ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DE NANDO AU BURKINA FASO

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE **MASTER**

SPECIALITE : GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH)

Présenté et soutenu publiquement le 18 Juillet 2026 par

Baleb-gna Abdoulaye KABORE (20230160)

Directeur de mémoire : Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Maitre de conférences CAMES, enseignant chercheur à 2iE

Encadrant 2iE : M. Olivier COULIBALY, Enseignant à 2iE

Maître de stage : Mme Benjamine PARE de IRC Wash BURKINA, Cheffe de Projet

Structure d'accueil du stage : IRC Wash BURKINA

Jury d'évaluation du stage :

Dr. Angelbert Chabi BIAOU ***: Président de jury***

M. Younoussa GAMSORE ***: Examinateur***

M. Joel ROUAMBA ***: Examinateur***

Promotion [2025-2026]

DEDICACE

- À la mémoire de mon défunt père, dont le souvenir continue de guider mes pas et d'illuminer ma route ;
- À ma très chère mère, pour ses sacrifices inestimables, son amour sans bornes et son soutien de chaque instant.

Ce travail est le fruit de ce que vous avez semé en moi

REMERCIEMENTS

Ce travail est le résultat d'une collaboration enrichissante. Je saisis cette occasion pour exprimer toute ma gratitude aux personnes et aux institutions qui ont bien voulu m'accorder leur soutien et apporter leur contribution à cette œuvre.

- Mes remerciements les plus sincères s'adressent en premier lieu à **l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE)**, pour les compétences, ainsi que le cadre d'excellence académique qui m'a été offert tout au long de mon cursus ;
- Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au **Docteur Lawani MOUNIROU**, Directeur de ce mémoire, pour ses orientations éclairées, ses conseils avisés et la rigueur scientifique qu'il a su insuffler à ce travail ;
- Mes vifs remerciements vont également à **Monsieur Olivier COULIBALY**, mon encadreur, pour sa grande disponibilité, son implication constante et son accompagnement bienveillant tout au long de l'élaboration de ce document ;
- Je remercie chaleureusement **l'ONG IRC WASH** pour m'avoir offert l'opportunité d'effectuer ce stage au sein de leur structure, pour l'accueil chaleureux réservé à ma personne ainsi que pour le soutien continu dont j'ai bénéficié durant toute la période de stage ;
- Ma reconnaissance va à **Monsieur Gilbert BASSOLE**, Coordonnateur des projets, pour avoir rendu possible la réalisation de ce stage et pour son appui tout au long de sa mise en œuvre ;
- J'adresse mes sincères remerciements à **Madame Benjamine PARE**, mon maître de stage, pour sa disponibilité remarquable, ses conseils pertinents et son suivi attentif qui ont grandement contribué à la qualité de ce travail ;
- Je remercie également **l'ensemble du personnel de IRC WASH** pour leur hospitalité, leur convivialité et l'ambiance de travail agréable qu'ils ont su créer ;
- Ma profonde reconnaissance va à ma famille, dont le soutien indéfectible, la patience et les encouragements constants ont été pour moi une source de force et de motivation tout au long de cette aventure.
- Je remercie enfin mes camarades de promotion et devanciers pour leur aide précieuse, leurs conseils fraternels et leur solidarité sans faille à mon égard.

RESUME

Situé en zone rurale, le village de Nabadogo est confronté à une insuffisance en matière de couverture des besoins en l'eau potable. En 2024, le taux de couverture en eau potable y était estimé à 56,7 %, desservi principalement par des pompes à motricité humaine et des puits (INO, 2024). Pour améliorer ces conditions, une étude technique a été réalisée en vue de la mise en place d'un système simplifié d'Approvisionnement en Eau Potable (AEPS) adapté au contexte local. À l'horizon du projet, **9 281 habitants** seront desservis, avec des besoins journaliers en eau évalués à **482,66 m³/j** (**25 l/hbt/j** pour les bornes-fontaines et **40 l/hbt/j** pour les branchements particuliers). L'alimentation du système repose principalement sur deux forages de capacités respectives de **18 m³/h** et **12 m³/h.** L'eau captée sera acheminée vers un réservoir d'eau métallique de **150 m³,** surélevé à **10 m** de hauteur, à travers des conduites de refoulement dont la longueur cumulée atteint **2 111 m.** Le pompage est assuré par deux électropompes immergées Grundfos (modèles **SP 18-10** et **SP 18-8,** HMT de **78m** et **79m**) correspondant respectivement aux forages de **18 m³/h** et **12 m³/h**. L'alimentation énergétique repose sur un système hybride combinant deux centrales solaires photovoltaïques (**13,86 kWc** et **10,08 kWc**) et deux groupes électrogènes de secours (**30 kVA** et **25 kVA**), garantissant la continuité du service. Les conduites de refoulement sont en **PEHD PN16,** de diamètres **110, 125 et 160 mm**, tandis que le réseau de distribution gravitaire, long de **15 327 m**, relie 14 bornes-fontaines et **743** branchements particuliers via des conduites **PEHD PN10** de diamètres compris entre **75 et 280 mm**. Le coût global de réalisation du projet est estimé à **539 129 079 FCFA TTC**, repartie sur 3 phases, avec un tarif de vente fixé à **188 FCFA/m³** pour la tranche sociale. L'exploitation et la gestion du système AEPS seront assurées par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (**ONEA**). Ce dispositif technique, combinant une source d'approvisionnement fiable, un système hybride solaire/thermique et une gestion professionnelle par l'ONEA, permettra d'assurer une desserte en eau potable durable et pérenne pour la population de Nabadogo, tout en garantissant l'efficience et la continuité du service public de l'eau.

Mots-clés :

- Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS),
- Réservoir métallique,
- Nabadogo.
- Système d'énergie hybride,

ABSTRACT

Located in a rural area, the village of Nabadogo is faced with a lack of coverage of drinking water needs. In 2024, the drinking water coverage rate was estimated at 56.7%, served mainly by human-powered pumps and wells (INO, 2024). To improve these conditions, a technical study was carried out with a view to setting up a simplified drinking water supply system (DWS) adapted to the local context. By the time of the project, **9,281 inhabitants** will be served, with daily water needs estimated at **482.66 m³/day** (**25 l/hbt/day** for standpipes and **40 l/hbt/day** for private connections). The system is mainly supplied by two boreholes with capacities of **18 m³/h** and **12 m³/h respectively.** The captured water will be conveyed to a **150 m³ metal water tank,** raised to **a height of 10 m**, through force-pumping pipes with a total length of **2,111 m.** Pumping is provided by two Grundfos submersible electric pumps (models **SP 18-10** and **SP 18-8,** HMT of **78m** and **79m**) corresponding to the **18 m³/h** and **12 m³/h** boreholes respectively. The energy supply is based on a hybrid system combining two photovoltaic solar power plants (**13.86 kWp** and **10.08 kWp**) and two emergency generators (**30 kVA** and **25 kVA**), guaranteeing continuity of service. The discharge pipes are made of **PN16 HDPE,** with diameters **of 110, 125 and 160 mm**, while the 15,327 m **long gravity distribution network** connects 14 standpipes and **743** special connections via **PN10 HDPE** pipes with diameters between **75 and 280 mm**. The overall cost of carrying out the project is estimated at **539,129,079 CFA francs including tax**, spread over 3 phases, with a sales rate set at **188 CFA francs/m³** for the social bracket. The operation and management of the AEPS system will be carried out by the National Office for Water and Sanitation (**ONEA**). This technical system, combining a reliable source of supply, a hybrid solar/thermal system and professional management by ONEA, will ensure a sustainable and long-lasting drinking water supply for the population of Nabadogo, while guaranteeing the efficiency and continuity of the public water service.

Keywords:

- Hybrid energy system,
- Metal tank,
- Nabadogo,
- Simplified Drinking Water Supply (SPEA).

LISTE DES ABREVIATIONS

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

AEP : Adduction d'Eau Potable

AEPS : Adduction en Eau Potable Simplifiée

BF : Borne fontaine

BNDT : Base nationale de Données Topographiques

BP : Branchement particulier

BTP : Bâtiment et travaux public

CE : château d'eau

DN : diamètre nominal

EPI : Equipement de protection individuelle

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GPS : Global Positioning System

HMT : Hauteur Manométrique Totale

IGB : Institut Géographique du Burkina

INO : Inventaire National des Ouvrages

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

IRC WASH: International Water and Sanitation Centre

kVA: kilovoltampère

mCE : Mètre de Colonne d'Eau

EIES : Étude d'Impact Environnemental et Social

NIES : Notice d'impact environnemental et social

ODD : Objectif de Développement Durable (Eau propre et assainissement)

OMS : Organisation mondiale de la santé

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

PAEA : Programme d'Approvisionnement en Eau et Assainissement

Pc : Puissance crête

PCD : Plan Communal de Développement

PEA : Poste d'eau autonome

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PEM : Point d'eau moderne

PEPA-MR : programme eau potable en milieu rural

PM : Puits Moderne

PMA : Pression Maximale Admissible

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN : Pression Nominale

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

PV : Photovoltaïque

PVC : Polychlorure de Vinyle

Qmh : Débit Moyen Horaire

Qph : Débit de Pointe Horaire

RD : Route Départementale

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

RN : Route Nationale

SIG : Système d'Information Géographique

SOTRACO : Société de transport en commun de Ouagadougou

TDR : Termes de référence

TN : Terrain Naturel

TTC : Toutes Taxes Comprises

TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée

UE : Union Européenne

VIP: Ventilated Improved Pit

Wc : Watt-crête

SOMMAIRE

DEDICACE i

REMERCIEMENTS ii

RESUME iii

ABSTRACT iv

LISTE DES ABREVIATIONS v

SOMMAIRE viii

LISTE DES TABLEAUX x

LISTE DES FIGURES xi

Fiche synoptique de l'AEPS de Nabadogo xii

INTRODUCTION 1

I. Présentation complète de la structure d'accueil et de la zone d'étude du projet 3

I.1 Présentation de la structure d'accueil 3

I.2 Présentation de la zone d'étude 4

II. Présentation du projet 11

II.1 Contexte et problématique 11

II.2 Objectif général 12

II.3 Objectifs spécifiques 12

II.4 Résultats attendus 12

II.5 Les bénéficiaires du projet 12

III. Etats des lieux 13

IV. La méthodologie de conception 16

IV.1 Méthode de travail 16

IV.2 Méthodologie de conception 17

IV.3 La méthodologie du dimensionnement du réseau 24

IV.4 Etudes financières du projet 38

V. Résultats des études et discussions 39

V.1 Les hypothèses de calcul 39
V.2 Les besoins en eau du village de Nabadogo 40
V.3 La mobilisation de la ressource en eau 42
V.4 Le dimensionnement du réseau de distribution 42
V.5 Le dimensionnement du réseau d'adduction 51
V.6 Le dimensionnement du réservoir 57
V.7 Les dimensions de fouilles pour la pose des conduites 58
V.8 Le dimensionnement de la source d'énergie 59
V.9 Les équipement hydrauliques et ouvrages annexes du projet 61
VI. Etude financière du projet 63
VI.1 Le montant de l'investissement 63
VI.2 Les dotations aux amortissements et aux charges d'exploitations 63
VI.3 Le coût de revient de l'eau 64
VII. Le mode de gestion du système d'AEPS 65
VIII. Volet impact environnemental et social 65
VIII.1 Identification des impacts potentiels 65
VIII.2 Les impacts négatifs du projet et mesures d'atténuation 66
VIII.3 Les impacts positifs du projet 67
Conclusion et recommandation 67
Bibliographie 69
Liste des annexes I
ANNEXES II

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Plage des variations du coefficient de pointe horaire 22
Tableau 2 : Estimation du volume du réservoir par la méthode simplifiée 29
Tableau 3: Hypothèses de calcul 39
Tableau 4: Le taux de croissance de la population du village de Nabadogo 40
Tableau 5: Estimation de la population à l'horizon du projet 40
Tableau 6: Les besoins en eau de population à l'horizon du projet 41
Tableau 7: le débit de distribution à l'horizon du projet 44
Tableau 8:les caractéristiques des conduites de distribution 46
Tableau 9: Nature et longueur des conduites par diamètre 47
Tableau 10: le débit d'adduction à l'horizon du projet 52
Tableau 11: diamètre de refoulement du forage 1 53
Tableau 12:diamètre de refoulement du forage 2 53
Tableau 13: diamètre de la conduite qui refoule le cumule des débits 54
Tableau 14:vérification du coup de bélier forage 1 54
Tableau 15:vérification du coup de bélier forage 2 55
Tableau 16: caractéristique des pompes choisies 55
Tableau 17: Résultats des calculs du point de fonctionnement du système 56
Tableau 18:Capacité utile du réservoir par méthode forfaitaire 57
Tableau 20:synthèse du dimensionnement des pompes doseuses 58
Tableau 21: les dimensions des fouilles pour la pose des conduites 59
Tableau 22: résultats du dimensionnement des champs solaires 59
Tableau 23: résultats du dimensionnement des onduleurs 60
Tableau 24: résultats du dimensionnement des groupes électrogènes 61
Tableau 25:le coût total de la réalisation du projet 63
Tableau 26: le coût de l'amortissement lié au projet 64
Tableau 27: Impacts négatifs et mesures d'atténuation 66

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de l'ONG IRC WASH 4
Figure 2:carte de la localisation de Nabadogo 5
Figure 3:Réseau hydrographique de Sabou 8
Figure 4: États des forages existants dans la zone d'étude 13
Figure 5: Source d'eau principale utilisée par les populations 14
Figure 6:Insuffisance de la ressource 15
Figure 7:Adhésion aux bornes-fontaines 15
Figure 8: Adhésion aux branchements particuliers 16
Figure 9: Le tracé du réseau de l'AEPS de Nabadogo 43
Figure 10:le résultat de la simulation sue EPANET 48
Figure 11: Schéma comparatif de vitesse en EPANET et Excel 49
Figure 12:Schémas comparatifs de la pression entre EPANET et Excel 50
Figure 13:Courbe de modulation pression 50
Figure 14: courbe de modulation débit 51
Figure 15: le réseau d'adduction de l'AEPS de Nabadogo 51
Figure 16: point de fonctionnement du système 57

Fiche synoptique de l'AEPS de Nabadogo

Localisation	
Région	Nando
Province / Commune	Boulkiemdé / Sabou
Villages	Nabadogo,
Coordonnées	12,1282833 / -2,066565 Degré décimal
Données socio-économiques	
Taux d'accroissement	2,32 %
Population 2019 (hbts)	4 996
Population 2046 (hbts)	9 281
Consommation spécifique BF	25 l/jr/hbt
Consommation spécifique BP	40 l/jr/hbt
Besoin de production	482,66 m³/j
Pompe 18 m³/h – Forage n°1	
Forage AEP / Débit	18 m³/h
Côte du terrain naturel	319 m
Niveau dynamique	40 m
Côte du niveau dynamique	279 m
Débit d'exploitation	18 m³/h
Électropompe (Marque / Modèle)	Grundfos SP18-10
Hauteur Manométrique Totale	76 m
Puissance	5,71 kW
Énergie solaire – Puissance crête	15,50 kWc
Modules	16 modules de 630 Wc
Groupe électrogène	30 kVA
Pompe 12 m³/h – Forage n°2	
Forage AEP / Débit	12 m³/h
Côte du terrain naturel	317 m
Niveau dynamique	40 m
Côte du niveau dynamique	277 m
Électropompe (Marque / Modèle)	Grundfos SP18-8
Débit d'exploitation	12 m³/h
Hauteur Manométrique Totale	76 m
Puissance	5,5 kW
Énergie solaire – Puissance crête	13,20 kWc
Modules	12 modules de 630 W
Groupe électrogène	25 kVA
Conduite d'adduction – Total	2111 m
Diamètre des conduites d'adductions	PEHD PN10 ; 90mm, 110 mm et 140mm
Château d'eau (commun aux deux forages)	
Type de réservoir	Métallique
Forme	Cylindrique
Capacité utile retenue	150 m³
Hauteur de la cuve	5 m
Hauteur de la flèche	0,03 m
Diamètre de la cuve	6,12 m
Hauteur sous radier	10 m

Côte TN du château	330 m
Conduites de distribution	
Conduite de distribution (PeHD PN10)	Compris en DN 75 à DN 280
Réseau total	15 327 m
Points de desserte	
Nombre de bornes-fontaines (BF)	14
Robinets par BF	03
Branchements particuliers exprimés	743
Coût estimatif des travaux	
Coût global de l'AEP (FCFA TTC)	539 129 079
Prix du m³ d'eau (FCFA)	188
Mode de gestion	
Système de gestion	Gestion ONEA

INTRODUCTION

« L'accès à l'eau potable est un besoin humain fondamental et par conséquent, un droit humain fondamental » disait Kofi Annan, dans son message lors de journée mondiale de l'eau le 22 mars 2001. L'accès à l'eau potable constitue un véritable défi pour la plupart des pays en développement, notamment les pays d'Afrique subsaharienne. Le Burkina Faso demeure confronté à des difficultés dans la satisfaction des besoins en eau potable des populations en zone rurale, malgré un taux d'accès de **71,5%.** En milieu urbain avec un taux d'accès de **91,8%** (INO 2024), nous observons encore une certaine disparité, et ce, malgré les efforts fournis par l'état et ses partenaires. Ces difficultés structurelles accentuent la vulnérabilité des communautés rurales, où les populations restent confrontées à des contraintes d'approvisionnement et des risques sanitaires liés à l'utilisation des ressources hydriques non sécurisées.

