# ÉTUDE D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE SIMPLIFIÉ DANS LA LOCALITE DE BOLO, COMMUNE DE BOUGNOUNOU, REGION DE NANDO AU 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 (GEAAH)

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Présenté et soutenu publiquement le par

**BOUGOUMA Hamdiatou Sheraza (N° d'inscription : 20180627)**

**Directeur de mémoire :** Dr Angelbert Chabi BIAOU, Maître de Conférence (CAMES), 2IE

**Encadreur 2iE :** Dr Angelbert Chabi BIAOU, Maître de Conférence (CAMES), 2IE

**Maître de stage :** M. BAKO Brahima (Chef du Département Eau Potable et Assainissement) (CDEPA) à la Société d'Études, de Réalisation et d'Assistance Technique (SERAT)

**Structure (s) d'accueil du stage** : Société d'Études, de Réalisation et d'Assistance Technique (SERAT)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Amadou KEITA

Membres et correcteurs :

- Dr. Bruno KAFANDO
- M. Souleymane OUEDRAOGO

**Promotion [2025/2026]**

# DEDICACES

À **ALLAH**, le Tout-Puissant, pour Sa grâce infinie, Sa protection, Sa sagesse et les nombreuses bénédictions dont Il m'a comblé tout au long de mon parcours. Sans Lui, rien n'aurait été possible.

À mon **père**, pour les sacrifices consentis, les conseils prodigués, les valeurs transmises et le soutien indéfectible qui ont guidé chacun de mes pas vers la réussite.

À ma **mère**, pour son amour inconditionnel, ses prières constantes, son affection et son encouragement permanent. Sa présence et sa confiance ont toujours été une source de force et de motivation.

À moi-même, pour la persévérance, les efforts consentis, les défis surmontés et la détermination dont j'ai fait preuve tout au long de cette aventure académique. Que ce travail soit le témoignage de ma résilience et de ma volonté de toujours avancer malgré les obstacles.

# CITATIONS

*« Tout semble toujours impossible, jusqu'à ce que ce soit accompli. »*

**Nelson Mandela**

# REMERCIEMENTS

Ce mémoire a pu être réalisé grâce au soutien, à l'accompagnement et à la bienveillance de plusieurs personnes auxquelles j'exprime ma profonde gratitude.

Mes sincères remerciements s'adressent tout d'abord au personnel administratif et pédagogique de l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour la qualité de leur enseignement ainsi que pour leur encadrement rigoureux et formateur.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au Dr Angelbert Chabi BIAOU, mon encadrant académique à 2iE, pour sa disponibilité constante, ses conseils avisés et ses encouragements tout au long de ce travail.

Mes remerciements vont également à M. Saïdou KAFANDO, Ingénieur du Génie Rural et Directeur Général de SERAT Sarl, pour m'avoir accueilli au sein de sa structure en tant que stagiaire.

Je remercie aussi M. BAKO Brahima, Chef du Département Eau Potable et Assainissement à la Société d'Études, de Réalisation et d'Assistance Technique (SERAT), pour son encadrement et son appui technique durant le stage.

J'exprime ma profonde gratitude à ma famille pour son soutien moral, sa patience et ses encouragements constants.

Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

# RESUME

L'accès à l'eau potable demeure une problématique majeure dans les pays sahéliens. Au Burkina Faso, une part importante des populations rurales ne bénéficie toujours pas d'un service d'eau potable fiable et durable. Dans ce contexte, le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR), mis en œuvre par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA), bénéficie de l'appui financier du Groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD). Ce programme vise la réalisation de systèmes d'Adduction d'Eau Potable afin d'améliorer durablement l'accès à l'eau dans les zones à faible taux de desserte. Le présent travail porte sur la conception d'un système d'adduction d'eau potable dans le village de Bolo, situé dans la commune de Bougnounou. À l'horizon 2050, la population est estimée à **4 607 habitants**. Les besoins en eau au jour de pointe sont évalués à **141,92 m³/jour** et seront couverts à partir d'un forage d'un débit de **12,675 m³/h**, exploité pendant **14 heures par jour**. L'eau captée sera refoulée à travers des conduites en **PEHD DN 11O PN16 soit une longueur de 1478,05 m** vers un réservoir métallique surélevé de **10 mètres** par rapport au terrain naturel, d'une capacité de **80 m³**. L'alimentation de la pompe de type **SP 14-15** sera assurée par un système hybride composé d'un groupe électrogène **de 14 kVA**, d'un champ photovoltaïque de **8500 Wc** et d'un onduleur de **9,65 kVA**, garantissant ainsi la continuité de service. Le réseau de distribution, de type ramifié, s'étend sur **8 586,72 mètres** de conduites en **PVC PN10**. Il dessert **sept (7) bornes-fontaines** équipées chacune de **trois (3) robinets** débitant **0,25 l/s** chacun, ainsi que **369 branchements particuliers** projetés à l'horizon 2050. L'exploitation et la gestion de l'ouvrage seront confiées à un opérateur privé dans le cadre d'un contrat d'affermage. Le coût global du projet est estimé à **370 801 331 FCFA TTC**. Le coût de revient de l'eau est évalué à **302 FCFA/m³**, tandis que le prix de vente est fixé à **188 FCFA/m³**.

**Mots Clés :**

**1 -** Eau potable
**2 –** Distribution d'eau
**3 -** Adduction
**4 -** AEPS
**5 –** Bolo

# ABSTRACT

Access to safe drinking water remains a major challenge in Sahelian countries. In Burkina Faso, a significant proportion of the rural population still lacks reliable and sustainable access to potable water services. In this context, the Rural Water Supply and Sanitation Project (PEPA-MR), implemented by the Ministry of Environment, Water and Sanitation (MEEA), is financially supported by the African Development Bank (AfDB) Group. The project aims to develop Drinking Water Supply Systems (DWSS) to sustainably improve access to safe water in areas with low service coverage. This study focuses on the design of a drinking water supply system for the village of Bolo, located in the municipality of Bougnounou. By the year 2050, the population is projected to reach **4,607 inhabitants**. The peak daily water demand is estimated at **141.92 m³/day** and will be supplied by a borehole with a capacity of **12.675 m³/h**, operating for 14 hours per day. The abstracted water will be pumped through **1,478.05 m** of **HDPE DN110 PN16** pipeline to an elevated steel storage tank with a capacity of **80 m³**, installed **10 m** above ground level. The pumping system, equipped with a **GRUNDFOS SP 14-15 pump**, will be powered by a hybrid energy system consisting of a **14 kVA** diesel generator, an **8.5 kWp** photovoltaic array, and a **9.65 kVA** inverter, thereby ensuring continuous service. The branched distribution network extends **over 8,586.72 m** of **PVC PN10** pipelines. It supplies **seven (7) public standpipes**, each fitted with **three (3) taps** delivering **0.25 L/s**, as well as **369 projected household connections** by 2050. The operation and maintenance of the water supply system will be entrusted to a private operator under a lease **(affermage)** contract. The total project cost is estimated at **FCFA 370,801,331,** including all taxes. The unit production cost of water is estimated at **FCFA 302**/m³, while the selling price is set at **FCFA 188/m³**.

**Key words:**

**1 -** Potable water
**2 -** Water distribution
**3 -** Water supply
**4 -** SDWSS
**5 -** Bolo

# FICHE TECHNIQUE DU PROJET

| | |
|---|---|
| **1. Localisation** | |
| Villages | BOLO |
| Commune | Bougnounou |
| Province | Ziro |
| Région | Nando |
| **2. Données socio-économiques** | |
| Population en 2019 (habitants) | Population totale au RGPH 2019 |
| Taux de croissance Provincial | 2,47% |
| Population en 2050 | 4607 |
| Population desservie par l'AEP en 2050 (100%) | 4607 |
| Consommation spécifique BF (l/j/hbts) | 20 |
| Consommation spécifique BP (l/j/hbts) | 30 |
| Demande en eau du jour de pointe (m3/j) | 181,34 |
| **3. Château d'eau** | |
| Type | Métallique de forme cylindrique |
| Volume (m3) | 80 |
| Hauteur sous radier (m) | 10,00 |
| **4. Réseau de refoulement** | |
| Type | Refoulement du forage au château |
| Nature de conduite | PEHD DN 110 PN 16 de longueur totale 1478,05 m |
| **5. Réseau de distribution** | |
| Type de réseau | Mixte |
| Nature des conduites | Tuyaux PVC de longueur totale de 8586,72 m |
| | PVC DN 200 PN 10 : 289,70 m |
| | PVC DN 160 PN 10 : 634,19 m |
| | PVC DN 140 PN 10 : 3212,21 m |
| | PVC DN 110 PN 10 : 114,93 m |
| | PVC DN 90 PN 10 : 1377,73 m |
| | PVC DN 63PN 10 : 2957,96 m |
| **6. Forage** | |
| Nombre de forage | 1 |
| Débit d'exploitation | 12,675 m3/h |
| Niveau statique | 14,5 m |
| Niveau dynamique | 29,6 m |
| Profondeur maximale | 62,5 m |
| **7. Pompe** | |

| | |
|---|---|
| Débit | 12,7 m3/h |
| Hauteur manométrique totale (HMT) | 66,91m |
| Type | Hybride |
| Marque | GRUNDFOS SP 14-15 |
| Puissance nominale (kWh) | 4 |
| **8. Bornes fontaines et branchement particulier** | |
| Nombre de BF | Sept (7) |
| Nombre de BP au démarrage (horizon 2050) | Trois cent soixante neuf (369) demandeurs |
| **9. Source d'énergie** | |
| Type | Solaire |
| Puissance de panneaux Solaires | 8500 Wc |
| **10. Aspects financiers et gestion** | |
| Cout global estimatif du projet | En HTVA : 308 076 879 FCFA |
| | En TTC avec Imprévu + Cout suivi/controle : 370 801 331 FCFA |
| Prix de revient du m3 FCFA | 302 |
| Mode de gestion proposé | Affermage |

# LISTE DES ABREVIATIONS

| | |
|---|---|
| AEP | Adduction d'Eau Potable |
| AEPS | Alimentation en Eau Potable Simplifiée |
| APD | Avant-Projet Détaillé |
| AUE | Association des Usagers de l'Eau |
| BAD | Banque Africaine de Développement |
| BF | Borne Fontaine |
| BP | Branchement Privé ou Branchement Particulier |
| DN | Diamètre Nominal |
| HMT | Hauteur Manométrique Totale |
| INO | Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques |
| INSD | Institut National de la Statistique et de la Démographie |
| kWc | Kilowatt-crête |
| MAERAH | Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources Animales et halétiques |
| ODD | Objectif du Développement Durable |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| ONEA | Office National de l'Eau et de l'Assainissement |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| PAEA | Programme d'Approvisionnement en Eau et d'Assainissement |
| PGES | Plan de Gestion Environnementale et Sociale |
| PMH | Puits à motricité humaine |
| PN | Pression Nominale |
| PN-AEP | Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable |
| PNDES | Plan National de Développement Economique et Social |
| PVC | Polychlorure de Vinyle |
| RGPH | Recensement Général de la Population et de l'Habitat |
| SERAT | Société d'Etudes, de Réalisation et d'Assistance Technique |
| SONABEL | Société National d'Électricité du Burkina Faso |
| 2iE | Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement |

# TABLE DES MATIÈRES

**DEDICACES (OPTIONNEL)** ..... ii
**CITATIONS (OPTIONNEL)** ..... iii
**REMERCIEMENTS** ..... iv
**RESUME** ..... v
**ABSTRACT** ..... vi
**FICHE TECHNIQUE DU PROJET** ..... vii
**LISTE DES ABREVIATIONS** ..... ix
**TABLE DES MATIÈRES** ..... x
**LISTE DES TABLEAUX** ..... xiii
**LISTE DES FIGURES** ..... xiv
**INTRODUCTION** ..... 1
**I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE** ..... 1
**I.1. Présentation générale de la structure** ..... 1
**I.2. Mission et Vision stratégique** ..... 1
**I.3. Domaine** ..... 1
**I.4. Présentation de la zone d'étude** ..... 2
**I.4.1. Situation géographique** ..... 2
**I.4.2. Milieu physique** ..... 2
**I.4.2. Milieu biologique** ..... 4
**I.4.3. Milieu Socio-économique** ..... 5
**II. PRÉSENTATION DU PROJET** ..... 7
**II.1. Contexte de l'étude et problématique** ..... 7
**II.2. Objectif global** ..... 8
**II.3. Objectifs spécifiques** ..... 8
**II.4. Résultats attendus** ..... 8
**II.5. Diagnostic et états des lieux** ..... 9
**III. MATERIELS ET METHODES** ..... 9
**III.1. Méthodologie et conduite de l'étude** ..... 9
**III.1.1. Recherche documentaire** ..... 9
**III.1.2. Moyens mis en œuvre** ..... 9
**III.2. Méthodologie de conception du système (Hypothèses et calculs)** ..... 10
**III.2.1 Principe** ..... 10
**III.2.2. Horizon de dimensionnement** ..... 10

**III.2.3. Résultats de l'analyse de la consommation spécifique** ..... 10
**III.2.4. Taux de desserte** ..... 10
**III.2.5. Coefficient de pointe Journalier** ..... 11
**III.2.6. Coefficient de Pointe horaire** ..... 11
**III.2.7. Rendement du réseau** ..... 11
**III.2.8. Pression de service et vitesses** ..... 12
**III.2.9. Perte de charge** ..... 12
**III.3. Évaluation des besoins en eau** ..... 12
**III.3.1. Estimation de la population à l'horizon du projet** ..... 12
**III.3.2. Estimation des besoins en eau** ..... 13
**III.3.3. Détermination des débits** ..... 15
**III.4. Dimensionnement du système d'alimentation en eau potable** ..... 16
**III.4.1. Nature de la ressource et système de captage** ..... 16
**III.4.2. Réseau de refoulement** ..... 17
**III.4.3. Réseau de distribution** ..... 20
**III.4.4. Source d'énergie** ..... 24
**III.4.5. Dimensionnement du réservoir** ..... 26
**III.5. Choix des conduites** ..... 28
**III.6. Fontainerie et robinetterie** ..... 28
**III.7. Traitement de l'eau** ..... 29
**III.8. Analyse financière et économique** ..... 30
**IV. ETUDE TECHNIQUE ..... 30**
**IV.1. Evaluation des besoins** ..... 30
**IV.1.1. Evaluation de la population à l'horizon du projet** ..... 30
**IV.1.2. Évaluation des besoins** ..... 31
**IV.3. Réseau d'adduction** ..... 33
**IV.3.1. Dimensionnement de la conduite de refoulement** ..... 33
**IV.3.2. Calcul de la HMT et de la pompe** ..... 34
**IV.3.3. Étude du coup de bélier** ..... 35
**IV.3.4. Traitement de l'eau** ..... 36
**IV.3.5. Réservoir** ..... 36
**IV.4. Distribution** ..... 37
**IV.4.1. Tracé de réseau :** ..... 38
**IV.4.2. Dimensionnement du réseau de distribution** ..... 39
**IV.4.3. Simulation Epanet** ..... 41
**IV.4.3. Pose Conduites dans les tranchées** ..... 44
**IV.5. Source d'énergie** ..... 45

**IV.6. Ouvrage annexes** ..... 47
**IV.7. Proposition mode de gestion des systèmes de l'AEPS** ..... 48
**V. Étude Financière** ..... **49**
**V.1. Évaluation du cout du projet** ..... 49
**V.2. Prix de vente de l'eau** ..... 50
**V.2.1. Amortissement des investissements initiaux** ..... 50
**V.2.2. Charges d'exploitation** ..... 50
**V.2.3. Prix de vente du mètre cube d'eau** ..... 51
**VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL** ..... **52**
**VI.1. Cadre législatif régissant le projet** ..... 52
**VI.2. Composantes et phases du Projet** ..... 53
**VI.3. Indentification et évaluation des impacts** ..... 53
**VI.4. Plan de Gestion Environnemental et Social** ..... 54
**VI.5. Programme de surveillance et de suivi environnemental** ..... 54
**VII. Conclusion** ..... **55**
**VIII. Recommandations** ..... **56**
**Bibliographie** ..... **57**
**IX. Annexes** ..... **i**

# LISTE DES TABLEAUX

*Tableau 1: Répartition des ménages et de la population par quartier* ..... 5
*Tableau 2: Récapitulatif des ouvrages hydrauliques* ..... 9
*Tableau 3: Formules empiriques (diamètres des conduites de refoulement)* ..... 17
*Tableau 4: Conditions d'exploitation* ..... 26
*Tableau 5: Récapitulatif de l'évaluation de la population* ..... 31
*Tableau 6: Récapitulatif des demandes et besoins en eau potable* ..... 32
*Tableau 7: Récapitulatif du choix de la conduite d'adduction* ..... 33
*Tableau 8: Récapitulatif pour la HMT* ..... 34
*Tableau 9: Récapitulatif du point de fonctionnement (pompe)* ..... 34
*Tableau 10: Récapitulatif du coup de bélier* ..... 35
*Tableau 11: Récapitulatif du temps de traitement* ..... 36
*Tableau 12: Récapitulatif capacité du réservoir* ..... 36
*Tableau 13: Détermination du débit de distribution* ..... 37
*Tableau 14: Coordonnées des bornes fontaines* ..... 39
*Tableau 15: Récapitulatif du réseau de distribution* ..... 39
*Tableau 16: Récapitulatif des diamètres des conduites de distribution* ..... 41
*Tableau 17: Dimensions des tranchées des conduites* ..... 45
*Tableau 18: Caractéristiques du groupe électrogène* ..... 45
*Tableau 19: Détermination du champ voltaïque* ..... 46
*Tableau 20: Caractéristiques de l'onduleur* ..... 47
*Tableau 21: Coût du projet* ..... 49
*Tableau 22: Amortissement des investissements initiaux* ..... 50
*Tableau 23: Charges d'exploitation et d'entretien* ..... 51
*Tableau 24: Prix de vente du mètre cube d'eau* ..... 51
*Tableau 25: Programme de suivi environnemental pour L'AEPS* ..... 54
*Tableau 26: Comparaison des pressions* ..... x
*Tableau 27: Comparaison des vitesses* ..... xi
*Tableau 28: Programme de suivi environnemental* ..... xix
*Tableau 29: Programme de surveillance* ..... xx

# LISTE DES FIGURES

*Figure 1: Organigramme de la structure d'accueil* ..... 2
*Figure 2: Localisation de Bolo* ..... 1
*Figure 3: Réseau hydrographique de la commune de BOUGNOUNOU* ..... 4
*Figure 4: Graphe du point de fonctionnement (pompe)* ..... 35
*Figure 5: Tracé du réseau* ..... 38
*Figure 6: Simulation sur epanet* ..... 42
*Figure 7: Diagramme comparatif entre les pressions simulées et calculées* ..... 42
*Figure 8: Comparaison des pressions calculées sur excel et epanet* ..... 43
*Figure 9: Comparaison entre les vitesses simulées et calculées* ..... 43
*Figure 10: Comparaison entre les vitesses calculées sur excel et epanet* ..... 44
*Figure 11: Carnet des noeuds* ..... xiv
*Figure 12: Champ solaire (plan)* ..... xxv
*Figure 13: Local du groupe électrogène* ..... xxvi
*Figure 14: Plan du captage de la tête de forage* ..... xxvii
*Figure 15: Plan du local bureau/magasin* ..... xxviii
*Figure 16: Plan du local de traitement* ..... xxix
*Figure 17: Plan du regard by-pass* ..... xxx
*Figure 18: Plan du branchement particulier* ..... xxxi
*Figure 19: Plan de la borne fontaine* ..... xxxii
*Figure 20: Château d'eau métallique* ..... xxxiii

# INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable, fondement indispensable du développement des sociétés humaines, reste aujourd'hui caractérisé par de profondes inégalités, particulièrement dans les communautés rurales des pays du Sahel. Au Burkina Faso, garantir un approvisionnement durable en eau de qualité représente l'un des défis centraux des politiques publiques. Le Burkina Faso est confronté à un véritable défi. Le pays connaît une expansion démographique soutenue. Il exploite de plus en plus ses ressources naturelles. Et les mutations climatiques entraînent de nombreuses perturbations. Tout cela complique une situation qui est déjà très préoccupante.

Le gouvernement burkinabè a donc décidé de prendre des mesures pour répondre à ces enjeux. Il a fait de l'hydraulique villageoise une priorité nationale. Le gouvernement burkinabè a notamment lancé le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR). Piloté par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA) et bénéficiant du soutien financier du Groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD), ce programme d'envergure ambitionne de résorber les inégalités d'accès à l'eau dans les localités les moins bien desservies, en favorisant l'installation d'ouvrages hydrauliques adaptés, pérennes et techniquement performants.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le village de Bolo, relevant de la commune de Bougnounou dans la région de Nando. À l'image de nombreuses autres communautés rurales du pays, ce village souffre d'un manque criant d'infrastructures d'approvisionnement en eau potable. L'inexistence d'un réseau organisé d'adduction contraint les habitants à s'alimenter à partir de points d'eau non sécurisés, faisant peser des risques sanitaires considérables sur l'ensemble de la population, et plus particulièrement sur les femmes et les enfants.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le présent mémoire, dont le thème est : **« Étude d'un système d'adduction d'eau potable simplifié dans la localité de Bolo, commune de Bougnounou, région de Nando au Burkina Faso »**. Cette étude a pour ambition de concevoir un dispositif d'alimentation en eau potable à la fois techniquement réalisable et économiquement justifié, dimensionné pour couvrir les besoins actuels et anticipés des habitants à l'horizon 2050.

# I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE

## I.1. Présentation générale de la structure

Établie depuis 2006, la Société d'Études, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT) est un cabinet d'ingénierie privé burkinabè qui réunit en son sein des ingénieurs et des techniciens dotés d'une solide expérience professionnelle.

Sa capacité opérationnelle repose sur un socle de collaborateurs permanents qualifiés, renforcé ponctuellement par des techniciens et des experts-consultants externes. L'ensemble de ces ressources humaines intervient dans des domaines complémentaires, allant de la conception et de l'exécution des études à leur coordination, en passant par la gestion administrative et technique ainsi que le contrôle de l'avancement des travaux.

## I.2. Mission et Vision stratégique

La vocation première du bureau d'études SERAT est de participer activement au développement durable, tant au Burkina Faso qu'à l'échelle du continent africain, en mobilisant son savoir-faire au profit de ses différents secteurs d'intervention. Cette ambition se traduit par une vision clairement affirmée; celle de s'imposer comme une société d'ingénierie de référence, capable de délivrer des prestations de haut niveau en matière d'études techniques, de conseil stratégique et d'assistance auprès de ses clients.

## I.3. Domaine

Le bureau d'études offre une gamme variée de prestations, allant des études techniques (APS, APD), à l'élaboration des DCE, aux études économiques et de milieu (topographie, socio-économie, agroéconomie), en passant par le suivi-évaluation, le contrôle des travaux, l'assistance technique, la formation et l'intermédiation sociale. Ses domaines d'intervention couvrent l'eau potable, l'assainissement, la gestion environnementale, la mobilisation des ressources en eau, les aménagements hydro-agricoles ainsi que le génie civil et les travaux publics.

L'organigramme ci-dessous présente la structure organisationnelle de SERAT telle qu'elle se présentait en 2022.

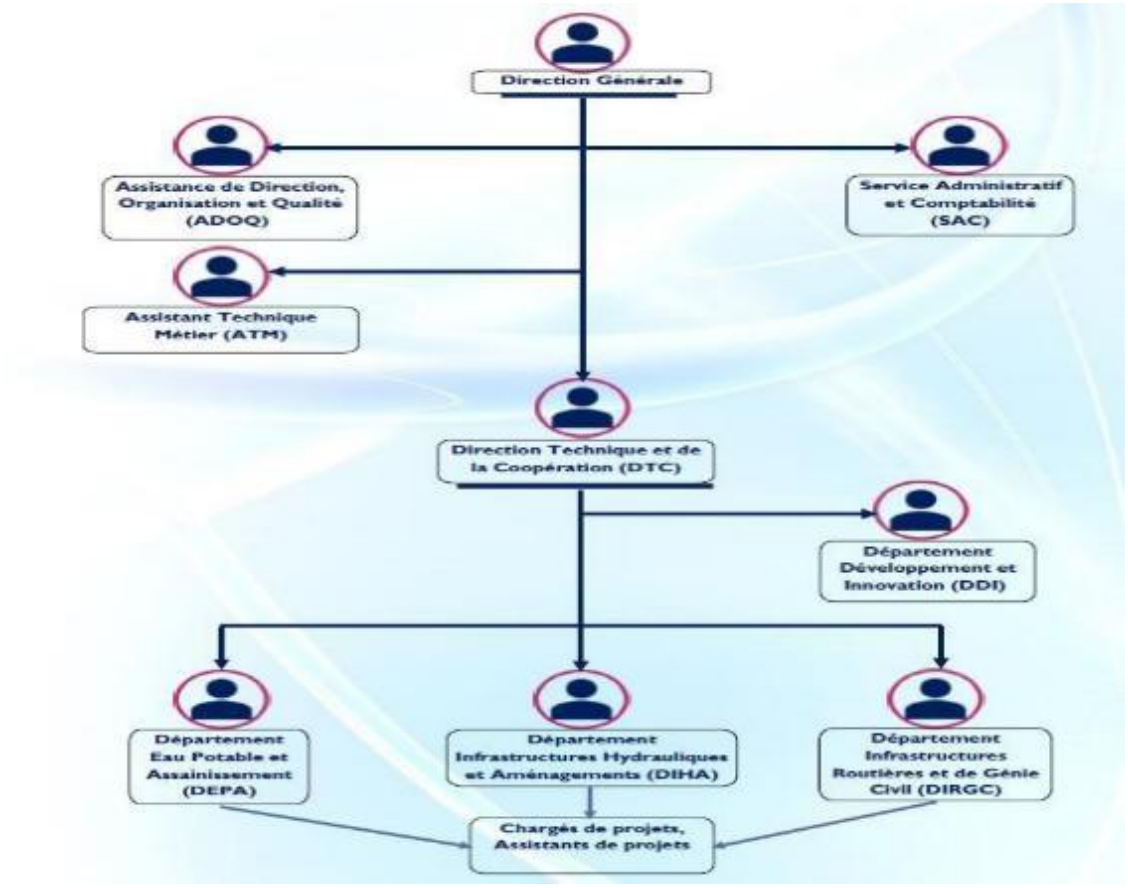



*Figure 1: Organigramme de la structure d'accueil,2006*

## I.4. Présentation de la zone d'étude

### I.4.1. Situation géographique

Sur le plan administratif, le village de Bolo est rattaché à la commune rurale de Bougnounou, qui relève de la province du Ziro, dans la région du Centre-Ouest. Sa localisation géographique le place à environ 33 km du chef-lieu de sa commune, et à près de 45 km de Sapouy, capitale provinciale. La distance qui le sépare de Koudougou, chef-lieu de région, est d'environ 65 km, tandis que la capitale nationale, Ouagadougou, se trouve à quelque 110 km. Le village est desservi par une voie d'accès en bon état, carrossable en toutes saisons.

Du point de vue des limites territoriales, le village de Bolo est délimité :

- À l'Est par le village de Salia ;
- À l'Ouest par le village de Zinou ;
- Au Sud par le village de Sune ;
- Au Nord par le village de Boumogo.

La carte ci-dessous représente la situation géographique de la localité de Bolo.

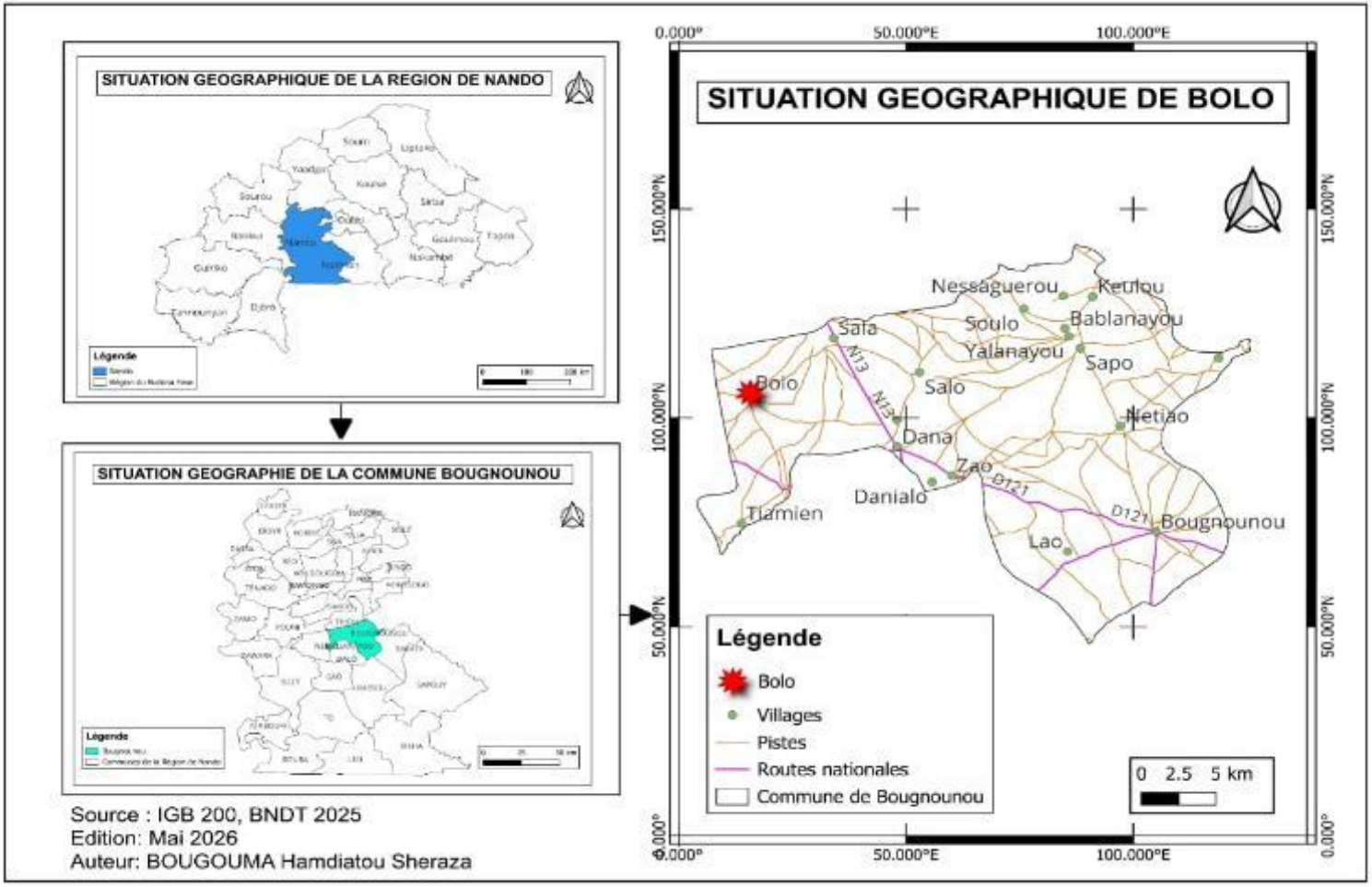



*Figure 2: Localisation de Bolo*

### I.4.2. Milieu physique

#### A) Relief

Le territoire de la commune de Bougnounou s'étire sur une pénéplaine aux reliefs plutôt homogènes, parsemée de collines, dômes granitiques, amas rocheux, buttes et vallons. Ce paysage illustre bien la géomorphologie générale du Burkina Faso, un pays au relief modéré avec une altitude moyenne généralement inférieure à 400 mètres.

