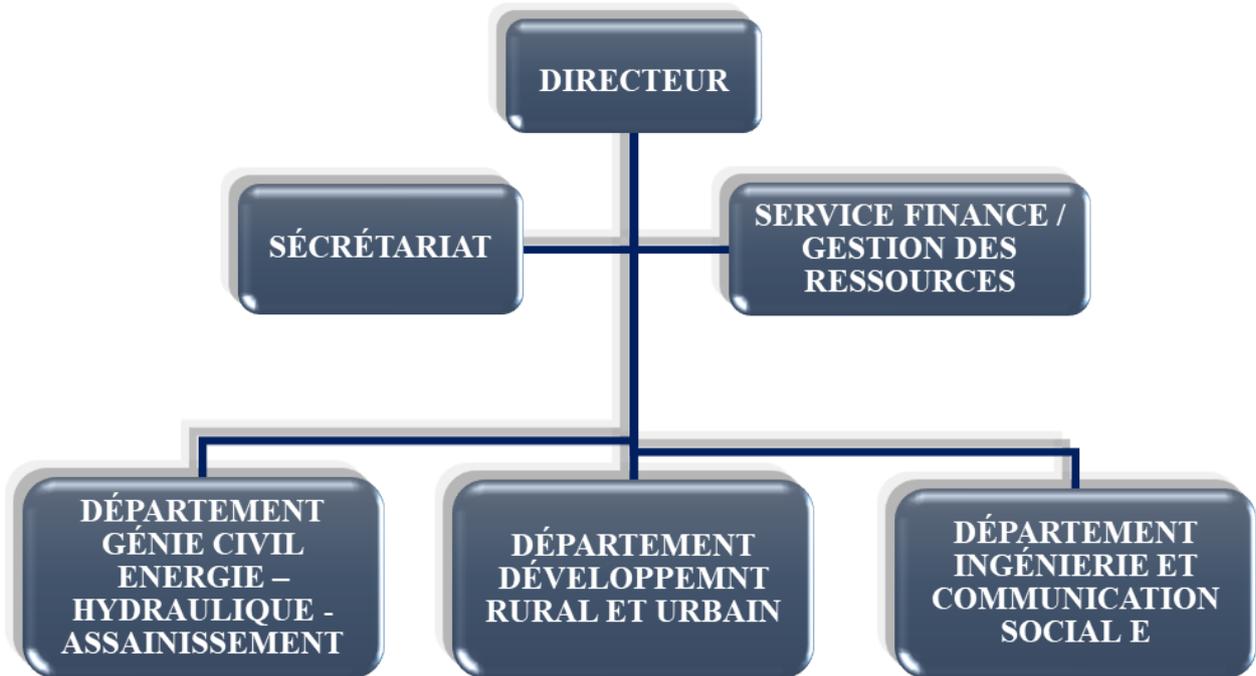


Figure 1 : Organigramme de la structure

## II.2. GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE

### II.2.1. Localisation de la zone d'étude

Le village de Bandjo est situé à l'Est de la commune de Bagassi, province des Balé dans la région de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso. Il est situé sur l'axe Ouahabou-Bagassi à 8 km de Ouahabou et à 15,5 km de Bagassi (Chef-lieu de la Commune). Il est distant de 28 km de Boromo (chef-lieu de la province des Balé). Le village de Bandjo est limité :

- A l'Est par les villages de Assio (Commune de Bagassi) et de Koho dans la Commune de Boromo ;
- Au Nord, par le village de Niaga ;
- A l'Ouest par le village de Wanga ;
- Au sud par la Commune de Pâ.

Ses coordonnées géographiques sont les suivantes :

11° 40' 41'' nord

3° 15' 51'' ouest

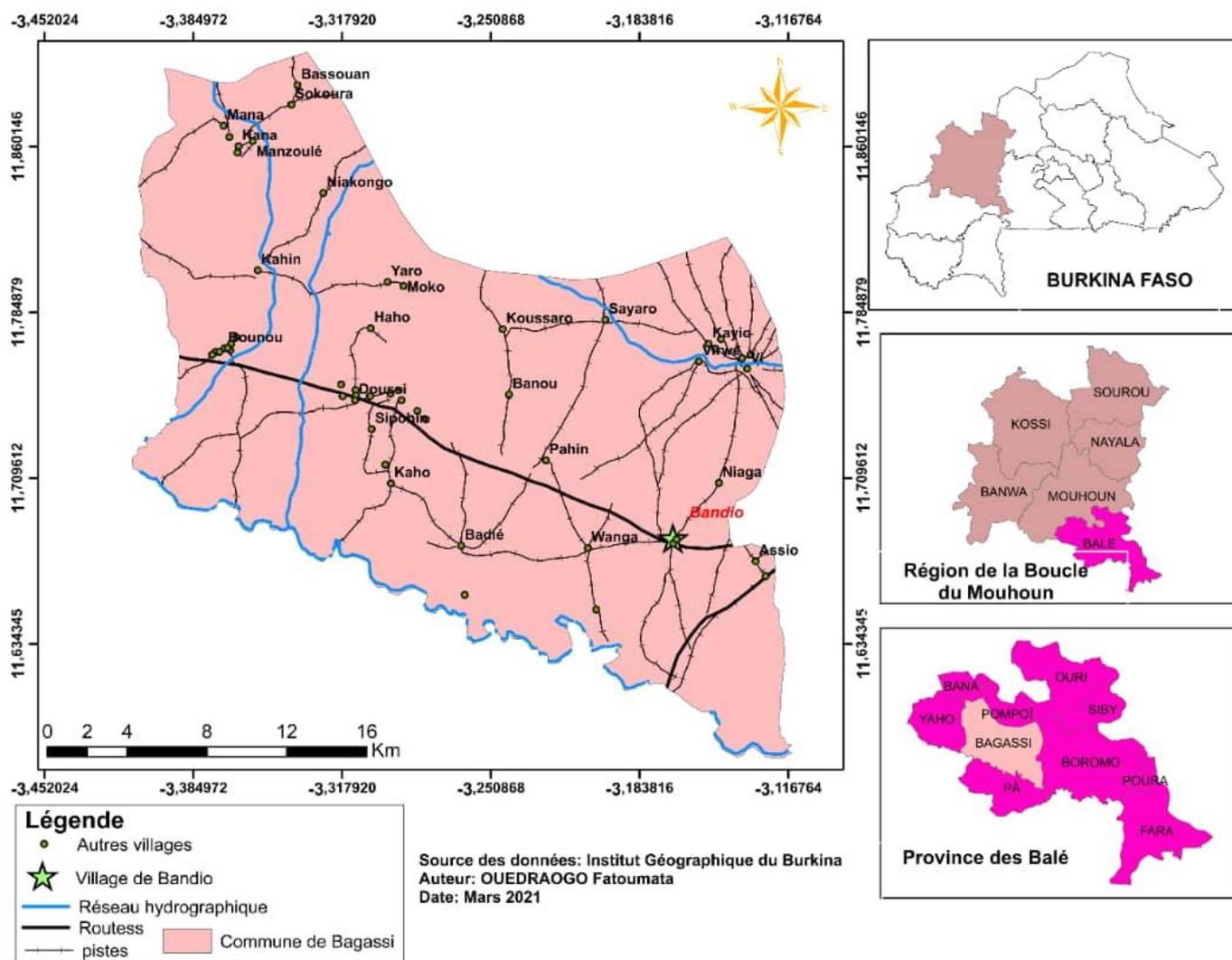


Figure 2 : Plan de situation du village de Bandjo

## II.2.2 Caractéristique physico naturel de la commune de Bagassi

### II.2.2.1. Relief et les sols

Le relief de la commune de Bagassi est marqué par des affleurements de roches constituées de grains de sable agglomérés et par de petites collines d'altitude variant entre 300 à 350 mètres. Le sous-sol des collines regorge de minerais qui font l'objet d'exploitation industrielle et artisanale. Le panorama de la Commune présente une savane arborée, arbustive et herbeuse, des zones humides et des forêts galeries le long des cours d'eau. Bandjo est surtout dominé par la savane arbustive et herbeuse.

Dans la commune de Bagassi, on rencontre quatre (4) types de sols, (PCD\_BAGASSI, 2017), à savoir (i) les sols ferrugineux tropicaux (ii) les sols minéraux bruts peu évolués, (iii) les sols hydromorphes et (iv) les sols bruns.

- Les sols ferrugineux tropicaux chargés de gravillons occupent plus de la moitié de

l'espace communal. Ils sont favorables à l'agriculture mais ils nécessitent un amendement en fumure organique ou en engrais pour assurer une meilleure productivité agricole ;

- ❑ Les sols minéraux bruts peu évolués occupent une faible partie de l'espace communal (environ 10% de la superficie de la commune). Ce sont des sols relativement pauvres et peu favorables aux activités agricoles. Leur exploitation nécessite des apports en fumures organiques et du matériel léger car présentant un aspect rocheux peu décomposé avec une difficulté de pénétration des racines ;
- ❑ Les sols hydromorphes sont rencontrés près des cours d'eau et dans les bas-fonds. Par conséquent ils sont très peu rependus (environ 5% de la superficie de la commune). La contenance en eau est assez intéressante pour les cultures qui demandent beaucoup d'eau comme le riz, le sorgho, la tomate, etc. ;
- ❑ Les sols bruns sont plus favorables aux activités agricoles. Ils sont riches et représentent plus du tiers de la superficie communale. Leurs compositions sont adaptées aux cultures céréalières et aux cultures de rente en général.

#### II.2.2.2. Géologie et hydrogéologie

Les caractéristiques géologiques de la région, s'intègrent dans celles de l'ensemble du socle précambrien Ouest Africain. La géologie de la région s'étend sur deux grands ensembles à savoir un socle cristallin à l'Est et une séquence sédimentaire à l'Ouest.

- ❑ Socle cristallin : il est composé de roches granitoïdes acides et de roches métavolcano sédimentaires basiques.
- ❑ Roches acides : granite et migmatitique indifférenciés
- ❑ Roches neutres à basiques : formations volcano-sédimentaires, constituées principalement de schistes
- ❑ Les formations sédimentaires : elles sont composées d'une séquence sédimentaire proprement dite et du continental terminal :
- ❑ La séquence sédimentaire : ces formations d'une épaisseur d'environ 1500m, proviennent d'une transgression marine du Nord et du Nord-Ouest entre 1300 et 1000 M.A (précambrien A).

Dans la région, on distingue deux unités hydrogéologiques principales correspondant aux deux familles lithologiques déjà citées, à savoir le socle cristallin et les formations sédimentaires composées essentiellement de grès, de schistes et de formations argilo sableuses. Du point de vue hydrogéologique, il convient de noter tout d'abord, que la caractéristique principale des différentes formations (exception faite des sables du continental terminal) se résume au fait que

ce sont des roches dures, compactes, imperméables (la porosité primaire étant négligeable (< 1%) sauf dans les grès purs comme les grès de Koutiala et les grès de Sotuba).

Ces formations sont donc stériles à l'état intact et l'eau ne peut s'y accumuler que si elles sont altérées, fissurées ou fracturées. En général, les ressources en eaux souterraines sont emmagasinées, pour l'essentiel dans la partie supérieure altérée. Mais, elles sont drainées préférentiellement par les fissures et les fractures sous-jacentes ouvertes parfois sur de grandes profondeurs.

Dans le socle, on distingue du haut vers le bas, une même superposition des principaux niveaux aquifères que sont les aquifères des saprolites, les aquifères de la zone altérée et les aquifères de la zone fissuré (Lachassagne et al., 2005).

### II.2.2.3. Climat et pluviométrie

Le régime climatique de la commune de Bagassi est du type soudano sahélien caractérisé par une longue saison sèche d'octobre à avril en général et une saison pluvieuse de mai à septembre. La saison sèche est marquée par la dominance de l'harmattan avec un vent sec frais et chaud en fonction des périodes. La saison pluvieuse, plus courte, est marquée par l'influence de la mousson. C'est une des zones les mieux arrosées du pays qui enregistre des précipitations comprises entre 600 à 1200 mm. Les mois les plus frais sont novembre, décembre et janvier tandis que ceux les plus chauds sont de février à avril. Les précipitations sont en moyenne de 908,68 mm sur la période de 2004 à 2016. La pluviométrie de la commune est caractérisée par sa mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace. La figure 3 permet d'apprécier l'évolution de la pluviométrie annuelle depuis 2004 à 2016.

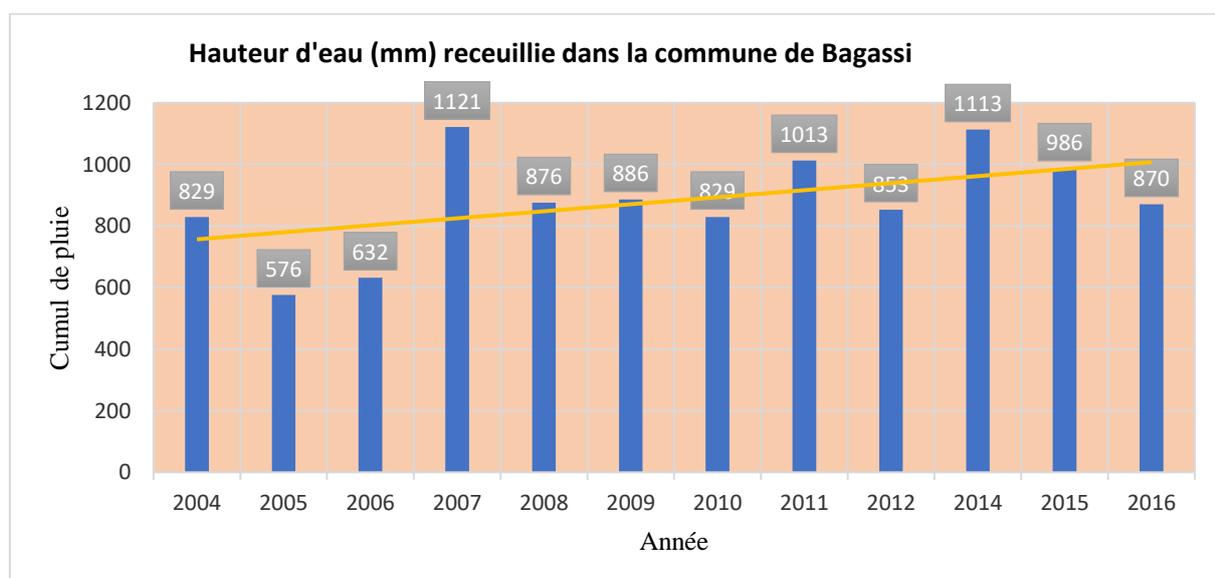


Figure 3 : Evolution de la hauteur d'eau tombée entre 2004 et 2016 dans la Commune de Bagassi

(SERAT, 2019). (NB. Les données de l'année 2013 sont indisponibles)

L'analyse du graphique sur la période sus-référencée montre bien une évolution des données pluviométriques en dents de scie même s'il existe une légère tendance à la hausse au fil des années. La hauteur d'eau maximale a été enregistrée en 2007 (1121 mm) et la minimale en 2005 avec (576 mm).

#### *II.2.2.4. Réseau hydrographique*

Le réseau hydrographique de la commune est basé sur le cours d'eau du Tuy (Grand Balé) qui est un affluent du Mouhoun avec un écoulement permanent. Ce cours d'eau recharge continuellement la nappe d'eau de la commune et fournit des conditions favorables aux activités agricoles notamment au niveau des bas-fonds. La commune de Bagassi dispose d'autres cours d'eau à régime temporaire.

Des retenues d'eau ont été réalisées pour accroître la disponibilité hors saison hivernale des eaux de surface et les principaux ouvrages réalisés sont les barrages de Vy (0,85 million de m<sup>3</sup>), de Bagassi (0,92 million de m<sup>3</sup>) et de Yaramoko (0,5 millions de m<sup>3</sup>).

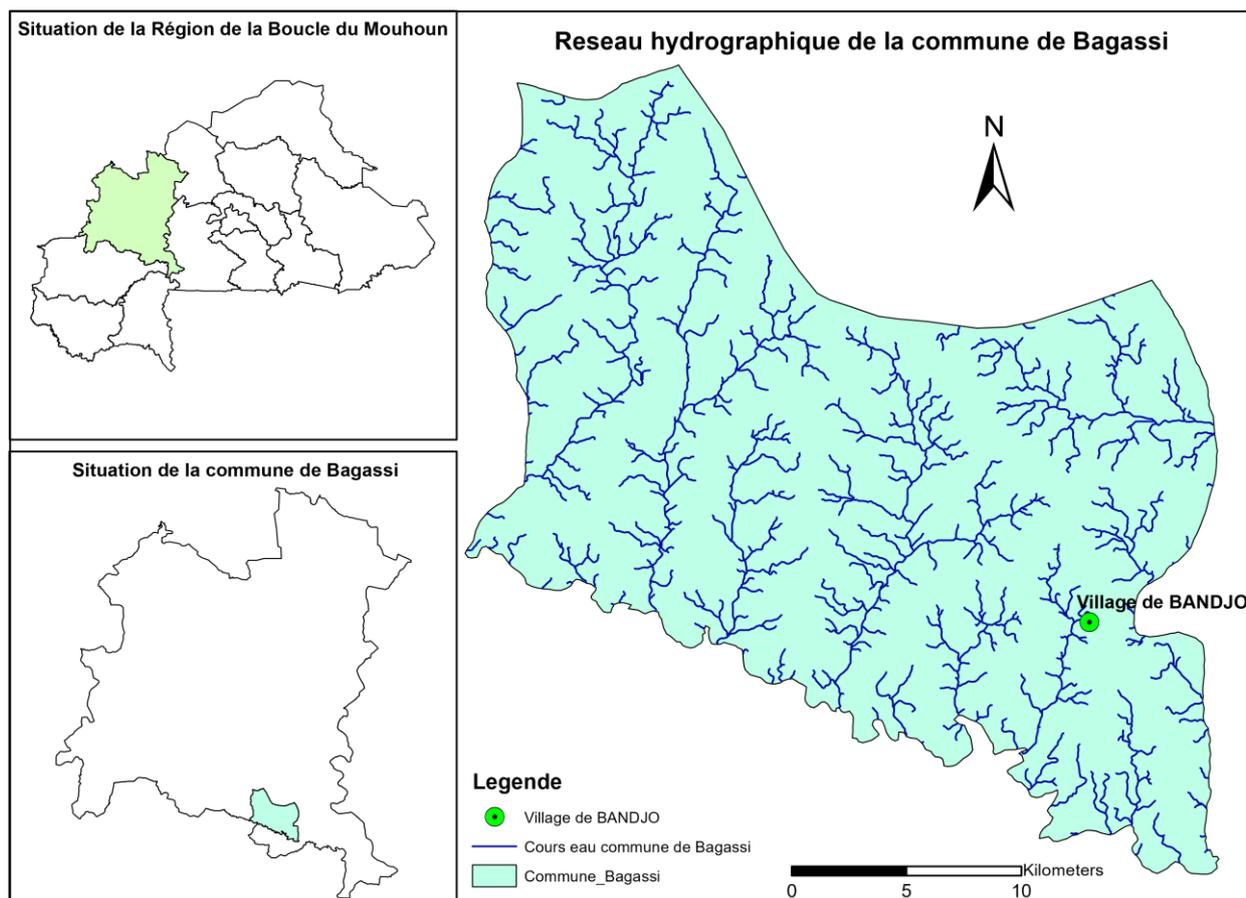


Figure 4: Réseau hydrographique de la commune de Bagassi

### II.2.3. Aspects sociaux, démographiques et culturels

Bandjo est un village essentiellement Bwaba ethnies autochtones. Les langues parlées sont le Bwamou et le Dioula. A l'instar des autres villages de la commune, la densité de la population se situe entre 20 à 40 habitants au km<sup>2</sup> (RGPH, 2009).

