Étude technique d'un système d'approvisionnement en eau potable multi-village (AEP-MV) dans les localités de Gnanssou, Bonapio, Bro-silapoa, commune de Cassou, Région 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 DE AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES

.....

Présenté et soutenu publiquement juillet 2026

Sidik Jarma NAZIR (20180619)

Directeur de mémoire : Dr. Ousmane Roland YONABA, Enseignant-Chercheur, Maître de Conférences (CAMES), Institut 2iE.

Encadrant 2IE : M. Olivier COULIBALY, Enseignant en Hydraulique, Institut 2iE.

Maître de stage : M. Brahima BAKO, Ingénieur hydraulicien, SERAT

Structure d'accueil du stage : Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Angelbert Chabi BIAOU**

Membres et correcteurs : **M. Younoussa GAMSORE**

M. Jean OUBDA

Promotion (2025-2026)

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, dont l'amour, les sacrifices, les encouragements et le soutien indéfectible ont été les piliers de mon parcours académique et personnel.

À mes sœurs, pour leur affection, leur présence et leur soutien constant tout au long de mes études.

À mes amis, qui ont partagé avec moi les moments de joie comme les périodes de doute, et dont les conseils, l'encouragement et l'amitié ont contribué à la réussite de ce parcours.

À vous tous, je témoigne ma profonde gratitude et vous dédie humblement le fruit de ce travail.

Que Dieu vous accorde santé, bonheur et réussite.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'appui, les conseils et l'accompagnement de nombreuses personnes. Nous saisissons donc cette occasion pour leur témoigner notre profonde gratitude et leur adresser nos sincères remerciements.

Nous exprimons tout d'abord notre reconnaissance à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), ainsi qu'à l'ensemble de son personnel, pour la qualité de la formation dispensée et l'encadrement dont nous avons bénéficié tout au long de notre parcours académique.

Nos remerciements s'adressent particulièrement au Dr (MC). Ousmane Roland YONABA, Enseignant-Chercheur à l'Institut 2iE et directeur de ce mémoire, pour sa disponibilité, ses orientations pertinentes et son accompagnement constant durant la conduite de ce travail.

Nous remercions également M. Olivier COULIBALY, notre encadrant interne, pour son écoute attentive, sa disponibilité et les précieux conseils qu'il nous a prodigués tout au long de cette étude.

Notre gratitude va aussi à M. Saidou KAFANDO, Directeur Général de SERAT, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de l'entreprise, pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité et le soutien dont nous avons bénéficié durant notre stage.

Nous adressons une reconnaissance particulière à M. Brahima BAKO, notre maître de stage, pour son encadrement, ses orientations, sa disponibilité et son esprit de partage. Son accompagnement nous a permis d'enrichir nos connaissances et de développer de précieuses compétences professionnelles.

Nous remercions également nos promotionnaires de l'Institut 2iE pour les moments d'échange, d'entraide et de convivialité partagés tout au long de notre formation.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à notre formation et participé, par leurs soutiens et leurs encouragements, à la réalisation de ce mémoire.

RESUME

Les villages de Gnanssou, Bonapio et Bro-silapoa, situés dans la commune de Cassou, région de Nando, présentent des insuffisances notables en matière d'accès à l'eau potable. Afin d'y remédier, une étude de faisabilité technique d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS) multi-villages a été réalisée dans le cadre du programme national d'amélioration de l'accès à l'eau en milieu rural. À l'horizon 2050, la population à desservir est estimée à 10 545 habitants, correspondant à une demande journalière en eau de 382,46 m^3/j, avec un objectif de desserte de 100 %. Le système projeté repose sur l'exploitation de deux forages d'un débit respectif de 8,5 m^3/h et 7,7 m^3/h, complétés par un forage additionnel de 8 m^3/h prévu à l'horizon 2042 pour renforcer la capacité de production. L'adduction d'eau est assurée par des conduites en PEHD sur une longueur totale de 3 877,96 m, comprenant des diamètres DN 110 (1 933,96 m), DN 90 (119,32 m) et DN 125 (1 824,68 m), alimentant un château d'eau métallique de 150 m^3 surélevé de 8 m. Le réseau de distribution, de type ramifié, s'étend sur 13 297,16 m et dessert 12 bornes-fontaines et 844 branchements particuliers, à travers des conduites en PVC PN 10 de diamètres variant de 63 à 200 mm. L'alimentation énergétique des équipements de pompage repose sur un système hybride combinant énergie solaire photovoltaïque et deux groupes électrogènes. Le pompage, d'une durée maximale de 16 heures par jour, est assuré par des pompes Grundfos SP9-16 et SP9-21. Le coût global du projet est estimé à 597 978 841 F CFA TTC, avec un prix de vente de l'eau fixé à 650 F CFA/m^3 pour les bornes-fontaines comme pour les branchements particuliers. Le mode de gestion retenu est l'affermage, garantissant la pérennité et la continuité du service.

Mots Clés :

1. AEP-MV.
2. Réseau ramifié.
3. Système d'énergie hybride.
4. Ziro.

ABSTRACT

The villages of Gnanssou, Bonapio, and Bro-silapoa, located in the Cassou municipality in the Nando region, face significant challenges regarding access to safe drinking water. To address this issue, a technical feasibility study of a multi-village Simplified Drinking Water Supply System (AEPS) was carried out within the framework of the national rural water access improvement program. By 2050, the population to be served is estimated at 10,545 inhabitants, corresponding to a daily water demand of 382.46 m³/day, with a target service coverage rate of 100%. The proposed system is based on the operation of two boreholes with respective yields of 8.5 m³/h and 7.7 m³/h, supplemented by an additional borehole with a capacity of 8 m³/h planned for 2042 to strengthen production capacity. Water conveyance is ensured through HDPE pipelines with a total length of 3,877.96 m, including DN 110 (1,933.96 m), DN 90 (119.32 m), and DN 125 (1,824.68 m) pipes, supplying a 150 m³ elevated steel water tower with a height of 8 m. The branched distribution network extends over 13,297.16 m and serves 12 public standpipes and 844 household connections through PVC PN 10 pipes with diameters ranging from 63 mm to 200 mm. The pumping equipment is powered by a hybrid energy system combining solar photovoltaic energy and two generator sets. Pumping operations, with a maximum duration of 16 hours per day, are carried out using Grundfos SP9-16 and SP9-21 pumps. The total project cost is estimated at CFA Francs 597,978,841 (including taxes), with a water tariff set at CFA Francs 650/m³ for both public standpipes and private household connections. The selected management model is a lease contract (affermage), ensuring the sustainability and continuity of the service.

Keywords :

1. AEP-MV
2. Réseau ramifié
3. Système d'énergie hybride.
4. Ziro.

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AEP : Alimentation en Eau Potable

AEPS : Adduction en Eau Potable Simplifié

AEP-MV : Approvisionnement en Eau Potable Multi-villages

BAD : Banque Africaine de Développement

BF : Borne Fontaine

BP : Branchements Particuliers

CSPS : Centre de Santé et de Prévoyance Social

DGEP : Direction Général de l'Eau Potable

DN : Diamètre Nominal

EPI : Équipement de Protection Individuelle

GPS : Global Positionning System

HMT : Hauteur Manométrique Totale

MEA : Ministère de l'Eau et de l'Assainissement

ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

ODD : Objectif de Développement Durable

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

PCD : Plan Communal de Développement

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PEA : Poste d'eau autonome

PGES : Plan de Gestion Environnemental et Social

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN-AEP : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable

PN : Pression Nominale

PVC : Poly Chlorure de Vinyle

PEPA-MR : Projet d'eau potable et d'assainissement en milieu rural

PFA : Pression de fonctionnement admissible

PMA : Pression maximale admissible

RGPH : Recensement Générale de la Population et de l'Habitat

SERAT : Société d'Études, de Réalisations et d'Assistance Technique

TN : Terrain Naturel

TTC : Toutes Taxes Comprises

TABLE DES MATIERES

DÉDICACES i
REMERCIEMENTS ii
RESUME iii
ABSTRACT iv
LISTE DES ABREVIATIONS v
Liste des tableaux x
LISTE DES FIGURES xii
FICHE SIGNALETIQUE xiii
INTRODUCTION 1
I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE 2
I.1 Présentation générale de la structure d'accueil 2
I.1.1 Mission et vision stratégique 2
I.1.2 Domaines de compétence et d'intervention 2
I.1.3 Organigramme de la structure d'accueil 3
I.2 Présentation de la zone d'étude 4
I.2.1 Situation géographique 4
I.2.2 Cadre physique 5
a) Relief 5
b) Climat 6
c) Sols 6
d) Hydrographie 6
e) Végétation 7
f) Faune et flore 7
I.2.3 Cadre humain 7
a) Aspect démographique 7
b) Aspect socio-économique 8
c) L'agriculture 8
d) L'élevage 8
e) L'artisanat 9
f) Commerce 9
g) Les produits forestiers ligneux et non ligneux 10
h) Approvisionnement énergétique 10

II. PRÉSENTATION DU PROJET 10
II.1 Contexte et justification du projet 10
II.2 Objectifs 11
II.3 Résultats attendus 11
II.4 État des lieux. 11
III. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION 13
III.1 Matériel 13
III.2 Recherche documentaire 13
III.3 Hypothèses de calcul 14
III.3.1 Horizon du projet 14
III.3.2 Consommation spécifique 14
III.3.3 Taux de desserte 15
III.3.4 Coefficients de variation 15
III.3.5 Rendement du réseau 16
III.3.6 Conditions de vitesse et de pression 17
III.3.7 Pertes de charges 17
III.4 Évaluation des besoins en eau 18
III.4.1 Estimation de la population à l'horizon du projet 18
III.4.2 Calcul des besoins en eau journaliers moyens 19
III.5 Réseau d'adduction 20
III.5.1 Diamètre des conduites de refoulement 20
III.5.2 Hauteur Manométrique Totale 21
III.5.3 Coup de bélier 22
III.6 Réseau de distribution 24
III.6.1 Choix du type de réseau 24
III.6.2 Débits et diamètres théoriques 24
III.6.3 Pression réelle dans les conduites 26
III.7 Calcul du réservoir 26
III.8 Traitement de l'eau 29
III.9 Pose des conduites 29
III.10 Alimentation énergétique 30
III.11 Évaluation financière 31
IV. Étude de faisabilité technique 32

IV.1 Population à l'horizon du projet 32
IV.2 Besoins et demande en eau 33
IV.3 Débit d'adduction et de distribution 35
IV.4 Dimensionnement du réseau d'adduction 37
IV.4.1 Conduites de refoulement 37
IV.4.2 Détermination de la HMT et choix des pompes 41
IV.4.3 Point de fonctionnement des pompes 42
IV.4.4 Étude du coup de bélier 43
IV.5 Réseau de distribution 44
IV.5.1 Choix du type de réseau 44
IV.5.2 Calcul des débits fictifs des tronçons 45
IV.5.3 Dimensionnement du réseau de distribution 46
IV.5.4 Simulation du réseau avec Epanet 48
IV.6 Dimensionnement du réservoir 50
VI.7 Traitement de l'eau 51
IV.8 Pose des conduites 52
IV.9 Dimensionnement de la source d'énergie 53
IV.9.1 Champ solaire 53
IV.9.2 Groupes électrogènes 56
IV.10 Équipements et infrastructures annexes du réseau 56
IV.11 Mode de gestion du SAEP 57
V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ FINANCIÈRE 59
V.1 Coût de réalisation du projet 59
V.2 Prix de vente de l'eau 59
V.2.1 Amortissement des investissements initiaux 60
V.2.2 Charges d'exploitation 60
V.2.3 Prix de vente du mètre cube d'eau 61
VI. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL 63
VI.1 Présentation des composantes et des phases du projet 63
VI.2 Identification et évaluation des impacts potentiels 64
VI.2.1 Identification des impacts potentiels 64
VI.2.2 Évaluation des impacts potentiels 64
VI.3 Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) 64

VI.4 Programme de surveillance et de suivi environnemental..... 65
CONCLUSION 66
RECOMMANDATIONS 67
BIBLIOGRAPHIE I
ANNEXES III

Liste des tableaux

Tableau 1:Infrastructures socio-économiques 12
Tableau 2:principales sources d'approvisionnement en eau de boisson 12
Tableau 3: Taux de desserte 15
Tableau 4: Cph en fonction du nombre d'habitants 16
Tableau 5: Formules empiriques de calcul du diamètre théorique des conduites de refoulement 21
Tableau 6: Projection de l'évolution de la population à desservir 32
Tableau 7: Évaluation de la demande en eau 34
Tableau 8: Débit de distribution 36
Tableau 9: Débit d'adduction 37
Tableau 10: Données de base des forages 37
Tableau 11:Vérification de la vitesse GLS dans les conduites de refoulement 38
Tableau 12:Vérification des conditions de Flamant par les conduites de refoulement 38
Tableau 13:Choix des conduites de refoulement 40
Tableau 14:Calcul de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) des pompes 41
Tableau 15:Caractéristique de l'électropompe immergée 42
Tableau 16:VERIFICATION DU COUP DE BELIER 43
Tableau 17:Calcul du débit fictif des tronçons 46
Tableau 18:Longueur totale des différents diamètres des conduites 47
Tableau 19 : Dimensionnement du réservoir 50
Tableau 20:Dimensionnement de la pompe doseuse 51
Tableau 21: Dimensionnement du bac de préparation 51
Tableau 22:Désinfection par le chlore 52
Tableau 23:Dimensions des fouilles en fonction des conduites 52
Tableau 24: Dimensionnement des champs photovoltaïques 53
Tableau 25: Dimensionnement de l'onduleur 54
Tableau 26:Caractéristiques techniques des onduleurs choisis (Forage 1). 55
Tableau 27:Caractéristiques techniques des onduleurs choisis (Forage 2) 55
Tableau 28:Dimensionnement des groupes électrogènes 56
Tableau 29:Différents modes de gestion 58
Tableau 30:Evaluation du coût du projet 59
Tableau 31: Amortissements des investissements initiaux 60

Tableau 32:Calcul des charges d'exploitation 61
Tableau 33:Prix de vente du mètre cube d'eau 62
Tableau 34:Programme de surveillance et de suivi environnemental 65

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de SERAT 4
Figure 2: Carte de la zone d'étude de villages (Gnansou, Bonapio et Bro-silapoa) 5
Figure 3:Point de fonctionnement des pompes 42
Figure 4:Réseau de distribution 44
Figure 5:Simulation des vitesses des conduites et pressions aux nœud du réseau de distribution sur Epanet 48
Figure 6: Pressions calculées et simulées 49
Figure 7:Vitesses calculées et simulées 50

FICHE SIGNALETIQUE

1. Localisation	
Villages	Gnanssou, Bonapio et Bro-silapoa
Commune	Cassou
Province	ZIRO
Région	Nando
2. Données socio-économiques	
Population en 2019 (habitants)	4 949
Taux de croissance régional	2,47%
Population en 2050	10 544
Population desservie par l'AEP en 2050 (100%)	10 545
Consommation spécifique BF (l/j/hbts)	20
Consommation spécifique BP (l/j/hbts)	25
Demande en eau du jour de pointe (m^3/j)	382,76
3. Château d'eau	
Type	Métallique de forme cylindrique
Volume (m^3)	150
Hauteur sous radier (m)	8,00
4. Réseau de refoulement	
Type	Refoulement du forage au château
Nature de conduite	PEHD PN 16 DN 110, DN 90 et DN 125 de longueur totale 3 877,97 m
5. Réseau de distribution	
Type de réseau	Ramifié
Nature des conduites	Tuyaux PVC PN 10 de longueur totale de 13 297,16 m
	PVC DN 200 PN 10 : 62,37m
	PVC DN 160 PN 10 : 164,4m
	PVC DN 140 PN 10 : 390 m
	PVC DN 110 PN 10 : 1 928 m
	PVC DN 90 PN 10 : 4 017 m
	PVC DN 90 PN 10 : 4 779 m
6. Forage	
Nombre de forage	2
Débit d'exploitation	8,5 m^3/h et 7,7 m^3/h
Niveau dynamique	48 m et 50 m
7. Pompe	
Débit	9,186 m^3/h et 8,006 m^3/h

Hauteur manométrique totale (HMT)	105,40 m et 88,24 m
Type	Hybride (tous les 2)
Marque	GRUNDFOS SP 9-21 et GRUNDFOS SP 9-16
Puissance nominale (kW)	4,827 et 3,649
8. Bornes fontaines et branchement particulier	
Nombre de BF	Douze (12)
Nombre de BP au démarrage	Cent soixante-deux (162) demandeurs
9. Source d'énergie	
Type	Solaire et deux (02) groupes électrogènes
Groupes électrogènes (Papp retenu (en kVA))	Forage 1 : 16,06 et Forage 2 : 12,47
Puissance de panneaux Solaires (Pc retenu (W))	Forage 1 : 11 000 et Forage 2 : 7 500
10. Aspects financiers et gestion	
Cout global estimatif du projet	597 978 841 CFA
Prix de revient du m^3 FCFA	650
Mode de gestion proposé	Affermage

INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable constitue un défi majeur pour les États et les partenaires au développement engagés dans les secteurs de l'Eau et de l'Assainissement. Au Burkina Faso, malgré les efforts consentis par le gouvernement et ses partenaires techniques et financiers, des disparités importantes persistent entre les zones urbaines et rurales en matière de desserte en eau potable et d'accès à des services d'assainissement adéquats. Cette situation affecte directement les conditions de vie des populations, leur état de santé ainsi que leurs activités socio-économiques (BAD, 2022).

Dans le but de réduire ces inégalités et d'améliorer durablement l'accès à l'eau potable, le gouvernement du Burkina Faso, avec l'appui du Groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD), a initié le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR). Ce programme vise notamment à renforcer l'accès à l'eau potable, améliorer la gestion du secteur et promouvoir un développement équilibré des territoires. C'est dans ce cadre que s'inscrit la réalisation d'études techniques pour la mise en place de systèmes d'adduction d'eau potable simplifiés dans plusieurs localités rurales.

Les villages de Gnansou, Bonapio et Bro-Silapoa, situés dans la commune de Cassou, font partie des localités ciblées par ces actions. Malgré une organisation sociale relativement stable, ces villages rencontrent d'importantes difficultés d'accès à une eau potable de qualité (SERAT C.-C. , 2025). Les sources d'approvisionnement existantes sont souvent insuffisantes, éloignées ou peu fiables, obligeant les populations à parcourir de longues distances ou à recourir à des eaux de qualité incertaine. Il apparaît ainsi nécessaire de mettre en place un système d'approvisionnement en eau potable multi-village adapté aux réalités locales.

Dans ce contexte, la présente étude vise à contribuer à l'amélioration de la desserte en eau potable des populations concernées. Elle a pour objectif principal de proposer un système d'approvisionnement en eau potable multi-village (AEP-MV) adapté aux besoins des localités de Gnansou, Bonapio et Bro-Silapoa. De manière spécifique, il s'agira de réaliser un diagnostic de la situation actuelle à partir des données socio-économiques, d'évaluer les besoins en eau des populations, de dimensionner les ouvrages hydrauliques nécessaires, puis d'analyser les impacts environnementaux et sociaux du projet tout en estimant son coût global et en proposant un mode de gestion approprié des infrastructures.

Ainsi, cette étude s'inscrit dans une approche intégrée combinant analyses techniques et socio-économiques afin de garantir la durabilité et l'efficacité des solutions proposées, en cohérence avec les objectifs nationaux de développement du secteur de l'eau potable.

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

I.1 Présentation générale de la structure d'accueil

Fondée en 2006, la Société d'Études, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT) est un bureau d'études privé de droit burkinabè. Elle regroupe une équipe pluridisciplinaire composée d'ingénieurs, de techniciens ainsi que de consultants externes intervenant dans différents domaines de l'ingénierie.

Ces professionnels assurent diverses missions, notamment la planification, la conception et la mise en œuvre des projets. Ils participent également à la coordination des études, tout en veillant à la supervision et au contrôle des travaux exécutés.

I.1.1 Mission et vision stratégique

SERAT s'est fixé pour mission de contribuer de manière significative au développement durable du Burkina Faso et, plus largement, de l'Afrique, en mettant à profit son expertise dans ses différents domaines d'intervention.

Sa vision stratégique est de se positionner comme une référence en ingénierie, en proposant des prestations de haute qualité dans les domaines des études, du conseil et de l'assistance technique aux clients (GBOYOU, 2020).

I.1.2 Domaines de compétence et d'intervention

Le bureau d'études offre un large éventail de services, parmi lesquels :

- La réalisation des études techniques d'Avant-Projet Sommaire (APS) et d'Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- L'élaboration des Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE) ;
- Les études économiques et financières ;
- Les études du milieu (topographie, socio-économie, agroéconomie, etc.) ;
- Le suivi-évaluation des projets de développement ;
- La surveillance et le contrôle des travaux ;
- L'assistance technique, la formation ainsi que l'intermédiation sociale.

Ses domaines d'intervention couvrent principalement l'approvisionnement en eau potable, l'assainissement et l'environnement, la mobilisation des ressources en eau et les aménagements hydro-agricoles, ainsi que le génie civil et les travaux publics.

I.1.3 Organigramme de la structure d'accueil

SERAT repose sur une équipe pluridisciplinaire reconnue pour son expertise dans plusieurs domaines. Celle-ci comprend notamment :

- Des ingénieurs spécialisés en génie rural et en génie civil ;
- Des hydrogéologues et des géologues expérimentés ;
- Des experts en géomatique et en géométrie ;
- Des ingénieurs en génie sanitaire ;
- Ainsi que des spécialistes en ingénierie sociale.

L'organigramme présenté à la figure 1 correspond à celui de l'année 2023. Il illustre de façon claire la structure organisationnelle de l'entreprise, en mettant en évidence les relations fonctionnelles, les liens hiérarchiques ainsi que la répartition des responsabilités entre les différents membres du personnel.

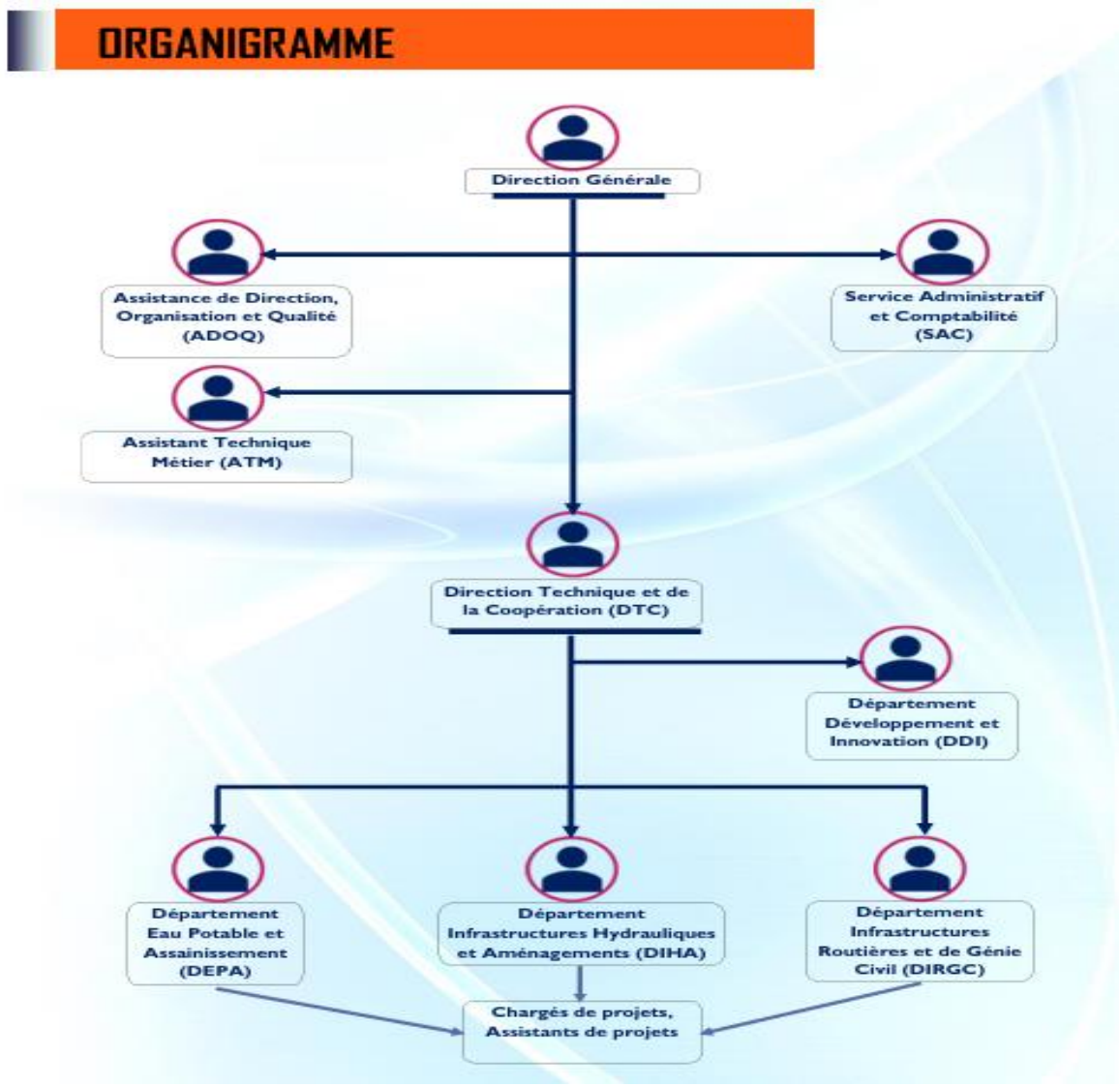


Figure 1: Organigramme de SERAT

I.2 Présentation de la zone d'étude

I.2.1 Situation géographique

Les villages de Gnansou, Bonapio et Bro-silapoa relèvent administrativement de la Commune rurale de Cassou, laquelle commune se trouve dans la province du Ziro, région du Nando (ex. Centre-Ouest). Ils sont situés à environ 14 km du chef-lieu de la commune et à 120 km du Chef-lieu de région qui est Koudougou. L'accès se fait par une route praticable en bon état, praticable en toute saison.

Les limites géographiques du village de Gnansou sont :

- à l'Est par le village de Pien ;
- à l'Ouest par les villages de Panassen et Pooré;
- au Sud par le village de Bonapio ;
- au Nord par le village de Brossilakoa.

Les limites géographiques du village de Bonapio sont :

- ❖ à l'Est par le village de Pien ;
- ❖ à l'Ouest par les villages de Panassen;
- ❖ au Sud par le village de Tchiado;
- ❖ au Nord par le village de Banzawa.

Les limites géographiques du village de Bro-silapoa sont :

- ❖ à l'Est par le village de Tanayou ;
- ❖ à l'Ouest par les villages de Pindao;
- ❖ au Sud par le village de Gnan ;
- ❖ au Nord par le village de Cassou.

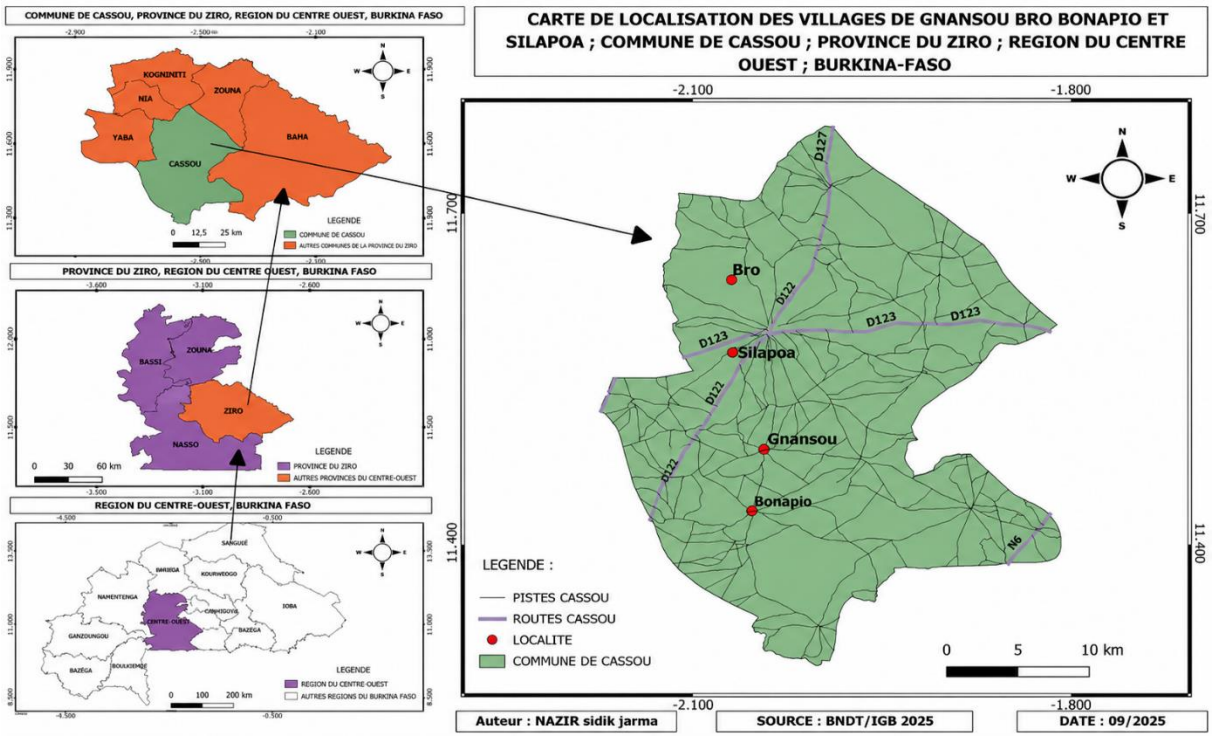


Figure 2: Carte de la zone d'étude de villages (Gnansou, Bonapio et Bro-silapoa)

I.2.2 Cadre physique

a) Relief

La commune rurale de Cassou présente, dans l'ensemble, un relief peu accidenté, dominé par de vastes étendues planes ponctuées par endroits de quelques monticules. Son paysage reste globalement plat et uniforme sur la majeure partie du territoire. Ces monticules correspondent à des affleurements gréseux faiblement escarpés. Les collines, qui forment les parties les plus élevées, se situent entre 340 et 350 mètres d'altitude. Les zones dont l'altitude est

généralement inférieure à 300 mètres atteignent leurs niveaux les plus bas au niveau des secteurs inondables le long des cours d'eau. La commune rurale de Cassou est drainée par des cours d'eau relevant principalement de deux grands bassins versants : celui de la Sissili au sud et celui du Mouhoun (ancienne Volta Noire) (Cassou, 2026).

b) Climat

En raison de sa position au niveau de l'isohyète 1000 mm au sud, la commune de Cassou bénéficie d'un climat de type soudano-guinéen. La pluviométrie moyenne annuelle y varie entre 700 et 1000 mm. Le rythme des saisons est essentiellement influencé par deux vents dominants :

- Une saison pluvieuse de mai à octobre
- Une saison sèche de novembre à avril

c) Sols

Selon la classification faite par l'ORSTOM des sols suivant le profil du modelé au Burkina Faso, la commune rurale de Cassou présente quatre types de sols :

- Les lithosols gravillonnaires sur des buttes cuirassées (sols minéraux bruts).
- Les sols ferrugineux tropicaux appauvris en haut de pente.
- Les sols hydromorphes à pseudo grès dans les bas glacis sur matériaux argileux colluvial.
- Les sols halomorphes alluviaux dans les plaines basses.

d) Hydrographie

La commune de Cassou est relativement favorisée dans le domaine hydrographique avec quelques bras du fleuve Mouhoun (Cassou, 2026).