Pour un développement socio-économique et une amélioration de la santé publique des populations, relever ce défi devient un impératif. Alors plusieurs actions ont été initiées par le gouvernement du Burkina Faso pour améliorer significativement le taux d'accès, avec le programme National d'approvisionnement en eau potable (PN-AEP 2016-2030), le programme d'approvisionnement en eau et assainissement (PAEA) lancé en 2019, et le programme eau potable en milieu rural (PEPA-MR), qui ont permis la réalisation de certains ouvrages. En dépit de l'existence de certains ouvrages hydrauliques tels que les pompes à motricités humaines, les puits modernes et PEA (poste d'eau autonome), force est de constater que les besoins en eau des populations ne sont pas couverts. Et cela pourrait s'expliquer par une forte croissance démographique, la mauvaise gestion des ouvrages existants ainsi que la migration des populations due à la crise sécuritaire et/ou à la recherche de meilleures conditions de vie. Dans ce contexte, la mise en œuvre d'un système d'Adduction en Eau Potable Simplifiée (AEPS) se présente comme une alternative technique adaptée, offrant une solution durable pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable.

Dans le cadre de l'amélioration des services d'eau et d'assainissement dans la région de Nando, IRC Sahel met en œuvre un projet financé par l'Union européenne visant à renforcer durablement l'accès à l'eau potable dans plusieurs communes, dont celle de Sabou. Malgré les efforts consentis et les infrastructures existantes, la situation reste préoccupante. Quelle solution d'adduction en eau potable pour répondre durablement aux besoins de la population de Nabadogo ? Ce mémoire porte sur le village de Nabadogo, dans la commune rurale de Sabou,

où **43,3%** de la population n'ont pas accès à l'eau potable, et a pour thème ***: « Étude technique pour la réalisation d'un Système d'Approvisionnement en eau potable (AEP) à NABADOGO dans la commune de Sabou, Région des Nando ».*** Il s'inscrit dans une démarche visant à développer une solution technique optimale, adaptée aux réalités locales, afin de couvrir la demande croissante en eau potable dans le village de Nabadogo. Pour mieux répondre à cette problématique, ce rapport présentera d'abord la zone d'étude du projet, ensuite, fera un état des lieux et présentera la méthodologie de travail. A l'issue de cette phase, nous présenterons les résultats obtenus et nous terminerons par l'étude financière, la notice d'impact environnemental et les recommandations.

I. Présentation complète de la structure d'accueil et de la zone d'étude du projet

I.1 Présentation de la structure d'accueil

I.1.1 Généralités

Notre structure d'accueil, IRC WASH (International Water and Sanitation Center), est une organisation non gouvernementale fondée en 1968 et d'origine néerlandaise. L'ONG IRC WASH est au Burkina Faso depuis 2012, et se positionne dans le domaine de l'eau, hygiène et assainissement. Se conformant aux objectifs du développement durable (ODD 6), elle se focalise sur la conception et la mise en œuvre des approches innovantes qui ont pour objectif d'assurer un accès durable et universel de l'eau potable, des services d'assainissement et de l'hygiène à l'horizon 2030, le tout dans le respect et l'équité. Sa principale mission est d'accompagner les populations et les services déconcentrés de l'état, dans la mise en œuvre des politiques WASH visant à améliorer les conditions de vie et de santé publique.

IRC WASH est dans une démarche de travail synergique, en mettant à contribution les experts Wash, l'administration publique et privée, les organisations non gouvernementales, les décideurs politiques et bien sûr, les populations bénéficiaires. Elle fait alors la promotion de la concertation afin qu'ensemble ils puissent relever les défis de l'eau et assainissement au Burkina Faso. A l'échelle mondiale, la structure est présente dans 8 pays que sont : le Burkina Faso, l'Ethiopie, le Ghana, le Honduras, l'Inde, le Mali, le Niger et l'Ouganda. Elle collabore avec des partenaires techniques et financiers comme l'Union européenne et bien d'autres pour accroitre son portefeuille afin de répondre efficacement aux besoins des populations. Cette orientation stratégique vise à améliorer de manière significative l'efficacité des interventions en matière d'accès à l'eau potable et aux services d'assainissement.

Son organisation interne se présente comme suit



Figure 1: Organigramme de l'ONG IRC WASH

I.1.2 Domaine de compétences

Les domaines d'intervention de IRC WASH (International Water and Sanitation Centre) couvrent les champs d'activité suivants :

- Eau ;
- Hygiène ;
- Assainissement ;
- Sensibilisation ;
- Plaidoyer ;
- Développement économique ;
- Planification et surveillance.

I.2 Présentation de la zone d'étude

I.2.1 Situation géographique et administrative du village de Nabadogo

Notre zone d'étude, le village de Nabadogo, se trouve dans la commune rurale de Sabou, qui se trouve dans la région du Nando, conformément au nouveau découpage administratif du territoire national qui réorganise le pays en 17 régions. La commune de Sabou est bornée par sept (07) communes, représentées comme suit :

- ✓ la commune de Kokologho à l'Est ;
- ✓ les communes de Sourgou et de Pouni à l'ouest ;
- ✓ les communes de Poa et de Ramongo au Nord ;
- ✓ les communes de Kayao et de Thyou au Sud.

La commune est composée de quatorze (14) villages, notamment : Bourou, Godé, Ipendo, Koupela, **Nabadogo**, Nadiolo, Namaneguema, Nariou, Nibagado, Ouezzindougou, Sarana, Savili, Tanghin Wobdo et Sabou (chef-lieu de la commune). Elle a une superficie de 449 km² avec une population estimée à 61 193 habitants, dont 15 060 en milieu urbain et 46 133 en milieu rural, selon les résultats du 5e Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2019. La figure2 illustre parfaitement cette situation géographique du village de Nabadogo (PCD, Sabou 2021).

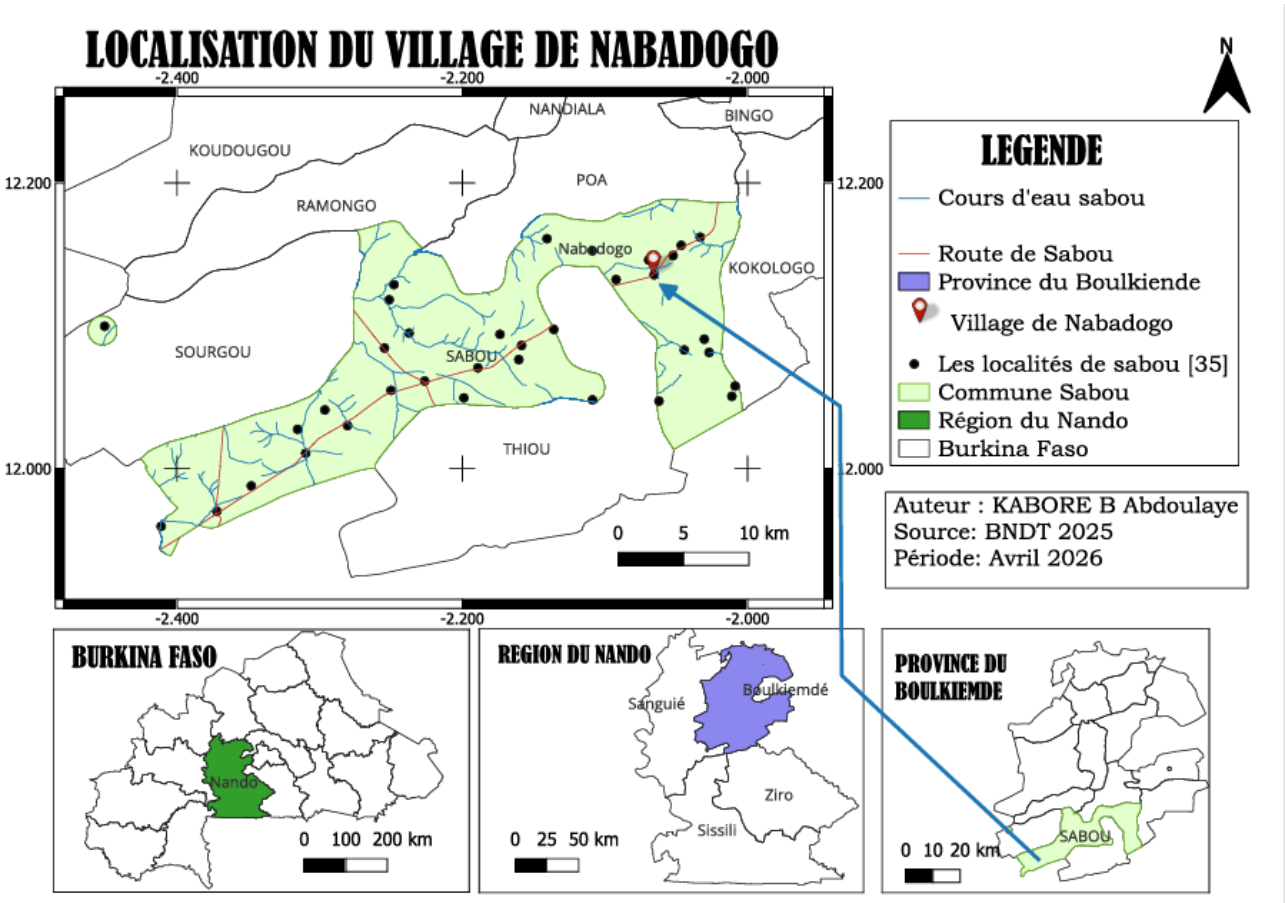


Figure 2:carte de la localisation de Nabadogo

I.2.2 Reliefs et sols

La commune de Sabou s'inscrit dans un cadre géomorphologique caractéristique des zones soudano-sahéliennes, marqué par une pénéplaine faiblement ondulée, parsemée de cuvettes naturelles et drainée par un réseau hydrographique temporaire. Le relief, globalement peu

contrasté, présente toutefois une organisation topographique perceptible, avec des altitudes relativement plus élevées au sud et au sud-est, tandis que les zones déprimées correspondent aux axes préférentiels d'écoulement et aux bas-fonds. Cette configuration du milieu physique entraine un ruissellement très important des eaux de surfaces. Ainsi, les pluies occasionnent des ruissellements diffus qui se dirigent vers les zones les plus basses de la ville, où on retrouve une concentration des flux hydriques. L'eau collectée dans ces zones basses se transforme en zone de transit, de stockage temporaire des eaux et constitue une zone d'infiltration pour la recharge de la nappe.

Ces bas bas-fonds temporaires ont été aménagés dans certaines localités de la commune comme Nabadogo,Nariou, Savili et Tanghin Wobdo, en vue de mettre en valeur les sols, d'améliorer la productivité agricole et de sécuriser les activités de la période humide. Cependant, ces actions ont contribué à dénaturer la dynamique hydraulique de la zone. Et cela pourrait augmenter le risque d'inondation lors de certains événements pluvieux prolongés et intenses. Ainsi, bien que ces aménagements constituent un levier important de développement local, ils nécessitent une gestion rigoureuse afin de limiter les risques associés à la submersion et de préserver l'équilibre hydrologique du milieu (PCD, Sabou 2021).

I.2.3 Climat et pluviométrie

Le climat s'inscrit dans le domaine soudano-sahélien et joue un rôle déterminant dans le fonctionnement des écoulements pluviaux. Il est marqué par une nette alternance saisonnière, avec une longue période sèche s'étendant sur six à sept mois, suivie d'une saison des pluies relativement brève, généralement comprise entre quatre et cinq mois. Les données pluviométriques de la commune montrent une oscillation de la hauteur des pluies entre 688,6mm et 1017 mm, avec une répartition très irrégulière durant l'année. Les pluies se manifeste en succession d'averse très cours, mais assez intense, faisant place à une plus ou moins allongée d'accalmie. Ce type de pluviométrie ne permet pas une bonne infiltration des eaux et entraine un fort ruissellement. Cela a pour conséquence la dégradation des sols à travers le phénomène de l'érosion, pour donner des sols dénudés. Pendant ce temps les zones basses sont sujettes à des inondations d'autant plus que la commune n'est pas dotée de suffisamment d'ouvrages de drainage des eaux pluviales. Cette situation présente une double conséquence pour la commune. Premièrement, une sécheresse accrue et prolongée quand la pluviométrie et faible, pouvant affecter directement les activités agro silvo-pastorales. Et deuxièmement, elle peut engendrer des pertes de culture, d'infrastructures, et même humaines à cause de la violence et de l'abondance. Face à cette réalité, il devient nécessaire pour la commune d'insérer la

gestion des eaux pluviales dans la planification territoriale, afin de préserver les populations et aussi d'assurer la sécurité alimentaire (PCD, Sabou 2021).

I.2.4 Végétation et faune

Elle a une végétation de type savane arborée et arbustive, dont la majorité est représentée par des espèces telles que les baobabs, le karité et le néré. Cependant, cette végétation connait une dégradation avancée, menaçant certaines espèces, de fait de l'action anthropique de l'homme, associé aux effets du changement climatique. Il est alors impératif de mettre en place des mesures de protection urgentes face à cette situation. Eu égard à cette situation, la comme possède une forêt départementale d'une superficie avoisinant 68 ha qui est une source écologique assez importante.

Par ailleurs, elle a une quantité faunique très limitée en termes de petit gibier, une situation qui s'accentue avec certaines pratiques coutumières et traditionnelles comme : « les battues annuelles », organisé par les populations, qui occasionnent la diminution rapide de cette population des petits gibiers. L'ensemble de ces pressions exercées sur la flore et la faune met en évidence un écosystème fragilisé, dont l'équilibre devient de plus en plus précaire (PCD, Sabou 2021).