#### B) Géologie

Le village de Bolo est construit sur une base géologique très ancienne, appelée socle précambrien. Cette base est faite de roches cristallines et métamorphiques très anciennes, datant de la période birimienne. On y trouve surtout des granites et des gneiss. Il y a aussi des schistes et des migmatites, mais uniquement à certains endroits.

Selon les endroits, une couche d'altération s'est formée au-dessus de ces roches. Cette couche est issue de la dégradation chimique et mécanique des roches. Elle est très importante, car elle permet aux eaux de pluie de s'infiltrer dans le sol et de recharger les nappes souterraines ***(MEA, 2021)***

#### C) Hydrogéologie

Sur le plan hydrogéologique, la région de Bolo est intégrée au système des aquifères du socle cristallin, composé de deux niveaux distincts : une couche superficielle d'altérites et un horizon profond fissuré. Les réserves d'eau souterraine se trouvent principalement dans ces zones fracturées et altérées, ce qui explique la forte variation des débits observée entre les différents forages. La recharge de ces nappes dépend presque exclusivement des précipitations durant la saison humide, les rendant vulnérables aux sécheresses et aux variations climatiques annuelles. Ainsi, la productivité des puits est variable, nécessitant une localisation précise des forages et une conception rigoureuse des systèmes d'alimentation en eau pour garantir une exploitation durable de cette ressource précieuse ***(Alle, 2025).***

#### D) Climat

La commune de Bougnounou se trouve dans une zone climatique particulière, dite soudano-sahélienne. Elle est délimitée par deux lignes de précipitations : 600 mm et 900 mm.

Ce type de climat couvre une grande partie de la région centrale du pays. Il se caractérise par une saison sèche et une saison des pluies bien distinctes. La saison sèche dure environ huit mois, d'octobre à mai. Durant cette période, le vent dominant est l'harmattan. Il souffle de novembre à février et est sec et frais. Les températures sont généralement modérées, autour de 23 °C, au milieu de cette saison. Cependant, elles peuvent fortement augmenter en fin de saison sèche, allant de 21 °C à 45 °C. La saison des pluies, quant à elle, est influencée par la mousson. Celle-ci provient du sud-ouest et apporte des précipitations de juin à septembre. C'est cette eau qui permet l'agriculture dans la région ***(PCD, 2019),***

### E) Hydrographie

La commune de Bougnounou possède un réseau hydrographique très développé. Ce réseau est centré autour de six cours d'eau principaux. Il est complété par de nombreux étangs et petits ruisseaux. Les eaux de la commune de Bougnounou s'écoulent majoritairement du nord-est vers le sud-ouest. La rivière Dana constitue la principale source d'eau pour les villages situés à l'extrême nord, notamment le village de Yalanayou. La rivière Dana suit un axe nord/sud-ouest. Le réseau hydrographique dense de la commune de Bougnounou a permis la construction d'infrastructures de stockage d'eau. Il y a un barrage d'un volume de 500 000 m³ à Sala. Il y a également une retenue collinaire d'un volume de 20 000 m³ à Dana. Les eaux souterraines de la commune de Bougnounou sont exploitées grâce à des forages équipés de pompes manuelles et des puits traditionnels ***(PCD, 2019).***

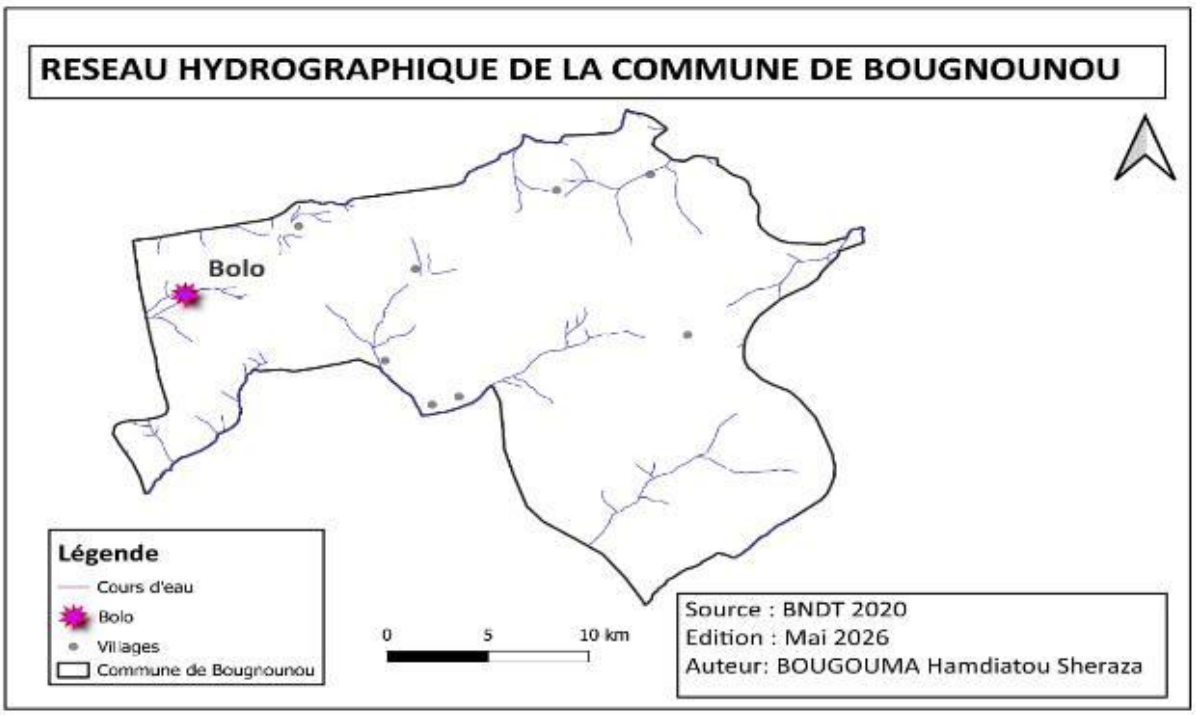



*Figure 3: Réseau hydrographique de la commune de BOUGNOUNOU*

### F) Sols

Deux grandes catégories de sols caractérisent le territoire de la commune : les sols ferrugineux tropicaux et les lithosols sur cuirasse ferrugineuse. Les sols ferrugineux tropicaux peuvent prendre des formes hydromorphes ou indurées. Leur texture varie entre le sable et le sable-argileux, avec une profondeur qui peut aller de 40 à 100 cm. Le développement de ces sols est souvent freiné par une couche de cuirasse qui limite l'enracinement des plantes. Ils s'étendent sur environ 237 km², soit 46,43 % de la zone. Leur potentiel agricole est considéré comme moyen. Ils sont bien adaptés pour la culture de céréales telles que le sorgho et le maïs, ainsi que pour la culture du coton. Les lithosols, quant à eux, sont des sols peu développés. Ils sont souvent liés à des cuirasses ou à des affleurements rocheux. Ils ont une très faible profondeur et une faible valeur agronomique. Ces sols occupent la majorité du territoire communal, s'étendant sur environ 273 km², soit 53,57 % de la superficie totale ***(PCD, 2019).***

## I.4.2. Milieu biologique

### A) Végétation

La végétation naturelle de la commune est principalement constituée de formations de type savane arbustive à savane arborée, dont l'état de conservation est fortement altéré par les pressions humaines, notamment l'exploitation du bois et les défrichements liés à l'extension des terres agricoles. Dans la partie nord de la commune, les espèces ligneuses les plus représentées

sont le *Lannea microcarpa*, le *Combretum glutinosum*, le *Piliostigma reticulatum* et l'*Acacia nilotica*.

Au centre et à l'ouest du territoire, la végétation est dominée par le *Detarium microcarpum*, le *Piliostigma thonningii* et le *Combretum glutinosum*. Le long des cours d'eau se développent des forêts-galeries composées d'espèces ripicoles, parfois bien fournies, parmi lesquelles figurent le *Mitragyna inermis*, l'*Anogeisus leiocarpus*, le *Terminalia macroptera* et le *Piliostigma thonningii*. La strate herbacée, discontinue dans l'ensemble du paysage, est principalement constituée de *Loudetia togoensis*, *Andropogon gayanus*, *Cymbopogon gayanus*, *Pennisetum pedicellatum* et *Oryza* spp., avec des peuplements plus denses dans les bas-fonds et les zones riveraines bénéficiant d'une meilleure alimentation hydrique. En saison des pluies, les plans d'eau sont fréquemment envahis par des nénuphars (*Nymphaea lotus*).

Les formations végétales naturelles subissent aujourd'hui de multiples pressions (coupes de bois, feux de brousse, surpâturage et exploitation agricole intensive) qui menacent leur pérennité à moyen terme. Cette situation appelle une surveillance accrue et la mise en œuvre de mesures de protection par le service de l'Environnement et du Cadre de Vie ***(PCD, 2019).***

### I.4.3. Milieu Socio-économique

#### A) Aspect socio-démographique

D'après les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) réalisé en 2019 par l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD,2022), le village de Bolo comptait 2 159 habitants, avec une légère prédominance féminine : les femmes représentaient 55,56 % de la population, soit 1 202 personnes, contre 44,32 % d'hommes, soit 957 personnes. En appliquant le taux d'accroissement naturel régional de 2,52 %, la population projetée pour 2025 s'établissait à environ 2 506 habitants. Sur le plan culturel, la population se compose majoritairement de Mossis (60 %) et de Gourounsis (40  Le village est organisé en quatre quartiers regroupant au total 245 ménages, dont la répartition par quartier est détaillée dans le tableau ci-après, ***(SERAT, 2025).***

*Tableau 1: Répartition des ménages et de la population par quartier* ***(SERAT, 2025)***

| N° d'ordre | Quartiers | Nombre de ménages | Population totale | Nombre moyen de personnes par ménage |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Boubounouyou | 50 | 800 | 16 |
| 2 | Azoliadé | 60 | 900 | 15 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Maneyou | 55 | 700 | 13 |
| 4 | Bouyou | 80 | 1000 | 13 |
| Total | - | **245** | **3400** | **≈14** |

On remarque que les ménages sont assez grands, avec une moyenne de 10 à 14 personnes selon les quartiers. Cela montre que les familles élargies sont très présentes dans le village.

Les maisons sont dispersées ou semi-groupées et la plupart sont construites en banco. Cependant, on voit de plus en plus de maisons construites avec des matériaux modernes comme les parpaings en ciment.

Le niveau d'éducation est généralement bas. Beaucoup de chefs de ménage n'ont pas eu accès à l'éducation de base.

Cependant, ces résultats ne sont pas fiables à cause du contexte de l'insécurité dans les sous régions. Le nombre de déplacé interne ne fait qu'évoluer, ce qui ne permet pas d'avoir des valeurs satbles. Ainsi, durant mon étude, ma projection s'est donc basée sur RGPH 2019.

Le village est dynamique avec beaucoup de mouvements de population. De nouvelles personnes arrivent, mais en même temps, beaucoup de jeunes partent pour les villes. Ces deux mouvements contribuent à la croissance démographique du village ***(SERAT, 2025)***

### B) Activités socio-économiques

L'économie locale de Bolo repose sur quatre piliers principaux : l'agriculture, l'élevage, l'artisanat et le commerce, l'agriculture constituant la source de revenus prédominante pour la grande majorité des ménages.

- **Agriculture**

L'agriculture est l'activité centrale de la vie économique du village, pratiquée par la quasi-totalité des habitants. Elle associe cultures vivrières (maïs, sorgho blanc et sorgho rouge) et cultures de rente, principalement le sésame et l'arachide. Le maraîchage est également présent, avec une vingtaine de producteurs répartis dans les différents quartiers du village.

- **Élevage**

L'élevage occupe une place importante dans l'économie locale, avec un cheptel diversifié et conséquent :

- Petits ruminants (ovins et caprins) : environ 8 000 têtes ;

- Grands ruminants (bovins) : environ 3 500 têtes ;
- Porcins et asins : respectivement environ 800 et 500 têtes ;
- Volaille : élevée par la plupart des ménages.

En saison sèche, le bétail adopte un mode de vie nomade et s'abreuve principalement aux forages et aux puits du village.

- **Commerce et infrastructures marchandes**

Le village dispose d'un tissu commercial modeste composé de boutiques, de kiosques et de buvettes. Certains commerçants se spécialisent dans la vente de bétail, de volailles et de produits lubrifiants.

- **Artisanat et autres services**

Sur le plan artisanal, le village compte huit maçons et six mécaniciens qui y travaillent. Il y a également quatre chasseurs qui exercent leur activité dans les hameaux de Bouyou et Imanya. D'autre part, la coupe du bois est une activité réalisée principalement par des personnes qui viennent d'ailleurs et qui représente un complément pour les habitants. Et enfin, l'orpaillage est une activité économique qui prend de plus en plus d'importance et qui pousse de nombreux jeunes à aller dans d'autres localités de la région pour trouver de meilleures opportunités de gagner de l'argent.. ***(SERAT, 2025)***

# II. PRÉSENTATION DU PROJET

## II.1. Contexte de l'étude et problématique

Au Burkina Faso, l'accès à l'eau potable présente de grandes différences entre les zones urbaines et rurales. Dans les villes, la situation est globalement acceptable grâce aux installations gérées par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Cependant, dans les zones rurales, où vit la majorité de la population, il y a un grand manque d'eau potable, ce qui oblige les habitants à utiliser des sources d'eau non sécurisées. Cela a des conséquences graves pour la santé : boire de l'eau non traitée favorise la propagation de maladies liées à l'eau, comme les diarrhées, le choléra ou la typhoïde. Ces maladies ont des effets particulièrement graves sur les jeunes enfants et contribuent de manière significative à la mortalité infantile.

Pour résoudre ces problèmes, le gouvernement du Burkina Faso a renforcé ses efforts à travers plusieurs programmes, notamment le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable, qui vise à assurer un accès durable et équitable à l'eau potable, tout en réduisant les disparités entre les différentes régions. Dans cette même dynamique, et avec le soutien financier de la Banque Africaine de Développement (BAD), le gouvernement a lancé le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR), dont les objectifs portent sur l'amélioration de l'accès à l'eau potable, le renforcement de l'assainissement et la consolidation de la gouvernance sectorielle.

Dans le cadre du volet dédié aux études et au renforcement des capacités de ce projet, des études techniques sont conduites en vue de préparer des investissements dans plusieurs régions, dont le Centre-Ouest et le Centre-Sud. C'est dans ce cadre que le bureau d'études SERAT a été mandaté pour réaliser les études de faisabilité d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) dans le village de Bolo, commune de Bougnounou, en vue d'améliorer durablement les conditions d'accès à l'eau potable des populations.

## II.2. Objectif global

Cette étude vise de manière générale à améliorer les conditions d'accès à l'eau potable des habitants de Bolo, par la conception et la mise en place d'un système d'alimentation adapté, dimensionné pour couvrir les besoins de la population sur un horizon d'environ vingt-cinq (25) ans.

## II.3. Objectifs spécifiques

De manière plus ciblée, l'étude poursuit les objectifs suivants :

- Concevoir et dimensionner le système technique d'alimentation en eau potable ;
- Estimer le coût global de réalisation du projet ;
- Évaluer les impacts environnementaux et sociaux du projet et élaborer un Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).

## II.4. Résultats attendus

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

- L'étude technique du système d'adduction en eau potable est réalisée ;
- Le coût de la réalisation du système d'adduction en eau potable est évalué ;

- L'impact environnemental et social du projet suivi d'un plan de gestion environnemental et social est analysé

## II.5. Diagnostic et états des lieux

L'approvisionnement en eau de la population de Bolo repose principalement sur les Points d'Eau Modernes (PEM), qui comprennent des forages équipés de Pompes à Motricité Humaine (PMH) ainsi que des puits modernes. Les puits traditionnels sont également utilisés pour certains usages domestiques courants. Au total, le village dispose de 12 points d'eau potable recensés et présentés dans le tableau ci-après.

*Tableau 2: Récapitulatif des ouvrages hydrauliques*

| Désignation | Nombre |
|---|---|
| Forage en panne | 5 |
| Forage fonctionnel | 6 |
| PEA | 1 |

# III. MATERIELS ET METHODES

## III.1. Méthodologie et conduite de l'étude

### III.1.1. Recherche documentaire

La phase documentaire a consisté à collecter et analyser diverses sources d'information fiables afin d'approfondir la connaissance de la zone d'étude, en particulier la région du Centre-Ouest, et de s'appuyer sur les expériences antérieures en matière d'alimentation en eau potable, tant à l'échelle nationale que locale. Des documents internes au bureau d'études ont également été exploités. Les principales références consultées sont :

- Les rapports définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (INSD 2019) ;
- Le document du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PN-AEP 2016) ;
- Le rapport socio-économique du site étudié ***(SERAT, 2022)***.

### III.1.2. Moyens mis en œuvre

Le traitement et l'analyse des données ont nécessité le recours aux outils suivants :

- Un ordinateur portable ;
- Les logiciels Microsoft Office Word et Excel pour la rédaction du mémoire et le dimensionnement du système d'alimentation en eau potable ;
- Les logiciels Google Earth pro, Qgis, Epanet, Autocad 2019 pour respectivement le tracé du réseau, la production de la carte portant sur la zone d'étude, la simulation du réseau, le dessin des différentes pièces de raccordement.

## III.2. Méthodologie de conception du système (Hypothèses et calculs)

### III.2.1 Principe

La conception du système d'alimentation en eau potable tient compte des infrastructures hydrauliques existantes, telles que les pompes à motricité humaine et les puits modernes. L'approche retenue consiste à compléter ces équipements afin d'améliorer significativement la disponibilité et l'accessibilité de l'eau potable pour les populations bénéficiaires.

### III.2.2. Horizon de dimensionnement

Le système d'alimentation en eau potable de Bolo est dimensionné pour répondre aux besoins des populations jusqu'à l'horizon 2050, soit une durée de service de 25 ans à compter de 2025.

### III.2.3. Résultats de l'analyse de la consommation spécifique

Le PN-AEP, document de référence nationale en matière d'eau potable, fixe les consommations spécifiques à l'horizon 2030 à 15 l/jour/personne pour les bornes-fontaines et à 20 l/jour/personne pour les branchements particuliers. Le décret n°2019-204 établit quant à lui des normes propres au milieu rural et urbain: 20 l/jour/personne pour les points d'eau modernes (PEM), 25 l/jour/personne pour les bornes-fontaines et 40 l/jour/personne pour les branchements particuliers.

L'horizon du présent projet étant fixé à 2050, soit au-delà de celui du PN-AEP, une évolution à la hausse des consommations est à anticiper. En conséquence, les valeurs retenues pour le dimensionnement sont de 20 l/jour/personne au niveau des bornes-fontaines et de 30 l/jour/personne pour les branchements particuliers.

### III.2.4. Taux de desserte

L'estimation des besoins en eau intègre les données socio-économiques de la zone, notamment l'évolution démographique projetée et les perspectives de développement local. En cohérence

avec les objectifs d'accès universel à l'eau potable fixés par le PN-AEP, il est prévu que le futur système d'AEP assure 80 % de la couverture des besoins, les 20 % restants étant couverts par les Points d'Eau Modernes (PEM) existants. À l'horizon du projet, il est prévu que le système d'AEP assure 100% de la couverture des besoins.

### III.2.5. Coefficient de pointe Journalier

Le coefficient de pointe journalier permet d'évaluer la production maximale nécessaire sur une journée et conditionne le dimensionnement des ouvrages de captage et de stockage. En zone sahélienne, cette pointe survient généralement lors des périodes de forte chaleur. Sa valeur est habituellement comprise entre 1,05 et 1,15. Pour ce projet, la valeur de 1,15 a été retenue.

### III.2.6. Coefficient de Pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire (Cph) rend compte des variations de la demande en eau au cours de la journée, notamment lors des pics de consommation matinaux et vespéraux. Il varie généralement de 1,5 pour les grandes agglomérations de plus de 200 000 habitants, à 2,5 – 3 pour les petites localités de moins de 10 000 habitants. Ce coefficient peut être estimé à l'aide de la formule suivante :

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} \qquad (1)$$

Avec

$C_{ph}$: Coefficient de pointe horaire de distribution

La population de Bolo étant inférieure à 10 000 habitants à l'horizon du projet, et au regard des résultats obtenus par le calcul, la valeur de 2,75 a été retenue comme coefficient de pointe horaire de référence.

### III.2.7. Rendement du réseau

L'eau mobilisée dans le cadre de cette étude est d'origine souterraine. Les pertes en eau se concentrent principalement au niveau des conduites d'adduction et de distribution, et peuvent résulter de fuites, de ruptures de canalisations ou de la dégradation progressive des installations. Ces pertes se situent généralement entre 10 % et 20 % du volume distribué. Pour ce projet, elles ont été estimées de manière progressive, en tenant compte du vieillissement du réseau : 3 % durant les trois premières années, 5 % au cours des neuf années suivantes, puis 10 % pour le reste de la durée de vie du projet.

### III.2.8. Pression de service et vitesses

Une pression minimale de service de 5 mCE a été adoptée pour ce projet. En conditions de pointe horaire, les vitesses d'écoulement dans les conduites PVC du réseau de distribution doivent s'inscrire dans la plage suivante : une vitesse minimale comprise entre 0,2 et 0,3 m/s et une vitesse maximale comprise entre 1,00 et 1,20 m/s ***(OUEDRAOGO, 2005)***.

### III.2.9. Perte de charge

Les pertes de charge se produisent lorsque l'énergie de l'eau en mouvement dans des tuyaux diminue progressivement. Cela se passe principalement à cause des frottements entre l'eau et les parois des tuyaux. Ces pertes dépendent du débit d'eau et de la longueur des sections de tuyau. Il existe deux types de pertes de charge. Les pertes linéaires sont causées par les frottements le long des tuyaux. Les pertes singulières, quant à elles, sont dues à des éléments du réseau comme les vannes, les coudes et les raccords.

En général, on estime que les pertes singulières représentent 5 % des pertes linéaires pour les conduites d'adduction d'eau et 10 % pour celles de distribution.

Les calculs hydrauliques seront menés à l'aide de la formule de Darcy-Weisbach, dont la précision est supérieure à celle d'autres formules empiriques, en raison du nombre de paramètres qu'elle intègre.

$$\Delta_H = \frac{8\lambda\, L\, Q^2}{\pi^2 g\, D^5} \times 1,05\ ou\ 1,10 \qquad (2)$$

Avec :

$\Delta_H$ : Les pertes de charges totales exprimées en mètre (m)

Q : Le débit traversant la conduite exprimée en ($m^3$/s) ;

L : La longueur de la conduite de refoulement exprimée en mètre (m) ;

D : Le diamètre intérieur de la conduite exprimée en mètre (m) ;

g : accélération de la pesanteur (9,81 $m/s^2$);

**ג: coefficient de frottement de Darcy-Weisbach.**

## III.3. Évaluation des besoins en eau

### III.3.1. Estimation de la population à l'horizon du projet

La population à desservir constitue un paramètre fondamental pour l'évaluation des besoins en eau et le dimensionnement des infrastructures d'alimentation en eau potable. Les données démographiques utilisées dans cette étude sont issues du Recensement Général de la Population

et de l'Habitat (RGPH) de 2019. Le taux d'accroissement retenu est celui de la province concernée, soit 2,47 %, reflétant la dynamique démographique propre à la zone du projet.

En 2019, la population du village de Bolo était estimée à 2 159 habitants. Afin de projeter son évolution jusqu'à l'horizon du projet, le modèle de croissance géométrique a été adopté. Ce modèle repose sur l'hypothèse que la population augmente chaque année de manière proportionnelle à son effectif, selon un taux constant. La projection démographique est réalisée à partir de la formule de Thomas Malthus ***(INSD, 2019)*** :

$$\boldsymbol{P_n = P_0 + (1+\propto)^n} \qquad \textbf{(3)}$$

Avec

$P_n$: population projetée à l'année n;

$P_n$: population projetée à l'année de reférence;

α : Taux d'accroissement de la population ;

n : Nombre d'année d'intervalle.

### III.3.2. Estimation des besoins en eau

La demande de pointe journalière représente le volume maximal d'eau consommé par la population au cours d'une journée. Son évaluation repose sur la prise en compte des besoins domestiques, des besoins annexes, du coefficient de pointe journalier et des pertes enregistrées sur le réseau. Les différents calculs sont présentés ci-après.

- **Besoins domestiques**

Les besoins domestiques correspondent au volume d'eau nécessaire quotidiennement à chaque habitant pour satisfaire ses besoins physiologiques et sanitaires essentiels. Ils dépendent principalement de l'effectif de la population desservie et de la consommation spécifique retenue. Leur estimation s'effectue à l'aide de la formule suivante ***(LEMBONE Honoré, 2023)***.

$$\boldsymbol{B_{dom} = \frac{CsBF \times pop \times TdBF + Pop \times CsBP \times TdBP}{1000}} \qquad \textbf{(4)}$$

Avec :

$B_{dom}$: Besoins domestiques journaliers ($m^3$/j) ;

CsBF : Consommation spécifique au niveau des bornes fontaines (l/j/pers) ;

CsBP : Consommation spécifique au niveau des branchements particuliers ;

Pop : Population totale desservie (hbts) ;

TdBF : Taux de desserte des bornes fontaines (%) ;

TdBP : Taux de desserte des branchements particuliers (%)

- **Besoins non domestiques (besoins annexes)**

Les besoins annexes regroupent les consommations en eau liées aux activités économiques, aux infrastructures sanitaires et aux établissements scolaires, distinctes des usages strictement ménagers. Leur prise en compte est indispensable pour assurer une couverture globale et cohérente de l'ensemble des besoins en eau de la communauté. Faute de données suffisamment précises dans le rapport socio-économique disponible, ces besoins ont été forfaitairement estimés à 10 % des besoins résidentiels.

- **Besoins globaux en eau**

Les besoins globaux correspondent à la somme des besoins domestiques et des besoins annexes.

$$\boldsymbol{B_g = B_{dom} + B_{ann}} \qquad \textbf{(5)}$$

Avec :
Bg : Besoins moyens globaux ($m^3$/j) ;
Bdom : Besoins domestiques ($m^3$/j) ;
Bann : Besoins annexes ($m^3$/j).

- **Besoins en eau du jour de pointe**

Pour déterminer ces besoins, il suffit de multiplier le coefficient de pointe choisi par la consommation journalière en eau. Ainsi les besoins en eau du jour de pointe se calculent en utilisant la formule suivante :

$$\boldsymbol{B_{pj} = B_j + C_{pj}} \qquad \textbf{(6)}$$

Avec :
Bpj : Besoins en eau du jour de pointe ($m^3$/j).
Cpj : Coefficient de pointe journalier (1.15).

- **Demande en eau du jour de pointe**

La demande d'eau correspond à la demande réelle après déduction des pertes d'eau. Ainsi, la formule est la suivante :

$$\boldsymbol{B_p = \frac{B_{pj}}{n}} \qquad \textbf{(7)}$$

Avec :

Bp : Besoins en eau de production du jour de pointe (m3/j) ;

$n$: Rendement du réseau.

### III.3.3. Détermination des débits

- **Débit d'adduction**

Dans un réseau d'adduction fonctionnant généralement sous pression, l'écoulement de l'eau peut s'effectuer soit par gravité, soit par refoulement. Dans le cadre de cette étude, le choix s'est porté sur un refoulement direct afin de garantir le bon fonctionnement du système. L'alimentation en eau est assurée par des forages exploitant les nappes souterraines, dont la qualité est généralement bonne. La formule ci-après permet de l'obtenir :

$$\boldsymbol{Q_{add} = \frac{Bg \times Cpj}{\eta r \times Tp}} \qquad \textbf{(8)}$$

Avec :

Qadd : Débit d'adduction en ($m^3$/j) ;

Bg: Besoin journalier global en ($m^3$) ;

Tp: Temps de pompage (h) et $\eta r$: Rendement du réseau en (%).

- **Débit de distribution**

Le débit de pointe du réseau de distribution est obtenu en faisant la somme des débits maximaux observés aux BF et au BP. Il représente le débit maximal que le système doit fournir pour couvrir les besoins en eau pendant la période de forte demande.

- **Débit de pointe aux bornes fontaines**

Le débit de pointe aux BF représente la situation dans laquelle toutes les bornes fontaines fonctionnent simultanément à leur capacité maximale, estimée à 1.5 l/s. Il peut être déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$\boldsymbol{Q_{phbf} = \frac{(B_{bf} + B_{adf}) \times Cpj \times Cph}{\eta r \times Tp \times 3{,}6}} \qquad \textbf{(9)}$$

Avec :

Qphbf : Débit de pointe au niveau des BF en (L/s)

❖ **Débit de pointe au niveau des branchements privés**

La distribution de l'eau à travers les BP est assurée sur une plage horaire de 24 h/j. Pour les besoins de dimensionnement, les consommations annexes (écoles, centre de santé, mosquées,etc.) sont incluses dans les besoins couverts par les BP. Le débit de pointe est alors estimé selon la formule suivante :

$$Q_{phbp} = \frac{(B_{bp}+B_{abp})\times Cpj\times Cph}{\eta r\times 24\times 3{,}6} \quad (10)$$

Avec :

Qphbp : Débit de pointe horaire en (L/s)
Bbp : Besoins en eau au niveau des BP en ($m^3$/j)
Babp : Besoins annexes BP
Cpj : coefficient de pointe journalier
Cph : coefficient de pointe horaire
$\eta r$: Rendement du réseau en (%)

❖ **Débit de pointe du dimensionnement**

Le débit de pointe pour le dimensionnement du réseau de distribution correspond à la des débits de pointe horaire enregistré au niveau des BP et des BF.

$$Q_{ph} = Q_{phbf} + Q_{phbp} \quad (11)$$

Avec :
Qph : Débit de pointe horaire en (l/s)
Qphbf : Débit de pointe au niveau des BF en (l/s)
Qphbp : Débit de pointe horaire au niveau des BP en (l/s)

## III.4. Dimensionnement du système d'alimentation en eau potable

### III.4.1. Nature de la ressource et système de captage

L'alimentation en eau de la zone d'étude sera assurée par un forage exploitant la nappe souterraine. Parmi les différentes options d'approvisionnement envisageables, cette solution s'impose comme la plus fiable et la plus aisée à mettre en œuvre. Les forages fournissent en effet une eau généralement de bonne qualité, nécessitant peu de traitement préalable, ce qui

contribue à réduire sensiblement les coûts d'exploitation. Le traitement de l'eau sera assuré par chloration.

Dans le cadre du projet de Bolo, il a été décidé de mobiliser les eaux souterraines via des ouvrages de captage associés à un dispositif de chloration, une solution jugée plus économique et plus efficace que le recours aux eaux de surface. Le forage existant, d'une capacité de 12,675 m³, permettra de couvrir les besoins en eau de la population jusqu'à l'horizon du projet.