- **Ressources en eau de surface**

En ce qui concerne les eaux de surface, le caractère saisonnier de l'écoulement de la plupart des cours d'eau de la commune ne permet pas d'évaluer avec précision les volumes d'eau conservés dans leurs lits pendant la saison sèche (Cassou, 2026).

- **Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines de la commune sont classées comme abondantes selon la classification nationale des unités hydrogéologiques (Cassou, 2026). À l'issue de son programme hydraulique mené en 1998, le volet hydraulique du PDR/Sissili du 6e Fonds Européen de Développement (FED) a également identifié la commune comme une zone à bon potentiel en

eau souterraine. La commune de Cassou bénéficie ainsi de conditions globalement favorables en matière de ressources souterraines. Dans la région du Centre-Ouest, ces ressources varient toutefois d'une zone à l'autre selon les caractéristiques géomorphologiques, avec des disponibilités plus importantes dans les provinces du Sanguié, de la Sissili et du Ziro. En moyenne, la nappe phréatique est accessible à une profondeur d'environ 20 mètres (Cassou, 2026). À proximité des cours d'eau et des rivières, elle se situe généralement entre 5 et 10 mètres, tandis qu'elle peut atteindre près de 30 mètres ailleurs. Malgré cette relative abondance, les réserves en eau souterraine font l'objet d'une surexploitation, provoquant des pénuries à certaines périodes de l'année, auxquelles s'ajoute une baisse progressive du niveau statique observée depuis plusieurs années (Cassou, 2026).

e) Végétation

La végétation est caractéristique de la zone pré-guinéenne avec :

- Une savane arborée et des forêts-galeries le long des cours d'eau ;
- Une savane arbustive avec un important tapis herbacé à graminées diverses.

Les espèces les plus répandues sont : Vitellaria paradoxa, Parkia biglobosa, Bombax costatum, Kaya senegalensis, Lanéa microcarpa, Tamarindus Indica Balanza, Acacia albida, andosonia digitata, Détarium microcarpum, Terminalia avicennioides, Combretum collinum, Terminalia laxiflora, Crossopteryx febrifuga et Daniellia oliveri.

f) Faune et flore

La commune rurale de Cassou dispose d'importantes ressources fauniques, même si celles-ci tendent progressivement à se raréfier sous l'effet de l'action prédatrice de l'homme. On y rencontre un petit gibier constitué notamment d'oiseaux, de lièvres, de singes, de phacochères, de biches et de boas, ainsi que quelques espèces de gros gibier telles que les waterbucks, les antilopes, les éléphants, les cobs, entre autres.

I.2.3 Cadre humain

a) Aspect démographique

D'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2019, la population des trois villages concernés par le projet était estimée à 4 949 habitants cette année-là. Avec un taux d'accroissement annuel communal de 2,47 % (INSD, 2019), la population cumulée de ces trois localités est estimée à 5 729 habitants en 2025.

Par ailleurs, l'islam est la religion largement dominante dans ces villages, pratiquée par près de 95 % de la population. Les 5 % restants se répartissent entre catholiques, protestants et adeptes des religions traditionnelles.

Sur le plan de l'organisation spatiale, le village de Gnansou est composé de cinq quartiers, Bonapio en compte sept, tandis que Bro-Silapoa en comprend huit. Il convient enfin de souligner que les jeunes représentent à eux seuls près de la moitié de la population totale.

b) Aspect socio-économique

Les principales activités socioéconomiques de la population sont essentiellement orientées vers l'agriculture, l'élevage, l'artisanat, le commerce et les produits forestier ligneux et non ligneux.

c) L'agriculture

L'agriculture demeure la principale activité de production de la commune, la zone offrant des conditions favorables à son développement. La bonne répartition des pluies ainsi que la qualité des sols contribuent à soutenir cette activité, qui mobilise près de 90 % de la population. Elle reste essentiellement de type traditionnel, itinérant, extensif et faiblement mécanisé. Les travaux agricoles sont principalement assurés par les exploitations familiales. Toutefois, cette activité fait face à plusieurs contraintes, liées entre autres :

- Au faible niveau d'équipement,
- L'insuffisance du suivi appui conseil,
- Les aléas climatiques,
- Les techniques culturales toujours traditionnelles.

L'agriculture joue un rôle important dans la commune. Elle contribue à la couverture alimentaire des populations et procure également des revenus aux producteurs. Les principales productions agricoles menées sont :

- Les cultures céréalières (mil, maïs et riz) et les cultures de rentes (coton, arachide, sésame etc.)
- La culture maraîchère pratiquée est composée de choux, tomate, aubergine, oignon, laitue etc.

d) L'élevage

Le cheptel exerce une influence importante sur la demande en eau. Pendant la saison des pluies, les animaux s'abreuvent principalement aux points d'eau de surface. En saison sèche,

en revanche, le tarissement de ces sources ou leur occupation par les maraîchers contraint les éleveurs à s'approvisionner aux mêmes points d'eau que les populations.

L'élevage est de type traditionnel, marqué par la divagation des animaux à la recherche de pâturages. Cette pratique concerne essentiellement les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et la volaille. Le système d'élevage reste extensif, avec une alimentation reposant principalement sur les pâturages naturels.

Les ovins, les caprins et la volaille enregistrent le taux de croissance le plus élevé, estimé à 3 %. Ils sont suivis par les bovins, les asins et les porcins, dont le taux de croissance est de 2 %, tandis que les équins présentent le taux le plus faible, évalué à 1 %.

Les besoins journaliers en eau varient selon les espèces : un bovin consomme environ 80 litres, un équin 40 litres, un asin 20 litres, tandis que les ovins et les caprins nécessitent chacun 5 litres. Les porcins consomment entre 3 et 5 litres par jour, contre environ 0,250 litre pour la volaille.

e) L'artisanat

Le secteur informel est principalement dominé par l'artisanat, qui regroupe notamment des tisserands, teinturiers, potiers, forgerons et sculpteurs disposant d'un savoir-faire reconnu. Il comprend également quelques maraîchers ainsi que des transformateurs de produits locaux tels que le karité, le soumbala, le dolo et le raisin. On distingue l'artisanat utilitaire de l'artisanat d'art. Le premier concerne la fabrication d'outils divers liés aux activités traditionnelles, tandis que le second est davantage tourné vers la créativité. L'artisanat utilitaire peut soutenir le développement de plusieurs secteurs, notamment l'agriculture, l'élevage et le maraîchage, grâce à la production d'outils de travail. Son essor et sa modernisation pourraient contribuer à l'amélioration des rendements, à l'augmentation de la productivité ainsi qu'au renforcement de la balance commerciale par l'accroissement des exportations. Quant à l'artisanat d'art, il constitue un levier important pour la promotion des activités touristiques.

f) Commerce

L'activité commerciale porte sur une gamme assez variée de produits manufacturés issus des industries nationales et des pays voisins. Il s'agit notamment d'articles de quincaillerie, d'épicerie, de vêtements, de radios-cassettes, ainsi que de pièces détachées pour cycles et cyclomoteurs. Les échanges concernent également des biens provenant essentiellement des

productions agro-sylvo-pastorales et artisanales. Dans le commerce communal, les produits agricoles, en particulier les céréales, occupent une place prépondérante. Des collecteurs ambulants achètent ces céréales dans les villages de l'intérieur avant de les stocker dans les marchés importants de Cassou, Lon, Ouayou, Sourou ou Thiao, ainsi qu'à Sapouy, qui sert de centre de transit, en attendant leur enlèvement par les grossistes céréaliers des centres urbains. Les échanges s'effectuent entre vendeurs occasionnels ou locaux et commerçants professionnels venus de Koudougou, Sabou, Sapouy, Léo et Ouagadougou, particulièrement intéressés par les produits agro-pastoraux.

g) Les produits forestiers ligneux et non ligneux

Il s'agit essentiellement de la grande activité du commerce de bois de chauffe, du charbon de bois et des fruits. La commune de Cassou est un grand carrefour pour ces produits beaucoup prisés dans les grands centres urbains notamment Ouagadougou.

h) Approvisionnement énergétique

Il n'existe pas de réseau d'électricité. Les principales sources d'énergie du village sont principalement l'énergie solaire et dans une moindre mesure, l'énergie thermique.

II. PRÉSENTATION DU PROJET

II.1 Contexte et justification du projet

Le Gouvernement du Burkina Faso à travers le financement de groupe de la Banque Africaine de Développement (BAD), a programmé la réalisation d'ouvrages d'eau potable en vue de résoudre le problème de l'accès à l'eau potable dans les villages à faible taux d'accès dans le cadre du projet dénommé Projet d'eau potable et d'assainissement en milieu rural (PEPA-MR).

Le PEPA MR vise à appuyer les efforts du Gouvernement pour améliorer la qualité de la desserte en eau potable, l'accès à l'assainissement et de renforcer les capacités de gestion du secteur

L'exécution de ce projet grâce au groupe de la Banque africaine de développement permettra de réduire les disparités régionales dans le domaine de l'eau potable et dans le domaine de l'assainissement.

Dans le cadre de l'exécution de sa deuxième composante « Études, communication et renforcement de capacités », il est prévu entre autres, de préparer un projet d'investissement à

travers la réalisation d'études d'avant-projet détaillé dans les régions du Nando (ex. Centre-Ouest) et du Nazinon (ex. Centre-Sud).

C'est dans ce cadre s'inscrit cette études pour la réalisation du système d'adduction d'eau potable simplifié (AEPS) dans le village de Gnansou (commune de Cassou), avec une possibilité d'extension dans les villages de Bonapio et Bro-Silapoa.

II.2 Objectifs

L'objectif général de cette étude est d'élaborer l'étude technique détaillée d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Village (AEP-MV) destiné à desservir les localités de Gnanssou, Bonapio et Bro-Silapoa, en vue d'assurer un service d'eau potable durable, sécurisé et adapté aux besoins actuels et futurs des populations bénéficiaires.

De manière spécifique, il s'agira de :

- Élaborer la conception du nouveau système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Village (AEP-MV) en assurant le dimensionnement des principaux ouvrages.
- Rédiger une note relative aux impacts environnementaux et sociaux du projet.
- Réaliser une étude de faisabilité financière du projet ;

II.3 Résultats attendus

- La conception du nouveau système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Village (AEP-MV) et le dimensionnement des principaux ouvrages sont réalisés.
- La rédaction de la notice d'impacts environnementaux et sociaux du projet est réalisée.
- L'étude de faisabilité financière du projet est faite ;

II.4 État des lieux.

Le site de l'étude compte 17 forages équipés de pompes à motricité humaine, dont un est actuellement hors service. Il comprend également un PEA implanté au niveau de l'école de Gnansou, qui contribue à l'approvisionnement en eau des ménages situés aux alentours de l'établissement scolaire.. Parmi ces 17 forages, 01 est institutionnel (CSPS) et un (01) à vocation pastorale. En outre, on a aussi recensé 17 mosquées, une église catholique, 04 temples protestants et plusieurs lieux de culte traditionnel, il existe un dispensaire et 02 école primaire publique(Non il n'est dispose pas de AEP, mais plus tot de PMH). Les activités économiques de la zone s'appuient sur diverses infrastructures commerciales, principalement

des boutiques, des kiosques et des buvettes. Leur répartition est présentée dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1:Infrastructures socio-économiques

TYPES	**NOMBRE**	**OBSERVATIONS**
OUVRAGES SOCIAUX		
Forages	17	17 forages équipés de PMH dont 01 en panne et 1 PEA école Gnansou
Ecoles	02	Gnansou et Bro-silapoa
Dispensaire + maternité	01	Gnansou
Collège ou Lycée	00	-
Centre d'Alphabétisation	04	Tous les villages
Terrain de sport	02	Gnansou et Bro-silapoa
Maison des jeunes	00	-
EQUIPEMENT RELIGIEUX		
Mosquée	17	Tous les villages
Eglises catholiques	01	Bro-silapoa
Temples protestants	04	Tous les villages
Lieux de cultes traditionnels	Plusieurs	Tous les villages

On note que la plupart des ménages utilisent les forages équipés de pompe à motricité humaine comme source d'approvisionnement en eau potable. En effet, il existe des puits à grand diamètre dans le village et les puis traditionnels sont en faible nombre.

Tableau 2:principales sources d'approvisionnement en eau de boisson

Quels sont vos principaux points d'approvisionnement en eau de boisson ?	**Saison pluvieuse**	**Saison sèche**

Forages équipés de PMH	**100%**	**100%**
Puits modernes	**00%**	**00%**
Puits traditionnels	**50%**	**50%**
Eaux de surface (barrage, bouli, marigot)	**00%**	**00%**
Eaux de pluies	**00%**	**00%**

Source *: enquête terrain SERAT/IGIP AFRIQUE/IGIP BENIN/GERTEC/SIGEM/ Juin 2025*

III. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

III.1 Matériel

Dans le cadre de cette étude, plusieurs outils ont été mobilisés afin d'assurer l'analyse, le traitement ainsi que la présentation des données. Il s'agit notamment de :

- Google Earth et QGIS 3.16.2 qui ont servi à la production des données topographiques et à la création des différentes cartes ;
- Pack Office (Excel, Word, Powerpoint) qui a permis de faire le dimensionnement et le traitement de texte ;
- Autocad 2019 qui a été utilisé pour réaliser les différentes pièces graphiques ;
- Epanet qui a permis de simuler le réseau ;
- Zotero a été utilisé pour gérer les références bibliographiques.

III.2 Recherche documentaire

La recherche documentaire représente une étape importante dans la réalisation de cette étude. Elle a débuté par l'analyse des termes de référence du projet et des données socio-économiques de la localité afin de mieux comprendre la problématique étudiée. Une revue bibliographique a ensuite été effectuée à partir de mémoires, ouvrages, cours et documents techniques portant sur la conception et le dimensionnement des systèmes d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP). La monographie de la localité ainsi que le Plan Communal de Développement (PCD) ont permis d'obtenir des informations socio-économiques et stratégiques utiles. Enfin, les politiques nationales et les rapports techniques du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement et de l'ONEA ont fourni des données actualisées nécessaires à l'analyse de l'étude.

III.3 Hypothèses de calcul

La mise en œuvre d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages (AEP-MV) nécessite une analyse approfondie des paramètres de conception ainsi qu'une prise en compte rigoureuse des éléments essentiels au dimensionnement des ouvrages. À cet effet, plusieurs hypothèses de calcul ont été définies, examinées et retenues afin d'assurer la fiabilité et l'efficacité du système projeté. Ces hypothèses reposent sur différents paramètres de conception intégrant à la fois les exigences du maître d'ouvrage, les dispositions réglementaires en vigueur dans le pays et les besoins exprimés par les populations bénéficiaires. Elles s'appuient notamment sur les prescriptions contenues dans les Termes de Référence (TDR), les résultats de l'étude socio-économique ainsi que les normes et recommandations établies par le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP).

III.3.1 Horizon du projet

L'horizon du projet désigne la période durant laquelle les infrastructures mises en place devront rester opérationnelles et capables de satisfaire convenablement les besoins en eau potable des populations bénéficiaires. Ainsi, tout projet d'alimentation en eau potable doit être conçu de façon à prendre en compte aussi bien les besoins actuels que les besoins futurs des usagers sur une durée déterminée.

Dans le cadre de cette étude, l'horizon du projet a été fixé à l'année 2050, avec une mise en service prévue en 2026, soit une durée d'exploitation estimée à vingt-cinq (25) ans, conformément aux prescriptions des Termes de Référence (TDR) du projet.

III.3.2 Consommation spécifique

La consommation spécifique correspond à la quantité moyenne d'eau nécessaire par jour pour couvrir les besoins quotidiens d'un usager. Elle dépend généralement du niveau de vie des populations, des habitudes socioculturelles ainsi que du niveau d'équipement sanitaire des ménages (SOME, 2024).

Au Burkina Faso, les valeurs de consommation spécifique sont définies par le décret N°2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS du 23 mars 2019 ainsi que par les recommandations du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP). Le décret recommande une dotation de 25 litres/jour/habitant pour les bornes fontaines et de 40 litres/jour/habitant pour les branchements privés en milieu rural, tandis que le PN-AEP

préconise respectivement 15 litres/jour/habitant pour les bornes publiques et 20 litres/jour/habitant pour les branchements particuliers.

Nb : Dans le cadre de cette étude, les valeurs retenues résultent d'une synthèse de ces différentes recommandations et des réalités du terrain. Ainsi, une consommation spécifique de 20 litres/jour/habitant a été adoptée pour les bornes fontaines (BF) et de 25 litres/jour/habitant pour les branchements particuliers (BP).

III.3.3 Taux de desserte

L'un des principaux objectifs du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) à l'horizon 2030 est d'assurer un accès effectif à l'eau potable pour l'ensemble des populations burkinabè. Cette démarche repose sur une amélioration progressive aussi bien du taux de desserte que du niveau de service offert aux usagers, notamment à travers les bornes fontaines (BF) et les branchements particuliers (BP).

Dans le cadre de cette étude, les objectifs de desserte ont été fixés à 80 % à l'horizon 2030 et à 100 % à l'horizon du projet, soit en 2050. À cette échéance, la couverture prévue sera répartie entre 80 % de branchements particuliers et 20 % de bornes fontaines. La répartition détaillée du taux de desserte pour les différentes périodes considérées est présentée dans le tableau 3 :

Tableau 3: Taux de desserte

Année	Taux de desserte en AEP (%)	Taux de desserte BP (%)	Taux de desserte BF (%)
2025	56,4%	28%	28,20%
2030	80%	56%	24%
2035	85%	62%	23%
2040	90%	68%	22%
2045	95%	74%	21%
2050	100%	80%	20%

III.3.4 Coefficients de variation

Les besoins en eau connaissent des fluctuations selon les jours de la semaine, les heures de la journée ainsi que les saisons. Ces variations influencent directement le dimensionnement des ouvrages hydrauliques, puisqu'elles conditionnent les quantités d'eau à produire et à

distribuer. Pour leur prise en compte, deux paramètres sont généralement utilisés : le coefficient de pointe journalier (Cpj) et le coefficient de pointe horaire (Cph).

Le coefficient de pointe journalier traduit les variations cycliques de la consommation d'eau au cours de la semaine en fonction des habitudes des usagers. D'après GBOYOU (2020), sa valeur varie généralement entre 1,05 et 1,15. Dans le cadre de cette étude, une valeur moyenne de 1,1 a été retenue pour le coefficient de pointe journalier.

Le coefficient de pointe horaire, quant à lui, reflète les variations de consommation observées au cours d'une journée selon les habitudes des consommateurs. Sa détermination se fait à partir de la formule empirique dite du « Génie Rural » :

$$\mathbf{Cph} = 1{,}5 + \frac{2{,}5}{Qmh} \qquad (1)$$

Avec : **Cph** : coefficient de pointe horaire ;

Qmh (m³/h) : débit moyen horaire.

Le coefficient de pointe horaire varie généralement entre **1,5** et **3** selon l'importance de la population desservie. Les différentes valeurs correspondantes sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4: Cph en fonction du nombre d'habitants

Population(hbts)	Cph
< 10 000	2,5 à 3
10 000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
>200 000	1,5

III.3.5 Rendement du réseau

Au cours de la mobilisation et du transport de l'eau, des pertes peuvent être observées entre la source d'approvisionnement et les points de consommation des usagers. Ces pertes concernent principalement les réseaux d'adduction et de distribution.

Afin de tenir compte du vieillissement progressif des installations au cours de l'exploitation du système, différents rendements ont été retenus selon les périodes du projet. Ainsi, un rendement de 95 % sera considéré pour les dix premières années (2025-2035), puis de 90 % pour la période allant de 2036 à 2039. Un rendement de 85 % sera appliqué entre 2040 et 2045, tandis qu'un rendement de 80 % sera retenu pour les cinq dernières années du projet.

III.3.6 Conditions de vitesse et de pression

Du point de vue technique et économique, la vitesse d'écoulement doit être maintenue dans une plage appropriée. Une vitesse suffisante permet d'assurer l'auto-curage des conduites, tandis qu'une vitesse excessive peut engendrer des coups de bélier susceptibles d'endommager les canalisations, ainsi qu'une augmentation des pertes de charge entraînant une consommation énergétique plus importante (GBOYOU 2020).

-Pour le réseau de refoulement, la plage de vitesse admissible retenue est comprise entre 0,8 m/s et 1,5 m/s.

-Pour le réseau de distribution, la plage de vitesse adoptée est comprise entre 0,3 m/s et 1,2 m/s.

Concernant la pression de service, elle doit permettre le soutirage de l'eau sans difficulté particulière et dans un délai convenable. Pour les AEPS, la valeur de référence retenue est de 5 [mCE] (GBOYOU 2020).

La pression nominale (PN) correspond à la pression maximale susceptible d'être atteinte dans le réseau et représente, de ce fait, la pression maximale que les conduites peuvent supporter en toute sécurité. Dans le cadre du présent projet, une pression nominale de 16 bars (PN16) a été retenue pour le réseau d'adduction, tandis qu'une pression nominale de 10 bars (PN10) a été adoptée pour le réseau de distribution, afin d'assurer une bonne résistance aux pressions et aux variations de température, conformément aux prescriptions techniques de l'ONEA.

III.3.7 Pertes de charges

Les pertes de charges traduisent une diminution de l'énergie du fluide provoquée par les frottements de l'eau contre les parois des conduites ainsi que par les différentes perturbations de l'écoulement. Elles dépendent de plusieurs paramètres, notamment les frottements internes, les changements de direction du flux, la présence d'obstacles et les variations de débit au sein du réseau.

Dans le cadre de cette étude, le calcul des pertes de charges sera effectué à l'aide de la formule de Darcy-Weisbach (1775), le choix de Darcy-Weisbach car ses coefficients sont fournis par les constructeurs après des texts..

La formule de Darcy-Weisbach présente l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les types de fluides et à différents régimes d'écoulement grâce à l'introduction d'un coefficient de frottement ajustable tenant compte de la rugosité des conduites ($K = 10^{-6}$ mm selon SOTICI,

2023). Basée sur des principes physiques textés, elle permet une représentation plus réaliste du comportement hydraulique des réseaux.

Son principal inconvénient réside toutefois dans la détermination du coefficient de frottement λ en régime turbulent, dont le calcul nécessite généralement des itérations à partir de la relation de Colebrook-White. Néanmoins, avec l'utilisation actuelle des logiciels de modélisation hydraulique et des outils numériques de calcul, cette difficulté reste largement maîtrisée et devient peu contraignante.

Par ailleurs, les pertes de charges obtenues par la formule de Darcy-Weisbach correspondent uniquement aux pertes de charges linéaires. Afin d'obtenir une estimation plus complète des pertes dans le réseau, il convient d'ajouter les pertes de charges singulières. Dans cette étude, celles-ci sont estimées à 10 % des pertes de charges linéaires, selon leur emplacement dans le réseau. Les pertes de charges totales correspondent ainsi à la somme des pertes linéaires et des pertes singulières.

La formule de la perte de charge totale s'écrit donc comme suit : (2)

La formule de la perte de charge totale s'écrit donc comme suit :

Où, $\boldsymbol{\Delta HT}$ représente les pertes de charges totales exprimées en mètre (m) ; $\boldsymbol{\lambda}$ désigne le coefficient de pertes de charge ; $\boldsymbol{L}$ et $\boldsymbol{D}$ correspondent respectivement à la longueur et au diamètre des conduites en mètre (m) ; Q indique le débit véhiculé par le tronçon en m^3/s ; et g représente l'accélération de la pesanteur, égale à 9,81 m^2/s.

III.4 Évaluation des besoins en eau

III.4.1 Estimation de la population à l'horizon du projet

Cette étape consiste à estimer la population projetée dans le cadre du projet, ainsi que les besoins en eau nécessaires pour répondre à la demande future. À partir des données issues des

$\mathbf{P_n = Po\,(1+\alpha)^n}$ 19, la population à l'horizon du projet ainsi que les taux d'accroissement démographique observés entre 2006 et 2019 ont été déterminés à l'aide des équations suivantes :

(3) Avec, $\boldsymbol{Pn}$ représentant la population estimée à l'horizon du projet ; $\boldsymbol{P0}$ la population de l'année de référence (2019) ; $\boldsymbol{t}$ le taux d'accroissement démographique (correspondant au taux régional du Nando) ; et $\boldsymbol{n}$ le nombre d'années séparant l'année de référence de l'année considérée à l'horizon du projet.

III.4.2 Calcul des besoins en eau journaliers moyens

Les besoins journaliers moyens représentent la quantité d'eau nécessaire chaque jour pour satisfaire les besoins des populations. Ils dépendent principalement de la consommation spécifique ainsi que du nombre d'habitants à desservir. Ces besoins regroupent à la fois les besoins journaliers domestiques et les besoins non domestiques, également appelés besoins journaliers annexes.

❖ **Besoins journaliers moyens domestiques**

Les besoins journaliers domestiques correspondent à la quantité d'eau potable nécessaire aux usages quotidiens des ménages, notamment pour la boisson, la préparation des repas, la vaisselle, la lessive ainsi que l'hygiène corporelle.

$$Bjm=\frac{Pn\times Cs}{1000}$$

Avec : **Bjm (m^3 /j)** : besoins journaliers moyens domestiques ; **Cs(l/j/hbts)** : Consommation spécifique.

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

Les besoins non domestiques regroupent l'ensemble des consommations d'eau qui ne sont pas liées aux usages ménagers, mais plutôt aux activités économiques, sanitaires et éducatives. Leur prise en compte est indispensable pour garantir une satisfaction équilibrée des besoins de toute la population. Cependant, compte tenu des insuffisances des données disponibles dans le rapport socio-économique, les besoins annexes ont été évalués à environ 10 % des besoins domestiques.

$$B_{ann} = 10\ \% \times B_{dom}$$

Avec B_{ann}(m3/j) : Besoins journaliers moyens annexes

❖ **Besoins totaux**

Les besoins totaux représentent l'ensemble des besoins en eau obtenus par l'addition des besoins journaliers domestiques et des besoins annexes.

$$Bjmt = Bjm + Bann$$

Avec, $\boldsymbol{B}$jmt : Besoins moyens totaux (m3/j) ; $\boldsymbol{Bdom}$: Besoins domestiques (m3/j)

B$\boldsymbol{ann}$: Besoins annexes (m3/j)

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

Les besoins en eau du jour de pointe sont évalués en appliquant le coefficient de pointe journalier aux besoins moyens journaliers globaux. Cette relation s'exprime à travers la formule suivante :

$$B_{jp} = C_{pj} \times B_{jmt}$$

Avec, Bjp représentant les besoins en eau du jour de pointe exprimés en m³/j ; Cpj le coefficient de pointe journalier, pris égal à **1,15** ; et Bjmt : Besoins moyens totaux (m3/j).

❖ Demande en eau brute de pointe

Elle correspond à la quantité réelle d'eau à mobiliser pour satisfaire les besoins de pointe, après prise en compte des pertes d'eau enregistrées tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

$$B_p = \frac{Bjp}{n}$$

Avec, Bp désignant la demande en eau du jour de pointe exprimée en m³/j ; n représentant le rendement du réseau, estimé à 90 % à l'horizon du projet ; et BJP les besoins globaux exprimés en m³/j.

III.5 Réseau d'adduction

L'adduction d'eau potable peut s'effectuer soit par gravité lorsque le terrain présente une pente continue favorable à l'écoulement, soit par refoulement à l'aide d'une pompe lorsqu'il est nécessaire de franchir une dénivellation topographique.

Dans le cadre du présent système, L'adduction est assurée de manière à garantir un fonctionnement régulier des pompes tout en limitant la consommation énergétique liée au pompage.

III.5.1 Diamètre des conduites de refoulement

Le dimensionnement des conduites de refoulement repose sur un compromis entre deux facteurs opposés. D'un côté, les coûts d'achat et d'installation des conduites augmentent avec le diamètre choisi. De l'autre, les charges d'exploitation liées au pompage diminuent lorsque le diamètre est plus important, grâce à la réduction des pertes de charge.

Dans le cadre de cette étude, les conduites d'adduction retenues sont en polyéthylène haute densité (PEHD) de pression nominale 16 bars (PN 16). L'objectif recherché est de déterminer un diamètre économique capable de limiter les coûts d'exploitation du système d'alimentation en eau potable, tout en optimisant les investissements nécessaires à sa mise en place.

Le calcul du diamètre théorique des conduites de refoulement a été réalisé à l'aide des formules empiriques suivantes :

Tableau 5: Formules empiriques de calcul du diamètre théorique des conduites de refoulement

Bresse	$D_{th}=1,5 \times \sqrt{Q}$	D_{th}:Diamétre intérieur théorique en métre; Q : Débit d'exploitation en m3/s ; n: Nombre d'heure de pompage par jour.
Bonin	$D_{th}= \sqrt{Q}$	
Bedjaoui	$D_{th}=1,27 \times \sqrt{Q}$	
Munier	$D_{th}= (1+0,02\ n) \times \sqrt{Q}$	
Bresse modifier	$D_{th}= 0,83 \times \sqrt[3]{Q}$	

Après la sélection des diamètres commerciaux à partir des diamètres théoriques obtenus précédemment, la vitesse réelle de l'eau circulant dans la conduite de refoulement est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$V_r(m/s) = \frac{4Q}{\pi D_C^2}$$

La conduite retenue sera celle qui satisfait simultanément les conditions de Flamant ainsi que les critères de vitesse économique définis par la méthode GLS :

- **Condition de Flamant : $V(m/s) \leq 0,6+D(m)$**
- **Condition de GLS : $V(m/s) \leq \sqrt{\frac{D(mm)}{50}}$**

III.5.2 Hauteur Manométrique Totale

La Hauteur Manométrique Totale (HMT) correspond à la pression, exprimée en mètres de colonne d'eau (mCE), qu'une pompe doit fournir afin d'assurer le transport de l'eau entre deux points situés à des niveaux différents. Elle prend en compte l'ensemble des pertes de charge enregistrées dans la conduite de refoulement, ainsi que la hauteur géométrique liée à la différence d'altitude entre le niveau dynamique de l'eau dans le forage et le point de déversement dans le réservoir.