I.2.5 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est essentiellement constitué de marigots, correspondant à des cours d'eau temporaires. Ces derniers assurent la collecte des eaux de ruissellement issues des précipitations et leur acheminement vers des plans d'eau. Toutefois, en raison du caractère saisonnier du régime hydrologique, la plupart de ces écoulements s'assèchent complètement à la fin de la saison des pluies.

Par ailleurs, la commune dispose de sept retenues d'eau, recensées dans la Base nationale de Données Topographiques (BNDT, 2012) de l'Institut Géographique du Burkina (IGB). Ces ouvrages hydrauliques sont principalement destinés à l'abreuvement du cheptel et aux activités maraîchères, contribuant ainsi au soutien des moyens de subsistance locaux. En ce qui concerne l'alimentation en eau potable, la ville de Sabou est desservie par un système moderne d'adduction d'eau potable (AEP), assurant une distribution relativement fiable aux populations (PCD, Sabou 2021).

I.2.6 Géologie

La géologie de la commune rurale de Sabou s'inscrit dans le vaste ensemble du socle précambrien métamorphique et éruptif, qui occupe environ les trois quarts du territoire national burkinabè. Ce socle appartient au craton ouest-africain et s'est mis en place au cours de l'orogenèse éburnéenne, entre 2,2 et 2,0 milliards d'années. Depuis cette période, les mouvements tectoniques majeurs sont restés insignifiants, conférant à la région une stabilité structurale relative, seulement marquée par quelques systèmes de fractures et de failles héritées des phases de déformation anciennes. Le socle précambrien de la zone comprend principalement des roches granitiques (granites et granitoïdes) et des roches métamorphiques plissées, notamment des schistes, des migmatites et des gneiss, résultant du métamorphisme et de la déformation de formations volcano-sédimentaires birimiennes. Ces formations se caractérisent par une faible perméabilité primaire, l'essentiel de la circulation des eaux souterraines s'effectuant à la faveur des discontinuités secondaires : fractures, diaclases et zones

Figure 3:Réseau hydrographique de Sabou

L'altération météorique de ce socle a généré, en surface, une épaisse couverture de matériaux meubles (arènes granitiques, latérites et argiles), dont l'épaisseur et la nature conditionnent fortement les caractéristiques hydrogéologiques locales. Cette configuration géologique explique le recours généralisé aux forages captant les aquifères de socle, dont la productivité dépend étroitement de la densité de fracturation et du degré d'altération de la roche mère — un paramètre déterminant pris en compte dans le choix et l'implantation des ouvrages de captage du présent projet d'AEPS. (PCD, Sabou 2021)

I.2.7 Hydrogéologie

Les eaux souterraines de la région sont classées d'abondance bonne dans la classification nationale des unités hydrogéologiques. A l'issue de son programme hydraulique en 1998, le volet hydraulique du PDR/Sissili du 6ème Fonds Européen de Développement (FED) classe cette région comme une zone à bonne potentialité en eau souterraine. Les ressources en eau souterraine de la région du Centre-Ouest varient d'une zone à une autre en fonction des éléments géomorphologiques en présence. La nappe phréatique est accessible à 20 mètres de profondeur

en moyenne. Aux abords des cours d'eau et rivières, la nappe phréatique est accessible entre 05 à 10 mètres, tandis qu'elle se situe à 30 mètres environ dans les autres endroits. (ZONGO H. Rapport de Notice d'Impact Environnemental et Social, 2019).

I.2.8 Accessibilité et transport

La commune de Sabou occupe une position stratégique en tant que point de convergence routier, puisqu'elle est traversée par les routes nationales n°1 et n°13. Elle dispose également de deux principaux espaces de stationnement, notamment une autogare et un parking. Outre ce qui est déjà cité, la commune dispose d'un vaste réseau de pistes rurale, reliant le chef-lieu de la commune aux différents villages. Cependant, ces voies sont dans un état de dégradation avancé, laissant apparaitre des ravinements et des bas-fonds à certains endroits. Cela contribue à rendre difficile l'accessibilité des certaines zones, surtout pendant la saison des pluies. Pour ce qui est des transports en commun, la commune dispose d'une ligne exploitée par la SOTRACO, qui permet de rallier la ville de Koudougou à partir de Sabou. En dehors de ce service, les déplacements des populations ainsi que le transport des marchandises reposent essentiellement sur des moyens privés tels que les bicyclettes, les charrettes, les tricycles, les motocyclettes et les véhicules.

Cependant, l'insuffisance et la détérioration du réseau routier, associées à la faiblesse des moyens de transport disponibles, constituent un obstacle majeur au développement socio-économique de la commune. Cette situation entrave notamment l'évacuation des productions agricoles, l'approvisionnement en intrants et l'accès des populations aux services sociaux essentiels tels que les structures sanitaires, les établissements scolaires et les services administratifs (PCD Sabou 2021).

I.2.9 Religions et ethnies

Elle est composée en majorité de Mossi de près de 85% de la population et en minorité de 15% constitué de Gourounsi et Peuls. Sur le plan religieux, la commune se distingue également par une certaine diversité, marquée par la coexistence de l'Islam, du Catholicisme et du Protestantisme. Néanmoins, il est important de noter qu'il y a une certaine persistance de l'animisme qui occupe une place importante dans vie des populations, à travers les pratiques et rites culturels.

Ce multiculturalisme, dans un tel contexte, est un atout significatif pour enclencher le développement local. Elle permet une bonne et solide cohésion sociale, et une solidarité franche

entre les populations, qui contribuent à améliorer leur capacité de résilience pour faire face aux enjeux du développement (PCD, Sabou 2021).

I.2.10 Dynamique de la population

D'après les données officielles de l'INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie), la population résidant de Nabadogo s'élevait à 4996 habitants lors du Recensement de 2019. Cette population se caractérise par une croissance démographique notable, estimée à 2,32 % durant la période intercensitaire 2006-2019. Si cette tendance se poursuit au même rythme, les projections démographiques laissent envisager un doublement de la population au cours des trois prochaines décennies, avec un effectif prévisionnel atteignant 9281 habitants à l'horizon 2046.

Une telle évolution démographique souligne la nécessité d'une planification rigoureuse et anticipative des infrastructures. (PCD, Sabou 2021).

I.2.11 Organisation administrative et politique

La forme d'organisation sociale dominante dans la commune de Sabou ressemble à celle des structures sociales du plateau mossi, centrée sur le lien de sang qui lie les membres d'un même lignage ou famille appelé « buudu ». Cette forme d'organisation traditionnelle de la société est basée sur le principe de la filiation patrilinéaire et du mariage exogamique. Pour la gestion du pouvoir, elle est partagée entre deux grands groupes de peuplement moaga que sont « les « nakomsé et les nioniosé ». Les « nakomsé » sont chargés de la gestion du pouvoir politique ; donc de l'administration du terroir. Les « nioniosé » appelés les « Tingmbisi » sont les détenteurs de la terre et s'occupent de la gestion du pouvoir mystique, religieux et foncier. Ils sont en général les propriétaires terriens.

En matière de chefferie, Sabou est un canton regroupant des villages sous son autorité. C'est ainsi que le chef de Sabou détient le pouvoir de nomination et de révocation des chefs du village. Pour ce qui est de la forme d'organisation sociale chez les autres groupes ethniques, c'est la famille qui constitue la cellule de base du groupe social. Pour ce qui est des relations entre les différents groupes sociaux, on note une bonne cohésion sociale.

Au plan administratif, la Mairie de la commune rurale de Sabou est administrée par un conseil municipal de 31 conseillers. Les 14 villages administratifs ont chacun deux conseillers municipaux qui les représentent au sein du conseil municipal. La mission de la Mairie est d'assurer l'administration de la commune et la promotion du développement communal. Quant

à la Préfecture, elle est dirigée par un Préfet, représentant l'État au niveau du département. Dans le cadre de la politique de décentralisation actuelle, il veille à l'exécution des règlements et décisions dans sa circonscription, coordonne et contrôle les activités des services déconcentrés de l'administration publique présents dans la commune. En outre, le préfet assure le contrôle de tutelle de la collectivité et apporte un appui/conseil au conseil communal (PCD Sabou, 2021).

II. Présentation du projet

II.1 Contexte et problématique

L'accès à l'eau potable est un droit fondamental selon les Nations unies, et mieux encore, il participe au développement socio-économique en améliorant la santé publique des populations. Dans cette logique, le Burkina Faso a conçu et met en œuvre une stratégie nationale pour l'eau bien structurée pour la période 2016-2030. Inscrit dans la dynamique des objectifs du développement durable (ODD), cette stratégie est opérationnalisée à travers le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030 (PN-AEP) visant à garantir l'accès à l'eau potable pour tous. En outre, nous avons le programme d'Approvisionnement en Eau et d'Assainissement (PAEA) adopté le 29 juin 2018 financé par l'État Burkinabè avec un soutien de la Banque Mondiale. Il a pour objectifs d'améliorer significativement l'accès à l'eau potable en prenant en compte la durabilité et l'efficacité, le renforcement de la base des connaissances des ressources en eau pour la GIRE (Gestion Intégrée des Ressources en Eau), ainsi que la responsabilité de la prestation de service d'approvisionnement en eau et d'assainissement en milieu urbain et rural à travers le renforcement du capital humain.

Nonobstant la mise place de programmes bien clairs et structurés, le Burkina Faso demeure confronté à des difficultés persistantes dans la satisfaction des besoins en eau potable des populations, qu'elles soient en zone urbaine ou en zone rurale, en témoigne ces chiffres de **71,5%** de taux d'accès en milieu rural et **91,8%** en milieu urbain. Cela pourrait s'expliquer par une forte croissance démographique, la rareté des ressources, la mauvaise gestion des ouvrages existants ainsi que la migration des populations due à la crise sécuritaire et/ou à la recherche de meilleures conditions de vie.

Afin de participer à la résolution des difficultés que rencontre l'État Burkinabè, IRC Sahel, section Burkina Faso avec l'accord du gouvernement, a mis en place un projet dénommé : ***Partenariat pour le développement des services d'eau et d'assainissement dans la région du Nando (Burkina Faso)*** financé par l'Union européenne (UE). Ce projet est déployé dans les

provinces du Boulkiemdé et du Sanguié, plus précisément dans les communes de Sabou, Sourgou, Réo, Pouni et Zawara et vise à l'amélioration durable des services d'approvisionnement en potable et d'assainissement à travers la conduite des études techniques et la réalisation des ouvrages. C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent mémoire de fin d'études qui porte sur la réalisation d'une étude technique complète pour la mise en place d'un système AEPS dans le village de Nabadogo, commune de Sabou, région des Nando.

II.2 Objectif général

L'objectif général de cette étude est de contribuer à la mise en place d'un Système d'adduction d'eau potable Simplifié (AEPS) à Nabadogo par la réalisation d'une étude d'avant-projet détaillé.

II.3 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques visés par cette étude comprennent notamment les points suivants :

- Concevoir un système d'approvisionnement en eau potable ;
- Faire une évaluation des investissements financiers nécessaires pour la réalisation du projet ;
- Réaliser une notice d'impact environnemental et social.

II.4 Résultats attendus

Il est attendu comme résultats, les points suivants :

- le système d'approvisionnement en eau potable a été conçu ;
- les investissements financiers nécessaires pour la réalisation du projet sont connus ;
- la notice d'impact environnemental et social a été réalisée.

II.5 Les bénéficiaires du projet

Les populations rurales du village de Nabadogo sont les principales bénéficiaires de ce projet. La réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable simplifié leur permettra d'avoir accès à une source d'eau potable en toute sécurité et contribuera à réduire la corvée d'eau.

La commune de Sabou ainsi que ses services techniques, sont les bénéficiaires institutionnelles de ce projet. L'étude permettra de fournir à la commune, des outils d'aide à la décision et aussi à la recherche de finance auprès des différents partenaires.

III. Etats des lieux

III.1.1 États des lieux des infrastructures hydrauliques existantes

Les données issues de l'enquête sur les ouvrages hydraulique, confirmées par l'inventaire national des ouvrages hydrauliques, révèlent que les localités de Nabadogo, (Kelma, Koligdi et Nabadgogho) sont collectivement desservies par dix-huit (18) forages équipés de pompes à motricité humaine (PMH). La figure 4 donne les détails de l'état des lieux sur l'étendue de la zone d'étude.

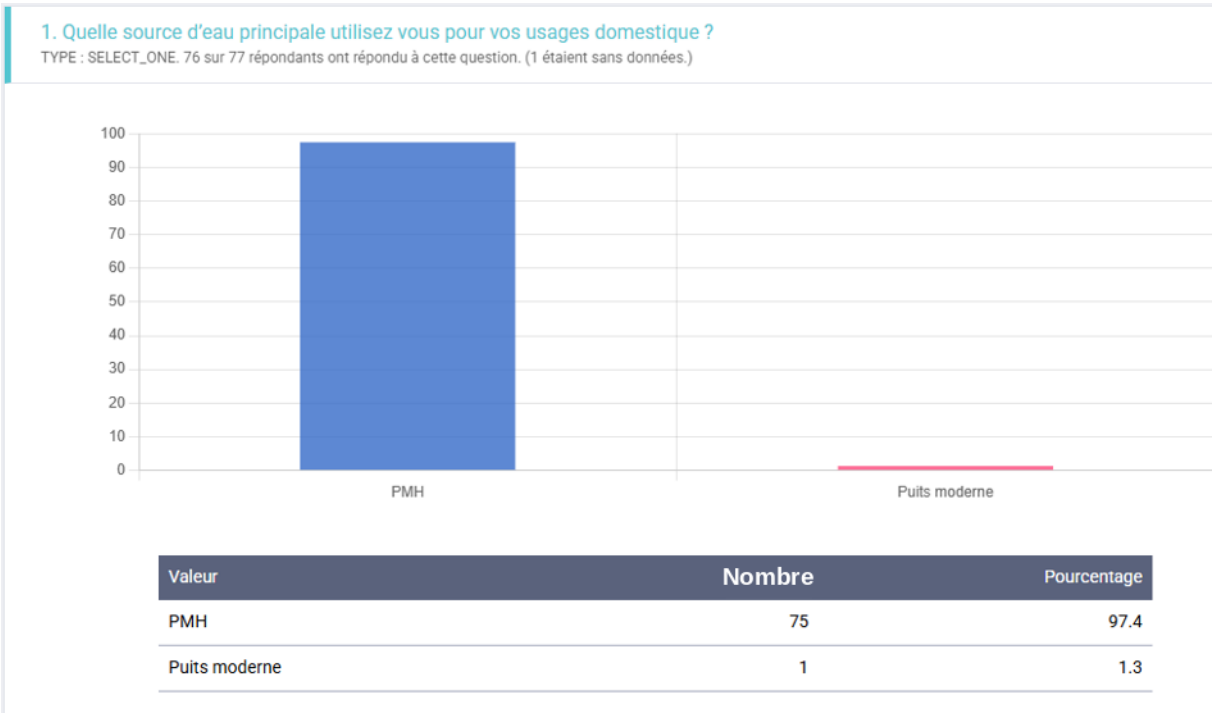
III.1.2 Les résultats l'enquête ménage sur le terrain

III.1.2.1 La source principale d'eau potable

L'enquête ménage a montré que la source d'eau principale utilisée pour l'approvisionnement en eau potable par les populations est la pompe à motricité humaine (PMH), qui est utilisée par plus de 97% de la population. Par ailleurs d'autres sources existent, telles que les puits qui sont utilisés par environ 1,3% de la population. La figure 4 nous donne un résultat graphique.