### III.4.2. Réseau de refoulement

#### A) Diamètres des conduites de refoulement

Les conduites de refoulement ont pour fonction d'acheminer l'eau depuis l'ouvrage de captage jusqu'au réservoir de stockage, tandis que les colonnes montantes assurent le transfert de l'eau du forage vers ces mêmes conduites. Le diamètre des conduites de refoulement sera déterminé à l'aide de formules empiriques adaptées, tandis que celui des colonnes montantes sera calculé à partir de l'équation de continuité. ***(Faye, 2020)***

*Tableau 3: Formules empiriques (diamètres des conduites de refoulement)*

| Formules | Expressions des formules |
|---|---|
| Bresse | D (m) = 1.5× $\sqrt{\{Q(m^3\}/\mathrm{s})}$ |
| Bresse modifié | D (m) = 0.8× $\sqrt[3]{Q(m^3/s)}$ |
| Munier | D(m) = [1+(0.02×n)]× $\sqrt{Q(m^3/s)}$ |
| Bedjaoui | D(m) = 1.27× $\sqrt{Q(m^3/s)}$ |
| Bonnin | D(m) = $\sqrt{Q(m^3/s)}$ |

Pour la colonne montante, la formule utilisée est :

$$\boldsymbol{Q = U + S} \qquad \textbf{(12)}$$

$$\boldsymbol{D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi U}}} \qquad \textbf{(13)}$$

Avec :

Q : Débit d'adduction exprimée en ($m3$Q: Débit ($m^3/s$) ;

n : Temps de pompage exprimé en heure (nous allons considérer n=14h) ;

D : Diamètre exprimé en mètre (m) ;

U : Vitesse d'écoulement (m/s)

La vitesse sera calculée comme suit :

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2_{int}} \quad (14)$$

À partir des résultats obtenus des différentes formules empiriques, la conduite à retenir est celle qui respecte à la fois la condition de vitesse économique GLS et celle du flamant.

- **Condition de flamant :**

$$V(\mathrm{m/s}) \leq \mathrm{D\,(m)} + 0.6 \quad (15)$$

- **Condition GLS :**

$$V(\mathrm{m/s}) \leq \left(\frac{D(mm)}{50}\right)^{0,25} \quad (16)$$

### B) Détermination de la hauteur Manométrique Totale (HMT)

La hauteur manométrique totale correspond à la pression nécessaire qu'une pompe doit fournir pour assurer le transport de l'eau à travers un système de tuyauterie, depuis le niveau dynamique du forage jusqu'à la cote de déversement du réservoir. Elle représente un paramètre essentiel dans le choix du type de pompe à utiliser (LEMBONE Honoré, 2023). À l'aide de la formule de Darcy, les pertes de charge linéaires ont été déterminées sur l'ensemble de la conduite, tandis que les pertes de charge singulières ont été estimées à 5 % des pertes de charge linéaires. La relation utilisée est donnée ci-dessous :

$$HMT = \sum \Delta H + H_g \quad (17)$$

$$H_g = Cote\ de\ déversement - Cote\ ND \quad (18)$$

Avec :

Hg : hauteur géométrique (m) ;

Cote ND : cote du niveau dynamique (m) ;

$\sum \Delta H$ : somme des pertes de charge (m).

Le choix de la pompe a été effectué sur le site de GRUNDFOS.

### C) Étude et vérification du phénomène du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène fréquent observé dans les conduites lors d'une ouverture ou d'une fermeture brusque d'une vanne, ou encore lors d'un arrêt soudain de la pompe. Il engendre une variation de pression qui se propage à travers toute la conduite et peut provoquer

des dommages sur le réseau. Afin de prévenir ce risque, il est indispensable de vérifier l'apparition éventuelle de ce phénomène ou de prévoir des dispositifs de protection adaptés, tels qu'un ballon anti-bélier. Pour évaluer la présence ou non de ce phénomène dans les différentes conduites du réseau étudié, la démarche suivante a été adoptée.

- **Calcul de la célérité des ondes provoquées par le coup de bélier**

La célérité des ondes provoquées par le coup de bélier sera déterminée par la formule d'Allievi dont la formule est :

$$\boldsymbol{C = \frac{\sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}}}{\sqrt{1+\frac{D\varepsilon}{Ee}}}} \quad \textbf{(19)}$$

Avec :

C : Célérité de l'onde en (m/s) ;

$\varepsilon$ : Elasticité de l'eau en (N/m²) ;

$E$ : Elasticité du matériau en (N/m²) ;

$e$: $Epaisseur\ de\ la\ conduite$ (m).

- **Calcul de la perturbation est donnée par la formule d'ALLIEVI-JOUKOVSKI**

$$\boldsymbol{\Delta P = \frac{C \times v}{g}} \quad \textbf{(20)}$$

Avec :

$\Delta P$ : variation de la pression (m) ;

V : vitesse maximale dans le réseau d'adduction (m/s) ;

H0 représente la hauteur manométrique du réseau est donnée par la formule, dans le cas d'une pompe immergée de forage. La formule est la suivante :

$$\boldsymbol{H0 = HMT - ND\ max} \quad \textbf{(21)}$$

Avec :

$ND\ max$ : niveau dynamique maximal.

Hmax représente la pression maximale engendrée par un coup de bélier en cas de suppression et est donnée par la formule suivante :

$$Hmax = H0 + \Delta P \quad (22)$$

Hmin représente la pression minimale engendrée par un coup de bélier en cas de dépression et est donnée par la formule suivante :

$$Hmin = H0 - \Delta P \quad (23)$$

En cas de coup de bélier par suppression, nous avons la relation suivante :

$$\frac{Hmax}{PN} > 1.2\ H \quad (24)$$

Avec :

PN : pression nominale de la conduite.

En cas de coup de bélier par dépression, nous avons de la relation suivante :

$$Hmin < Patm \quad (25)$$

Avec :

Patm = pression atmosphérique (m).

### III.4.3. Réseau de distribution

#### A) Choix du type de réseau et choix du mode distribution

Le réseau retenu est de type ramifié. Cette architecture se distingue par sa facilité de mise en œuvre, son coût de réalisation relativement modéré et son adéquation aux contextes ruraux caractérisés par un habitat dispersé.

L'alimentation en eau sera assurée par écoulement gravitaire, à partir d'un réservoir positionné à une altitude supérieure à celle de l'ensemble du réseau. La hauteur d'implantation du réservoir devra être suffisante pour garantir une pression de service satisfaisante en tout point du réseau, en particulier au niveau du nœud le plus éloigné ou le plus défavorablement situé.

#### B) Tracé du réseau

Le tracé du réseau a été réalisé avec soin en tenant compte de plusieurs critères essentiels afin d'assurer son efficacité et son adaptation aux réalités du terrain :

- ✓ **Points de desserte :** Les bornes-fontaines ont été implantées en concertation avec la population, conformément aux recommandations du Programme National d'Adduction

d'Eau Potable (PN-AEP), qui prévoient une borne-fontaine pour 500 habitants et une distance maximale de 500 m entre les points d'eau et les habitations. Le tracé a également pris en compte la possibilité de futurs branchements privés ainsi que la répartition des points d'eau modernes déjà fonctionnels dans le village. Les emplacements définitifs ont été retenus conformément aux normes en vigueur.

- ✓ **Implantation du réservoir :** Le choix de l'emplacement du réservoir a été effectué en considérant les caractéristiques topographiques du site ainsi que la localisation du forage sélectionné pour l'AEP. Cette implantation vise à optimiser les réseaux d'adduction et de distribution tout en garantissant une couverture adéquate des besoins en eau et une pression de service satisfaisante.
- ✓ **Axes des principales voies :** Les principaux chemins et les voies de circulation ont été identifiés pour faciliter la pose des conduites. Cela permet une meilleure intégration du réseau dans l'environnement existant. De cette façon, les contraintes et les perturbations sont limitées.
- ✓ **Propriétés privées et sites sacrés :** Une attention particulière a été portée au tracé afin d'éviter les propriétés privées ainsi que les lieux à caractère sacré. Cette démarche traduit la volonté de respecter les droits fonciers et les valeurs socioculturelles de la communauté.
- ✓ L'ensemble de ces éléments a permis de concevoir un tracé de réseau fonctionnel, adapté aux conditions locales et répondant aux besoins de la population desservie tout en respectant son environnement.

**C) Calcul des débits du dimensionnement des tronçons**

❖ **Débit spécifique**

Pour le calcul du débit spécifique, seuls les débits provenant des branchements privés sont pris en considération. Dans cette approche, il est supposé que la population soit uniformément répartie sur l'ensemble de la zone desservie. Le débit spécifique peut ainsi être déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{tBP}}{\sum L_i} \qquad (26)$$

❖ **Débit en route**

Le débit en route correspond au débit nécessaire pour couvrir les besoins en eau répartis le long d'un tronçon de conduite. Dans cette approche, il est supposé que la consommation soit

uniformément distribuée sur l'ensemble de la longueur du tronçon considéré. Ce débit est déterminé à l'aide de la relation suivante :

$$\boldsymbol{Q_r = Q_{sp} \times \sum L_i} \quad \textbf{(27)}$$

- **Dimensionnement des conduites de distribution**

Le dimensionnement des conduites de distribution doit respecter des critères de vitesse d'écoulement compris entre 0,30 m/s et 1,50 m/s. Dans le cadre de cette étude, une vitesse moyenne de 1 m/s a été retenue pour les calculs. Le diamètre des conduites peut alors être déterminé à partir de la relation suivante :

$$\boldsymbol{D_{th} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times U_{hyp}}}} \quad \textbf{(28)}$$

Avec :

$Dth$ : Diamètre théorique calculé en (m) ;

$Uhyp$ : Vitesse d'hypothèses de l'écoulement (m/s) ;

Q : Débit d'eau dans la conduite en ($m3$

- **Calcul de la ligne de charge**

Le calcul de la ligne de charge a pour objectif de déterminer la hauteur d'eau minimale nécessaire à l'entrée du réseau afin d'assurer une alimentation adéquate de l'ensemble du système. Dans le cadre de cette étude, la cote de référence retenue correspond à celle du fond du réservoir.

- **Cote piézométrique minimale imposée au niveau de chaque Noeud**

La cote piézométrique au niveau d'un nœud est donnée par :

$$\boldsymbol{Z_{min} = P_{ser} + Z_{TN} + \sum \Delta H} \quad \textbf{(29)}$$

- **Cote minimale du radier du réservoir**

La hauteur minimale du radier du réservoir doit être déterminée de manière à assurer, au niveau de chaque nœud du réseau, les débits et les pressions nécessaires au bon fonctionnement du système. Elle correspond à la valeur maximale des hauteurs piézométriques requises aux différents points de distribution. Cette hauteur est calculée à partir de la relation suivante :

$$Z_{radier} = max(Z_{min}) \quad \textbf{(30)}$$

❖ **Calcul de la pression réelle au niveau des nœuds**

La pression effective au niveau d'un point donné du réseau, appelé nœud, dépend de plusieurs paramètres, notamment la hauteur minimale du radier du réservoir, les pertes de charge enregistrées le long du tronçon reliant le réservoir au nœud considéré, ainsi que l'altitude du terrain à ce point. Elle peut être déterminée à partir de la relation suivante :

$$P_r = Z_{min} - Z_{TN} - \sum \Delta H \quad \textbf{(31)}$$

Avec :

$Z_{min}$ : Cote piézométrique au niveau du nœud en (m)
$P_r$ : Pression réelle au nœud en (m) ;
$Z_{TN}$ : Cote du terrain naturel au nœud ($m^3/s$) ;
$\sum \Delta H$ : Somme des pertes de charge calculées tronçon par tronçon jusqu'au nœud en (m) ;
$Z_{radier}$ : Cote minimale du radier du réservoir en (m) ;
$P_{ser}$ : Pression de service (m).

❖ **Dimensionnement des bornes fontaines**

Le nombre de bornes-fontaines à installer est déterminé en fonction de la population à desservir, conformément aux normes en vigueur. Chaque borne-fontaine doit assurer la desserte d'un maximum de 500 habitants. De plus, leur implantation doit être réalisée de manière à ce qu'aucun usager n'ait à parcourir une distance supérieure à 500 mètres pour y accéder.

❖ **Détermination du nombre de BF**

Le nombre de BF nécessaire est déterminé grâce à la formule suivante :

$$N_{BF} = \frac{\textbf{Nombre d'habitant à desservir par BF}}{\textbf{500}} \quad \textbf{(32)}$$

❖ **Détermination du débit d'une BF**

Le débit d'une borne-fontaine correspond à la somme des débits fournis par l'ensemble de ses robinets. Dans le cadre de cette étude, chaque borne-fontaine sera équipée de trois (03) robinets,

chacun ayant un débit nominal de 0,25 L/s. Par conséquent, le débit total d'une borne-fontaine sera de 0.75 L/s.

❖ **Pose de conduites**

Les conduites du réseau seront posées en tranchées, c'est-à-dire enterrées, afin d'assurer leur protection contre les intempéries et de réduire les contraintes liées à l'occupation de l'espace en surface. Dans la mesure du possible, leur implantation sera réalisée en bordure des voies de circulation existantes afin de faciliter les travaux et l'exploitation du réseau. Les dimensions des fouilles nécessaires à la pose des conduites, notamment la profondeur et la largeur, seront déterminées à l'aide des relations appropriées suivantes :

$$l \geq D(m) + 0.5 \quad (33)$$

$$H \geq D(m) + 0.8 \quad (34)$$

Avec :

L : largeur des fouilles en m ;

H : profondeur des fouilles en m ;

D : diamètre nominal de la conduite en m.

### III.4.4. Source d'énergie

Deux sources d'énergie ont été envisagées pour alimenter le système de pompage : l'énergie solaire photovoltaïque et un groupe électrogène à moteur thermique. Afin de garantir la continuité et la fiabilité de l'alimentation, une solution hybride combinant ces deux sources a été retenue. L'énergie solaire sera utilisée en priorité durant les heures d'ensoleillement, tandis que le groupe électrogène jouera un rôle de secours, n'étant mobilisé qu'en cas de défaillance ou d'indisponibilité du système solaire.

❖ **Dimensionnement des panneaux solaire**

Le système d'alimentation retenu repose sur le principe du pompage direct, sans recours à un dispositif de stockage d'énergie. La pompe sera alimentée exclusivement par l'énergie produite par les panneaux solaires et fonctionnera uniquement pendant les périodes où l'ensoleillement est suffisant pour fournir la puissance nécessaire à son fonctionnement. Ainsi, le pompage sera directement conditionné par la disponibilité de l'énergie solaire au cours de la journée.

$$P_c = \frac{g \times Q_{pj} \times HMT \times \rho \times T_{ens}}{3600 \times \eta_{p,m} \times \eta_{gen} \times \eta_{ond} \times Ei} \quad (35)$$

Le nombre de panneaux solaires est :

$$\boldsymbol{N_p = \frac{P_c}{P_U}} \quad \textbf{(36)}$$

- **Dimensionnement de l'onduleur**

L'onduleur est un équipement électronique dont le rôle est de convertir le courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif compatible avec les équipements électriques. Cette conversion est indispensable pour permettre l'utilisation de l'énergie solaire par les différents appareils alimentés ou pour son intégration au système électrique. La puissance requise de l'onduleur peut être déterminée à partir de la relation suivante :

$$\boldsymbol{P_{ond} = \frac{P_{mp} \times K}{\eta_p \times cos\emptyset}} \quad \textbf{(37)}$$

Avec : $P_c$ *: Puissance du champ solaire en (Wc) ;* $P_U$ *: Puissance unitaire d'un champ solaire en (Wc) ;* $P_{ond}$ *: Puissance de l'onduleur en (Wc) ;* $P_{mp}$ *: Puissance de la pompe ;* $\eta_{p,m}$ *: Rendement pompe + moteur ;* $\eta_p$ *: Rendement de la pompe ;* $\eta_{gen}$ *: Rendement générateur* $\eta_{ond}$ *: Rendement onduleur ; K : coefficient de correction = 1.05 ;* $cos\emptyset$ *: Facteur de puissance = 0.8 ; Ei : ensoleillement minimal 5.5 KWh/m²/j et* $T_{ens}$ *: Temps d'ensoleillement*

- **Dimensionnement du groupe électrogène**

Afin d'assurer la continuité de l'alimentation énergétique, notamment en période d'absence d'ensoleillement, un groupe électrogène sera prévu comme source d'énergie de secours. La puissance apparente nécessaire de ce groupe, exprimée en kVA, sera déterminée à partir de la relation suivante :

$$\boldsymbol{P_{ap} = Max\left(2 \times \frac{g \times \rho \times Q \times HMT}{\eta_{pm} \times cos\emptyset};\ 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times cos\emptyset}{1000} \times 1,25\right)} \textbf{(38)}$$

Avec :

$I_n$ : courant nominal en (A)

$U$ : Tension en (V)

$Q$ : Débit pompé en ($m^3/s$)

### III.4.5. Dimensionnement du réservoir

#### A) Capacité de stockage

Le dimensionnement du réservoir est effectué sur la base des besoins journaliers de pointe afin d'assurer une alimentation régulière du réseau de distribution gravitaire. La capacité utile du réservoir sera déterminée à l'aide de la méthode simplifiée. Les valeurs forfaitaires de capacité de stockage retenues pour cette méthode sont présentées dans le tableau ci-dessous ***(Faye, 2020).***

*Tableau 4: Conditions d'exploitation*

| Condition d'exploitation | Capacité Utile |
|---|---|
| Adduction nocturne | 90% du volume journalier |
| Adduction avec pompage solaire (8h) | 50% du volume journalier |
| Adduction continue (24h/24h) | 30% du volume journalier |
| Adduction de jour, durant les périodes de consommation | 10% à 30% du volume journalier |

Notre réseau étant un réseau d'adduction continue 24/24, nous choisirons 30% de la consommation de pointe journalière pour le calcul des volumes théorique des réservoirs. Ce choix permet de disposer d'une réserve suffisante pour faire face aux variations de la demande, aux éventuelles perturbations de l'exploitation et pour garantir la continuité du service tout en assurant une disponibilité satisfaisante de l'eau pour les usagers.

#### B) Choix du type de réservoir

Le réservoir que nous allons utiliser pour ce projet est en métal et a une forme cylindrique. Ce type de réservoir est très utilisé dans les petites villes qui ont des systèmes pour fournir de l'eau potable. Les gens l'aiment parce qu'il est fiable et présente de nombreux avantages. On va l'installer au point le plus haut de la zone que nous étudions, comme le montrent les résultats de l'étude du terrain. Cela nous permettra d'avoir une pression suffisante dans les tuyaux et de distribuer l'eau de manière efficace sans avoir besoin de pompes.

Nous avons choisi ce type de réservoir parce que nous avons déjà de l'expérience avec lui. De plus, il coûte moins cher que les réservoirs en béton armé, surtout pour les petites quantités d'eau. Et il est plus rapide à installer, ce qui est un plus pour notre projet. Si vous voulez voir les détails du réservoir, vous pouvez regarder les plans en annexe. Ils vous donneront une idée plus précise de ce à quoi il ressemblera.

### C) Calcul de dimension caractéristiques

Les dimensions du réservoir ont été déterminées à partir de la formule de calcul du volume d'un cylindre. Le diamètre et la hauteur du réservoir ont été ajustés de manière à obtenir le volume utile précédemment calculé. La relation pour calculer le volume du réservoir est :

$$\boldsymbol{V = \frac{\pi \times D\hat{}2}{4} \times H} \quad \textbf{(39)}$$

Avec :

V : Volume du réservoir en m3 ;

H : Hauteur du réservoir en m ;

D : Diamètre en m.

### D) Contrôle du temps de contact et de séjour

La vérification du temps de contact et du temps de séjour de l'eau dans le réservoir est une étape clé dans la conception d'un système d'eau potable. Elle garantit que l'eau distribuée aux usagers soit de bonne qualité.

- ✓ **Temps de contact (Tc) :** un temps de contact insuffisant peut compromettre l'efficacité de la désinfection et accroître le risque de présence de micro-organismes pathogènes dans l'eau distribuée. Pour une désinfection au chlore, une durée minimale de contact de 2 heures est généralement recommandée. La vérification de ce paramètre permet ainsi de s'assurer que l'eau bénéficie d'un traitement adéquat avant sa distribution aux consommateurs.

$$\boldsymbol{Tc = \frac{C_u}{Q_{mh}} \geq 2h} \quad \textbf{(40)}$$

Avec :

$Tc$ : Temps de contact

$C_u$ : capacité utile ($m^3$)

$Q_{mh}$: Débit moyen horaire de distribution ($m^3/h$)

- ✓ **Temps de séjour (Ts) :** le temps de séjour de l'eau dans le réservoir doit être suffisamment maîtrisé afin de préserver sa qualité. Un temps de séjour excessif peut favoriser la stagnation de l'eau et le développement de micro-organismes, entraînant ainsi une dégradation de sa qualité. Pour garantir l'efficacité de la désinfection au chlore et limiter ces risques, le temps de séjour de l'eau dans le réservoir doit rester inférieur à deux (02) jours.

$$Ts = \frac{C_u}{B_{jp}} \leq 2j \quad (41)$$

Avec :

Ts : Temps de séjour (j) ;

$B_{jp}$: Besoin de pointe journalier ($m^3/j$)

## III.5. Choix des conduites

Le Le diamètre minimal choisi pour les conduites principales du réseau est de 63 mm. Les conduites du réseau de distribution seront réalisées en PVC avec une pression nominale de 10 bars, notée PN10. En revanche, la conduite de refoulement sera fabriquée en PEHD avec une pression nominale de 16 bars, notée PN16.

Le choix de la pression nominale de 16 bars pour la conduite de refoulement est dû aux surpressions possibles engendrées par le phénomène de coup de bélier lors de l'exploitation du système. En ce qui concerne le réseau de distribution, une pression nominale de 10 bars est considérée comme suffisante, car les pressions de service y sont généralement modérées.

## III.6. Fontainerie et robinetterie

Afin d'assurer le bon fonctionnement, l'exploitation et la maintenance du réseau, plusieurs équipements de protection, de contrôle et de régulation seront installés. Ces dispositifs sont indispensables pour garantir la continuité du service, faciliter les interventions et préserver les performances du système. Il s'agit notamment de :

- ✓ **Les vannes de sectionnement :** elles permettent d'isoler certains tronçons du réseau lors des opérations de maintenance ou de réparation, sans interrompre le fonctionnement de l'ensemble du système.
- ✓ **Les vidanges :** sont installées aux points les plus bas du réseau. Elles permettent d'évacuer l'eau des conduites lors des opérations de nettoyage, de maintenance ou de purge. Cela contribue à maintenir la qualité de l'eau.
- ✓ **Les ventouses :** sont placées aux points les plus hauts du réseau. Elles évacuent l'air accumulé dans les canalisations et empêchent la formation de poches d'air. Cela permet d'éviter les perturbations dans l'écoulement de l'eau.
- ✓ **Les compteurs d'eau :** mesurent les volumes d'eau distribués. Ils aident à suivre les consommations et facilitent la gestion du service d'alimentation en eau.

L'installation de ces équipements contribue à renforcer la fiabilité, la sécurité et l'efficacité du réseau, tout en facilitant son exploitation et son entretien.

## III.7. Traitement de l'eau

L'eau exploitée dans le cadre de ce projet provient de nappes souterraines, généralement caractérisées par une bonne qualité physico-chimique et une protection naturelle contre les sources de contamination. Toutefois, afin de garantir sa qualité sanitaire avant sa distribution, un traitement par chloration est prévu. Le chlore est utilisé comme désinfectant dans l'eau potable. Son effet durable permet de protéger l'eau dans les réseaux de distribution. Le chlore est facile à trouver et peu coûteux.

On peut le mettre dans l'eau de différentes façons : avec des pompes spéciales, des injecteurs ou des pastilles. Pour cette étude, une pompe doseuse a été choisie.

- **Estimation de la masse de chlore nécessaire au jour de pointe à l'horizon du projet**

Afin d'assurer une désinfection efficace de l'eau distribuée, il est nécessaire de déterminer la quantité de chlore à utiliser durant la journée de pointe à l'horizon de dimensionnement du projet. La masse de chlore requise peut être calculée à l'aide de la relation suivante :

$$\boldsymbol{m_{chl} = D \times D_{jp}} \quad \textbf{(42)}$$

Avec :

$m_{chl}$ : Masse du chlore au jours de pointe en (kg/j) ;

D : Dose du chlore pour le traitement (mg/l)

Q : Demande en eau du jour de pointe ($m^3/j$)

- **Dimensionnement de la pompe doseuse et des bacs de solution chlorée**

Afin de garantir une désinfection efficace de l'eau, il est nécessaire de dimensionner correctement la pompe doseuse et les bacs de préparation de la solution chlorée. Ce dimensionnement permet d'assurer une injection continue et adaptée du désinfectant. Le débit de la pompe doseuse peut être déterminé à l'aide de la relation suivante :

$$\boldsymbol{q_p = \frac{d \times Q}{C}} \quad \textbf{(43)}$$

$$\boldsymbol{V_{bac} = q_p \times T} \quad \textbf{(44)}$$

Avec :

$q_p$ : débit d'injection de la solution de chlore en (l/h)

$V_{bac}$ : Volume du BAC

Q : Débit d'eau traitée ($m^3/h$)

T : Temps de traitement

d : Dose de traitement en (mg/l)

Selon les recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), la concentration en chlore résiduel dans l'eau distribuée doit être maintenue dans une plage comprise entre 0,5 et 5 mg/L afin de garantir une désinfection efficace. Au Burkina Faso, les pratiques du laboratoire national de l'ONEA consistent à maintenir une teneur en chlore comprise entre 0,5 et 1,5 mg/L pour les eaux souterraines, assurant ainsi une protection sanitaire adéquate tout au long du réseau de distribution.

## III.8. Analyse financière et économique

L'analyse financière vise à évaluer la viabilité économique et la durabilité du système d'alimentation en eau potable. À cet effet, le prix de revient du mètre cube d'eau est déterminé en prenant en compte l'ensemble des coûts liés à la production et à la distribution de l'eau, depuis sa captation jusqu'à sa mise à disposition des consommateurs. Cet indicateur permet d'apprécier le coût réel du service et constitue un outil d'aide à la définition d'une tarification adaptée. Le prix de revient du mètre cube d'eau est calculé à l'aide de la relation suivante :

$$\boldsymbol{P_r = \frac{\sum A_i + \sum C_i}{\sum V_i}} \quad \textbf{(45)}$$

Avec :

$P_r$ : le prix de revient du $m^3$ d'eau ;

A(FCFA) : le montant des dotations aux amortissements ;

C(FCFA) : le montant des charges d'exploitation jusqu'à l'horizon du projet ;

V ($m^3$) : le volume total d'eau vendue de l'AEPS jusqu'à l'horizon du projet.

# IV. ETUDE TECHNIQUE

## IV.1. Evaluation des besoins

### IV.1.1. Evaluation de la population à l'horizon du projet

L'analyse des besoins en eau repose sur une estimation de la population actuelle et future du village de Bolo. Selon les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2019, le village comptait 2159 habitants. En appliquant le taux de croissance

démographique provincial estimé à 2,47 % par an, la population est projetée à environ 4607 habitants à l'horizon 2050. Cette projection constitue la base de l'évaluation des besoins futurs en eau potable de la localité.

*Tableau 5: Récapitulatif de l'évaluation de la population*

| Année | Unité | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Population totale | hbt | 2500 | 2825 | 3193 | 3608 | 4077 | **4607** |
| Taux de desserte | % | 56% | 80% | 85% | 90% | 95% | 100% |
| Population desservie | hbt | 1411 | 2261 | 2714 | 3247 | 3873 | **4607** |
| Taux de desserte des BF | % | 28% | 24% | 23% | 22% | 21% | 20% |
| Population desservie par les BF | hbt | 706 | 679 | 735 | 794 | 857 | **931** |
| Taux de desserte des BP | % | 28% | 56% | 62% | 68% | 74% | 80% |
| Population desservie par les BP | hbt | 706 | 1583 | 1980 | 2454 | 3017 | **3686** |

### IV.1.2. Évaluation des besoins

Suite à l'étude de la population, on a évalué les besoins en eau en fonction de certaines hypothèses. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

L'analyse des besoins en eau montre que d'ici 2050, il faudra 141,92 m³/j pendant la période de pointe pour satisfaire les besoins de la population de Bolo. Si l'on tient compte des pertes d'eau dans le réseau, il faudra alors prévoir un total de 181,34 m³/j au niveau du puits pour assurer une distribution régulière et suffisante à tous les usagers.

*Tableau 6: Récapitulatif des demandes et besoins en eau potable*

| **Évolution des besoins et demande en eau potable** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Désignation** | **Année** | **Unité** | **2025** | **2030** | **2035** | **2040** | **2045** | **2050** |
| | Population totale | hbt | 2500 | 2825 | 3193 | 3608 | 4077 | 4607 |
| | Taux de desserte | % | 56,40% | 80,00% | 85,00% | 90,00% | 95,00% | 100,00% |
| | Population desservie | hbt | 1411 | 2261 | 2714 | 3247 | 3873 | 4607 |
| **Borne fontaine** | Taux de desserte des BF | % | 28% | 24% | 23% | 22% | 21% | 20% |
| | Population desservie par les BF | hbt | 706 | 679 | 735 | 794 | 857 | 931 |
| | Nombre de personnes par BF | hbt | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| | Nombre théorique de BF à installer | U | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| **Borne fontaine** | Consommation spécifique moyenne des BF | l/jr/hbt | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Consommation journalière moyenne des BF | m3/j | 14,12 | 13,58 | 14,7 | 15,88 | 17,14 | 18,44 |
| **Branchement privé** | Taux de desserte des BP | % | 28% | 56% | 62% | 68% | 74% | 80% |
| | Population desservie par les BP | hbt | 706 | 1583 | 1980 | 2454 | 3017 | 3686 |
| | Nombre de personnes par BP selon le PN-AEP | hbt | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Nombre théorique de BP à installer | U | 71 | 159 | 198 | 246 | 302 | 369 |
| | Consommation spécifique moyenne des BP | l/jr/hbt | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Consommation journalière moyenne des BP | m3/j | 21,18 | 47,49 | 59,4 | 73,62 | 90,51 | 110,58 |
| **Besoins et demandes** | Besoins journaliers domestiques | m3/j | 35,3 | 61,07 | 74,1 | 89,5 | 107,65 | 129,02 |
| | Autres besoins (Activités économique, Écoles, CSPS,…) | % | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | Besoins non domestiques | m3/j | 3,53 | 6,11 | 7,41 | 8,95 | 10,77 | 12,9 |
| | Besoins journaliers moyens | m3/j | 38,83 | 67,18 | 81,51 | 98,45 | 118,42 | 141,92 |
| | Coefficient de pointe journalier Kpj | | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| | Besoin en eau du jour de pointe | m3/j | 44,65 | 77,25 | 93,74 | 113,22 | 136,18 | 163,21 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rendement global du réseau | % | 97% | 97% | 95% | 95% | 90% | 90% |
| | **Demande en eau du jour de pointe** | m3/j | 46,04 | 79,64 | 98,67 | 119,18 | 151,31 | 181,34 |

## IV.3. Réseau d'adduction

### IV.3.1. Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le dimensionnement de la conduite de refoulement est réalisé à l'aide de formules empiriques permettant de respecter les conditions admissibles de vitesse d'écoulement. Le diamètre théorique est ensuite déterminé à partir de l'équation de continuité.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 7: Récapitulatif du choix de la conduite d'adduction*

| CHOIX DE LA CONDUITE D'ADDUCTION | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Formules** | **Débits (l/s)** | **Débits (m3/s)** | **Dth (mm)** | **Dth (m)** | **Dint(mm)** | **Dint(m)** | **Vreelle (m/s)** | **Vitesse GLS** | **Vérification** | **K/D** | **Re** | **Lambda** | **Longueur (m)** | **Delta H** | **Condition de Flamant** |
| **Bresse** | 3,521 | 0,0035 | 89 | 0,089 | 102,2 | 0,1022 | 0,43 | 1,43 | **Ok** | 0,0146771 | 38142,2975 | 0,0445 | 1478,05 | 6,04466 | 1,622 |
| **Bonnin** | | | 59,34 | 0,0593 | 61,4 | 0,0614 | 1,19 | 1,11 | **Non vérifié** | 0,02443 | 63487,6679 | 0,0531 | | 92,0807 | 1,214 |
| **Bedjaoui** | | | 75,36 | 0,0754 | 90 | 0,09 | 0,55 | 1,34 | **Ok** | 0,0166667 | 43312,6979 | 0,0464 | | 11,8853 | 1,5 |
| **Munier** | | | 75,95 | 0,076 | 90 | 0,09 | 0,55 | 1,34 | **Ok** | 0,0166667 | 43312,6979 | 0,0464 | | 11,8853 | 1,5 |
| **Bresse modifie** | | | 124,02 | 0,124 | 130,8 | 0,1308 | 0,26 | 1,62 | **Ok** | 0,0114679 | 29802,3151 | 0,0415 | | 1,72172 | 1,908 |

Nous constatons du tableau ci-dessus que celui que le plus petit diamètre qui respecte les conditions de vitesse est la conduite PEHD 110/90 PN16 donc nous retiendrons celle-ci.