La HMT constitue donc un paramètre essentiel dans le choix de la pompe à installer. Elle est donnée par la relation suivante :

$$HMT = Hg + \sum \Delta H$$

Avec :

- **HMT** : La Hauteur Manométrique Totale (m) ;
- **Hg** : Hauteur géométrique(m) : **Hg=cote de déversement – cote niveau dynamique ;**
- **$\sum \Delta H$:** Somme des pertes de charges(m)

III.5.3 Coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique transitoire caractérisé par une surpression ou une dépression à l'intérieur d'une conduite lorsque l'écoulement de l'eau subit une modification brusque ou s'arrête soudainement. Ce phénomène se produit généralement lors de la fermeture rapide d'une vanne ou de l'arrêt brutal d'une pompe, pouvant ainsi affecter la stabilité et la sécurité des installations hydrauliques.

Il est donc indispensable d'évaluer ses effets dès la phase de conception du réseau afin de prévoir, si nécessaire, des dispositifs de protection appropriés tels que les ballons anti-béliers, destinés à amortir les variations de pression et à limiter les chocs hydrauliques.

L'analyse de ce phénomène a été menée selon les étapes suivantes :

❖ **Calcul de la célérité des ondes**

Les ondes de pression se propagent dans la conduite à une vitesse appelée célérité, déterminée par la relation suivante :

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + k \times \frac{D}{e}}}$$

Avec :

- **C** : Célérité des ondes(m/s) ; **k** : coefficient de rugosité (k=83 pour le PEHD).
- **D** : Diamètre intérieur de la conduite(m) ; **e** : Épaisseur de la conduite.

❖ **Calcul de la variation de pression**

Toute modification brusque des conditions d'écoulement provoque la formation d'ondes de pression se propageant à travers la conduite. Ces perturbations entraînent des variations de

pression pouvant se traduire par des surpressions ou des dépressions au sein du réseau. L'évaluation de ces variations est réalisée à l'aide de la relation d'Allevi-Joukovski :

$$\Delta P = \pm = \frac{c \times v}{g}$$

Avec :

- **ΔP** : Variation de pression(m) **; c** : Célérité des ondes de pression (m/s)
- **v**: vitesse maximale de l'eau dans le réseau d'adduction (m/s)
- **g**: Accélération de la pesanteur (9,81 m^2/s)

Dans le cas d'une pompe immergée, la hauteur manométrique du réseau (H_0) se détermine à partir de la relation suivante :

$$H_o = HMT - ND\ max$$

Avec :

- **H_o** : Hauteur manométrique du réseau (m) ; **HMT** : Hauteur manométrique total (m)
- **ND max :** Niveau dynamique maximale de l'eau

Les pressions extrêmes provoquées par le phénomène de coup de bélier, à savoir la pression maximale (Hmax) en situation de surpression et la pression minimale (Hmin) en cas de dépression, sont déterminées à l'aide des relations suivantes :

$$H_{max} = H_o + \Delta P \quad \text{Et} \quad H_{min} = H_o - \Delta P$$

Le phénomène de surpression dû au coup de bélier se manifeste lorsque la pression maximale H_{max} satisfait la condition suivante :

$$H_{max} \geq PMA\ ;\ \frac{Hmax}{PN} \geq 1{,}2$$

Avec :

- **PMA** : Pression maximale admissible (**PMA=1,2×PFA**)
- **PFA** : Pression de fonctionnement admissible (**PFA≈PN**) pour une conduite neuve
- **H_{max}** : pression maximale(m)

Le phénomène de dépression lié au coup de bélier se produit lorsque la pression minimale H_{min}, considérée par rapport à la pression atmosphérique (**P_{atm}**), respecte la condition suivante :

$$H_{min} < P_{atm} = 10{,}33 \text{ mCE}$$

III.6 Réseau de distribution

III.6.1 Choix du type de réseau

Le choix du type de réseau s'est appuyé sur l'étude de la répartition spatiale des concessions dans le village, tout en prenant en considération les contraintes économiques ainsi que la simplicité d'exécution des travaux. À l'issue de cette analyse, un réseau ramifié a été retenu afin il s'agit de la prise en compte des contrainte qui nous amener à choisir le réseau ramifié.

Le tracé du réseau a été établi en fonction de plusieurs paramètres, notamment l'emplacement des points de desserte (bornes-fontaines et branchements particuliers), la localisation du réservoir, le réseau existant de pistes et de voies d'accès, ainsi que les limites des propriétés privées.

III.6.2 Débits et diamètres théoriques

Le débit de distribution (Q_{dist}) correspond au volume d'eau que le réseau doit pouvoir acheminer, y compris durant les périodes de forte consommation. Dans le cadre du présent projet, ce débit de distribution a été déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{dist} = N_{BF} \times Q_{BF} + Coef_{sim} \times N_{BP\ à\ réaliser} \times Q_{robinet\ par\ BP}$$

Avec :

- Q_{dist} : Débit de distribution (l/s) ; N_{BF} : Nombre de borne fontaine
- Q_{BF} : Débit de chaque borne fontaine (0,75l/s) ; $Coef_{sim}$: Coefficient de simultanéité
- $N_{BP\ à\ réaliser}$ **:** Nombre de branchements particuliers à réaliser
- $Q_{robinet\ par\ BP}$ **:** Débit de robinet par branchements particuliers(0,25l/s)

❖ **Débit linéique ou spécifique**

Le débit linéique est utilisé pour prendre en compte les branchements particuliers dans le dimensionnement du réseau. En supposant une répartition homogène de la population sur l'ensemble du réseau, ce débit est évalué à l'aide de la relation suivante :

$$Qsp = \frac{QtBP}{\sum Li}$$

Avec :

- **Qsp :** Débit spécifique (l/s) ; Q_{tBP} : Débit total de branchement particuliers(l/s) ;
- **∑Li :** Somme des longueurs des tronçons avec prélèvement en route(m).

❖ **Débit en route**

Le débit en route d'une conduite correspond au volume d'eau soutiré par les usagers tout au long de cette conduite. Il est déterminé à partir de la relation suivante :

$$Qroute = Qsp \times Li$$

Ou, Q_{route} : débit en route (l/s) ; Q_{sp} : débit spécifique(l/s/m) et **Li** : longueur de tronçons.

❖ **Débit du tronçon**

Le débit circulant dans un tronçon, également appelé débit fictif, est déterminé à l'aide de la relation suivante :

Où, Q_{fictif} : représente le débit du tronçon, exprimé en litres par seconde (l/s) ;

Q_{route} **:** désigne le débit en route, également exprimé en litres par seconde (l/s) ;

Q_{aval} **:** correspond au débit aval (l/s), incluant l'ensemble des débits localisés en aval du tronçon considéré.

❖ **Débit de la borne-fontaine**

Comme indiqué précédemment dans le PN-AEP, chaque borne-fontaine est dimensionnée pour assurer l'alimentation en eau de 500 habitants, sur la base d'une consommation spécifique de 20 l/j/hbt. Le débit délivré par une borne-fontaine est alors déterminé à partir de la relation suivante :

$$Q_{BF} = \frac{CsBF \times 500}{Tf \times 3600}$$

Où, Q_{BF} : représente le débit de la borne-fontaine, exprimé en litres par seconde (l/s) ;

T_f : désigne le temps de fonctionnement, exprimé en heures (h) ;

C_{sBF} : correspond à la consommation spécifique au niveau de la borne-fontaine, exprimée en litres par jour et par habitant (l/j/hbt).

Toutefois, dans le cadre de cette étude, le choix a été porté sur l'installation de trois robinets de 0,25l/s par borne-fontaine, soit un débit total de 0,75l/s pour chaque borne-fontaine.

❖ **Calcul des diamètres théoriques des conduites**

Les diamètres théoriques des conduites du réseau de distribution sont évalués en fonction du débit fictif circulant dans chaque conduite, tout en adoptant une vitesse d'écoulement fixée à 1m/s, conformément à la relation suivante :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 \times Qfictif}{\pi \times v}}$$

Où, $\mathbf{D_{th}}$: représente le diamètre théorique du tronçon, exprimé en mètres (m) ;

$\mathbf{Q_{fictif}}$: désigne le débit fictif du tronçon, exprimé en mètres cubes par seconde (m3/s) ;

V : correspond à la vitesse d'écoulement de l'eau dans le tronçon, fixée à (v=1m/s).

À partir des diamètres théoriques obtenus, les diamètres commerciaux sont ensuite sélectionnés en tenant compte de leur disponibilité sur le marché, tout en veillant au respect des critères techniques nécessaires pour garantir une distribution satisfaisante de l'eau aux usagers.

III.6.3 Pression réelle dans les conduites

La pression requise pour assurer un prélèvement gravitaire de l'eau est déterminée à partir de la relation suivante :

$$Pr = Max(Zmin) - \sum \Delta H - ZTN_{aval}$$

$$Zmin = ZTN_{aval} + \sum \Delta H + Ps$$

Avec :

- **Pr** : pression de l'eau dans la conduite, exprimée en mètres de colonne d'eau (mCE) ;
- **Zmin** : charge minimale imposée au réservoir, exprimée en mètres (m) ;
- $\mathbf{ZTN_{aval}}$: cote du terrain naturel à l'aval du tronçon, exprimée en mètres (m) ;
- $\sum \mathbf{\Delta H}$: somme des pertes de charge, exprimée en mètres (m) ;
- **Ps** : pression de service, exprimée en mètres de colonne d'eau (mCE).

III.7 Calcul du réservoir

Dans un système d'alimentation en eau potable (AEP), le réservoir constitue un ouvrage essentiel destiné au stockage de l'eau potable. Il joue un rôle majeur dans la régulation des débits en assurant l'équilibre entre l'eau apportée par le réseau d'adduction et les besoins réels

des usagers. Le réservoir contribue également à la stabilisation de la pression au sein du réseau et peut, dans certains cas, participer au traitement de l'eau.

Dans le cadre du présent projet, le choix s'est porté sur un réservoir métallique de forme cylindrique.

❖ **Positionnement du réservoir**

Le réservoir a été implanté à proximité des zones habitées afin de limiter les pertes de charge dans le réseau de distribution. Par ailleurs, son emplacement a été choisi au niveau du point topographique le plus élevé dans le but de réduire autant que possible la hauteur sous radier, déterminée par la relation suivante :

$$\text{Hauteur sous radier (m)} = \text{Max (Zmin)} - ZTN_{radier}$$

Où, **Max (Zmin)** : représente la valeur maximale de la charge minimale imposée au réservoir, exprimée en mètres (m) ; $\mathbf{ZTN_{radier}}$ désigne la cote du terrain naturel au niveau du réservoir, exprimée en mètres (m).

❖ **Capacité utile du réservoir**

Plusieurs approches permettent de déterminer la capacité utile d'un réservoir, notamment la méthode graphique, la méthode analytique et la méthode simplifiée. Dans le cadre du présent projet, c'est cette dernière qui a été retenue. Ce choix se justifie à la fois par l'insuffisance des données nécessaires à l'application des deux premières méthodes et par le fait que cette approche repose sur des pratiques couramment adoptées dans plusieurs pays (DICKO, 2022).

Le dimensionnement du réservoir a ainsi été basé sur un volume correspondant au tiers de la consommation journalière de pointe, afin d'assurer une autonomie suffisante du système en cas d'arrêt momentané de la production. Cette approche est traduite par la relation suivante :

$$C_u = (1/3) \times B_p$$

Où, **Cu** : représente la capacité utile du réservoir, exprimée en mètres cubes (m3) ;

Bp désigne la consommation journalière du jour de pointe, exprimée en mètres cubes par jour (m3/j).

❖ **Dimensions du réservoir**

Une fois la capacité utile du réservoir déterminée, celle-ci est assimilée au volume V du réservoir. Les dimensions de l'ouvrage, notamment le diamètre et la hauteur, sont alors calculées à partir de la formule du volume d'un cylindre, donnée par la relation suivante :

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \times H$$

Où, **V** : représente le volume du réservoir, exprimé en mètres cubes (m3) ; **D** désigne le diamètre du réservoir, exprimé en mètres (m) ; **H** correspond à la hauteur du réservoir, exprimée en mètres (m).

❖ **Temps de contact et temps de séjour dans le réservoir**

La capacité du réservoir doit être dimensionnée de façon à respecter plusieurs paramètres essentiels, notamment le temps de contact (Tc) et le temps de séjour (Ts). La vérification de ces paramètres est indispensable pour garantir la qualité de l'eau, aussi bien sur le plan hygiénique que microbiologique.

Le temps de contact (Tc) correspond à la durée nécessaire pour qu'un désinfectant atteigne son efficacité optimale, c'est-à-dire sa capacité à éliminer les agents pathogènes présents dans l'eau. Dans le cas d'une désinfection au chlore, la durée minimale recommandée est de deux heures. Par conséquent, afin d'assurer une désinfection efficace, le temps de contact **Tc** doit être supérieur ou égal à deux heures, conformément à la relation suivante :

$$Tc = \frac{Cu}{Qph} \geq 2h$$

Où, **Tc** : représente le temps de contact, exprimé en heures (h) ; Cu désigne la capacité utile du réservoir, exprimée en (m3) ; **Qph** correspond au débit de pointe horaire de distribution, exprimé en (m3/h).

Quant au temps de séjour, il permet de garantir le maintien de l'effet rémanent du chlore dans l'eau distribuée. Pour assurer une rémanence efficace, le temps de séjour **Ts** doit rester inférieur à deux jours, conformément à la relation suivante :

$$Ts = \frac{Cu}{Qmh} \leq 2h$$

Où, **Ts** : représente le temps de séjour, exprimé en jours (j) ; **Cu** : désigne la capacité utile du réservoir, exprimée en mètres cubes (m3) ; **Qmh** correspond au débit moyen horaire de distribution, exprimé en (m3/h).

III.8 Traitement de l'eau

En règle générale, l'eau provenant des forages présente une qualité physico-chimique et microbiologique satisfaisante, ce qui dispense le plus souvent de tout traitement spécifique préalable. Néanmoins, il reste essentiel de préserver cette qualité jusqu'au point de consommation. À cet effet, une désinfection au chlore peut être mise en œuvre, soit par l'ajout manuel de pastilles chlorées, soit par l'injection d'hypochlorite de calcium dans le réseau à l'aide d'un système composé d'un bac de préparation et d'une pompe doseuse.

Le volume du bac de préparation est déterminé à partir de la formule suivante :

$$V = B_{jm} \times \frac{T}{1000 \times Act \times C}$$

Où, $\boldsymbol{V}$: volume du bac de préparation (m3) ; $\boldsymbol{Bjm}$: volume journalier d'eau à traiter (m3/j) ; $\boldsymbol{T}$: taux de traitement appliqué (g/m3) ; $\boldsymbol{Act}$: activité de l'hypochlorite de calcium (%) ; $\boldsymbol{C}$: concentration de la solution d'hypochlorite de calcium (g/l).

Quant à la pompe doseuse, son débit est calculé avec la formule suivante :

$$q = \frac{T \times Q}{C}$$

Où, $\boldsymbol{q}$: débit de la pompe doseuse (l/h) ; $\boldsymbol{T}$: taux de traitement appliqué (g/m3) ; $\boldsymbol{Q}$: débit d'eau brute à traiter (m3/h) ; $\boldsymbol{C}$: concentration de la solution d'hypochlorite de calcium (g/l).

Conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), la teneur résiduelle en chlore dans le réseau de distribution doit être maintenue en permanence entre 0,5 mg/L et 5 mg/L. Au Burkina Faso, le laboratoire national de l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) fait office de référence en matière de contrôle de la qualité et de traitement des eaux.

Dans le cas des eaux souterraines, cet organisme recommande une concentration en chlore comprise entre 0,5 mg/L et 1,5 mg/L afin d'assurer une désinfection efficace. Dans le cadre de la présente étude, une dose de chlore de 1,5 mg/L a été retenue.

III.9 Pose des conduites

Les dimensions des fouilles destinées à la pose des conduites d'eau, notamment la largeur et la profondeur, sont définies en fonction des caractéristiques des réseaux d'adduction et de distribution enterrés dans une même tranchée. Ces dimensions sont déterminées à partir des relations ci-après (COMPAORÉ, 2024).

Où, $\boldsymbol{l}$: largeur de la fouille (m) ; $\boldsymbol{H}$: profondeur de la fouille (m) ; $\boldsymbol{D}$: diamètre nominal de la conduite (m).

$$\boldsymbol{l} \geq \mathrm{D(m)} + 0{,}5$$

$$\boldsymbol{H} \geq \mathrm{D(m)} + 0{,}8$$

III.10 Alimentation énergétique

Compte tenu de l'absence du réseau électrique de la SONABEL dans nos trois villages, l'alimentation en énergie des différents équipements du système d'adduction d'eau potable sera assurée à l'aide de groupes électrogènes. Néanmoins, afin d'assurer une continuité de service ainsi qu'une meilleure fiabilité des installations, une solution énergétique hybride combinant les groupes électrogènes et l'énergie solaire a été adoptée.

Le dimensionnement du champ photovoltaïque vise à déterminer la puissance crête d'un module solaire, correspondant à la puissance maximale qu'il peut produire. Cette puissance est calculée à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{Pc = Ch \times \frac{Qj \times HMT}{Kp \times E_I \times n_{ond} \times n_{mp}}}$$

Où, $\boldsymbol{PC}$: puissance crête du champ solaire (W) ; $\boldsymbol{Ch}$: constante hydraulique, prise égale à 2,725 ; $\boldsymbol{Q_J}$: débit journalier (m3/j) ; $\boldsymbol{n_{ond}}$: rendement de l'onduleur (%), avec une valeur de référence de 90 % ; $\boldsymbol{n_{mp}}$: rendement du groupe pompe-moteur (%) ; $\boldsymbol{K_p}$: coefficient de productivité, estimé à 0,75 ; $\boldsymbol{E_I}$: rayonnement solaire journalier moyen mensuel (kWh/m2/j) ; $\boldsymbol{HMT}$: hauteur manométrique totale (m).

L'onduleur est dimensionné de manière à assurer l'alimentation électrique de l'électropompe. Cet équipement a pour rôle de transformer le courant continu produit par le champ photovoltaïque en courant alternatif de fréquence 50 Hz. Il permet ainsi de fournir une alimentation stable aux installations tout en les protégeant contre les fluctuations de tension. Sa puissance est calculée à partir de la relation suivante :

$$\mathbf{S_{ond} = \frac{Pmp \times K}{n_{ond} \times Cos\varphi}}$$

Avec, $\boldsymbol{S_{ond}}$: puissance de l'onduleur (kVA) ; $\boldsymbol{P_{mp}}$: puissance de l'électropompe (kW) ;

n_p : rendement de l'électropompe ; $cos\varphi$: facteur de puissance des installations électriques, pris égal à 0,85 ; K : coefficient de correction, égal à 1,05, permettant de prendre en compte les autres équipements électriques du système.

Concernant les groupes électrogènes, leur dimensionnement repose sur la détermination de la puissance apparente nécessaire au fonctionnement des installations. Celle-ci est calculée à l'aide de la relation suivante (KABORÉ, 2023) :

$$P_{app} = \max\left(2\times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{n_{pompe-moteur} \times Cos\varphi} ; 2\times \frac{\sqrt{3} \times U \times In \times Cos\varphi}{1000} \times 1{,}25\right)$$

Avec, P_{app} : puissance apparente (kVA) ; Q : débit pompé (m3/h) ; HMT : hauteur manométrique totale de la pompe (m) ; $cos\varphi$: facteur de puissance ; U : tension électrique (V) ; In : intensité nominale (A).

III.11 Évaluation financière

Afin d'assurer la viabilité et la pérennité du projet, il est essentiel que celui-ci génère une rentabilité suffisante pour couvrir l'ensemble des dépenses liées à l'exploitation et à la maintenance des ouvrages. Cette rentabilité repose principalement sur la détermination du prix de revient de l'eau, lequel prend en compte plusieurs paramètres, notamment les coûts d'exploitation, la capacité des ménages à supporter le prix de l'eau ainsi que les éventuelles subventions accordées.

Les dotations aux amortissements permettent de répartir le coût d'acquisition des équipements sur toute la durée de vie du projet. De plus, le volume prévisionnel d'eau sur la période étudiée est estimé à partir des besoins observés pendant la journée de pointe.

Le tarif du mètre cube d'eau est ensuite obtenu en rapportant l'ensemble des charges d'exploitation, auxquelles s'ajoutent les dotations aux amortissements, au volume d'eau réellement commercialisé. Cette approche permet de garantir l'équilibre financier du projet. Ainsi, le prix du mètre cube d'eau est déterminé selon la relation suivante :

$$Pr = \frac{A+C}{V}$$

Avec :

- Pr : prix de revient du mètre cube d'eau ;
- A : dotations aux amortissements ;
- C : charges d'exploitation et d'entretien du système ;
- V : volume d'eau produit.

IV. Étude de faisabilité technique

Cette section est consacrée à la présentation des résultats obtenus ainsi qu'à leur interprétation à travers les différentes étapes du dimensionnement des composantes du système d'alimentation en eau potable (SAEP).

IV.1 Population à l'horizon du projet

À partir des données démographiques issues du RGPH de 2006 et 2019 relatives à la province de la Sissili, dont dépend la zone d'étude, un taux d'accroissement annuel de 2,47 % a été retenu. Ce choix s'explique par le fait que les taux d'accroissement observés aux niveaux communal et local restent relativement faibles et peu représentatifs de l'évolution réelle de la population, contrairement au taux provincial jugé plus cohérent et plus réaliste.

Sur la base de ce taux de croissance, la population totale des trois villages réunis est estimée à 10 544 habitants à l'horizon 2050, correspondant à la durée de projection du projet. Parmi cette population, environ 8 335 habitants, soit 80 %, seront desservis par des branchements privés (BP), tandis que 2 109 habitants, représentant 20 %, auront accès à l'eau à travers des bornes fontaines (BF). Ainsi, le système permettra d'atteindre un taux global de desserte de 100 % à l'horizon du projet, conformément aux objectifs fixés par le PN-AEP. Le tableau 5 présente de manière détaillée l'évolution projetée de cette population.

Tableau 6: Projection de l'évolution de la population à desservir

Année	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Population totale	hbt	5729	6473	7312	8261	9333	10544
Taux de desserte	%	56%	80%	85%	90%	95%	100%
Population desservie	hbt	3232	5179	6216	7436	8867	10545
Taux de desserte des BF	%	28,20%	24%	23%	22%	21%	20%
Population desservie par les BF	hbt	1616	1553	1682	1817	1960	2109
Taux de desserte des BP	%	28%	56%	62%	68%	74%	80%
Population desservie par les BP	hbt	1616	3625	4534	5618	6907	8435

IV.2 Besoins et demande en eau

En tenant compte des hypothèses de calcul ainsi que de la méthode adoptée pour l'estimation des besoins et de la demande en eau, il a été possible de déterminer ces différentes valeurs. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7: Évaluation de la demande en eau

EVOLUTION DES BESOINS ET DEMANDE EN EAU POTABLE								
Désignation	Année	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Population totale	Hbt	5729	6473	7312	8261	9333	10544
	Taux de desserte	%	56%	80%	85%	90%	95%	100%
	Population desservie	Hbt	3232	5179	6216	7436	8867	10545
Borne fontaine	Taux de desserte des BF	%	28,20%	24%	23%	22%	21%	20%
	Population desservie par les BF	Hbt	1616	1553	1682	1817	1960	2109
	Nombre de personnes par BF	Hbt	500	500	500	500	500	500
	Nombre théorique de BF à installer	U	12	12	12	12	12	12
	Consommatrion spécifique moyenne des BF	l/jr/hbt	20	20	20	20	20	20
	Consommation journalière moyenne des BF	m3j	32	31	34	36	39	42
Branchement privé	Taux de desserte des BP	%	28%	56%	62%	68%	74%	80%
	Population desservie par les BP	Hbt	1616	3625	4534	5618	6907	8435
	Nombre de personnes par BP selon le PN-AEP	Hbt	10	10	10	10	10	10
	Nombre théorique de BP à installer	U	162	362	453	562	691	844
	Consommatrion spécifique moyenne des BP	l/jr/hbt	25	25	25	25	25	25
	Consommation journalière moyenne des BP	m3j	40	91	113	140	173	211
Besoins et demande	Besoins journaliers domestiques	m3j	73	122	147	177	212	253
	Autres besoins (Activités économique, Ecoles, CSPS…)	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	Besoins non domestiques	m3j	7,27	12,169	14,70	17,68	21,19	25,31
	Besoins journaliers moyens	m3j	79,97	133,85	161,68	194,47	233,05	278,37
	Coefficient de pointe journalier Kpj		1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
	Besoin en eau du jour de pointe	m3j	87,97	147,24	177,85	213,92	256,36	306,21
	Rendement global du réseau	%	95%	95%	95%	85%	85%	80%
	Demande en eau du jour de pointe	**m3j**	92,60	154,99	187,21	251,67	301,60	382,76

À l'horizon du projet fixé à 2050, les besoins journaliers en eau destinés aux usages domestiques et non domestiques sont estimés respectivement à 253 [m³/j] et 25,31 [m³/j]. Par ailleurs, les besoins moyens journaliers en eau évolueront de 79,97 [m³/j] en 2025, pour une population évaluée à 5 729 habitants, à 278,37 [m³/j] en 2050, correspondant à une population projetée de 10 544 habitants.

En ce qui concerne les périodes de pointe, les besoins en eau passeront de 87,97 [m³/j] à 306,21 [m³/j] sur cette même période. Ainsi, la demande en eau du jour de pointe à l'horizon 2050 est estimée à 382,76 [m³/j], pour une population de 10 544 habitants, en considérant un rendement global du réseau de 80 % à cette échéance.

IV.3 Débit d'adduction et de distribution

Le système d'alimentation en eau potable (AEP) sera assuré par deux (02) forages existants, présentant respectivement des débits de 8,5 [m³/h] et 7,7 [m³/h]. Le premier forage fonctionnera avec un temps de pompage de 16 heures par jour. Quant au second forage, il sera exploité à raison d'environ 4 heures par jour dans un premier temps, puis son temps de fonctionnement passera à 16 heures par jour à partir de 2041 afin de répondre à l'augmentation progressive des besoins en eau. En complément, la réalisation d'un forage supplémentaire d'un débit de 8 [m³/h] sera nécessaire pour garantir la satisfaction des besoins en eau jusqu'à l'horizon du projet fixé en 2050.

Par ailleurs, le réseau de distribution présentera un débit total de 18,23 [l/s] à l'horizon du projet. Il comprendra douze (12) bornes fontaines ainsi que 844 branchements particuliers à réaliser à cette échéance. Les tableaux 8 et 9 récapitulent les détails des calculs de ces différents débits pour la période allant de 2025 à 2050.

Tableau 8: Débit de distribution

DEBIT DE DISTRIBUTION								
Désignation	Année		2025	2030	2035	2040	2045	2050
Distribution BF	Nombre de BF	U	12	12	12	12	12	12
	Nombre de robinets pat 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	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Distribution BP	Nombre de BP à réaliser	U	162	362	453	562	691	844
	Cph		3,208	2,640	2,519	2,366	2,281	2,186
	Cph rétenu		2,5					
	Débit moyen horaire	m3/h	2,14	4,81	6,02	8,33	10,24	13,29
	Débit de pointe horaire des BP	m^3/h	5,36	12,02	15,04	20,83	25,60	33,23
	Débit de pointe horaire des BP	l/s	1,49	3,34	4,18	5,78	7,11	9,23
Débit de distribution	Débit total	l/s	10,49	12,34	13,00	14,24	15,83	**18,23**
	Débit total de distribution	m3/h	37,76	44,42	46,79	51,26	56,98	**65,63**

Tableau 9: Débit d'adduction

DEBIT D'ADDUCTION							
Désignation	Année	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Demande en jour de pointe	m3/j	92,60	154,99	187,21	251,67	301,60	382,76
Débit du forage existant	m3/h	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Temps de pompage	h	10,89	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Capacité de production journalière	m3/j	92,60	136,00	136,00	136,00	136,00	136,00
Besoin supplémentaire en ressource en eau	m3	0,00	18,99	51,21	115,67	165,60	246,76
Débit du forage supplémentaire	m3/h	0,00	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70
Temps de pompage du forage supplémentaire	h	0,00	2	7	15	16,00	16,00
Capacité de production journalière du forage	m3/j	0,00	18,99	51,21	115,67	123,20	123,20
Besoin supplémentaire en ressource en eau	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	42,40	123,56
Débit du forage supplémentaire	m3/h	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00
Temps de pompage du forage supplémentaire	h	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	16,00
Capacité de production journalière du forage	m3/j	0,00	0,00	0,00	0,00	128,00	128,00
Besoin supplémentaire en ressource en eau	m3	0,00	0,00	0,00	0,00	-85,60	-4,44

IV.4 Dimensionnement du réseau d'adduction

Le débit cumulé assuré par les deux forages existants du projet est de 16,2 m³/h, avec un temps de pompage journalier de 16 heures. Cette capacité permettra de couvrir les besoins en eau jusqu'en 2030 grâce au premier forage, tandis que le second forage répondra à la demande jusqu'en 2041. Au-delà de cette période, la réalisation d'un forage supplémentaire d'un débit de 8 m³/h sera nécessaire afin de satisfaire les besoins en eau à l'horizon 2050, correspondant à la durée de projection du projet.

Tableau 10: Données de base des forages

Désignation	Débit(m3/s)	Cote TN(m)	Cote ND(m)	ND(m)
Forage 1	8,5	345,52	297,52	48
Forage 2	7,7	357,63	307,63	50

IV.4.1 Conduites de refoulement

Dans le cadre de ce projet, l'acheminement de l'eau des forages vers le réservoir sera assuré par deux pompes fonctionnant selon un système d'adduction par refoulement. Les conduites de refoulement ont ainsi été dimensionnées en prenant en considération à la fois les contraintes techniques et les aspects économiques du projet.

Le choix des diamètres économiques, présenté dans les tableaux de calcul, découle d'une étude comparative réalisée à partir de plusieurs méthodes décrites dans la méthodologie. La

solution adoptée correspond à l'option la plus avantageuse sur le plan économique tout en respectant les critères de Flamant, les conditions de vitesse GLS ainsi qu'une perte de charge minimale.