Dans le village de Bandjo à l'instar des autres villages de la commune de Bagassi, la religion dominante est l'animisme, le christianisme, l'islam et autres (sans religion).

Au niveau social, le village est dirigé par un chef, généralement le plus âgé du lignage le plus anciennement implanté et un chef de terre. Le chef de village joue le rôle d'intermédiaire moral entre les habitants et l'administration publique. Sa succession est assurée à l'intérieur de la lignée sur décision d'un conseil des sages du village.

Pour ce qui concerne la gestion du foncier et du terroir, c'est le chef de terre qui assume les fonctions. C'est lui qui attribue les nouveaux champs et qui autorise les étrangers à s'installer. Il assure les sacrifices oratoires et connaît les interdits. Il règle les conflits fonciers en relation avec le chef du village.

Les familles sont installées par lignage et par quartier à l'intérieur de chaque quartier un chef est désigné. Il participe généralement au conseil du village. Sur le plan administratif le chef est assisté par le CVD et les autres conseillers municipaux du village qui sont dans le conseil communal et en contact avec l'administration publique sur les questions de développement du village.

D'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2006), la population du village de Bandjo comptait 1752 habitants en 2006. Le village comptait 400 ménages et la taille moyenne des ménages est estimée à 4,55 personnes par ménage majoritairement dirigé par des hommes. L'enquête a montré que la taille moyenne par concession est de 10 personnes. Sur la base d'un taux de croissance annuel moyen de 2,91%, le village compte 2417 habitants en 2021 et atteindra respectivement les 4290 habitants en 2041. A Bandjo, il y'a une seule ethnie majoritaire les Bwaba.

Pour l'estimation de l'évolution de la population du village de Bandjo c'est le taux provincial qui a été retenu et qui est plus proche du taux moyen d'accroissement de la commune de Bagassi qui est de 2.76% (évalué sur la base des projections faites par l'INSD (2007 à 2016) de la province des Balé.

La population de Bandjo est caractérisée par sa jeunesse qui représente plus de la moitié des habitants. Les moins de 25 ans représentent 68% de la population totale. Cette proportion, assez élevée de jeunes, pose à coup sûr la problématique de l'éducation, de la formation professionnelle et de l'emploi dans la commune d'où la majorité s'adonne à l'orpaillage. Le sous-sol de la zone regorge d'or et l'orpaillage attire la majorité des jeunes. Il y'a une mine d'exploitation industrielle à Bagassi.

Le village de Bandjo est subdivisé en six (06) grands quartiers que sont les quartiers Bienieye, Dieniye, Gouminiye, Wounieye, Yakieniye et Yakieniye zone 1. Le quartier Yakieniye zone 1 semble être le nouveau quartier du village avec de nouvelles constructions. Le village semble donc s'étendre vers ce quartier.

### **III. PRESENTATION DU PROJET**

#### **III.1. Contexte et justification**

L'Insuffisance d'accès à l'eau potable et à l'assainissement est la première cause de la mortalité

dans le monde et pose de nombreux défis. Le Burkina Faso se mobilise fortement autour de cette question pour atteindre l'ODD 6 et l'Agenda 2030. C'est l'une des raisons pour lesquelles les politiques burkinabè œuvrent pour la mise à disposition de l'eau aux populations dont le niveau de vie et le nombre sont sans cesse croissants. Particulièrement défavorisées, les zones rurales sont la cible de nombreux projets et du PN-AEP afin de relever le défi imposé.

Au plan national, ces programmes s'inscrivent en droite ligne dans le nouveau référentiel national de développement à savoir le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) adopté en juillet 2016 précisément en son axe stratégique 2.5. Aussi, ces programmes qui constituent les documents de référence et les cadres programmatiques des interventions au Burkina Faso du sous-secteur de l'eau potable et de l'assainissement à l'horizon 2030 se conforment à la vision globale de la politique nationale de l'eau, selon laquelle « en 2030, la ressource en eau du pays est connue et gérée efficacement pour réaliser le droit d'accès universel à l'eau et à l'assainissement, afin de contribuer au développement durable ».

Dans ce contexte, la localité de Bandjo a été identifiée pour bénéficier d'un système d'adduction d'eau potable auquel s'ajoutent un système d'exhaure et tout autre équipement indispensable. Le projet permettra d'évaluer la faisabilité et la viabilité socio-économique du réseau d'AEP à mettre en place. Ceci passe par la prise en compte des habitudes, des espérances et des exigences de la communauté réceptrice de l'ouvrage.

## **III.2. Objectifs et résultats attendus de l'étude**

### **III.2.1. Objectif global**

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable de la population par la réalisation d'une étude d'avant-projet détaillé d'un système d'AEPS dans le village de Bandjo, commune de Bagassi, province des Balé, région de la Boucle du Mouhoun pour une durée de 20 ans.

### **III.2.2. Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques sont :

- ✓ Faire le diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village de Bandjo ;
- ✓ Réaliser une étude de faisabilité technique pour la réalisation du système d'adduction

d'eau potable (SAEP) sur la base d'une investigation socio-économique préalable ;

- ✓ Réaliser une étude de rentabilité financière ;
- ✓ Réaliser une notice d'impact environnemental.

### **III.2.3. Résultats attendus de l'étude**

A l'issue de cette étude, les résultats escomptés sont :

- ✓ Les points d'eau et leur état de fonctionnement sont connus ;
- ✓ Un système viable d'approvisionnement en eau potable est conçu et dimensionné pour le village ;
- ✓ L'estimation du coût du projet est réalisée ;
- ✓ Les impacts environnementaux et socio-économiques du projet sont identifiés.

### **III.3. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable**

Le village de Bandjo est subdivisé en six (06) grands quartiers que sont les quartiers Bienieye, Dieniye, Gouminiye, Wounieye, Yakieniye et Yakieniye zone 1.

Le village de Bandjo possède neuf (06) forages équipés de pompes fonctionnelles, (INO, 2019). On remarque que l'approvisionnement en eau potable dans la commune est essentiellement assuré par les forages. Bandjo ne dispose pas d'AEPS mais possède un Poste d'Eau Autonome.

### **III.4. Données de base**

La conception du système d'AEPS est fondée sur le principe de complémentarité avec les sources d'eau potable existantes notamment les forages. Toutefois la mise en service de l'AEPS viendra augmenter le niveau de confort de la population et sera toujours en compétition avec les forages existants. L'expérience montre que les puits ne seront pas immédiatement abandonnés au profit de l'AEPS, car la population sollicitera le service d'eau en fonction de sa capacité à payer. Le dimensionnement prendra en compte le volume d'eau disponible dans la localité avec un taux de couverture optimiste du réseau qui devra atteindre 80% à l'horizon du projet.

Les hypothèses générales sur lesquelles va s'appuyer la conception du réseau sont les suivantes :

- ✓ Horizon du projet : 2041 (20 ans) selon les Termes De Référence (TDR) ;
- ✓ Année de réalisation du projet : 2021 (source TDR)
- ✓ Taux d'accroissement de la commune de Bagassi : 2,91 % selon l'INSD, projections des populations des provinces et des communes de 2007 à 2016 (source INSD)
- ✓ Distance maximale à parcourir pour atteindre une BF : 500 m (source : (MEA, 2016) ) ;

- ✓ Temps de fonctionnement des BF par jour : 12 h/j (6h à 18h) ;
- ✓ Consommation spécifique des BF : 25 l/j/hbt à l'horizon du projet (source : (MEA, 2016) );
- ✓ Temps de pompage par jour : 16 h/j au maximum ;
- ✓ Pourcentage des populations desservies en AEPS à l'horizon du projet 2041 : 80% ;
- ✓ Pression minimale de service : 5 mCE, soit 0,5 bar ;
- ✓ Condition de vitesse (V) :  $0,20 \text{ m/s} \leq V \text{ (m/s)} \leq 1,2 \text{ m/s}$  ;
- ✓ Condition de pression (P) :  $5 \text{ mCE} \leq P \text{ (mCE)} \leq 30 \text{ mCE}$  pour la durabilité de l'ouvrage ;
- ✓ Pourcentage de pertes de charges singulières : 5% des pertes de charges linéaires ;
- ✓ Coefficient de pointe journalière : 1,2
- ✓ Rendement global du réseau ( $\eta_r$ ) : 75%

## IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

L'atteinte des objectifs du projet s'effectueront selon la méthodologie ci-dessous :

### IV.1. Recherche documentaire

Il a été procédé à la consultation et à la collecte des documents techniques existants sur la commune de Bagassi. Cette collecte a été faite auprès des services déconcentrés et décentralisés locaux ainsi que des différents partenaires intervenants dans le domaine de l'eau dans la localité de Bagassi. Les données collectées ont permis d'évaluer la capacité globale des ressources en eau et d'apprécier la pertinence de la réalisation du système d'AEP.

Cette phase consiste à faire des recherches documentaires sur les normes nationales d'AEP des communes rurales et analyser des résultats de l'étude socio-économique de faisabilité de l'AEP.

Les informations ont été collectées à :

- La bibliothèque numérique de 2iE
- Direction régionale de l'eau et de l'assainissement de la Boucle du Mouhoun
- Plan communal de développement de la mairie de Bagassi
- Internet
- Informations sur l'étude socio-économique fournie par le bureau d'étude SERAT.

### IV.2. Matériel utilisé

Pour la réussite de ce projet, nous avons eu recours à un certain nombre de matériels qui sont répertoriés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 2: Liste des logiciels utilisés

MATÉRIEL	OBSERVATIONS
<b>LOGICIEL ARCGIS V.10.4.1</b>	Cet outil a servi à la réalisation de la carte de localisation de la zone du projet
<b>LOGICIEL EPANET V.2.0</b>	Il a servi à la modélisation hydraulique en vue de simuler le fonctionnement du réseau en régime permanent.
<b>OFFICE (EXCEL, WORD) 2016</b>	Traitement de textes et calcul pour les besoins du dimensionnement
<b>AUTOCAD 2018</b>	L'outil a été utilisé pour réaliser les pièces graphiques nécessaires à la mise en œuvre du projet.

### IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire

Cette phase a consisté en l'analyse, au traitement et à la compilation de toutes les informations recueillies aussi bien sur le terrain que dans la documentation. Le présent mémoire est le résultat de cette dernière étape de travail. Le tableau ci-dessous fait la synthèse des hypothèses utilisées pour le dimensionnement.

Tableau 3: Synthèse des hypothèses du Levées topographiques des nœuds

Matricule	X (m)	Y (m)	Z (m)
N1	481853.000	1291405.000	280.000
N2	481774.949	1291399.724	278,844
N3	481780,645	1291354,976	278,854
N4	481711,622	1291275,318	277,951
N5	481610,955	1291106,971	277,578
N6	481565,78	1290967,641	277,254
N7	481772,59	1291431,399	278,62
N8	481683,033	1291398,313	277,6
N9	481659,641	1291396,43	277,767
N10	481767,451	1291502,984	278,66
N11	482016,838	1291502,984	282,689
N12	481765,493	1291528,455	278,597
N13	481760.599	1291674.529	278.823
N14	481759,559	1291705,58	278,961
N15	481882.413	1291646,688	280,495
N16	481972,679	1291798,68	281,784
N17	481640,441	1291757,707	276,986
N18	481451,237	1291840,455	277,463
N19	481617,864	1291890,967	278,493
N20	481764,556	1291865,831	278,794
N21	481547,831	1291983,656	279,419
N22	481673,332	1291536,799	277,054
N23	481639,368	1291520,234	276,314
N24	481636,693	1291569,49	276,746
N25	481517,739	1291483,363	274,204
N26	481517,411	1291594,674	274,819
N27	481541,674	1291414,791	275,133
N28	481592,228	1291310,714	275,841
N29	481590,6	1291262,89	276,591
N30	481609,527	1291195,298	277,482
N31	481407,438	1291449,938	273,349
N32	481393,451	1291445,9	273,358
N33	481398,917	1291344,154	274,122
N34	481466,23	1291251,316	275,203

## **IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses des calculs**

### **IV.4.1. Critères de conception**

La réalisation du système d'AEP a pour objectif de relever le niveau de service en eau potable de même que celui de l'hygiène. Cependant, ce système de desserte, pour être durable devra intégrer dès sa conception les critères de coûts de maintenance et d'exploitation.

Pour ce faire, les options principales retenues sont alors de :

- Adapter autant que possible le système à la demande en le dimensionnant en fonction d'une consommation spécifique réaliste.
- Assurer une desserte en eau à partir de Bornes Fontaines « BF » et de Branchements Privés « BP » pour atteindre toutes les catégories de consommateurs.
- Assurer une capacité de distribution suffisante en tenant compte de l'évolution des consommations spécifiques et des facteurs de pointe ;
- Garantir une meilleure qualité de service afin d'éviter que les populations retournent à leurs anciennes sources d'approvisionnement en eau ;

### **IV.4.2. Horizon du projet**

Le système d'AEP, comme tout projet de réalisation en ingénierie, sera dimensionné pour une période de temps donnée. Cette durée est déterminée en tenant compte de :

- La durée de vie des différents éléments constitutifs du système (tuyaux, compteurs, vannes, pompes, etc.) ;
- L'évolution des situations démographiques, sociales et économiques de la localité ;

En se référant aux termes de références, l'horizon retenu pour le dimensionnement du système sera l'année 2041 soit une durée de vingt (20) ans à compter de 2021, l'année de réalisation.

### **IV.4.3. Consommation spécifique**

La consommation spécifique est l'un des principaux critères de planification. Elle correspond au besoin journalier en eau pour un usager, nécessaire à satisfaire ses activités quotidiennes. Pour le PN-AEP à l'horizon 2030, elle a été fixée suite aux consommations habituellement observées sur la période 2002 à 2014 dans les centres de l'ONEA. Cette consommation est de 15 litres/jour/hbt pour les bornes fontaines et 20 litres/jour/hbt pour les branchements privés.

Il y'a eu une relecture des données formulées par le décret n°2019-204/PRE/PM/MEA /MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, fixant les consommations spécifiques en milieu rural comme suit : 20 l/jour/pers au niveau des PEM, 25 l/jour/pers au niveau des bornes fontaines et 40 l/jour/pers au niveau des branchements particuliers, (Decret\_n°\_2019\_204, 2019).

Selon les études socio-économiques réalisées dans le village de Bandjo, il ressort une consommation spécifique de 25 l/hab./jour en saison sèche, la période la plus défavorable. Toutefois, cette consommation de 25 l/hab./jour est obtenue sur l'utilisation des forages existant. Elle est relativement élevée car la population a un accès satisfaisant à l'eau potable. Avec la réalisation du nouveau réseau AEP, le niveau de service va augmenter à l'horizon du projet mais la consommation ne va quasiment pas varier car il y'a un accès satisfaisant.

Dans le cas de cette étude, nous optons de prendre les chiffres des consommations spécifiques données par le décret qui avoisinent les résultats des études socio-économiques.

#### **IV.4.4. Taux de desserte**

La gestion de systèmes d'AEP existants et fonctionnels permet de constater que l'adhésion des populations aux réseaux est progressive dans le temps. C'est alors que le PN-AEP ambitionne, à l'horizon 2030 de faire évoluer le taux de desserte des BF et des BP de 9% en 2015 à **80% en 2030**. Soit :

- Augmenter la proportion de la population rurale desservie par BF de 8,9% en 2015 à 24% en 2030 et
- Augmenter la proportion de la population rurale desservie par BP de 0,3% en 2015 à 56% en 2030.

#### **IV.4.5. Coefficient de pointe journalière**

Il permet d'évaluer la production du jour de pointe et sert au dimensionnement des ouvrages de captage et de stockage. En zone sahélienne, le jour de pointe est enregistré durant les périodes chaudes de l'année. En milieu rural, les pointes de consommation sont souvent enregistrées les jours de marché des périodes chaudes de l'année. Pour ce projet, il sera retenu un coefficient de pointe journalière de 1,2.

#### IV.4.6. Coefficient de pointe horaire

Il rend compte des habitudes des consommateurs au cours de la journée. Il permet de définir le débit de pointe à transporter ; et se calcule grâce à la formule empirique suivante :

$$C_{ph} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mh}}}$$

Avec :  $Q_{mh}$  : débit moyen horaire de distribution en [m<sup>3</sup>/h].

#### IV.4.7. Rendement du réseau

Les pertes dépendent de la nature des conduites, leur vétusté, de l'entretien et le renouvellement des branchements particuliers, de la surveillance et du délai d'intervention à l'occasion des fuites signalées. Ainsi on distingue les pertes d'adduction et de distribution. En raison de la taille et de la nature du système ;

- Le rendement du réseau de distribution est de 75% ;
- Le rendement du réseau d'adduction est de 85%

#### IV.4.8. Vitesse et pression

Assurer un bon fonctionnement du réseau de distribution revient à faire transiter le débit d'eau avec une vitesse comprise entre  $V_{min}$  et  $V_{max}$ , les vitesses minimale et maximale. Dans les conditions les plus défavorables (pointe horaire), les vitesses admises doivent être comprises entre  $V_{min} = 0,2$  à  $0,3$  [m/s] et  $V_{max} = 1,00$  à  $1,2$  [m/s] pour le PVC et  $1,5$  à  $1,75$  [m/s] pour la fonte.

Quant à la pression de service, elle doit être déterminée pour assurer un prélèvement sans effort particulier et pendant une durée acceptable. Cela passe par l'adoption d'un minimum de pression de service à tous les nœuds et en situation de pointe. La valeur minimale de 10 [mCE] est recommandée au niveau des AEP classiques.

Les données considérées seront ainsi pour les pressions de service,  $P_{ser} = 10$  [mCE] pour les BP et  $P_{ser} = 5$  [mCE] pour les BF et l'intervalle de  $0,2$  à  $1,2$  [m/s] pour les vitesses (conduites en PVC).