### IV.3.2. Calcul de la HMT et de la pompe

#### A) Calcul de la HMT

La hauteur manométrique totale (HMT) représente l'énergie totale que la pompe doit communiquer à l'eau pour l'acheminer depuis le point de captage jusqu'au point de refoulement. Ce paramètre est déterminant dans le choix et le dimensionnement de l'équipement de pompage. Les données et résultats issus du calcul de la HMT sont présentés ci-dessous ***(MOUNIROU, 2018)*** :

*Tableau 8: Récapitulatif pour la HMT*

| Paramètres | Forage |
|---|---|
| Q (m³/h) | 12.675 |
| Q (m³/s) | 0.0035 |
| Longueur Exhaure (m) | 29.60 |
| Longueur colonne montante (m) | 15 |
| Longueur tète forage- pied du château (m) | 1478,05 |
| Coefficient singularité (mm) | 0.05 |
| Hauteur de la cuve (m) | 4 |
| Cote TN forage | 338.92 |
| Cote Niveau dynamique | 309,32 |
| Cote TN CE | 349.95 |
| Hauteur sous radier | 10 |
| Cote de refoulement | 347.40 |
| Hauteur géométrique (m) | 55,13 |
| Pertes de charges | 11,52854765 |
| HMT (m) | **66,91** |

#### B) Choix de la pompe et point de fonctionnement

Après le calcul de la HMT nous avons choisi la pompe de la marque GRUNDFOS, SP14-15 de puissance nominale de 4kw. Nous avons ensuite tracé les courbes caractéristiques de la pompe et de la conduite de refoulement.

*Tableau 9: Récapitulatif du point de fonctionnement (pompe)*

| **Détermination du point de fonctionnement du système de pompage** | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q [m3/h] | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| HMT [m] | 91 | 90 | 87 | 84 | 80 | 77 | 70 | 64 |
| Perte charge (m) | 0 | 0,311 | 1,243 | 2,796 | 4,971 | 7,768 | 11,19 | 15,225 |
| H_ réseau [m] | 55,13 | 55,44 | 56,37 | 57,93 | 60,10 | 62,90 | 66,32 | 70,36 |
| Rendement | 0 | 22 | 40 | 52 | 60 | 62 | 67 | 69 |

Nous avons obtenu le point de point de fonctionnement suivant :

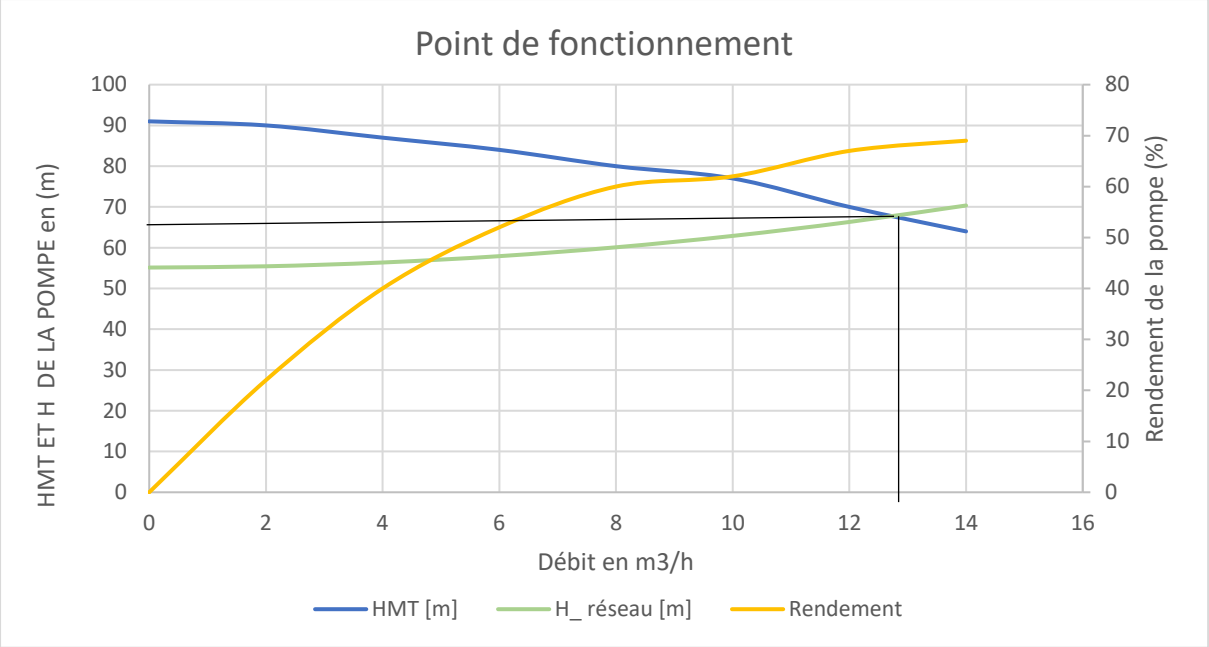



*Figure 4: Graphe du point de fonctionnement (pompe)*

Au point de fonctionnement, la pompe fournit un débit de 12,7 m³/h sous une charge de 68 m, avec un rendement de 55%. Les caractéristiques détaillées de la pompe retenue sont en annexe.

### IV.3.3. Étude du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique qui se manifeste dans les conduites lorsqu'une fermeture brusque d'une vanne ou d'un robinet provoque une variation soudaine de la vitesse d'écoulement de l'eau. Cette variation engendre une onde de pression qui se propage à travers les canalisations et peut entraîner des dommages sur les ouvrages hydrauliques. Le tableau ci-dessous présente les différents calculs effectués afin de vérifier la présence ou non de ce phénomène au sein du système étudié.

*Tableau 10: Récapitulatif du coup de bélier*

| Conduites | Q (m3/h) | DN (mm) | DN/int (mm) | e (mm) | k | Uo (m/s) | HM Tpf (m) | ΔP [m] | Hmax [m] | Hmax/ PN 16 | Hmin [m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Forage** | 12,68 | 110 | 90 | 18,2 | 83 | 0,1675 | 66,91 | 6 | 72,91 | 0,46 | 60,91 |

Les résultats présentés dans le Tableau montrent que le rapport entre la pression maximale et la pression nominale de la conduite de refoulement (PN16) est inférieur à 1,2. Cette condition montre qu'il n'y a pas de risque de coup de bélier dû à une surpression dans la conduite. De plus, la pression minimale calculée est supérieure à la pression atmosphérique (10,33 mCE),

ce qui élimine également tout risque de coup de bélier par dépression. Le coup de bélier est donc non préjudiciable.

Étant donné ces résultats, une pression nominale PN16 semble adaptée pour la conduite de refoulement. Cependant, des ventouses seront installées le long de la conduite pour permettre l'évacuation de l'air accumulé et offrir une protection supplémentaire au système.

### IV.3.4. Traitement de l'eau

Le tableau ci-dessous présente les résultats relatifs au temps de contact du chlore et au temps de séjour de l'eau dans le réservoir, paramètres essentiels pour garantir l'efficacité du traitement.

*Tableau 11: Récapitulatif du temps de traitement*

| | | |
|---|---|---|
| Temps de contact du chlore (h) | 2,02 | **> 02 h** |
| Temps de séjour (jr) | 0,44 | **< 02 j** |

Les résultats obtenus montrent que le temps de contact du chlore est de 2,02 heures, une valeur légèrement supérieure au minimum recommandé de 2 heures, garantissant ainsi une désinfection efficace de l'eau. Par ailleurs, le temps de séjour est estimé à 0,44 jour, soit une valeur inférieure à la limite maximale de 2 jours, ce qui permet d'éviter les risques liés à la stagnation de l'eau dans le réservoir. Ces résultats confirment donc l'efficacité du traitement et le bon dimensionnement de l'ouvrage de stockage.

### IV.3.5. Réservoir

Notre réseau étant exploité en continu 24 h/24, la capacité du château d'eau a été déterminée selon la méthode simplifiée. Pour ce type de système, le volume de stockage est généralement compris entre 10 et 30 % de la demande journalière de pointe. Dans le cadre de cette étude, une capacité correspondant à 30 % de la demande journalière de pointe. La demande étant 181,34 m³/j, la capacité théorique sera de 54,4 m³. Nous retiendrons dans ce cas comme capacité totale 80 m³ pour le bon fonctionnement du système d'adduction d'eau potable. Nous résumerons les résultats de calcul dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 12: Récapitulatif capacité du réservoir*

| **DIMENSIONNEMENT DE LA CUVE RESERVOIR METALLIQUE CYLINDRIQUE** | |
|---|---|
| Capacité utile | 80 |
| Hauteur de la cuve du château (fixée) | 4 |
| Revanche | 0,5 |
| Hauteur totale(m) | 4,5 |
| Diamètre théorique | 4,76 |

| | |
|---|---|
| Diamètre réel | 5 |
| Capacité réelle | 88,36 |
| Capacité retenue | 80 |
| Hauteur sous cuve calculée | 7,62 |
| Hauteur sous cuve retenue | 10 |
| Cote TN réservoir | 349,95 |
| **Cote radier du réservoir** | **359,95** |

Le réservoir surélevé retenu est de forme cylindrique, avec un diamètre de 5 m et une capacité de stockage de 80 m³. La hauteur de la cuve est fixée à 4,5 m, pour une hauteur sous cuve de 10 m. Ces dimensions ont été définies de manière à satisfaire les exigences de stockage et à assurer une pression suffisante en tout point du réseau de distribution.

Par ailleurs, un dispositif de by-pass sera mis en place au pied de l'ouvrage, afin de maintenir la continuité de la distribution lors des interventions de maintenance, de réparation ou d'entretien du château d'eau.

## IV.4. Distribution

La distribution de l'eau au sein du village de Bolo sera assurée par un réseau de conduites en PVC. Afin de garantir un accès équitable à l'eau potable pour l'ensemble de la population, sept (7) bornes-fontaines seront implantées en des points stratégiquement choisis sur le territoire du village. Ce mode de desserte a été privilégié pour son efficacité opérationnelle, sa facilité de gestion et son adéquation au contexte local.

En complément, des branchements particuliers seront prévus pour les ménages souhaitant disposer d'un accès direct à l'eau à domicile, notamment ceux dont les habitations se trouvent à proximité immédiate des conduites principales et qui ont manifesté leur intérêt pour ce service.

L'acheminement de l'eau s'effectuera par gravité, à travers un réseau ramifié tirant parti du dénivelé naturel entre le réservoir surélevé et les différents points de desserte. Cette configuration permet d'assurer un écoulement continu sans recours à un pompage additionnel, offrant ainsi une solution à la fois fiable, économique et bien adaptée aux contraintes et réalités de la localité.

*Tableau 13: Détermination du débit de distribution*

| Désignation | Année | Unité | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribution BF** | Nombre de BF | U | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | Nombre de robinets par BF | U | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Débit maximal d'un robinet | l/s | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | Débit réel de chaque BF | l/s | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| | Débit de pointe des BF | l/s | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| **Distribution BP** | Nombre de BP à réaliser | U | 71 | 159 | 198 | 246 | 302 | 369 |
| | Débit de robinet par BP | l/s | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | Débit de pointe horaire des BP (l/s) | l/s | 1,47 | 2,53 | 3,14 | 3,79 | 4,82 | 5,77 |
| **Débit de distribution** | Débit total | l/s | 6,72 | 7,78 | 8,39 | 9,04 | 10,07 | 11,02 |
| | **Débit total de distribution** | **m3/h** | **24,17** | **28,03** | **30,21** | **32,56** | **36,24** | **39,68** |

La mise en place des sept (07) bornes-fontaines prévues dans le cadre du projet engendrera une demande en eau correspondant à un débit de pointe horaire de 5,25 l/s à l'horizon 2050.

Concernant les branchements particuliers, le débit de pointe horaire a été estimé à 5,77 l/s pour la même période. Ainsi, le débit de pointe horaire total de distribution, résultant de la contribution des bornes-fontaines et des branchements particuliers, est évalué à 11,02 l/s à l'horizon du projet, soit environ 39,68 m³/h.

### IV.4.1. Tracé de réseau :

La figure ci-dessous représente le tracé du réseau :

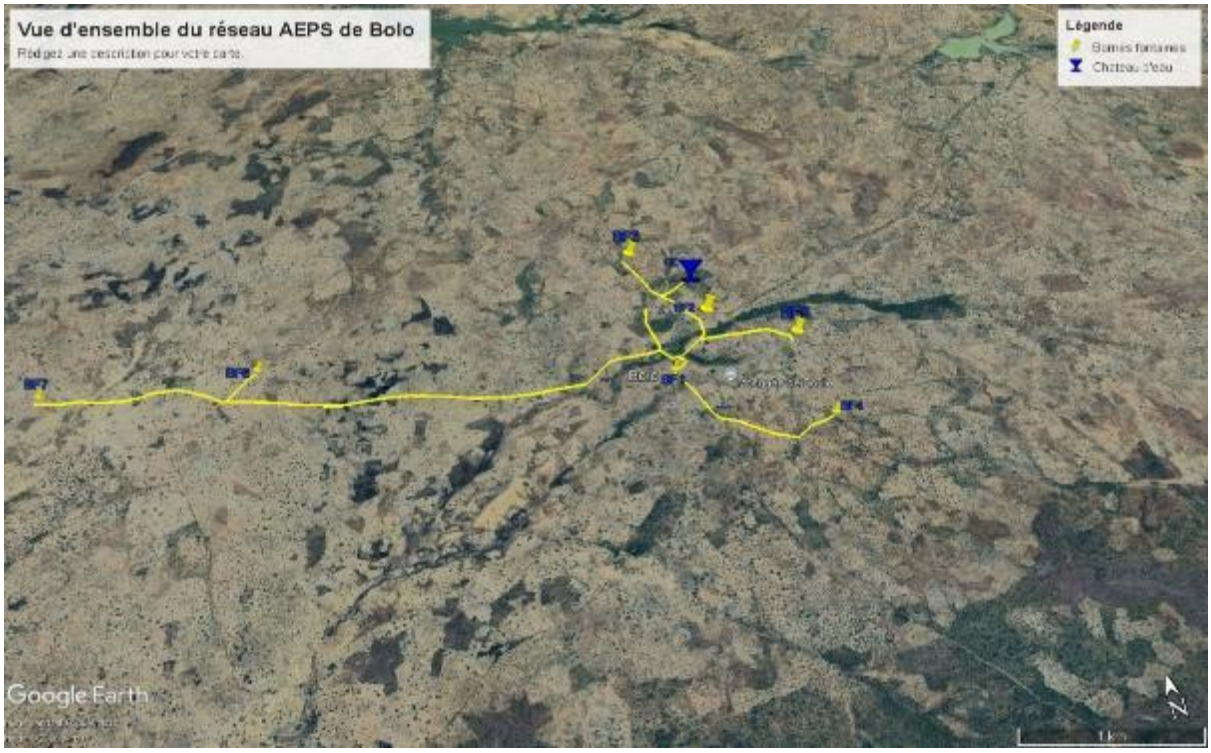



*Figure 5: Tracé du réseau*

Le tracé de réseau nous a permis de voir l'implantation des bornes fontaines ainsi que leurs coordonnées. Les coordonnées des bornes fontaines sont présentées ci-dessous :

*Tableau 14: Coordonnées des bornes fontaines*

| Désignation | Longitude | Latitude |
|---|---|---|
| **BF1** | N 11° 53' 39,49'' | W 2° 14' 34,75'' |
| **BF2** | N 11° 55' 55,78'' | W 2° 14' 21,09'' |
| **BF3** | N 11° 54' 22,37'' | W 2° 14' 34,88'' |
| **BF4** | N 11° 53' 22,38'' | W 2° 14' 28,47'' |
| **BF5** | N 11° 53' 16,73'' | W 2° 14' 2,55'' |
| **BF6** | N 11° 54' 3,44'' | W 2° 16' 27,94'' |
| **BF7** | N 11° 54' 7,52'' | W 2° 17' 0,53'' |

### IV.4.2. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution regroupe l'ensemble des canalisations assurant le transport de l'eau depuis l'ouvrage de stockage jusqu'aux abonnés et aux bornes-fontaines. Il intègre également les équipements de robinetterie, les dispositifs hydrauliques et les ouvrages de génie civil indispensables à l'exploitation, à l'entretien et à la protection de l'infrastructure.

Le dimensionnement du réseau a été réalisé sous Excel, sur la base des débits affectés aux bornes-fontaines et des débits calculés pour les branchements particuliers selon une répartition linéaire, puis validé par simulation hydraulique sous EPANET.

Dans un premier temps, un débit linéique de ql = 0,000786 l/s/m a été déterminé en répartissant le débit de pointe des branchements particuliers Q = 5,77 l/s sur la longueur totale du réseau, soit 7 339,33 m. Ce débit linéique a ensuite permis de calculer les débits en route et les débits fictifs de chaque tronçon. Le débit unitaire de chaque borne-fontaine a été fixé à 0,75 l/s, correspondant à trois robinets de 0,25 l/s chacun. Les conduites constituant le réseau sont de type PVC PN10. Le tableau ci-dessous présente les débits en route et les débits fictifs des différents tronçons du réseau.

*Tableau 15: Récapitulatif du réseau de distribution*

| TRONCONS | NŒUDS | LONGUEUR m | Q route l/s | Q aval l/s | Q fictif l/s | Q fictif m3/s |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T1 (CE-N1) | N1 | 289,70 | 0,000 | 11,0220 | 11,0220 | 0,0110 |
| T2 (N1-N5) | N5 | 154,96 | 0,122 | 0,7500 | 0,8170 | 0,0008 |
| T3(N5-BF3) | BF3 | 421,30 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T4 (N1-N2) | N2 | 130,20 | 0,102 | 10,7977 | 10,8540 | 0,0109 |
| T5(N2-N3) | N3 | 45,68 | 0,036 | 10,7618 | 10,7815 | 0,0108 |
| T6 (N3-BF2) | BF2 | 33,51 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T7 (N3-N4) | N4 | 163,82 | 0,129 | 9,8829 | 9,9538 | 0,0100 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T8 (N4-N6) | N6 | 509,69 | 0,401 | 0,9029 | 1,1233 | 0,0011 |
| T9 (N6-N7) | N7 | 194,39 | 0,153 | 0,7500 | 0,8341 | 0,0008 |
| T10 (N7-BF5) | BF5 | 54,50 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T11 (N4-N8) | N8 | 294,49 | 0,232 | 8,3476 | 8,4750 | 0,0085 |
| T12 (N8-N9) | N9 | 69,02 | 0,054 | 2,0034 | 2,0332 | 0,0020 |
| T13 (N9-N10) | N10 | 26,42 | 0,021 | 1,9826 | 1,9940 | 0,0020 |
| T14 (N10-N11) | N11 | 118,53 | 0,093 | 1,8894 | 1,9406 | 0,0019 |
| T15 (N11-BF1) | BF1 | 25,02 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T16 (N11-N12) | N12 | 43,14 | 0,034 | 1,1054 | 1,1241 | 0,0011 |
| T17 (N12-N13) | N13 | 174,95 | 0,138 | 0,9679 | 1,0435 | 0,0010 |
| T18 (N13-N14) | N14 | 277,02 | 0,218 | 0,7500 | 0,8698 | 0,0009 |
| T19 (N14-BF4) | BF4 | 54,51 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T20 (N8-N15) | N15 | 114,93 | 0,090 | 6,1996 | 6,2493 | 0,0062 |
| T21 (N15-N16) | N16 | 477,68 | 0,376 | 0,0000 | 0,2066 | 0,0002 |
| T22 (N15-N17) | N17 | 125,51 | 0,099 | 5,7252 | 5,7795 | 0,0058 |
| T23 (N17-N18) | N18 | 195,51 | 0,154 | 5,5715 | 5,6560 | 0,0057 |
| T24 (N18-N19) | N19 | 75,36 | 0,059 | 5,5122 | 5,5448 | 0,0055 |
| T25 (N19-N20) | N20 | 283,90 | 0,223 | 5,2889 | 5,4117 | 0,0054 |
| T26 (N20-N21) | N21 | 317,07 | 0,249 | 5,0396 | 5,1767 | 0,0052 |
| T27 (N21-N22) | N22 | 1141,75 | 0,898 | 4,1416 | 4,6355 | 0,0046 |
| T28 (N22-N23) | N23 | 240,77 | 0,189 | 3,9523 | 4,0564 | 0,0041 |
| T29 (N23-N24) | N24 | 272,52 | 0,214 | 3,7380 | 3,8558 | 0,0039 |
| T30 (N24-N25) | N25 | 559,82 | 0,440 | 3,2977 | 3,5398 | 0,0035 |
| T31 (N25-N26) | N26 | 267,93 | 0,211 | 0,7500 | 0,8659 | 0,0009 |
| T32 (N26-BF6) | BF6 | 50,15 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| T33 (N25 -N27) | N27 | 124,90 | 0,098 | 2,2388 | 2,2928 | 0,0023 |
| T34 (N27-N28) | N28 | 58,72 | 0,046 | 2,1926 | 2,2180 | 0,0022 |
| T35 (N28-N29) | N29 | 212,25 | 0,167 | 2,0257 | 2,1175 | 0,0021 |
| T36 (N29-N30) | N30 | 258,20 | 0,203 | 1,8226 | 1,9343 | 0,0019 |
| T37 (N30-N31) | N31 | 410,20 | 0,323 | 0,7500 | 0,9274 | 0,0009 |
| T38 (N31-BF7) | BF7 | 318,70 | 0,000 | 0,7500 | 0,7500 | 0,0008 |
| TOTAL | | **7339,33** | **5,772** | | | |

Les débits fictifs calculés ont permis de déterminer les diamètres théoriques des conduites, puis les diamètres commerciaux correspondants. Ces derniers ont été sélectionnés à partir du catalogue de dimensionnement des conduites en PVC PN10, en tenant également compte de leur disponibilité sur le marché national.

Les diamètres commerciaux retenus dans le cadre du dimensionnement s'échelonnent de 63 mm pour les conduites de plus faible diamètre à 200 mm pour les plus importantes. Le linéaire correspondant à chacun de ces diamètres est présenté dans le Tableau ci-dessous.

Les pertes de charge des différentes conduites ont été calculées à l'aide de la formule de Darcy-Weis Bach en considérant les diamètres intérieurs associés aux diamètres commerciaux

retenus. Le calcul des pertes de charge cumulées sur les différents tronçons a permis de déterminer la cote minimale imposée au radier du château d'eau (Zmin).

Cette côte, évaluée à 357,57 m, conduit à une hauteur sous radier du château d'eau de 10 m.
La pression de service ayant été fixée à 5 m pour le réseau, il a été nécessaire de calculer les pressions réelles aux différents nœuds afin de vérifier le respect de ces exigences.
Les résultats montrent que les pressions réelles varient de 5 m au niveau du nœud BF3 à 16.99 m pour la pression maximale observée. Ces valeurs sont globalement satisfaisantes et répondent aux critères de pression définis pour le projet.

Concernant les vitesses d'écoulement dans les conduites, la valeur maximale obtenue est de 0,66 m/s, ce qui demeure satisfaisant pour l'ensemble du réseau. Toutefois, certaines conduites situées en extrémité de réseau présentent des vitesses relativement faibles, la plus faible étant de 0,08 m/s. Pour prévenir l'accumulation de dépôts susceptibles d'altérer l'état des conduites et de dégrader la qualité de l'eau distribuée, des dispositifs de vidange sont prévus au niveau de ces tronçons. L'ensemble des résultats du dimensionnement est présenté en annexe (4).

*Tableau 16: Récapitulatif des diamètres des conduites de distribution*

| Type de conduites | Longueur (m) |
|---|---|
| PEHD DN63 PVC 10 | 2957,96 |
| PEHD DN90 PVC10 | 1377,73 |
| PEHD DN110 PVC10 | 114,93 |
| PEHD DN140 PVC 10 | 3212,21 |
| PEHD DN160 PVC 10 | 634,19 |
| PEHD DN200 PVC 10 | 289,70 |

### IV.4.3. Simulation Epanet

Le logiciel EPANET est un outil de simulation permettant de modéliser le comportement hydraulique des réseaux de distribution d'eau sous pression, ainsi que l'évolution de la qualité de l'eau en leur sein. Dans le cadre de cette étude, il a été utilisé pour analyser le fonctionnement du réseau à partir des données issues du dimensionnement, en vue de déterminer les pressions aux différents nœuds et les vitesses d'écoulement dans chaque tronçon. L'évaluation des pertes de charge a été réalisée en appliquant la formule de Darcy-Weisbach. Les principaux résultats de la simulation sont illustrés dans la figure ci-dessous.

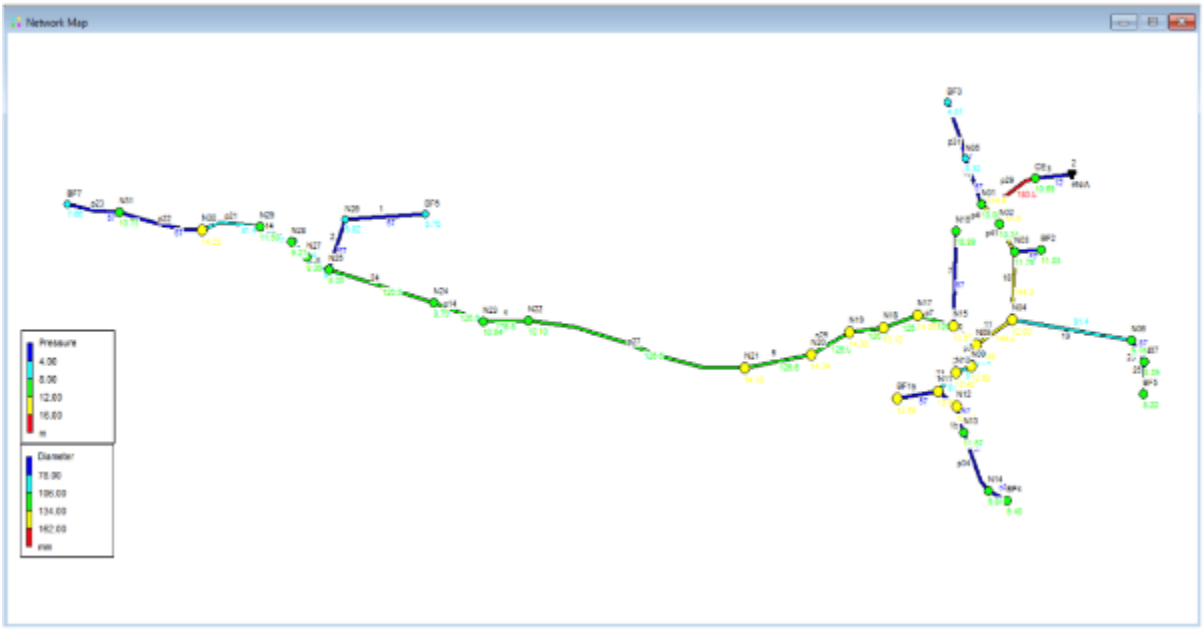


*Figure 6: Simulation sur epanet*

- **Analyse comparative des résultats EPANET et Excel**

Les résultats de la comparaison entre les vitesses et les pressions obtenues par les calculs manuels et celles issues de la simulation réalisée sous EPANET sont présentés dans les figures 6 et 7 ci-dessous.