Tableau 11:Vérification de la vitesse GLS dans les conduites de refoulement

Désignation	Formules	Débits (m3/s)	Dth (mm)	Dint(mm)	Vréelle (m/s)	Vitesse GLS	Vérification
F1 au PJ	Bress	0,0024	72,89	90	0,37	1,34	Ok
	Bonnin		48,59	90	0,37	1,34	Ok
	Bedjaoui		61,71	73,6	0,55	1,21	Ok
	Munier		64,14	73,6	0,55	1,21	Ok
	Bress modifié		110,52	114,6	0,23	1,51	Ok
F2 au PJ	Bress	0,0021	69,37	73,6	0,50	1,21	Ok
	Bonnin		46,25	61,4	0,72	1,11	Ok
	Bedjaoui		58,74	61,4	0,72	1,11	Ok
	Munier		61,05	73,4	0,51	1,21	Ok
	Bress modifié		106,94	114,6	0,21	1,51	Ok
PJ au RE	Bress	0,0045	100,62	102,2	0,26	1,43	Ok
	Bonnin		67,08	90	0,34	1,34	Ok
	Bedjaoui		85,19	90	0,34	1,34	Ok
	Munier		88,55	90	0,34	1,34	Ok
	Bress modifié		137,03	147,2	0,13	1,72	Ok

Tableau 12:Vérification des conditions de Flamant par les conduites de refoulement

Désignation	Formules	Debits (m3/s)	Dth (mm)	Dint(mm)	Vreelle (m/s)	Condition de Flamant	Vérification
F1 au PJ	Bress	0,0024	72,89	90	0,37	0,69	Oui
	Bonnin		48,59	90	0,37	0,69	Oui
	Bedjaoui		61,71	73,6	0,55	0,6736	Oui
	Munier		64,14	73,6	0,55	0,6736	Oui
	Bress modifié		110,52	114,6	0,23	0,7146	Oui
F2 au PJ	Bress	0,0021	69,37	73,6	0,50	0,6736	Oui
	Bonnin		46,25	61,4	0,72	0,6614	Non
	Bedjaoui		58,74	61,4	0,72	0,6614	Non
	Munier		61,05	73,4	0,51	0,6734	Oui
	Bress modifié		106,94	114,6	0,21	0,7146	Oui
PJ au RE	Bress	0,0045	100,62	102,2	0,26	0,7022	Oui
	Bonnin		67,08	90	0,34	0,69	Oui
	Bedjaoui		85,19	90	0,34	0,69	Oui
	Munier		88,55	90	0,34	0,69	Oui
	Bress modifié		137,03	147,2	0,13	0,7472	Oui

Tableau 13:Choix des conduites de refoulement

Désignation	Formules	Debits (m3/s)	Dth (mm)	Dint(mm)	Vitesse GLS	ΔH	Condition de Flamant	Choix de la conduite
F1 au PJ	Bress	0,0024	72,89	90	Ok	7,77131312	Oui	DN 110 PEHD PN16
	Bonnin		48,59	90	Ok	7,77131312	Oui	
	Bedjaoui		61,71	73,6	Ok	22,6909266	Oui	
	Munier		64,14	73,6	Ok	22,6909266	Oui	
	Bress modifié		110,52	114,6	Ok	2,16602914	Oui	
F2 au PJ	Bress	0,0021	69,37	73,6	Ok	1,1513358	Oui	DN 90 PEHD PN16
	Bonnin		46,25	61,4	Ok	3,0372572	Non	
	Bedjaoui		58,74	61,4	Ok	3,0372572	Non	
	Munier		61,05	73,4	Ok	1,16818373	Oui	
	Bress modifié		106,94	114,6	Ok	0,1101885	Oui	
PJ au RE	Bress	0,0045	100,62	102,2	Ok	13,6338465	Oui	DN 125 PEHD PN16
	Bonnin		67,08	90	Ok	26,7167086	Oui	
	Bedjaoui		85,19	90	Ok	26,7167086	Oui	
	Munier		88,55	90	Ok	26,7167086	Oui	
	Bress modifié		137,03	147,2	Ok	2,01671299	Oui	

Le réseau de refoulement, d'une longueur totale de 3 877,96 m, est constitué de trois conduites principales. Deux d'entre elles relient respectivement les forages F1 et F2 à leur point de jonction (PJ). À partir de ce point, une conduite assure l'acheminement de l'eau jusqu'au nœud 1 du réseau de distribution, tandis qu'une troisième conduite prolonge le transfert depuis ce nœud jusqu'au réservoir RE.

À l'issue du dimensionnement hydraulique, les diamètres retenus sont les suivants : une conduite en PEHD PN16 de DN 110 pour la première branche, une conduite en PEHD PN16 de DN 90 pour la seconde, puis une conduite en PEHD PN16 de DN 125 pour la partie terminale du réseau.

Concernant les équipements de pompage, les colonnes d'exhaure et les colonnes montantes sont respectivement prévues en DN 63 PEHD PN16 et en DN 80 acier galvanisé.

IV.4.2 Détermination de la HMT et choix des pompes

Le choix des pompes a été réalisé en tenant compte de deux paramètres essentiels, à savoir la Hauteur Manométrique Totale (HMT) ainsi que le débit d'exploitation de chaque forage dans lequel les pompes seront installées.

L'évaluation de la HMT repose principalement sur la prise en compte de la hauteur géométrique et de l'ensemble des pertes de charge observées dans les conduites de refoulement.

Le tableau 14 présente ainsi une synthèse des différentes étapes ayant permis de déterminer les HMT des pompes prévues pour les deux forages du projet.

Tableau 14:Calcul de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) des pompes

Paramétres	Forage 1	Forage 2
Q (m3/h)	8,5	7,7
L réf (m)	3773,14	1958,50
Niveau dynamique ND (m)	48	50
TF-PJ : D int (mm)	90	73,6
PJ-RE : Dint (mm)	102,2	102,2
Colonne d'exhaure : Dint (mm)	54,8	54,8
Colonne montante : Dint (mm)	80	80
Côte TF (m)	345,52	357,63
Côte ND (m)	297,52	307,63
Côte de déversement (m)	378,37	
Hauteur géométrique Hg (m)	80,85	70,74
Pertes de charges totales (m)	25,12	18,01
HMT (m)	105,97	88,75
HMT retenue (m)	105,4	88,24

Les calculs réalisés ont conduit à retenir des Hauteurs Manométriques Totales de 105,4 m pour la première pompe et de 88,24 m pour la seconde. En tenant compte des débits d'exploitation des forages associés, respectivement de 8,5 m³/h et 7,7 m³/h, le choix des pompes a été effectué à partir du catalogue GRUNDFOS.

À l'issue de cette sélection, les modèles SP 9-21 et SP 9-16 de type MS 4000 ont été adoptés respectivement pour les forages 1 et 2. Il s'agit d'électropompes immergées destinées au pompage des eaux souterraines.

Les principales caractéristiques techniques de ces équipements sont présentées dans le tableau 15 :

Tableau 15:Caractéristique de l'électropompe immergée

	N [tr/min]	Type moteur	U [V]	Rp+M (%)	Rp (%)	P [kW]	In [A]	Cos Phi	Diamètre moteur
Forage 1	2900	MS4000	3*400V	54.6	69.6 %	4.827	9.8	0,8	4"
Forage 2	2900	MS4000	3*400V	52.6	69.7%	3.649	8.1	0,81	4"

IV.4.3 Point de fonctionnement des pompes

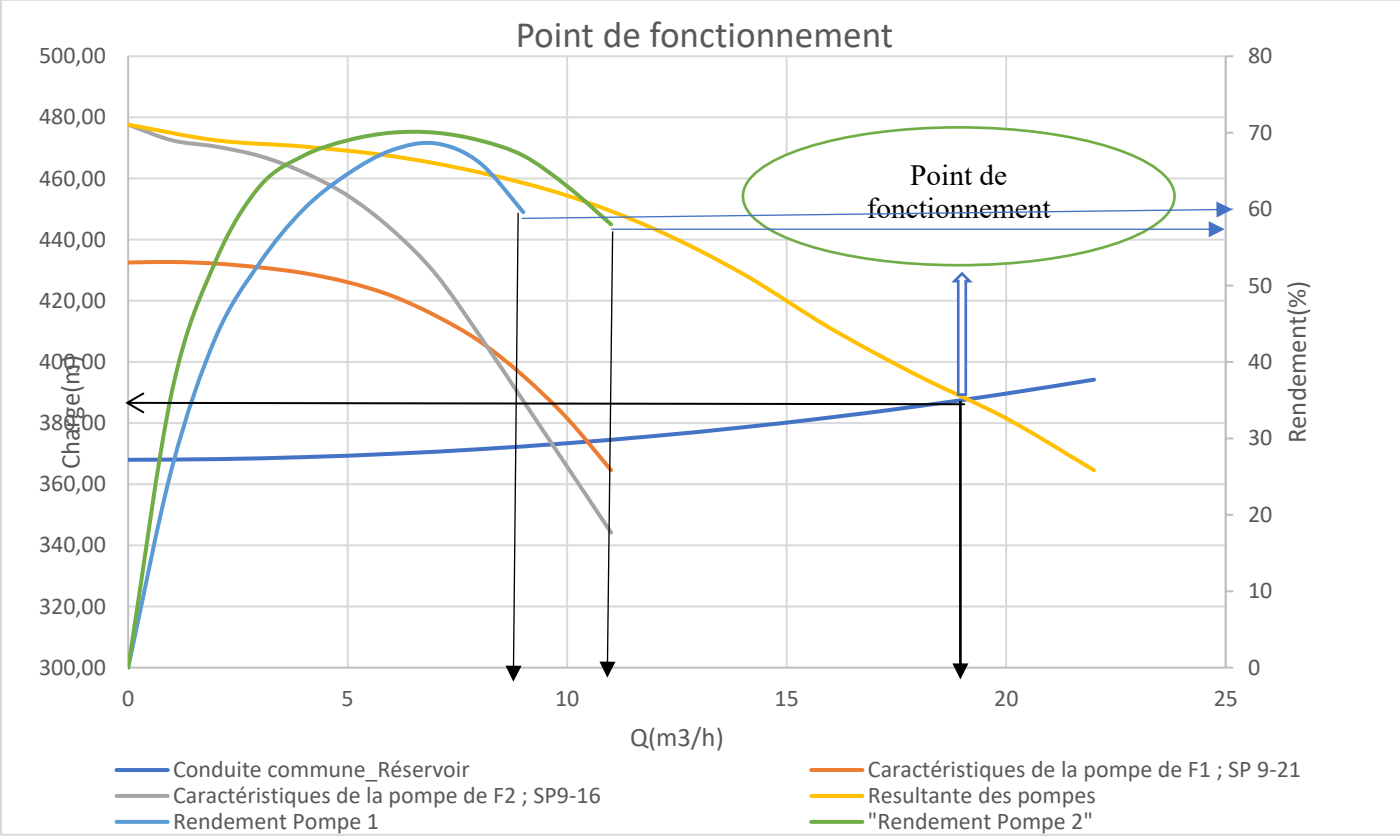


Figure 3:Point de fonctionnement des pompes

Le point de fonctionnement correspond aux conditions optimales d'exploitation de l'adduction. La Figure 3 ci-après illustre le point de fonctionnement global des pompes installées en parallèle, ainsi que les points de fonctionnement propres à chacune d'elles.

L'analyse du système met en évidence un débit de Q = 17,82 m³/h pour une charge hydraulique de H = 388 m au point de fonctionnement global.

Le point de fonctionnement de chaque pompe est déterminé en projetant horizontalement le point de fonctionnement du système sur la courbe caractéristique correspondante. Quant à la charge hydraulique associée à chaque pompe, elle est obtenue en retranchant son niveau dynamique de la charge hydraulique globale du système.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- Pompe 1 : SP 9-21 ; Q=9,138 m3/h ; H= 106 m et n1= 69,7%
- Pompe 2 : SP 9-16 ; Q=7,995 m3/h ; H= 88,55 m et n2 = 69,7 %.

IV.4.4 Étude du coup de bélier

L'analyse du phénomène de coup de bélier constitue une étape importante dans le dimensionnement du système, car elle permet, si nécessaire, de prévoir un dispositif de protection approprié.

Le tableau 16 présente les résultats des différents calculs effectués pour évaluer les paramètres hydrauliques et vérifier l'apparition éventuelle de ce phénomène au sein du réseau.

Tableau 16:VERIFICATION DU COUP DE BELIER

Conduites	Débit (m3/h)	DN (mm)	DN int (mm)	Epaisseur [mm]	k	Uo(m/s)	HM Tpf [m]	C [m/s]	ΔP [m]	Hmax [m]	Hmax / PN 16	Hmin [m]
F1-PJ	8,50	110	90	10	83	0,37	105,97	351,05	13,28	71,25	0,45	44,68
F2-PJ	7,7	90	73,6	8,2	83	0,50	88,75	351,50	18,01	56,77	0,35	20,74
PJ-PC	16,2	125	102,2	11,4	83	0,55	100	351,70	19,67	69,67	0,44	30,33

L'analyse des résultats montre que, pour l'ensemble des conduites, le rapport entre la pression maximale admissible (Hmax) et la pression nominale des conduites (PN 16) demeure

inférieur à 1,2. Par ailleurs, la pression minimale admissible (Hmin) reste supérieure à la pression atmosphérique.

Ces conditions permettent de conclure que le phénomène de coup de bélier ne présente aucun risque majeur de surpression ou de dépression pour les conduites du réseau. Par conséquent, la mise en place de dispositifs spécifiques de protection anti-bélier ne s'avère pas nécessaire.

Néanmoins, des ventouses seront installées au niveau des têtes de forage ainsi qu'en certains points stratégiques des conduites afin de favoriser l'évacuation et l'aspiration de l'air, tout en contribuant à limiter les variations de pression dans le réseau.

IV.5 Réseau de distribution

IV.5.1 Choix du type de réseau

Le réseau de distribution retenu est de type ramifié. Il est constitué de trente (30) tronçons totalisant une longueur de 13 297,16 m linéaires et reliés par trente et un (31) nœuds. L'alimentation du réseau est assurée par un réservoir implanté au point le plus élevé de la zone d'étude, ce qui favorise la distribution de l'eau par gravité.

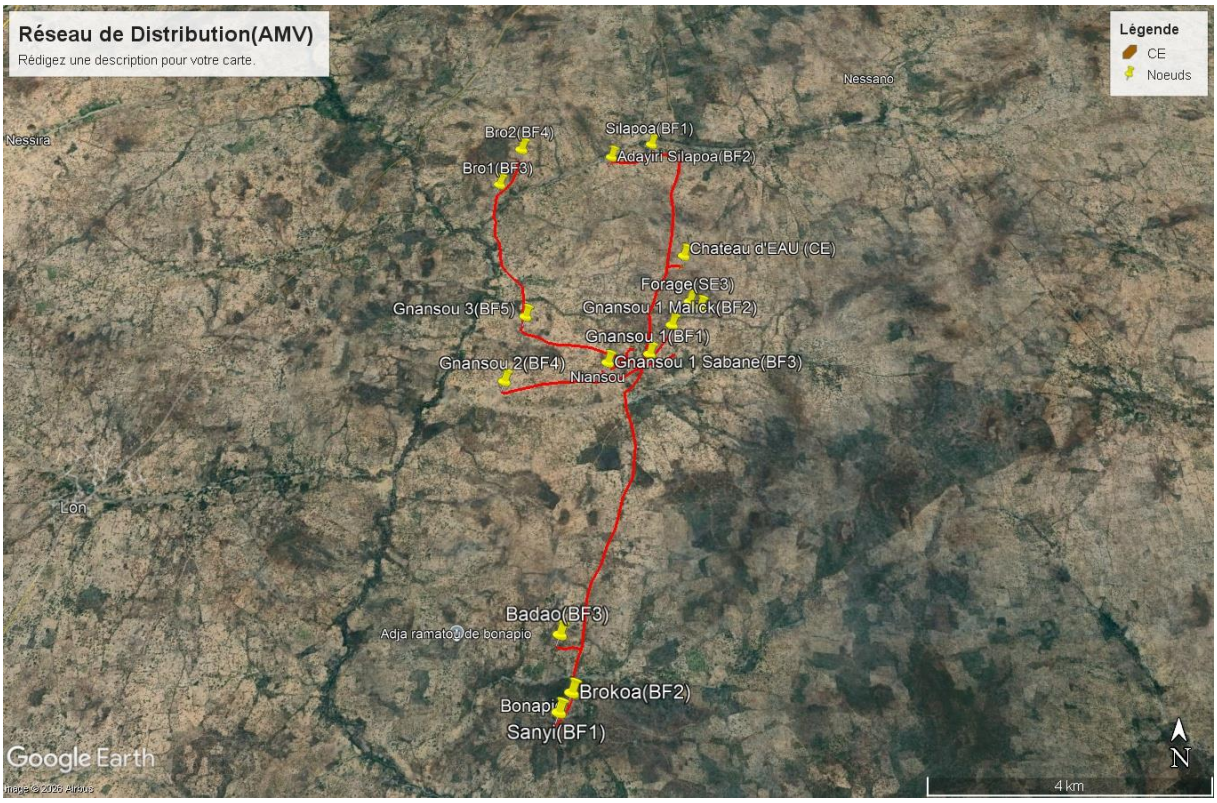


Figure 4:Réseau de distribution

IV.5.2 Calcul des débits fictifs des tronçons

Le dimensionnement d'un système d'alimentation en eau potable (AEP) est réalisé de manière à garantir que le réseau de distribution puisse répondre efficacement aux besoins en eau durant les périodes de forte consommation. Dans cette perspective, le calcul des débits transitant dans les différents tronçons, appelés débits fictifs, a permis de déterminer un débit linéique de 0,0004534 l/s/m.

Par ailleurs, l'installation des douze (12) bornes-fontaines prévues dans le cadre du projet nécessitera, à l'horizon 2050, un débit de pointe horaire de 9 l/s. En ce qui concerne les branchements particuliers, leur débit de pointe horaire est estimé à 9,23 l/s pour la même échéance.

Ainsi, le débit de pointe horaire total requis pour la distribution d'eau atteindra 18,23 l/s à l'horizon du projet, ce qui correspond à un débit de 65,63 m^3/h.
Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 17 :

Tableau 17:Calcul du débit fictif des tronçons

Tronçons	Nœuds	Longueur	Q route	Q aval	Q fictif	Q fictif
		m	l/s	l/s	l/s	m3/s
T1 (CE-N1)	N1	246,4	0,00	18,23	18,23	0,0182
T2 (N1-N2)	N2	2511	1,27	1,80	2,50	0,0025
T3 (N2-N3)	N3	591,4	0,30	1,50	1,66	0,0017
T4 (N3-BF1SILA)	BF1SILA	49,79	0,00	0,75	0,75	0,0008
T5 (N3-BF2SILA)	BF2SILA	952,4	0,00	0,75	0,75	0,0008
T6 (N1-N4)	N4	2092	1,06	14,11	14,69	0,0147
T7 (N4-N8)	N8	300,2	0,15	5,14	5,23	0,0052
T8 (N8-N10)	N10	317	0,16	0,00	0,09	0,0001
T9 (N8-N9)	N9	310,8	0,16	0,00	0,09	0,0001
T10 (N8-N11)	N11	1854	0,94	3,89	4,40	0,0044
T11 (N11-N12)	N12	181,6	0,09	3,80	3,85	0,0038
T12 (N12-BF5GN3)	BF5GN3	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T13 (N12-N13)	N13	1459	0,74	2,31	2,72	0,0027
T14 (N13-N14)	N14	1605	0,81	1,50	1,95	0,0019
T15 (N14-BF3BRO)	BF3BRO	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T16 (N14-BF4BRO)	BF4BRO	937,8	0,00	0,75	0,75	0,0008
T17 (N4-N15)	N15	27,32	0,01	6,99	7,00	0,0070
T18 (N15-N16)	N16	567,4	0,29	1,50	1,66	0,0017
T19 (N16-BF3GN1)	BF3GN1	258,3	0,00	0,75	0,75	0,0008
T20 (N16-BF4GN2)	BF4GN2	1918	0,00	0,75	0,75	0,0008
T21 (N15-N17)	N17	579,5	0,29	4,91	5,07	0,0051
T22 (N17-N18)	N18	4459	2,25	2,66	3,90	0,0039
T23 (N18-BF3BONA)	BF3BONA	383,3	0,00	0,75	0,75	0,0008
T24 (N18-N19)	N19	810,3	0,41	1,50	1,73	0,0017
T25 (N19-BF2BONA)	BF2BONA	53,13	0,00	0,75	0,75	0,0008
T26 (N19-BF1BONA)	BF1BONA	380,5	0,00	0,75	0,75	0,0008
T27(N4-N5)	N5	59,72	0,03	1,78	1,79	0,0018
T28 (N5-BF1GN1)	BF1GN1	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T29 (N5-N6)	N6	36,89	0,02	1,01	1,02	0,0010
T30 (N6-N7)	N7	507,9	0,26	0,00	0,14	0,0001
T31(N6-BF2GN1)	BF2GN1	706,6	0,00	0,75	0,75	0,0008

IV.5.3 Dimensionnement du réseau de distribution

À partir de la détermination des débits fictifs de chaque tronçon, il a été possible de calculer les diamètres théoriques, puis de sélectionner les diamètres commerciaux correspondants. Ces derniers ont ensuite servi au calcul des vitesses réelles d'écoulement de l'eau dans l'ensemble du réseau. Cette étape a permis, à travers la démarche décrite dans la méthodologie, d'évaluer les pressions réelles dans les différentes conduites. Les résultats obtenus à l'issue du dimensionnement sont présentés dans l'annexe 5.

L'analyse des résultats montre que les vitesses d'écoulement varient entre 0,034 m/s(Cela s'explique principalement par les faibles débits transitant dans certaines conduites, notamment celles situées en extrémité du réseau) et 0,710 m/s, tandis que les pressions de service minimale et maximale atteignent respectivement 6,74 mCE et 37,14 mCE. Il apparaît ainsi que certaines conduites présentent des vitesses inférieures aux seuils requis pour garantir l'autocurage, ce qui favorise l'accumulation progressive de dépôts. Afin de limiter ce phénomène et de préserver à la fois la qualité de l'eau distribuée et les performances hydrauliques du réseau, il est recommandé de prévoir l'installation de dispositifs de vidange permettant d'effectuer des opérations régulières de curage sur les tronçons concernés.

En revanche, les pressions obtenues satisfont aux conditions de service exigées. Cette situation garantit une alimentation gravitaire efficace de l'ensemble des points de desserte, assurant ainsi la continuité de la distribution et la couverture des besoins en eau des usagers. Par ailleurs, les calculs de dimensionnement indiquent que la valeur maximale de la cote minimale imposable, correspondant à la cote du radier du réservoir, est de 371,87 m. Cette configuration conduit à une hauteur sous radier de 8 m, jugée satisfaisante pour le projet.

Les diamètres commerciaux retenus pour le réseau sont les suivants : DN 63, DN 90, DN 110, DN 125, DN 140, DN 160 et DN 200. Leur sélection repose non seulement sur leur disponibilité sur le marché, mais également sur leur capacité à réduire de manière significative les pertes de charge dans les conduites afin de maintenir une cote minimale imposable permette d'avoir une hauteur sous radier raisonnable.. Les longueurs totales, exprimées en mètres linéaires, associées à chacun de ces diamètres sont récapitulées dans le tableau 18.

Tableau 18:Longueur totale des différents diamètres des conduites

DESIGNATION	LINEAIRE (ml)
PVC PN 10 DN 200	62,37
PVC PN 10 DN 160	164,4
PVC PN 10 DN 140	389,95
PVC PN 10 DN 125	1956,18
PVC PN 10 DN 110	1927,5
PVC PN 10 DN 90	4017,31
PVC PN 10 DN 63	4779,45
TOTAL	13297,16

IV.5.4 Simulation du réseau avec Epanet

La modélisation du réseau à l'aide du logiciel EPANET a été réalisée afin d'apprécier les performances hydrauliques du système de distribution et de vérifier la qualité de l'eau au sein du réseau. Cette simulation constitue également un outil d'aide à la planification des opérations de maintenance, en facilitant l'identification des interventions nécessaires pour assurer un fonctionnement optimal de l'ouvrage.

La Figure 4 illustre les résultats obtenus à l'issue de la simulation du réseau de distribution ramifié fonctionnant selon un système d'alimentation gravitaire.

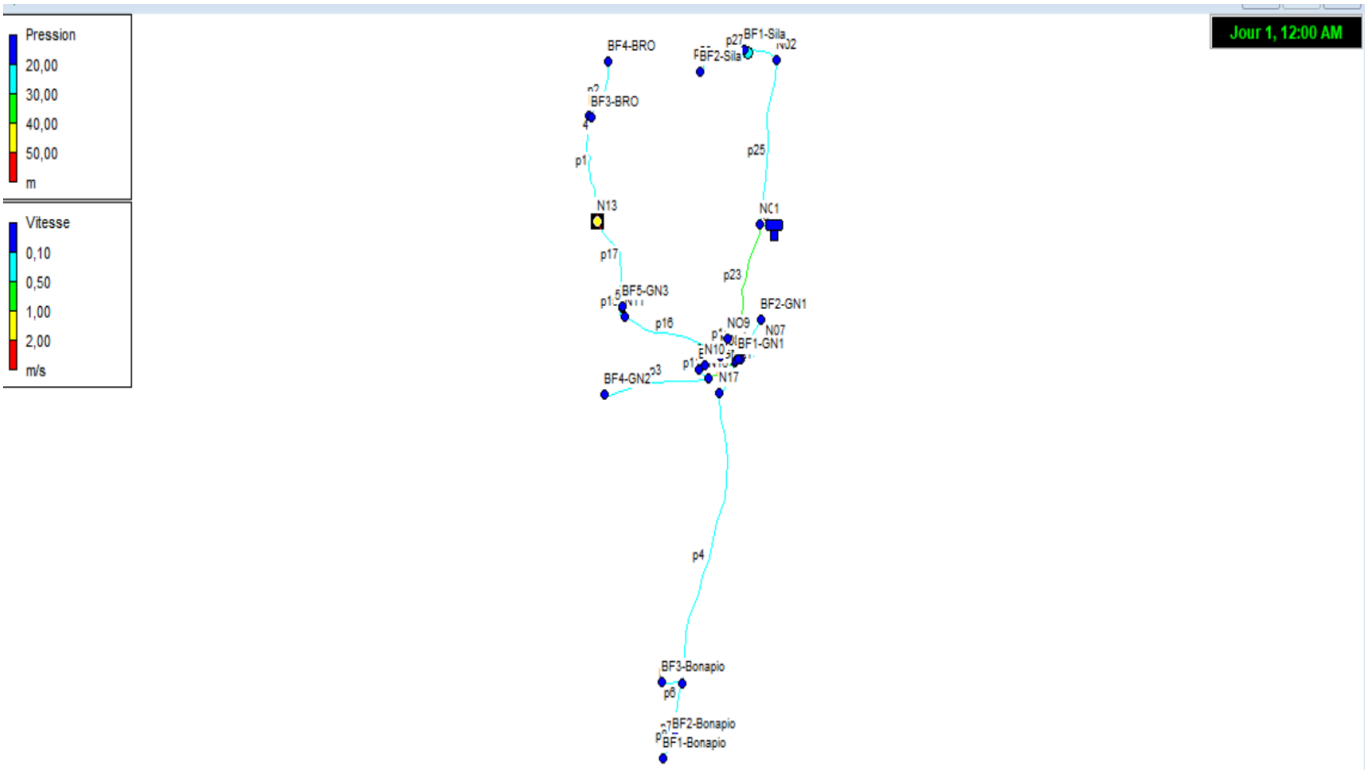


Figure 5:Simulation des vitesses des conduites et pressions aux nœud du réseau de distribution sur Epanet

- **Analyse comparative des paramètres calculés et simulés**

Les résultats de la simulation réalisée avec EPANET montrent des pressions légèrement inférieures à celles obtenues lors des calculs effectués sous Excel. Ces écarts demeurent toutefois faibles et peuvent s'expliquer par les différences liées aux méthodes de calcul et aux approximations numériques propres à chaque outil.

Dans les deux cas, les pertes de charge ont été évaluées à l'aide de la formule de Darcy-Weisbach. Cette relation prend en considération plusieurs paramètres hydrauliques essentiels, notamment la longueur et le diamètre des conduites, la vitesse d'écoulement de l'eau ainsi que le coefficient de frottement. Ce dernier dépend à la fois de la rugosité interne de la conduite et du régime d'écoulement du fluide. Malgré les différences de traitement entre le logiciel et la feuille de calcul, les résultats obtenus restent très proches les uns des autres.

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement, les valeurs calculées et simulées sont pratiquement identiques et peuvent être considérées comme confondues.

Par ailleurs, les coefficients de détermination linéaire obtenus sont très proches de 1, ce qui met en évidence une forte corrélation entre les valeurs issues des calculs théoriques et celles fournies par la simulation. Cette concordance confirme la cohérence des résultats et montre que les deux approches conduisent à des valeurs convergentes. Les comparaisons des pressions et des vitesses sont présentées respectivement aux Figures 5 et 6.