#### IV.4.9. Pertes de charge

Les pertes de charges correspondent à une dissipation par frottements de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement. Elles sont dues à la viscosité du fluide et aux frottements contre la paroi dans le cas d'un écoulement au travers d'une conduite.

On distingue les pertes de charge linéaires dues aux frottements sur la longueur et les pertes de charges singulières provoquées par les singularités présentes dans le réseau et sur la conduite.

Les pertes de charges singulières seront estimées à 5% des pertes de charges linéaires couvrant ainsi les pertes de charge occasionnées individuellement par les singularités et en tenant compte de la taille du réseau. La formule de William Hazen permettra de calculer ces pertes de charge parce qu'elle permet de surestimer les pertes et de prévoir une marge de sécurité. Son expression est la suivante :

$$\Delta H = 10,666 \frac{Q^{1,85}}{K^{1,85} D^{4,87}} L \times 1.05$$

Avec :

- $\Delta H$  : pertes de charges totales en m ;
- **L et D** : longueur et diamètre intérieur de la conduite en m ;
- **5 %** : Coefficient de pertes de charge singulières ;
- **Q** : débit transporté par le tronçon en m<sup>3</sup>/s ;
- **K** : K est le coefficient de Hazen-Williams (**150 pour le PVC-PEHD**)

## IV.5. Évaluation des besoins en eau du village

### IV.5.1. Estimation de la population à l'horizon du projet

Pour l'évolution de la population de 2021 à 2041, la formule ci-après a été utilisée.

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

$P_n$  = Population à l'année projetée,

$P_0$  = Population à l'année de référence,

$\alpha$  = Taux d'accroissement de la population,

$n$  = Nombre d'années.

L'évolution de la population est déterminée à partir des chiffres officiels du recensement général de la population et de l'habitat et du taux d'accroissement de la commune 2.91%. Le village comptait en 2006 une population de 1572 habitants.

La réalisation et la mise en place des installations seront effectuées en 2021 pour une durée de 20 ans. La population de Bandjo est alors estimée à 4 290 en 2041.

### IV.5.2. Évaluation des besoins domestiques

La notion de besoins en eau ne tient compte ni des contingences techniques propres au système de production de l'eau, ni de l'aspect financier qui lui est lié.

$$C = P * C_s * T_d$$

**C** : Consommation

**P** : Population

**C<sub>s</sub>** : Consommation spécifique

**T<sub>d</sub>** : Taux de desserte

La consommation domestique (CD) qui regroupe l'ensemble des consommations au niveau des ménages que ce soit à partir des BP ou des BF.

$$CD = CBF + CBP$$

CD : la consommation domestique

CBF : la consommation au niveau des Bornes Fontaines

CBP : la consommation au niveau des Branchements Particuliers.

### IV.5.3. Évaluation des besoins en eau des édifices publics

Les besoins non domestiques qui prend en compte les besoins des services sociaux ; des lieux de cultes et les écoles ; les centres de santé ; etc. Afin de la prendre en compte, cette consommation a été estimée à 10% des besoins domestiques.

Ainsi la consommation du jour moyen est donnée par :

$$B_{ep} = 10\% \times CD$$

**B<sub>ep</sub>** : Besoin des édifices publics (m<sup>3</sup>/j) ;

CD : Consommation domestique (m<sup>3</sup>/j)

### IV.5.4. Besoins totaux

Les besoins moyens journaliers globaux sont calculés en faisant la somme des besoins domestiques et des besoins sociaux.

$$B_{mt} = CD + B_{ep}$$

- **B<sub>mt</sub>** : Besoin moyen globaux (m<sup>3</sup>/j) ;
- CD : Consommation domestique (m<sup>3</sup>/j)
- **B<sub>ep</sub>** : Besoin des édifices publics (m<sup>3</sup>/j) ;

## IV.6. Méthodologie de dimensionnement du réseau de distribution

### IV.6.1 Calcul des débits

Il est donné par la relation suivante

Le débit d'adduction est calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_{add} = \frac{B_{mt} * K_{Pj}}{t_p * \eta r}$$

Avec

- $B_{mt}$  : Besoin moyen globaux (m<sup>3</sup>) ;
- $K_{Pj}$  : Coefficient de pointe journalier ;
- $t_p$  : Temps de pompage (heures) ;
- $\eta r$  : Rendement du réseau ;
- $Q_{add}$  : Débit d'adduction (m<sup>3</sup>/h) ;

Le débit de pointe horaire de distribution est calculé en tenant compte du débit total des bornes fontaines lorsque tous les robinets sont fonctionnels et du débit de pointe de distribution des branchements privés.

$$Q_{ph\_BF} = n * Q_{BF}$$

Où  $n$  est le nombre total de bornes fontaines et  $Q_{BF}$  le débit par borne fontaine. Le débit de pointe horaire des branchements privés est calculé à partir de la formule ci-dessous :

$$Q_{ph\_BP} = \frac{C_{s\_BP} \times P_{t\_BP} \times (1 + 10\%) \times K_{Pj}}{12 \times \eta r \times 3600} \times K_{ph}$$

- $C_{s\_BP}$  : Consommation spécifique des branchements privés [l/j/hbt] ;
- $P_{t\_BP}$  : Population totale desservie par les branchements privés [l/j/hbt] ;
- $K_{ph}$  : Coefficient de pointe horaire ;
- $10\%$  : Pourcentage des besoins annexes ;

Le débit total de pointe horaire de distribution est donné par la formule suivante :

$$Q_{ph\_t} = Q_{ph\_BF} + Q_{Ph\_BP}$$

#### IV.6.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de stockage ou de distribution. L'adduction peut se faire par gravité ou par refoulement. Dans notre cas il s'agit d'une adduction par refoulement. Il s'agit là de déterminer le diamètre théorique de la conduite qui acheminera l'eau depuis le forage au château, (Almohandiss, n.d.). Nous utiliserons les formules empiriques ci-dessous présentées dans le tableau 4.

Tableau 4: Formules usuelles de calcul d'une conduite de refoulement

Auteurs	Expressions	Unités – Annotations
Bresse	$D_{th} = 1,5 * Q^{0,5}$	<b><math>D_{th}</math> : diamètre théorique intérieur [m]</b> <b><math>Q</math> : Débit transporté par la conduite [m<sup>3</sup>/s]</b> <b><math>n</math> : nombre d'heures de pompage /jour</b> <b><math>V</math> : vitesse de l'eau dans la conduite [m/s]</b>
Bresse modifiée	$D_{th} = 0,8 * Q^{(\frac{1}{3})}$	
Munier (1961)	$D_{th} = (1 + 0,02n) * Q^{0,5}$	
Bedjaoui	$D_{th} = 1,27 * Q^{0,5}$	
Bonnin	$D_{th} = Q^{0,5}$	
Flamant	$V \leq 0,6 + D_{th}$	
GLS	$V(m/s) \leq (\frac{D(mm)}{50})^{0.25}$	

Le diamètre commercial à retenir devrait vérifier la condition de GLS et de Flamant. Il doit être un compromis entre l'investissement d'équipement  $I$  et les charges de fonctionnement  $C$ :

- Si  $D$  grand, alors  $I$  élevé, mais on économise sur  $C$  (car  $\Delta H_{est}$  faible)
- Si  $D$  faible, alors  $I$  faible, mais  $C$  élevé (car  $\Delta H_{est}$  élevé)

#### IV.6.3. Calcul de la HMT et choix de la pompe

Le choix des électropompes a été fait en tenant compte des caractéristiques des forages. Les paramètres essentiels pris en compte sont la hauteur manométrique totale (HMT) et le débit d'exploitation. Le détail des calculs est donné en annexe.

Pour l'AEP du village de Bandjo, le forage n'est pas encore réalisé, les hypothèses suivantes ont été retenues pour la détermination de la hauteur géométrique ( $H_{géo}$ ) et des pertes de charges linéaires (j.L)

- Débit d'exploitation retenu : 7 m<sup>3</sup>/h
- Cote TN du site du forage : 273.35 [m]
- Rabattement maximal du forage : 50 m.

- ❑ Cote TN du site du réservoir : 282.2 [m]
- ❑ La hauteur sous radier du réservoir est de 10 [m]
- ❑ La hauteur maximale d'eau dans le réservoir 3 [m]
- ❑ Cote de refoulement : 296.2 [m]
- ❑ Longueur totale de la conduite d'adduction : 1198.54 m ;

Le calcul de la HMT est fait selon la formule :

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H$$

$$H_{géo} = \text{cote de déversement réservoir} - \text{cote du niveau dynamique du forage}$$

A partir du débit d'exploitation de la pompe, nous pouvons choisir la pompe correspondant dans le catalogue du constructeur GRUNDFOS.

#### IV.7. Source d'énergie

L'alimentation du système de pompage sera mixte. Jusqu'à l'horizon du projet 2041, la durée d'adduction varie, ainsi nous utiliserons le pompage photovoltaïque (solaire) pendant 6 heures et l'énergie thermique (groupe électrogène) pour compléter le gap. Cela permet de disposer de l'eau dans le réservoir chaque soir pour une utilisation très tôt le matin avant la mise en marche du système solaire.

##### IV.7.1. Système solaire photovoltaïque

Afin d'avoir un bon rendement, le champ solaire sera placé dans un endroit bien dégagé où les panneaux photovoltaïques recevront le maximum de rayons solaires. Les modules photovoltaïques seront installés sur une plateforme d'une hauteur minimale de 3 mètres. La plateforme sera entourée d'un enclos grillagé. En complément des modules photovoltaïques, la station photovoltaïque disposera d'une boîte de raccordement, d'un régulateur de charge, d'un onduleur, d'une batterie d'accumulateurs et divers accessoires, (ADEME, 2004).

L'énergie nécessaire pour véhiculer une unité d'eau d'un point A à un point B est celle réellement transmise à l'eau par l'électropompe. L'énergie électrique journalière  $E_j$  produite par le générateur photovoltaïque est égale :

$$E_j = \frac{\rho * g * Q_j * HMT}{3600 * \eta_{pompe-moteur}}$$

Avec :

- $\rho$  : masse volumique de l'eau (1000 kg/m<sup>3</sup>) ;
- $g$  : accélération de la pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>) ;
- $Q_j$  : débit journalier (m<sup>3</sup>) ;
- $\eta_{pompe-moteur}$  : rendement pompe moteur ;

La puissance crête du générateur photovoltaïque est donnée par la formule suivante :

$$P_c = \frac{E_j \times 0.001}{k_p * \eta_{onduleur} \times \eta_{bat} \times E_i}$$

- $P_c$  : puissance crête (Kwc) ;  $E_j$  : besoin énergétique (Kw) ;
- $E_i$  : ensoleillement journalier, il varie de 4.5 à 6 Kwh/m<sup>2</sup>/j ; Pour le dimensionnement, il sera retenu une moyenne de 5 Kwh/m<sup>2</sup>/j.
- $k_p$  : rendement du générateur photovoltaïque (80%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque des AEP) ;
- $\eta_{onduleur}$  : rendement onduleur (90%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque) ;
- $\eta_{bat}$  : rendement batterie (80%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque) ;

Si nous prenons des modules dont la puissance est de **250 Wc**, le nombre de module est :

$$Nombre_{module} = \frac{P_c \times 1000}{250}$$

#### IV.7.2. Groupe électrogène

La puissance apparente du groupe électrogène est donnée par la formule suivante :

$$P_{app} = \text{Max}\left(2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pompe} * \eta_{moteur} * \cos \varphi} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos \varphi}{1000} \times 1.25\right)$$

## IV.8. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution en eau potable sera de type ramifié adapté pour la localité de Bandjo qui est non lotie avec des quartiers dispersés. Ainsi les conduites secondaires partent toutes d'une conduite maitresse (tronçon R-N1). Le sens de l'écoulement est unique.

Le débit desservi par chaque conduite est proportionnel à sa longueur, (GBOYOU, 2020).

$$Q_i = \frac{Qt}{\sum Li} Li$$

Le diamètre théorique des conduites de distribution sont déterminés par la formule de continuité suivante :

$$Q = V * S$$

De cette formule découle de celle du diamètre intérieur :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} D_{int}: \text{diamètre intérieur en m;} \\ V: \text{vitesse de l'eau dans la conduite en m/s,} \\ Q: \text{débit traversant la conduite en m}^3/\text{s;} \end{array} \right.$$

De façon pratique, des ajustements sont effectués pour le choix des diamètres commerciaux tout en respectant les conditions de vitesse et de pression minimale sans oublier de minimiser les pertes de charge.

La hauteur sous radier est fixée de sorte à assurer la pression minimale de service au point le plus défavorisé du réseau. Elle est donnée par la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Côte minimale exploitable} &= \text{pression de service} + ZTN \text{ aval} + \sum pdc \\ \text{Hauteur sous radier} &= \text{maximun côte minimale exploitatable} - \text{côte TN réservoir} \end{aligned}$$

Elle s'exprime en mètre et est donnée par la formule suivante :

$$\text{Pression} = \text{maximun côte minimale exploitatable} - \text{côte TN} - \sum \Delta H$$

## IV.9. Etude du phénomène de coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène de variation de pression qui consiste en une alternance de dépressions et de surpressions qui se propagent dans la conduite. Il est généré par une modification brusque du régime d'écoulement (Moussa., 2019).

Il convient donc que la conduite soit dimensionnée de manière à résister aux éventuelles surpressions et dépressions maximales qui peuvent se produire dans la canalisation suite à un

arrêt brusque de la pompe.

- **Célérité des ondes :**

$$c = \frac{9900}{\sqrt{\left(48,3 + k \frac{D}{e}\right)}}$$

Avec :  $c$  : célérité [m/s]

$D$  : diamètre intérieur [mm]

$k$  : dépend de la nature de la conduite = 33 pour le PVC

$e$  : épaisseur de la paroi du tube [mm]

- **Dépression ou surpression maximale :**

La modification de pression dans un fluide intervenant à la suite d'une modification de la vitesse, (Ksb, 2013) est de

$$\text{Formule de Joukovski : } \Delta P = \frac{c \cdot V_0}{g}$$

- $\Delta P$  : variation de la pression (m) ;
- $C$  et  $U_0$  : célérité de l'onde de choc et vitesse moyenne de l'écoulement en (m/s) ;
- $g$  : pesanteur = 9.81 m/s<sup>2</sup> ;

La protection anti bélier est nécessaire dès que la pression ( $P$ ) du régime permanent additionné à la variation de pression ( $\Delta P$ ) dépasse la pression maximale admissible.

$$P + \Delta P \geq PMA$$

De façon pratique, un dispositif anti-bélier est prévu dès que

$$P + \Delta P \geq 1.2 \times PFA$$

- **PFA** : pression de fonctionnement admissible : pression qu'un composant peut supporter en fonctionnement normal : pour une conduite neuve,  $PFA \approx PN$  ;
- **PN** : pression nominale ;
- **PMA** : pression maximale admissible : pression qu'un composant peut supporter en cas de coup de bélier ; :  $PMA \approx 1.2 PFA$ , avec  $PMA = HMT + \Delta P$

#### IV.10. Etude financière

L'évaluation du coût des investissements est réalisée pour l'horizon 2041. Une évaluation sur les prix unitaires des éléments dans le mercurial des prix (Burkina Faso 2020) et sur le marché, nous a permis de calculer les Coûts de travaux à réaliser. Nous avons d'abord donné les prix unitaires des équipements, ensuite nous avons calculé le prix par quantité en multipliant le prix unitaire

par le nombre d'élément et enfin nous avons fait la sommation des prix par quantité pour trouver le cout total. Les détails du cadre de devis estimatifs des travaux sont joints en annexe 2.

#### **IV.11. Le prix de revient de l'eau**

Pour une bonne gestion des ouvrages hydrauliques, il est important que les populations bénéficiaires soient impliquées à tous les niveaux,(MOUSSA YAOU, 2021). C'est ainsi qu'ils doivent supporter les frais d'investissement et de fonctionnement en payant le mètre cube d'eau à un prix conséquent tout en restant dans l'intervalle de leurs possibilités financières. Leur implication peut assurer la durabilité et la viabilité des investissements hydrauliques.

- Le prix de revient de mètre cube d'eau est calculé par la formule suivante :

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

- Avec :
- Pr : Prix de revient de l'eau en FCFA/m<sup>3</sup> ;
- A : Amortissement des équipements à l'horizon du projet ;
- I : Investissements
- P : Volume d'eau à l'échéance du projet ;
- C : Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages.

#### **IV.12. Charges d'exploitation**

Elles synthétisent les dépenses de fonctionnement du système. Ce sont entre autres les salaires du personnel de gestion, les quantités de chlore à acquérir pour le traitement et les différentes interventions sur le système.

#### **IV.13. La notice d'impact environnemental**

Dans cette partie nous allons faire ressortir l'impact du projet (avantages et inconvénients) et proposer des mesures d'atténuations pour les préjudices causés par le projet. La mise en place du système AEPS aura divers impacts sur la localité concerné par ce présent projet. Ces impacts peuvent être positifs comme négatifs et intervenir sur plusieurs niveaux de vie de la population de Bandjo. A cet effet nous élaborons une notice d'impact environnementale et social afin de déterminer les impacts négatifs et positifs du projet pendant les phases préparatoires, d'exécution et d'exploitation. Par la suite nous proposerons des mesures d'atténuation.

## **V. RESULTATS DE L'ETUDE TECHNIQUE**

L'étude technique consiste à quantifier la ressource en eau, à dimensionner le réseau d'adduction et de distribution et enfin à proposer une source d'énergie avec des charges optimales.

### **V.1. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village de Bandjo**

En matière d'eau, ressorti sur l'étude socio-économique, la Commune de Bagassi est approvisionnée à travers un poste d'eau Automne (à Bagassi), 4 AEPS munis de bornes fontaines (à Bagassi, Bounou, Doussi et Vy), 164 forages équipés de pompes dont 150 fonctionnels, 45 puits à grands Diamètre dont 34 fonctionnels et 4 barrages. Pour le village de Bandjo, on note 6 forages équipés de pompes fonctionnelles et 2 puits modernes dont un permanent et l'autre abandonné ainsi que des puits traditionnels qui desservent le village en eau. On remarque donc l'approvisionnement en eau potable dans la Commune est essentiellement assuré par les forages, les puits à grands diamètres fonctionnels et les bornes fontaines

### **V.2. L'étude technique**

#### **V.2.1. Type de réseau et modes de distribution et de refoulement**

Le réseau à installer sera de type ramifié compte tenu de la nature de l'habitat (zone non lotie) et la disposition de l'habitat actuel (dispersé). Le cout d'investissement moins élevé (frais de pompage) par rapport au réseau maillé a également conduit à ce choix. Le réservoir domine tout le réseau. Quant au refoulement adopté dans la présente étude, il est direct. Il n'est pas prévu de refoulement distributif. Ce type de refoulement a l'avantage de permettre un fonctionnement régulier des pompes de refoulement avec une consommation d'énergie du système de pompage réduite.