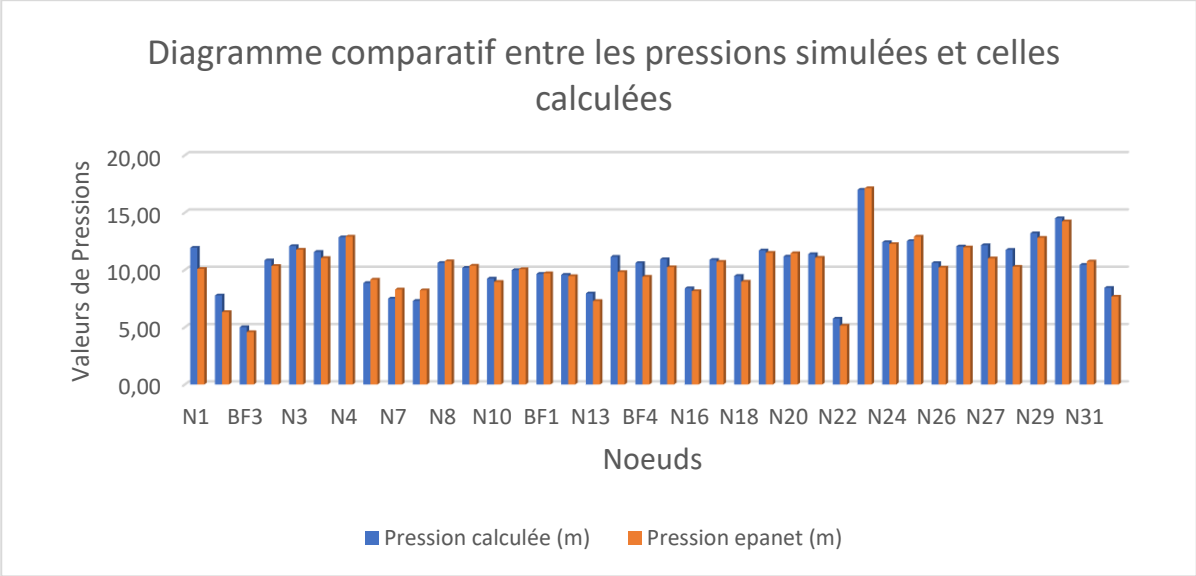



*Figure 7: Diagramme comparatif entre les pressions simulées et calculées*

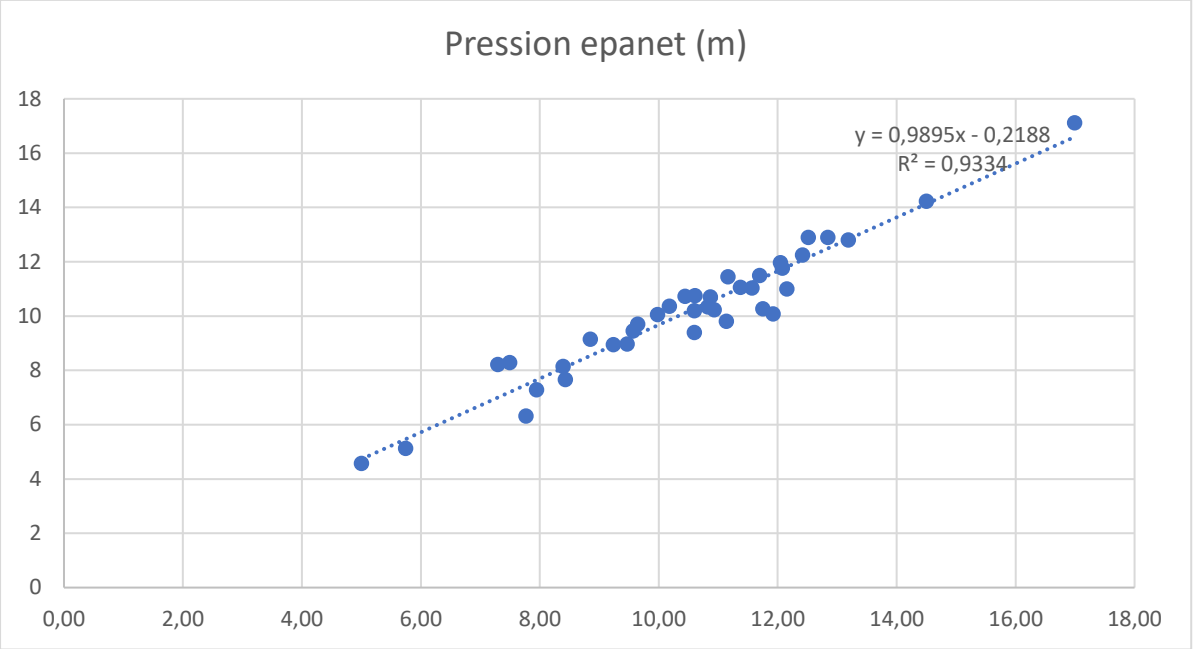



*Figure 8: Comparaison des pressions calculées sur excel et epanet*

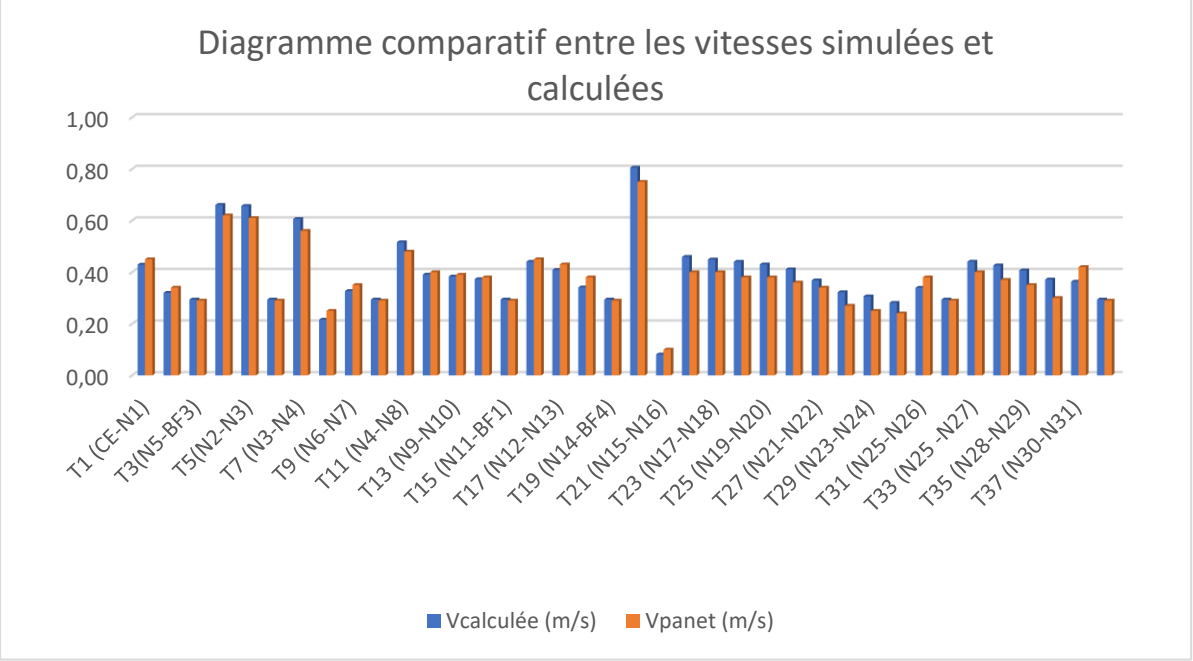



*Figure 9: Comparaison entre les vitesses simulées et calculées*

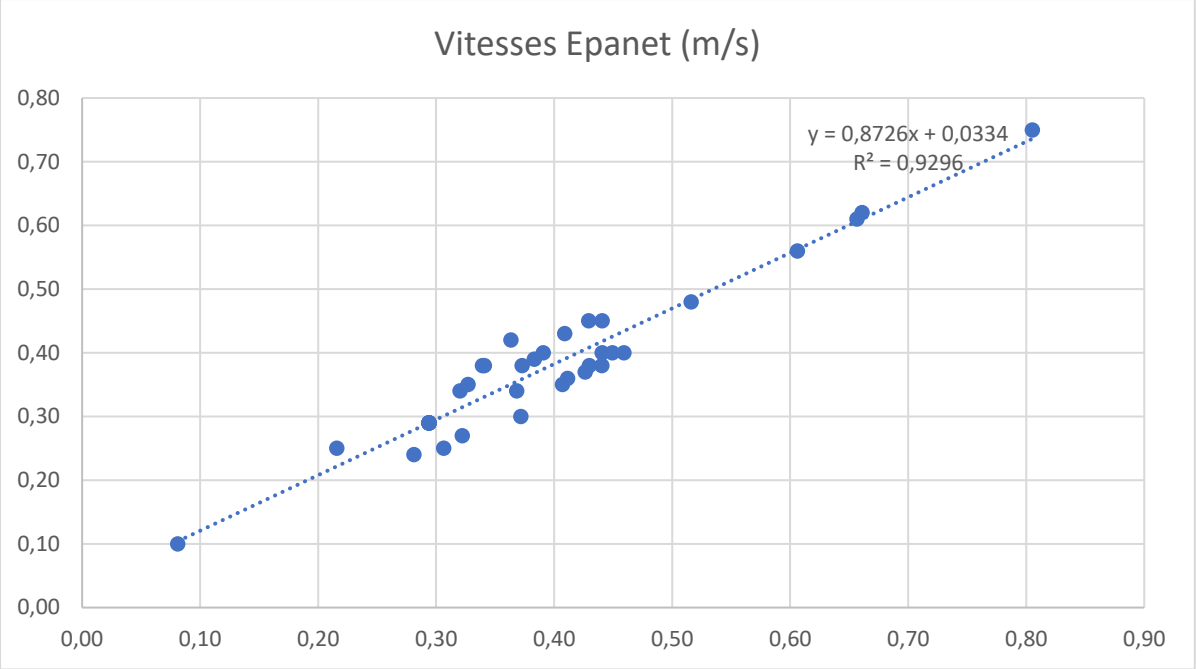



*Figure 10: Comparaison entre les vitesses calculées sur excel et epanet*

Les résultats obtenus révèlent une bonne cohérence entre les valeurs issues des calculs manuels et celles produites par la simulation EPANET, avec des écarts demeurant dans des limites acceptables. Ces légères divergences s'expliquent par les approximations inhérentes aux calculs manuels, notamment les arrondis appliqués aux altitudes, aux pertes de charge, aux longueurs de conduites, ainsi qu'aux paramètres de rugosité et de vieillissement des canalisations. Cette confrontation des deux approches permet de valider la cohérence du dimensionnement effectué et de confirmer la fiabilité du modèle hydraulique élaboré sous EPANET.

### IV.4.3. Pose Conduites dans les tranchées

Dans le cadre de ce projet, les conduites seront posées en tranchée afin d'assurer leur protection contre les agressions extérieures, notamment les chocs mécaniques, les intempéries et les dégradations accidentelles. La profondeur des tranchées sera définie en fonction du diamètre des conduites à installer, de manière à garantir leur stabilité ainsi que leur accessibilité pour les opérations d'exploitation et de maintenance. Le tableau ci-dessous présente les profondeurs de fouilles retenues selon les caractéristiques des différentes canalisations.

*Tableau 17: Dimensions des tranchées des conduites*

| DN (mm) | Dimensions calculées | | Dimension retenues | |
|---|---|---|---|---|
| | Profondeur (m) | Largeur (m) | Profondeur (m) | Largeur (m) |
| 63 | 0.863 | 0.563 | 0.9 | 0.6 |
| 90 | 0.89 | 0.59 | 0.9 | 0.6 |
| 110 | 0.91 | 0.61 | 1 | 0.7 |
| 140 | 0.94 | 0.64 | 1 | 0.7 |
| 160 | 0.96 | 0.66 | 1 | 0.7 |
| 200 | 1 | 0.7 | 1 | 0.7 |

## IV.5. Source d'énergie

Le système hybride retenu dans le cadre du projet, combinant un groupe électrogène et des panneaux solaires, a été dimensionné suivant les méthodes de calcul présentées précédemment.

- **Dimensionnement du groupe électrogène**

Le groupe électrogène est destiné à assurer l'alimentation de la pompe lors des périodes où la production solaire est insuffisante, notamment en cas de forte couverture nuageuse, de poussière importante ou lors des opérations de maintenance du système photovoltaïque. Son dimensionnement a été réalisé à partir des caractéristiques de la pompe de type SP14-15, fonctionnant avec un débit de 12,675 m³/h et une hauteur manométrique totale de 66,91 m. En considérant un rendement global pompe-moteur de 54,4 % ainsi qu'un facteur de puissance (cos φ) de 0,8, la puissance électrique absorbée par la pompe a été estimée à 13,58 kVA. Toutefois, afin de limiter les coûts d'investissement tout en conservant une marge de sécurité acceptable pour l'exploitation, un groupe électrogène de 14 kVA a été retenu.

*Tableau 18: Caractéristiques du groupe électrogène*

| | |
|---|---|
| Pompe | SP14-15 |
| Q (m³/h) | 12,675 m³/h |
| HMT (m) | 66,91 |
| Rendement Pompe Moteur (%) | 54,4% |
| Cos phi | 0,8 |
| P1 (KVA) | 10,62 |
| U(V) | 400 |
| In(A) | 9,8 |
| P2(KVA) | 13,58 |

| | |
|---|---|
| Pap | 13,58 |
| P retenue (KVA) | 14 |

Le groupe électrogène de 14 KVA ainsi dimensionné est suffisant pour assurer le fonctionnement de la pompe dans de bonnes conditions de sécurité et de fiabilité.

### ❖ Dimensionnement du système solaire photovoltaïque

Afin de limiter les risques de vandalisme et de dégradation, les panneaux solaires seront installés à une hauteur minimale de trois (03) mètres. Leur implantation devra également tenir compte d'une exposition optimale au rayonnement solaire afin de maximiser la production d'énergie. Le site d'installation sera sécurisé par une clôture grillagée et comprendra l'ensemble des équipements nécessaires au fonctionnement du système, notamment une boîte de raccordement, un onduleur ainsi que les accessoires associés. Le Tableau ci-dessous présente les caractéristiques et la puissance des équipements retenus pour l'alimentation de la pompe.

*Tableau 19: Détermination du champ voltaïque*

| Désignation | Forage |
|---|---|
| **Q(m3/h)** | 12,68 |
| **HMT (m)** | 66,9 |
| **Moteur** | MS 4000 |
| **Fréquence (Hz)** | 50 |
| **Rendement pompe (%)** | 68,9% |
| **Rendement moteur-pompe (%)** | 54,4% |
| **Ensoleillement journalier moyen (h)** | 5,5 |
| **Puissance du champ photovoltaïque calculée (Wc)** | 6867,27 |
| **Puissance du champ photovoltaïque retenue (Wc)** | 8500 |
| **Nombre de module de 250 Wc** | 34 |
| **Nombre de module en parallèle** | 4 |
| **Nombre de module en série** | 9 |

D'après les résultats présentés dans le tableau précédent, la puissance crête du système photovoltaïque destinée à l'alimentation du forage est estimée à 8500Wc. Cette puissance est suffisante pour assurer le fonctionnement de la pompe, l'éclairage du site ainsi que les différents besoins énergétiques liés aux ouvrages du projet.

Le champ solaire sera constitué de 34 panneaux photovoltaïques de 250 Wc chacun, configurés en 4 branches montées en parallèle, chaque branche étant composée de 9 panneaux raccordés en série. Cette configuration permet d'atteindre la puissance requise tout en garantissant un

fonctionnement optimal du système. Le Tableau d'après présente les caractéristiques de l'onduleur retenu pour l'installation photovoltaïque.

*Tableau 20: Caractéristiques de l'onduleur*

| Dimensionnement de l'onduleur | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Désignation** | Pmp(kW) | Coefficient de correction K | Rmp | cos $\varphi$ |
| | 4 | 1,05 | 54,40% | 0,8 |
| **Puissance de l'onduleur Pond(kVA)** | **9,65** | | | |
| Puissance de l'onduleur Pond(kW) | **7,72** | | | |

Les résultats présentés dans le tableau (Dimensionnement de l'onduleur) montrent que l'onduleur retenu doit développer une puissance de 9,65 kVA. Cet équipement assurera la conversion du courant continu (CC) produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif (CA), nécessaire au fonctionnement adéquat de l'électropompe. Le choix de l'onduleur a été déterminé et est en annexe (7).

## IV.6. Ouvrage annexes

- **Équipements de protection**

Afin de garantir la sécurité, la fiabilité et le bon fonctionnement du réseau, plusieurs équipements de protection seront installés :

- ✓ **Robinets-vannes :** ils permettront d'isoler certains tronçons du réseau lors des opérations de maintenance, de réparation ou en cas d'incident.
- ✓ **Trop-plein :** cette conduite assurera l'évacuation de l'excédent d'eau lorsque le niveau dans le réservoir atteindra sa capacité maximale, évitant ainsi tout débordement.
- ✓ **Conduite de vidange :** située à la base du réservoir, elle permettra sa vidange complète. Le radier sera aménagé avec une pente dirigée vers le point de vidange afin de faciliter l'évacuation des eaux. Cette conduite sera raccordée au trop-plein et munie d'une vanne de contrôle.
- ✓ **Ventouses ou purgeurs :** placés aux points hauts, aux points bas, aux extrémités du réseau ainsi que dans les zones susceptibles de favoriser la stagnation, ces dispositifs permettront l'évacuation de l'air emprisonné dans les canalisations et contribueront au bon fonctionnement hydraulique du réseau.

- ✓ **Clapets anti-retours :** ils empêcheront le retour de l'eau dans le sens inverse de l'écoulement normal, protégeant ainsi les installations et préservant la qualité de l'eau distribuée.
- ✓ **By-pass :** cette dérivation reliant la conduite principale d'adduction à la conduite de distribution assurera la continuité du service lors des travaux d'entretien, de réparation ou de nettoyage du réseau.

❖ **Ouvrages annexes au système**

En complément des ouvrages principaux, plusieurs infrastructures annexes seront réalisées pour faciliter l'exploitation et la gestion du système :

- ✓ Local technique : destiné à abriter les équipements de traitement de l'eau ainsi que les dispositifs de commande et de protection électrique.
- ✓ Bureau du gestionnaire : espace réservé au personnel chargé de la gestion et du suivi administratif du système d'alimentation en eau potable.
- ✓ Sanitaires (latrines et douches) : installations prévues pour répondre aux besoins du personnel d'exploitation et de maintenance.
- ✓ Magasin de stockage : local destiné à l'entreposage des outils, des pièces de rechange et des équipements nécessaires à l'exploitation et à l'entretien du réseau.

## IV.7. Proposition mode de gestion des systèmes de l'AEPS

Au Burkina Faso Au Burkina Faso, il existe différents modes de gestion pour les systèmes d'alimentation en eau potable dans les zones rurales, reconnus par les lois en vigueur. Un guide pratique identifie cinq modes principaux : la régie directe, la gérance, la régie intéressée, l'affermage et la concession. Chaque mode a des avantages et des inconvénients qui varient selon les capacités techniques, financières et organisationnelles de la commune.

À Bolo, la gestion des forages est actuellement assurée par le Conseil Villageois de Développement (CVD). Cependant, l'absence d'une structure formalisée et de techniciens de maintenance locaux a conduit à une détérioration progressive de certains ouvrages hydrauliques. Il est donc nécessaire de trouver un mode de gestion plus structuré et plus pérenne pour l'avenir.

L'affermage semble être la solution la mieux adaptée à ce projet. Cela consiste pour la commune à confier l'exploitation du système à un opérateur privé qualifié, sélectionné selon les règles en vigueur. Cet opérateur sera responsable de l'exploitation quotidienne, de la maintenance, du recouvrement des recettes et de la continuité du service public de l'eau potable.

Le choix de l'affermage est justifié par la complexité technique des équipements prévus, tels que le système de pompage solaire, le château d'eau et le réseau de distribution. Ces équipements nécessitent des compétences spécialisées et un suivi rigoureux pour fonctionner correctement et durablement.

L'affermage présente plusieurs avantages par rapport aux autres modes de gestion : une meilleure professionnalisation du service, un recouvrement des recettes plus efficace, une maintenance plus soutenue des infrastructures et un allègement des charges de gestion pour la commune. Il contribue également à préserver la durabilité des investissements et à améliorer la qualité du service rendu aux populations. Pour toutes ces raisons, l'affermage a été retenu comme mode de gestion pour l'exploitation future du système d'alimentation en eau potable de Bolo.

# V. ÉTUDE FINANCIÈRE

## V.1. Évaluation du cout du projet

L'étude financière vise à déterminer le coût global du projet et à apprécier sa faisabilité économique. L'élaboration du devis quantitatif et estimatif s'est fondée sur les prix de référence tirés de projets comparables réalisés dans le secteur de l'alimentation en eau potable, ainsi que sur le mercuriale des prix des infrastructures hydrauliques en vigueur. Le tableau ci-après présente la ventilation des différents postes de dépenses retenus dans le cadre de la réalisation du projet.

*Tableau 21: Coût du projet*

| Cout du projet | | |
|---|---|---|
| **N°** | **Désignation** | **Montant (FCFA)** |
| 1 | FRAIS GENERAUX | 4 500 000 |
| 2 | REALISATION DU FORAGE | 12 615 100 |
| 3 | REFOULEMENT | 18 379 615 |
| 5 | RESEAU DE DISTRIBUTION | 152 535 164 |
| 6 | TRAITEMENT | 4 361 000 |
| 7 | GENIE CIVIL | 21 136 000 |
| 8 | CHÂTEAUX D'EAU | 86 000 000 |

| | | |
|---|---|---|
| 9 | FORMATIONS DES BENEFICIAIRES | 2 500 000 |
| 10 | ENERGIE | 6 050 000 |
| **TOTAL HTVA** | TOTAL HTVA | 308 076 879 |
| **TVA 18 %** | TVA | 363 530 717 |
| **IMPREVU 2%** | | 7 270 614 |
| **TOTAL GENERAL TTC** | | **370 801 331** |

Le coût global de réalisation de l'AEPS de Bolo est estimé à 370 801 331 FCFA, soit trois cent soixante-dix millions huit cent un mille trois cent trente-un FCFA.

## V.2. Prix de vente de l'eau

Le prix de vente de l'eau a été déterminé en tenant compte de l'amortissement des investissements réalisés ainsi que des différentes charges d'exploitation du système, notamment les coûts liés à la production et au traitement de l'eau, à l'entretien des ouvrages et à la maintenance des équipements. Cette approche permet d'assurer l'équilibre financier et la pérennité du service d'alimentation en eau potable.

### V.2.1. Amortissement des investissements initiaux

Pour le calcul de l'amortissement des investissements, plusieurs composantes du système ont été prises en compte, notamment la pompe, le groupe électrogène, les panneaux solaires ainsi que le château d'eau. Le montant total des amortissements, après actualisation, est estimé à 240 975 833 FCFA.

*Tableau 22: Amortissement des investissements initiaux*

| **Dotation aux amortissements** | | | |
|---|---|---|---|
| **Désignation** | **Durée de vie [an]** | **Montant d'investissement [CFA]** | **Amortissement [FCFA/an]** |
| Pompe | 5 | 2 528 500 | 505 700 |
| Onduleur | 5 | 10 500 000 | 2 100 000 |
| Château d'eau | 15 | 86 000 000 | 5 733 333 |
| Accessoires | 5 | 6 500 000 | 1 300 000 |
| **Total annuel** | | 98 028 500 | 9 639 033 |
| | | **Total horizon du projet** | **240 975 833** |

### V.2.2. Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation regroupent l'ensemble des dépenses nécessaires à l'exploitation, au fonctionnement et à l'entretien du système d'alimentation en eau potable. Elles comprennent notamment les coûts liés à la maintenance des équipements, à la consommation d'énergie, au traitement de l'eau ainsi qu'à la rémunération du personnel chargé de l'exploitation du réseau. Le tableau ci-après présente le détail des différentes charges d'exploitation ainsi que leurs montants respectifs.

*Tableau 23: Charges d'exploitation et d'entretien*

| Charges d'exploitation et d'entretien | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Désignation** | **Durée [ans]** | **Salaire et prime mensuels [FCFA]** | **Montant annuel [FCFA]** | **Montant total [FCFA]** |
| Chef du réseau | 25 | 70 000 | 840 000 | 20 160 000 |
| Maintenancier | | 50 000 | 600 000 | 14 400 000 |
| Gardien | | 45 000 | 540 000 | 12 960 000 |
| Gestionnaire de BF | | 50 000 | 600 000 | 15 000 000 |
| **Total** | | | | **64 500 000** |

### V.2.3. Prix de vente du mètre cube d'eau

Le coût du mètre cube d'eau est déterminé en rapportant la somme des charges d'exploitation et des amortissements au volume d'eau consommé. Cette approche permet d'estimer le coût réel de production et de distribution de l'eau au sein du système d'alimentation en eau potable.

*Tableau 24: Prix de vente du mètre cube d'eau*

| **Dotations aux amortissement** | **F CFA** | |
|---|---|---|
| **Volume d'eau consommée** | **m3** | **1 100 783** |
| **Volume total d'eau produit** | $m^3$ | 1 295 038 |
| **Prix de revient du mètre cube d'eau (FCFA)** | **F CFA** | **302** |
| **Prix de vente du mètre cube d'eau** | **FCFA** | **188** |

Selon le tableau ci-dessus, le volume d'eau produit à l'échéance du projet est estimé à 1 295 038 m³, tandis que le volume d'eau consommé est évalué à 1 100 783 m³. L'analyse financière montre que le coût de revient du mètre cube d'eau est de 302 FCFA/m³.

Ce coût, relativement faible, s'explique notamment par l'utilisation d'un système de pompage solaire permettant de réduire considérablement les charges d'exploitation liées à l'énergie. Il est également inférieur au tarif social de référence instauré dans le cadre de la réforme tarifaire de 2019, ce qui témoigne de la bonne performance économique du système projeté. Le prix de vente théorique du mètre cube d'eau obtenu à partir des calculs financiers est de 360 FCFA/m³.

Toutefois, afin de se conformer aux orientations nationales en matière de tarification de l'eau potable et de favoriser un meilleur accès des populations à ce service essentiel, le prix de vente

retenu pour l'exploitation de l'AEPS de Bolo sera fixé à 188 FCFA/m³, conformément au tarif social prévu lors du Conseil des ministres du 02 avril 2026.

# VI. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

## VI.1. Cadre législatif régissant le projet

Face aux défis environnementaux croissants, le Burkina Faso s'est doté d'un cadre institutionnel et réglementaire visant à assurer la protection de l'environnement et la promotion du développement durable. Ce dispositif prévoit l'intégration des préoccupations environnementales et sociales dans la conception et la mise en œuvre des projets de développement. Conformément à la loi n°006-2013/AN du 02 avril 2013 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso, les projets susceptibles d'avoir des impacts sur l'environnement sont soumis à une procédure d'évaluation environnementale préalable. Cette procédure peut prendre la forme d'une Évaluation Environnementale Stratégique (EES), d'une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) ou d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES), selon la nature et l'importance des impacts potentiels du projet. Selon les normes actuelles du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie (MECV), les travaux de réalisation d'une Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) relèvent de la catégorie B. À ce titre, le présent projet d'AEPS du village de Bolo nécessite l'élaboration d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES) afin d'identifier les impacts potentiels du projet sur l'environnement et le milieu humain, puis de définir les mesures appropriées pour prévenir, atténuer ou compenser les effets négatifs éventuels tout en renforçant les impacts positifs attendus.

## VI.2. Composantes et phases du Projet

Le projet de réalisation de l'AEPS de Bolo comprendra trois composantes fondamentales qui sont :

- ✓ L'approvisionnement en eau potable ;
- ✓ L'assainissement ;
- ✓ Les travaux de génie civil.

Le projet sera réalisé en trois phases distinctes :

- ✓ La phase de planification ;
- ✓ La phase de construction ;
- ✓ La phase d'exploitation.

## VI.3. Indentification et évaluation des impacts

### ❖ Indentification des impacts potentiels

L'identification des impacts environnementaux du projet a été conduite à travers une analyse systématique de ses effets, tant positifs que négatifs. Les différentes activités prévues ont ainsi été examinées afin d'évaluer leurs répercussions sur les principales composantes environnementales considérées. Cette démarche d'identification et de prévision des impacts a été menée à l'aide de la matrice de Leopold ***(ADEOSSI Giraude, 2017)***. Les résultats de cette analyse sont présentés en annexe.

### ❖ Evaluation des impacts potentiels

L'évaluation des impacts potentiels consiste à présenter de manière claire les répercussions de chacun des impacts déjà identifiés sur l'environnement, afin d'en mesurer l'importance. À cette étape, la matrice de FECTEAU a été utilisée. Elle combine trois paramètres essentiels, à savoir :

- ✓ L'intensité (faible, moyenne ou forte) ;
- ✓ La portée (ponctuelle, locale ou régionale) ;
- ✓ La durée (court, moyen ou long terme).

Le niveau d'importance de chaque impact identifié a également été évalué et classé selon trois degrés : mineur, moyen ou majeur ***(ADEOSSI. G. 2017)***. Les résultats détaillés de cette évaluation sont consignés en annexe.

## VI.4. Plan de Gestion Environnemental et Social

L'élaboration d'un PGES permet de proposer des mesures d'atténuation ou de réduction afin de diminuer l'importance des impacts négatifs, ainsi que des mesures de bonification visant à renforcer les impacts positifs. L'ensemble de ces propositions est répertorié en annexe.

## VI.5. Programme de surveillance et de suivi environnemental

Le programme de surveillance a pour finalité de veiller à ce que, pendant la phase de réalisation des travaux, l'ensemble des engagements et obligations environnementaux soient effectivement respectés, notamment les mesures d'atténuation des impacts identifiés. Le suivi environnemental, quant à lui, vise à observer et à évaluer l'évolution des composantes naturelles et humaines susceptibles d'être affectées par la mise en œuvre du système d'AEP ***(LEMBONE Honoré, 2023)***. Les éléments de cette analyse sont consignés dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 25: Programme de suivi environnemental pour L'AEPS*

| Composantes | Actions de suivi | Paramètres de suivi | Fréquence de suivi | Responsable |
|---|---|---|---|---|
| **Approvisionnement en eau** | Contrôle de la qualité de l'eau et suivi du niveau de la nappe phréatique | Évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'eau, contrôle des teneurs et variation du niveau de la nappe | Trois fois par an | DGEP |
| **Santé** | Surveillance de l'état de santé des populations bénéficiaires | Évolution du taux de prévalence des maladies | Deux fois par an | Direction régionale de la santé |
| **Protection des biens et des personnes** | Suivi des mesures de prévention des conflits, des risques et des accidents | Niveau de respect des règles établies, efficacité des mesures mises en œuvre et degré d'intégration des populations | Deux fois par an | AU |

# VII. CONCLUSION

Ce travail s'inscrit dans une démarche visant à améliorer durablement les conditions d'accès à l'eau potable des populations rurales de la commune de Bougnounou, à travers la conception d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifiée (AEPS) au bénéfice du village de Bolo. Menée dans le cadre du Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR), cette étude a pour ambition de proposer une solution technique adaptée aux besoins d'une population projetée à **4 607 habitants** à l'horizon 2050.

La démarche méthodologique retenue a permis d'évaluer les besoins futurs en eau de la population bénéficiaire, d'analyser les ressources disponibles et de dimensionner l'ensemble des ouvrages nécessaires à l'alimentation en eau potable du village. Cette approche a abouti à l'élaboration d'un schéma technique cohérent, intégrant les infrastructures de captage, de stockage et de distribution.

Le système conçu repose sur les composantes suivantes :

- un **forage** d'un débit de **12,675 m³/h**, exploité **14 heures par jour** ;
- une **conduite de refoulement** en **PEHD DN 110 PN16** ;
- un **réservoir métallique surélevé** de **80 m³**, implanté à une hauteur de **10 m** ;
- un **réseau de distribution ramifié** de **8 586,72 m** en PVC PN10, desservant **sept (7) bornes-fontaines** équipées chacune de **trois (3) robinets** de **0,25 l/s chacun**, ainsi que **369 branchements particuliers** à l'horizon du projet.

L'exploitation du système sera confiée à un opérateur privé dans le cadre d'un **contrat d'affermage**. Le coût global de l'investissement est estimé à **370 801 331 FCFA TTC**, avec un coût de revient de l'eau évalué à **302 FCFA/m³** et un prix de vente fixé à **188 FCFA/m³**. Sur le plan énergétique, le système s'appuie sur une solution hybride associant un champ photovoltaïque de **8500 Wc**, un onduleur de **9,5 kVA** et un groupe électrogène de **14 kVA** pour l'alimentation de la pompe **GRUNDFOS SP 14-15**, assurant ainsi la continuité du service et la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable.

# VIII. RECOMMANDATIONS

En vue d'assurer la pérennité des infrastructures et une exploitation optimale du système, les recommandations suivantes sont formulées à l'intention des différentes parties prenantes :

- ✓ **À l'endroit des bénéficiaires :** Les populations devront s'impliquer activement dans la mise en œuvre du projet à travers leur participation aux différentes activités de sensibilisation et leur adhésion aux dispositions de gestion du système. Elles devront également veiller à la préservation des ouvrages et au respect des règles établies pour leur exploitation.
- ✓ **À l'endroit de la commune :** La commune devra assurer un suivi régulier des travaux afin de garantir leur conformité aux prescriptions techniques et environnementales. Elle devra également renforcer les actions de sensibilisation sur l'importance de la consommation de l'eau potable et sur la nécessité de contribuer au financement du service public de l'eau afin d'assurer la maintenance et la durabilité des infrastructures.
- ✓ **À l'endroit de l'exploitant :** L'exploitant chargé de la gestion du système devra assurer une exploitation efficace des ouvrages, garantir la continuité du service et veiller à l'entretien régulier des équipements. Il devra également assurer un suivi de la qualité de l'eau distribuée et maintenir une collaboration étroite avec la commune et les usagers pour une gestion durable du service.
- ✓ **À l'endroit du maître d'ouvrage :** Compte tenu du contexte hydrogéologique de la zone d'étude, caractérisée par un socle cristallin où les débits des forages peuvent être variables, il est recommandé de réaliser des investigations hydrogéologiques complémentaires afin de confirmer durablement le potentiel de la ressource en eau. Il est également souhaitable d'envisager, lorsque les conditions techniques et financières le permettent, un forage de secours ou une solution alternative d'approvisionnement afin de renforcer la sécurité de l'alimentation en eau potable.