Les résultats de l'enquête ménages révèlent que l'approvisionnement en eau potable des populations repose majoritairement sur les pompes à motricité humaine (PMH) avec un taux d'accès de 56,7%, utilisée par plus de 97 % des ménages enquêter comme source principale d'eau. Les puits traditionnels, quant à eux, ne représentent qu'une part marginale de 1,3 % des sources utilisées. La répartition détaillée de ces résultats est illustrée à la figure 5.

Figure 4: États des forages existants dans la zone d'étude

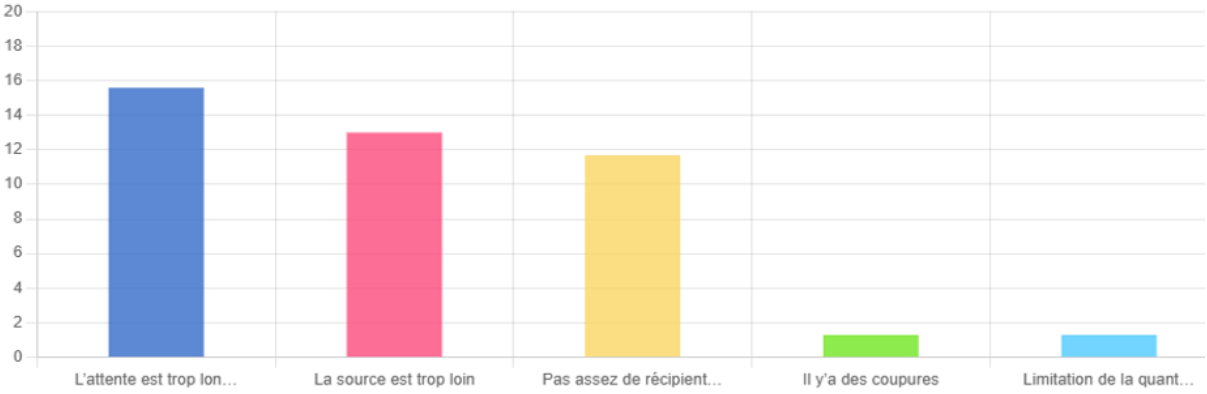


Valeur	Nombre	Pourcentage
PMH	75	97.4
Puits moderne	1	1.3

Figure 5: Source d'eau principale utilisée par les populations

III.1.2.2 Insuffisance de la ressource en eau pour les populations

L'analyse des données terrain nous montre clairement une insuffisance de la ressource en eau. Cette insuffisance est causée par le manque d'infrastructures moderne d'eau potable, ainsi que les longues attentes au niveau des points d'eau existants, et cette situation engendre le plus souvent, une pression et aussi des conflits au niveau de ces points d'eau. Ce qui exprime une inadéquation entre les ouvrages existants et les besoins réels en eau de la population. Donc il est urgent de renforcer le parc des infrastructures hydrauliques pour garantir un meilleur accès et continu en matière d'eau potable. La figure 6 nous donne une illustration graphique.

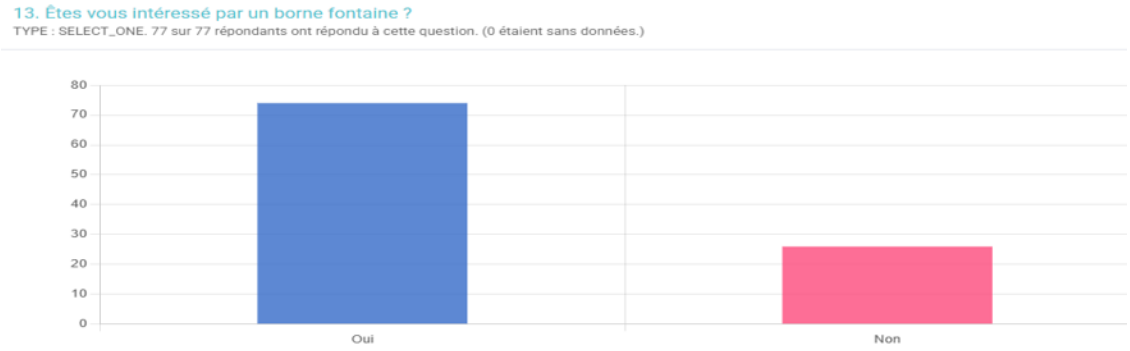


Valeur	Nombre	Pourcentage
L'attente est trop longue à la source	12	15.58
La source est trop loin	10	12.99
Pas assez de récipients de stockage	9	11.69
Il y'a des coupures	1	1.3
Limitation de la quantité d'eau qui peut être collectée au point d'eau	1	1.3

Figure 6:Insuffisance de la ressource

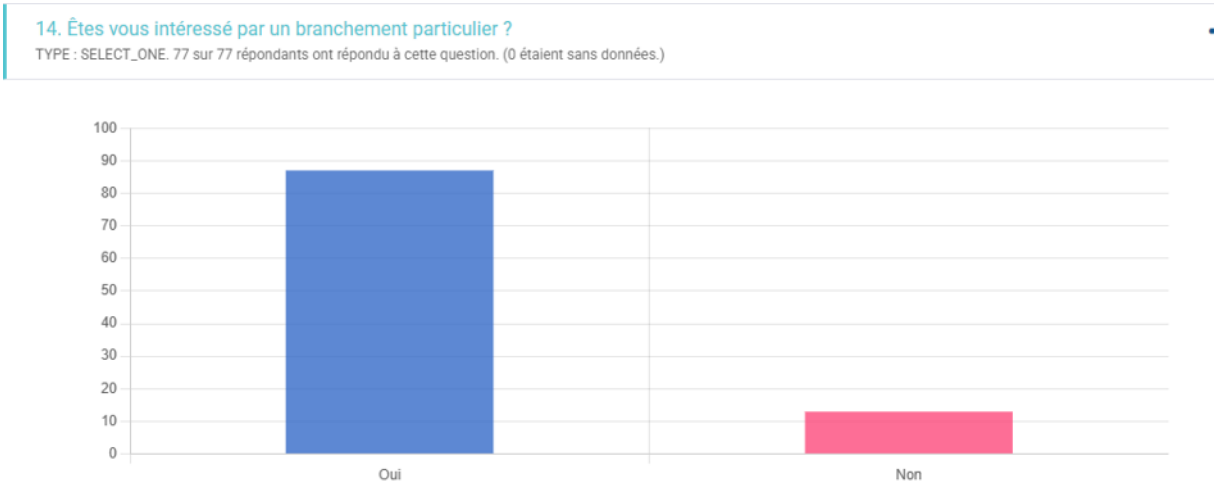
III.1.2.3 Le souhait d'avoir des bornes-fontaines et branchements particuliers

À l'issue de l'enquête ménages, le constat est que la majorité des populations est prête à s'offrir un branchement particulier, ou encore proposent la réalisation de bornes-fontaines pour lesquelles ils s'engagent à payer le coût de l'eau. Ce qui témoigne de l'augmentation significative de la demande en eau. Les figures 7 et 8 nous donnent des détails graphiques..



Valeur	Nombre	Pourcentage
Oui	57	74.03
Non	20	25.97

Figure 7:Adhésion aux bornes-fontaines



Valeur	Nombre	Pourcentage
Oui	67	87.01
Non	10	12.99

Figure 8: Adhésion aux branchements particuliers

:

IV. La méthodologie de conception

IV.1 Méthode de travail

IV.1.1 La revue documentaire

Pour mener à bien cette étude, nous avons fait une recherche documentaire spécifique pour collecter des données et informations nécessaires afin de mieux comprendre le contexte et de mieux cerner la zone d'étude. Cette démarche a consisté à consulter et analyser diverses sources scientifiques, institutionnelles et techniques relatives au secteur de l'alimentation en eau potable au Burkina Faso. Les travaux de mes prédécesseurs, ainsi que les anciens mémoires de fin d'études, ont été d'un appui inestimable dans l'analyse de la problématique de l'accès à l'eau, étoffé par des informations sur la démographie, la géographie et les informations d'ordre socio-économique. Le Programme National d'approvisionnement en Eau Potable ainsi que Plan Communal de Développement ont permis d'identifier clairement les priorités de la commune en termes d'accès à l'eau et aussi de situer le cadre des politiques et stratégies nationales en matière d'eau potable au Burkina Faso. D'autres documents tels que les rapports de Recensement Générale de la Population et de l'Habitat (RGPH), les données de l'inventaire national des ouvrages hydrauliques ont permis d'avoir des données démographiques et techniques très importantes pour notre analyse.

Tous ces documents, nous ont permis d'élaborer un cadre de référence très fiable pour notre étude, afin d'évaluer les besoins réels de la population.

IV.1.2 Collecte de données

Afin de disposer d'une base d'information solide pour la conception et le dimensionnement du système, la collecte de données a porté sur trois volets essentiels : les caractéristiques socio-économiques de la population concernée, les données topographiques de la région d'étude et les ressources en eau mobilisables. L'ensemble de ces données a par la suite été soumis à un traitement et une analyse rigoureuse au moyen des logiciels tels que : Epanet, AutoCad, QGIS, le pack Office, Google Earth Pro et Kobo Collect.

IV.1.3 Sortie terrain

Au cours de la sortie terrain, des enquêtes sociales ont été menées auprès des acteurs locaux afin de recueillir les informations de base indispensables à l'étude. Les infrastructures constitutives du système AEP ont été recensées et géolocalisées tels les forages et puits. Une enquête auprès de 100 ménages a également permis de cerner les habitudes actuelles d'approvisionnement en eau et d'identifier les besoins futurs de la population en eau potable.

Ainsi, le tracé du réseau accompagné des implantations des bornes-fontaines a été validé par les populations. Cette validation a été un élément précurseur pour continuer le dimensionnement selon les aspirations de la population.

IV.1.4 Le traitement des données collectées

Le traitement des données représente une partie très importante dans l'étude, car, il a permis de faire une conception technique, tout en combinant les aspects hydrauliques et l'optimisation des coûts en intégrant les besoins spécifiques des populations. Les résultats des observations de terrain ont servi de référentiel de base, complétée par un traitement numérique des données réparti entre plusieurs logiciels aux fonctions complémentaires.

IV.2 Méthodologie de conception

La démarche méthodologique adoptée repose sur une approche analytique, prospective et comparative, articulée autour de quatre grandes phases complémentaires :

- l'analyse du contexte a permis d'établir un état des lieux exhaustif de la zone d'étude, pour identifier les contraintes techniques, environnementales et institutionnelles susceptibles d'influencer la conception du système ;
- l'évaluation des besoins et la projection à l'horizon 2046. Cette phase a abouti à la détermination des besoins journaliers de pointe et du débit de dimensionnement à l'horizon 2046 ;
- la conception du système, qui s'est reposé sur une démarche normative et comparative;
- l'évaluation financière nécessaire à la réalisation du projet.

IV.2.1 Horizon du projet

L'horizon retenu pour cette étude repose sur une analyse prospective intégrant les dynamiques démographiques, économiques et sociales de la zone du projet, en vue d'anticiper les besoins futurs en eau potable des populations concernées. La conception du système tient compte de durée de vies des différentes infrastructures, afin d'offrir un ouvrage qui répond aux aspirations des populations, de qualité et respecte des normes.

Conformément aux termes de référence (TDR) du projet, le système est conçu pour assurer les besoins des populations jusqu'à l'horizon 2046, soit une durée de 19 ans d'exploitation, avec une mise en service dès 2027.

IV.2.2 Le taux de croissance de la population

Le taux d'accroissement de la population rend compte de la variation proportionnelle du nombre d'habitants au sein d'une entité géographique sur une période de référence, et s'exprime généralement en pourcentage annuel. Dans le cadre de cette étude, le taux d'accroissement du village de Nabadogo a été calculé en exploitant les données démographiques du RGPH 2019 et celles de l'INO 2024, selon le modèle de croissance géométrique proposé par Thomas Malthus, formalisé comme suit :

$$\tau = \left[\left(\frac{P_{2019}}{P_{2006}}\right)^{\left(\frac{1}{n}\right)} - 1\right] \times 100 \;\; avec \;\; \begin{cases} P_{2024} : population\ de\ 2006 \\ P_{2019} : population\ de\ 2019 \\ n : le\ nombre\ d'années \end{cases} \qquad \mathbf{1}$$

IV.2.3 Estimation de la population à l'horizon du projet

Afin de projeter l'évolution de la population sur la période de dimensionnement du système d'AEPS, le modèle de croissance géométrique de Thomas Malthus a été adopté. Ce choix

s'explique par le type de donnée démographique disponible ainsi que la capacité du modèle malthusien à rendre avec fiabilité les dynamiques de croissance des zones rurales où la progression suit un régime plus ou moins régulier.

Ce modèle de croissance géométrique stipule que l'évolution de la population suit une progression à taux constant. Le calcul se fait avec l'équation II

$$P_n = P_0 \times (1+\tau)^n avec \begin{cases} P_n : \text{population projetée à l'horizon cible} \\ P_0 : \text{population de référence à l'année initiale} \\ \tau : \text{taux d'accroissement annuel moyen de la population} \\ n : \text{nombre d'années de la période de projection} \end{cases} \quad \mathbf{2}$$

IV.2.4 Estimation du taux de desserte

Selon les orientations du Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030), le taux d'accès à l'eau potable en milieu rural est appelé à progresser de 65 % en 2015 pour atteindre 100 % à l'horizon 2030. La répartition des modalités de desserte prévue dans ce programme se décline comme suit : 24 % des abonnés approvisionnés via des bornes-fontaines (BF), 56 % par Branchements Privés (BP) et 20 % par Points d'Eau Modernes (PEM). En termes de capacité de desserte, chaque Branchement Privé est dimensionné pour alimenter en moyenne 10 personnes, tandis qu'une borne-fontaine couvre environ 500 personnes (MEA, 2016).

L'horizon de planification du présent projet excédant la période de référence du PN-AEP, et n'ayant pas un autre référentiel national, le taux de desserte global de 80 % retenu par ce programme a été maintenu comme valeur de référence pour le dimensionnement du système.

IV.2.5 Évaluation de consommation spécifique

La consommation spécifique (Cs) traduit le volume d'eau consommé quotidiennement par habitant pour couvrir l'ensemble de ses besoins essentiels. Exprimée en (l/j/hbt), elle constitue l'un des paramètres clés sur lesquels repose le dimensionnement des infrastructures d'alimentation en eau potable. L'enquête socio-économique conduite auprès de la population de la zone d'étude a révélé une consommation spécifique observée de 24 l/j/pers. Pour mener à bien les études de ce projet, nous avons choisi de retenir les valeurs du décret N°2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS du 13 mars 2019 relatif aux normes d'accès à l'eau potables. Ce décret retient une consommation spécifique de 25 litres/ jour/ personne pour les bornes-fontaines et 40 litres / jour / personnes pour les branchements particuliers. Ces valeurs ont été établies en prenant en compte l'amélioration du service public de l'eau et aussi l'augmentation progressive des besoins en eau des populations sur le long terme (MEA, 2019).

IV.2.6 Les besoins en eau journaliers

C'est le volume d'eau journalier nécessaire pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population à l'horizon de planification donné. Il est d'une importance capitale dans la conception d'un système d'AEP, car il permet d'appréhender l'évolution de la demande en eau des populations et d'encadrer les décisions entant dans le cadre des ressources allouées et au dimensionnement des infrastructures de production et de distribution. Ces besoins se structurent en deux catégories distinctes :

- Les besoins domestiques journaliers ;
- Les besoins annexes.