#### **Implantation des bornes fontaines**

Le choix des sites des bornes fontaines a été fait en collaboration avec les autorités municipales et les villageois en fonction des besoins de la population et de la faisabilité. Il est retenu six (06) bornes fontaines conformément aux études socio-économiques à raison de 400 personnes par borne fontaines. Les coordonnées de l'implantation physique sur le terrain sont données dans le tableau 5.

Tableau 5: Localisation géographique des bornes fontaines à installer

<b>NUMERO BF</b>	<b>X (LONGITUDE)</b>	<b>Y (LATITUDE)</b>	<b>QUARTIER</b>
<b>BF1</b>	3°10'7.46"O	11°40'49.23"N	Dieniye
<b>BF2</b>	3°10'13.71"O	11°40'56.31"N	Gouminiye
<b>BF3</b>	3°10'5.67"O	11°40'56.68"N	Wouniye
<b>BF4</b>	3° 9'58.08"O	11°40'58.41"N	Yakieniye
<b>BF5</b>	3°10'6.15"O	11°41'0.78"N	Bieniye
<b>BF6</b>	3°10'9.29"O	11°41'10.01"N	Yakieniye zone 1

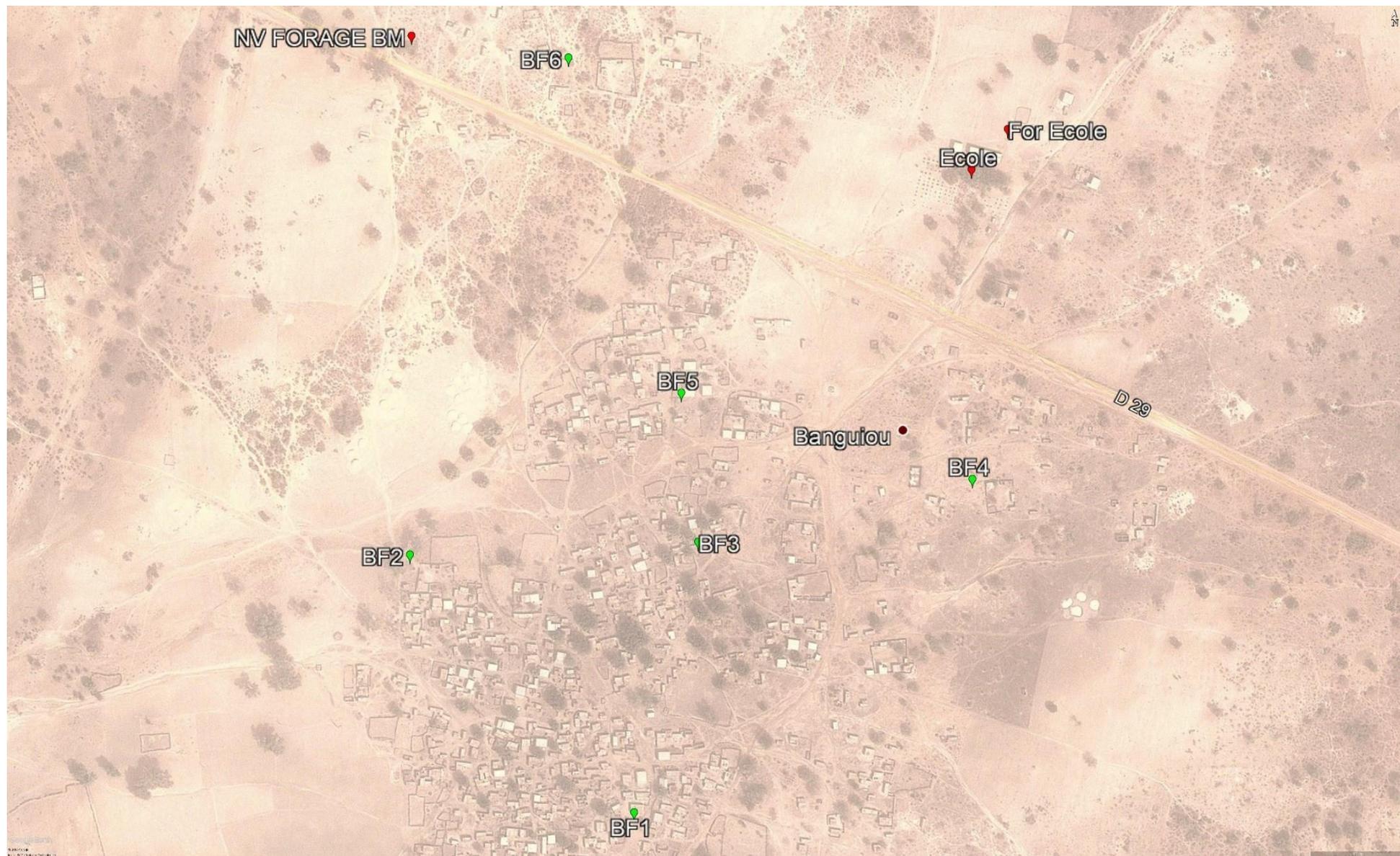


Figure 5: Localisation des bornes fontaines (BF) du site de Bandio selon les coordonnées GPS

### **+ Les branchements privés**

Au cours de l'enquête sociale, les besoins exprimés sont de 41 demandes de branchement privé en 2021, soit 17% de la population totale desservie. Nous avons supposé 30% en 2041. Le réseau sera dimensionné pour supporter le raccordement d'éventuels branchements privés pour atteindre cet objectif. Il sera retenu 129 branchements privés pour l'horizon 2041.

### **V.2.2. Conception du réseau de l'AEPS de Bandjo**

Sur la base des études socio-économiques qui ont permis de positionner les points de desserte (BF) sur le terrain et ce avec la participation de la communauté, nous avons pu proposer le tracé du réseau à partir des coordonnées géographiques de ces BF de la localité. Le réseau tel que proposé et retenu est illustré à la figure ci-contre

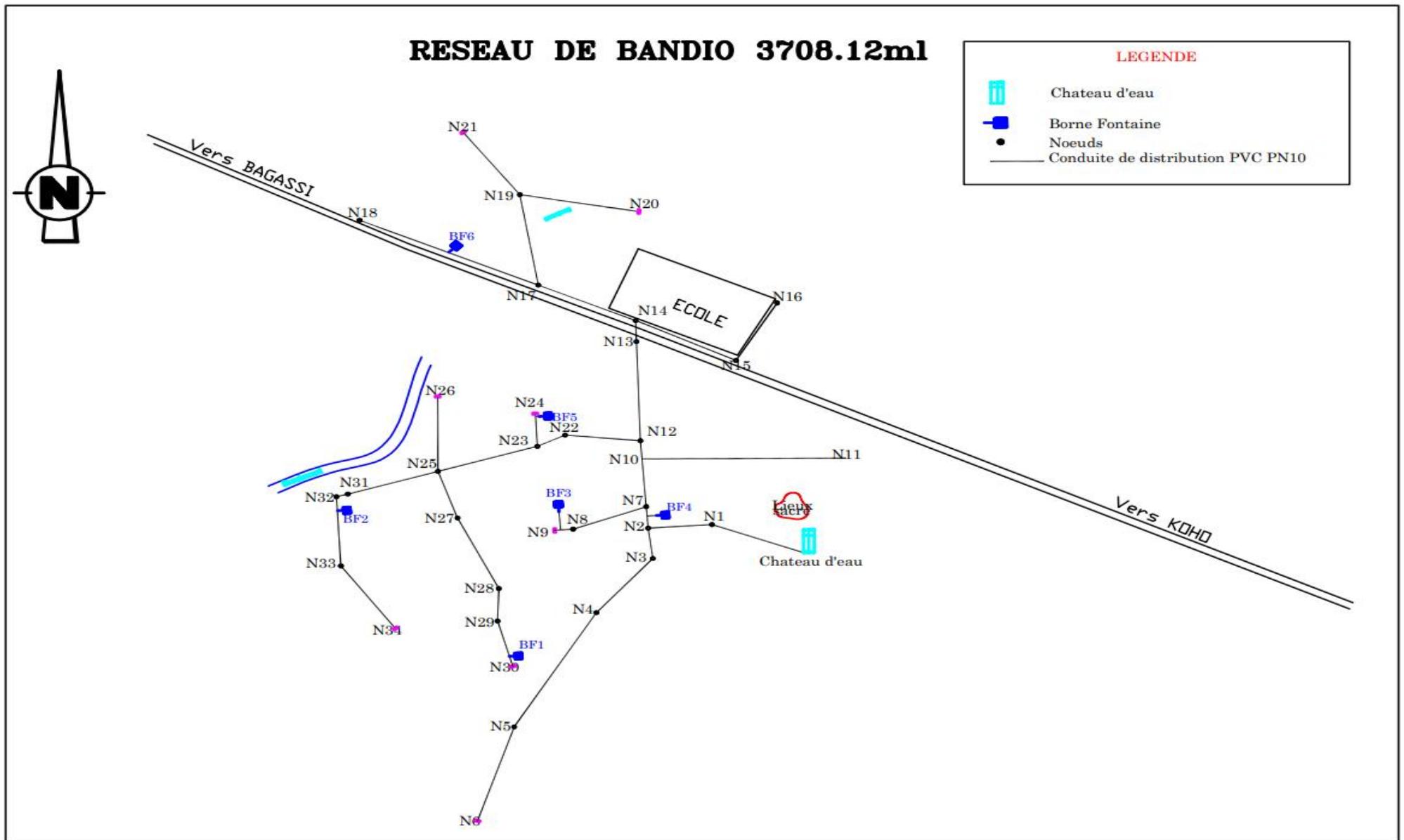


Figure 6:: Schéma du réseau de Bandjo

## **2.1. Evaluation des consommateurs à l'horizon 2041**

Les informations issues de l'INSD (2006) ont permis d'estimer la population de 4290 hbts à l'horizon du projet (2041). Le taux d'accroissement retenu est de 2.91%.

## **2.2. Evaluation des besoins et demandes en eau du village de Bandjo**

Pour dimensionner le réseau d'AEP comprenant des équipements de production, de distribution d'eau potable et de production de l'énergie, il est nécessaire de déterminer les besoins en eau, les ressources en eau et de calculer les débits de distribution et d'adduction.

Les estimations de la population à l'horizon du projet (2041) sont issues du INSD (2006) à partir d'une progression géométrique, ont permis d'estimer la population à l'horizon du projet. Le taux d'accroissement retenu est de 2.91%. Le taux de desserte du village de Bandjo sera de 100 % soit 80% pour notre réseau et 20% pour les PMH. Pour l'étude, les taux de desserte retenus seront de **50%** pour les **BF** et **30%** pour les **BP** sachant qu'une BF dessert 300-500 personnes et un BP en dessert 10 (pour les prévisions de 2041). La demande en eau du jour de pointe est estimée à 154,2 [m<sup>3</sup>/j].

Le tableau 6 présente l'évolution de la population, les besoins et la demande en eau du village de Bandjo.

Tableau 6 : Evolution des besoins et demandes en eau du village de Bandjo de 2021 à 2041

Désignation	Année	Unité	2 021	2 026	2 030	2 036	2 041
	Population totale	Hbt	2 417	2 790	3 129	3 717	4 290
	Taux total de desserte	%	50%	60,0%	80%	80%	80%
	Population Desservie	Hbt	1 208	1 673	2 503	2 973	3 432
Borne fontaine	Taux de dessert des BF	%	33,0%	40,0%	50%	50%	50%
	Population desservie par les BF	Hbt	798	1 116	1 565	1 858	2 145
	Nombre de personnes par BF	Hbt	400	400	400	400	400
	Nombre réel de bornes fontaines à installer	U	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
	Consommation spécifique des BF	l/jr/bht	25	25	25	25	25
	Consommation journalière moyenne des BF	m <sup>3</sup> /j	19,9	27,9	39,1	46,5	53,6
Branchements particuliers	Taux de dessert des BP	%	17%	20,0%	30%	30%	30%
	Population desservie par les BP	Hbt	411	558	939	1115	1287
	Nombre de personnes par BP selon PNAEP	Hbt	10	10	10	10	10
	Nombre réel de branchements particuliers à installer	U	41	56	94	112	129
	Consommation spécifique des BP	l/jr/bht	40	40	40	40	40
	Consommation journalière moyenne des BP	m <sup>3</sup> /j	16,4	22,3	37,6	44,6	51,5
Besoins et demandes	Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	36,4	50,2	76,7	91,1	105,1
	Taux des besoins annexes	%	10%	10%	10%	10%	10%
	Besoins non domestiques	m <sup>3</sup> /j	3,6	5,0	7,7	9,1	10,5
	Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	40,0	55,2	84,3	100,2	115,6
	Coefficient de pointe saisonnier Kps		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
	Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	48,0	66,3	101,2	120,2	138,7
	Rendement global du réseau	%	95%	94%	93%	92%	90%
	Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	50,5	70,5	108,8	130,7	154,2

### 2.3 Calcul des débits d'adduction et de distribution

A l'horizon du projet, le débit total théorique d'adduction est de 9,2 m<sup>3</sup>/h pour un temps de pompage de 16h. Sur la base des données des forages existants, nous avons retenu comme débit d'exploitation d'un forage la valeur de 7 m<sup>3</sup>/h. Ainsi, il faudra alors deux (02) forages de 7 m<sup>3</sup>/h chacun pour satisfaire la demande du jour de pointe à l'horizon 2041.

Le réseau de distribution sera dimensionné pour le cas le plus défavorable, c'est-à-dire tous les robinets des bornes fontaines sont ouverts et le débit des branchements privés. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Calcul des débits des réseaux d'adduction et de distribution de l'AEP de Bandjo

Désignation	Année	Unité	2 021	2 026	2 030	2 036	2 041
Réseau d'adduction	Temps théorique maximal de pompage	H	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
	Débit théorique de pompage	m <sup>3</sup> /h	3.2	4.4	6.8	8.2	9.6
	Débit théorique de forage	m <sup>3</sup> /h	7	7	7	7	7
	Nombre de forage de 7 [m <sup>3</sup> /h]	U	1	1	1	2	2
	Temps réel de pompage	H	7.2	10.1	15.5	9.3	11.0
Réseau de distribution (BF)	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12
	Nombre de Robinets de 0.25 l/s par BF		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Débit réel de chaque borne fontaine	l/s	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
	Débit réel de pointe horaire des BF	l/s	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5
Réseau de distribution (BP)	Temps de distribution	H	24	24	24	24	24
	Débit moyen horaire des BP	m <sup>3</sup> /h	1.0	1.3	2.2	2.7	3.1
	Kph		4.1	3.7	3.2	3.0	2.9
	Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	3.9	4.8	7.1	8.1	9.2
		l/s	1.1	1.3	2.0	2.2	2.5
Réseau de distribution	Débit de pointe horaire du réseau de distribution	m <sup>3</sup> /h	9.3	12.9	17.9	21.6	25.4
		l/s	2.6	3.6	5.0	6.0	7.0

Avec le débit de 14 [m<sup>3</sup>/h] des deux forages, 11 heures de pompage suffisent pour satisfaire la demande du jour de pointe. On peut donc faire un couplage énergie solaire et énergie thermique pour l'alimentation de la pompe du forage. Quant au débit de pointe horaire de distribution, sa valeur en 2041 sera de 7 [l/s] avec 4,5 [l/s] pour les bornes fontaines et 2.5 [l/s] pour les branchements privés.

## 2.4. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution doit être capable de supporter les besoins pendant l'heure de pointe du jour de pointe. Le réseau de distribution est constitué de l'ensemble des canalisations, robinetteries, appareils hydrauliques et ouvrages de génie civil qui participent au transport et à la livraison de l'eau de consommation soit chez le consommateur soit à un point collectif de distribution. Sur la base des débits prélevés aux bornes fontaines et de la répartition de façon linéaire des débits des branchements privés, nous avons dimensionné sous Excel le réseau de distribution. Les principaux résultats obtenus sont consignés ci-dessous :

- ❑ Cote minimale du radier en tête du réseau : 292.2 [m]
- ❑ Cote TN du lieu d'implantation du château : 282.2 [m]
- ❑ Hauteur sous radier : 10 [m]
- ❑ Gamme de conduites : DN125 à DN50
- ❑ Plage de variation des vitesses moyennes : 0.02 à 0.86 [m/s]
- ❑ Plage de variation des pressions réelles : 7.25 à 13.71 [m]

### 2.4.1. Simulation sous Epanet

EPANET est un logiciel développé pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique et également d'un point de vue qualité de l'eau. Pour notre réseau, l'utilisation de ce logiciel va porter principalement sur :

- La régulation des pressions dans le réseau,
- La détection des zones de fonctionnement déficitaire.

Le logiciel nous donnera le comportement du système, c'est-à-dire, la pression au niveau des nœuds, la vitesse d'écoulement au niveau des tuyaux. L'interprétation des résultats trouvés nous permet ainsi de savoir si les résultats du calcul sont acceptables. Dans le cas contraire, nous devons revoir la détermination des diamètres et la position des nœuds et éventuellement la capacité et la position du réservoir. La simulation du réseau effectué sous Epanet est illustrée par la figure 5.