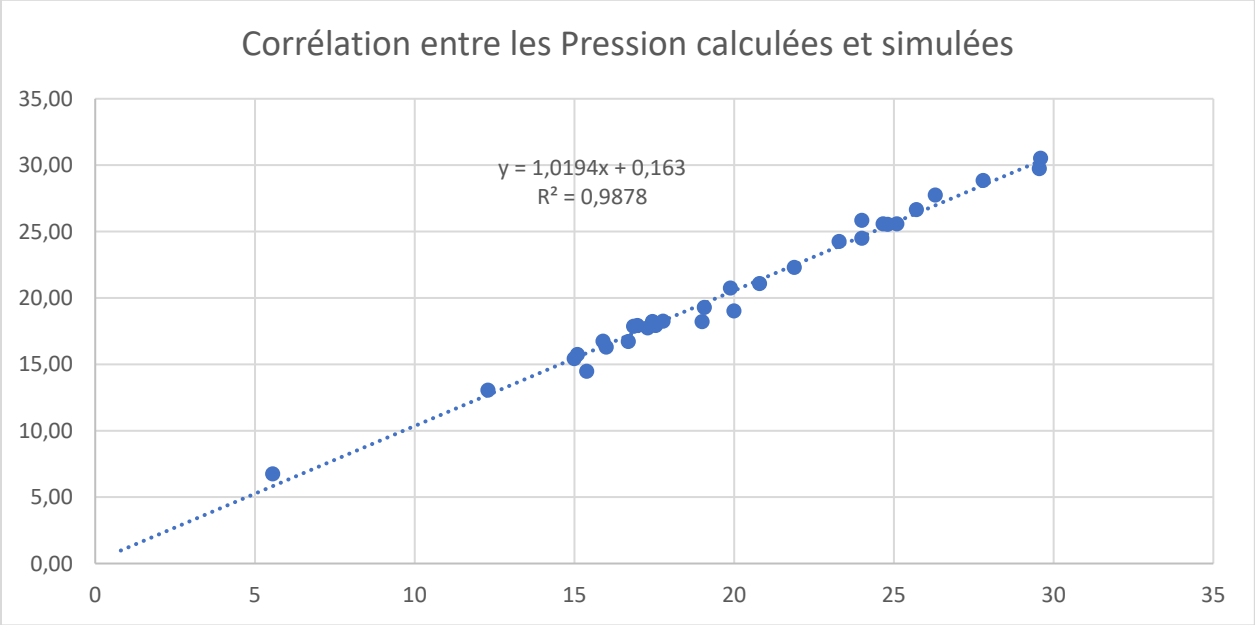


Figure 6: Pressions calculées et simulées

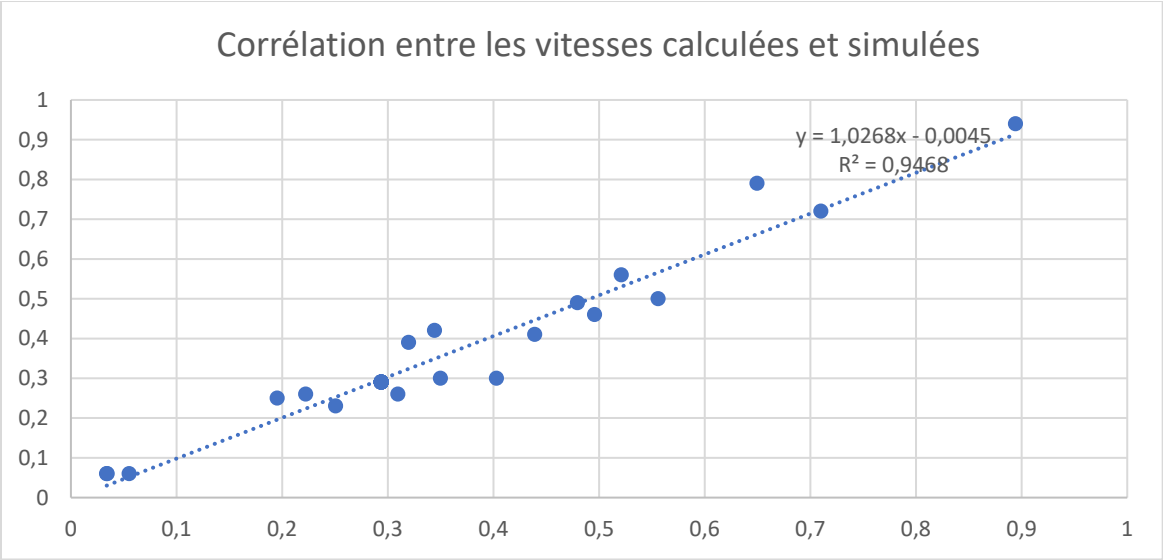


Figure 7:Vitesses calculées et simulées

IV.6 Capacité utile ou Volume.

Les capacités utiles du réservoir ont été déterminées à l'aide de la méthode forfaitaire, consistant à retenir un volume équivalent au tiers de la demande journalière de pointe. Cette approche garantit une réserve d'eau suffisante pour couvrir les variations quotidiennes de la consommation et assurer la continuité de l'alimentation en eau. À l'issue du dimensionnement, le choix s'est porté sur un réservoir métallique de forme cylindrique. Les principales caractéristiques et dimensions de cet ouvrage sont présentées dans le tableau 20.

Tableau 19 : Dimensionnement du réservoir

CARACTERISTIQUES	UNITES	VALEUR
Cote Terrain Naturel du radier	m	363,87
Demande de pointe Journalier	m3	382,76
Capacité réservoir calculée :	m3	126,31
Capacité utile du réservoir retenue	m3	150
Hauteur sous radier	m	8
Hauteur du réservoir	m	6,5
Diamètre du réservoir	m	5,4
Cote trop plein	m	378,37

Ainsi, le réservoir retenu présente une capacité utile de 150 m³. Il est dimensionné avec une hauteur de 6,5 m et un diamètre de 5,4 m. Par ailleurs, la hauteur sous radier est fixée à 8 m, tandis que la cote du trop-plein est établie à 378,37 m.

VI.7 Traitement de l'eau

Le traitement de l'eau est assuré par la chloration au moyen d'une solution d'hypochlorite de calcium, préalablement préparée dans un bac de dissolution. Cette solution est ensuite injectée en faible quantité grâce à une pompe doseuse installée au pied du château d'eau. Les résultats obtenus lors du dimensionnement de ce système de traitement sont présentés dans les tableaux 21 et 22.

Tableau 20:Dimensionnement de la pompe doseuse

DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE DOSEUSE		
q=(T*Q)/C		
T(g/m3)	1,5	Taux de traitement
C(g/l)	5	Concentration de Ca (OCl)2
Q(m3/h)	16,2	Débit d'eau brute
q(l/h)	4,86	Débit de la pompe doseuse
R	80%	Rendement pompe
q(l/h)	6,075	Débit pompe calculé
q(l/h)	**7**	**Débit pompe retenu**

Tableau 21: Dimensionnement du bac de préparation

DIMENSIONNEMENT DU BAC DE PREPARATION		
V=M/C		
M(Ca(ClO)2)	143,08	Masse(g)
M((Cl)2)	71	Masse(g)
Chlore actif	60%	Titre chlore actif/Ca(OCl)2
M/V(Produit)	5,04	Masse volumique (g/m3)
M(Produit)	755,70	Masse nécessaire (g)
V(bac)	**151,14**	**Volume du bac (L)**
V(bac)	**151**	**Volume retenu du bac (L)**

Ainsi, le système de traitement retenu nécessite une pompe doseuse d'une capacité de 7 l/h ainsi qu'un bac de préparation de 151 l destiné à la dissolution de la solution d'hypochlorite de calcium. Toutefois, afin de garantir l'efficacité de la désinfection par chloration, il est indispensable de vérifier que le temps de contact du chlore soit d'au moins 2 heures et que le

temps de séjour de l'eau ne dépasse pas 2 jours. Les résultats de cette vérification sont présentés dans le tableau 23 :

Tableau 22:Désinfection par le chlore

DESINFECTION PAR LE CHORE			
Vérification temp de contact		Vérification temp de séjour	
Tc(h)=Cu/Qph		Ts=Cu/Qmh	
Cu(m3)	150	Cu(m3)	150
Qmh(m3/h)	65,63	Q(m3/j)	382,76
Tc=Cu/Qmh	2,2857	Ts=Cu/Q	0,39189
Tc>2h	**BON**	**Ts<2j**	**BON**

Les résultats obtenus montrent que le temps de contact est supérieur à 2 heures, tandis que le temps de séjour demeure inférieur à 2 jours. Ces valeurs satisfont les critères requis pour une désinfection efficace, ce qui permet de conclure que les conditions de performance de la solution désinfectante retenue sont bien respectées.

IV.8 Pose des conduites

L'ensemble des conduites constituant le système d'alimentation en eau potable est installé en souterrain. En raison de leur densité relativement faible comparativement aux conduites en PEHD, les conduites en PVC doivent être posées sur un lit de sable afin d'être protégées contre les matériaux agressifs tels que les gravats, les terrains rocheux, les sols latéritiques et autres éléments susceptibles de les endommager. Les dimensions minimales des fouilles, notamment les largeurs et profondeurs calculées à partir des relations présentées dans la méthodologie, sont récapitulées dans le tableau 24 :

Tableau 23:Dimensions des fouilles en fonction des conduites

DN (mm)	Calcul		Choix	
	H (m)	l (m)	H (m)	l (m)
200	1	0,7	1,1	0,8
160	0,96	0,66	1	0,7
140	0,94	0,64	1	0,7
110	0,91	0,61	1	0,7
90	0,89	0,59	0,9	0,6
63	0,863	0,563	0,9	0,6

IV.9 Dimensionnement de la source d'énergie

Le choix d'une alimentation énergétique hybride, combinant des groupes électrogènes et un champ solaire, a été retenu pour assurer le fonctionnement du système d'alimentation en eau potable. Cette option vise à réduire les coûts d'investissement et d'exploitation tout en renforçant la fiabilité du système. En effet, la diversification des sources d'énergie permet de maintenir la continuité du service en cas de défaillance de l'une d'entre elles, limitant ainsi les risques d'interruption de l'approvisionnement en eau.

IV.9.1 Champ solaire

Le champ solaire est composé de panneaux photovoltaïques montés sur une structure métallique inclinée, avec un bord inférieur à 0,80 m du sol et un bord supérieur à 1,20 m. Cette configuration optimise la captation du rayonnement solaire et facilite l'entretien des modules.

Cette infrastructure photovoltaïque, sécurisée par une clôture grillagée, comprend également une boîte de raccordement, un régulateur de charge, un onduleur ainsi que les différents équipements nécessaires à son bon fonctionnement. Les résultats du dimensionnement du champ photovoltaïque sont présentés dans le tableau 25 :

Tableau 24: Dimensionnement des champs photovoltaïques

Désignation	**Forage F1**	**Forage F2**
Q(m3/h)	8,50	7,70
HMT (m)	106,0	88,8
Moteur	MS4000	MS 4000
Fréquence (Hz)	50	50
Rendement pompe (%)	69,6%	69,7%
Rendement moteur-pompe (%)	54.6	52.6
Ensoleillement journalier moyen (h)	5,5	5,5
Energie Photovoltaïque (kW/j)	34709,02	27328,39
Puissance du champ photovoltaïque calculée (Wc)	7888,4	6211,0
Puissance du champ photovoltaïque retenue (Wc)	11000	7500
Nombre de module de 300 Wc	36,67	25
Nombre de module en parallèle	5	5
Nombre de module en série	8	5

Les résultats du dimensionnement montrent que la puissance requise du champ photovoltaïque est de 11 kW pour le forage 1 et de 7,5 kW pour le forage 2, soit respectivement 11 000 W et 7 500 W. Les panneaux solaires de chaque installation seront montés en configuration parallèle afin d'optimiser leur fonctionnement. Chaque champ photovoltaïque comprendra ainsi cinq(5) branches parallèles, constituées respectivement de 8 modules pour le forage 1 et de 5 modules pour le forage 2, chaque module ayant une puissance nominale de 300 Wc.

Les puissances d'onduleur requises pour le bon fonctionnement de chacun des champs photovoltaïques sont présentées dans le tableau 26 :

Tableau 25: Dimensionnement de l'onduleur

Dimensionnement de l'onduleur						
Désignation	**Pmp (kW)**	**K**	**Rp**	**Cos Phi**	**Sond calculé (kVA)**	**Sond retenu (kVA)**
Forage F1	4,827	1,05	69,6%	0,8	9,103	10
Forage F2	3,649	1,05	69,7%	0,81	6,786	7

Des onduleurs d'une puissance minimale de 10 kVA pour le forage existant F1 et de 7 kVA pour le forage supplémentaire F2 seront installés afin d'assurer la conversion du courant continu produit par les panneaux photovoltaïques en courant alternatif compatible avec le fonctionnement des électropompes.

Le choix de ces équipements a été effectué à partir des solutions proposées par Grundfos, en tenant compte non seulement des besoins en puissance de chaque installation, mais également des paramètres électriques requis, notamment la tension et l'intensité d'alimentation.

Les onduleurs sélectionnés sont de type RSI (Renewable Solar Inverter), une technologie particulièrement adaptée aux pompes de la marque Grundfos et conçue pour les applications de pompage alimentées par énergie solaire.

Les caractéristiques techniques détaillées des différents onduleurs retenus sont présentées dans les tableaux 27 et 28 :

Tableau 26:Caractéristiques techniques des onduleurs choisis (Forage 1).

Caractéristiques de l'onduleur choisi (Forage 1)			
Désignation	Unité	Valeur	RSI 3x208-240V IP66 11kW 48A
Type		RSI IP66	
Fréquence	(Hz)	50 / 60 Hz	
Puissance nominale	(Kw)	11 kW	
Tention nominale	(V)	3 x 208-240 V	
Tention nominale d'entrée (DC)	(V)	400 V	
Tention nominale de sortie (AC)	(V)	220 V	
Courant nominal de sortie (AC)	(A)	48 A	

Tableau 27:Caractéristiques techniques des onduleurs choisis (Forage 2)

Caractéristiques de l'onduleur choisi (Forage 2)			
Désignation	Unité	Valeur	RSI 3x208-240V IP66 7.5kW 31A
Type		RSI IP66	
Fréquence	(Hz)	50 / 60 Hz	
Puissance nominale	(Kw)	7.5 kW	
Tention nominale	(V)	3 x 208-240 V	
Tention nominale d'entrée (DC)	(V)	400 V	
Tention nominale de sortie (AC)	(V)	220 V	
Courant nominal de sortie (AC)	(A)		

IV.9.2 Groupes électrogènes

Les groupes électrogènes sont prévus pour assurer l'alimentation des électropompes pendant une durée maximale de 10 heures de pompage par jour. Les besoins énergétiques restant au-delà de cette période seront couverts par le champ photovoltaïque, permettant ainsi une complémentarité entre les deux sources d'énergie. Les résultats du dimensionnement des groupes électrogènes, ainsi que les principales caractéristiques techniques des équipements retenus pour l'alimentation des électropompes, sont présentés dans les tableaux 29, 30 et 31 :

Tableau 28:Dimensionnement des groupes électrogènes

Pompe	SP 9 - 21	SP 9 - 16
Q(m3/h)	8,50	7,70
HMT (m)	106,0	88,8
Rendement pompe (%)	69,6%	69,7%
Rendement moteur-pompe (%)	54.6	52.6
U [V]	400	400
In [A]	9,8	8,1
Cos Phi	0,8	0,81
Puissance apparente	16,06	12,47
Papp retenu (en kVA)	17,00	13,00

IV.10 Équipements et infrastructures annexes du réseau

Afin de garantir un fonctionnement optimal du réseau d'alimentation en eau potable, plusieurs équipements hydrauliques et ouvrages annexes sont prévus.

- **Vannes de sectionnement**

Les vannes de sectionnement sont des dispositifs hydrauliques destinés à interrompre ou à réguler l'écoulement de l'eau dans le réseau. Généralement installées sur les conduites secondaires et tertiaires, elles permettent d'isoler certaines portions du réseau lors des opérations d'entretien, de réparation ou de maintenance.

- **Ventouses**

Les ventouses assurent l'évacuation de l'air accumulé dans les conduites ainsi que l'admission d'air lors des phases de vidange, contribuant ainsi à la protection et au bon fonctionnement du réseau.

Elles sont principalement implantées aux points hauts du tracé ainsi que sur les sections présentant d'importantes variations de pente, avec un espacement recommandé d'environ 800

m. Les ventouses seront installées dans des regards en béton armé. Leur corps sera en fonte et équipé de flotteurs revêtus de caoutchouc afin d'assurer une meilleure étanchéité et une grande durabilité.

- **Vidanges**

Les dispositifs de vidange seront aménagés sur les tronçons où les vitesses d'écoulement sont faibles afin de faciliter le nettoyage des conduites et de prévenir l'accumulation de dépôts.
Ils seront généralement positionnés aux points bas ainsi qu'aux extrémités du réseau. Leurs diamètres seront définis en fonction de ceux des canalisations concernées.

- **Clapets anti-retours**

Les clapets anti-retours ont pour fonction d'empêcher l'inversion du sens d'écoulement de l'eau dans les conduites. À cet effet, un clapet anti-retour sera installé sur chaque conduite de refoulement afin de sécuriser le fonctionnement des ouvrages de pompage.

- **Puisards**

Les puisards constituent des ouvrages d'assainissement aménagés à proximité des bornes-fontaines pour recueillir les eaux perdues.
Ils sont généralement réalisés sous forme de fossés revêtus de moellons. Les eaux drainées par les rigoles de bordure sont acheminées vers ces ouvrages à travers une conduite en PVC placée sous la plateforme des bornes-fontaines.

- **Ouvrages de génie civil**

Les ouvrages de génie civil regroupent l'ensemble des infrastructures nécessaires à l'exploitation du système. Ils comprennent notamment les bâtiments de service (bureaux, locaux techniques, latrines et douches), les hangars destinés aux bornes-fontaines ainsi que les structures de support des panneaux photovoltaïques.

IV.11 Mode de gestion du SAEP

Afin d'assurer la durabilité et le bon fonctionnement du système d'alimentation en eau potable (SAEP), il est indispensable de mettre en place un mode de gestion adapté. Celui-ci doit permettre une supervision efficace des infrastructures, une maîtrise des coûts d'exploitation ainsi qu'une gestion optimale des risques sanitaires.
De manière générale, deux principales catégories de gestion peuvent être envisagées : la gestion directe et la gestion déléguée. La gestion directe regroupe la régie directe, la régie autonome et la régie personnalisée, tandis que la gestion déléguée comprend notamment la concession et l'affermage.

Dans le cadre de la gestion directe, l'ensemble des activités liées à l'exploitation du service est assuré par la structure responsable, sans intervention d'opérateurs externes. À l'inverse, la gestion déléguée consiste à confier tout ou partie des activités à des prestataires spécialisés qui interviennent dans l'exploitation et la gestion du service.

Le tableau 30 présente une synthèse des principaux avantages et inconvénients associés à chacun de ces modes de gestion (BADOU, 2021).

Tableau 29:Différents modes de gestion

	Mode de gestion	Avantages	Inconvénients
Gestion directe	Régie directe	Implication totale dans l'ensemble des opérations, avec une meilleure appropriation permettant une reddition de comptes efficace.	Besoin accru en personnel technique et en gestionnaires, entraînant une augmentation du budget communal pour assurer la maîtrise d'ouvrage.
	Régie autonome	Autonomie dans la gestion du budget communal.	Exige la présence de personnel qualifié pour assurer sa prise en charge.
	Régie personnalisée	Une gestion plus fluide, encadrée par un contrôle et un suivi rigoureux.	Exige une organisation efficace des ressources.
Gestion déléguée	Concession	Diminution des charges pour la commune, contribuant à l'amélioration des ressources du budget communal.	Risque d'augmentation du prix du m³ d'eau en raison de l'amortissement des investissements réalisés par le concessionnaire.
	Affermage	Le patrimoine demeure la propriété de la commune.	Exige un personnel technique et des gestionnaires afin d'assurer une rentabilité durable sur le long terme.

Au vu des avantages et des limites de chaque mode de gestion, nous retenons dans le cadre de ce projet la gestion déléguée par affermage. Ce choix s'explique par le fait qu'elle est la forme la plus répandue au Burkina Faso, notamment en raison du déficit en ressources humaines qualifiées dans les zones rurales.

Pour garantir de bons résultats, il est essentiel de s'appuyer sur des acteurs bien structurés, disposant à la fois de compétences humaines adéquates et de moyens financiers suffisants, afin d'assurer une gestion efficace et durable des ouvrages.

V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ FINANCIÈRE

V.1 Coût de réalisation du projet

L'estimation des coûts d'investissement et de mise en œuvre du projet a été réalisée sur la base des prix unitaires moyens issus du Mercurial BTP 2026.

Ainsi, le coût global de réalisation du projet d'Approvisionnement en Eau Potable des villages de Gnansou, Bonapio et Bro-Silapoa est évalué à 597 978 841 F CFA, toutes taxes comprises. Le tableau 31 présente le détail du coût global de mise en œuvre du projet.

Tableau 30:Evaluation du coût du projet

N°	Désignation	Montant (FCFA)
1	FRAIS GENERAUX	4 500 000
2	REALISATION DU FORAGE	23 954 500
3	REFOULEMENT	67 951 168
5	RESEAU DE DISTRIBUTION	190 882 558
6	TRAITEMENT	13 601 000
7	GENIE CIVIL	23 786 000
8	CHÂTEAUX D'EAU	131 000 000
9	FORMATIONS DES BENEFICIAIRES	2 500 000
10	ENERGIE	38 650 000
TOTAL HTVA	TOTAL HTVA	496 825 226
TVA 18 %	TVA	586 253 766
IMPREVU 2%		11 725 075
TOTAL GENERAL TTC		**597 978 841**

V.2 Prix de vente de l'eau

Le tarif de vente de l'eau a été déterminé en tenant compte de l'amortissement des investissements initiaux ainsi que des différentes charges d'exploitation, notamment la production et le traitement de l'eau, sans oublier les coûts liés à l'entretien et à la maintenance des équipements.

V.2.1 Amortissement des investissements initiaux

L'amortissement correspond à la perte progressive de valeur d'un bien due à son utilisation, à son vieillissement ou encore à son obsolescence. Il représente ainsi la répartition du coût d'acquisition d'un équipement sur sa durée de vie estimée.

Dans le cadre de la présente étude, les équipements concernés par l'amortissement comprennent les pompes, les ouvrages de génie civil, le château d'eau ainsi que le système photovoltaïque.

Le montant total des amortissements, après actualisation, est évalué à 12 426 359 F CFA. Les coûts d'amortissement de ces différents équipements, avec et sans actualisation, sont présentés dans le tableau 32.

Tableau 31: Amortissements des investissements initiaux

Désignation	Montant [fcfa]	Durée de vie [an]	Annuité sans actualisation [an]	Annuité avec actualisation [an]
Electro-pompe - immergé	5 500 000	10	550 000	712 275
Ouvrages de génie civil	23 786 000	15	1 585 733	2 291 598
Système photovoltaïque	1 800 000	25	72 000	127 714
Château d'eau	131 000 000	25	5 240 000	9 294 772
Total annuel			7 447 733	**12 26 359**

V.2.2 Charges d'exploitation

Les charges d'exploitation du projet regroupent l'ensemble des coûts associés à la production de l'eau, notamment le contrôle de sa qualité, ainsi que les dépenses d'entretien du système, incluant le réseau, le réservoir et les pièces de rechange. Elles prennent également en compte les coûts liés au personnel, tels que le fontainier et le gardien.

Tableau 32:Calcul des charges d'exploitation

Désignation	2026	2030	2035	2040	2045	2050
Volume Eau Facturée [m3/an]	29 191	48 857	59013	70 982	85 064	101 605
Volume Eau produite [m3/an]	30 727	51 428	62 119	83508	100 075	127 006
Coût entretien du réseau [fcfa/an]	1 294 169	1 358 877	1 426 821	1 498162	1 573 070	1 651 724
Coût Entretien réservoir [fcfa/an]	327 500	343 875	378 263	416 089	478 502	550 277
Coût Surveillance contrôle de la qualité [fcfa]	150 000	165 000	189 750	227 700	284 625	370 013
Gardien	540 000	567 000	654 885	687 629	687 629	687 629
Fontainier	3 600 000	3 780 000	4 365 900	4 584 195	4 584 195	4 584 195
Piece de rechange	60 000	63 000	69 300	76 230	83 853	92 238
Total charge d'exploitation [fcfa]	5 971 669	6 277 752	7 084 918	7 490005	7 691 874	7 936 076

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

Le prix de vente du mètre cube d'eau a été déterminé à partir des annuités correspondant aux équipements de base dont la durée de vie n'excède pas dix (10) ans.

Les différents coûts de revient de l'eau obtenus sont récapitulés dans le tableau 34.

Tableau 33:Prix de vente du mètre cube d'eau

Désignation	2026	2030	2035	2040	2045	2050
Annuité (<=10 ans) sans Actualisation [fcfa/an]	550 000	550 000	550 000	550 000	550 000	550 000
Annuité (<=10 ans) avec Actualisation [fcfa/an]	712 275	712 275	712 275	712 275	712 275	712 275
Annuité totale sans Actualisation [fcfa/an]	550 000	550 000	550 000	550 000	550 000	550 000
Annuité totale avec Actualisation [fcfa/an]	712 275	712 275	712 275	712 275	712 275	712 275
Prix de revient sans amortissement (fcfa/m3)	204,57	128,49	120,06	106	90	78
Prix de revient avec Amortissement (<=10 ans) et sans actualisation	223,42	139,75	129,38	113	96,890677	84
Prix de revient avec Amortissement (<=10 ans) avec actualisation	228,97	143,07	132,13	115,554366	98,798368	85,12
Prix de revient avec tous les Amortissement sans actualisation	459,71	280,93	246,26	210,44	177,98	151,41
Prix de revient avec tous les Amortissement avec actualisation	630,27	382,84	330,63	280,58	236,51	200,41
Prix de revient du m3 d'eau/ BF retenu	650	450	400	300	250	250
Prix de revient du m3 d'eau/ BP retenu	650	450	400	300	250	250

Au regard des résultats présentés dans le Tableau 34, le prix de vente de l'eau a été fixé à 650 F CFA/m³ aussi bien pour les bornes-fontaines (BF) que pour les branchements particuliers (BP).

Ce tarif est défini en tenant compte des coûts d'exploitation et de la nécessité d'assurer la viabilité financière du système d'alimentation en eau potable. Toutefois, il demeure supérieur au tarif social instauré par les nouvelles orientations nationales en matière de gestion de l'eau potable.

En effet, lors du Conseil des Ministres du 2 avril 2026, le Gouvernement burkinabè a adopté un décret consacrant la gestion de l'eau potable et de l'assainissement sur l'ensemble du territoire national à l'ONEA et harmonisant les tarifs de l'eau en milieux rural et urbain. Cette réforme fixe le prix de l'eau potable à 188 F CFA/m³ pour la tranche 1, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain, dans une logique d'équité sociale en faveur des populations les plus vulnérables.

Ainsi, bien que le tarif retenu dans le cadre du présent projet soit de 650 F CFA/m³ pour les bornes-fontaines et les branchements particuliers, l'application effective de ce tarif devra tenir compte des évolutions réglementaires en vigueur ainsi que des mécanismes éventuels de compensation ou de subvention qui pourraient être mis en place dans le cadre de la réforme nationale du secteur de l'eau.

VI. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

Au Burkina Faso, l'article 25 de la loi n°006-2013/AN du 02 avril 2013 relative à la protection de l'environnement impose la réalisation préalable d'une Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) pour tout projet, ouvrage, aménagement ou activité à caractère industriel, rural, urbain, minier ou autre, porté par des acteurs publics ou privés, lorsque sa mise en œuvre est susceptible d'avoir des répercussions sur l'environnement.

Conformément aux dispositions en vigueur du MEAA, les travaux de réalisation d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable (SAEP), compte tenu du statut de la localité concernée, sont classés dans la catégorie B (MEAA, 2013). À ce titre, ils nécessitent l'élaboration d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES). Cette dernière a pour vocation de fournir aux différentes parties prenantes une information claire, complète et structurée sur les enjeux environnementaux et sociaux associés à la mise en œuvre du projet d'alimentation en eau potable.

VI.1 Présentation des composantes et des phases du projet

Le projet d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages (AEP-MV) destiné aux localités de Gnanssou, Bonapio et Bro-Silapoa repose sur trois principales composantes :

- L'alimentation en eau potable ;
- L'assainissement ;
- Les ouvrages de génie civil.

La mise en œuvre du projet s'effectuera suivant trois étapes successives. La première phase concernera la planification, au cours de laquelle seront réalisées les études préparatoires et les

activités de programmation. Elle sera suivie de la phase d'exécution, consacrée à la réalisation des différents ouvrages et infrastructures prévus. Enfin, la phase d'exploitation portera sur la gestion, le fonctionnement et la maintenance du système afin d'assurer la continuité du service d'approvisionnement en eau potable.

VI.2 Identification et évaluation des impacts potentiels

VI.2.1 Identification des impacts potentiels

L'identification des impacts potentiels du projet sur l'environnement a nécessité une analyse de ses effets susceptibles d'être bénéfiques ou défavorables. Cette démarche a consisté à évaluer les répercussions des différentes activités prévues dans le cadre du projet sur chacune de ses composantes principales.

Pour mener cette analyse, la matrice de Leopold a été retenue comme outil d'évaluation **(ADEOSSI, 2017**). Cet outil a permis de mettre en évidence les interactions entre les activités du projet et les composantes de l'environnement. Les résultats détaillés de cette évaluation sont présentés en Annexe 1.

VI.2.2 Évaluation des impacts potentiels

L'évaluation des impacts potentiels vise à analyser de manière détaillée les effets des impacts précédemment identifiés sur l'environnement, afin d'en apprécier l'importance et l'ampleur. Cette étape permet de caractériser chaque impact en fonction de plusieurs critères et d'en déterminer le niveau de significativité.

À cet effet, la matrice de Fecteau a été utilisée. Cette méthode repose sur l'analyse de trois paramètres essentiels : l'intensité de l'impact (faible, moyenne ou forte), la portée (ponctuelle, locale ou régionale) et la durée (à court, moyen ou long terme). Sur la base de ces critères, les impacts sont classés selon leur importance en impacts mineurs, moyens ou majeurs (ADEOSSI, 2017).

Les résultats issus de cette évaluation sont présentés en Annexe 2.

VI.3 Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)

Le Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) définit l'ensemble des mesures destinées à prévenir, atténuer ou réduire les impacts négatifs susceptibles d'être engendrés par le projet. Il prévoit également des actions visant à renforcer et à valoriser les effets positifs attendus afin d'optimiser les retombées du projet sur les plans environnemental et social.

Le détail des mesures proposées dans le cadre du PGES est présenté en annexe3.

VI.4 Programme de surveillance et de suivi environnemental

La surveillance environnementale a pour objectif de veiller au respect des mesures mises en place en faveur de la protection de l'environnement et du cadre social. Elle porte notamment sur l'application effective des mesures d'atténuation, de compensation ainsi que des actions destinées à renforcer les impacts positifs du projet.

La mise en œuvre de cette surveillance requiert la participation de l'ensemble des parties prenantes, allant des responsables techniques et administratifs aux populations bénéficiaires du projet.

Le suivi environnemental et social, quant à lui, vise à évaluer l'efficacité des mesures adoptées et à vérifier l'atteinte des objectifs de protection environnementale et sociale fixés dans le cadre du projet. Il permet également d'identifier d'éventuels écarts et de proposer, si nécessaire, des mesures correctives.

Ce suivi repose sur un ensemble d'indicateurs définis pour chaque paramètre à contrôler. L'évaluation de ces indicateurs est réalisée selon une fréquence préalablement établie afin de garantir un contrôle régulier et efficace des performances environnementales et sociales du projet.

Le détail du Programme de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) est présenté par le tableau 35 :

Tableau 34:Programme de surveillance et de suivi environnemental

Composantes	Actions de suivi	Paramètres de suivi	Fréquences de suivi	Responsable
Hydrauliques	Analyse physico-chimique de l'eau ; Suivi du niveau piézométrique.	Évolution des paramètres physico-chimiques et du niveau piézométrique	2/an	Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP)
Sanitaires	Conditions sanitaires des populations	Proportion de cas de maladies dans la population	2/an	Direction Régionale de la Santé
Sécuritaires	Gestion préventive des risques, des conflits et des accidents	Conformité aux règles fixées, efficacité des actions réalisées et niveau d'intégration	2/an	AUE

CONCLUSION

Le présent projet de système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Localités concerne les villages de Gnanssou, Bonapio et Bro-Silapoa, situés dans la commune de Cassou, région du Nando. Il s'inscrit dans une dynamique d'amélioration durable de l'accès des populations rurales à une eau potable de qualité ainsi qu'à de meilleures conditions d'assainissement.