IV.2.6.1 Les besoins moyens journaliers domestiques

Ils correspondent aux usages quotidiens des ménages, notamment l'alimentation en eau potable, la préparation culinaire, l'hygiène corporelle et l'entretien du foyer.

$$B_d = B_{mj/BF} + B_{mj/BP} \; avec \begin{cases} B_d : Besoins\ moyens\ jounaliers\ domestiques \\ B_{mj/BF} : Besoins\ moyens\ journaliers\ aux\ BF \\ B_{mj/BP} : Besoins\ moyens\ journaliers\ aux\ BP \end{cases} \quad \mathbf{3}$$

$$B_{mj/BF} = \frac{P_{n/BF} \times C_{sp/BF}}{1000} \; avec \begin{cases} B_{mj/BF} : Besoins\ moyens\ jounaliers\ aux\ BF\ (m^3/jour) \\ P_{n/BF} : Nombre\ de\ population\ à\ déservir\ aux\ BF \\ C_{sp/BF} : Consommation\ Spécifique\ aux\ BF\ (l/s/hbt) \end{cases} \quad \mathbf{4}$$

$$B_{mj/BP} = \frac{P_{n/BP} \times C_{sp/BP}}{1000} \; avec \begin{cases} B_{mj/BP} : Besoins\ moyens\ jounaliers\ au\ BF\ (m^3/jour) \\ P_{n/BP} : Nombre\ de\ population\ à\ déservir\ aux\ BP \\ C_{sp/BP} : Consommation\ Spécifique\ aux\ BP\ (l/s/hbt) \end{cases} \quad \mathbf{5}$$

$$B_d = \frac{P_{n/BP} \times C_{sp/BP} + P_{n/BF} \times C_{sp/BF}}{1000} \quad \mathbf{6}$$

IV.2.6.2 Les besoins annexes journaliers

Ils correspondent aux volumes d'eau nécessaire pour des infrastructures collectives et équipements tels que les centres de santé, les écoles, les marchés, les lieux de cultes ainsi que les sites d'orpaillage, qui mobilisent une quantité importante de ressources en eau pour leurs activités.

Conformément aux pratiques régulièrement rencontrés dans le cadre du dimensionnement, les besoins sont évalués entre 10% et 15%. Dans le cadre de cette étude, nous évaluons les besoins annexes pour 10%, car nous n'avons pas beaucoup d'infrastructures collectives, même avec la

projection sur l'horizon du projet. Par ailleurs il est prévu de faire un raccordement à l'ensemble des infrastructures collectif.

$$B_{annexes} = 10\%B_d \; avec \begin{cases} B_{annexes}: Besoins\ annexes \\ B_d: besoins\ journaliers\ domestiques \end{cases} \quad \mathbf{7}$$

IV.2.6.3 Les besoins moyens journaliers totaux

Les besoins moyens journaliers totaux constituent la résultante de la somme des besoins domestiques journaliers et des besoins annexes. Cet indicateur global traduit le volume d'eau total devant être mis à disposition chaque jour pour couvrir l'intégralité de la demande en eau potable de la zone desservie, aussi bien pour les usages ménagers que pour les équipements collectifs. Ils sont calculés selon la formule ci-après :

$$B_{mj} = B_d + B_{annexes} \; Avec \begin{cases} B_{mj}: \text{Les besoins moyens journaliers totaux} \\ B_d: Besoins\ moyens\ jounaliers\ domestiques \\ B_{annexes}: \text{Les besoins annexes} \end{cases} \quad \mathbf{8}$$

IV.2.7 Evaluation de la variation de la demande

La demande varie temporairement de façon saisonnière, hebdomadaire et même horaire. Cette variation devient plus importante pendant les jours de marché, des week-ends, les fêtes ainsi que les cérémonies diverses où il y a de grands rassemblements. Pendant ces événements, nous constatons des pics de consommations, dont la prise en compte est impérative dans le dimensionnement. Pour la prise en compte de ces aspects, nous utiliserons des coefficients de pointes. Deux coefficients sont retenus dans cette étude : le coefficient de pointe journalier (Cpj) et le coefficient de pointe horaire (Cph). Le calcul du coefficient de pointe journalière (Cpj)

Le coefficient journalier de pointe (Cpj) est un paramètre très important dans le dimensionnement des systèmes d'AEP. Il quantifie les fluctuations de la demande en eau à l'échelle hebdomadaire en exprimant, sous forme de ratio, l'écart entre la consommation enregistrée lors de la journée de demande maximale et la consommation journalière moyenne.

Le coefficient de pointe n'est pas un paramètre saisonnier, ce qui rend son utilisation plus facile dans le dimensionnement. Il est établi à une valeur de 1,05 pour les centres urbains et 1,15 pour les centres ruraux (MEMTI). Nous retiendrons la valeur de 1,15 pour notre projet.

IV.2.7.1 Le calcul du coefficient de pointe horaire (Cph)

Le coefficient de pointe horaire (Cph) traduit l'intensité des fluctuations de la demande en eau à l'échelle infra-journalière. Il correspond au rapport entre le volume consommé durant l'heure

de pointe et la consommation horaire moyenne de la journée, permettant ainsi d'anticiper les pics de demande auxquels le système doit être en mesure de répondre. Ce coefficient est déterminé soit par des analyses statistiques réalisées sur des systèmes d'alimentation en eau similaires, soit par l'application de formules empiriques. La présente étude s'appuie sur la formule empirique du Génie Rural (France), largement utilisée dans les projets d'hydraulique rurale.

$$C_{ph} = \frac{2{,}5}{\sqrt{Q_{mh}}} + 1{,}5 \quad avec \begin{cases} C_{ph} : Coefficient\ de\ point\ horaire \\ Q_{mh} : Débit\ horaire\ moyen\ en\ m^3/h \end{cases} \qquad \mathbf{9}$$

Le tableau 1 récapitule les plages de variation du coefficient horaire de pointe suivant la taille de la population desservie.

Tableau 1:Plage des variations du coefficient de pointe horaire

Population (hbts)	< 10 000	10 000 à 50 000	50 000 à 200 000	>200 000
C_{ph}	2,5 à 3	2 à 2,5	1,5 à 2	1,5

Source : BONNIN, J 1986

Compte tenu du fait que la population de la zone du projet est inférieure à 10 000 habitants, le coefficient de pointe horaire applicable au dimensionnement du présent système d'AEPS est compris entre 2,5 et 3.

IV.2.8 Rendement du réseau

Le transfert de l'eau de la source jusqu'aux usagers, ainsi que les opérations de maintenance des ouvrages de stockage, s'accompagnent inévitablement de pertes en eau dont le volume dépend de l'état des infrastructures en place. Pour assurer une couverture adéquate des besoins réels des populations desservies, les besoins de consommation doivent être majorés afin d'intégrer ces pertes dans le calcul des débits à produire et à distribuer.

Ces pertes résultent principalement de trois facteurs : les fuites au sein du réseau de distribution, liées à des conduites percées, des joints détériorés ou des appareils hydrauliques défectueux ; les fuites et débordements des réservoirs de stockage ; ainsi que les volumes consommés lors des opérations de nettoyage et de lavage des réservoirs. En raison de la complexité inhérente à leur estimation précise, les valeurs couramment admises en pratique sont comprises entre 10 % et 20 % (BONNIN, J 1986). Pour le dimensionnement du présent projet, un taux de pertes de 10 % a été retenu, ce qui correspond à un rendement global du réseau de 90 %.

IV.2.9 L'évaluation de la demande et des besoins du jour de pointe

IV.2.9.1 Les besoins du jour de pointe

Le besoin du jour de pointe exprime le volume maximal d'eau qu'un usager consommerait lors de la journée de demande la plus intense, sans être soumis à aucune contrainte d'ordre économique ou de disponibilité de la ressource. Cette grandeur, de nature théorique, constitue une exigence de référence pour le dimensionnement du système, dans la mesure où elle définit le niveau de performance maximal que les infrastructures d'alimentation en eau potable doivent être capables d'assurer en toute circonstance.

$$B_{jp} = B_{mj} \times C_{pj} \quad Avec \begin{cases} B_{jp}: Besoins\ journaliers\ de\ pointe \\ B_{mj}: \text{Besoins moyens journaliers totaux} \\ C_{pj}: Coefficient\ de\ pointe\ journalière \end{cases} \qquad \mathbf{10}$$

IV.2.9.2 La demande de production du jour de pointe

Contrairement au besoin théorique, la demande en eau représente le volume d'eau réellement consommé par les usagers, modulé par leurs capacités financières et par les considérations d'ordre social et sanitaire liées à l'accès à l'eau potable (Zoungrana, 2003). Sur le plan opérationnel, elle exprime le volume total d'eau à produire et à distribuer pour couvrir les besoins de la population lors du jour de pointe, compte tenu des pertes inhérentes au réseau de distribution. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$D_{jp} = \frac{B_{mj} \times C_{pj}}{\eta}\ avec \begin{cases} D_{jp}: Demande\ de\ production\ du\ jour\ de\ pointe \\ B_{mj}: \text{Besoins moyens journaliers totaux} \\ C_{pj}: Coefficient\ de\ pointe\ journalière \\ \eta: Rendement\ du\ réseau \end{cases} \qquad \mathbf{11}$$

IV.2.10 Evaluation du débit horaire du réseau d'adduction

Le débit d'adduction se définit comme le volume d'eau transitant, par unité de temps, à travers la conduite de refoulement en sortie de la bâche de traitement. Il tient compte des pertes susceptibles d'avoir une influence sur le réseau entre le point de refoulement et le point de désert, et est exprimé en m3/h.

$$Q_{ref} = \frac{D_{jp}}{T_p} = \frac{B_{mj} \times C_{pj}}{\eta \times T_p}\ Avec \begin{cases} D_{jp}: Demande\ de\ production\ du\ jour\ de\ pointe \\ B_{mj}: \text{Besoins moyens journaliers totaux} \\ C_{pj}: Coefficient\ de\ pointe\ journalière \\ \eta: Rendement\ du\ réseau \\ Q_{ref}: Débite\ de\ refoulement \end{cases} \qquad \mathbf{12}$$

IV.3 La méthodologie du dimensionnement du réseau

IV.3.1 Le dimensionnement du réseau d'adduction

Il est composé de tuyauterie chargée de transférer l'eau de la source jusqu'au réservoir de stockage. Il peut se faire selon deux procédés : de façon gravitaire, en utilisant la topographie du terrain pour avoir un écoulement naturel sans consommation d'énergie, et de façon refoulée en utilisant un système de pompage pour vaincre la dénivelée. (BONNIN, J 1986)

Compte tenu des caractéristiques topographiques de la zone du projet et dans un souci d'optimisation du fonctionnement du réseau, le mode d'adduction par refoulement direct a été retenu pour le présent système d'AEPS.

IV.3.1.1 Temps de pompage

Le temps de pompage (ou durée journalière de pompage) désigne le nombre d'heures pendant lesquelles la pompe fonctionne chaque jour pour refouler l'eau depuis la source de captage jusqu'au réservoir de stockage. Dans la conception des systèmes d'AEPS, la durée journalière de pompage est généralement fixée à 16 heures. Nous retiendrons alors un temps de pompage de 16h.

IV.3.1.2 Condition de vitesse

Afin de garantir le bon fonctionnement hydraulique du réseau d'adduction, la vitesse d'écoulement dans la conduite doit être maintenue dans une plage définie par une valeur minimale (Vmin) et une valeur maximale (Vmax). Cette plage imposée doit permettre à la conduite d'assurer d'une part l'auto-curage et éviter les colmatages, et d'autre part de prévenir l'érosion des parois internes de la conduite, et éviter les nuisances sonores lors des écoulements turbulents. Les tronçons qui viendront à ne pas respecter ces conduites seront soumis à des actions de maintenance régulièrement. Les tronçons du réseau ne respectant pas ces critères feront l'objet d'opérations de maintenance plus fréquentes.

Pour le réseau d'adduction du présent projet, les vitesses d'écoulement recommandées et retenues sont comprises entre 0,6 et 1,5 m/s (BONNIN, J 1986)

IV.3.1.3 Diamètre de la conduite d'adduction

Le choix du diamètre des conduites d'adduction vise à identifier le diamètre économique, soit la valeur qui permet d'atteindre le meilleur équilibre entre les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation du système. Plus le diamètre est grand, plus les coûts d'achats et de pose sont importants, mais en même temps elle permettra de réduire les pertes de charge et par ricochet,

réduire les coûts de fonctionnement de la station de pompage (MEUNIER, M 1980). C'est dans ce contraste que se trouve le point d'équilibre, donc le diamètre optimal pour le réseau.

Le diamètre retenu a été déterminé à l'aide des formules empiriques ci-après :

$$Bonnin: \quad D_{th}(m) = \sqrt{Q}(m^3/s) \quad \mathbf{13}$$

$$Bresse\ modifié: \quad D_{th}(m) = 0.8 * \sqrt[3]{\mathrm{Q}\left(\frac{m^3}{s}\right)} \quad \mathbf{14}$$

$$Bresse: \quad D_{th}(m) = 1.5 * \sqrt{Q}(m^3/s) \quad \mathbf{15}$$

$$Munier: \quad D_{th}(m) = (1 + 0.02 * tp)\sqrt{Q}(m^3/s) \quad \mathbf{16}$$

$$A.Bedjaoui, Pr.B.Achour: \quad D_{th}(m) = 1.27 * \sqrt{Q}(m^3/s) \quad \mathbf{17}$$

La vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement est calculée au moyen de la formule présentée ci-après. La valeur ainsi obtenue doit être vérifiée au regard des conditions fixées par le critère de Flamant, qui encadrent les vitesses d'écoulement admissibles afin de garantir à la fois l'intégrité des conduites et l'efficacité hydraulique du réseau de refoulement.

$$V = \frac{4Q}{\pi \times D_{th}^2(m)} \quad \mathbf{18}$$

- Condition de Flamant

$$V \leq D(m) + 0{,}6 \quad \mathbf{19}$$

Les conduites, alors retenues pour cette étude, sont de nature PEHD PE 100 de pression nominale PN10. Ce sont des matériaux de grande flexibilité avec une très grande résistance au soleil et aux chocs et avec une certaine facilité de mise en œuvre sur le terrain.

IV.3.1.4 Pertes de charge

Au cours de son écoulement dans les conduites, l'eau perd progressivement de l'énergie sous l'effet des résistances hydrauliques rencontrées le long du réseau. Ce phénomène, communément désigné sous le terme de pertes de charge, se traduit par une diminution de la pression et de la vitesse d'écoulement, et doit être rigoureusement pris en compte dans le dimensionnement des infrastructures hydrauliques.