**PRESSION AUX NOEUDS AEPS DE BANDIO\_JUN 2021**

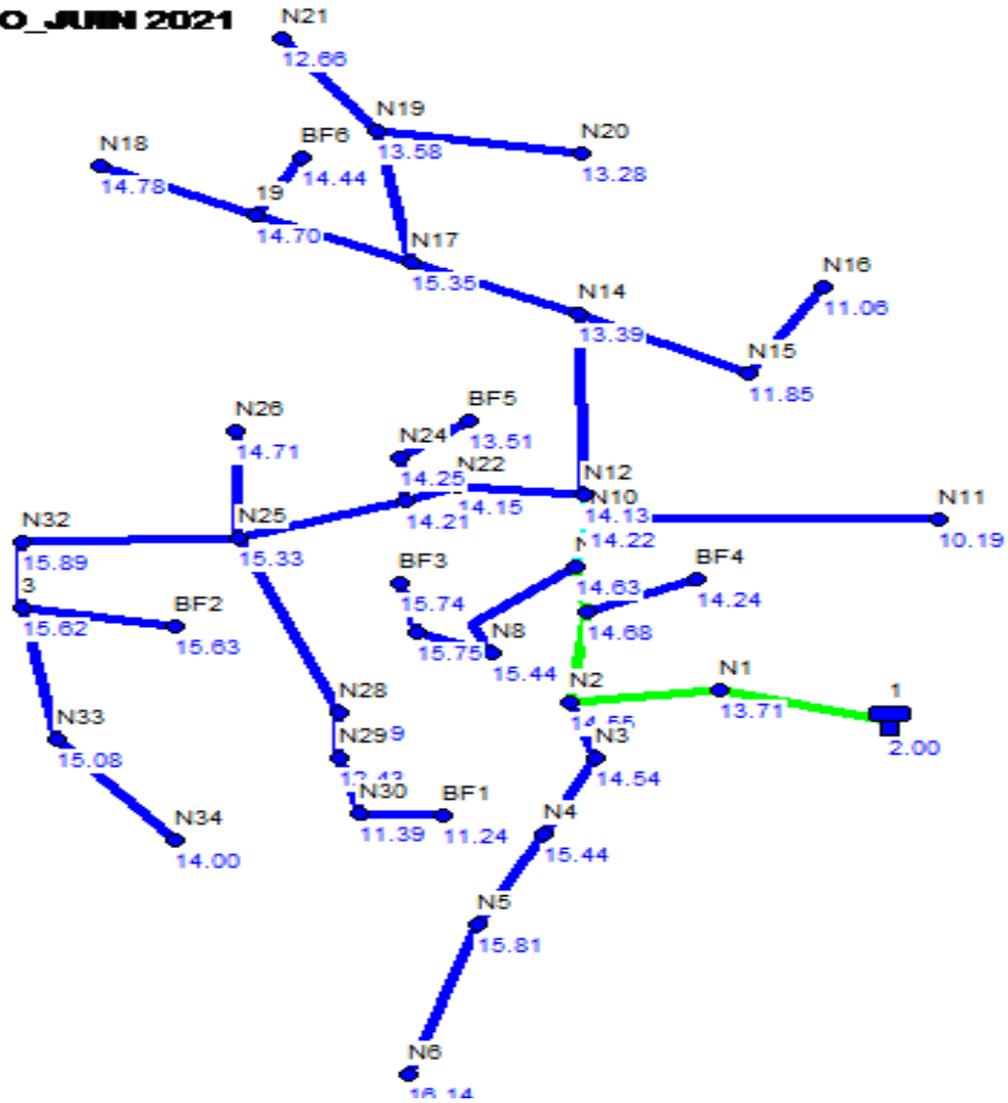
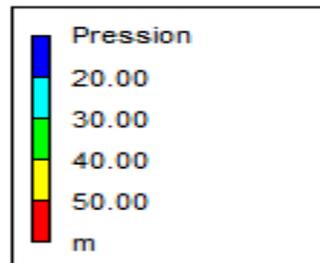


Figure 7: Simulation EPANET ; schéma réseau



## **2.5. Dimensionnement du réseau d'adduction**

### *2.5.1. Mode d'adduction*

L'adduction peut se faire par gravité ou par refoulement. Dans notre cas il s'agit d'une adduction par refoulement. Le refoulement direct est adopté dans la présente étude. Il n'est pas prévu de refoulement distributif. Ce type de refoulement a l'avantage de permettre un fonctionnement régulier des pompes de refoulement avec une consommation d'énergie du système de pompage réduite.

### *2.5.2. Conduite de refoulement*

Les conduites du réseau de refoulement ou d'adduction (forage-château) sont dimensionnées pour le transport des débits d'eau venant de la source pour le réservoir. Les longueurs des conduites sont fonction du système adopté et de l'emplacement de la source d'eau et du réservoir, (Solanzo & Banwa, 2021). Les levés topographiques du terrain aident à déterminer les longueurs optimales des conduites. Les conduites seront en PVC à joints caoutchouc avec une pression nominale de 10 bars (PN 10).

A l'horizon du projet nous devons réaliser deux (02) forages, ainsi la conduite de refoulement sera dimensionnée en deux temps. Une première conduite du forage au nœud N2 (point de concours des deux conduites des 02 forages) et une deuxième pour véhiculer les deux débits des forages.

A l'aide des formules empiriques mentionnées plus haut, nous avons déterminé le diamètre de refoulement qui permet de satisfaire aux deux conditions de vitesse économique. Les résultats obtenus pour le calcul sont consignés dans les tableaux 8 et 9.

Le choix du diamètre économique de la conduite de refoulement sera déterminé par la formule de Bresse. En effet, les formules, telles que celle de Bonnin, celle de Achour et Bejouani et celle de Munier vérifient la condition de GLS et donnent des petits diamètres, par conséquent, ont l'avantage de donner un investissement moindre. Ces diamètres engendrent des pertes de charges élevées d'où une HMT importante. Ce qui occasionne alors des dépenses énergétiques élevées à l'exploitation. Quant à la formule de Bresse, elle offre un diamètre présentant une meilleure qualité avec une réduction des charges d'exploitation. Etant donné que le choix du diamètre dépend du cahier de charges du projet, le diamètre calculé par la formule de Bresse sera retenu car il permet de réduire les charges d'exploitations.

Tableau 8 : Calcul de la conduite de refoulement de chaque forage au point de jonction

Formules	Débits (m <sup>3</sup> /h)	Temps de pompage (h)	Dth (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	L(m)	V(m/s)	GLS
Bresse	7,00	7,2	66,14	75	67,8	1 000	0,73	1,11
Bonnin			44,10	50	45,2		1,10	1,00
Achour et Bedjaouni			56,00	63	57,0		0,87	1,06
Munier			50,45	63	57,0		0,87	1,06
Bresse modifié			12,46	25	22		2,26	0,84

Tableau 9 : Calcul de la conduite de refoulement du point de jonction jusqu'au réservoir.

2 Forages								
Formules	Débits (m <sup>3</sup> /h)	Temps de pompage (h)	Dth (mm)	DN(mm)	Dint(mm)	L(m)	V(m/s)	GLS
Bresse	14,00	11	93,54	110	99,4	1 000	0,71	1,22
Bonnin			62,36	63	57,0		1,23	1,06
Achour et Bedjaouni			79,20	90	81,4		0,86	1,16
Munier			76,08	90	81,4		0,86	1,16
Bresse modifié			19,78	25	22		3,20	0,84

On retiendra le PVC DN75/67.8 et DN110/99.4 PN10.

### 2.5.3. Calcul de la HMT et choix de la pompe

Le calcul de la HMT est résumé dans le tableau 10 suivant.

Tableau 10 : Détermination de la hauteur manométrique totale de la pompe alimentant le réseau de Bandjo

Qp [m <sup>3</sup> /h]	Zref [m]	Ndy [m]	Hg [m]	Dret [mm]	L ref [m]	ΔH [m]	HMT [m]
07	296.2	223.35	72.85	<b>99.4</b>	1198.54	5.27	77.24

A partir du débit d'exploitation de la pompe, nous avons choisis dans le catalogue du constructeur GRUNDFOS deux modèles de pompes immergées à savoir SP 7 - 23 et SP 9 - 13. Il s'est avéré que le modèle SP 9 – 13 a le meilleur rendement.

A partir de la courbe caractéristique de la pompe SP 9 – 13, nous avons déterminé le point de fonctionnement de la pompe. Le tableau 11 ci-dessous présente les valeurs utiles pour la détermination du point de fonctionnement du système de pompage.

Tableau 11 : Détermination du point de fonctionnement du système de pompage

Q [m <sup>3</sup> /h]	0	1	3	6	7	8	9	10	11
HMT [m]	83	82.8	82	80	77.25	74	68	60	51
Hrés [m]	72.85	73.00	73.99	76.95	78.31	79.84	81.54	83.42	85.46
Rendement (%)	0	20%	44%	62%	68%	68.2%	68.2%	68.0%	62.0%

On peut remarquer que sur le graphique 3, au point de fonctionnement on obtient :

$$Q_f = 7 [m^3/h] - HMT = 77.24 [m] - \eta = 67.8 \%$$

En effet à horizon du projet le réseau aura besoin d'un autre forage pour le renforcement du réseau. Ce forage devra être réalisé à partir 2036.

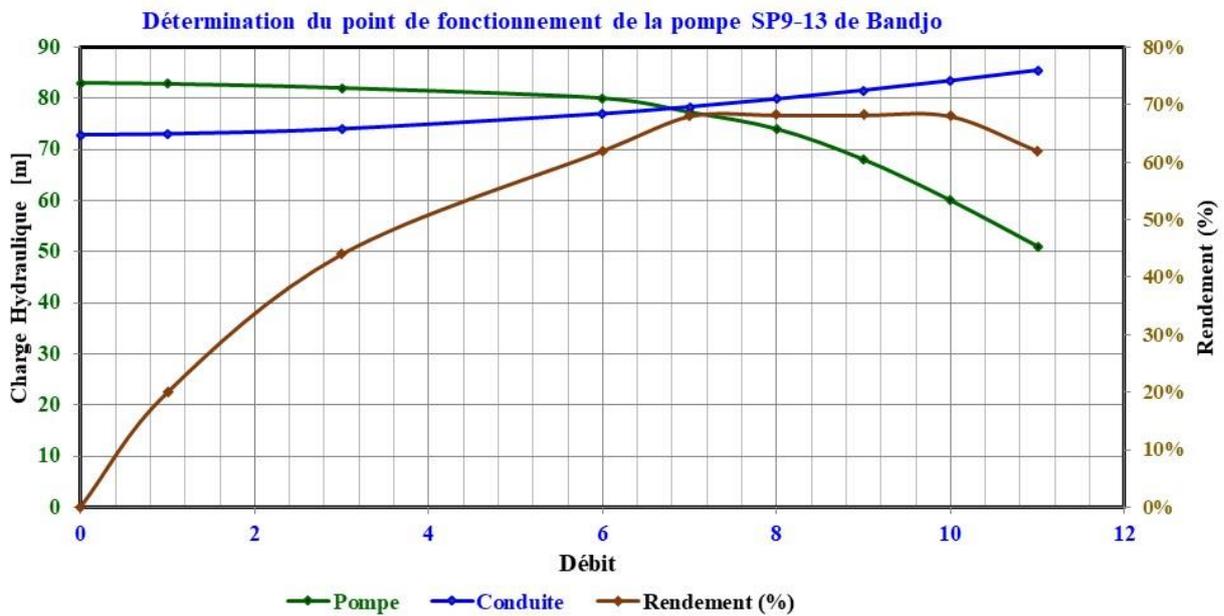


Figure 8: Illustration du point de fonctionnement de la pompe SP 9 – 13 du système de pompage de Bandjo

Ainsi, les caractéristiques de la pompe et du moteur au point de fonctionnement sont illustrées par le tableau 12.

Tableau 12 : Principales valeurs caractéristiques de la pompe et du moteur au point de fonctionnement

Qp [m <sup>3</sup> /h]	HMT [m]	N [tr/min]	Type moteur	Pn [kW]	Tension nominale	ηP	ηM	Pt [kW]	In	Id	Cos Phi
7	77.24	2900	MS4000	3	380	67.80%	74.60%	2.913	7.7	39.27	0.82

#### V.2.5.4. Etude des coups de bélier

Nous avons étudié le phénomène de coup de bélier afin de voir s'il est nécessaire de prévoir un dispositif anti-bélier. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Vérification du phénomène du coup de bélier sur la conduite de refoulement

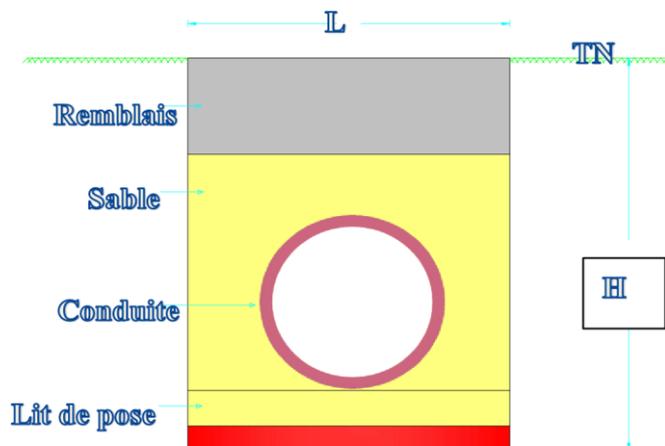
$\phi_{ret}$ [mm]	V [m/s]	$\epsilon$ [GPa]	E [GPa]	ep [mm]	c [m/s]	$\Delta P$ [m]	Hmax	Hmin	Hmax / PN
67,8	0,54	2	3	3,6	384,11	21,14	48,38	6,10	0,47

On constate donc que la pression maximale obtenue pendant la phase transitoire (4,8 bars) est inférieure à la pression nominale de canalisation qui est de **10 bars**. **Le clapet anti retour placé en tête de forage empêche le coup de bélier d'atteindre la colonne d'exhaure**. On voit bien qu'une conduite PN10 est suffisante sans risque de coup de bélier. Cette conduite ne nécessite donc pas une protection particulière contre le coup de bélier. La présence d'une ventouse au niveau de la tête de forage suffit largement à résorber les variations de pression. En plus de la ventouse en tête de forage, nous retiendrons la mise en place de quelques ventouses supplémentaires sur le tronçon de refoulement long de 1198.54 ml.

**D'après les calculs, il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite d'adduction.**

#### 2.5.5. Mode de pose des conduites

Les conduites de distribution seront enterrées le long des voies de circulation pour une meilleure accessibilité en cas de travaux de maintenance. Afin de protéger le tuyau une fois à l'intérieur du trou, une couche de sable de 10 cm est prévue de part et d'autre de la conduite. La profondeur et la largeur minimale du tuyau est déterminé par la formule suivante :



$$H \min \geq 0,8m + D_{ext}$$

$$L_{min} \geq 0,4m + D_{ext} \text{ Où :}$$

- H min : Profondeur minimale de la tranchée
- L min : Largeur minimale de la tranchée
- Dext : Diamètre extérieur de la conduite

Il sera retenu une hauteur H de **1 m** et une largeur L de **0.60**.

### V.3. Dimensionnement des installations électriques

L'alimentation du système de pompage sera mixte. Jusqu'à l'horizon du projet 2041, la durée d'adduction varie, ainsi nous utiliserons le pompage photovoltaïque (solaire) pendant 6 heures et l'énergie thermique (groupe électrogène) pour compléter le gap. Cela permet de disposer de l'eau dans le réservoir chaque soir pour une utilisation très tôt le matin avant la mise en marche du système solaire.

#### V.3.1. Dimensionnement du groupe électrogène

La puissance apparente du groupe électrogène retenu est de 10,5 KVA

$$P_{app} = \text{Max}\left(2 \times \frac{9.81 \times 7 \times 77.24}{3600 \times 0.678 \times 0.746 \times 0.82} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times 380 \times 7.7 \times 0.82}{1000} \times 1.25\right)$$
$$P_{app} = \text{Max}(7,1 ; 10,4)$$

#### V.3.2. Dimensionnement du système solaire photovoltaïque

Afin d'avoir un bon rendement, le champ solaire sera placé dans un endroit bien dégagé où les panneaux photovoltaïques recevront le maximum de rayons solaires. Les modules photovoltaïques seront installés sur une plateforme d'une hauteur minimale de 3 mètres. La plateforme sera entourée d'un enclos grillagé. En complément des modules photovoltaïques, la station photovoltaïque disposera d'une boîte de raccordement, d'un régulateur de charge, d'un onduleur, d'une batterie d'accumulateurs et divers accessoires.

L'énergie nécessaire pour véhiculer une unité d'eau d'un point A à un point B est celle réellement transmise à l'eau par l'électropompe. L'énergie électrique journalière  $E_j$  produite par le générateur photovoltaïque est égale :

$$E_j = \frac{1000 * 9.81 * 7 * 6 * 77.24}{3600 * 0.678 * 0.746}$$
$$E_j = 17\ 478\ \text{wc}$$

Et une puissance crête :

$$P_c = 6.1\ \text{Kwc}$$

$$\text{Nombre}_{\text{module}} = \frac{P_c \times 1000}{250} = \frac{6.1 \times 1000}{250} = 24.4$$

Pour l'installation, on retiendra **5 modules en série**, il s'ensuit que le nombre de branches de modules en **parallèles sera de 5**.

### → Orientation et inclinaison des panneaux

Le générateur solaire ne fonctionnera correctement que si certaines conditions d'emplacement et de positionnement sont respectées. Le champ solaire doit être orienté plein sud. L'inclinaison du champ par rapport au sol doit être égale à la latitude des lieux, (Photovolta, 2018). La localité de Bandjo se trouve dans une zone de latitude 11°, nous retiendrons un angle d'inclinaison de 15° afin de faciliter le nettoyage des panneaux et l'écoulement des eaux de pluie.

### → Protection, régulation et asservissement de l'électropompe

L'électropompe et les équipements électriques divers seront protégés et mis en service à partir d'un tableau électrique spécialement équipé qui sera installé dans un local technique où sera installé le groupe électrogène.

Le tableau électrique contiendra tous les équipements de commande, de protection, d'asservissement et de régulation. Il sera câblé selon les règles de l'art conformément aux schémas et à la nomenclature exigée. Ci-dessous le tableau des équipements électriques :

Tableau 14 : Détails des équipements électriques à installer dans l'armoire de commande

Nom de l'équipement	Nombre
Interrupteur général de coupure à commande extérieure latérale	1
Disjoncteur général de tête 4 x 20A/300mA tétra polaire	1
Parafoudre BT tétra polaire protégé par un	1
Disjoncteur tétra polaire	1
Relais général de protection contre le manque ou l'inversion de phase	1
Bouton poussoir marche arrêt pour l'électropompe ;	1
Disjoncteur moteur de calibre adapté	1
Contacteur adapté pour la mise en service de l'électropompe	1
Relais manque eau	1
DPN de 3 A pour le circuit de commande	1
DPN de 3 A pour la protection du voltmètre	1
DPN 10 A pour le circuit éclairage du local	1
Disjoncteur 4x16 A pour le circuit des prises de courant	1
Bouton poussoir test de l'électropompe,	1
Bouton poussoir test des voyants	1
Voyant orange présence tension	1
Voyant vert marche électropompe	1
Voyant rouge défaut thermique pour l'électropompe	1
Voyant rouge défaut manque eau forage	1
Voyant rouge défaut surpression	1
Voyant rouge défaut secteur	1
Ronfleur pour la signalisation niveau haut château	1
Voltmètre 500V avec 1 commutateur à 7 positions	1

### V.3.3. Analyse comparative des deux sources d'énergie

Le tableau 15 illustrent quelques avantages et inconvénients des deux sources d'énergie.