Les études menées ont permis d'estimer une population desservie de 10 544 habitants à l'horizon du projet, pour une demande journalière en eau évaluée à 382,76 m³/j. Pour répondre à ces besoins, le système projeté prévoit la réalisation de douze (12) bornes-fontaines, assurant ainsi une couverture adéquate des besoins en eau des populations.

L'alimentation du réseau sera assurée par deux (02) forages, permettant de remplir un château d'eau d'une capacité de 150 m³, lequel jouera un rôle central dans la régulation et la distribution de l'eau. Le réseau de distribution, d'une longueur totale de 13 297,16 mètres, assurera la desserte des trois villages concernés.

Sur le plan énergétique, le fonctionnement du système reposera sur une solution hybride combinant deux groupes électrogènes et l'énergie solaire, garantissant ainsi une continuité de service et une meilleure fiabilité de l'approvisionnement en eau potable.

Le coût global de mise en œuvre du projet est estimé à 597 978 841 F CFA, traduisant l'ampleur des investissements nécessaires à sa réalisation. Par ailleurs, le prix de vente du mètre cube d'eau a été fixé à 650 F CFA pour les bornes-fontaines comme pour les branchements particuliers, un tarif unique visant à assurer l'équilibre économique du service tout en restant acceptable pour les usagers.

Enfin, la réalisation de ce projet constitue une opportunité majeure pour le développement local, même si elle peut engendrer certains impacts environnementaux et sociaux. À cet effet, des mesures d'atténuation, de compensation et de bonification ont été prévues afin de réduire ces effets et de garantir une meilleure intégration du projet dans son environnement.

Au regard de son importance socio-économique, la réussite de ce projet repose fortement sur l'implication effective de l'ensemble des acteurs, en particulier les populations bénéficiaires, dont l'engagement demeure essentiel pour assurer la durabilité et la pérennité du système.

RECOMMANDATIONS

Afin de garantir la pérennité, l'efficacité et la bonne exploitation du système d'alimentation en eau potable, un ensemble de recommandations est formulé à l'endroit des différents acteurs impliqués dans la mise en œuvre et la gestion du projet.

À l'attention du maître d'ouvrage

Il est recommandé au maître d'ouvrage de :

- Mettre en place une politique tarifaire à caractère social, intégrant des mesures d'équité, notamment des tarifs adaptés pour les ménages vulnérables, en particulier pour l'accès à l'eau par récipient ;
- Associer systématiquement les autorités administratives et les populations locales à toutes les étapes du projet afin de renforcer la gouvernance participative et l'appropriation des infrastructures ;
- Veiller au respect strict des clauses contractuelles par le fermier chargé de l'exploitation du système ;
- Organiser des campagnes régulières de sensibilisation sur l'hygiène, l'assainissement, la gestion de l'eau et l'utilisation responsable des services.

À l'attention du maître d'œuvre et des entreprises d'exécution

Il est également recommandé de :

- S'assurer de la conformité des travaux aux prescriptions techniques et aux exigences contractuelles ;
- Impliquer les communautés locales tout au long de la phase d'exécution afin de limiter les risques de conflits et de favoriser l'acceptabilité sociale du projet ;
- Donner la priorité au recrutement de la main-d'œuvre locale qualifiée, en vue de maximiser les retombées socio-économiques du projet.

À l'attention du gestionnaire du système

Pour assurer une exploitation durable du réseau, il est recommandé de :

- Mettre en œuvre un programme régulier de maintenance préventive et corrective des équipements et infrastructures ;
- Assurer un suivi rigoureux de la qualité de l'eau à travers des contrôles périodiques et des analyses adaptées ;
- Mettre en place un système efficace d'archivage et de suivi technique afin de faciliter les interventions futures sur le réseau ;
- Renforcer les capacités du personnel technique par des formations continues adaptées aux besoins du service ;

- Maintenir une collaboration étroite avec les populations bénéficiaires et privilégier le dialogue pour la gestion et la résolution des éventuels conflits.

BIBLIOGRAPHIE

(s.d.).

(MEA)., M. d. (2016-2030). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable* . Ouagadougou.

ADEOSSI, G. (2017). *Étude d'impact environnemental et social* . Ouagadougou.

BADOU, K. F. (2021). *Études d'Avant – Projet Détaillé pour la réalisation du système d'Alimentation en Eau Potable de Natema - Sangoulema, province de Houet, région des Hauts – Bassins.* BURKINA FASO.

Carine, M. (17 Juillet 2024). *ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE MULTI-VILLAGES : CAS DE YARGO, ZANRIN ET BALGO DANS LA COMMUNE DE YARGO, PROVINCE DU KOURITENGA, REGION DU CENTRE-EST (BURKINA FASO).* Ouagadougou.

Cassou, P.-A. (2026). *Plan Communal de Developpement Sectoriel Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PCD-AEPA) de la Commune de Cassou.* Ouagadougou.

Center, G. P. (2026). *Dimensionnement et Sélection des pompes Grunfos(consulté le 17 Mai 2026).* Ouagadougou.

DGEP/Décret. (2019). *Décret portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à* .

DICKO, D. (2022). *Étude d'Avant-Projet Détaillé d'un système d'alimentation en eau potable multivillage : cas des villages de Ouro-Torobé, Bellaré-Maga et Ouro-Longa de la commune de Dori, Région du Sahel au Burkina Faso.* Ouagadougou.

FALANAN, F. B. (Janvier 2026). *ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE (SAEP) DU VILLAGE DE POIN DANS LA COMMUNE DE TO, REGION DU NANDO, BURKINA FASO.* Ouagadougou.

GBOYOU, C. C. (2020). *Conception d'un système d'adduction d'eau potable* . Ouagadougou.

l'Assainissement, M. d. (2019). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable* . Ouagadougou.

Mercuriale. (2026). *Direction Générale du controle des Marchés Publics et des Engagements Financiers.* ouagadougou.

MOUNIROU, L. (2017). *Essentiel de la modélisation des réseaux hydrauliques en Charge et à Surface libre.* Ouagadougou.

MOUNIROU, L. (2018). *Essentiel de Pompes et stations de pompage* . Ouagadougou.

n°006-2013/AN, L. (2013). *Code de l'environnement au Burkina Faso.* Ouagadougou.

SERAT, C.-C. (2025). *Rapport de l'étude socio-économique des villages Gnanssou, Bonapio et Bro-Silapoa.* Ouagadougou.

SERAT, P. (2006). *Plaquette de Présentation Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT).* Ouagadougou.

ZERBO, R. L. (21 janvier 2026). *ETUDE DE CONCEPTION TECHNIQUE DE SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI-LOCALITES (AEP-SML) DE RAPADAMA (V1 A V5), DANS LA COMMUNE DE MOGTEDO, REGION DE OUBRI, BURKINA FASO* . Ouagadougou.

ZOUNGRANA, D. (2003). *cours_d_approvisionnement_en_eau_potable.* Ouagadougou.

ANNEXES

ANNEXE 1:DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REALISATION DE L'AEP-MV IV
ANNEXE 2: Identification des Impacts avec la matrice de LEOPOLD..... X
ANNEXE 3: Évaluation des Impacts par la matrice de FECTEAU XII
ANNEXE 4:Evaluation des débits des tronçons et débit aux nœuds XIV
ANNEXE 5:Dimensionnement du réseau de distribution..... XV
ANNEXE 6:Comparaison des résultats simulés sur Epanet et calculés sur Excel XVI
ANNEXE 7:Vitesses Epanet et Excel XVIII
ANNEXE 8:Pression Epanet et Excel..... XIX
ANNEXE 9:Dimensionnement de la conduite de refoulement XX
ANNEXE 10:Caractéristiques techniques de la pompe SP 9-21 XXI
ANNEXE 11:Caractéristiques techniques de la pompe SP 9-16 XXII
ANNEXE 12:Détermination du point de fonctionnement XXIII
ANNEXE 13: Carnet de Nœuds..... XXIV
ANNEXE 14: Plans graphiques XXV
ANNEXE 15: Profil en long du Réseau..... XXXIV

ANNEXE 1:DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REALISATION DE L'AEP-MV

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	**FRAIS GENERAUX**				
1.1	Installation et Repli de chantier	Forfait	1,00	2 500 000	2 500 000
1.2	Dossier de récolement des travaux	Forfait	1,00	1 000 000	1 000 000
1.3	Essai de fonctionnement général	Forfait	1,00	1 000 000	1 000 000
	TOTAL FRAIS GENERAUX				**4 500 000**
II	**REALISATION DU FORAGE**				
2.1	Développement du forage	u	2	2 110 000	4 220 000
2.2	Pompage d'essai par palier	u	2	250 000	500 000
2.3	Pompage d'essai longue durée	u	2	650 000	1 300 000
2.4	Fourniture et installation d'une électropompe immergée à alimentation solaire avec point de fonctionnement (Grundfos SP 9-21, Q1=8,5 m3/h, HMT1 =105,4m), y compris toutes sujétions	u	1	3 000 000	3 000 000
2.5	Fourniture et installation d'une électropompe immergée à alimentation solaire avec point de fonctionnement (Grundfos SP 9-21, Q2=7,7 m3/h, HMT2 =88,24m), y compris toutes sujétions	u	1	2 500 000	2 500 000
2.4	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en Pehd DN 90 PN 16 (y compris attaches)	ml	98,00	7 250	710 500
2.5	Génie civil tète de forage	ff	2,00	650 000	1 300 000
2.6	Fournitures, pose et raccordement d'équipement 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	2,00	2 596 000	5 192 000
2.7	Fourniture et installation d'une armoire électrique de commande et de protection pour l'électropompe immergée	u	2,00	1 416 000	2 832 000
2.8	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	u	2,00	200 000	400 000
2.9	Exécution de forage diamètre minimal 4"	u	1,00	2 000 000	2 000 000
	TOTAL REALISATION DU FORAGE				**23 954 500**
III	**REFOULEMENT**				
3.1	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur	ml	3 878,00	2 000	7 756 000

	ou égal à 200 mm				
3.2	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 125 PN 16	ml	1 824,68	16 500	30 107 220
3.3	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 110 PN 16	ml	1 933,96	10 800	20 886 768
3.4	Fourniture et pose de canalisation PEHD DN 90 PN 16	ml	119,32	7 250	865 070
3.5	Grillage avertisseur bleu	ml	3 878,00	500	1 939 000
3.6	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	5 879,51	1 000	5 879 510
3.7	Fourniture et pose de coude 1/4 fonte 2 brides DN 125 PN 16	u	2,00	35 000	70 000
3.8	Fourniture et pose d'adaptateur à brides PEHD DN 110 PN16	u	4,00	12 000	48 000
3.9	Fourniture et pose d'adaptateur à brides PEHD DN 90 PN16	u	1,00	13 000	13 000
3.10	Fourniture et pose de Té fte réduit à 3 brides DN 90	u	1,00	55 000	55 000
3.11	Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 90	u	1,00	170 000	170 000
3.12	Fourniture et pose de boulons aciers 16/80	u	88,00	700	61 600
3.13	Construction de bornes d'indication des passages des conduites pour le réseau de refoulement	u	10,00	10 000	100 000
	TOTAL REFOULEMENT				**67 951 168**
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	13 297,16	2 000	26 594 320
4.2	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 200 PN 10	ml	62,37	5 800	361 746
4.3	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 160 PN 10	ml	164	13 900	2 285 160
4.4	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 140 PN 10	ml	390	9 000	3 509 550
4.5	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 110 PN 10	ml	1 928	5 700	10 986 750
4.5	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 90 PN 10	ml	4 017	5 350	21 492 609
4.6	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 63 PN 10	ml	4 779	4 000	19 117 800
4.11	Fourniture et pose de grillage avertisseur de couleur bleu	ml	13297,16	175	2 327 003
4.12	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	13 297,16	1 000	13 297 160
4.1	Fourniture et pose de té fonte réduit à 3	u		65	65 000

3	brides DN 110		1,00	000	
4.14	Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 90	u	2,00	55 000	110 000
4.15	Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 63	u	4,00	45 000	180 000
4,16	Fourniture et pose de croix à 4 brides DN 160	u	1,00	350 000	350 000
4,17	Fourniture et pose de croix à 4 brides DN 125	u	1,00	280 000	280 000
4,19	Fourniture et pose de té fonte réduit à 3 brides DN 150/60	u	1,00	175 000	175 000
4.21	Fourniture et pose de coude fonte à brides DN 90	u	2,00	65 000	130 000
4.18	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 63	u	7,00	59 000	413 000
4.19	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 90	u	6,00	103 840	623 040
4.20	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 110	u	4,00	129 800	519 200
4.21	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 125	u	2,00	177 000	354 000
4.22	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 140	u	1,00	212 400	212 400
4.23	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 160	u	2,00	259 600	519 200
4.24	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 200	u	2,00	395 400	790 800
4.25	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 200/90	u	1,00	253 700	253 700
4.26	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 200/160	u	1,00	300 900	300 900
4.27	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 90/63	u	2,00	112 100	224 200
4.28	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 125/90	u	1,00	182 900	182 900
4.29	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 160/90	u	1,00	215 940	215 940
4.30	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 140/90	u	1,00	194 700	194 700
4.31	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 125/63	u	1,00	155 760	155 760
4.32	Fourniture et pose de cône fonte réduit 2B DN 110/63	u	4,00	143 960	575 840
4.33	Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 60	u	1,00	171 100	171 100
4.34	Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 80	u	5,00	220 660	1 103 300
4.35	Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 100	u	2,00	328 040	656 080

4.36	Fourniture et pose de robinet vannes à 2 brides DN 150	u	1,00	554 600	554 600
4.37	Fourniture et pose de boulons acier 16/80	u	344,00	700	240 800
4.38	Fourniture et pose de tête de bouche à clé de 5 Kg bétonnée	u	5,00	15 000	75 000
4.39	Fourniture et pose de ventouse 3 fonctions sur conduite PVC DN 63 à DN 160 PN 10	u	2,00	200 000	400 000
4.40	Fourniture et pose de tube allonge pour robinet vanne	u	5,00	1 200	6 000
4.41	Fourniture et pose de bouchon femelle PVC DN 63	u	7,00	4 000	28 000
4.42	Construction de massif de butée et/ou d'ancrage dosé à 350 kg/m3	ens	1,00	200 000	200 000
4.43	Réalisation de branchements particuliers	u	535,00	150 000	80 250 000
4.44	Fourniture et pose de bornes d'indication des conduites sur réseau de distribution	ens	1,00	400 000	400 000
	TOTAL RESEAU DE DISTRIBUTION				**190 882 558**
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	23,00	420 000	9 660 000
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
	TOTAL TRAITEMENT				**13 601 000**
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	6,00	400 000	2 400 000
6.6	Construction et raccordement de bornes	u		750	9 000 000

	fontaines		12,00	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 coté des bornes fontaines	u	12,00	150 000	1 800 000
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	2250000	2 250 000
6.11	Structure support trianglée en aluminium inclinée à 15°	u	1,00	350000	350 000
6.12	Protection des conduites au niveau des ravins (fourreautage +gabions) y compris toutes sujétions	ml	50,00	15000	750 000
	TOTAL GENIE CIVIL				**23 786 000**
VII	**CHÂTEAUX D'EAU**				
	Installation et Repli de chantier	Forfait	1,00	2 000 000	2 000 000
	Fourniture et pose de château d'eau métallique (150 m3, hc 10m) + tour, toutes sujétions comprises (équipement de robinetterie (DGEP/Décret, 2019)intérieur : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, robinet vanne, échelle de lecture, peint)	m3	1,00	120 000 000	120 000 000
	Clôture portail, échelle métallique, garde-corps, mise à la terre	Forfait	1,00	4 000 000	4 000 000
	Études préalables (topographie, géotechnique, implantation)	Forfait	1,00	1 500 000	1 500 000
	Main d'œuvre, équipements chantier, transport, imprévus	Forfait	1,00	3 500 000	3 500 000
	TOTAL CHÂTEAU D'EAU				**131 000 000**
VIII	**FORMATIONS DES BENEFICIAIRES**				
8.1	Formation des acteurs communaux sur les questions d'eau et d'assainissement	ens	1,00	1 500 000	1 500 000
8.2	Formation des bénéficiaires sur le fonctionnement des équipements du réseau	ens	1,00	1 000 000	1 000 000
8.3	**TOTAL FORMATIONS DES BENEFICIAIRES**				**2 500 000**
IX	**ENERGIE**				
9.0	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur RSI 3x208-240V IP66 11kW 48A	u	**1,00**	**5 000 000**	5 000 000

9.1	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur RSI 3x208-240V IP66 7.5kW 31A	u	1,00	**3 800 000**	3 800 000
9.2	Fourniture, pose et essai de 62 panneaux solaire mono cristallin de 300 Wc 24V y compris toutes sujétions de pose et de raccordement pour chaque forage	u	62,00	175 000	10 850 000
9.3	Fourniture et pose de 2 groupes électrogènes de 17 kVA et 13 kVA	ens	2,00	12 000 000	24 000 000
	TOTAL ENERGIE				**38 650 000**
	MONTANT TOTAL HTVA DE L'AEP-MV				**496 825 226**
	Suivi et contrôle des travaux (5%)				**24 841 261**
	MONTANT DE LA TVA (18%)				**89 428 541**
	TOTAL TTC				**586 253 766**
	IMPREVU 2%				11 725 075 CFA
	MONTANT TOTAL TTC DE L'AEP - MV				**597 978 841 CFA**

ANNEXE 2: Identification des Impacts avec la matrice de LEOPOLD

Phase du projet	Activités	Composantes de l'environnement receptrices d'impacts								
		Milieu Biophysique					Milieu socio-économique			
		Air	Eau	Sol	Faune	Flore	Economie	Emploi	Santé	Sécurité
Planification	Identification des sites d'implantation et définition du tracé				X	X	X	X		X
	Embauche de la main-d'œuvre locale						X	X		
	Mise en place du chantier, acheminement du matériel et déplacement des engins	X	X	X			X	X		X
Exécution des travaux	Transport des équipements et circulation des engins de chantier	X					X	X		X
	echerche et stockage des matériaux granulaires destinés aux travaux de construction, ainsi qu'acquisition des équipements sur le marché local.		X	X			X	X		
	Réalisation des travaux de construction	X	X	X			X	X	X	X

	et mise en place des infrastructures sur le site									
	Présence des ouvriers sur le site des travaux						X	X		X
	Production de déchets solides et d'effluents liquides	X	X	X	X	X			X	
Exploitation	Embauche du personnel						X	X		
	Fonctionnement des équipements et des ouvrages du site		X				X	X	X	X
	Gestion des déchets	X	X	X	X	X		X	X	X
	Maintenance des équipements et infrastructures du site		X				X	X	X	X

ANNEXE 3: Évaluation des Impacts par la matrice de FECTEAU

Composantes	Impacts potentiels	Nature	Importance	Critères d'évaluation		
				Portée	Intensité	Durée
Environnementale	Altération de la qualité de l'air due aux émissions de gaz d'échappement et aux envols de poussières	Négatif	Mineure	Locale	Faible	Courte
	Pression exercée sur les ressources en eau et pollution associée		Mineure	Ponctuelle	Faible	Courte
	Pollution et erosion des sols		Moyenne	Pontuelle	Moyenne	Longue
	Dégradation de la couverture végétale		Mineure	Pontuelle	Faible	Longue
	Destruction des habitats de la faune		Mineure	Pontuelle	Faible	Longue
	Dégradation de l'environnement due aux rejets de résidus solides et liquides		Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne
Socio-économique	Crétion d'emplois	Positif	Moyenne	Locale	Faible	Moyenne
	Dévéloppement de l'économie locale		Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne
	Développement des activités socio-économiques		Moyenne	Locale	Faible	Moyenne
	Amélioration du niveau de vie des femmes		Majeure	Locale	Forte	Longue
	Accés durable et securisé à l'eau potable		Majeure	Locale	Forte	Longue
	Amélioration de la santé et de l'hygiène		Majeure	Locale	Forte	Longue
	Conflits potentiels liés à l'embauche de travailleurs locaux	Négatif	Moyenne	Locale	Moyenne	Moyenne
	Risque de tensions autour de la gestion du système		Majeure	Locale	Forte	Longue

	Tensions sociales liées à la sélection des sites et à l'implantation des ouvrages		Majeure	Locale	Forte	Longue
	Risques d'accidents de travail		Mineure	Locale	Faible	Courte
	Nuisances sonores		Mineure	Locale	Moyenne	Courte
	Propagation des MST/IST		Majeure	Locale	Moyenne	Longue

ANNEXE 4:Evaluation des débits des tronçons et débit aux nœuds

Tronçons	Nœuds	Longueur	Q route	Q aval	Q fictif	Q fictif
		m	l/s	l/s	l/s	m3/s
T1 (CE-N1)	N1	246,4	0,00	18,23	18,23	0,0182
T2 (N1-N2)	N2	2511	1,27	1,80	2,50	0,0025
T3 (N2-N3)	N3	591,4	0,30	1,50	1,66	0,0017
T4 (N3-BF1SILA)	BF1SILA	49,79	0,00	0,75	0,75	0,0008
T5 (N3-BF2SILA)	BF2SILA	952,4	0,00	0,75	0,75	0,0008
T6 (N1-N4)	N4	2092	1,06	14,11	14,69	0,0147
T7 (N4-N8)	N8	300,2	0,15	5,14	5,23	0,0052
T8 (N8-N10)	N10	317	0,16	0,00	0,09	0,0001
T9 (N8-N9)	N9	310,8	0,16	0,00	0,09	0,0001
T10 (N8-N11)	N11	1854	0,94	3,89	4,40	0,0044
T11 (N11-N12)	N12	181,6	0,09	3,80	3,85	0,0038
T12 (N12-BF5GN3)	BF5GN3	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T13 (N12-N13)	N13	1459	0,74	2,31	2,72	0,0027
T14 (N13-N14)	N14	1605	0,81	1,50	1,95	0,0019
T15 (N14-BF3BRO)	BF3BRO	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T16 (N14-BF4BRO)	BF4BRO	937,8	0,00	0,75	0,75	0,0008
T17 (N4-N15)	N15	27,32	0,01	6,99	7,00	0,0070
T18 (N15-N16)	N16	567,4	0,29	1,50	1,66	0,0017
T19 (N16-BF3GN1)	BF3GN1	258,3	0,00	0,75	0,75	0,0008
T20 (N16-BF4GN2)	BF4GN2	1918	0,00	0,75	0,75	0,0008
T21 (N15-N17)	N17	579,5	0,29	4,91	5,07	0,0051
T22 (N17-N18)	N18	4459	2,25	2,66	3,90	0,0039
T23 (N18-BF3BONA)	BF3BONA	383,3	0,00	0,75	0,75	0,0008
T24 (N18-N19)	N19	810,3	0,41	1,50	1,73	0,0017
T25 (N19-BF2BONA)	BF2BONA	53,13	0,00	0,75	0,75	0,0008
T26 (N19-BF1BONA)	BF1BONA	380,5	0,00	0,75	0,75	0,0008
T27(N4-N5)	N5	59,72	0,03	1,78	1,79	0,0018
T28 (N5-BF1GN1)	BF1GN1	100	0,00	0,75	0,75	0,0008
T29 (N5-N6)	N6	36,89	0,02	1,01	1,02	0,0010
T30 (N6-N7)	N7	507,9	0,26	0,00	0,14	0,0001
T31(N6-BF2GN1)	BF2GN1	706,6	0,00	0,75	0,75	0,0008

ANNEXE 5:Dimensionnement du réseau de distribution

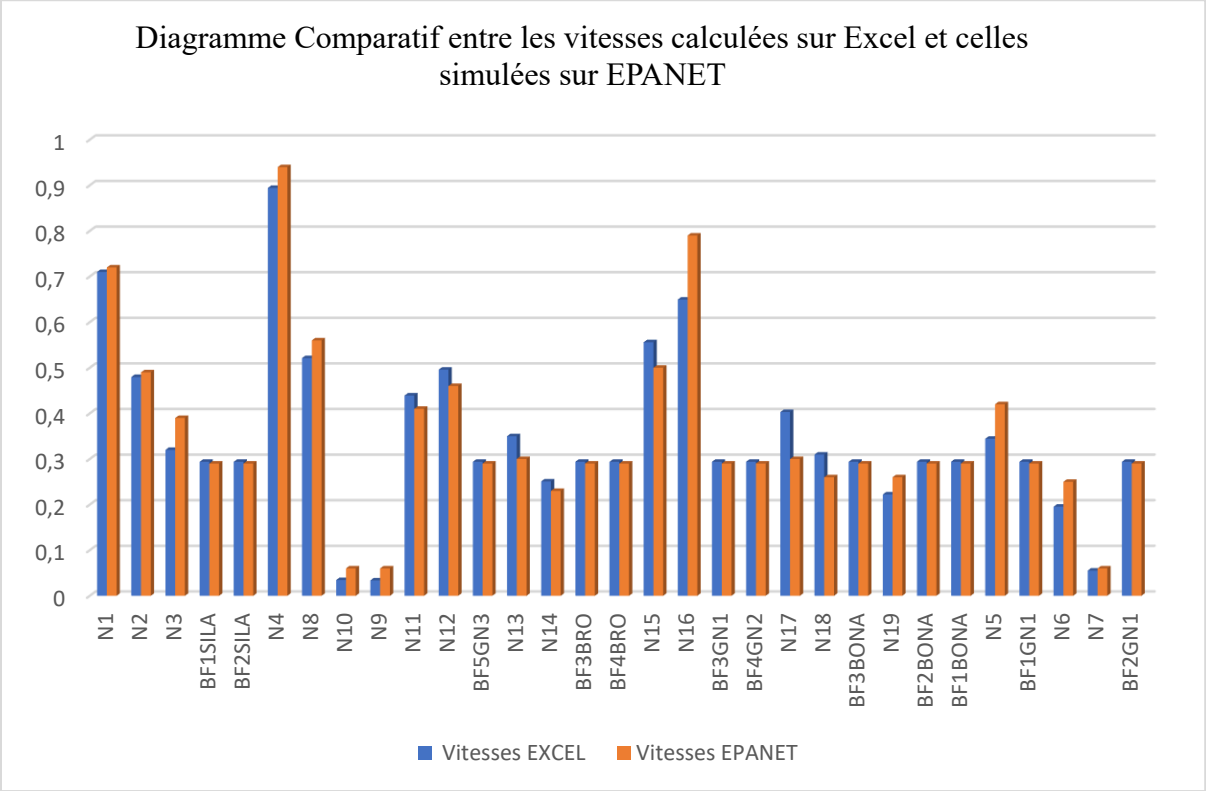
Tronçons	Nœuds	Longueur	Q fictif	Q fictif	Dth	DN	Dint	Vr	k/D	Re	Lambda	ΔH	ΣΔH	ZTN aval	Ps	Zmin	Pr
		m	l/s	m3/s	mm	mm	mm	m/s				m	m	m	mCE	m	mCE
T1 (CE-N1)	N1	62,37	18,229	0,0182	152,35	200	180,8	0,710	0,008	111630,64	0,0362	0,35	0,35	360	5	365,35	6,74
T2 (N1-N2)	N2	79,51	2,496	0,0025	56,38	90	81,4	0,480	0,018	33954,90	0,0483	0,61	0,96	346	5	351,96	20,74
T3 (N2-N3)	N3	1849	1,664	0,0017	46,03	90	81,4	0,320	0,018	22637,21	0,0489	6,36	7,33	340,1	5	352,43	26,64
T4 (N3-BF1SILA)	BF1SILA	147,7	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,71	8,03	344,45	5	357,48	22,29
T5 (N3-BF2SILA)	BF2SILA	102,4	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,49	7,82	341,2	5	354,02	25,54
T6 (N1-N4)	N4	164,4	14,687	0,0147	136,75	160	144,6	0,894	0,010	112450,87	0,0389	1,98	2,33	349	5	356,33	17,74
T7 (N4-N8)	N8	41,18	5,227	0,0052	81,58	125	113	0,521	0,013	51210,37	0,0427	0,24	2,57	350,45	5	358,02	16,29
T8 (N8-N10)	N10	80,05	0,088	0,0001	10,59	63	57	0,035	0,026	1710,76	0,0374	0,00	2,58	348,52	5	356,10	18,22
T9 (N8-N9)	N9	547,3	0,086	0,0001	10,49	63	57	0,034	0,026	1677,30	0,0382	0,02	2,60	352,27	5	359,87	14,47
T10 (N8-N11)	N11	1915	4,405	0,0044	74,89	125	113	0,439	0,013	43156,48	0,0429	7,87	10,44	342,5	5	357,94	24,24
T11 (N11-N12)	N12	426,7	3,848	0,0038	70,00	110	99,4	0,496	0,015	42863,81	0,0448	2,65	13,09	341,17	5	359,26	25,57
T12 (N12-BF5GN3)	BF5GN3	130,6	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,63	13,71	340,9	5	359,61	25,84
T13 (N12-N13)	N13	1045	2,716	0,0027	58,81	110	99,4	0,350	0,015	30253,74	0,0452	3,27	16,36	339	5	360,36	27,74
T14 (N13-N14)	N14	290,3	1,946	0,0019	49,78	110	99,4	0,251	0,015	21674,70	0,0458	0,47	16,83	337,9	5	359,73	28,84
T15 (N14-BF3BRO)	BF3BRO	454,3	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	2,17	19,00	337,01	5	361,01	29,73
T16 (N14-BF4BRO)	BF4BRO	227,2	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	1,09	17,91	348,83	5	371,74	17,91
T17 (N4-N15)	N15	130,4	6,999	0,0070	94,40	140	126,6	0,556	0,012	61207,11	0,0410	0,73	3,07	348,83	5	356,90	17,91
T18 (N15-N16)	N16	132,7	1,658	0,0017	45,94	63	57	0,650	0,026	32198,01	0,0551	3,04	6,10	345,67	5	356,77	21,07
T19 (N16-BF3GN1)	BF3GN1	120,8	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,58	6,68	347,46	5	359,14	19,28
T20 (N16-BF4GN2)	BF4GN2	148,2	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,71	6,81	336,23	5	348,04	30,51
T21 (N15-N17)	N17	40,05	5,073	0,0051	80,37	140	126,6	0,403	0,012	44363,94	0,0413	0,12	3,19	351,32	5	359,51	15,42
T22 (N17-N18)	N18	219,5	3,898	0,0039	70,45	140	126,6	0,310	0,012	34091,32	0,0417	0,39	3,57	351	5	359,57	15,74
T23 (N18-BF3BONA)	BF3BONA	431	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	2,06	5,64	350	5	360,64	16,74
T24 (N18-N19)	N19	165,5	1,725	0,0017	46,87	110	99,4	0,222	0,015	19215,35	0,0460	0,21	3,79	341,17	5	349,96	25,57
T25 (N19-BF2BONA)	BF2BONA	179,1	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,86	4,64	342,26	5	351,90	24,48
T26 (N19-BF1BONA)	BF1BONA	1503	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,29	0,026	14567,96	0,0563	7,19	10,98	347,73	5	363,71	19,01
T27(N4-N5)	N5	663,8	1,792	0,0018	47,76	90	81,4	0,344	0,018	24371,21	0,0487	2,64	4,98	348,53	5	358,51	18,21
T28 (N5-BF1GN1)	BF1GN1	220,5	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	1,06	6,03	348,89	5	359,92	17,85
T29 (N5-N6)	N6	1425	1,017	0,0010	35,98	90	81,4	0,195	0,018	13830,31	0,0499	1,87	6,85	348,5	5	360,35	18,24
T30 (N6-N7)	N7	250,7	0,141	0,0001	13,40	63	57	0,055	0,026	2740,99	0,0644	0,05	6,89	350,03	5	361,92	16,71
T31(N6-BF2GN1)	BF2GN1	103,9	0,750	0,0008	30,90	63	57	0,294	0,026	14567,96	0,0563	0,50	7,34	353,7	5	366,04	13,04