# Bibliographie

## ❖ Ouvrages et articles

Commune de Bougnounou, 2019. *Plan Communal de Développement (PCD) de Bougnounou 2019–2023.* Mairie de Bougnounou, Province du Ziro, Burkina Faso.
INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), 2019. *Rapport définitif du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) 2019.* INSD, Ouagadougou, Burkina Faso.
MEEA (Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement), 2016. *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP 2016–2030).* Gouvernement du Burkina Faso, Ouagadougou.
MEEA, 2019. *Décret n°2019-204 portant fixation des normes d'alimentation en eau potable en milieu rural au Burkina Faso.* Journal Officiel du Burkina Faso, Ouagadougou.
SERAT (Société d'Études, de Réalisation et d'Assistance Technique), 2022. *Rapport socio-économique du village de Bolo, commune de Bougnounou.* SERAT, Ouagadougou, Burkina Faso.
SERAT, 2025. *Recensement socio-économique et étude de terrain – Village de Bolo, juin 2025.* SERAT, Ouagadougou, Burkina Faso.

## ❖ Cours 2ie

ADEOSSI, G. 2017. *Guide de réalisation des études d'impact environnemental et social au Burkina Faso.* Ministère de l'Environnement, de l'Économie Verte et du Changement Climatique, Ouagadougou, Burkina Faso.
LEMBONE Honoré, 2023. *Conception et dimensionnement des systèmes d'alimentation en eau potable en milieu rural – Manuel de cours.* Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), Ouagadougou, Burkina Faso.
MOUNIROU, L., 2018. *Hydraulique appliquée aux réseaux d'adduction d'eau potable : méthodes de calcul et dimensionnement.* Institut 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso.
Faye, S., 2020. *Hydraulique des forages et exploitation des eaux souterraines en Afrique subsaharienne.* Institut 2iE, Ouagadougou, Burkina Faso.

## ❖ Sites internet

Banque Africaine de Développement (BAD). *Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) – Burkina Faso.* Disponible sur : https://www.afdb.org [consulté en 2026].
GRUNDFOS. *Fiche technique de la pompe immergée SP 14-15.* Disponible sur : https://product.grundfos.com [consulté en 2026].
ONEA (Office National de l'Eau et de l'Assainissement). *Rapports d'activités et données sectorielles sur l'alimentation en eau potable au Burkina Faso.* Disponible sur : https://www.onea.bf [consulté en 2026].
US EPA – EPANET. *EPANET 2.0 – Software documentation and user manual.* Disponible sur : https://www.epa.gov/water-research/epanet [consulté en 2026].

# IX. ANNEXES

*Annexe I : Évolution des besoins et demandes en eau potable* ..... *ii*
*Annexe 2 : Réseau d'adduction* ..... *iv*
*Annexe 3 : Réseau de distribution* ..... *v*
*Annexe 4 : Dimensionnement du réseau de distribution ramifié* ..... *vii*
*Annexe 5 : Résultats de la simulation Epanet pour les pressions et vitesses* ..... *x*
*Annexe 6 : Carnet des noeuds* ..... *xiv*
*Annexe 7 : Fiche technique de la pompe* ..... *xv*
*Annexe 8 : Choix de l'onduleur* ..... *xvii*
*Annexe 9 : Impacts environnemental* ..... *xviii*
*Annexe 10 : Devis estimatif des travaux de réalisation de l'AEPS* ..... *xxi*
*Annexe 11 : Plans* ..... *xxv*

# Annexe I : Évolution des besoins et demandes en eau potable

| **Désignation** | Année | **Unité** | **2025** | **2030** | **2031** | **2032** | **2033** | **2034** | **2035** | **2036** | **2037** | **2038** | **2039** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Population totale | Hbt | 2500 | 2825 | 2895 | 2967 | 3040 | 3115 | 3193 | 3272 | 3353 | 3435 | 3521 |
| | Taux de desserte | % | 56,40% | 80% | 81% | 82% | 83% | 84% | 85% | 86% | 87% | 88% | 89% |
| | Population desservie | Hbt | 1411 | 2261 | 2346 | 2433 | 2524 | 2617 | 2714 | 2814 | 2917 | 3024 | 3134 |
| **Borne fontaine** | Taux de desserte des BF | % | 28,20% | 24% | 24% | 24% | 23% | 23% | 23% | 23% | 23% | 22% | 22% |
| | Population desservie par les BF | Hbt | 706 | 679 | 690 | 701 | 712 | 723 | 735 | 746 | 758 | 770 | 782 |
| | Nombre de personnes par BF | Hbt | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| | Nombre théorique de BF à installer | U | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Consommation spécifique moyenne des BF | l/jr/hbt | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Consommation journalière moyenne des BF | m3/j | 14,12 | 13,58 | 13,8 | 14,02 | 14,24 | 14,46 | 14,7 | 14,92 | 15,16 | 15,4 | 15,64 |
| **Branchement privé** | Taux de desserte des BP | % | 28,20% | 56% | 57% | 58% | 60% | 61% | 62% | 63% | 64% | 66% | 67% |
| | Population desservie par les BP | Hbt | 706 | 1583 | 1657 | 1733 | 1812 | 1895 | 1980 | 2068 | 2160 | 2254 | 2352 |
| | Nombre de personnes par BP selon le PN-AEP | Hbt | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Nombre théorique de BP à installer | U | 71 | 159 | 166 | 174 | 182 | 190 | 198 | 207 | 216 | 226 | 236 |
| | Consommation spécifique moyenne des BP | l/jr/hbt | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Consommation journalière moyenne des BP | m3/j | 21,18 | 47,49 | 49,71 | 51,99 | 54,36 | 56,85 | 59,4 | 62,04 | 64,8 | 67,62 | 70,56 |
| **Besoins et demandes** | Besoins journaliers domestiques | m3/j | 35,3 | 61,07 | 63,51 | 66,01 | 68,6 | 71,31 | 74,1 | 76,96 | 79,96 | 83,02 | 86,2 |
| | Autres besoins (Activités économique, Écoles, CSPS,…) | % | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | Besoins non domestiques | m3/j | 3,53 | 6,11 | 6,35 | 6,6 | 6,86 | 7,13 | 7,41 | 7,7 | 8 | 8,3 | 8,62 |
| | Besoins journaliers moyens | m3/j | 38,83 | 67,18 | 69,86 | 72,61 | 75,46 | 78,44 | 81,51 | 84,66 | 87,96 | 91,32 | 94,82 |
| | Coefficient de pointe journalier Kpj | | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| | Besoin en eau du jour de pointe | m3/j | 44,65 | 77,25 | 80,34 | 83,5 | 86,78 | 90,21 | 93,74 | 97,35 | 101,15 | 105,02 | 109,04 |
| | Rendement global du réseau | % | 97% | 97% | 97% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% |
| | **Demande en eau du jour de pointe** | m3/j | **46,04** | **79,64** | **82,82** | **87,9** | **91,35** | **94,95** | **98,67** | **102,48** | **106,47** | **110,55** | **114,78** |
| **Désignation** | **Année** | **Unité** | **2040** | **2041** | **2042** | **2043** | **2044** | **2045** | **2046** | **2047** | **2048** | **2049** | **2050** |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Population totale | Hbt | 3608 | 3697 | 3788 | 3882 | 3978 | 4077 | 4178 | 4281 | 4387 | 4496 | 4607 |
| | Taux de desserte | % | 90% | 91% | 92% | 93% | 94% | 95% | 96% | 97% | 98% | 99% | 100% |
| | Population desservie | Hbt | 3247 | 3365 | 3486 | 3611 | 3740 | 3873 | 4011 | 4153 | 4300 | 4451 | 4607 |
| **Borne fontaine** | Taux de desserte des BF | % | 22% | 22% | 22% | 21% | 21% | 21% | 21% | 21% | 20% | 20% | 20% |
| | Population desservie par les BF | Hbt | 794 | 806 | 819 | 831 | 844 | 857 | 869 | 882 | 895 | 909 | 922 |
| | Nombre de personnes par BF | Hbt | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| | Nombre théorique de BF à installer | U | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | Consommatrion spécifique moyenne des BF | l/jr/hbt | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | Consommation journalière moyenne des BF | m3/j | 15,88 | 16,12 | 16,38 | 16,62 | 16,88 | 17,14 | 17,38 | 17,64 | 17,9 | 18,18 | 18,44 |
| **Branchement privé** | Taux de desserte des BP | % | 68% | 69% | 70% | 72% | 73% | 74% | 75% | 76% | 78% | 79% | 80% |
| | Population desservie par les BP | Hbt | 2454 | 2559 | 2668 | 2780 | 2897 | 3017 | 3142 | 3271 | 3405 | 3543 | 3686 |
| | Nombre de personnes par BP selon le PN-AEP | Hbt | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | Nombre théorique de BP à installer | U | 246 | 256 | 267 | 278 | 290 | 302 | 315 | 328 | 341 | 355 | 369 |
| | Consommatrion spécifique moyenne des BP | l/jr/hbt | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | Consommation journalière moyenne des BP | m3/j | 73,62 | 76,77 | 80,04 | 83,4 | 86,91 | 90,51 | 94,26 | 98,13 | 102,15 | 106,29 | 110,58 |
| **Besoins et demandes** | Besoins journaliers domestiques | m3/j | 89,5 | 92,89 | 96,42 | 100,02 | 103,79 | 107,65 | 111,64 | 115,77 | 120,05 | 124,47 | 129,02 |
| | Autres besoins (Activités économique, Ecoles, CSPS,…) | % | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% |
| | Besoins non domestiques | m3/j | 8,95 | 9,29 | 9,64 | 10 | 10,38 | 10,77 | 11,16 | 11,58 | 12,01 | 12,45 | 12,9 |
| | Besoins journaliers moyens | m3/j | 98,45 | 102,18 | 106,06 | 110,02 | 114,17 | 118,42 | 122,8 | 127,35 | 132,06 | 136,92 | 141,92 |
| | Coefficient de pointe journalier Kpj | | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| | Besoin en eau du jour de pointe | m3/j | 113,22 | 117,51 | 121,97 | 126,53 | 131,29 | 136,18 | 141,22 | 146,45 | 151,86 | 157,45 | 163,21 |
| | Rendement global du réseau | % | 95% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| | **Demande en eau du jour de pointe** | m3/j | **119,18** | **130,56** | **135,52** | **140,58** | **145,88** | **151,31** | **156,92** | **162,72** | **168,74** | **174,95** | **181,34** |

# Annexe 2 : Réseau d'adduction

| Désignation | Année | 2025 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Demande en jour de point | m3/j | 46,04 | 79,64 | 82,82 | 87,9 | 91,35 | 94,95 | 98,67 | 102,48 | 106,47 | 110,55 | 114,78 |
| Débit du forage existant | m3/h | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 |
| Temps de pompage | h | 4 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 |
| Capacité de production journalière | m3/j | 46,04 | 79,64 | 82,82 | 87,9 | 91,35 | 94,95 | 98,67 | 102,48 | 106,47 | 110,55 | 114,78 |
| Besoin supplémentaire en ressource en eau | m3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Désignation** | **Année** | **2040** | **2041** | **2042** | **2043** | **2044** | **2045** | **2046** | **2047** | **2048** | **2049** | **2050** |
| Demande en jour de point | m3/j | 119,18 | 130,56 | 135,52 | 140,58 | 145,88 | 151,31 | 156,92 | 162,72 | 168,74 | 174,95 | 181,34 |
| Débit du forage existant | m3/h | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 | 12,675 |
| Temps de pompage | h | 9 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 |
| Capité de production journalière | m3/j | 119,18 | 130,56 | 135,52 | 140,58 | 145,88 | 151,31 | 156,92 | 162,72 | 168,74 | 174,95 | 181,34 |
| Besoin supplémentaire en ressource en eau | m3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

# Annexe 3 : Réseau de distribution

| Désignation | Année | Unité | 2025 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribution BF** | Nombre de BF | U | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | Nombre de robinets par BF | U | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Débit maximal d'un robinet | l/s | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| | Débit réel de chaque BF | l/s | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| | Débit de pointe des BF | l/s | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| **Distribution (BP)** | Temps de distribution | H | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | Débit moyen horaire des BP | m3/h | 1,92 | 3,32 | 3,45 | 3,66 | 3,81 | 3,96 | 4,11 | 4,27 | 4,44 | 4,61 | 4,78 |
| | Cph | - | 3,31 | 2,87 | 2,85 | 2,81 | 2,78 | 2,76 | 2,73 | 2,71 | 2,69 | 2,66 | 2,64 |
| | Cph en fonction de la population | - | 2,75 | | | | | | | | | | |
| | Débit de pointe horaire des BP (m3/s) | m3/h | 5,27 | 9,13 | 9,49 | 10,07 | 10,47 | 10,88 | 11,31 | 11,74 | 12,2 | 12,67 | 13,15 |
| | Débit de pointe horaire des BP (l/s) | l/s | 1,47 | 2,53 | 2,64 | 2,8 | 2,91 | 3,02 | 3,14 | 3,26 | 3,39 | 3,52 | 3,65 |
| **Débit de distribution** | Débit total | l/s | 6,72 | 7,78 | 7,89 | 8,05 | 8,16 | 8,27 | 8,39 | 8,51 | 8,64 | 8,77 | 8,9 |
| | Débit total de distribution | m3/h | **24,17** | **28,03** | **28,39** | **28,97** | **29,37** | **29,78** | **30,21** | **30,64** | **31,1** | **31,57** | **32,05** |

| Désignation | Année | Unité | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | 2046 | 2047 | 2048 | 2049 | 2050 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Distribution BF** | Nombre de BF | U | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | Nombre de robinets par BF | U | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | Débit maximal d'un robinet | l/s | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Débit réel de chaque BF | l/s | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| | Débit de pointe des BF | l/s | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| **Distribution (BP)** | Temps de distribution | H | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | Débit moyen horaire des BP | m3/h | 4,97 | 5,44 | 5,65 | 5,86 | 6,08 | 6,3 | 6,54 | 6,78 | 7,03 | 7,29 | 7,56 |
| | Cph | - | 2,62 | 2,57 | 2,55 | 2,53 | 2,51 | 2,5 | 2,48 | 2,46 | 2,44 | 2,43 | 2,41 |
| | Cph en fonction de la population | - | 2,75 | | | | | | | | | | |
| | Débit de pointe horaire des BP (m3/s) | m3/h | 13,66 | 14,96 | 15,53 | 16,11 | 16,72 | 17,34 | 17,98 | 18,65 | 19,33 | 20,05 | 20,78 |
| | Débit de pointe horaire des BP (l/s) | l/s | 3,79 | 4,16 | 4,31 | 4,47 | 4,64 | 4,82 | 4,99 | 5,18 | 5,37 | 5,57 | 5,77 |
| **Débit de distribution** | Débit total | l/s | 9,04 | 9,41 | 9,56 | 9,72 | 9,89 | 10,07 | 10,24 | 10,43 | 10,62 | 10,82 | 11,02 |
| | Débit total de distribution | m3/h | **32,56** | **33,86** | **34,43** | **35,01** | **35,62** | **36,24** | **36,88** | **37,55** | **38,23** | **38,95** | **39,68** |

# Annexe 4 : Dimensionnement du réseau de distribution ramifié

| TRONCONS | Nœuds | LONGUEUR | Q fictif | Q fictif | D th | D com | Dint | Vr | k/D | Re | Lambda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | | m | l/s | m3/s | mm | mm | mm | m/s | - | | |
| T1 (CE-N1) | N1 | 289,7 | 11,02 | 0,011 | 118,46 | 200 | 180,8 | 0,43 | 0,008 | 67495,2 | 0,0366 |
| T2 (N1-N5) | N5 | 154,96 | 0,82 | 0,0008 | 32,25 | 63 | 57 | 0,32 | 0,026 | 15869,9 | 0,0561 |
| T3(N5-BF3) | BF3 | 421,3 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T4 (N1-N2) | N2 | 130,2 | 10,85 | 0,0109 | 117,56 | 160 | 144,6 | 0,66 | 0,01 | 83106,5 | 0,039 |
| T5(N2-N3) | N3 | 45,68 | 10,78 | 0,0108 | 117,16 | 160 | 144,6 | 0,66 | 0,01 | 82551,5 | 0,0391 |
| T6 (N3-BF2) | BF2 | 33,51 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T7 (N3-N4) | N4 | 163,82 | 9,95 | 0,01 | 112,58 | 160 | 144,6 | 0,61 | 0,01 | 76213,7 | 0,0391 |
| T8 (N4-N6) | N6 | 509,69 | 1,12 | 0,0011 | 37,82 | 90 | 81,4 | 0,22 | 0,018 | 15279,1 | 0,0497 |
| T9 (N6-N7) | N7 | 194,39 | 0,83 | 0,0008 | 32,59 | 63 | 57 | 0,33 | 0,026 | 16201,2 | 0,0561 |
| T10 (N7-BF5) | BF5 | 54,5 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T11 (N4-N8) | N8 | 294,49 | 8,48 | 0,0085 | 103,88 | 160 | 144,6 | 0,52 | 0,01 | 64890,9 | 0,0392 |
| T12 (N8-N9) | N9 | 69,02 | 2,03 | 0,002 | 50,88 | 90 | 81,4 | 0,39 | 0,018 | 27655 | 0,0485 |
| T13 (N9-N10) | N10 | 26,42 | 1,99 | 0,002 | 50,39 | 90 | 81,4 | 0,38 | 0,018 | 27121,7 | 0,0486 |
| T14 (N10-N11) | N11 | 118,53 | 1,94 | 0,0019 | 49,71 | 90 | 81,4 | 0,37 | 0,018 | 26395,8 | 0,0486 |
| T15 (N11-BF1) | BF1 | 25,02 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T16 (N11-N12) | N12 | 43,14 | 1,12 | 0,0011 | 37,83 | 63 | 57 | 0,44 | 0,026 | 21834,6 | 0,0556 |
| T17 (N12-N13) | N13 | 174,95 | 1,04 | 0,001 | 36,45 | 63 | 57 | 0,41 | 0,026 | 20269,5 | 0,0557 |
| T18 (N13-N14) | N14 | 277,02 | 0,87 | 0,0009 | 33,28 | 63 | 57 | 0,34 | 0,026 | 16895,4 | 0,056 |
| T19 (N14-BF4) | BF4 | 54,51 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T20 (N8-N15) | N15 | 114,93 | 6,25 | 0,0062 | 89,2 | 110 | 99,4 | 0,81 | 0,015 | 69607,7 | 0,0444 |
| T21 (N15-N16) | N16 | 477,68 | 0,21 | 0,0002 | 16,22 | 63 | 57 | **0,08** | 0,026 | 4013,33 | 0,0615 |
| T22 (N15-N17) | N17 | 125,51 | 5,78 | 0,0058 | 85,78 | 140 | 126,6 | 0,46 | 0,012 | 50543,9 | 0,0412 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T23 (N17-N18) | N18 | 195,51 | 5,66 | 0,0057 | 84,86 | 140 | 126,6 | 0,45 | 0,012 | 49464,1 | 0,0412 |
| T24 (N18-N19) | N19 | 75,36 | 5,54 | 0,0055 | 84,02 | 140 | 126,6 | 0,44 | 0,012 | 48491,3 | 0,0412 |
| T25 (N19-N20) | N20 | 283,9 | 5,41 | 0,0054 | 83,01 | 140 | 126,6 | 0,43 | 0,012 | 47327,5 | 0,0413 |
| T26 (N20-N21) | N21 | 317,07 | 5,18 | 0,0052 | 81,19 | 140 | 126,6 | 0,41 | 0,012 | 45272,3 | 0,0413 |
| T27 (N21-N22) | N22 | 1141,75 | 4,64 | 0,0046 | 76,83 | 140 | 126,6 | 0,37 | 0,012 | 40539,2 | 0,0414 |
| T28 (N22-N23) | N23 | 240,77 | 4,06 | 0,0041 | 71,87 | 140 | 126,6 | 0,32 | 0,012 | 35475 | 0,0416 |
| T29 (N23-N24) | N24 | 272,52 | 3,86 | 0,0039 | 70,07 | 140 | 126,6 | 0,3 | 0,012 | 33720,8 | 0,0417 |
| T30 (N24-N25) | N25 | 559,82 | 3,54 | 0,0035 | 67,13 | 140 | 126,6 | 0,28 | 0,012 | 30957,3 | 0,0418 |
| T31 (N25-N26) | N26 | 267,93 | 0,87 | 0,0009 | 33,2 | 63 | 57 | 0,34 | 0,026 | 16819 | 0,056 |
| T32 (N26-BF6) | BF6 | 50,15 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,3 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| T33 (N25 -N27) | N27 | 124,9 | 2,29 | 0,0023 | 54,03 | 90 | 81,4 | 0,44 | 0,018 | 31185,4 | 0,0484 |
| T34 (N27-N28) | N28 | 58,72 | 2,22 | 0,0022 | 53,14 | 90 | 81,4 | 0,43 | 0,018 | 30167,9 | 0,0484 |
| T35 (N28-N29) | N29 | 212,25 | 2,12 | 0,0021 | 51,92 | 90 | 81,4 | 0,4 | 0,018 | 28800,8 | 0,0485 |
| T36 (N29-N30) | N30 | 258,2 | 1,93 | 0,0019 | 49,63 | 90 | 81,4 | 0,37 | 0,018 | 26309,2 | 0,0486 |
| T37 (N30-N31) | N31 | 410,2 | 0,93 | 0,0009 | 34,36 | 63 | 57 | 0,36 | 0,026 | 18014,3 | 0,0559 |
| T38 (N31-BF7) | BF7 | 318,7 | 0,75 | 0,0008 | 30,9 | 63 | 57 | 0,29 | 0,026 | 14568 | 0,0563 |
| **TOTAL** | | **8586,72** | | | | | | | | | |

| TRONCONS | Nœuds | Delta H | SDelta H | Z TN aval | Pmin serv | Zmin | P réelle | P réelle retenue |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | | m | m | m | mCE | m | mCE | mCE |
| T1 (CE-N1) | N1 | 0,61 | 0,61 | 345,04 | 5 | 350,65 | 11,92 | 11,92 |
| T2 (N1-N5) | N5 | 0,88 | 1,48 | 348,32 | 5 | 354,8 | 7,77 | 7,77 |
| T3(N5-BF3) | BF3 | 2,02 | 3,5 | 349,07 | 5 | 357,57 | 5 | 5 |
| T4 (N1-N2) | N2 | 0,86 | 2,34 | 344,4 | 5 | 351,74 | 10,83 | 10,83 |
| T5(N2-N3) | N3 | 0,3 | 2,64 | 342,85 | 5 | 350,49 | 12,08 | 12,08 |
| T6 (N3-BF2) | BF2 | 0,16 | 2,5 | 343,5 | 5 | 351 | 11,56 | 11,56 |
| T7 (N3-N4) | N4 | 0,91 | 3,42 | 341,31 | 5 | 349,73 | 12,84 | 12,7 |
| T8 (N4-N6) | N6 | 0,81 | 4,23 | 344,49 | 5 | 353,72 | 8,85 | 8,71 |
| T9 (N6-N7) | N7 | 1,15 | 5,38 | 344,7 | 5 | 355,08 | 7,49 | 7,36 |
| T10 (N7-BF5) | BF5 | 0,26 | 5,64 | 344,64 | 5 | 355,28 | 7,29 | 7,16 |
| T11 (N4-N8) | N8 | 1,19 | 6,83 | 340,13 | 5 | 351,96 | 10,61 | 10,47 |
| T12 (N8-N9) | N9 | 0,35 | 7,18 | 340,21 | 5 | 352,39 | 10,18 | 10,04 |
| T13 (N9-N10) | N10 | 0,13 | 7,31 | 341,02 | 5 | 353,33 | 9,24 | 9,1 |
| T14 (N10-N11) | N11 | 0,55 | 7,38 | 340,21 | 5 | 352,59 | 9,98 | 9,84 |
| T15 (N11-BF1) | BF1 | 0,12 | 7,5 | 340,42 | 5 | 352,92 | 9,65 | 9,65 |
| T16 (N11-N12) | N12 | 0,46 | 7,96 | 340,04 | 5 | 353 | 9,57 | 9,57 |
| T17 (N12-N13) | N13 | 1,6 | 9,1 | 340,52 | 5 | 354,62 | 7,94 | 7,94 |
| T18 (N13-N14) | N14 | 1,77 | 5,19 | 341,24 | 5 | 351,43 | 11,14 | 11 |
| T19 (N14-BF4) | BF4 | 0,26 | 5,45 | 341,52 | 5 | 351,97 | 10,6 | 10,46 |
| T20 (N8-N15) | N15 | 1,87 | 7,32 | 339,32 | 5 | 351,64 | 10,93 | 10,79 |
| T21 (N15-N16) | N16 | 0,19 | 7,51 | 341,67 | 5 | 354,18 | 8,39 | 8,25 |
| T22 (N15-N17) | N17 | 0,48 | 7,99 | 338,71 | 5 | 351,7 | 10,87 | 10,73 |
| T23 (N17-N18) | N18 | 0,72 | 8,71 | 339,39 | 5 | 353,1 | 9,47 | 9,33 |
| T24 (N18-N19) | N19 | 0,27 | 7,77 | 338,1 | 5 | 350,87 | 11,69 | 11,56 |
| T25 (N19-N20) | N20 | 0,96 | 8,73 | 337,67 | 5 | 351,4 | 11,17 | 11,03 |
| T26 (N20-N21) | N21 | 0,98 | 8,76 | 337,44 | 5 | 351,2 | 11,37 | 11,24 |
| T27 (N21-N22) | N22 | 2,84 | 11,6 | 340,23 | 5 | 356,83 | 5,74 | 5,6 |
| T28 (N22-N23) | N23 | 0,46 | 1,07 | 339,51 | 5 | 345,58 | 16,99 | 16,99 |
| T29 (N23-N24) | N24 | 0,47 | 3,97 | 341,18 | 5 | 350,15 | 12,42 | 12,42 |
| T30 (N24-N25) | N25 | 0,82 | 3,46 | 341,59 | 5 | 350,05 | 12,52 | 12,52 |
| T31 (N25-N26) | N26 | 1,7 | 4,34 | 342,63 | 5 | 351,97 | 10,6 | 10,6 |
| T32 (N26-BF6) | BF6 | 0,24 | 2,74 | 342,78 | 5 | 350,52 | 12,04 | 12,04 |
| T33 (N25 -N27) | N27 | 0,81 | 5,04 | 340,38 | 5 | 350,42 | 12,15 | 12,01 |
| T34 (N27-N28) | N28 | 0,36 | 5,73 | 340,09 | 5 | 350,82 | 11,75 | 11,61 |
| T35 (N28-N29) | N29 | 1,17 | 6,81 | 337,57 | 5 | 349,38 | 13,19 | 13,05 |
| T36 (N29-N30) | N30 | 1,19 | 8,51 | 334,56 | 5 | 348,07 | 14,5 | 14,37 |
| T37 (N30-N31) | N31 | 2,98 | 10,94 | 336,19 | 5 | 352,13 | 10,44 | 10,44 |
| T38 (N31-BF7) | BF7 | 1,53 | 10,63 | 338,51 | 5 | 354,14 | 8,43 | 8,43 |
| **TOTAL** | | | | | | **357,57** | | |

# Annexe 5 : Résultats de la simulation Epanet pour les pressions et vitesses

*Tableau 26: Comparaison des pressions*

| Nœud | Pression calculée (m) | Pression epanet (m) |
|---|---|---|
| N1 | 11,92 | 10,08 |
| N5 | 7,77 | 6,32 |
| BF3 | 5,00 | 4,57 |
| N2 | 10,83 | 10,34 |
| N3 | 12,08 | 11,76 |
| BF2 | 11,56 | 11,03 |
| N4 | 12,84 | 12,9 |
| N6 | 8,85 | 9,15 |
| N7 | 7,49 | 8,29 |
| BF5 | 7,29 | 8,22 |
| N8 | 10,61 | 10,75 |
| N9 | 10,18 | 10,36 |
| N10 | 9,24 | 8,95 |
| N11 | 9,98 | 10,06 |
| BF1 | 9,65 | 9,7 |
| N12 | 9,57 | 9,45 |
| N13 | 7,94 | 7,28 |
| N14 | 11,14 | 9,81 |
| BF4 | 10,60 | 9,4 |

| | | |
|---|---|---|
| N15 | 10,93 | 10,23 |
| N16 | 8,39 | 8,14 |
| N17 | 10,87 | 10,7 |
| N18 | 9,47 | 8,97 |
| N19 | 11,69 | 11,49 |
| N20 | 11,17 | 11,45 |
| N21 | 11,37 | 11,06 |
| N22 | 5,74 | 5,13 |
| N23 | 16,99 | 17,12 |
| N24 | 12,42 | 12,25 |
| N25 | 12,52 | 12,9 |
| N26 | 10,60 | 10,2 |
| BF6 | 12,04 | 11,96 |
| N27 | 12,15 | 11 |
| N28 | 11,75 | 10,27 |
| N29 | 13,19 | 12,8 |
| N30 | 14,50 | 14,23 |
| N31 | 10,44 | 10,73 |
| BF7 | 8,43 | 7,66 |

*Tableau 27: Comparaison des vitesses*

| Troncon | Nœuds | Vcalculée (m/s) | Vpanet (m/s) |
|---|---|---|---|
| T1 (CE-N1) | N1 | 0,43 | 0,45 |
| T2 (N1-N5) | N5 | 0,32 | 0,34 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| T3(N5-BF3) | BF3 | 0,3 | 0,29 |
| T4 (N1-N2) | N2 | 0,66 | 0,62 |
| T5(N2-N3) | N3 | 0,66 | 0,61 |
| T6 (N3-BF2) | BF2 | 0,3 | 0,29 |
| T7 (N3-N4) | N4 | 0,61 | 0,56 |
| T8 (N4-N6) | N6 | 0,22 | 0,25 |
| T9 (N6-N7) | N7 | 0,33 | 0,35 |
| T10 (N7-BF5) | BF5 | 0,3 | 0,29 |
| T11 (N4-N8) | N8 | 0,52 | 0,48 |
| T12 (N8-N9) | N9 | 0,39 | 0,40 |
| T13 (N9-N10) | N10 | 0,38 | 0,39 |
| T14 (N10-N11) | N11 | 0,37 | 0,38 |
| T15 (N11-BF1) | BF1 | 0,3 | 0,29 |
| T16 (N11-N12) | N12 | 0,44 | 0,45 |
| T17 (N12-N13) | N13 | 0,41 | 0,43 |
| T18 (N13-N14) | N14 | 0,34 | 0,38 |
| T19 (N14-BF4) | BF4 | 0,3 | 0,29 |
| T20 (N8-N15) | N15 | 0,81 | 0,75 |
| T21 (N15-N16) | N16 | 0,08 | 0,10 |
| T22 (N15-N17) | N17 | 0,46 | 0,40 |
| T23 (N17-N18) | N18 | 0,45 | 0,40 |
| T24 (N18-N19) | N19 | 0,44 | 0,38 |
| T25 (N19-N20) | N20 | 0,43 | 0,38 |
| T26 (N20-N21) | N21 | 0,41 | 0,36 |
| T27 (N21-N22) | N22 | 0,37 | 0,34 |
| T28 (N22-N23) | N23 | 0,32 | 0,27 |
| T29 (N23-N24) | N24 | 0,3 | 0,25 |
| T30 (N24-N25) | N25 | 0,28 | 0,24 |
| T31 (N25-N26) | N26 | 0,34 | 0,38 |
| T32 (N26-BF6) | BF6 | 0,3 | 0,29 |
| T33 (N25 -N27) | N27 | 0,44 | 0,4 |
| T34 (N27-N28) | N28 | 0,43 | 0,37 |
| T35 (N28-N29) | N29 | 0,4 | 0,35 |
| T36 (N29-N30) | N30 | 0,37 | 0,3 |
| T37 (N30-N31) | N31 | 0,36 | 0,42 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| T38 (N31-BF7) | BF7 | 0,29 | 0,29 |