Tableau 15 : Avantages et inconvénients des systèmes thermique et photovoltaïque de pompage hydraulique

Type d'énergie	Avantages	Inconvénients
Thermique	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pompage au besoin (souple) ;</li><li>- Investissement initial avantageux ;</li><li>- Pose facile ;</li><li>- Occupe peu d'espace ;</li><li>- Adapté au gros besoin ;</li><li>- Indépendant de la présence du soleil ;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Maintenance coûteuse ;</li><li>- Coût de fonctionnement élevé ;</li><li>- Nuisance et pollution ;</li><li>- Courte durée de vie ;</li></ul>
Solaire	<ul style="list-style-type: none"><li>- Faible coût de fonctionnement ;</li><li>- Moins polluants ;</li><li>- Longue durée de vie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dépendant de l'ensoleillement ;</li><li>- Occupation d'espace ;</li><li>- Coût d'investissement initial élevé ;</li><li>- Vol possible des panneaux solaires ;</li></ul>

Ces 2 sources d'énergies seront utilisées.

### V.4. Ouvrages annexes sur le réseau

Ce sont des pièces hydrauliques installées sur le réseau afin d'assurer la sécurité et le bon fonctionnement des installations. Pour cela, le réseau de distribution d'eau sera équipé de regards abritant les pièces hydrauliques suivantes :

- **Les vannes de sectionnement** : elles permettront d'isoler des tronçons afin d'exécuter les travaux de maintenance. Les vannes seront sous bouche à clé en fonte de diamètre correspondant au diamètre de la conduite sur laquelle elles seront placées.
- **Les ventouses** : elles permettent de chasser l'air des conduites pendant la phase de mise en service et la phase d'exploitation. Elles sont dimensionnées en fonction de la pression de service et du diamètre de la conduite. Les ventouses sont placées à des points hauts sur le réseau de distribution et sur la tête de forage.
- **Les vidanges** : elles permettent de nettoyer le réseau des dépôts occasionnées par des faibles vitesses pendant la phase d'exploitation ou d'interruption des services. Les vidanges sont Placées aux points bas et aux extrémités du réseau. Elles sont choisies en fonction du diamètre de la canalisation.

La pose de chaque pièce spéciale (vanne, ventouse, vidange) est sujette à la réalisation des butées de protection.

## V.5. Réservoir de stockage

Le réservoir est dimensionné pour équilibrer les fluctuations journalières de la consommation et l'apport par la pompe. Celui choisi est de type métallique étanche et de forme cylindrique. Ce type de réservoir est généralement utilisé dans les petits centres équipés de systèmes d'AEP. Leur coût d'investissement est relativement moins élevé par rapport à ceux des réservoirs en béton armé pour les faibles volumes de stockage, (DIALLO, 2019). e plus, la mise en œuvre demande moins de temps que le réservoir en béton. Il sera situé dans une zone haute de la localité et soigneusement implanté pour assurer une distribution économique et gravitaire. Il sera dimensionné pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon du projet (2041).

### V.5.1. Détermination de la capacité utile du réservoir

Pour l'alimentation en eau des petites collectivités le volume de stockage du réservoir de distribution peut être estimé entre 30 et 40% de la demande journalière de pointe.

$$Cu = 30 \% Bj ;$$

$$Cu = 30\% \times 154,2 = 45 \text{ m}^3$$

**Finalement nous retiendrons un volume de 50 m<sup>3</sup>.**

Le réservoir que nous proposons ici est de type métallique et de forme cylindrique. Ce choix s'est basé sur les critères suivants :

- Le coût d'investissement est moindre par rapport au réservoir en béton ;
- Entretien facile ;
- Résistant aux intempéries climatiques.

Les dimensions du réservoir sont illustrées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Quelques valeurs caractéristiques du réservoir du réseau de distribution

Caractéristiques	Unité	Valeur
Cote Terrain naturel : ZTN	m	282.2
Demande de pointe journalière	(m <sup>3</sup> /j)	154.2
Volume calculé : 35 % Dj	(m <sup>3</sup> )	46
Volume adopté	(m <sup>3</sup> )	50
Hauteur Radier	m	10
Hauteur totale Cuve	m	4
Diamètre Cuve	m	4

### V.5.2. Vérification du temps minimal de contact

Des désinfectants comme le chlore ont besoin d'un temps de contact pour que leur effet soit effectif. Aussi, on est amené à s'assurer que la capacité utile retenue autorise un temps de séjour supérieur ou égal au temps de contact nécessaire du désinfectant. Dans le cas du chlore, ce temps de contact est de deux heures. Le débit considéré est le débit de l'heure de pointe.

$$T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}}$$

Avec :

- $C_u$  : Capacité utile du réservoir ( $m^3$ )
- $Q_{dist}$  : débit de pointe distribution ;

$$T_c = \frac{50}{25,4} \approx 2 \text{ h}$$

### V.5.3. Vérification du temps de séjour

Un des critères de choix du désinfectant est son pouvoir rémanent : existence d'un produit résiduel pour la protection contre les pollutions ultérieures. Le chlore étant volatile, il est établi qu'au bout de 48 heures le chlore résiduel dans l'eau se volatilise dans l'atmosphère. Aussi, on est amené à vérifier que la capacité utile n'autorise pas un temps de séjour supérieur à deux jours (48 heures). Cette vérification se fait par rapport à la consommation journalière de pointe

$$T_s = \frac{50}{11,25} \approx 4,4 \text{ h}$$

## V.6 Mode de gestion des systèmes d'alimentation en eau potable

Différents modes de gestion pour les systèmes AEP existent au Burkina Faso. Cette gestion consiste à transférer ou non certaines responsabilités aux collectivités locales. Le tableau 18 fait ressortir les modes de gestion ainsi que leurs avantages et inconvénients en rapport direct avec la capacité de la commune. De façon générale, ce guide propose 5 modes de gestion qui sont : la régie directe, la gérance, la régie intéressée, l'affermage et la concession.

Tableau 17 : Modes de gestion des services publics locaux

Mode de Gestion	Avantages	Inconvénients	Condition de mise en œuvre
<b>La régie directe</b>	Création d'emploi	Tous les risques pèsent sur la commune	Réalisation d'une étude de faisabilité
	- maîtrise de l'exploitation des ouvrages	Augmentation des charges de travail	Personnel qualifié et compétent
	Proximité de service	- risque d'influence politique sur les décisions	Délibération du conseil municipal
	Fluidité dans les décisions	Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens	Disponibilité D'infrastructures et de moyens de travail
	Valorisation de l'expertise locale		- existence d'un fonds de roulement
	Moins de charges		- fonctionnalité des Installations
	Dividendes politiques		
<b>La régie autonome</b>	Création d'emploi	Tous les risques pèsent sur la commune	- réalisation d'une étude de faisabilité
	Maîtrise de l'exploitation des ouvrages	Augmentation des charges de travail	Personnel qualifié et compétent
	Proximité de service	Risque d'influence politique sur les décisions	Délibération du conseil municipal
	Fluidité dans les décisions	Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens	- disponibilité d'infrastructures et de moyens de travail
	Valorisation de l'expertise locale		Existence d'un fonds de roulement
	Moins de charges		Fonctionnalité des installations
	Personnel détaché du reste du personnel municipal		
	Dividendes politiques		
<b>Affermage</b>	Moins de charges et de risques	- maîtrise d'ouvrage non assurée pleinement	Réaliser une étude de faisabilité
	Moins de lourdeurs dans les procédures d'acquisition	- possibilité de rupture du contrat par le fermier	Appel à la concurrence pour le choix du fermier
	- disponibilité du personnel qualifié	Partage des bénéfices éventuels	Inventaire des installations
	Qualité du service garantie	- compétence et probité du fermier ne sont pas assurées	Obtenir une délibération du conseil municipal
			Disposer de capacités pour contrôler la gestion technique et financière
<b>Concession</b>	- les réalisations reviennent à la fin à la commune	Les retombées ne sont perçues qu'à la fin de la concession	Avoir l'autorisation du conseil municipal
	Décharge totale de la commune	Les infrastructures laissées à la fin sont généralement hors d'usage	- trouver un opérateur privé ou public qualifié dans le domaine
	- perception de taxes pour la commune	Faible développement de L'expertise communale	- signer un contrat
	- aucun investissement de la part de la commune	Le concessionnaire privilégie la rentabilité au détriment du social	
	- le concessionnaire est libre de ses initiatives	La commune reste responsable et redevable face aux citoyens	

Source : Guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso ; 2019

Selon le Guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso élaboré 2019, le contrat-type qui semble convenir est l'affermage.

**Pour conclure nous allons retenir le mode de gestion par affermage.**

## **VI. COÛT DU PROJET ET DU PRIX DE REVIENT DU METRE CUBE D'EAU**

### **VI.1. Coût d'investissement du projet**

Le coût d'investissement du projet s'élève à **cent soixante-sept millions sept cent cinquante-sept mille sept cent trente-neuf (167 757 739) francs CFA**. Le tableau 18 suivant synthétise le coût d'investissement :

Tableau 18 Coût total des investissements à l'horizon 2041

<b>No</b>	<b>Désignation</b>	<b>MONTANT (FCFA)</b>
0	INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX	4 500 000
I	CANALISATION - TERRASSEMENT	28 214 700
II	PIECES SPECIALES	5 433 420
III	TERRASSEMENT	18 351 875
IV	BORNE FONTAINE - CHÂTEAU D'EAU	31 300 000
V	SYSTÈME DE POMPAGE	19 500 000
VI	FINITION ET DIVERS	4 900 000
VII	EQUIPEMENTS ANNEXES	13 450 000
VIII	REALISATION DU FORAGE GROS DEBIT POSITIF	4 000 000
IX	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANIQUES	4 517 580
X	FORMATION ET SUIVI	3 000 000
XI	IMPREVUS DIVERS (installation de chantier, repli, plans d'exécution, plans de récolement, protection de l'environnement, etc...)	5 000 000
<b>MONTANT TOTAL HORS TVA</b>		<b>142 167 575</b>
<b>MONTANT DE LA TVA</b>		<b>25 590 164</b>
<b>MONTANT TOTAL FCFA TTC</b>		<b>167 757 739</b>

## VI.2. Prix de revient de l'eau

### VI.2.1. Calcul des annuités des amortissements des différents équipements du réseau

Le tableau 19 illustre le montant des annuités des investissements initiaux considérés.

Tableau 19 : Annuités des amortissements de quelques investissements initiaux

Désignation	Durée de vie [an]	Montant d'investissement [FCFA]	Amortissement [FCFA/an]
Pompes	10	3 200 000	320 000
Bornes fontaines	10	6 300 000	630 000
Installations solaires	25	20 817 580	832 703
Ouvrages de génie civil	20	11 500 000	575 000
Château d'eau	20	25 000 000	1 250 000
Forages	10	8 000 000	800 000
Conduites et accessoires	20	33 648 120	1 682 406
Total annuel			<b>6 090 109</b>

### VI.2.2. Calcul du prix de revient de m<sup>3</sup>

Il correspond au volume total d'eau vendue tout le long de la durée du projet (de 2021 à 2041).

Ce volume est calculé comme suit :

$$V = \text{Besoin journalier 2041} * 20 \text{ ans} * 365 \text{ jrs}$$

On estime ce volume total d'eau vendue à **1 012 510 m<sup>3</sup>**.

Pour les projets similaires à celui-ci, la proportion adoptée pour les frais d'exploitation et d'entretien est de 5% du coût total d'investissement de 108 465 700 FCFA.

De ce fait, les charges d'exploitation et d'entretien sont évaluées à **5 423 285 FCFA**

#### Le prix de revient de l'eau

$$Pr = \frac{A+I+C}{P} = \frac{131\,802\,180+167\,757\,739+6\,590\,109}{1\,012\,510} = 302.36 \text{ FCFA/m}^3$$

Il convient de signifier que le prix de vente retenu dans ce projet est de **500 F/m<sup>3</sup>**. Ce prix est raisonnable et permet d'assurer une bonne gestion financière pour l'exploitant du réseau. La barrique de **200 litres à 100 FCFA**, la bassine de **30 litres à 15 FCFA**, le bidon de **25 litres à 10 FCFA** et le sceau de **15 litres à 5 FCFA**.

## **VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE**

Le code de l'environnement (Loi n° 006-2013/AN du 02/04/2013) édicte les règles relatives aux principes fondamentaux de préservation de l'environnement qui sont : la lutte contre la désertification, l'assainissement et l'amélioration du cadre de vie des populations et la préservation de la diversité biologique. On dénombre aussi la lutte contre la prévention et la gestion des risques technologiques et des catastrophes et la mise en œuvre des accords internationaux ratifiés par le Burkina Faso en matière de préservation de l'environnement de prévention et de gestion des catastrophes naturelles et artificielles. L'article 25 de la loi dispose que les activités susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumises à l'avis préalable du Ministre chargé de l'environnement. L'avis est établi sur la base d'une Évaluation Environnementale Stratégique (EES) d'une Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE) ou d'une Notice d'Impact sur l'Environnement (NIE).

### **VII.1. Rappel des composantes et phases du projet**

Le projet de réalisation de l'AEP de Bandjo comprend deux grandes composantes que sont l'eau potable et l'assainissement. Les travaux menés dans le cadre du projet s'articulent autour de ces deux composantes. Afin de mener à bien ces travaux, le projet sera exécuté suivant trois (03) phases : la phase de prospections, la phase de réalisation et la phase d'exploitation.

### **VII.2. Identification et évaluation des impacts**

L'évaluation des impacts potentiels fait ressortir des impacts positifs et négatifs sur l'environnement biophysique et humain en phase de construction et d'exploitation de l'AEPS.

Tableau 20 : Inventaire des différents impacts du projet

Catégorie d'activités	Sources d'impact	Description des opérations constitutives des activités
<b>Composante 1 : Eau Potable</b>		
<b>Travaux de génie civil</b>		
Château d'eau Bâches à eau et réservoirs Système de refoulement (éléments de la salle de pompage) Bornes fontaines	- Fouille de fondation : préparation des aires et emprises devant abriter les diverses infrastructures à mettre en place - Travaux de construction des Infrastructures	- Nettoyage et défrichage de surface - Opération d'excavation, d'étaiyage, de transport de mise en dépôt des déblais
Conduites	Ouverture des tranchées	- Déboisement - Décapage du sol - Creusement manuel des tranchées
	Pose des conduites	- Pose des conduites sur le fond de la tranchée (manuellement et/ou partiellement mécanique) - Remblayage de la tranchée - Remise en état des sites
	Construction d'ouvrages divers	- Regards de vannes, etc.
<b>Autres types d'intervention</b>		
Equipements solaires	- Installation du champ solaire - Terrassement pour la mise en place des supports des modules photovoltaïques.	- Débroussaillage du site récepteur - Excavation pour les fondations des piquets - Pose manuelle
Transport et manutention des équipements et tuyauterie	- Chargement - Déchargement - Stockage	
Mise en service des infrastructures	- Désinfection/rinçage au chlore - Mise en eau des réservoirs/conduites pour essai d'étanchéité/pression - Moteurs des pompes	
<b>Composante 2 : Assainissement</b>		
<b>Travaux de génie civil</b>		
Bâtiments du gestionnaire, latrines, abri du gardien	- Fouille de fondation : préparation des aires et emprises devant abriter les diverses infrastructures à mettre en place	- Nettoyage et défrichage de surface - Opération d'excavation, d'étaiyage, de transport de mise en dépôt des déblais

### VII.3. Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES)

#### ▪ Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Tableau 21 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Domaines d'application	Mesures d'atténuation
Installations de chantiers	Elaboration et mise en place d'un plan d'installation approprié permettant la réduction des nuisances sonores, les atteintes au cadre de vie (dégradations et destructions diverses) et les désagréments induits avant le démarrage des chantiers.
Sécurité	Mise en place : - d'une signalisation visible des différents accès aux sites de travaux, couplée d'une signalisation adaptée informant le public des travaux, des déviations et des dangers de croisement des chantiers ; - de panneaux d'information du public et d'interdiction de l'accès au chantier ; - de panneaux de limitation de vitesse sur le chantier.
Comportements durant les travaux	- Mise en place d'un règlement interne des installations de chantiers mentionnant spécifiquement les règles de sécurité et les consignes de préservation de l'environnement ; - Respect des procédures d'hygiène et de sécurité ; - Mise en place des affiches de sensibilisation du personnel au respect des us et coutumes des populations et des relations humaines d'une manière générale ; - Installation des équipements techniques pour l'assainissement des eaux usées et effluents de chantiers et l'élimination des déchets solides (de chantier) ; - Interdiction de la pratique de la chasse par la main d'œuvre. - Interdiction de la consommation d'alcool pendant les heures de travail ; - Sensibilisation des populations à l'hygiène de la petite alimentation (vente d'aliments sur les chantiers) ; - Dotation du personnel d'équipements adéquats de protection (masques anti-poussière et anti-fumée, gants, bottes, casques...) et suivi de leur utilisation effective.
Maintien de la circulation	- Elaboration des plans de déviations de la circulation ou d'itinéraire, couplés de mesures appropriées de protection de l'environnement (poussières, bruit, minimisation des dégradations, compensation des atteintes au cadre de vie).
Gestion du déboisement	- Réalisation d'un déboisement contrôlé consistant à marquer les arbres à conserver en vue de limiter l'abattage des arbres au strict minimum ; - Réalisation d'un choix judicieux des tracés des déviations provisoires et des sites de construction des infrastructures, afin de limiter le maximum possible le déboisement
Installations des chantiers des ouvrages d'assainissement	- Traitement des eaux usées provenant des divers équipements sanitaires des bureaux, vestiaires et ateliers par la mise en place de fosses septiques - Gestion des déchets solides par la mise en place de réceptacles pour les recevoir - Remise en état de tous sites en fin de travaux.
Qualité de l'air	- Réglage correct des différents moteurs (machines et engins) pour permettre une bonne combustion du carburant et corriger les émissions de gaz - Arrosage systématique de la piste d'accès et des emprises des zones de circulation des engins ;
Santé publique	- Aménagement d'une salle de premiers soins médicaux ; - Approvisionnement de la main d'œuvre en eau potable ; - Mise en évidence diverses affiches de sensibilisation à la transmission du SIDA et des IST ;
Végétation naturelle	- Enlèvement de tous les déchets végétaux et évacuation vers des zones pour brûlures - Réalisation de plantations d'embellissement et d'ombrage sur les sites concernés en vue de compenser les déboisements consécutifs aux travaux.

▪ **Mesures de bonification des impacts positifs**

Afin d'améliorer les impacts positifs et d'amplifier les avantages socio-économiques et sanitaires qu'ils occasionnent, plusieurs mesures de bonifications seront suggérées. Parmi celles-ci, nous avons :

- La multiplication des campagnes de promotion d'hygiène afin de déclencher des changements de comportements qualitatifs des populations bénéficiaires en matière d'habitudes hygiéniques.
- La sensibilisation des populations par des messages développés sur les changements de comportements et d'attitudes en matière de consommation d'eau et une bonne gestion de la ressource.
- Le renforcement du recrutement de la main d'œuvre dans les localités de Bandjo et de Pâ
- La création de comités de suivi et de gestion des ouvrages d'assainissement mis en place.
- Un dialogue permanent et
- Une démarche participative.