Deux types de pertes de charge sont généralement distingués :

- Les pertes de charge linéaires, dues aux frottements continus du fluide contre les parois internes de la conduite sur l'ensemble de sa longueur, et dont l'amplitude dépend notamment de la rugosité des parois, du diamètre et de la vitesse d'écoulement. Pour calculer les pertes de charge linéaires, plusieurs formules se présentent à nous, notamment les formules de Chézy, Darcy-Weisbach, Calmon-Lechapt, Manning-Strickler et Hazen-Williams. Nous avons donc retenu la formule de Darcy-Weisbach, pour sa précision, sa robustesse, et aussi, du fait que la rugosité des parois et le coefficient de résistance sont inclus dans la formule.
- Les pertes de charge singulières ou locales sont le résultat des perturbations de façons ponctuelles au niveau des té, vannes, coude, raccords, changement de section et/ou de direction ou encore élargissement sur le réseau de l'écoulement. Les pertes de charge singulières ont été estimées forfaitairement à 5 % des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_L = \frac{8 \times \lambda \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \times L \quad Avec \quad \begin{cases} \Delta \boldsymbol{H_L}: Pertes\ de\ charge\ linéaires \\ \lambda: Coefficient\ de\ résistance\ de\ la\ conduite \\ Q: Débit\ de\ l'eau\ dans\ la\ conduite \\ L: la\ longueur\ de\ la\ conduite \\ g: Accélérateur\ de\ la\ pesanteur \\ D: Diamètre\ intérieur\ de\ la\ conduite \end{cases} \quad \mathbf{20}$$

Pour calculer le coefficient de résistance (λ) nous avons utilisé la relation de Colebrook-White. Elle dépend du régime d'écoulement (laminaire ou turbulent), du diamètre de la conduite, de la viscosité cinématique, de la rugosité et le nombre de Reynolds (Re).

$$\frac{1}{\lambda} = -2log\left(\frac{k}{3{,}71D} + \frac{2{,}51}{R_e\sqrt{\lambda}}\right) \quad \mathbf{21}$$

Après avoir déterminé les pertes de charge linéaires, les pertes de charge totales (ΔHt) sont obtenues à travers la relation suivante

$$\Delta H_t = 1{,}05 \times \Delta H_L \quad \mathbf{22}$$

IV.3.1.5 La hauteur manométrique totale

Elle traduit l'énergie totale que doit développer la pompe pour acheminer l'eau depuis le forage jusqu'au château d'eau dans les conditions nominales de fonctionnement. C'est le paramètre de

base qui conditionne le choix des motopompes afin de fournir l'énergie nécessaire. Elle s'exprime en mètres de colonne d'eau (mCE).

Elle se calcule avec : la hauteur géométrique (Hgéo), qui représente la différence entre le point de captage et le point de livraison au réservoir, les pertes de charge qui correspondent à l'ensemble des singularités et des frottements du réseau.

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H \qquad \mathbf{23}$$

$$H_{géo} = Z_S - Z_{ND} \qquad \mathbf{24}$$

$H_{géo}$: hauteur géométrique en (m) ;

Z_S: Cote du déversement au réservoir en (m) ;

Z_{ND}: Cote du niveau dynamique du forage en (m)

ΔH: Pertes de charge (m)

IV.3.1.6 Le coup de bélier

Le coup de bélier désigne un phénomène hydraulique transitoire résultant d'une variation brutale de la vitesse ou de la pression d'un fluide en mouvement dans une conduite. Il est le plus souvent déclenché par la fermeture rapide d'une vanne ou l'arrêt soudain de l'électropompe, provoquant la génération et la propagation d'ondes de surpression ou de dépression le long des canalisations. Ces ondes peuvent engendrer des chocs d'une intensité suffisante pour endommager les conduites, les équipements de pompage et les accessoires hydrauliques du réseau (MEUNIER, M 1980).

Si l'élimination totale de ce phénomène s'avère impossible en pratique, son occurrence et ses effets peuvent être efficacement maîtrisés par l'installation de dispositifs de protection anti-bélier adaptés, assurant la protection des équipements et la continuité du service. L'étude du coup de bélier repose sur l'évaluation de l'amplitude des ondes de pression et des variations de pression générées dans les conduites, dont l'intensité est calculée à partir de la formule de Joukovski-Aliévi.

$$C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon}{E} \times \frac{D}{e}}} \qquad \mathbf{25}$$

C: Célérité de l'onde de pression

e: Épaisseur de la canalisation

D: Diamètre intérieur

E: $9{,}3 \times 10^8\ N/m^2$ Pa module d'élasticité pour polymère haute densité

$\varepsilon = 2 \times 10^9\ Pa$ module d'élasticité de l'eau

$\rho = 1000 kg/m^3$ masse volumique de l'eau

La variation de pression engendrée par le phénomène de coup de bélier est évaluée à l'aide de la formule d'Alliévi-Joukovski, référence reconnue en hydraulique des conduites sous pression pour la quantification des surpressions et dépressions transitoires susceptibles de se propager dans le réseau de refoulement.

$$\Delta P = \pm \frac{C \times U_0}{g} \quad avec \begin{cases} \Delta P : Variation\ de\ la\ pression \\ U_0 : Vitesse\ moyenne\ en\ régime\ uniforme \\ g : Accélération\ de\ la\ pesanteur \\ C : \text{Célérité de l'onde de pression} \end{cases} \quad \mathbf{26}$$

- Cas de surpression si : $P_0 + \Delta P \geq PMA$ $\quad \begin{cases} PMA = 1{,}2 \times PN \\ P_0 = HMT - NDmax \end{cases}$ **27**
- Cas de dépression : la pression minimale Pmin doit être au-dessus de la pression atmosphérique qui est de 10,33 mCE :

$P_{atm} < P_{min}$ Avec $P_{min} = P_0 - \Delta P$ **28**

IV.3.2 Méthode de dimensionnement du réservoir de stockage

IV.3.2.1 Le rôle du réservoir de stockage

Le réservoir de stockage occupe une place centrale dans le fonctionnement d'un système d'alimentation en eau potable, en assurant simultanément plusieurs fonctions hydrauliques et opérationnelles complémentaires. Il assure en premier lieu la régulation du débit en compensant les écarts entre la production et la consommation, garantissant une alimentation stable et continue des usagers. Il contribue également à la stabilisation de la pression dans le réseau, réduisant les risques de perturbations hydrauliques telles que les coups de bélier, et assure la continuité du service en cas d'interruption des équipements de pompage. Par ailleurs, il

constitue une réserve stratégique mobilisable pour des usages spécifiques comme la lutte contre les incendies ou l'irrigation, et participe à l'homogénéisation de la qualité de l'eau en limitant les variations brusques de ses paramètres physico-chimiques et microbiologiques (BONNIN, J 1986).

Afin d'optimiser le fonctionnement du réservoir, et de profiter d'une distribution gravitaire, il a été installé au point le plus haut de la zone desservie.

IV.3.2.2 Le calcul de la capacité utile du réservoir

Le calcul de la capacité utile du réservoir est fait à partir de méthode choisie parmi trois : analytique, graphique et simplifiée. Nous avons fait les calculs avec la méthode simplifiée

Le réservoir retenu est de type métallique à forme cylindro-conique, un choix motivé par plusieurs avantages complémentaires : la géométrie conique de la partie inférieure favorise la sédimentation et la concentration des impuretés au fond de la cuve, en facilitant leur évacuation lors des purges périodiques. Ce type de réservoir permet également de réduire les coûts d'investissement et présente une facilité de mise en œuvre appréciable lors du montage sur site.

Tableau 2 : Estimation du volume du réservoir par la méthode simplifiée

Condition d'exploitation	Volume
Adduction nocturne	90% Djp
Adduction avec pompage solaire	50% Djp
Distribution continue (24h/24)	30% Djp
Adduction de jour durant les périodes de consommation	[10-30%]Djp

IV.3.2.3 Le dimensionnement de la hauteur sous cuve

À chaque point du réseau, la pression résulte d'un équilibre entre deux facteurs principaux : la différence de hauteur entre le réservoir et le point considéré, et les fluctuations du débit qui circule dans les canalisations. Chaque point de desserte réclame une charge minimale au réservoir (Hi, min), pour fonctionner parfaitement. Les facteurs participant à ce calcul sont : les pertes de charge, la différence de niveau entre le nœud concerné et le réservoir, et la pression de service. Logiquement, c'est le nœud le plus exigeant qui demande la charge la plus élevée, qui fixe la barre et impose la côte du radier (Zradier). La hauteur sous radier (Hradier) est ensuite obtenue par différence entre la côte du radier (Zradier) et la côte du terrain naturel au droit de l'implantation du réservoir (ZTNrés). Les formules suivantes nous permettront de calculer ces grandeurs

$$H_{i;min} = P_s + Z_i aval + \Delta H_{i,rés} \quad avec \begin{cases} H_{i,min}: charge\ minimale\ imposée\ au\ resrvoir \\ P_s: pression\ de\ service(mCE) \\ Z_i aval: \\ \Delta H_{i,rés}: perte\ de\ charge\ du\ nœud\ i\ au\ resrvoir \end{cases} \quad \mathbf{29}$$

$$Z_{radier} = Max\left(H_{i,min}\right) \quad avec\ \{Z_{radier}: côte\ du\ radier\ (m) \quad \mathbf{30}$$

$$H_{radier} = Max\left(H_{i,min}\right) - Z_{TN,rés} \quad avec\ \{H_{radier}: Hauteur\ sous\ radier\ (m)\ 31$$

IV.3.2.4 Le traitement de l'eau

La qualité de l'eau potable est étroitement liée à la nature de sa source d'approvisionnement. Une eau d'origine souterraine est généralement caractérisée par sa limpidité et sa faible teneur en impuretés, ce qui limite la nécessité d'un traitement poussé à la source. Cependant, durant son transport, l'eau peut être altérée dans ses propriétés chimiques et microbiologiques, d'où la nécessité de faire un traitement au chlore. Ce traitement sera effectué à travers une injection contrôlée avec une pompe doseuse dimensionnée pour la circonstance. Ceci assurera la sécurité de l'eau face à des pollutions ultérieures par l'intermédiaire du chlore résiduel.

$$q = \frac{Q \times T}{C} \quad avec \begin{cases} q\ (l/h): Débit\ d'injection\ de\ la\ pompe\ doseuse \\ Q(m^3/h): Débiit\ d'eaunon\ traitée \\ T\ (g/m^3): taux\ de\ traitement \\ C(g/l): concentration\ de\ l'hypo\ chlorure\ de\ calcium \end{cases} \quad \mathbf{32}$$

$$V = q \times T_f \quad avec \begin{cases} V\ (l): voloume\ du\ bac \\ T_f: temps\ de\ fonctionnement \end{cases} \quad \mathbf{33}$$

La pompe doseuse hydraulique retenue est un Dosatron, spécialement conçu pour ce cette tâche. Elle fonctionne exclusivement basé sur la pression e le débit dans le réseau, sans pour autant avoir besoin d'une alimentation électrique. Ce qui est bien adapté au milieu rural, où l'accès ç l'électricité reste très limité. (*https://www.dosatron.com/fr-fr/*).

IV.3.2.5 Le contrôle du temps de contact du chlore et du temps de séjour

L'efficacité du traitement par chloration est directement conditionnée par le respect d'un temps de contact minimal entre le chlore injecté et l'eau stockée dans le réservoir. Ce temps de séjour, correspondant à la durée moyenne pendant laquelle l'eau demeure dans l'ouvrage de stockage avant d'être distribuée, doit être soigneusement maîtrisé et adapté à la capacité du réservoir.

Pour une efficacité du traitement, le temps de contact doit être supérieur ou égal 2 heures et le temps de séjour de l'eau dans le réservoir, inférieur ou égal à 48h. l'équilibre entre ces deux paramètres est la condition sine qua none pour le dimensionnement du réservoir.

$$T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 2\ heures \quad avec \begin{cases} T_c\ (h) : Temps\ de\ contact\ du\ chlore \\ C_u(m^3) : Capacité\ utile\ du\ réservoir \\ Q_{ph}(m^3/h) : Débit\ de\ pointe\ horaire \end{cases} \quad \mathbf{34}$$

$$T_s = \frac{C_u}{Q_{mh}} \leq 48\ heures\ avec \begin{cases} T_s(h) : Temps\ de\ séjour\ du\ chlore \\ Q_{mh}(m^3/h) : Débit\ moyen\ horaire \end{cases} \quad \mathbf{35}$$

IV.3.3 Le dimensionnement du réseau de distribution

C'est un système de canalisation, des vannes, des appareils hydrauliques et des ouvrages de génie civil qui fonctionnent ensemble dans le but de conduire l'eau du réservoir jusqu'au point de dessertes. Son exploitation et son dimensionnement exigent une certaine rigueur et le respect des normes de conception en matière d'accessibilité, de pression, de vitesse, de la continuité du service.

La conception du réseau s'est faite avec l'aide des données socio-économique et topographique recueilli sur le terrain. Cependant, le choix d'un réseau ramifié se justifie par l'absence d'un plan de masse d'urbanisation, de la dispersion des habitats et des distances importantes entre les points de dessertes. Pour réduire au maximum les dépenses énergétiques, nous avons profité de la topographie pour placer le château sur le point le plus élevé et profiter d'une distribution gravitaire.

IV.3.3.1 La description des points de desserte

A Nabadogo, l'alimentation en eau potable passera par quatorze (14) bornes-fontaines (BF), complétées par les branchements particuliers (BP). Le réseau est composé de quatorze (14) nœuds, correspondant aux changements de direction et aux jonctions.

Le choix de l'emplacement des BF s'est fait de concert avec la population sous la houlette du chef du village et les autorités communales, en prenant en compte leurs habitudes et les valeurs sociales en matière d'approvisionnement en eau potable, ainsi que des normes fixées par le Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP). Ces normes stipulent qu'une borne-fontaine doit desservir maximum 500 personnes dans un rayon de 500m et un branchement particulier doit desservir 10 personnes. Les bornes-fontaines possèdent chacune 3 robinets de 0,25l/s, et les branchements particuliers sont calculés en fonction de la demande.

IV.3.3.2 Le temps de distribution

L'approvisionnement en eau de la population étant principalement assuré par des bornes-fontaines, l'utilisation de la ressource ne peut être considérée comme permanente. Dans la pratique, l'approvisionnement des usagers en eau se fait de façon discontinue, soit une à deux

fois par jour. Par conséquent, il y a des moments dans la journée où la consommation chute, voire même disparaitre. C'est justement cette réalité qui nous a conduits à choisir la plage horaire de distribution de 13h, soit de 6h00 à 9h00, correspondant aux heures d'activité de la population. La distribution via les branchements particuliers, dont l'usage est plus étendu et moins contraint, est quant à elle assurée sur une durée de 16 heures, de 6h00 à 22h00.

IV.3.3.3 Le calcul du débit de pointe horaire de la distribution

Le débit de distribution représente le débit requis pour couvrir l'intégralité de la demande en eau lors du jour de pointe, en fonction de la durée journalière de distribution fixée pour le réseau. Ce paramètre conditionne directement le dimensionnement des conduites et des équipements du système de distribution. Il est calculé par la formule suivante :

$$Q_{dis} = \frac{B_{jp} \times C_{ph}}{\eta_r \times T_d} = Q_{ph/BP} + Q_{ph/BF}\ Avec \begin{cases} C_{ph}: coefficient\ de\ point\ horaire \\ C_{pj}: coefficient\ de\ pointe\ jounalière \\ \eta_r: le\ rendement\ du\ réseau \\ T_d: temps\ de\ distribution \\ B_{jp}: besoins\ de\ pointe\ journaliers \end{cases} \quad \mathbf{36}$$

IV.3.3.4 Le débit de pointe horaire aux BF et BP

Les débits de distribution sont calculés séparément pour chaque type de point de desserte. Ils correspondent respectivement à la demande du jour de pointe des usagers approvisionnés uniquement par les bornes-fontaines (BF) et de ceux desservis exclusivement par les branchements particuliers (BP). Ces débits sont obtenus par les relations suivantes :

- Aux BF

$$Q_{ph/BF} = \frac{D_{jp} \times C_{ph}}{T_{d/BF}}\ avec \begin{cases} Q_{ph/BF}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ aux\ BF \\ D_{jp}: Demande\ de\ production\ du\ jour\ de\ pointe \\ C_{ph}: coefficient\ de\ point\ horaire \\ T_{d/BF}: temps\ de\ distribution\ aux\ BF \end{cases} \quad \mathbf{37}$$

Le débit affecté à chaque borne-fontaine est déterminé en divisant le débit de pointe horaire théorique total des bornes-fontaines par le nombre de bornes-fontaines constituant le réseau de distribution. Il est obtenu par la relation suivante :

$$Q_{BF} = \frac{Q_{ph/BF}}{N_{BF}}\ avec \begin{cases} Q_{ph/BF}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ aux\ BF \\ Q_{BF}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ d'uneBF \\ N_{BF}: Nombre\ réel\ de\ BF \end{cases} \quad \mathbf{38}$$

Conformément aux dispositions de l'annexe 1 du décret n° 2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS du 13 mars 2019, définissant les normes,

critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, une borne-fontaine doit être équipée de deux (02) à trois (03) robinets, avec des débits unitaires de référence fixés à 0,25 ; 0,33 et 0,50 L/s par robinet au Burkina Faso.