# Annexe 6 : Carnet des noeuds

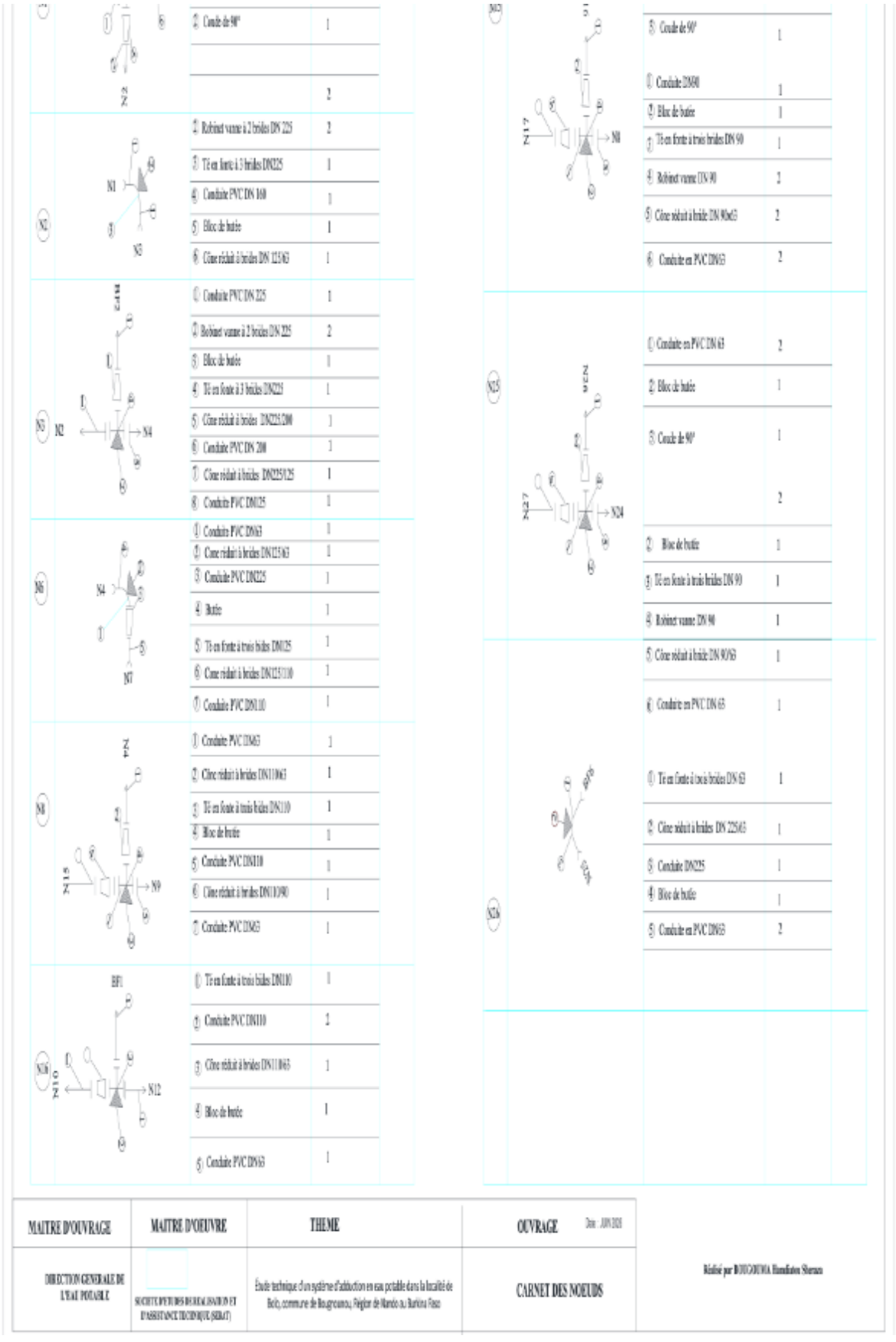



*Figure 11: Carnet des noeuds*

# Annexe 7 : Fiche technique de la pompe

GRUNDFOS

| | |
|---|---|
| **Nom Société:** | SERAT |
| **Créé par:** | Bougouma Hamdiatou Sheraza |
| **Téléphone:** | 002263120318 |
| **E-mail:** | bougoumahamdia29@gmail.com |
| **Date:** | 28/05/2026 |

| | |
|---|---|
| **Projet:** | **Client:** |
| **Code Article:** | **Numéro Client:** |
| | **Contact:** |

| Quantité | Description |
|---|---|
| 1 | Les parties en élastomère de la pompe offrent une excellente résistance à l'usure et de longues périodes d'utilisation entre deux remplacements.<br>Les roulements sont en LSR (caoutchouc en silicone liquide), les bagues d'étanchéité en TPU (polyuréthane thermoplastique) et le clapet anti-retour en NBR (caoutchouc butadiène-nitrile).<br>L'élastomère spécial des roulements offre une résistance accrue contre le sable et les autres particules abrasives (pour une teneur comprise entre 50 à 150 mg/l).<br>Si la pompe sert à pomper de l'eau à forte teneur en hydrocarbures ou solvants, Grundfos propose des pièces en caoutchouc FKM (fluorocarbone) résistantes à l'huile et à l'eau jusqu'à 90 °C.<br>La pompe est conçue avec des paliers de forme octogonale et des canaux d'évacuation du sable minimisant l'usure. L'usure de la pompe est inévitable. Toutefois, la pompe a été conçue de façon à faciliter le remplacement des pièces internes (paliers, roue, bagues d'usure et d'étanchéité).<br>Le raccordement d'aspiration est équipé d'une crépine prévue pour empêcher la pénétration de grandes particules dans la pompe. Le raccordement d'aspiration se conforme aux normes NEMA en ce qui concerne le montage/le dimensionnement du moteur.<br><br>**Moteur**<br>Le stator est hermétiquement fermé dans un boîtier en acier inoxydable et les enroulements sont isolés par un polymère. Cela se traduit par une grande stabilité mécanique, un refroidissement optimal et moins de risque de courts-circuits dans les enroulements.<br><br>Liquide:<br>Liquide pompé: Eau<br>Plage température liquide: -15 .. 40 °C<br>Température liquide sélectionnée: 20 °C<br>Densité: 998.2 kg/m³<br>Viscosité cinématique: 1 mm²/s<br><br>Technique:<br>Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe: 2900 mn-1<br>Débit calculé réel: 12.78 m³/h<br>Débit nominal: 14 m³/h<br>Point de fonctionnement réel de la pompe: 68.04 m<br>Hauteur nominale: 65 m<br>Certifications: CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO<br>Certifications pour moteur: CE,EAC,C_UL_US_NSF372MOROCCO,UKCA,SEPRO,RCM<br>Certifications pour l'eau potable: ACS,DM174<br>Tolérance courbe: ISO9906:2012 3B<br>Version moteur: T40<br>Clapet anti-retour: OUI<br><br>Matériaux:<br>Pompe: Stainless steel<br>EN 1.4301<br>AISI 304<br>Roue: Acier inox.<br>EN 1.4301<br>AISI 304<br>Moteur: Acier inoxydable |

*Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.21.000]* 4

GRUNDFOS

| | |
|---|---|
| **Nom Société:** | SERAT |
| **Créé par:** | Bougouma Hamdiatou Sheraza |
| **Téléphone:** | 002263120318 |
| **E-mail:** | bougoumahamdia29@gmail.com |
| **Date:** | 28/05/2026 |

**Projet:**
**Code Article:**

**Client:**
**Numéro Client:**
**Contact:**

| Quantité | Description | |
|---|---|---|
| 1 | | EN 1.4301 |
| | Garniture mécanique: | HM/Céramique |
| | Installation: | |
| | Pression ambiante maximale: | 60 bar |
| | Pression maximale de service: | 60 bar |
| | Pression de sortie maximale autorisée: | 9.3 bar |
| | Type raccordement: | Rp |
| | Taille du raccordement: | 2 pouce |
| | Diamètre motor: | 4 pouce |
| | Diamètre de forage minimum: | 105 mm |
| | Donnée électrique: | |
| | Type moteur: | MS4000 |
| | Conception de la bride moteur: | NEMA |
| | Puissance nominale - P2: | 4 kW |
| | Puissance (P2) requise par pompe: | 4 kW |
| | Fréquence d'alimentation: | 50 Hz |
| | Tension nominale: | 3 x 380-400-415 V |
| | Intensité nominale: | 9.8-9.6-9.8 A |
| | Intensité démarrage: | 440-480-490 % |
| | Cos phi - facteur de puissance: | 0.85-0.8-0.77 |
| | Vitesse nominale: | 2830-2860-2870 mn-1 |
| | Méthode de démarrage: | Direct-on-line (DOL) |
| | Indice de protection (IEC 34-5): | IP68 |
| | Classe d'isolation (CEI 85): | F |
| | Protection standard Ex: | AUCUN |
| | Protection thermique: | External |
| | Capteur de température intégré: | Non |
| | Longueur du câble: | 2.5 m |
| | Type de câble: | FLAT |
| | No moteur: | 7C192510 |
| | Enroulements: | Enameled |
| | Autres: | |
| | Indice d'efficacité minimale, MEI ≥: | 0.50 |
| | Poids net: | 36.9 kg |
| | Poids brut: | 71 kg |
| | Volume d'expédition: | 0.264 m3 |
| | Pays d'origine: | DK |
| | Code douanier: | 84137029 |
| | Certifications environnementales: | WEEE |

*Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.21.000]* 5

# Annexe 8 : Choix de l'onduleur

GRUNDFOS

| | |
|---|---|
| **Nom Société:** | SERAT |
| **Créé par:** | Bougouma Hamdiatou Sheraza |
| **Téléphone:** | 002263120318 |
| **E-mail:** | bougoumahamdia29@gmail.com |
| **Date:** | 09/06/2026 |

**Projet:**
**Code Article:**

**Client:**
**Numéro Client:**
**Contact:**

| Quantité | Description |
|---|---|
| 1 | **RSI 3x208-240V IP66 11kW 48A** |



**Note ! La photo produit peut différer du produit réel**

Référence: 99090638

Le convertisseur Renewable Solar Inverter RSI est un convertisseur hors réseau qui nous permet d'étendre notre gamme de systèmes de pompage submersibles solaires. Le RSI est spécifiquement configuré pour être compatible avec les pompes submersibles SP triphasées 400 V. Grâce à l'intégration de la fonction de suivi du point de puissance maximale (MPPT) ainsi qu'à différents logiciels de protection, il fournit une solution globale renouvelable efficace et sûre.

Technique:

| | |
|---|---|
| Certifications et marquages: | CE |

Installation:

| | |
|---|---|
| Plage température ambiante: | -10 .. 60 °C |
| Humidité relative: | 100 % |

Donnée électrique:

| | |
|---|---|
| Puissance nominale - P2: | 11 kW |
| Fréquence d'alimentation: | 50 / 60 Hz |
| Tension nominale: | 3 x 208-240 V |
| Indice de protection (IEC 34-5): | IP66 |
| Tension nominale de sortie AC: | 220 V |
| Tension d'entrée DC: | 400 V |
| Courant nominal de sortie AC: | 48 A |
| Udc: | 230 V |

Autres:

| | |
|---|---|
| Poids net: | 14.9 kg |
| Poids brut: | 16.3 kg |
| Pays d'origine: | IT |
| Code douanier: | 85044084 |

*Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.23.000]* 1

# Annexe 9 : Impacts environnemental

| Phase du projet | Activités | Composante environnementale | | | | | Composante sociale | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Air | Eau sous-sols | Sol | Faune | Flore | Revenue | Social | Sécurité -sante | Emploi | Hygiène |
| **Phase conception et réalisation** | Études socio, géotechnique, et Topographique | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 0 | 0 | 0 |
| | Installation de la base vie et autres installations techniques | 0 | 0 | - | - | - | + | - | 0 | + | 0 |
| | Le débroussaillage et abattage d'arbres sur le site | - | 0 | - | 0 | - | + | + | - | + | 0 |
| | Transport et circulation des engins | - | - | - | 0 | - | + | - | - | + | - |
| | Production de déchets | - | - | - | 0 | - | 0 | 0 | - | - | - |
| | Travaux d'emprunt, remblai, déblai | - | - | - | - | - | + | - | - | + | - |
| | Implantation des infrastructures du système | - | - | - | 0 | - | + | + | 0 | + | 0 |
| **Phase d'exploitation** | Vente d'eau | 0 | - | 0 | 0 | 0 | + | + | + | + | + |
| | Utilisation de l'Energie thermique | 0 | 0 | 0 | - | 0 | + | 0 | - | + | 0 |
| | Entretien/Maintenance | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | + | + | + |

*Tableau 28: Programme de suivi environnemental*

| **Impacts** | **Indicateurs de suivi** | **Fréquence de mesure** | **Responsables** | **Paramètres de Suivi** | **Source de vérification** |
|---|---|---|---|---|---|
| Gestion du système d'approvisionnement en eau | Nombre de personnes formées | Trimestriel | Entreprise de suivi et d'exécution des travaux | Quantité d'eau vendue, recettes de l'eau vendue | Rapport de formation |
| Qualité de l'eau fournie | Types de bactéries trouvées, turbidité de l'eau | Mensuel | Laboratoires, gestionnaire et le ministère de la santé | Analyses physico-chimiques, organoleptiques et bactériologiques | Fiches d'analyse |
| Santé | Types de maladies et nombre de personnes malades | Trimestriel | Le ministère de la santé, le ministère de l'eau et de l'assainissement et le bureau de suivi des mesures d'atténuation | Cas de maladies enregistrés | Rapport de santé des CSPS, CS, CHU |



**Institut International d'Ingénierie** de l'Eau et de l'Environnement
Institut 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. : (+226) 25. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org - **www.2ie-edu.org**

*Tableau 29: Programme de surveillance*

| Mesures d'atténuation | Indicateurs | Fréquence de mesure | Responsable | Moyen de vérification |
|---|---|---|---|---|
| Utilisation de machines et engins moins vibrants | Absence de bruits | Quotidien | Bureau de contrôle | Rapport de chantier |
| Installation de panneaux avertisseurs et de limitation de vitesse | Types et nombre d'incidents enregistrés au cours des phases du projet | Hebdomadaire | Entreprise ou bureau d'exécution | Rapport d'incidents |
| Remise en état du site à la fin des travaux | Nombre de tranchées ouvertes et remises en état ; Absence de déchets sur le site | Fin des travaux | Bureau de contrôle | Procès – verbaux de réception définitive |
| Fournir les EPI et les rendre obligatoire pendant les travaux | Nombre des EPI offerts | Quotidien | Entreprise d'exécution ; Bureau de Contrôle | Rapport de chantier |
| Recrutement de la main d'œuvre locale | Nombre d'ouvriers recrutés au sein de la population locale | Mensuel | Entreprise d'exécution des travaux | Rapport de chantier |
| Sensibilisation sur les IST | Nombre d'ouvriers sensibilisés sur les IST/SIDA et nombre d'affiches réalisées et de préservatifs offerts | Hebdomadaire | Entreprise | Rapport de chantier |

# Annexe 10 : Devis estimatif des travaux de réalisation de l'AEPS

| N° | Désignation | Unité | Quantité | Prix unitaire | Prix total |
|---|---|---|---|---|---|
| **I** | **FRAIS GENERAUX** | | | | |
| 1.1 | Installation et Repli de chantier | Forfait | 1 | 2 500 000 | 2 500 000 |
| 1.2 | Dossier de récolement des travaux | Forfait | 1 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| 1.3 | Essai de fonctionnement général | Forfait | 1 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| **1.4** | **TOTAL FRAIS GENERAUX** | | | | **4 500 000** |
| **II** | **REALISATION DU FORAGE** | | | | |
| 2.1 | Développement du forage | U | 1 | 2 110 000 | 2 110 000 |
| 2.2 | Pompage d'essai par palier | U | 1 | 250 000 | 250 000 |
| 2.3 | Pompage d'essai longue durée | U | 1 | 650 000 | 650 000 |
| 2.4 | Fourniture et installation d'une électropompe immergée à alimentation solaire avec point de fonctionnement (Grundfos SP 14-15, Q1=12,675 m3/h, HMT1 =66,91m), y compris toutes sujétions | U | 1 | 2 528 500 | 2 528 500 |
| 2.5 | Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en PEHD DN 90 PN 16 (y compris attaches) | mL | 30 | 7 250 | 214 600 |
| 2.6 | Génie civil tète de forage | FF | 1 | 650 000 | 650 000 |
| 2.7 | Fournitures, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouses, coudes, brides rondes filetés, clapet anti-retour, manomètres, vannes, robinet de prise d'échantillon) dans la tête de forage y compris butée et support | U | 1 | 2 596 000 | 2 596 000 |
| 2.8 | Fourniture et installation d'une armoire électrique de commande et de protection pour l'électropompe immergée | U | 1 | 1 416 000 | 1 416 000 |
| 2.9 | Analyse de l'eau (chimique et bactériologique) | U | 1 | 200 000 | 200 000 |
| 2.10 | Exécution de forage diamètre minimal 4" | U | 1 | 2 000 000 | 2 000 000 |
| **2.11** | **TOTAL REALISATION DU FORAGE** | | | | **12 615 100** |
| **III** | **REFOULEMENT** | | | | |
| 3.1 | Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 110 PN 16 | mL | 1 478,05 | 10 800 | 15 962 940 |
| 3.2 | Grillage avertisseur bleu | mL | 1 478,05 | 500 | 739 025 |
| 3.3 | Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations | mL | 1 478,05 | 1 000 | 1 478 050 |
| 3.4 | Fourniture et pose de coude 1/4 fonte 2 brides DN 125 PN 16 | U | 2 | 35 000 | 70 000 |
| 3.5 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides PEHD DN 110 PN16 | U | 2 | 12 000 | 24 000 |
| 3.6 | Fourniture et pose de boulons aciers 16/80 | U | 8 | 700 | 5 600 |
| 3.7 | Construction de bornes d'indication des passages des conduites pour le réseau de refoulement | U | 10 | 10 000 | 100 000 |
| **3.8** | **TOTAL REFOULEMENT** | | | | **18 379 615** |
| **IV** | **RESEAU DE DISTRIBUTION** | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.1 | Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 200 mm | mL | 8586,72 | 2 000 | 17 173 440 |
| 4.2 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 200 PN 10 | mL | 289,70 | 5 800 | 1 680 260 |
| 4.3 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 160 PN 10 | mL | 634,19 | 13 900 | 8 815 241 |
| 4.4 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 140 PN 10 | mL | 3 212,21 | 9 000 | 28 909 890 |
| 4.5 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 110 PN 10 | mL | 114,93 | 5 700 | 655 101 |
| 4.6 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 90 PN 10 | mL | 1 377,73 | 5 350 | 7 370 856 |
| 4.7 | Fourniture et pose de canalisation PVC DN 63 PN 10 | mL | 2 957,63 | 4 000 | 11 830 520 |
| 4.8 | Fourniture et pose de grillage avertisseur de couleur bleu | mL | 7 339,33 | 175 | 1 284 383 |
| 4.9 | Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations | mL | 7 339,33 | 1 000 | 7 339 330 |
| 4.10 | Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 110 | U | 1,00 | 65 000 | 65 000 |
| 4.11 | Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 90 | U | 2,00 | 55 000 | 110 000 |
| 4.12 | Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 63 | U | 4,00 | 45 000 | 180 000 |
| 4,13 | Fourniture et pose de croix à 4 brides DN 160 | U | 1,00 | 350 000 | 350 000 |
| 4,14 | Fourniture et pose de croix à 4 brides DN 125 | U | 1,00 | 280 000 | 280 000 |
| 4,15 | Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 150/60 | U | 1,00 | 175 000 | 175 000 |
| 4.16 | Fourniture et pose de coude fonte à brides DN 90 | U | 2,00 | 65 000 | 130 000 |
| 4.17 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 63 | U | 7,00 | 59 000 | 413 000 |
| 4.18 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 90 | U | 6,00 | 103 840 | 623 040 |
| 4.19 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 110 | U | 4,00 | 129 800 | 519 200 |
| 4.20 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 125 | U | 2,00 | 177 000 | 354 000 |
| 4.21 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 140 | U | 1,00 | 212 400 | 212 400 |
| 4.22 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 160 | U | 2,00 | 259 600 | 519 200 |
| 4.23 | Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 200 | U | 2,00 | 395 400 | 790 800 |
| 4.24 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 200/90 | U | 1,00 | 253 700 | 253 700 |
| 4.25 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 200/160 | U | 1,00 | 300 900 | 300 900 |
| 4.26 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 90/63 | U | 2,00 | 112 100 | 224 200 |
| 4.27 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 125/90 | U | 1,00 | 182 900 | 182 900 |
| 4.28 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 160/90 | U | 1,00 | 215 940 | 215 940 |
| 4.29 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 140/90 | U | 1,00 | 194 700 | 194 700 |
| 4.30 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 125/63 | U | 1,00 | 155 760 | 155 760 |
| 4.31 | Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 110/63 | U | 4,00 | 143 960 | 575 840 |
| 4.32 | Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 60 | U | 1,00 | 171 100 | 171 100 |
| 4.33 | Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 80 | U | 5,00 | 220 660 | 1 103 300 |
| 4.34 | Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 100 | U | 2,00 | 328 040 | 656 080 |
| 4.35 | Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 150 | U | 1,00 | 554 600 | 554 600 |
| 4.36 | Fourniture et pose de boulons acier 16/80 | U | 344,00 | 700 | 240 800 |
| 4.37 | Fourniture et pose de tête de bouche à clé de 5 Kg bétonnée | U | 7,00 | 15 000 | 75 000 |
| 4.38 | Fourniture et pose de ventouse 3 fonctions sur conduite PVC DN 63 à DN 160 PN 10 | U | 2,00 | 200 000 | 400 000 |
| 4.39 | Fourniture et pose de tube allonge pour robinet vanne | U | 5,00 | 1 200 | 6 000 |
| 4.40 | Fourniture et pose de bouchon femelle PVC DN 63 | U | 7,00 | 4 000 | 28 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.41 | Construction de massif de butée et/ou d'ancrage dosé à 350 kg/m3 | ENS | 1,00 | 200 000 | 200 000 |
| 4.42 | Réalisation de branchements particuliers | U | 369,00 | 150 000 | 55 350 000 |
| 4.43 | Fourniture et pose de bornes d'indication des conduites sur réseau de distribution | ENS | 1,00 | 400 000 | 400 000 |
| **4.44** | **TOTAL RESEAU DE DISTRIBUTION** | | | | **152 535 164** |
| **V** | **TRAITEMENT** | | | | |
| 5.1 | Fourniture de filtre doseur | U | 1,00 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| 5.2 | Fournitures de pièces et travaux de plomberie | ENS | 1,00 | 596 000 | 596 000 |
| 5.3 | Fourniture de désinfectant alimentaire chlore en poudre (fût de 45kg) | U | 1,00 | 420 000 | 420 000 |
| 5.4 | Fourniture et pose de support et hangar de protection | U | 1,00 | 725 000 | 725 000 |
| 5.5 | Fouille et remblais pour installation | ENS | 1,00 | 220 000 | 220 000 |
| 5.6 | Main d'œuvre (plomberie et mise en service) | ENS | 1,00 | 950 000 | 950 000 |
| 5.7 | Formation des techniciens pour l'exploitation | ENS | 1,00 | 450 000 | 450 000 |
| **5.8** | **TOTAL TRAITEMENT** | | | | **4 361 000** |
| **VI** | **GENIE CIVIL** | | | | |
| 6.1 | Réalisation d'une clôture (25mx25) en maçonnerie d'agglo de 15cm et de 2 m de haut selon plan, y compris éclairage du portail, crépissage, tyrolienne | Forfait | 1,00 | 3 436 000 | 3 436 000 |
| 6.2 | Construction de local technique/Magasin | ENS | 1,00 | 350 000 | 350 000 |
| 6.3 | Construction de local de gardiennage | U | 1,00 | 1 300 000 | 1 300 000 |
| 6.4 | Construction de latrine VIP à 1 poste + douche conformément aux plans | U | 1,00 | 750 000 | 750 000 |
| 6.5 | Construction de regards de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m pour vannes et ventouse | U | 5,00 | 400 000 | 2 000 000 |
| 6.6 | Construction et raccordement de bornes fontaines | U | 7,00 | 750 000 | 5 250 000 |
| 6.7 | Fourniture et pose d'un dispositif de vidange | U | 2,00 | 500 000 | 1 000 000 |
| 6.8 | Construction des abreuvoirs dans les quartiers à forte activité agropastorale | U | 2,00 | 200 000 | 400 000 |
| 6.9 | Fourniture et pose de lampadaire solaire à côté des bornes fontaines | U | 7,00 | 150 000 | 1 050 000 |
| 6.10 | Mise en place d'une clôture grillagée de 25m *25 m, maille 5mm*5 mm, hauteur 2m y compris support et portail d'entrée pour les installations solaires | Forfait | 1,00 | 2 250 000 | 2 250 000 |
| 6.11 | Structure support triangulée en aluminium inclinée à 15° | U | 1,00 | 350 000 | 350 000 |
| 6.12 | Protection des conduites au niveau des ravins (fourreautage +gabions) y compris toutes sujétions | mL | 200,00 | 15 000 | 3 000 000 |
| **6.13** | **TOTAL GENIE CIVIL** | | | | **21 136 000** |
| **VII** | **CHÂTEAUX D'EAU** | | | | |
| 7.1 | Installation et Repli de chantier | Forfait | 1 | 2 000 000 | 2 000 000 |
| 7.2 | Fourniture et pose de château d'eau métallique (80 m3, He 10m) + tour, toutes sujétions comprises (équipement de robinetterie intérieur : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, robinet vanne, échelle de lecture, peint) | m3 | 1 | 75 000 000 | 75 000 000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7.3 | Clôture portail, échelle métallique, garde-corps, mise à la terre | Forfait | 1 | 4 000 000 | 4 000 000 |
| 7.4 | Études préalables (topographie, géotechnique, implantation) | Forfait | 1 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| 7.5 | Main d'œuvre, équipements chantier, transport, imprévus | Forfait | 1 | 3 500 000 | 3 500 000 |
| **7.6** | **TOTAL CHÂTEAU D'EAU** | | | | **86 000 000** |
| **VIII** | **FORMATIONS DES BENEFICIAIRES** | | | | |
| 8.1 | Formation des acteurs communaux sur les questions d'eau et d'assainissement | ENS | 1 | 1 500 000 | 1 500 000 |
| 8.2 | Formation des bénéficiaires sur le fonctionnement des équipements du réseau | ENS | 1 | 1 000 000 | 1 000 000 |
| **8.3** | **TOTAL FORMATIONS DES BENEFICIAIRES** | | | | **2 500 000** |
| **IX** | **ENERGIE** | | | | |
| 9.1 | Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur RSI 3x208-240V IP66 11kW 48A | U | 1 | 5 000 000 | 5 000 000 |
| 9.2 | Fourniture, pose et essai de 6 panneaux solaire mono cristallin de 250 Wc 24V y compris toutes sujétions de pose et de raccordement pour chaque forage | U | 6 | 175 000 | 1 050 000 |
| **9.3** | **TOTAL ENERGIE** | | | | **6 050 000** |
| **10** | **MONTANT TOTAL HTVA DE L'AEPS** | | | | **308 076 879** |
| **11** | **Suivi et contrôle des travaux (5%)** | | | | **15 403 844** |
| **12** | **MONTANT DE LA TVA (18%)** | | | | **55 453 838** |
| **13** | **TOTAL TTC** | | | | **363 530 717** |
| **14** | **IMPREVU 2%** | | | | **7 270 614 CFA** |
| **MONTANT TOTAL TTC DE L'AEPS** | | | | | **370 801 331 CFA** |