ANNEXE 6:Comparaison des résultats simulés sur Epanet et calculés sur Excel

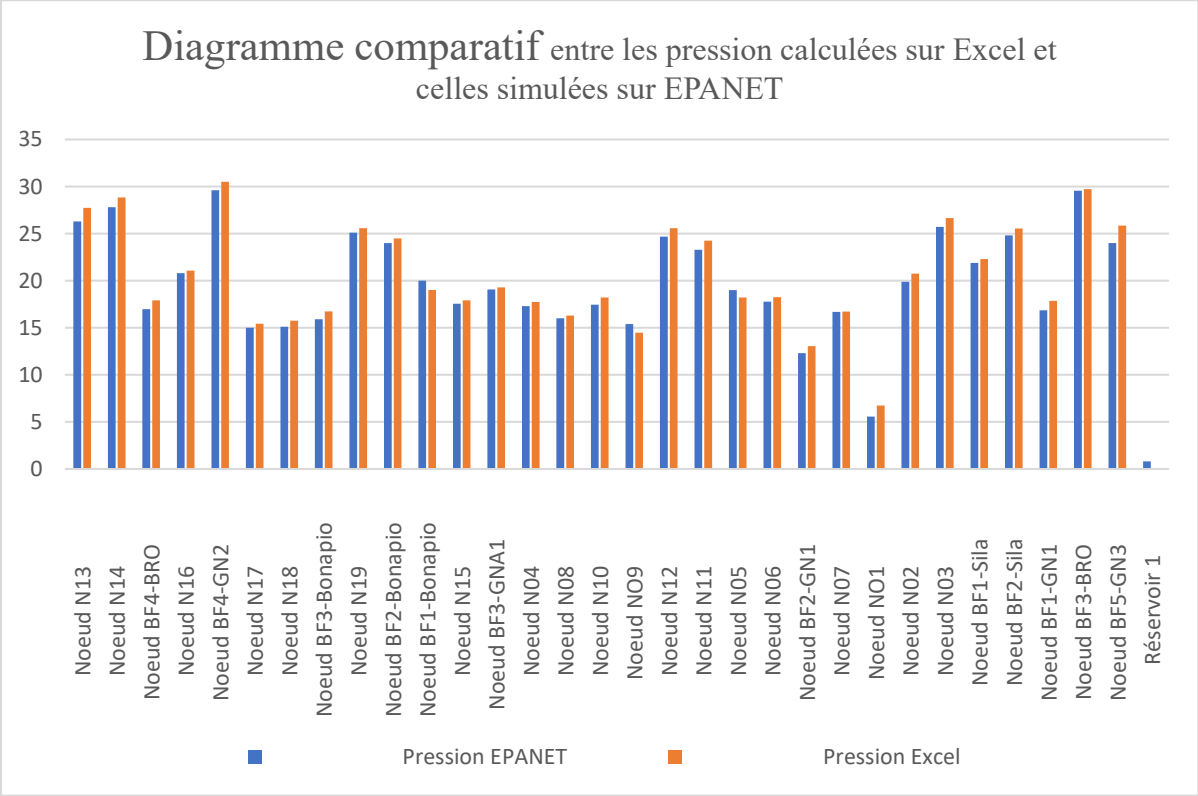
Troncons	Nœud	Longueur(m)	Vitesses EPANET(m/s)	Vitesses EXCEL(m/s)	Pression EPANET(mCE)	Pression Excel(mCE)
T1 (CE-N1)	N1	62,37	0,72	0,71	26,3	27,74
T2 (N1-N2)	N2	79,51	0,49	0,48	27,8	28,84
T3 (N2-N3)	N3	1849	0,39	0,32	16,98	17,91
T4 (N3-BF1SILA)	BF1SILA	147,7	0,29	0,29	20,8	21,07
T5 (N3-BF2SILA)	BF2SILA	102,4	0,29	0,29	29,6	30,51
T6 (N1-N4)	N4	164,4	0,94	0,89	15	15,42
T7 (N4-N8)	N8	41,18	0,56	0,52	15,1	15,74
T8 (N8-N10)	N10	80,05	0,06	0,03	15,9	16,74
T9 (N8-N9)	N9	547,3	0,06	0,03	25,1	25,57
T10 (N8-N11)	N11	1915	0,41	0,44	24	24,48
T11 (N11-N12)	N12	426,7	0,46	0,50	20	19,01
T12 (N12-BF5GN3)	BF5GN3	130,6	0,29	0,29	17,55	17,91
T13 (N12-N13)	N13	1045	0,3	0,35	19,07	19,28
T14 (N13-N14)	N14	290,3	0,23	0,25	17,3	17,74
T15 (N14-BF3BRO)	BF3BRO	454,3	0,29	0,29	16	16,29
T16 (N14-BF4BRO)	BF4BRO	227,2	0,29	0,29	17,45	18,22
T17 (N4-N15)	N15	130,4	0,5	0,56	15,39	14,47
T18 (N15-N16)	N16	132,7	0,79	0,65	24,67	25,57
T19 (N16-BF3GN1)	BF3GN1	120,8	0,29	0,29	23,29	24,24
T20 (N16-BF4GN2)	BF4GN2	148,2	0,29	0,29	19	18,21
T21 (N15-N17)	N17	40,05	0,3	0,40	17,78	18,24
T22 (N17-N18)	N18	219,5	0,26	0,31	12,3	13,04
T23 (N18-	BF3B	431	0,29	0,29	16,69	16,71

BF3BONA)	ONA					
T24 (N18-N19)	N19	165,5	0,26	0,22	5,56	6,74
T25 (N19-BF2BONA)	BF2BONA	179,1	0,29	0,29	19,89	20,74
T26 (N19-BF1BONA)	BF1BONA	1503	0,29	0,29	25,71	26,64
T27(N4-N5)	N5	663,8	0,42	0,34	21,89	22,29
T28 (N5-BF1GN1)	BF1GN1	220,5	0,29	0,29	24,81	25,54
T29 (N5-N6)	N6	1425	0,25	0,20	16,86	17,85
T30 (N6-N7)	N7	250,7	0,06	0,06	29,56	29,73
T31(N6-BF2GN1)	BF2GN1	103,9	0,29	0,29	24	25,84

ANNEXE 7:Vitesses Epanet et Excel



ANNEXE 8:Pression Epanet et Excel



ANNEXE 9:Dimensionnement de la conduite de refoulement

Désignation	Formules	Debits (l/s)	Debits (m3/s)	Dth (mm)	Dth (m)	Dint(mm)	Dint(m)	Vreelle (m/s)	Vitesse GLS	Vérification	k/D	Re	Lambda	Longueur (m)	ΔH	Condition de Flamant	Vérification	Choix de la conduite
F1 au PJ	Bress	2,361	0,0024	72,89	0,0729	90	0,09	0,37	1,34	**Ok**	0,016666667	29045,99069	0,0468	1933,96	7,77131312	0,69	**Oui**	**DN 110 PEHD PN16**
	Bonnin			48,59	0,0486	90	0,09	0,37	1,34	**Ok**	0,016666667	29045,99069	0,0468		7,77131312	0,69	**Oui**	
	Bedjaoui			61,71	0,0617	73,6	0,0736	0,55	1,21	**Ok**	0,020380435	35518,19513	0,0500		22,6909266	0,6736	**Oui**	
	Munier			64,14	0,0641	73,6	0,0736	0,55	1,21	**Ok**	0,020380435	35518,19513	0,0500		22,6909266	0,6736	**Oui**	
	Bress modifié			110,52	0,1105	114,6	0,1146	0,23	1,51	**Ok**	0,013089005	22810,98745	0,0437		2,16602914	0,7146	**Oui**	
F2 au PJ	Bress	2,139	0,0021	69,37	0,0694	73,6	0,0736	0,50	1,21	**Ok**	0,020380435	32175,30618	0,0501	119,32	1,1513358	0,6736	**Oui**	**DN 90 PEHD PN16**
	Bonnin			46,25	0,0462	61,4	0,0614	0,72	1,11	**Ok**	0,024429967	38568,44519	0,0534		3,0372572	0,6614	**Non**	
	Bedjaoui			58,74	0,0587	61,4	0,0614	0,72	1,11	**Ok**	0,024429967	38568,44519	0,0534		3,0372572	0,6614	**Non**	
	Munier			61,05	0,0610	73,4	0,0734	0,51	1,21	**Ok**	0,020435967	32262,97731	0,0502		1,16818373	0,6734	**Oui**	
	Bress modifié			106,94	0,1069	114,6	0,1146	0,21	1,51	**Ok**	0,013089005	20664,07099	0,0439		0,1101885	0,7146	**Oui**	
PJ au RE	Bress	4,500	0,0045	100,62	0,1006	102,2	0,1022	0,26	1,43	**Ok**	0,014677104	23171,25768	0,0453	1824,68	13,6338465	0,7022	**Oui**	**DN 125 PEHD PN16**
	Bonnin			67,08	0,0671	90	0,09	0,34	1,34	**Ok**	0,016666667	26312,25039	0,0470		26,7167086	0,69	**Oui**	
	Bedjaoui			85,19	0,0852	90	0,09	0,34	1,34	**Ok**	0,016666667	26312,25039	0,0470		26,7167086	0,69	**Oui**	
	Munier			88,55	0,0885	90	0,09	0,34	1,34	**Ok**	0,016666667	26312,25039	0,0470		26,7167086	0,69	**Oui**	
	Bress modifié			137,03	0,1370	147,2	0,1472	0,13	1,72	**Ok**	0,010190217	16087,65309	0,0415		2,01671299	0,7472	**Oui**	

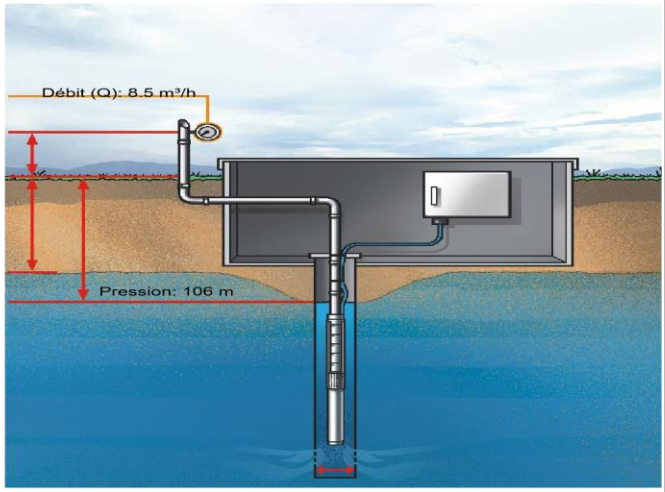
ANNEXE 10:Caractéristiques techniques de la pompe SP 9-21

GRUNDFOS

Nom Société:	SERAT
Créé par:	NAZIR Sidik
Téléphone:	+226 74874660
E-mail:	hourara12@gmail.com
Date:	09/06/2026

Projet: Système d'Alimentation en Eau Potable
Code Article:
Client:
Numéro Client:
Contact:

Installation et Entrée



Résultats dimensionnement

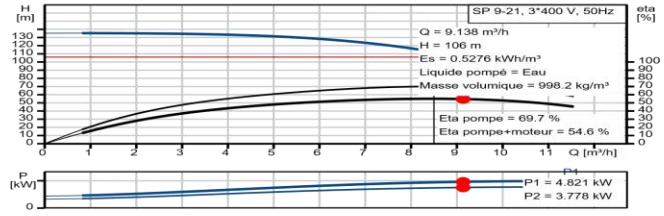
Référence produit:	98699059
Type:	SP 9-21
Débit:	9.138 m³/h (31025)
H totale:	106 m
Puissance P1:	4.821 kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement:	3.778 kW
Eta pompe:	69.7 %
Eta moteur:	78.4 %
Eta total:	54.6 %
Conso. énergétique:	17240 kWh/an
Conso. spécifique énergétique:	0.5557 kWh/m³ (5.24 Wh/m³/m)
Type de moteur:	MS4000
Phase:	3
Tension:	380-400-415
Fréquence:	50 Hz
Courant (nominal):	9.8 A
Courant (réel):	8.8 A
Cos phi (réel):	0.85-0.8-0.77
Température max. du liquide:	40 °C

Pertes dans le câble non incluses !

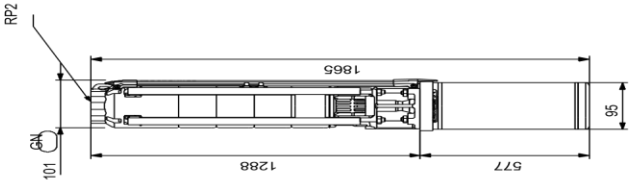
Profil de charge

	1
Débit (%)	100
Débit (m³/h)	8.5
Pression (%)	106
Pression (m)	112.4
P1 (kW)	4.723
Eta total (%)	55.0
Temps (h/a)	3650
Conso. énergétique (kWh/Année)	17240
Quantité	1

Courbe de pompe



Dessin d'encombrement



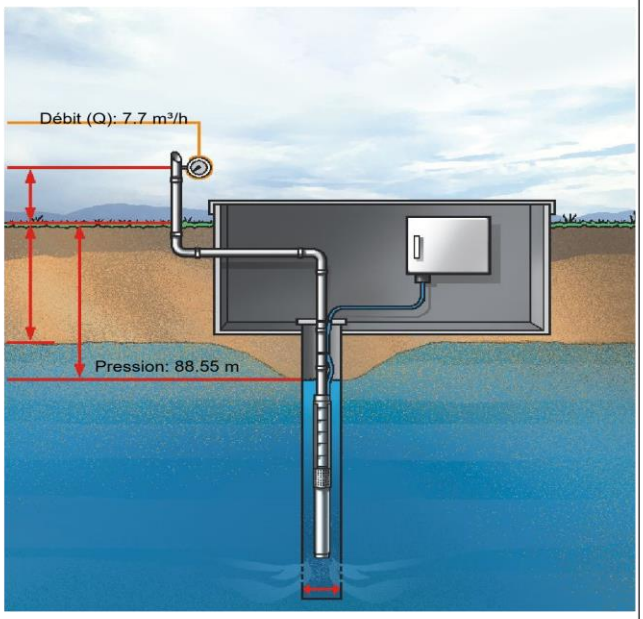
ANNEXE 11:Caractéristiques techniques de la pompe SP 9-16

GRUNDFOS

Nom Société:	SERAT
Créé par:	NAZIR Sidik
Téléphone:	+226 74874660
E-mail:	hourara12@gmail.com
Date:	09/06/2026

Projet: Système d'Alimentation en Eau Potable
Code Article:
Client:
Numéro Client:
Contact:

Installation et Entrée



Résultats dimensionnement

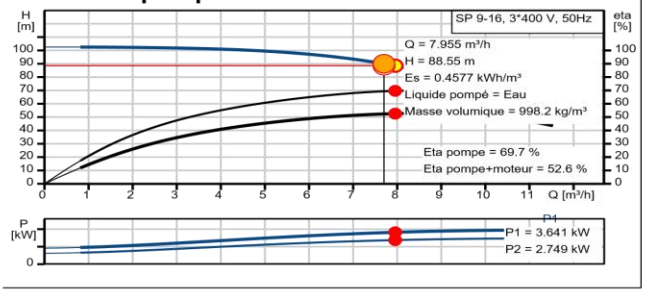
Référence produit:	98699057
Type:	SP 9-16
Débit:	7.955 m³/h (28105)
H totale:	88.55 m
Puissance P1:	3.641 kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement:	2.749 kW
Eta pompe:	69.7 %
Eta moteur:	75.5 %
Eta total:	52.6 %
Conso. énergétique:	13139 kWh/an
Conso. spécifique énergétique:	0.4675 kWh/m³ (5.28 Wh/m³/m)
Type de moteur:	MS4000
Phase:	3
Tension:	380-400-415
Fréquence:	50 Hz
Courant (nominal):	8.1 A
Courant (réel):	6.6 A
Cos phi (réel):	0.86-0.81-0.77
Température max. du liquide:	40 °C

Pertes dans le câble non incluses !

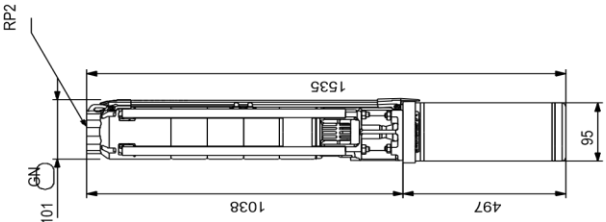
Profil de charge

	1
Débit (%)	100
Débit (m³/h)	7.7
Pression (%)	102
Pression (m)	90.02
P1 (kW)	3.6
Eta total (%)	52.4
Temps (h/a)	3650
Conso. énergétique (kWh/Année)	13139
Quantité	1

Courbe de pompe



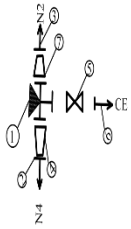
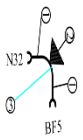
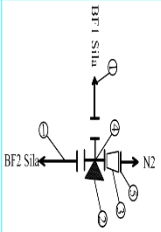
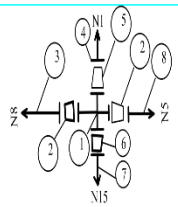
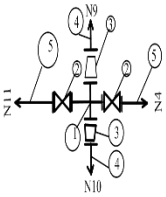
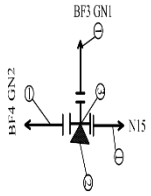
Dessin d'encombrement

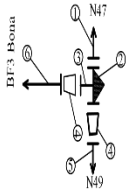
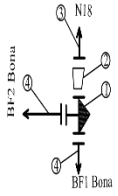
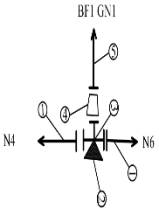
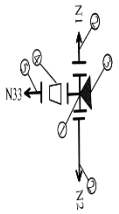
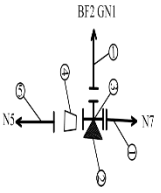


ANNEXE 12:Détermination du point de fonctionnement

Caractéristiques de la pompe de F1 ; SP 9-21												
Q [m3/h]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HMT [m]	135	135,3	135,1	134,4	133,3	131,3	128,1	123	116,3	106,8	95	80,32
ΔH_{F1_P}	0,00	0,11	0,44	0,99	1,75	2,74	3,94	5,37	7,01	8,87	10,95	13,25
HMTmod [m]	432,52	432,71	432,18	430,93	429,07	426,08	421,68	415,15	406,81	395,45	381,57	364,59
Caractéristiques de la pompe de F2 ; SP9-16												
Q [m3/h]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HMT [m]	170	164,9	162,9	159,9	154,7	147,3	136,5	122,2	102,4	81,26	60,12	38,98
ΔH_{F2_P}	0,00	0,02	0,08	0,18	0,32	0,50	0,72	0,98	1,28	1,62	2,00	2,42
HMTmod [m]	477,6	472,5	470,4	467,3	462,0	454,4	443,4	428,8	408,7	387,3	365,7	344,2
Conduite commune_Réservoir												
Q [m3/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$\Delta H_{P_Rés}$	368,00	368,22	368,87	369,95	371,47	373,42	375,80	378,61	381,86	385,55	389,66	394,21
Resultante des pompes												
HMT [m]	477,63	472,51	470,45	467,35	462,01	454,43	443,41	428,85	411,00	395,45	381,57	364,59
Q [m3/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

ANNEXE 13: Carnet de Nœuds

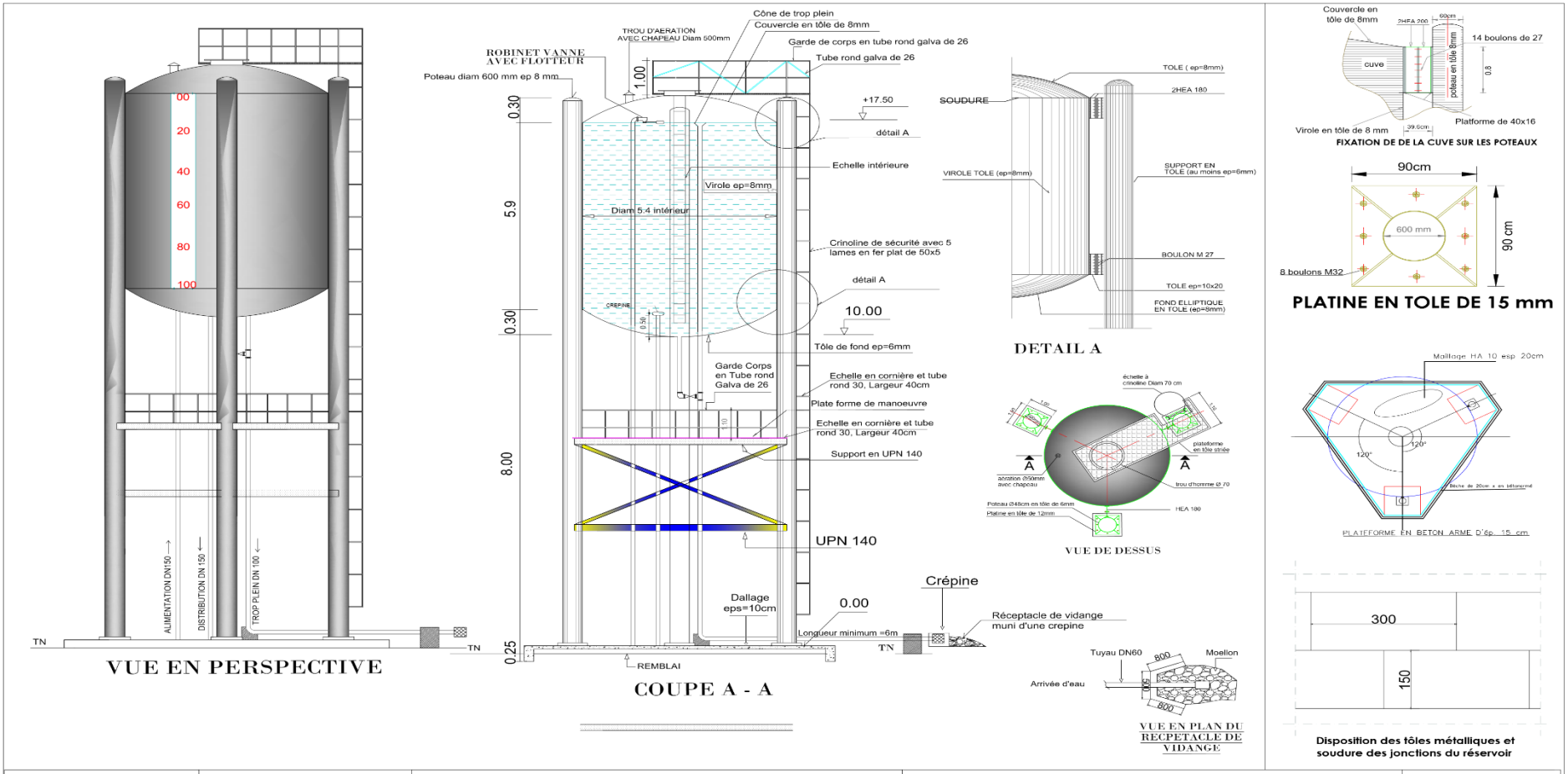
N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité
N1		① Bloc de butée	1
		② Conduite en PVC DN 160	1
		③ Conduite en PVC DN 90	1
		④ Cône réduit à brides DN 200/160	2
		⑤ Robinet vanne DN 200	1
		⑥ Conduite en PVC DN 200	1
		⑦ Cône réduit à brides DN 200/90	2
N2		① Conduite en PVC DN 90	2
		② Bloc de butée	1
		③ Coude de 90°	1
N3		① Conduite PVC DN 63	2
		② Bloc de butée	1
		③ Cône réduit à brides DN 90/63	1
		④ Té en fonte à 3 brides DN90	1
		⑤ Conduite PVC DN 90	1
N4		① Té en fonte à 4 brides DN160	1
		② Cone réduit à brides DN125/90	2
		③ Conduite PVC DN125	1
		④ Conduite PVC DN160	1
		⑤ Cone réduit à brides DN160/90	1
		⑥ Cone réduit à brides DN140/90	1
		⑦ Conduite PVC DN140	1
			1
N8		① Té en fonte à 4 brides DN125	1
		② Robinet vanne DN 125	2
		③ Cone réduit à brides DN125/63	2
		④ Conduite PVC DN63	2
		⑤ Conduite PVC DN125	2
N16		① Conduite PVC DN63	3
		② Bloc de butée	1
		③ Té en fonte à trois bides DN63	1

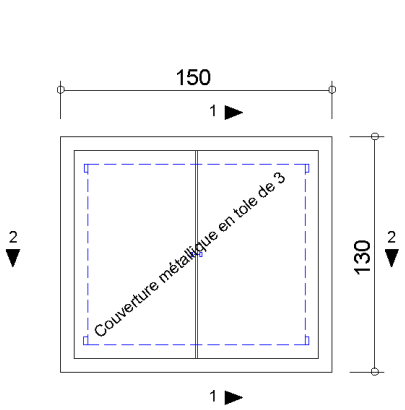
N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité
N17		① Conduite PVC DN 140	2
		② Bloc de butée	1
		③ Coude de 90°	1
N18		① Conduite DN140	1
		② Bloc de butée	1
		③ Té en fonte à 3 brides DN63	1
		④ Cône réduit à brides DN 110/63	1
		⑤ Conduite en PVC DN110	1
		⑥ Conduite en PVC DN63	1
N19		① Bloc de butée	1
		② Cône réduit à brides DN 110/63	1
		③ Conduite en PVC DN 110	1
		④ Conduite en PVC DN 63	2
N5		① Conduite en PVC DN 90	2
		② Bloc de butée	1
		③ Té en fonte à trois brides DN 90	1
		④ Cône réduit à bride DN 90/63	1
		⑤ Conduite en PVC DN 63	1
N12		① Té en fonte à trois brides DN 63	1
		② Conduite en PVC DN110	2
		③ Bloc de butée	1
		④ Cône réduit à brides DN 110/63	1
		⑤ Conduite en PVC DN63	1
N6		① Conduite en PVC DN63	2
		② Bloc de butée	1
		③ Té en fonte à trois brides DN 110	1
		④ Cône réduit à brides DN 110/63	1
		5 Conduite en PVC DN63	1

MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	THEME	OUVRAGE Date : JUIN 2026
DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	SOCIETE D'ETUDES DE REALISATION ET D'ASSISTANCE TECHNIQUE (SERAT)	Étude technique d'un système d'approvisionnement en eau potable multi-village (AEP-MV) dans les localités de Gnanssou, Bonapio, Bro-silapoa, commune de Cassou, Région de Nando au Burkina Faso	CARNET DES NOEUDS

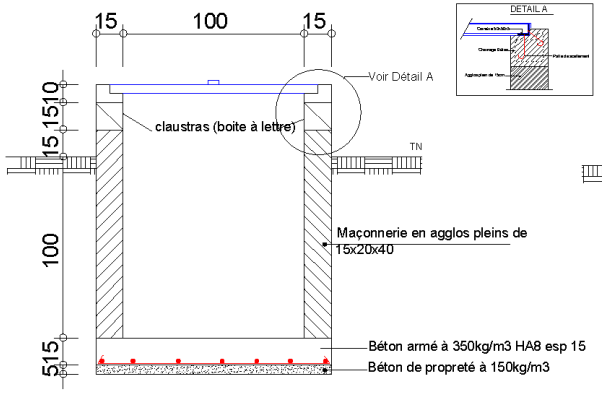
Réalisé par NAZIR Sidik Jarma

ANNEXE 14: Plans graphiques

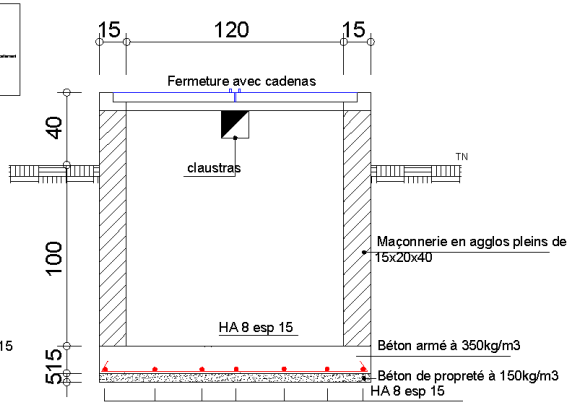




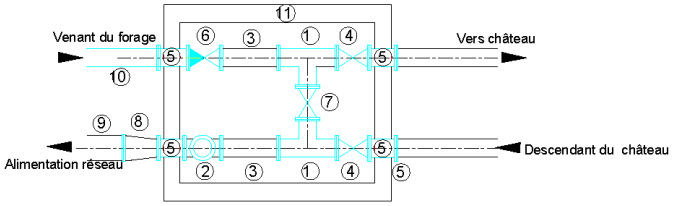
VUE EN PLAN



COUPE 1-1



COUPE 2-2



SCHEMA DES PIECES DU BY-PASS

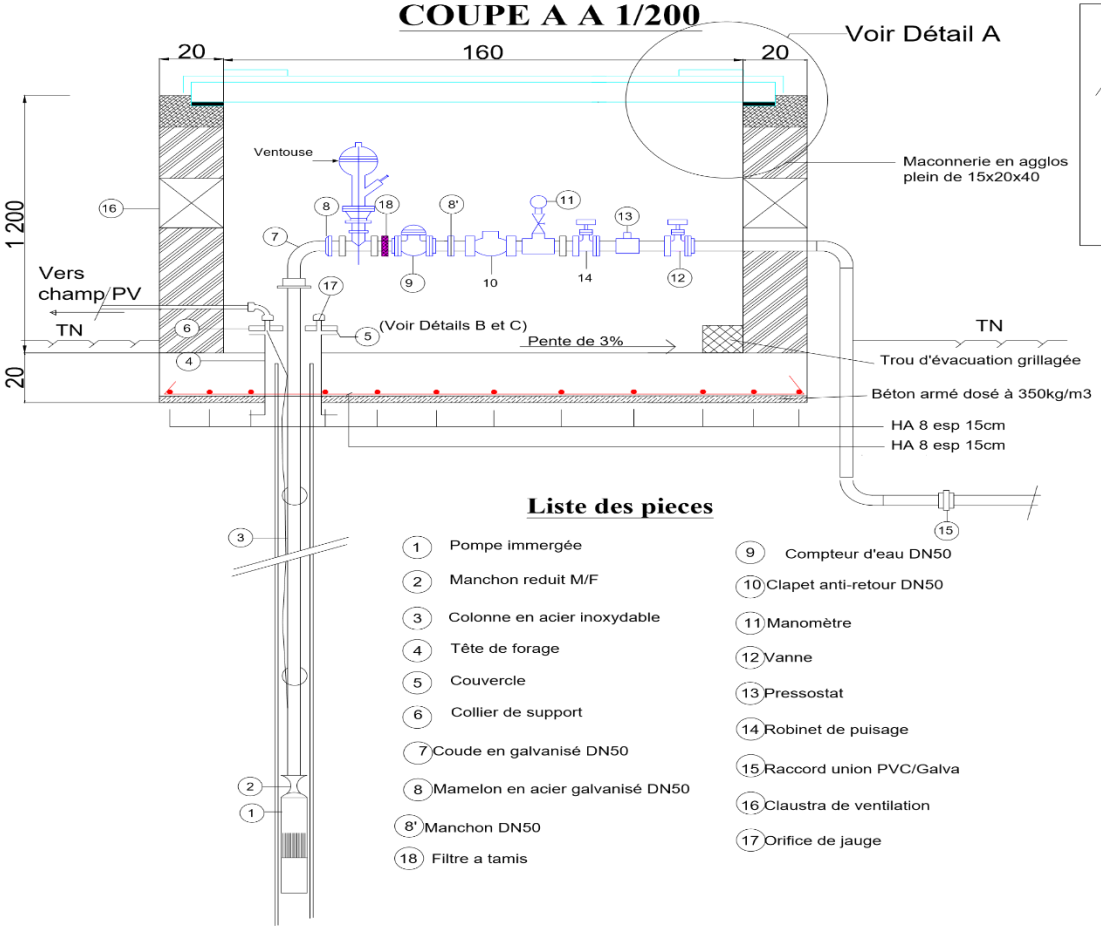
NB: Toutes les pièces dans le regard sont en fonte de diamètres équivalents aux conduites de distribution/refoulement en PVC