Dans le cadre du présent projet, l'option retenue s'appuie sur une borne-fontaine munie de trois (03) robinets, chacun fonctionnant avec un débit unitaire de 0,25 L/s. Ce choix s'inscrit dans une logique d'optimisation de la desserte tout en garantissant la conformité aux normes en vigueur.

$$Q_{rob/BF} = \frac{Q_{BF}}{N_{rob}} \; avec \begin{cases} Q_{BF}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ d'une BF \\ Q_{rob/BF}: débit\ de\ chaque\ robinet \\ N_{BF}: Nombre\ de\ robinet \end{cases} \quad \mathbf{39}$$

- Aux BP

$$Q_{ph/BP} = \frac{D_{jp} \times C_{ph}}{T_{d/BP}} \; avec \begin{cases} Q_{ph/BP}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ aux\ BP \\ D_{jp}: Demande\ de\ production\ du\ jour\ de\ pointe \\ C_{ph}: coefficient\ de\ point\ horaire \\ T_{d/BP}: temps\ de\ distribution\ aux\ BP \end{cases} \quad \mathbf{40}$$

IV.3.3.5 Débit linéique

Le débit linéique désigne le débit moyen distribué par unité de longueur de conduite, rapporté à la longueur totale du réseau comportant des branchements particuliers. Il se détermine à l'aide de la relation suivante :

$$Q_{linéique} = \frac{Q_{t_BP}}{\sum L_i} \; avec \begin{cases} Q_{linéique}: Débit\ par\ mètre\ linéaire\ de\ tronçon \\ Q_{t_BP}: Débit\ total\ des\ branchement\ privé \\ \sum L_i: longueur\ totale\ des\ tronçons\ ayant\ des\ BP \end{cases} \quad \mathbf{41}$$

IV.3.3.6 Le calcul du débit en route

Le débit en route désigne la consommation d'eau uniformément répartie le long d'un tronçon de conduite. Il constitue un paramètre fondamental pour l'évaluation des débits à transiter dans chaque conduite, conditionnant ainsi un dimensionnement hydraulique fiable et efficient du réseau.

Son estimation s'effectue à l'aide de l'expression suivante :

$$Qroute = Q_{linéique} \times L_i \; avec \begin{cases} Q_{route}: débit\ prélévé\ sur\ le\ tronçon \\ Q_{linéique}: Débit\ par\ mètre\ linéaire\ de\ tronçon \\ L_i: la\ longueur\ du\ tronçon \end{cases} \quad \mathbf{42}$$

IV.3.3.7 Le calcul du débit fictif des tronçons

Dans une conduite, le débit n'est pas uniforme : il diminue progressivement en raison des prélèvements effectués tout au long du tronçon. Afin de faciliter l'analyse hydraulique, on introduit la notion de débit fictif, qui correspond à un débit moyen équivalent représentant l'écoulement dans la conduite sur un segment donné.

Ce débit prend en compte à la fois les consommations réparties le long de la conduite et le débit restant qui continue vers l'aval. Il est évalué à partir de la relation suivante :

$$Q_{fictif} = 0{,}55 \times Q_{route} + Q_{aval} \ \ avec \begin{cases} Q_{fictif} : l'ensemble\ des\ débits\ en\ route\ et\ des \\ débits\ (BP + BF) \text{à}\ l'avaldu\ noeud\ considéré \end{cases} \quad \mathbf{43}$$

IV.3.3.8 Les diamètres des conduites de distribution

Le dimensionnement des conduites de distribution requiert une distinction fondamentale entre le diamètre théorique et le diamètre intérieur réel. Le diamètre théorique est une valeur calculée, obtenue à partir du débit à transporter et de la vitesse d'écoulement admissible dans la conduite. Il représente la dimension hydrauliquement optimale permettant d'assurer le transit du débit requis dans les conditions de vitesse prescrites. Il est déterminé par la formule suivante :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{fictif}}{V \times \pi}} \ \ avec \begin{cases} Q_{fictif} : Débit\ fictif \\ V : vitesse\ d'écoulementde\ l'eau\ dans\ la\ conduite \\ D_{th} : Diamètre\ intérieur\ théorique\ de\ la\ conduite \end{cases} \quad \mathbf{44}$$

Le diamètre intérieur adopté pour la mise en œuvre excède généralement le diamètre théorique déterminé par le calcul, cette majoration ayant pour finalité de s'aligner sur les sections normalisées homologuées disponibles sur le marché.

Les conduites, alors retenues pour le réseau de distribution, sont de nature PEHD PE 100 de pression nominale PN10, avec une pression minimale Pmin =5mCe, et une pression maximale Pmax = 30mCe. La pression minimale représente la pression de service qui est la pression pour laquelle, les usagers peuvent prélever l'eau normalement même pendant les périodes de forte demande.

IV.3.3.9 Le calcul de la pression réelle dans les conduites

La pression hydraulique nécessaire à la garantie d'un prélèvement d'eau dans des conditions techniquement satisfaisantes, c'est-à-dire sans perturbation ni contrainte d'écoulement, est déterminée à partir de la relation analytique suivante, qui intègre l'ensemble des paramètres influençant le régime de soutirage.

$$P_r = Max\left(H_{i;min}\right) - Z_{TN} - \sum \Delta H_i \;\; avec \begin{cases} P_r : Pression\ réelle\ (mCE) \\ H_{i,min} : charge\ minimale\ imposée\ au\ resrvoir\ (m) \\ Z_{TN} : côte\ du\ terrain\ naturel \end{cases} \quad \mathbf{45}$$

IV.3.4 Les tranchées pour la pose des conduites

L'enfouissement des conduites d'adduction et de distribution constitue une pratique courante et recommandée, visant à assurer leur intégrité structurelle face aux diverses agressions extérieures, qu'elles soient thermiques, mécaniques ou environnementales. En effet, la mise en tranchée protège efficacement les canalisations contre l'exposition solaire directe, les sollicitations mécaniques de surface ainsi que les déformations géométriques susceptibles d'affecter leur section, telles que l'ovalisation ou l'écrasement provoqué par le passage de charges lourdes ou l'effet de chocs répétés (BONNIN, J 1986). Les dimensions minimales des tranchées, en termes de profondeur et de largeur, sont déterminées à partir des relations suivantes :

$$\begin{bmatrix} h_{min} \geq 0{,}5 + D_{ext} \\ l_{min} \geq 0{,}4 + D_{ext} \end{bmatrix} \quad avec \begin{cases} h_{min} : Profondeur\ minimale \\ l_{min} : largeur\ minimale \\ D_{ext} : Diamètre\ extérieur\ de\ la\ conduite \end{cases} \quad \mathbf{46}$$

IV.3.5 Le système de pompage

IV.3.5.1 Le choix de la pompe

La pompe est une machine mécanique qui assure le transfert d'un fluide, généralement de l'eau, par élévation de sa pression. Elle opère une conversion de l'énergie mécanique en énergie hydraulique, rendant ainsi possible le déplacement du fluide au sein d'un réseau de conduites. Le choix de la pompe s'est effectué en fonction des de deux grandeurs que sont : le débit d'exploitation du forage et la hauteur manométrique totale. Ces paramètres nous ont permis de tracer la courbe caractéristique de la pompe et de confronter au catalogue des pompes disponibles afin de faire choix de l'équipement optimal pour le système. Le catalogue de pompe utilisé est celui de GRUNFOS, qui offre des propositions optimales, bien adaptées à notre système et très disponibles sur le marché.

À partir des valeurs de la HMT et du débit, il est possible de déterminer la puissance hydraulique développée par la pompe, ainsi que les puissances absorbées respectivement par la pompe et par le moteur d'entrainement, permettant ainsi de valider le dimensionnement énergétique de l'équipement retenu.

$$P_H = \frac{\rho \times g \times Q_P \times HMT}{1000} \quad avec \begin{cases} P_H(kW): puissance\ hydraulique\ de\ la\ pompe \\ Q_P: Débit\ de\ pompage \\ HMT: La\ hauteur\ manométrique\ totale \\ g: Accélération\ de\ la\ pesanteur \\ \rho: Masse\ volumique\ de\ l'eau \end{cases} \quad \mathbf{47}$$

$$P_{abs} = \frac{\rho \times g \times Q_P \times HMT}{1000 \times \eta_P} \quad avec \begin{cases} P_{abs}(KW): puissance\ absorbée\ par\ la\ pompe \\ \eta_P: le\ rendement\ de\ la\ pompe \end{cases} \quad \mathbf{48}$$

$$P_M = \frac{\rho \times g \times Q_P \times HMT}{1000 \times \eta_M} \quad avec \begin{cases} P_M(KW): Puissance\ absorbée\ par\ le\ moteur \\ \eta_M: rendement\ du\ moteur \end{cases} \quad \mathbf{49}$$

IV.3.5.2 Le point de fonctionnement de la pompe

Il se détermine à travers un croisement de la courbe caractéristique de la pompe et la courbe caractéristique du réseau. Ce point de jonction exprime les conditions réelles dans lesquels la pompe sera exploitée. Elle doit avoir un débit très proche du débit d'exploitation du forage pour permettre un fonctionnement optimal.

$$H_{res} = H_{geo} + \sum \Delta H \quad avec \begin{cases} H_{res}(m): la\ charge\ du\ réseau \\ H_{geo}(m): la\ hauteur\ géométrique \\ \sum \Delta H\ (m): la\ somme\ des\ pertes\ de\ charges \end{cases} \quad \mathbf{50}$$

L'alimentation en énergie des équipements électromécaniques du système d'AEPS est assurée par un système d'alimentation hybride, combinant deux sources d'énergie complémentaires : un champ solaire photovoltaïque, constituant la source d'énergie principale, et un groupe électrogène, assurant le relais en cas d'insuffisance de la production solaire ou de défaillance du système photovoltaïque.

IV.3.5.3 Le système solaire photovoltaïque

Dimensionner le champ solaire, c'est déterminer la puissance de crête nécessaire pour que le générateur photovoltaïque puisse couvrir les besoins en eau de la population. Le système retenu fonctionne au "fil du soleil" : pas de batteries, pas de stockage, la pompe tourne uniquement lorsque le soleil fournit suffisamment d'énergie pour l'alimenter. Or, au Burkina Faso, l'ensoleillement quotidien oscille entre 7 et 9 heures selon les saisons. Pour sécuriser le dimensionnement, c'est l'hypothèse la plus contraignante qui a été retenue : seulement 6 heures de fonctionnement, entre 9h et 16h, avec une intensité moyenne d'insolation fixée à 5,15 kWh/m²/j. La formule de la puissance crête est la suivante :

$$P_C = \frac{Ch \times Q_j \times HMT}{K_P \times E_i \times \eta_{ond} \times \eta_p} \; avec \begin{cases} P_C : la\ puissance\ crête \\ Ch : le\ constant\ hydraulique \\ K_P : coefficient\ de\ productivité\ estimé\ à\ 0{,}75 \\ E_i : le rayonnement\ total\ journalier\ moyen\ mensuel \\ \eta_{ond} : rendement\ onduleur \\ \eta_p : rendement\ pompe \\ Q_j : débit\ journalier \\ HMT : hauteur\ manométrique\ totale \end{cases} \quad \mathbf{51}$$

À partir de cette valeur, il est possible de calculer le nombre de modules en appliquant la formule suivante :

$$N_{module} = \frac{P_C}{P_m} \; avec \begin{cases} P_C : la\ puissance\ crête \\ P_m : puissance\ crête\ unitaire\ d'un\ module\ (KW) \\ N_{module} : Nombre\ totale\ de\ module\ à\ installer \end{cases} \quad \mathbf{52}$$

La configuration des modules en série et en parallèle résulte des propriétés électriques propres aux modules photovoltaïques et à l'onduleur. Quant au nombre de modules devant être mis en série $N_{s\,,PV}$ il est borné supérieurement par la tension d'entrée maximale admissible de l'onduleur :

$$N_{s\,,PV} \leq \frac{U_{max,ond}}{U_{oc,m}} \; avec \begin{cases} N_{s\,,PV} : Nombre\ de\ module\ en\ série \\ U_{max,ona} : tension\ maximale\ d'entréede\ l'onduleur(V) \\ U_{oc,m} : tension\ de\ court\ circuit\ d'un\ module \end{cases} \quad \mathbf{53}$$

Le nombre de chaînes disposées en parallèle, noté $N_{p\,,PV}$ est quant à lui établi en fonction de :

$$N_{p\,,PV} = \frac{P_C}{N_{s\,,PV} \times P_m} \; avec \begin{cases} N_{p\,,PV} : Nombre\ de\ chaînes\ en\ parallèle \end{cases} \mathbf{54}$$

IV.3.5.4 La puissance de l'onduleur

L'onduleur est un équipement électronique dont le rôle consiste à convertir le courant continu issu des panneaux solaires qui fonctionnent en courant alternatif et utilisable pour l'alimentation des pompes. Pour que le fonctionnement soit optimal, la puissance absorbée doit être inférieure à la puissance nominale de la pompe. On obtient ce résultat avec la formule LVII.

$$P_{ond} = \frac{k \times P_p}{\eta_p \times cos\varphi} \; avec \begin{cases} P_{ond} : puissance\ onduleur(KVA) \\ k : coefficient\ de\ correction\ (1{,}05) \\ P_p : puissance\ de\ la\ pompe(KW) \\ \eta_p : rendement\ de\ la\ pompe \\ cos\varphi : facteur\ de\ puissance \end{cases} \quad \mathbf{55}$$

IV.3.5.5 Dimensionnement du groupe électrogène

Il est dimensionné pour assurer un rôle de source d'énergie complémentaire à l'énergie solaire. Les paramètres utilisés dans ce dimensionnement intègrent aussi les températures ambiantes élevées ainsi que l'énergie supplémentaire nécessaire à la mise en marche des pompes. La capacité requise a été évaluée en considérant un scénario de pompage maximal de 10 heures par jour, à l'aide d'une formule approchée pour les pompes qui ont une puissance de 20 kW. (MEUNIER, M 1980).

$$P_a = Max(2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_p \times \eta_{moteur}}; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times In \times cos\varphi}{1000} \times 1{,}25 \quad \mathbf{56}$$

$$\begin{cases} P_a : Puissance\ apparente\ (KVA) \\ Q : Débite\ de\ pompage \\ HMT : hauteur\ manométrique\ totale \\ \eta_p : rendement\ pompe \\ \eta_{moteur} : rendement\ moteur \\ U : tension\ (V) \\ cos\varphi : facteur\ de\ puissance \\ In : Courant\ nominal\ absorbé\ (A) \end{cases}$$

IV.4 Etudes financières du projet

IV.4.1 Evaluation du montant global du projet

La méthode de calcul du montant financier du projet s'est appuyée sur le devis estimatif et quantitatif. Cette méthode, se présent en trois étapes : l'identification de tous les travaux et équipements nécessaire pour les travaux, la quantification de ces équipements en fonctions des résultats obtenus au niveau du dimensionnement technique, et l'application des coûts unitaires affectés à chaque équipement en fonction de la mercuriale fournis par la DGCMEF (2026). Le coût total de chaque rubrique est alors calculé en multipliant la quantité par le prix unitaire. La consolidation de l'ensemble de ces postes permet d'obtenir le coût global prévisionnel, offrant ainsi une vision complète de l'enveloppe financière nécessaire à la réalisation du projet.