▪ **Programme de surveillance environnementale**

Ce programme a pour principal objectif de s'assurer que les actions d'atténuation et de bonification seront mises en œuvre dans les meilleures conditions au cours de l'exécution et de l'exploitation du projet. Ces conditions sont le respect des mesures environnementales et sociales proposées, des lois et règlements régissant les évaluations environnementales au Burkina Faso et des politiques de sauvegarde de la Banque Mondiale. Tout ceci est développé dans le tableau 22.

Tableau 22 : Programme de surveillance environnementale

Mesures d'atténuation	Indicateurs	Fréquence de mesure	Responsable	Moyen de vérification
Réglage correct des différents moteurs (machines et engins) pour corriger les émissions de gaz et arrosage systématique de la piste d'accès et des emprises des zones de circulation des engins	Types et degré des pollutions et nuisances enregistrés au cours des phases d'installations des chantiers et de travaux	Quotidien	Bureau de contrôle	Rapport d'incident
Mise en place de panneaux de limitation de vitesse sur le chantier, d'interdiction d'accès au chantier et de plans de déviation	Types et nombre d'incidents enregistrés au cours des phases d'installations des chantiers et de travaux	Hebdomadaire	Entreprise	Rapport d'incident
Remise en état de tous sites en fin de travaux	Nombre de tranchées ouvertes et remises en état	Fin des travaux	Bureau de contrôle	Procès – verbaux de réception définitive
Respect des procédures d'hygiène et de sécurité et Installation des équipements techniques pour l'assainissement des eaux usées et effluents de chantiers et l'élimination des déchets solides (de chantier)	Nombre de sites de travaux où les déchets solides et liquides ont été bien gérés et nombre de poubelles installées	Mensuel	Entreprise	Rapport de chantier
Réalisation d'un déboisement contrôlé Réalisation d'un choix judicieux des tracés des déviations provisoires et des sites de construction des infrastructures	Nombre d'arbres abattus	Fin des travaux	Entreprise	Procès – verbaux de réception définitive
Réalisation de plantations d'embellissement et d'ombrage sur les sites concernés en vue de compenser les déboisements consécutifs aux travaux.	Nombre d'arbres plantés et nombre d'espaces verts créés	Fin des travaux	Bureau de contrôle	Procès – verbaux de réception définitive
Renforcer le recrutement de la main d'œuvre dans les localités de Bandjo	Nombre d'ouvriers recrutés au sein de la population locale	Mensuel	Entreprise	Rapport de chantier
Mise en place d'un plan de surveillance médicale et d'information du personnel sur les IST et le VIH/SIDA et mise en évidence de diverses affiches de sensibilisation de leur transmission.	Nombre d'ouvriers sensibilisés sur les IST/SIDA et nombre d'affiches réalisées et de préservatifs offerts	Hebdomadaire	Entreprise	Rapport de chantier

▪ **Programme de suivi environnemental**

Le programme de suivi environnemental permet d'évaluer l'exactitude des impacts évalués et l'efficacité des mesures d'atténuation et de bonification à mettre en œuvre. Il permet aussi d'envisager des mesures correctives au besoin. Ledit programme est présenté dans le tableau 23.

Tableau 23 : Programme de suivi environnemental

<b>Impacts</b>	<b>Paramètres de suivi</b>	<b>Indicateurs</b>	<b>Fréquence de mesure</b>	<b>Responsables</b>	<b>Moyens de vérification</b>
Hygiène	Habitudes culturelles observées	Séances de formation réalisées	Trimestriel	Bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de formation
Gestion de la ressource en eau	Quantité d'eau gaspillée	Nombre de personnes formées	Trimestriel	Bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de formation
Qualité de l'eau fournie	Analyses physico-chimiques, organoleptiques et bactériologiques	Taux de présence des bactéries et valeurs des différents paramètres (pH, température, turbidité, etc.)	Mensuel	Laboratoires, gestionnaire et le ministère de la santé	Fiches d'analyse
Maladies hydriques	Cas de maladies enregistrés	Nombre de personnes malades	Trimestriel	Le ministère de la santé, une commission de la Banque mondiale et le bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de santé des Centres de santé et Centres Hospitaliers Régionaux

## VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le projet de conception d'un système d'AEPS dans la localité de Bandjo, financé par le programme d'approvisionnement en eau potable et assainissement, visant à renforcer le taux d'accès à l'eau potable et la qualité du service a permis de faire l'évaluation des besoins en eau de consommation des populations actuelles et à l'horizon du projet. L'étude socio-économique a montré l'engouement de la population a adhéré au projet qui s'inscrit d'une part dans la politique de l'état et d'autres parts dans l'amélioration de la qualité de vie des habitants.

Le diagnostic du système nous a conduit à faire un choix de dimensionnement d'un réseau ramifié avec un réservoir métallique. Le système fonctionnera avec une énergie mixte photovoltaïque et thermique sous la gestion d'un fermier qui signera un contrat d'affermage avec la commune.

En effet, le système d'AEPS du projet desservira 2738 habitants à l'horizon 2041 à travers six (06) bornes fontaines (03 robinets de 0,25[l/s]) et quarante-un (41) branchements privés à partir de 2021. L'eau du réseau sera pompée à partir de deux forages de 7 [m<sup>3</sup>/h] chacun pour satisfaire aux 147,6 [m<sup>3</sup>/jr] constituant les besoins de la population. Avec un coût global de cent-soixante-sept million-sept-cent-cinquante-sept mille-sept-cent-trente-neuf francs (167 757 739).

Ces résultats engendreront nécessairement des impacts positifs sur le plan social, économique et environnemental et quelques impacts négatifs.

Toutefois, les impacts environnementaux négatifs identifiés et qui sont pour la plupart temporaires, seront pris en considération par des programmes de surveillance et de suivi environnementaux du projet en vue d'y remédier. A ceux-ci s'ajouteront des mesures de consolidation des impacts positifs du projet.

Il faut notifier que la population a adhéré au projet et sont disponibles a accompagné dans la mise en œuvre et dans la gestion à travers les AUE. C'est la raison pour laquelle des programmes de suivi et de surveillance ont été élaborés afin de permettre leur inclusion dans l'utilisation et la gestion des ouvrages qui seront installés.

Afin d'assurer une bonne mise en œuvre des différentes phases du projet, quelques recommandations sont formulées parmi lesquelles :

- La promotion de branchements privés pour une meilleure rentabilisation de l'ouvrage ;
- L'étude d'une possibilité de branchement du système de pompage au réseau électrique de la SONABEL ou de substitution d'une autre forme d'énergie (l'énergie thermique par exemple) ;
- L'utilisation du coffret CU3 sur le système de pompage pour protéger les pompes contre la marche à sec et une détérioration précoce ;

- La mise en place minutieuse des équipements d'exhaure pour un bon débit d'exploitation des forages ;
- La réalisation d'analyses périodiques de l'eau du stockage ;
- La multiplication des campagnes de promotion d'hygiène afin de déclencher des changements de comportements qualitatifs des populations bénéficiaires en matière d'habitudes hygiéniques ;
- La mise en place d'une cellule de sensibilisation quant à la nécessité de consommer l'eau potable.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEME. (2004). Adduction d'eau potable avec pompe photovoltaïque : pratiques et recommandations de conception et d'installation. 73.
- Almohandiss. (n.d.). Etude des conduites d'adduction. Cours, pp30 (www.almohandiss.com).
- Decret\_n°\_2019\_204. (2019). Decret n° 2019 204 portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à leau potable. 13.
- DIALLO, A. R. M. (2019). Conception d'un système d'adduction d'eau potable dans la commune rurale de dolo, province de la Bougouriba, région du sud-ouest (BURKINA FASO) (p. 101).
- GBOYOU, C. C. (2020). Conception d'un système d'adduction d'eau potable dans la localité de Boro, commune de Pâ, province des Balé (Burkina Faso). Master, 2iE. 97.
- INO. (2019). Inventaire National des Ouvrages (BD\_INO).
- Ksb. (2013). Le coup de bélier. 1.
- Lachassagne, P., Maréchal, J. C., Ahmed, S., Dewandel, B., Gandolfi, J. M., Thy, K., Subrahmanyam, K., & Wyns, R. (2005). EAUX SOUTERRAINES: Nouveaux outils et méthodes pour gérer et protéger la ressource en eau souterraine des régions de socle. Hydroplus, n° 150(February), 54–57.
- MEA. (2016). Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030. 102.
- Moussa., F. D. (2019). Systèmes d'adduction en eau potable adduction - réservoirs - réseaux de distribution. 111.
- MOUSSA YAOU, M. H. (2021). Etude technique d'un système d'alimentation en eau potable simplifiée ( AEPS ) dans les villages de Baka Doubou , Hayania Saboua et Salamun ( communes rurales de dan Tchiao , Dogo-Dogo et Dungass ) dans la région de Zinder au Niger. Master, 2iE. 125.
- PCD\_BAGASSI. (2017). PLAN COMMUNAL DE DEVELOPPEMENT (PCD) DE BAGASSI 2018-2022. 111.
- Photovolta, I. S. (2018). Installations solaires photovoltaïques.
- RGPH. (2009). Monographie De La Region De La Boucle Du Mouhoun.
- SERAT. (2006). DOSSIER DE PRESENTATION Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT). 12.
- SERAT. (2019). ETUDE DE FAISABILITE SOCIO-ECONOMIQUE POUR LA REALISATION DE HUIT (08) SYSTEMES D'ADDITION D'EAU POTABLE DANS LA REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (SITE DE BANDIO). 41.
- Solenzo, D., & Banwa, D. (2021). d'Eau Potable Simplifié e ( AEPS ) : Cas du village de Bonzon

..

#### SITES INTERNET ET TEXTE DE LOI

- Sites Web: [www.wsscc.org](http://www.wsscc.org), [www.who.int](http://www.who.int), [www.oieau.org](http://www.oieau.org), [www.wupafrica.org](http://www.wupafrica.org), [www.lboro.ac.uk/wedc](http://www.lboro.ac.uk/wedc), <https://doi.org/10.3917/med.156.0017>
- N°2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS du 13 Mars 2019 portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable.

## ANNEXES

débit linéaire q (l/h/ml)	2,564409417	3600,000	5,899							Pminservice=	5	ZTN reservoir=	282,20				
TRONCONS	LONGUEUR (m)	DEBIT SOUTIRE (ls)	DEBIT TRONCON (ls)	Dth (mm)	Decm (mm)	DN	VITESSE REEL	ΔH	ΔHCUMULE	COTE Nœud Aval	Zmin imposé	Zmax	Pression au nœud aval	Hauteur mini	hauteur sous radier retenu	Pression réelle au nœud aval	
CE_N1	120,31	0	7,000	94,407	113	125	0,698	0,525	0,525	280	285,525	289,953	9,43	7,753	10,000	11,67	
N1_N2	78,23	0	7,000	94,407	113	125	0,698	0,342	0,867	278,84	284,707	289,953	10,25			12,49	
N2_N3	45,11	0,0321	0,351	21,149	45,2	50	0,219	0,067	0,934	278,85	284,784	289,953	10,17			12,42	
N3_N4	105,41	0,0751	0,319	20,158	45,2	50	0,199	0,131	1,065	277,95	284,015	289,953	10,94			13,19	
N4_N5	196,15	0,1397	0,244	17,628	45,2	50	0,152	0,148	1,213	277,58	283,793	289,953	11,16			13,41	
N5_N6	146,47	0,1043	0,104	11,526	45,2	50	0,065	0,023	1,236	277,25	283,486	289,953	11,47			13,71	
N2_BF4	17,81	0,0127	6,649	92,008	113	125	0,663	0,071	0,937	279,01	284,947	289,953	10,01			12,25	
N2_N7	31,76	0,0226	5,886	86,570	99,4	110	0,759	0,188	1,125	278,62	284,745	289,953	10,21			12,45	
N7_N8	95,61	0,0681	0,846	32,812	45,2	50	0,527	0,722	1,847	277,6	284,447	289,953	10,51			12,75	
N8_BF3	15,08	0,0107	0,777	31,463	45,2	50	0,485	0,097	1,945	277,18	284,125	289,953	10,83			13,08	
N8_N9	23,47	0,0167	0,017	4,614	45,2	50	0,010	0,000	1,945	277,77	284,715	289,953	10,24			12,49	
N7_N10	70,45	0,0502	5,018	79,931	99,4	110	0,647	0,310	1,435	278,66	285,095	289,953	9,86			12,10	
N10_N11	248,77	0,1772	0,177	15,021	45,2	50	0,110	0,104	1,539	282,69	289,229	289,953	5,72			7,97	
N10_N12	26,86	0,0191	4,790	78,099	99,4	110	0,617	0,108	1,544	278,6	285,144	289,953	9,81			12,06	
N12-N13	146,16	0,1041	1,675	46,176	67,8	75	0,464	0,543	2,087	278,82	285,907	289,953	9,05			11,29	
N13_N14	31,07	0,0221	1,571	44,718	67,8	75	0,435	0,103	2,189	278,96	286,149	289,953	8,80			11,05	
N14-N15	136,79	0,0974	0,168	14,611	45,2	50	0,104	0,052	2,241	280,5	287,741	289,953	7,21			9,46	
N15_N16	98,6	0,0702	0,070	9,457	45,2	50	0,044	0,007	1,133	281,78	287,913	289,953	7,04			9,29	
N14_N17	129,46	0,0922	1,381	41,928	45,2	50	0,860	2,424	4,613	276,986	286,599	289,953	8,35			10,60	
N17_BF6	117,2	0,0835	1,003	35,744	45,2	50	0,625	1,215	5,828	277,31	288,138	289,953	6,81			9,06	
N17_N18	238,6	0,1700	0,170	14,711	45,2	50	0,106	0,092	5,921	277,04	287,961	289,953	6,99			9,24	
N17_N19	135,16	0,0963	0,285	19,051	45,2	50	0,178	0,136	4,750	278,493	288,243	289,953	6,71			8,96	
N19-N20	148,83	0,1060	0,106	11,618	45,2	50	0,066	0,024	4,774	278,794	288,568	289,953	6,39			8,63	
N19_N21	116,17	0,0828	0,083	10,265	45,2	50	0,052	0,012	4,761	279,419	289,180	289,953	5,77			8,02	
N12-N22	91,92	0,0655	3,097	62,792	67,8	75	0,858	1,066	2,610	277,05	284,660	289,953	10,29			12,54	
N22_N23	37,23	0,0265	3,031	62,124	67,8	75	0,840	0,415	3,025	276,31	284,335	289,953	10,62			12,86	
N23_BF5	43,98	0,0313	0,816	32,242	45,2	50	0,509	0,311	3,337	276,88	285,217	289,953	9,74			11,98	
N23_N24	49,33	0,0351	0,035	6,689	45,2	50	0,022	0,001	3,338	276,75	285,088	289,953	9,87			12,11	
N23-N25	127,18	0,0906	2,188	52,784	57	63	0,858	1,805	4,831	274,2	284,031	289,953	10,92			13,17	
N25-N26	111,31	0,0793	0,079	10,048	45,2	50	0,049	0,010	4,841	274,82	284,661	289,953	10,29			12,54	
N25_N27	72,64	0,0517	1,007	35,806	45,2	50	0,628	0,758	5,589	275,13	285,719	289,953	9,23			11,48	
N27_N28	115,7	0,0824	0,955	34,873	45,2	50	0,595	1,095	6,684	275,84	287,524	289,953	7,43			9,68	
N28_N29	47,85	0,0341	0,873	33,335	45,2	50	0,544	0,383	7,067	276,59	288,657	289,953	6,30			8,54	
N29_BF1	54,25	0,0386	0,839	32,678	45,2	50	0,523	0,403	7,470	277,41	289,880	289,953	5,07			7,32	
N29_N30	70,22	0,0500	0,050	7,980	45,2	50	0,031	0,003	7,473	277,48	289,953	289,953	5,00			7,25	
N25-N31	115,25	0,0821	1,011	35,886	45,2	50	0,630	1,212	6,043	273,35	284,393	289,953	10,56			12,81	
N31_N32	14,56	0,0104	0,929	34,398	45,2	50	0,579	0,131	6,174	273,36	284,534	289,953	10,42			12,67	
N32_BF2	20,61	0,0147	0,919	34,206	45,2	50	0,573	0,182	6,356	273,55	284,906	289,953	10,05			12,29	
N32_N33	101,89	0,0726	0,154	14,015	45,2	50	0,096	0,033	6,389	274,12	285,509	289,953	9,44			11,69	
N33_N34	114,67	0,0817	0,082	10,198	45,2	50	0,051	0,011	6,400	275,2	286,600	289,953	8,35			10,60	

## Annexe 2 : Devis estimatif et quantitatif du projet

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
<b>01. INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX</b>					
0.1	Installation de chantier, Amenée et repli du matériel	Forfait	1	2 000 000	2 000 000
0.2	Elaboration du dossier d'exécution et de recollement	Forfait	1	2 500 000	2 500 000
<b>Total 01</b>					<b>4 500 000</b>
<b>I. Canalisation</b>					
1.	FOURNITURE ET POSE DE CANALISATION y compris protection au niveau des traversées de cours d'eau et de zones impropres. Le refoulement devant être équipé des pièces spéciales de protection et de raccordement (ventouses, vidanges, etc...)				
1.1	PVC DN 50 PN 6	ml	2 747,30	2 500	6 868 250
1.2	PVC DN 63 PN 6	ml	253,00	3 000	759 000
1.3	PVC DN 75 PN 6	ml	437,00	3 500	1 529 500
1.4	PVC DN 90 PN 6	ml	372,00	4 000	1 488 000
1.5	PVC DN 110 PN 6	ml	1409	4 500	6 340 500
1.6	PVC DN 125 PN 6	ml	894	5 000	4 470 000
1.7	PVC DN 140 PN 6	ml	304	5 500	1 672 000
1.8	PVC DN 225 PN 6	ml	127	6 500	825 500
1.9	PVC DN 63 PN 10	ml	792	3 500	2 772 000
1.10	PVC DN 75 PN 10	ml	5,45	4 000	21 800
1.9	Grillage avertisseur	ml	7 340,75	200	1 468 150
<b>TOTAL I</b>					<b>28 214 700</b>
<b>II. Pièces spéciales</b>					
2.	FOURNITURE ET POSE DE PIECES				
2.1	Fourniture d'équipements de robinetterie				
2.1.1	Robinet-vanne à brides DN 50	u	12	50 000	600 000
2.1.2	Robinet-vanne à brides DN 63	u	1	60 000	60 000
2.1.3	Robinet-vanne à brides DN 75	u	1	78 160	78 160
2.1.4	Robinet-vanne à brides DN 90	u	1	80 000	80 000
2.1.5	Robinet-vanne à brides DN 110	u	2	82 500	165 000
2.1.6	Robinet-vanne à brides DN 125	u	2	84 000	168 000
2.1.7	Robinet-vanne à brides DN 140	u	1	85 560	85 560
2.1.8	Robinet-vanne à brides DN 225	u	1	90 000	90 000
2.2	Fourniture d'accessoires				
2.2.1	Dispositif de vidange sur la conduite BC	u	1	420 000	420 000
2.3	Dispositifs de Ventouses				
2.3.1	Ventouses sur les conduites DN 63 (WX-XY et YZ)	u	2	210 000	420 000
2.4	Té fonte égale à brides, à emboîtement standard ou express				
2.4.1	Té réduit à brides, à emboîtement standard ou express				
2.4.2	Té fonte/PVC DN50/75/125 ou DN50/75/125	u	1	37 500	37 500
2.4.3	Té fonte/PVC DN 50/125/50 ou 50/125/50	u	1	47 250	47 250
2.4.4	Té fonte/PVC DN 125/60-80-100/160 ou DE 125/ 63-90-110 /140	u	1	73 350	73 350
2.4.5	Té fonte/PVC DN 50/ 90-110 /50 ou DE 50/ 90-110 /50	u	1	45 000	45 000
2.5	Coude PVC 1/2 à brides, à emboîtement standard ou express				
2.5.1	Coude PVC 1/2 DN 50	u	2	15 100	30 200