LEGENDE

1. Té égal en fonte DN100: 02
2. Compteur DN80: 01
3. Manchettes en fonte DN80: 02 Long.50cm
4. Vanne en fonte DN100:02
5. Manchettes (facultatif)
6. Clapet anti-retour en fonte DN100: 01
7. Vanne en fonte DN100:01 Butée massive en bas
8. Divergent en fonte DN100/100:01
9. Tuyau PEHD DN160 PN10
10. Tuyau PEHD DN90 PN16
11. Regard by-pass en maconnerie d'agglos plein de 20cm

2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES ingenierie et maitrise d'oeuvre	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO REGARD BY-PASS: PLAN, COUPES, DETAILS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°2

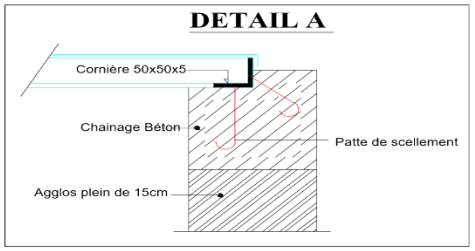
COUPE A A 1/200

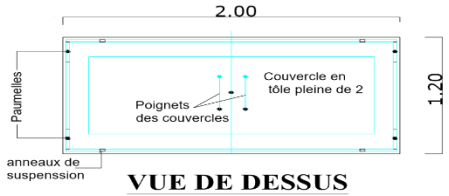


Liste des pieces

1. Pompe immergée
2. Manchon reduit M/F
3. Colonne en acier inoxydable
4. Tête de forage
5. Couvercle
6. Collier de support
7. Coude en galvanisé DN50
8. Mamelon en acier galvanisé DN50
8'. Manchon DN50
18. Filtre a tamis
9. Compteur d'eau DN50
10. Clapet anti-retour DN50
11. Manomètre
12. Vanne
13. Pressostat
14. Robinet de puisage
15. Raccord union PVC/Galva
16. Claustra de ventilation
17. Orifice de jauge

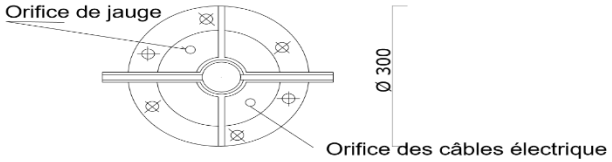
DETAIL A



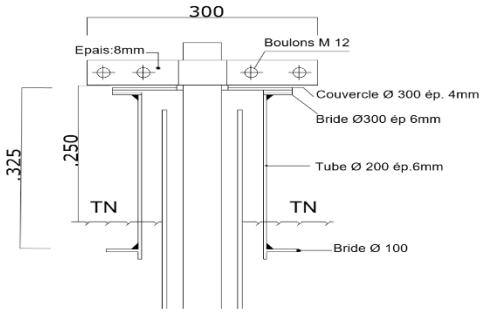


VUE DE DESSUS

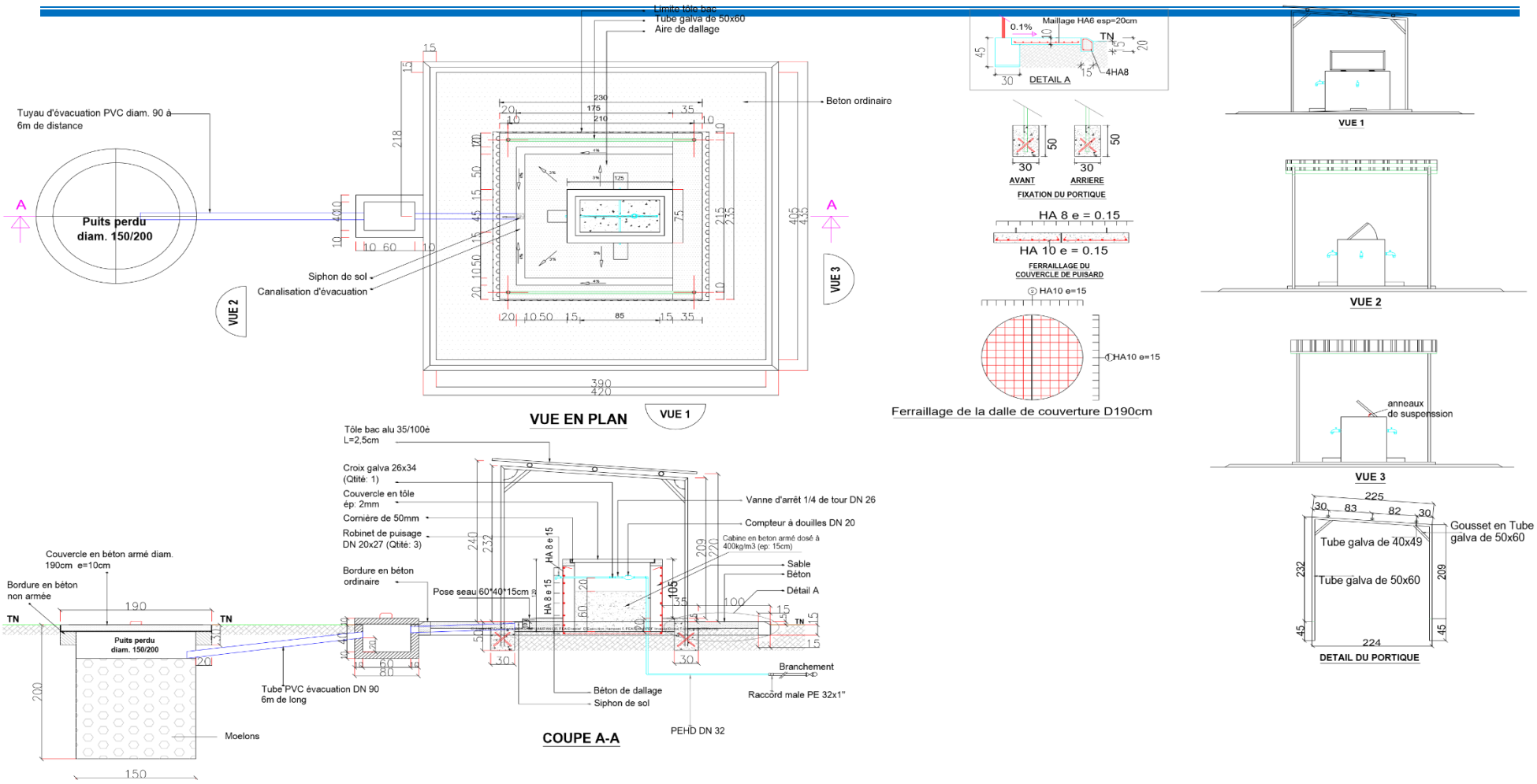
DETAIL B 1/100



DETAIL C 1/100

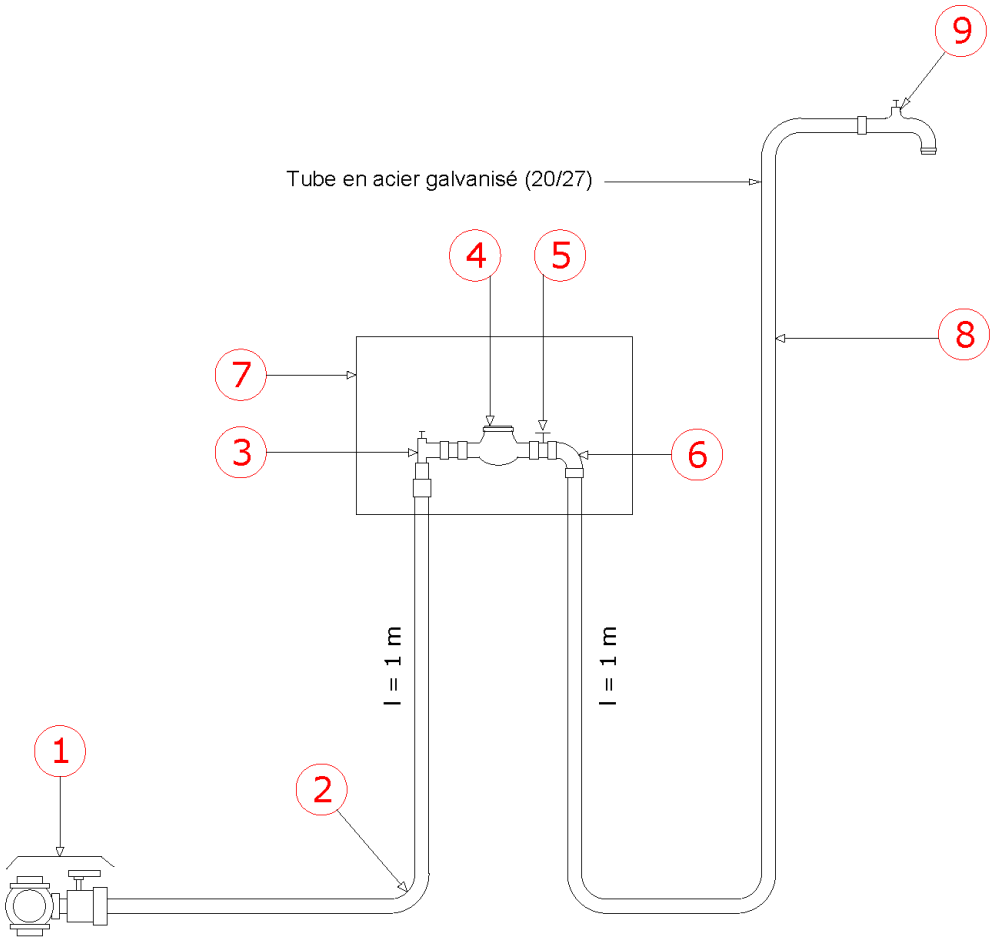


2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES Ingénierie et maîtrise d'œuvre	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO CAPTAGE DE TETE DE FORAGE COUPE A-A, DETAILS, VUE DE DESSUS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°3



2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES ingénierie et maîtrise d'œuvre	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO **BORNE FONTAINE:** VUE EN PLAN , COUPES, DETAILS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°4

SCHEMA DE BRANCHEMENT 25 A 32 POUR PRISE REALISEE EN CHARGE



LEGENDE DE CONSTITUTION DU BRANCHEMENT

1 = Collier de prise en charge en polypropylène
- Robinet vanne à boisseau sphérique en PVC
- Raccord en polypropylène à compression pour PE à enterrer

2 = Tube PE Ø 32 mm

3 =Robinet équerre avant compteur

4 = Compteur de 15 à 20cm du TN

5 = Vanne d'arret

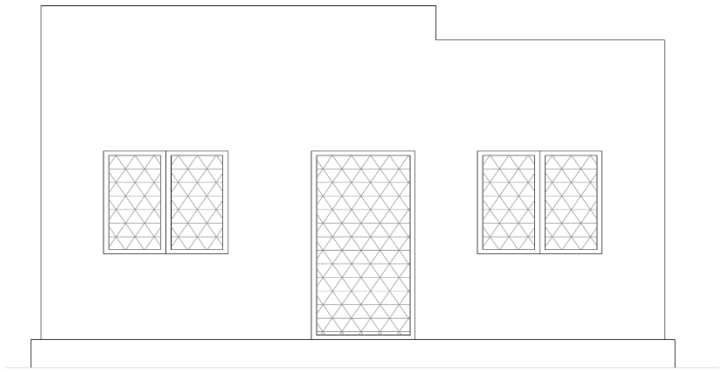
6 = Coude galva

7 = Regard de comptage en béton préfabriqué

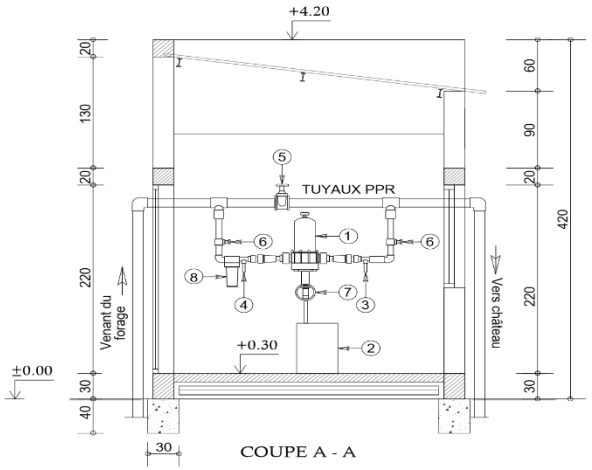
8 = Lyre en acier galvanisé avec robinet de puisage à potence
- Robinet situé à 80cm au dessus du sol (3 m)

9 = Robinet de puisage situé à 80cm au dessus du sol

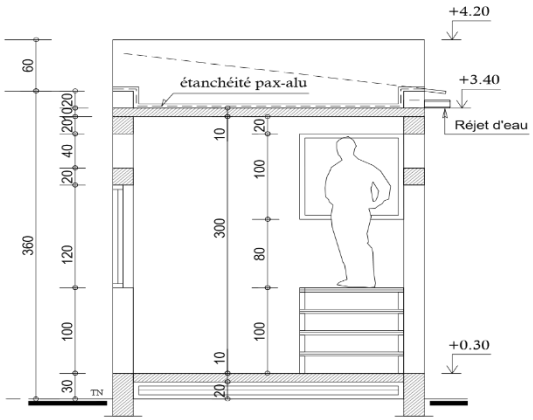
2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES Ingénierie et maîtrise d'ouvrage	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO BRANCHEMENT PARTICULIER	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°5



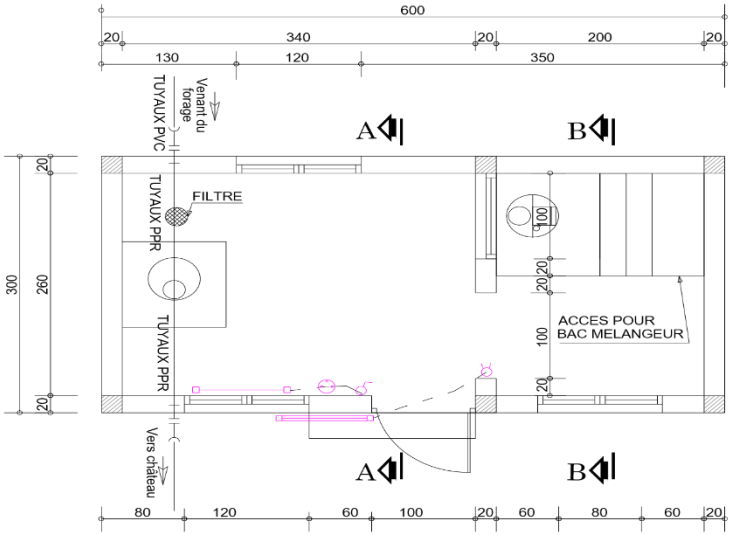
FACADE PRINCIPALE



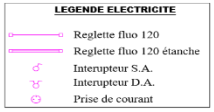
COUPE A - A

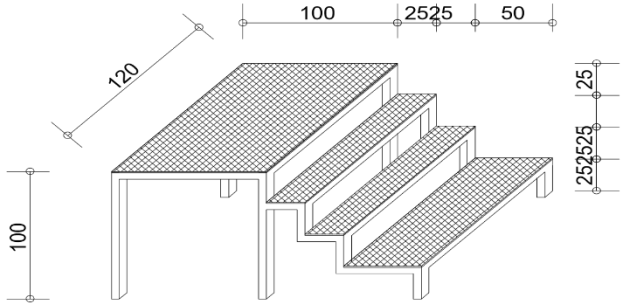


COUPE B - B



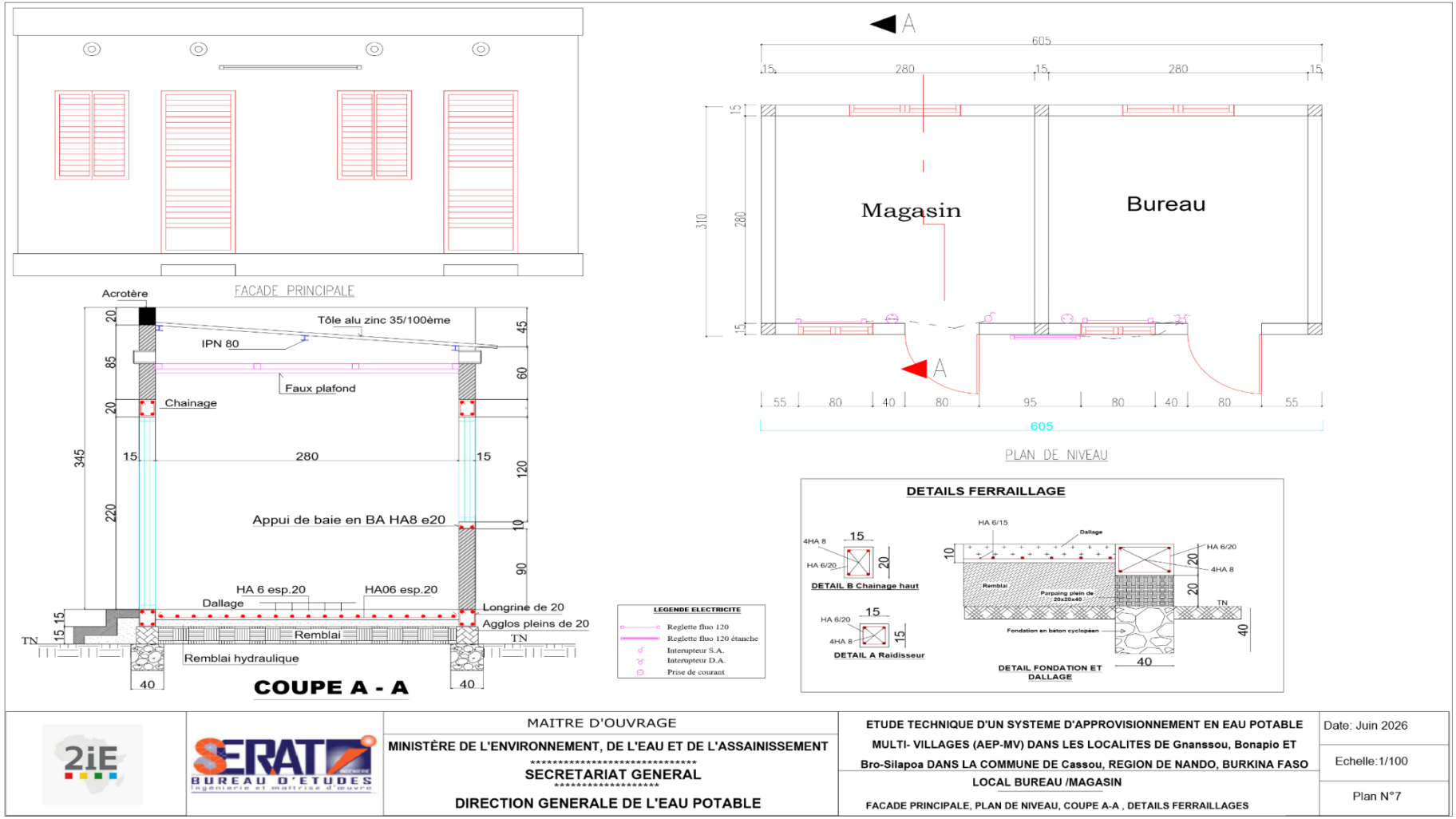
PLAN DE NIVEAU

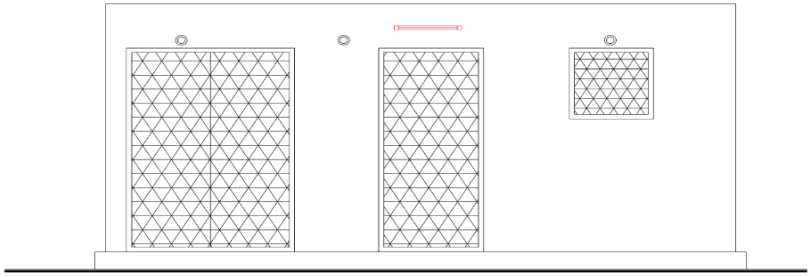




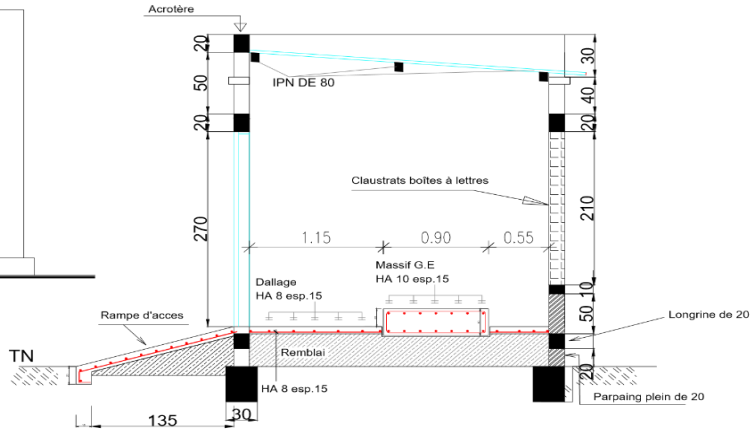
ACCES POUR BAC MELANGEUR

2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES Ingénierie et maîtrise d'œuvre	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO LOCAL TRAITEMENT FACADE PRINCIPALE, PLAN DE NIVEAU, COUPES A-A/B-B , ACCES POUR BAC MELANGER	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°6

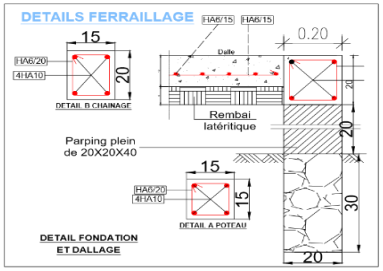

FACADE PRINCIPALE
Acrotère
Tôle alu zinc 35/100ème
IPN 80
Faux plafond
Chainage
Appui de baie en BA HA8 e20
HA 6 esp.20
HA06 esp.20
Dallage
Longrine de 20
Agglos pleins de 20
Remblai
Remblai hydraulique
TN
COUPE A - A
A
605
Magasin
Bureau
PLAN DE NIVEAU
LEGENDE ELECTRICITE
Reglette fluo 120
Reglette fluo 120 étanche
Interupteur S.A.
Interupteur D.A.
Prise de courant
DETAILS FERRAILLAGE
DETAIL B Chainage haut
DETAIL A Raidisseur
DETAIL FONDATION ET DALLAGE
Fondation en béton cyclopéen
Parpaing plein de 20x20x40
MAITRE D'OUVRAGE
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT
SECRETARIAT GENERAL
DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE
ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO
LOCAL BUREAU /MAGASIN
FACADE PRINCIPALE, PLAN DE NIVEAU, COUPE A-A , DETAILS FERRAILLAGES
Date: Juin 2026
Echelle:1/100
Plan N°7

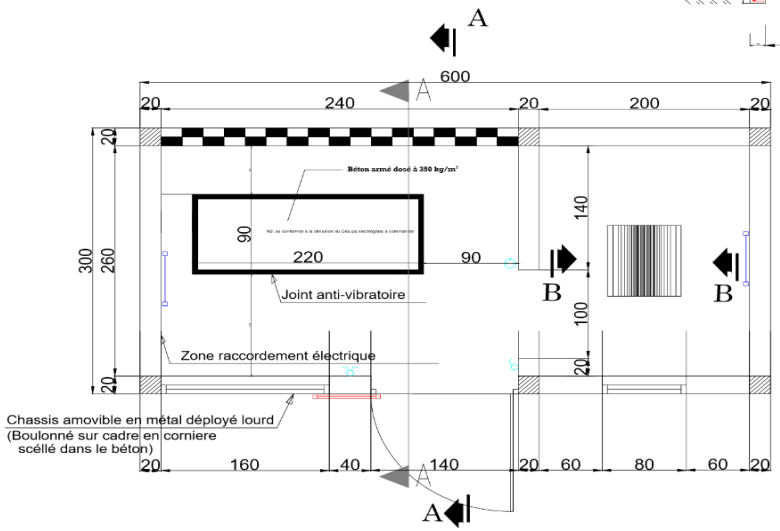


FACADE PRINCIPALE



COUPE A-A

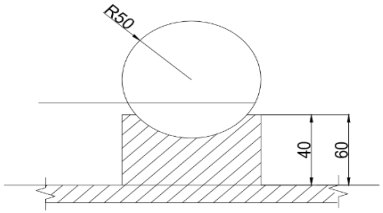




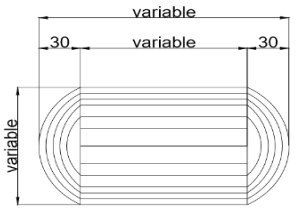
PLAN DE NIVEAU

LEGENDE ELECTRICITE

- Reglette fluo 120
- Reglette fluo 60
- Reglette fluo 120 étanche
- Interupteur S.A.
- Interupteur D.A.
- Prise de courant

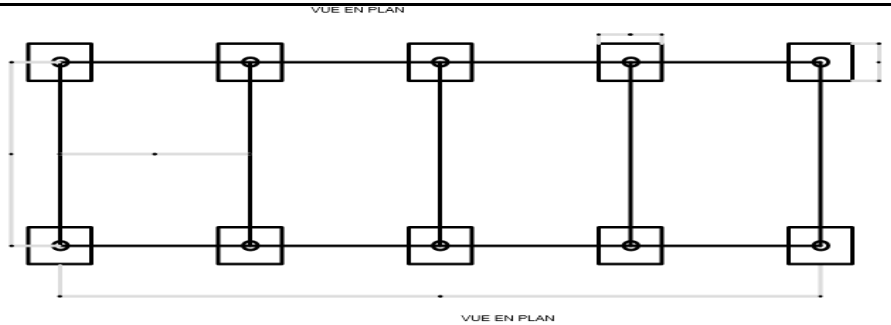


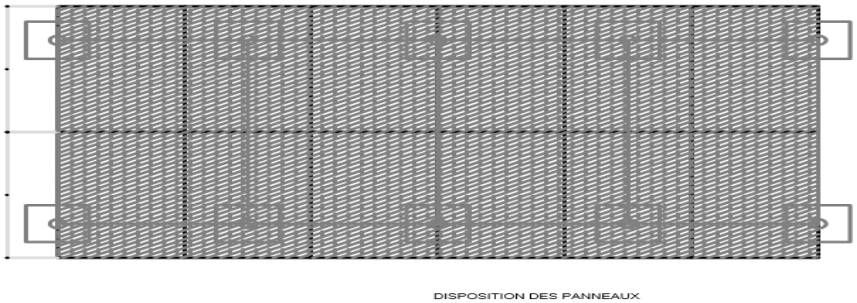
COUPE B B

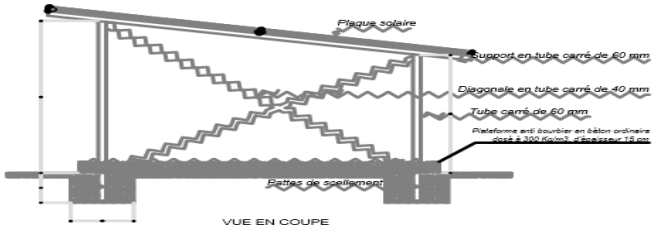


Reservoir

2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES Ingénierie et maîtrise d'œuvre	MAITRE D'OUVRAGE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT ********** SECRETARIAT GENERAL ********** DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO LOCAL GROUPE ELECTROGENE FACADE PRINCIPALE, PLAN DE NIVEAU,COUPE A-A/B-B DETAILS FERRAILLAGE	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°10







2iE	SERAT BUREAU D'ETUDES	MAITRE D'OUVRAGE **MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT** ********** **SECRETARIAT GENERAL** ********** **DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE**	**ETUDE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI- VILLAGES (AEP-MV) DANS LES LOCALITES DE Gnanssou, Bonapio ET Bro-Silapoa DANS LA COMMUNE DE Cassou, REGION DE NANDO, BURKINA FASO**	Date: Juin 2026 Echelle:1/100
			CHAMP SOLAIRE	Plan N°7

ANNEXE 15: Profil en long du Réseau