# Annexe 11 : Plans

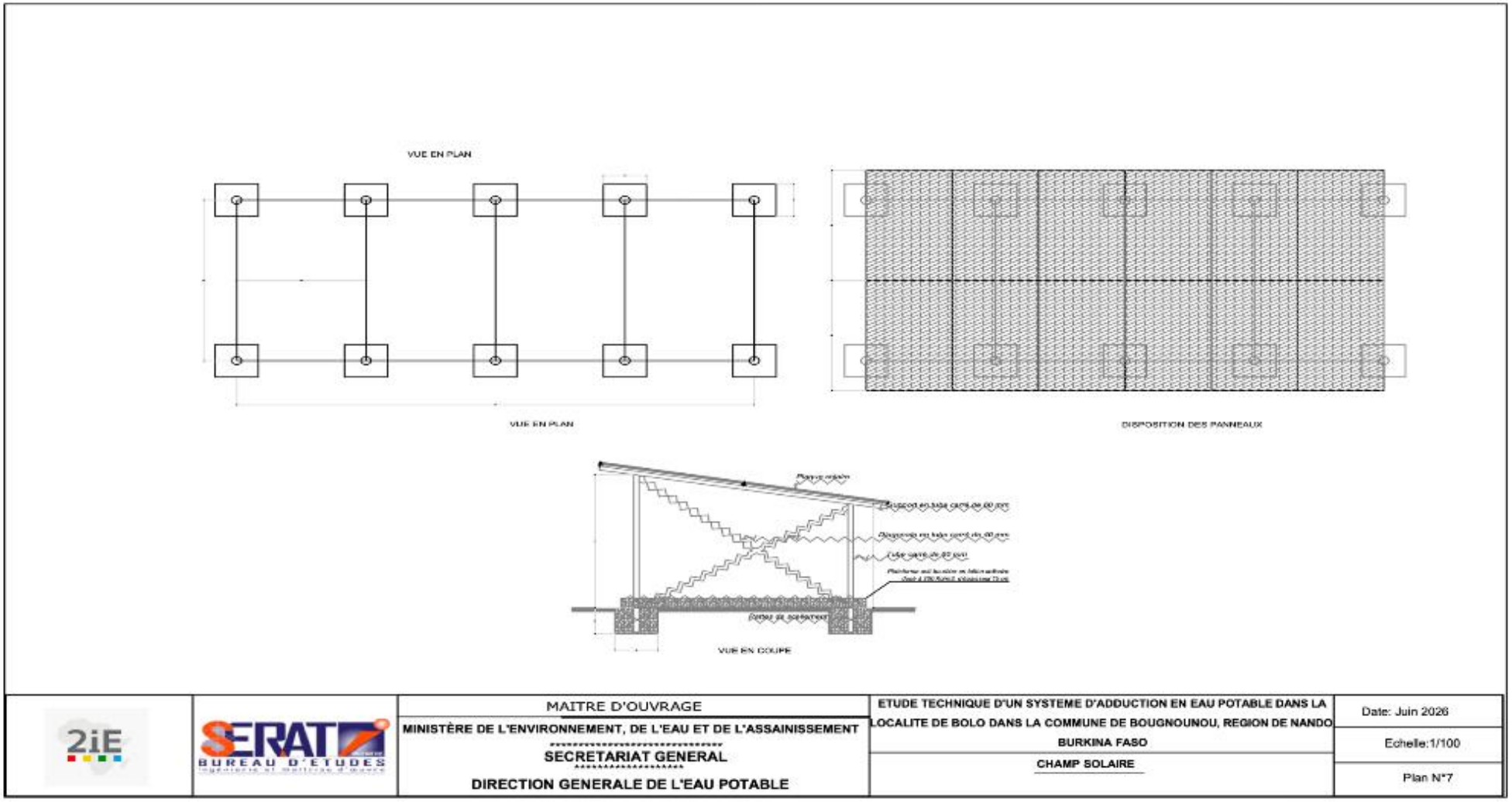



*Figure 12: Champ solaire (plan)*

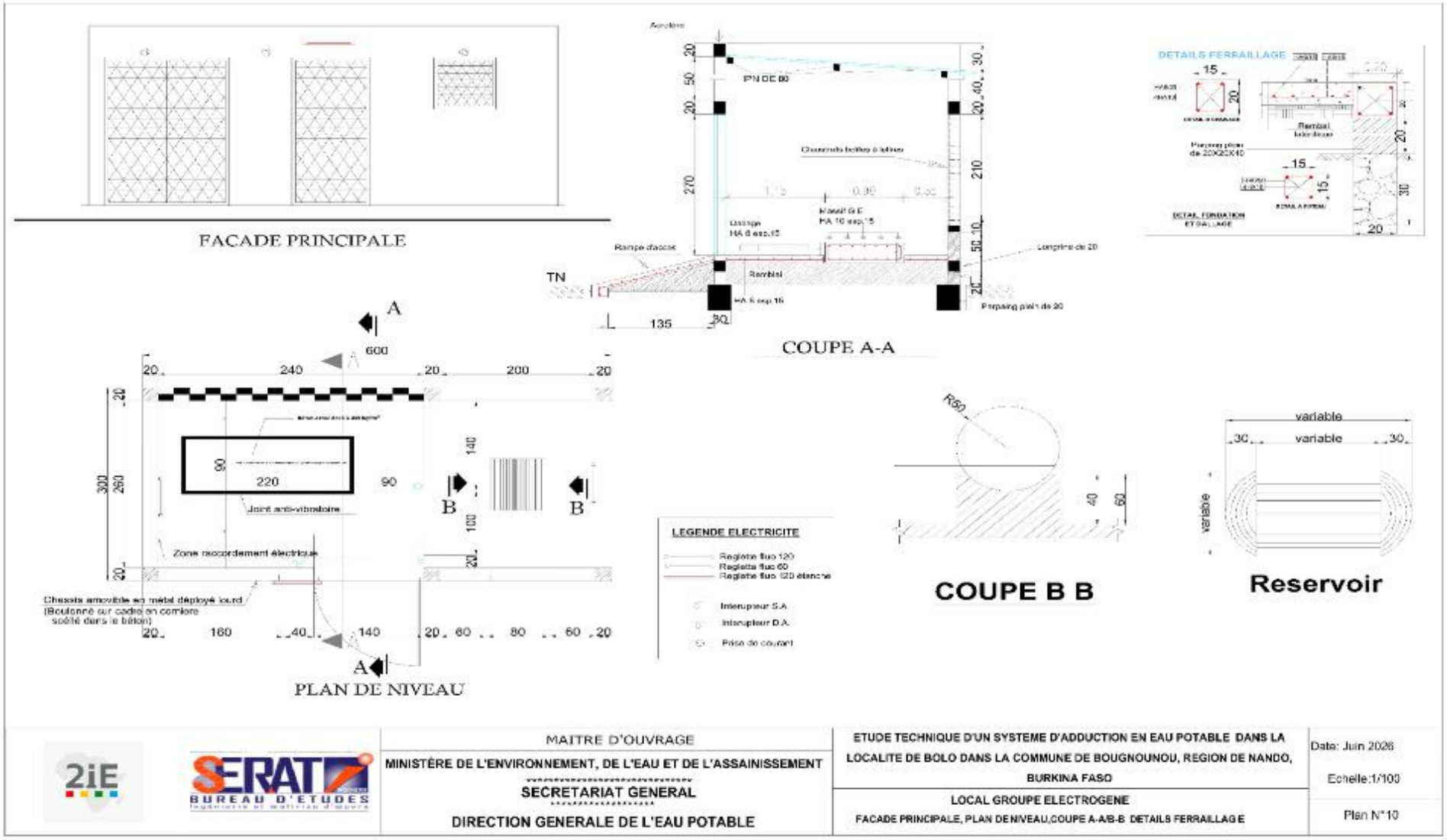



*Figure 13: Local du groupe électrogène*

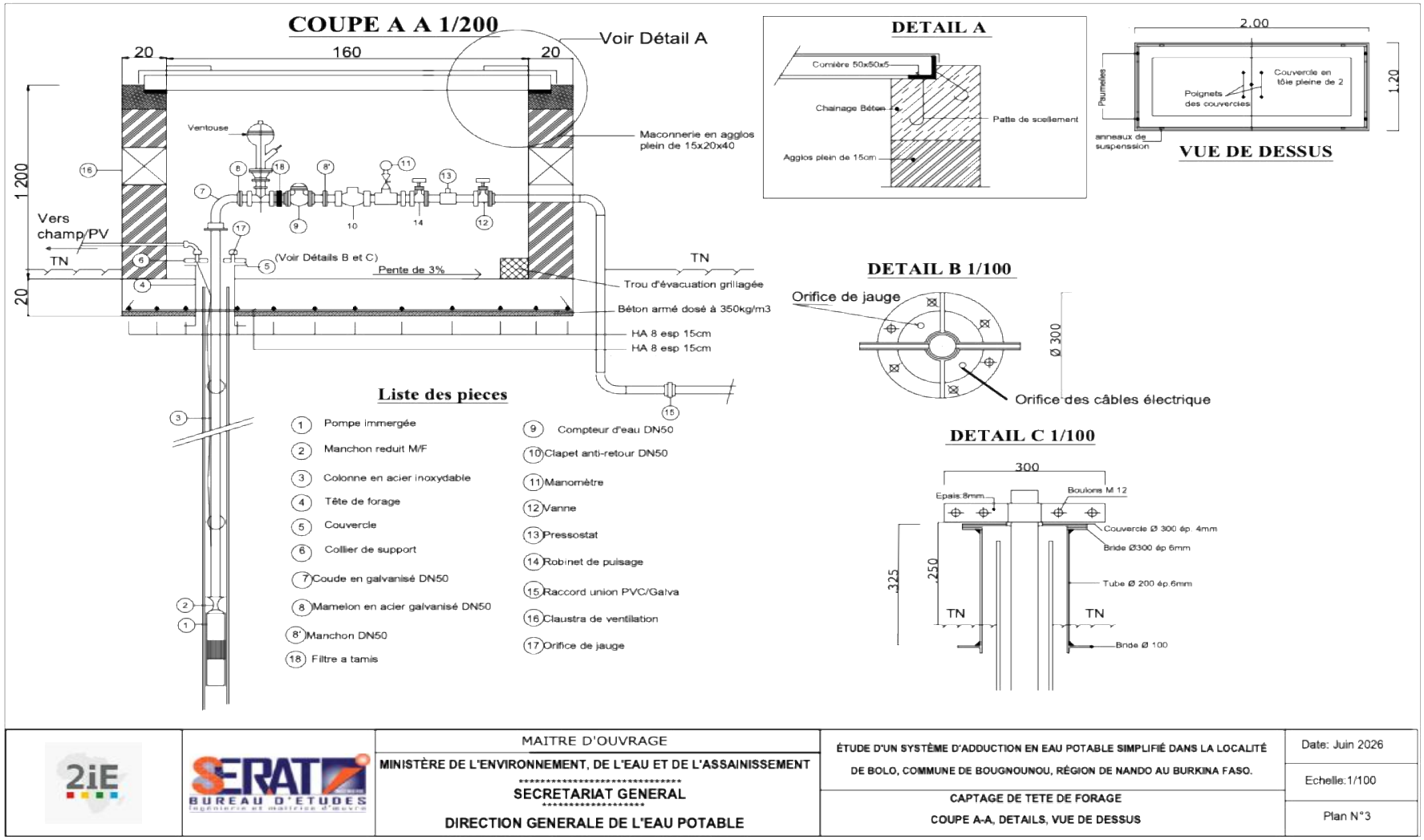



*Figure 14: Plan du captage de la tête de forage*

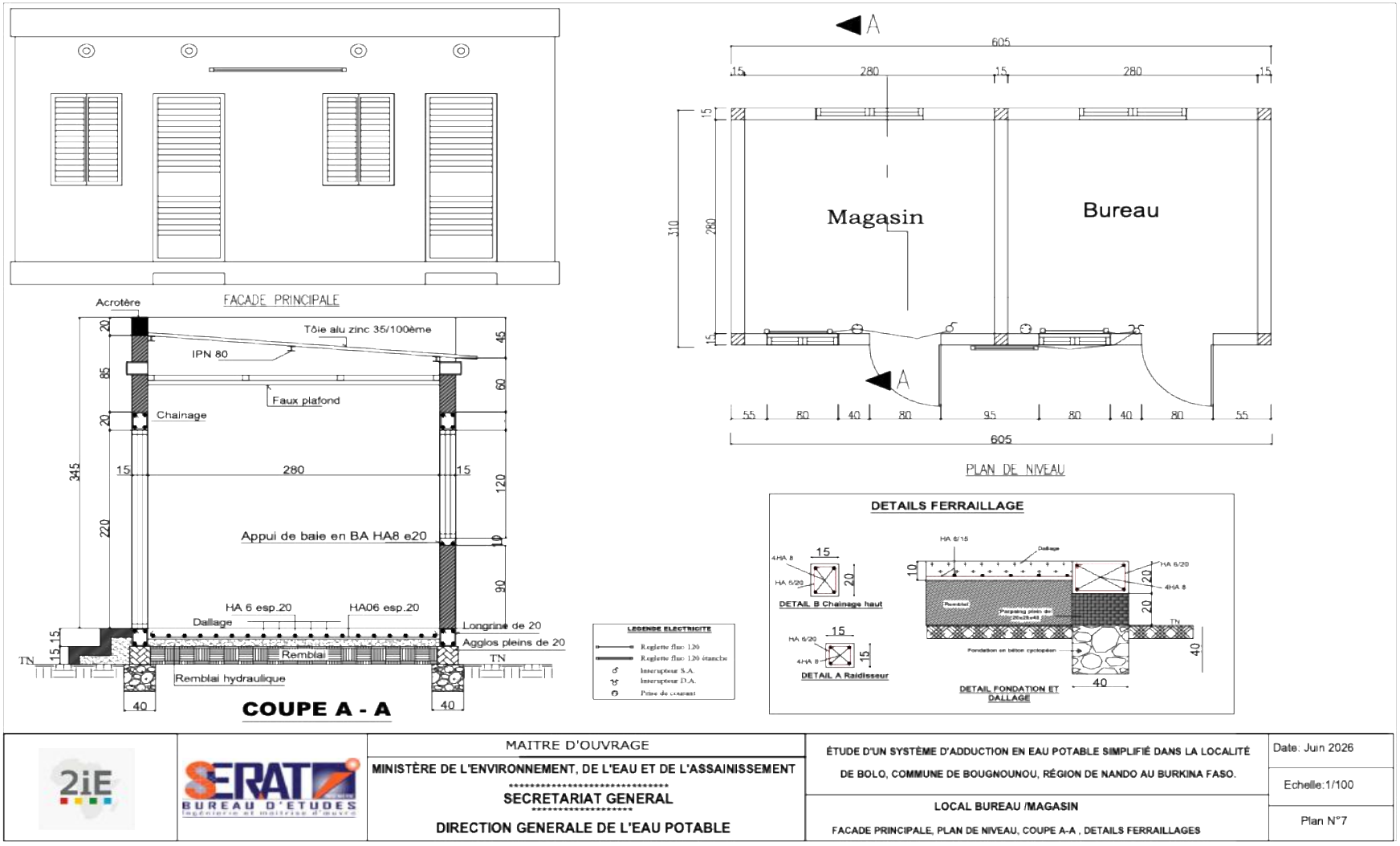



*Figure 15: Plan du local bureau/magasin*

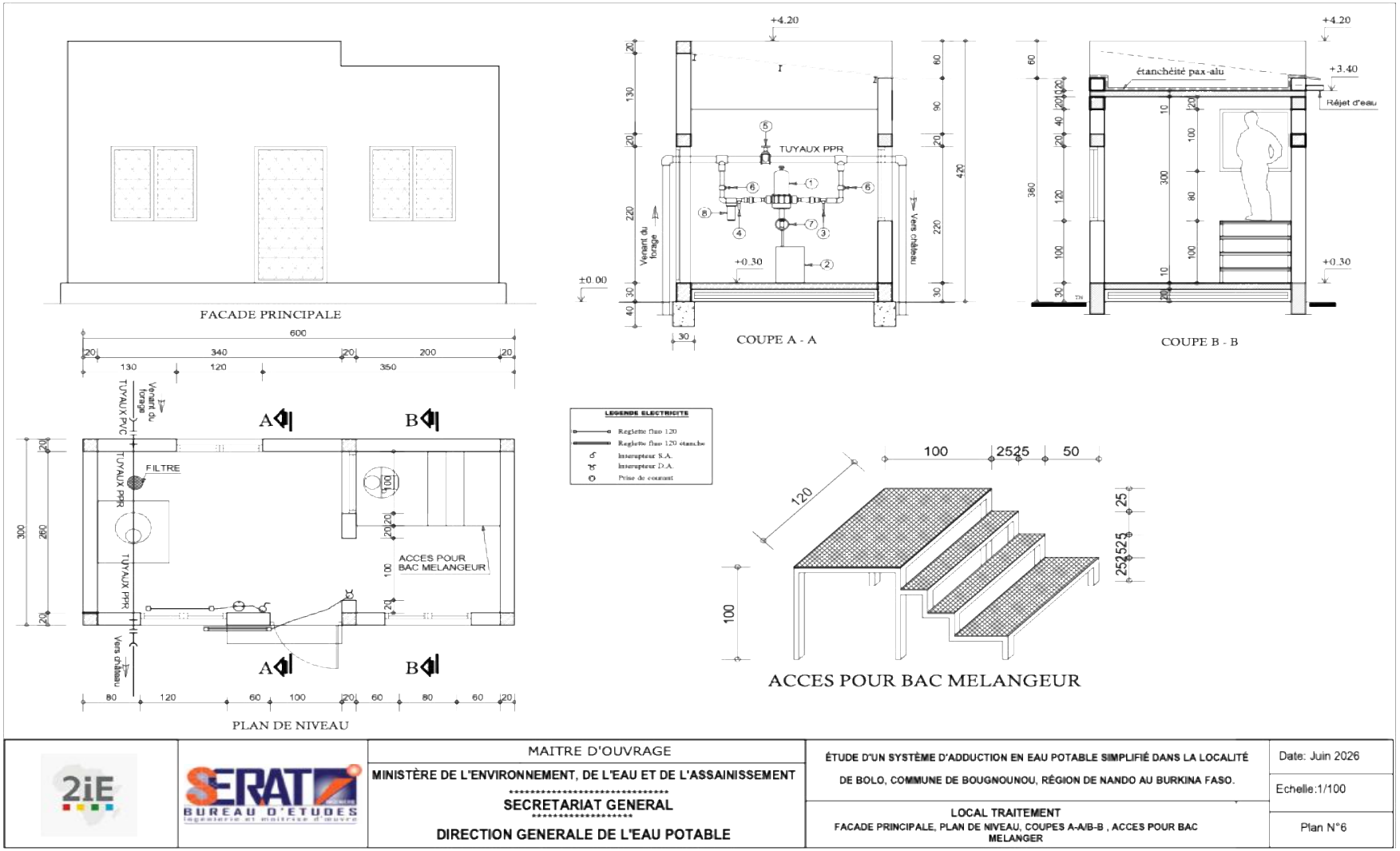



*Figure 16: Plan du local de traitement*

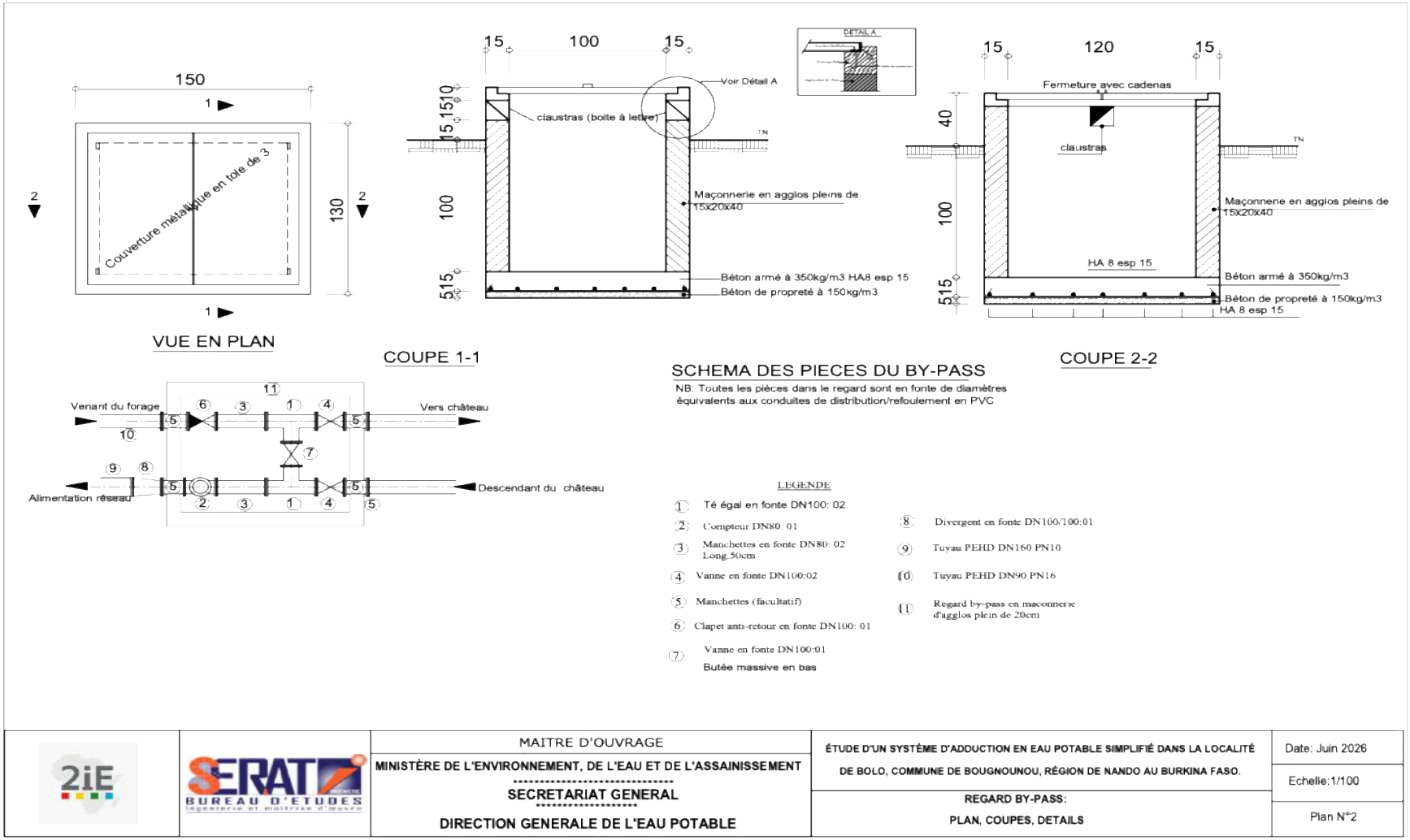



*Figure 17: Plan du regard by-pass*

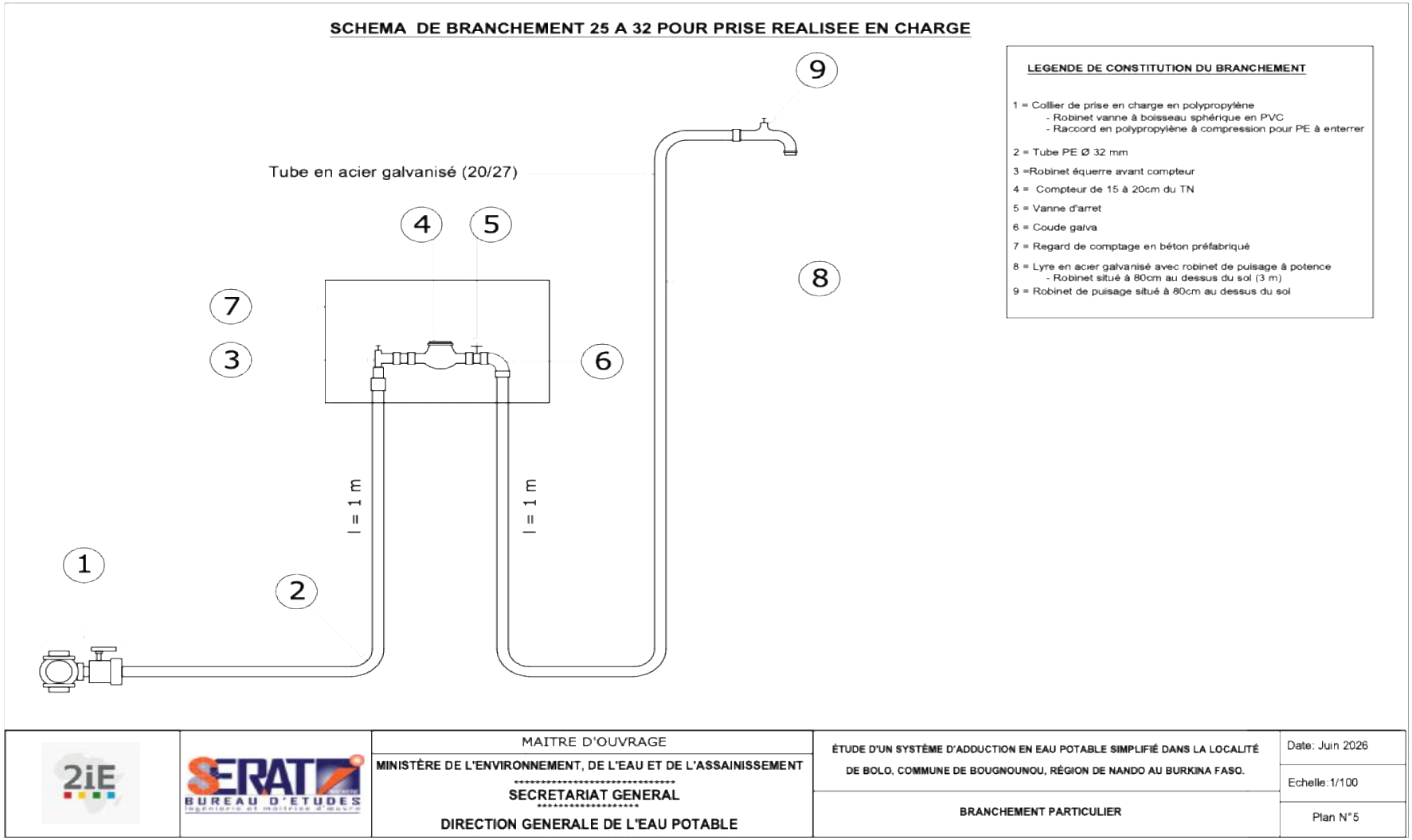



*Figure 18: Plan du branchement particulier*

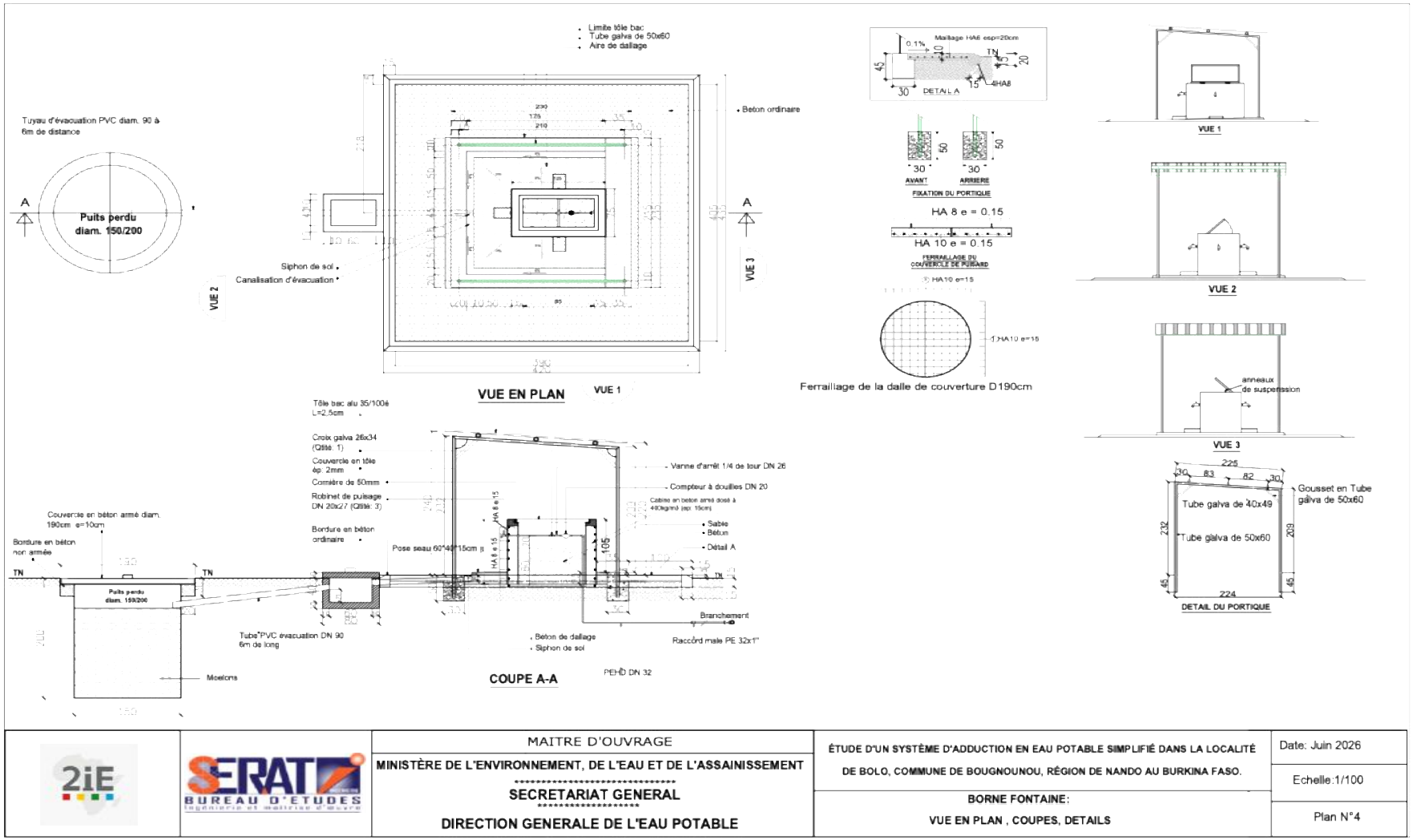



*Figure 19: Plan de la borne fontaine*

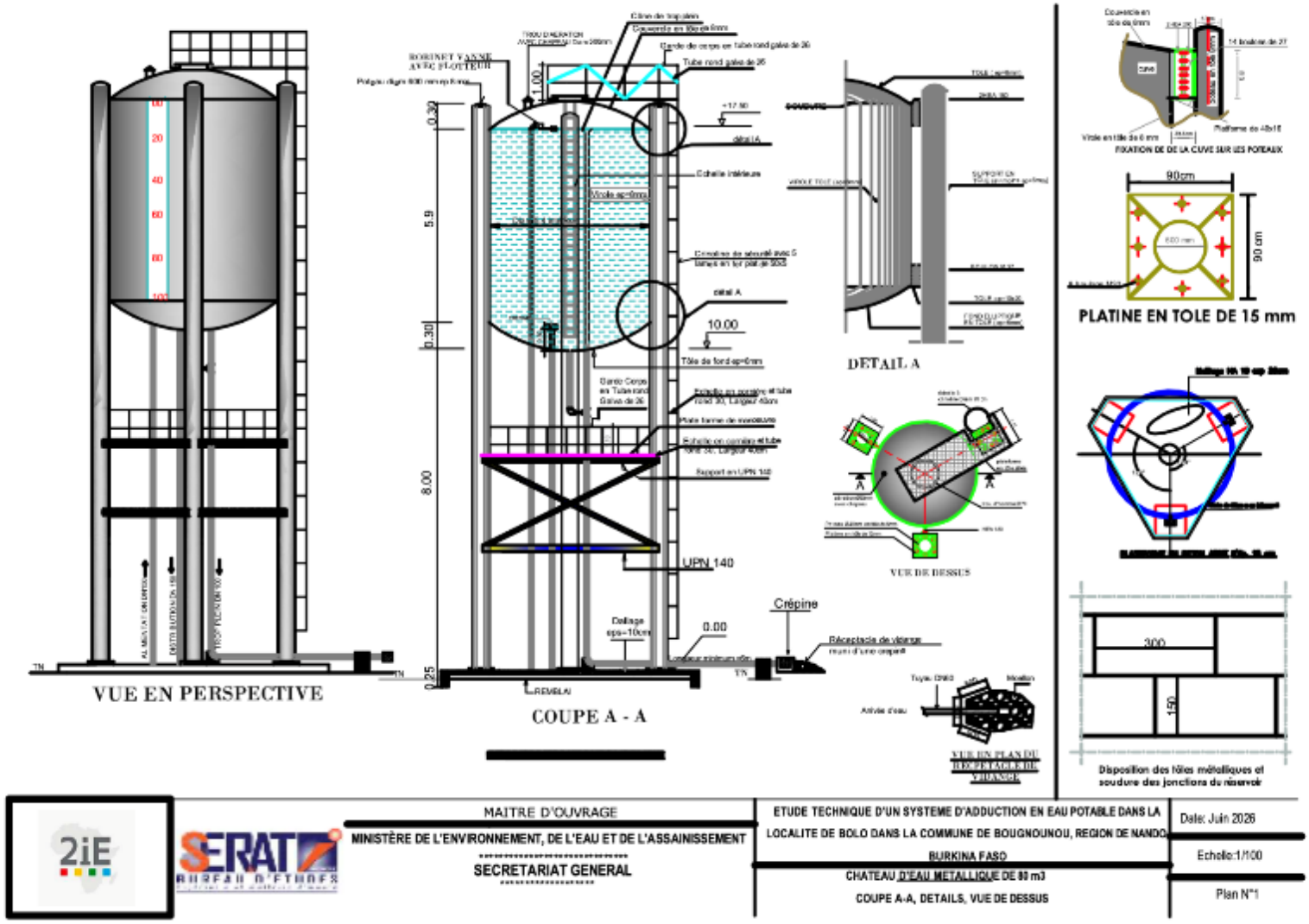



*Figure 20: Château d'eau métallique*

**Institut International d'Ingénierie** de l'Eau et de l'Environnement
Institut 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO Tél. : (+226) 25. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 25. 49. 28. 01 - Email : 2ie@2ie-edu.org - **www.2ie-edu.org**