2.5.2	Coude PVC 1/2 DN 63	u	1	15 100	15 100
2.5.3	Coude PVC 1/2 DN 110	u	1	24 500	24 500
2.5.4	Coude PVC 1/4 à brides, à emboîtement standard ou express				
2.5.5	Coude PVC 1/4 DN 50	u	6	14 800	88 800
2.6	Pièces de raccordement en fonte (BU, BE, adaptateur à brides, à emboîtement, ...)				
2.6.1	Pièce de raccordement DE 50	u	6	11 500	69 000
2.6.2	Pièce de raccordement DE 63	u	1	11 500	11 500
2.6.3	Pièce de raccordement DE 90	u	1	13 500	13 500
2.6.4	Pièce de raccordement DE 110	u	2	19 800	39 600
2.6.5	Pièce de raccordement DE 125	u	2	23 200	46 400
2.6.6	Pièce de raccordement DE 140	u	1	25 000	25 000
2.7	Branchement d'une borne et tous les accessoires de branchement	Ensemble	5	80 000	400 000
2.8	Branchement privé et accessoires de branchement	Ensemble	-	90 000	0
2.9	Vannes				
2.9.1	Vanne DN 63	u	3	200 000	600 000
2.9.2	Vanne DN 90	u	3	300 000	900 000
2.9.3	Vanne DN 110	u	2	400 000	800 000
<b>TOTAL II</b>					<b>5 433 420</b>
<b>III. Terrassement</b>					
3.1.	Déblais, remblais y compris lit de sable et pose	ml	7 341	2 500	18 351 875
<b>TOTAL III</b>					<b>18 351 875</b>
<b>IV. Borne fontaine - château d'eau</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
4.1	BORNE FONTAINE Borne fontaine à 3 robinets, canalisations et pièces de robinetterie : -le massif en béton -la réalisation du puits perdu -l'abri pour la borne fontaine, tout le terrassement et toutes sujétions	Ensemble	6	1 050 000	6 300 000
4.2	CHÂTEAU D'EAU Fourniture et pose d'un château d'eau métallique de 50m <sup>3</sup> de capacité avec une hauteur sous radier de 10 m (épaisseur mini de la tôle 6 mm) y compris : -l'ensemble des canalisations - alimentation -distribution - vidange trop plein -l'ensemble des pièces de raccordement -une clôture grillagée de 2 m de haut de 10 m *10 m avec une porte métallique fermant à clé -système de dosage de chlore avec 2 pompes -Etude géotechnique de la fondation	Ensemble	1	25 000 000	25 000 000
<b>TOTAL IV</b>					<b>31 300 000</b>
<b>V. Système de pompage</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)

5.	POMPE et ouvrages de captage Fourniture et pose d'un système de pompage comprenant : -Pièces de rechange pour 3 ans de fonctionnement -une pompe de type grundfos SP9-13 avec un débit Q=7 m3/h et une HMT de 77.24 m ; -le câblage nécessaire pompe ; pompe château d'eau, pompe groupe électrogène, l'ensemble contenu -dans une clôture grillagée de 2 mètres de hauteur de dimension 10 m * 10 m avec une porte métallique fermant à clé.	Forfait	1	3 200 000	3 200 000
6.	Fourniture et pose de champ solaire de 250 Wc, connecteurs, 5 batteries de 250 A, Tableau de commande, câble de liaison, pièces de rechange, cadre en alu, supports au sol, plateforme en béton et toute sujétion	Forfait	1	12 500 000	12 500 000
7	Convertisseur de 6 KW	Forfait	2	700 000	1 400 000
8	Onduleurs 10 KVA	Forfait	2	1 200 000	2 400 000
9	Coffret CU3	Forfait	2	75 000	150 000
<b>TOTAL V</b>					<b>19 500 000</b>
<b>VI. Finition et divers</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
6.	FINITION ET DIVERS				
6.1.	Epreuve de conduite	Forfait	1	1 100 000	1 100 000
6.2.	Essai général du réseau	Forfait	1	1 300 000	1 300 000
6.3.	Désinfection du réseau	Forfait	1	2 500 000	2 500 000
<b>TOTAL VI</b>					<b>4 900 000</b>
<b>VII. Equipements annexes</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
7.1	1. Le local pour le coffret et les commandes électriques et compteur	Forfait	1	1 950 000	1 950 000
7.2	Le bureau pour l'exploitant avec équipement	Forfait	1	5 000 000	5 000 000
7.3	Des toilettes (2) pour le personnel et les visiteurs	Forfait	1	1 000 000	1 000 000
7.4	Latrines VIP	Forfait	2	500 000	1 000 000
7.5	Clôture du terrain par un mur en agglos creux de 15 montés sur une fondation en béton armée suivant les conditions du terrain. Portillon de 1,20m Porte double battant 3, 50m.Hauteurs portes, portails et grillage 1,6m Périmètre : 200 m	Forfait	1	4 500 000	4 500 000
<b>TOTAL VII</b>					<b>13 450 000</b>
<b>VIII. Forage gros débit</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)

8.1	Réalisation d'un forage de gros débit >= 5 m <sup>3</sup> /h positif y compris les études d'investigations	Forfait	1	4 000 000	4 000 000
<b>TOTAL VIII</b>					<b>4 000 000</b>
<b>IX. Equipements électromécaniques</b>					
9.1	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme	u	1	1 000 000	1 000 000
9.2	Câble électrique 5 x 6 mm <sup>2</sup>	m	15	5 310	79 650
9.3	Câblette de terre Ø 29 mm <sup>2</sup>	m	50	2 950	147 500
9.4	câble électrique U1000 R02V de 5x6mm <sup>2</sup>	m	50	5 310	265 500
9.5	Câble électrique à immersion permanente de 4x4 mm <sup>2</sup>	m	80	4 956	396 480
9.6	Câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm <sup>2</sup>	m	10	1 652	16 520
9.7	Câbles d'électrodes de 1x1,5mm <sup>2</sup>	m	270	2 124	573 480
9.8	Coffret étanche pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage	u	1	289 100	289 100
9.9	Avertisseur sonore	u	1	53 100	53 100
9.10	Sonde de détection de niveau	u	3	26 550	79 650
9.11	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toute sujétion	u	1	265 500	265 500
9.12	Pressostat double seuil	u	1	265 500	265 500
9.13	Valve à flotteur, pose de câble enterré de 3X2,5 mm <sup>2</sup> , grillage avertisseur,	ens.	1	702 100	702 100
9.14	Installation électrique d'éclairage des locaux, câbles 3 x 2,5 mm <sup>2</sup> et canalisations, prises, réglettes et toute sujétion	ens.	1	383 500	383 500
<b>TOTAL IX</b>					<b>4 517 580</b>
<b>X. Formation et suivi</b>					
9.1	Formation des responsables d'exploitation et leur suivi pendant la période de garantie	u	1	3 000 000	3 000 000
<b>TOTAL X</b>					<b>3 000 000</b>

## Annexe 3 : le type de pompe choisi et ces performances

POMPES IMMERGÉES POUR EAUX SOUTERRAINES

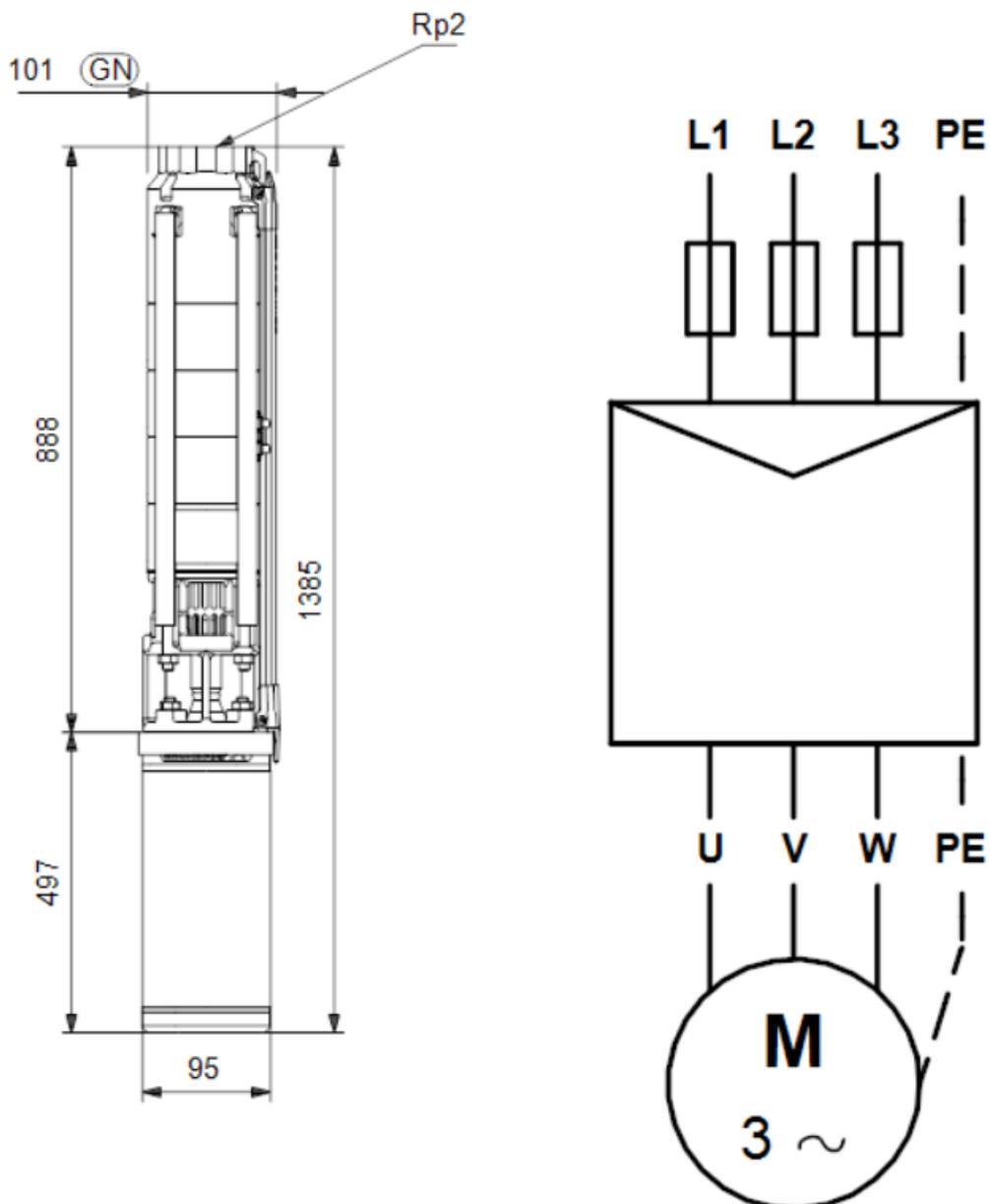
### SP 9-13

Code article 98699056

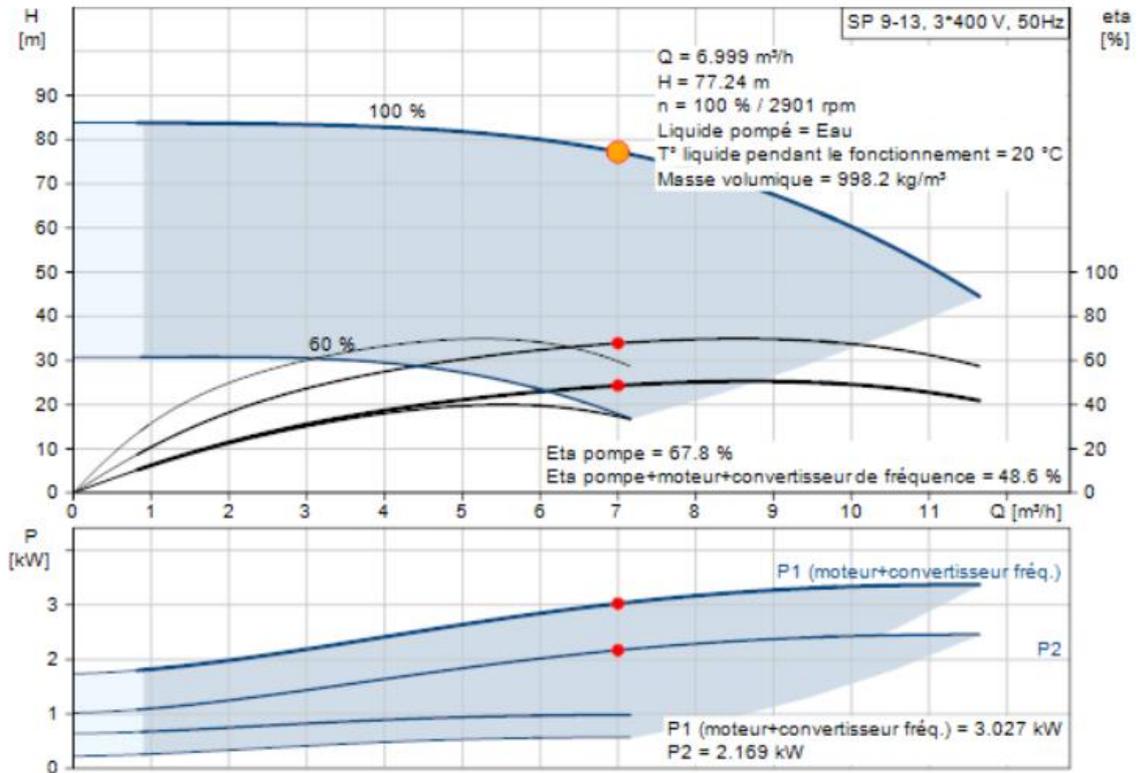
Convient à

- Captage des eaux souterraines

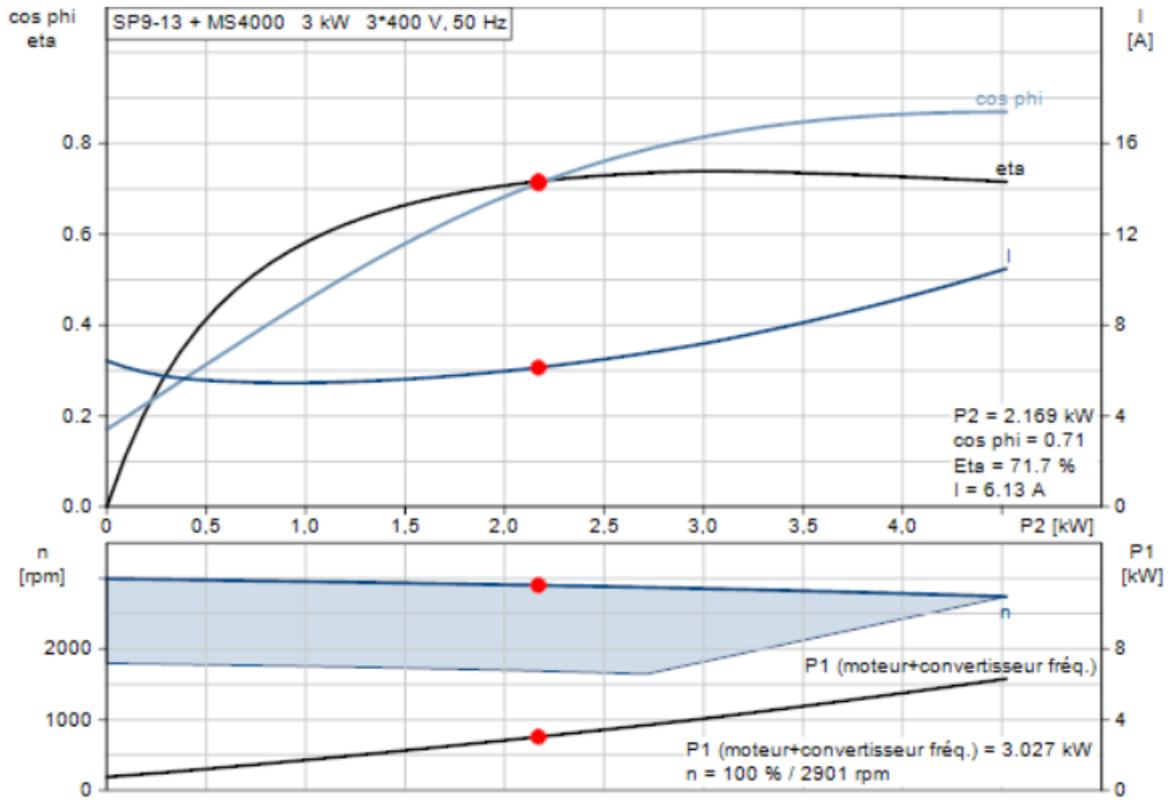
Les Grundfos SP sont des pompes de forage immergées conçues pour le pompage des eaux souterraines. Les pompes Grundfos SP sont toutes des pompes en acier inoxydable, disponibles en 3 qualités de matériaux. Elles conviennent aux forages de 4" à 6" et de 8" à 10". Les moteurs sont disponibles en 0,37-250 kW.



# PERFORMANCE



# MOTEUR



#### Annexe 4: Résultats du dimensionnement

## Résultats du dimensionnement

Type	SP 9-13
Quantité	1
Moteur	3 kW
Débit	7 m <sup>3</sup> /h
Pression	77.24 m
Puissance P1	3.027 kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement	2.169 kW
Eta pompe	67.8 %
Eta pompe+moteur	48.6 % =Eta pompe * Eta moteur
Conso. énergétique	3027 kWh/Année
Coût global (LCC)	8771 EUR /10Années