IV.4.2 Charges d'exploitations

Ces dépenses sont constituées des coûts de fonctionnement du système, des achats d'intrants, de la rémunération du gestionnaire et des frais d'entretien des installations.

IV.4.3 Les dotations aux amortissements

L'amortissement signifie la part des coûts d'achat des équipements perçue comme consommée chaque année durant leur utilisation. Sa valeur dépend à la fois du coût d'achat ainsi que de la

durée de vie des équipements. L'amortissement annuel se détermine en divisant le prix d'acquisition par la durée de vie moyenne de l'équipement.

IV.4.4 Le prix de l'eau au mètre cube

Le coût de revient du mètre cube d'eau est calculé en divisant l'ensemble des charges supportées par le système, comprenant les charges d'exploitation et les dotations aux amortissements, par le volume total d'eau effectivement produit. Ce ratio permet ainsi d'obtenir le coût unitaire de production de l'eau.

$$P_r = \frac{A \times Ch_{expl}}{V_t} \; avec \begin{cases} P_r : prix\ de\ revient\ de\ l'eau en\ FCFA \\ A : Dotation\ aux\ amortissement\ en\ FCFA \\ V_t : volume\ total\ d'eau\ produit\ durant\ tout\ le\ projet\ en\ m^3 \\ Ch_{expl} : charge\ d'exploitation en\ FCFA \end{cases} \quad \mathbf{57}$$

$$V_t = D_{jp} \times n \times 365 \times \eta \quad avec \begin{cases} n : nombre\ d'année du\ projet \\ \eta : le\ rendement\ du\ réseau \end{cases} \quad \mathbf{58}$$

V. Résultats des études et discussions

V.1 Les hypothèses de calcul

Le tableau 3 présente l'ensemble des hypothèses de dimensionnement adoptées pour la conception du système d'alimentation en eau potable de Nabadogo. Ces valeurs constituent le référentiel technique et paramétrique sur lequel repose l'intégralité des calculs de dimensionnement du système projeté.

Tableau 3: Hypothèses de calcul

HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT	
Désignation	Valeur
Horizon du projet	2046
Population de référence RGPH 2019 [hbts]	4996
Population à l'horizon 2046	9281
Taux de desserte par l'AEPS à l'horizon du projet	100%
Taux de desserte par Borne Fontaine	20%
Taux de desserte par Branchement particulier	80%
Consommation spécifique BF [litre/pers/jour]	25
Consommation spécifique BP [litre/pers/jour]	40
Besoins annexe	10%
Rendement du réseau à l'horizon du projet	90%

Coefficient de pointe horaire	2,5≤Cph≤3
Coefficient de pointe journalier	1,15
Temps théorique de pompage journalier [h]	16
Temps de distribution journalière des BF [h]	13
Temps de distribution journalière des BP [h]	16
Nombre de personnes par BF [hbts]	500
Nombre de personnes par BP [hbts]	10
Vitesse des conduites de distribution [m/s]	0,3≤V ≤1,2
Pression de service [mCE]	5
Nature des conduites de refoulement/distribution	PEHD

V.2 Les besoins en eau du village de Nabadogo

V.2.1 Le taux de croissance niveau village

Il a été calculé sur la base des données de la population recueillie dans la base de données de l'INO 2024, constitué d'une année de référence qu'est 2019, l'année du recensement général de la population ainsi que d'une année de mise à jour qu'est 2024. Cet écart de 5ans d'année nous a permis de faire une estimation du taux de croissance de la population. Les valeurs calculées par application de l'équation (1) sont consignées dans le tableau 4.

Tableau 4: Le taux de croissance de la population du village de Nabadogo

CALCUL DU TAUX DE CROISSANCE DE LA POPULATION			
	INO		TAUX DE CROISSANCE
Subdivision administrative	2019	2024	Formule de MALTHUS
Village de Nabadogo	4996	5603	2,32%

V.2.2 La population à desservir à l'échelle du projet

Sur la base des taux d'accroissement démographique et des taux de desserte estimés, une projection démographique à l'horizon 2046 a été réalisée en appliquant le modèle de croissance géométrique de la population. Les résultats de cette estimation sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5: Estimation de la population à l'horizon du projet

EVALUATION DES BESOINS ET DEMANDE EN EAU DES LOCALITES A L'HORIZON 2046							
Désignation	**Année**	**Anne**	**2026**	**2030**	**2035**	**2040**	**2046**
	Population totale des ruraux (hbts)	hbt	5 867	6430	7211	8088	9281
	Taux de desserte	%	56,57%	85%	90%	95%	100%
	Population desservie	hbt	3319	5466	6490	7684	**9281**

Les résultats de la projection démographique réalisée selon le modèle de croissance géométrique de Malthus indiquent qu'à l'horizon 2046, le village de Nabadogo comptera 9 281 habitants, contre 4 996 habitants recensés en 2019, soit une augmentation de 4 285 habitants sur la période de dimensionnement. Conformément aux orientations stratégiques du Programme National d'Alimentation en Eau Potable (PN-AEP) et aux objectifs de développement fixés pour la zone du projet, un taux de desserte de 100 % au système d'AEPS a été retenu à l'horizon 2046. Cet objectif ambitieux traduit la volonté de garantir un accès universel et équitable à l'eau potable pour l'ensemble de la population.

V.2.3 Les besoins en eau à l'horizon du projet

Les résultats liés aux besoins en eau à l'horizon du projet sont consignés dans le tableau 6

Tableau 6: Les besoins en eau de population à l'horizon du projet

EVALUATION DES BESOINS ET DEMANDES EN EAU DES LOCALITES A L'HORIZON 2046						
Année	**Anne**	**2026**	**2030**	**2035**	**2040**	**2046**
Population totale des ruraux (hbts)	hbt	5 867	6 430	7 211	8 088	9 281
Taux de desserte	%	56,57%	80%	87%	93%	100%
Population desservie	hbt	3319	5144	6274	7522	9281
Taux de desserte des BF	%	28,20%	24,00%	23,40%	21,50%	20,00%
Population desservie par les BF	hbt	1 654	1 543	1 687	1 739	1 856
Nombre de personne par BF	hbt	500				
Nombre théorique de BF à installer	U	4	4	4	4	4
Cons_spécifique moyennes des BF	l/j/hbt	25	25	25	25	25
Cons_journalière moyennes des BF	m3/j	41,36	38,58	42,18	43,47	46,41
Taux de desserte des BP	%	28,37%	56,00%	63,60%	71,50%	80,00%
Population desservie par les BP	hbt	1 664	3 601	4 586	5 783	7 425
Nombre de personne par BP	hbt	10				
Nombre théorique de BP à installer	U	167	361	459	579	743
Cons_spécifique moyennes des BP	l/j/hbt	40	40	40	40	40
Cons_journalière moyennes des BP	m^3/j	66,58	144,03	183,45	231,32	296,99
Besoins annexe	m^3/j	10,79	18,26	22,56	27,48	34,34
Besoins moyen journalier	m^3/j	118,74	200,87	248,20	302,27	377,74
Coefficient de pointe journalier (Cpj)		1,15				
Besoin en eau de jour de pointe	m^3/j	136,55	231,00	285,42	347,61	434,40
Rendement global du réseau	%	90%				
Demande en eau du jour de pointe	m^3/j	**151,72**	**256,67**	**317,14**	**386,23**	**482,66**

À l'horizon 2046, les besoins journaliers domestiques sont estimés à **46,41 m³/j** pour les usagers desservis par les bornes-fontaines (BF) et à **286.99 m³/j** pour ceux raccordés par branchements particuliers (BP), soit un besoin domestique total de **343.4 m³/j.** En ajoutant les besoins annexes qui sont de l'ordre de 10% des besoins domestiques totaux, ainsi que les pertes dans le réseau qui sont aussi de 10%, nous nous retrouvons avec une demande en eau du jour de point estimée à **482,66 m³/j.**

Nous avons obtenu (04) bornes-fontaines lors du dimensionnement théorique, mais compte tenu de la répartition spatiale des populations, et dans un souci de suivre l'évolution de la demande en branchement particulier, nous avons opté pour quatorze (14) bornes-fontaines.

V.3 La mobilisation de la ressource en eau

Le système d'AEPS sera alimenté par deux forages dont les débits d'exploitation sont respectivement de **18 m³/h et 12 m³/h**. Les informations techniques relatives à ces ouvrages de captage ont été fournies par la mairie de la commune de Sabou.

L'eau souterraine issue des forages étant généralement limpide et peu chargée en impuretés, elle est néanmoins soumise à des analyses physico-chimiques et bactériologiques préalables afin de vérifier sa conformité aux normes de potabilité en vigueur. Sous réserve de la déclaration de conformité à la consommation humaine, le traitement retenu repose sur une désinfection au chlore, réalisée au moyen de pastilles de chlore, destiné à prévenir toute contamination susceptible de survenir au cours du transport et de la distribution de l'eau jusqu'aux usagers.

V.4 Le dimensionnement du réseau de distribution

V.4.1 Méthode de tracé du réseau de distribution

Il a été conçu pour assurer une couverture adéquate et équitable des besoins en eau potable de la population de Nabadogo à l'horizon 2046. Pour avoir des ouvrages pour lesquels les populations s'en approprient réellement, nous avons implanté les bornes-fontaines selon un processus participatif et consensuel, qui nous a permis de prendre en compte toutes les couches de population ainsi que leurs habitudes. Les plages horaires retenues sont de 13 heures/jour pour les bornes-fontaines et 16 heures/jour pour les branchements particuliers, garantissant ainsi une utilisation conforme aux habitudes et à la diversité de la population.

Sur le plan structurel, le système se subdivise en deux sous-réseaux aux fonctions distinctes et complémentaires :

- Le réseau de distribution, constitué des bornes-fontaines, des nœuds de jonction et du réservoir de stockage, chargé d'acheminer l'eau depuis le réservoir jusqu'aux points de desserte des usagers ;
- Le réseau d'adduction, composé des forages retenus et du réservoir de stockage, assurant le transfert de l'eau depuis les ouvrages de captage jusqu'à l'ouvrage de stockage, d'où elle sera ensuite distribuée aux usagers.

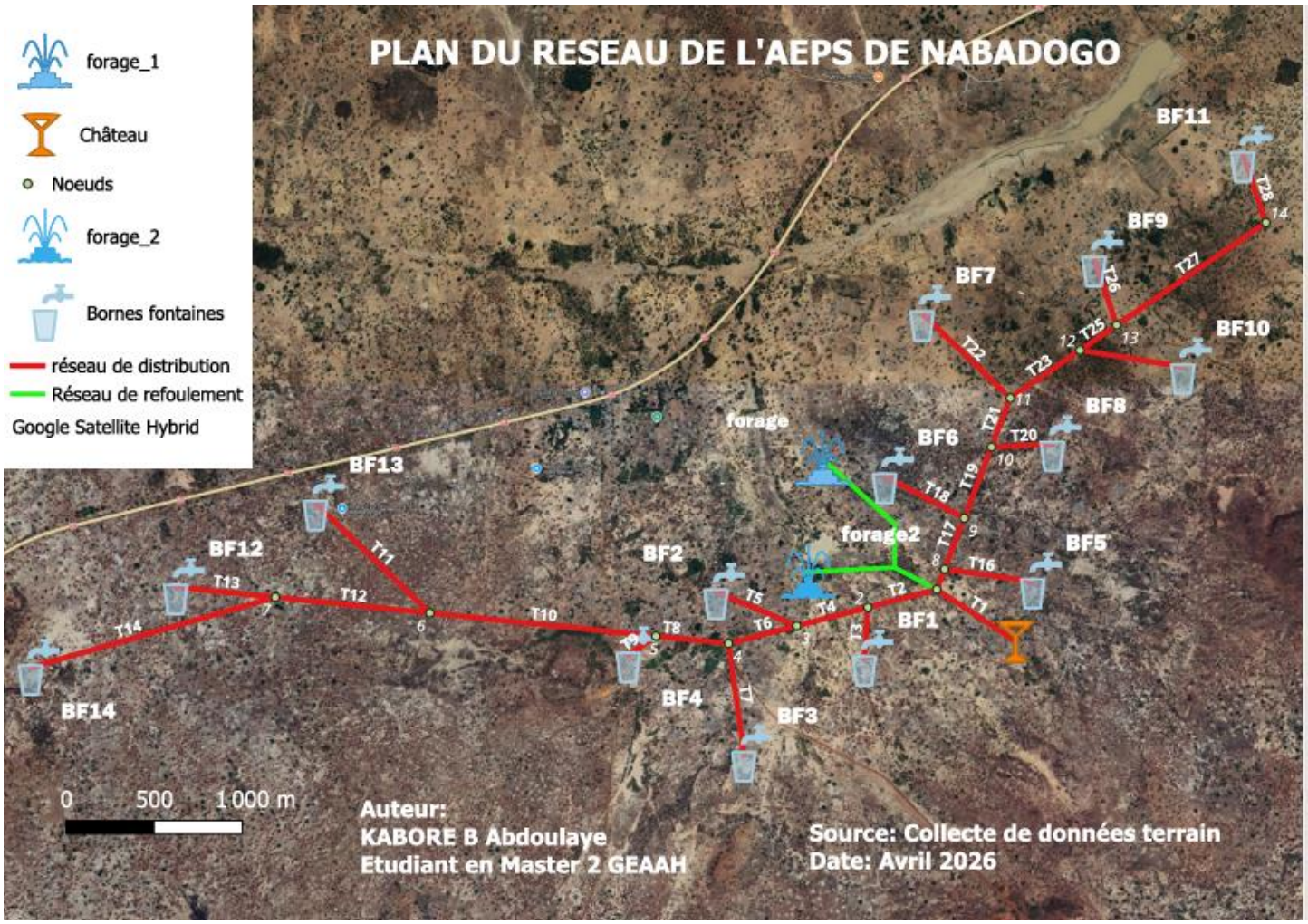


Figure 9: Le tracé du réseau de l'AEPS de Nabadogo

V.4.2 Le calcul du débit de distribution

Le dimensionnement hydraulique du réseau de distribution est conduit sur la base du débit de pointe horaire, qui représente la demande maximale instantanée susceptible d'être enregistrée en tout point du réseau lors des périodes de forte sollicitation. L'utilisation de ce débit de référence garantit que l'ensemble des conduites et équipements hydrauliques du réseau sont en mesure de satisfaire la demande en eau de la totalité des usagers dans les conditions

d'exploitation les plus défavorables. Les résultats du calcul du débit de pointe en tête du réseau de distribution sont présentés dans le tableau 7 :

Tableau 7: le débit de distribution à l'horizon du projet

DEBIT DE DISTRIBUTION PAR GRAVITE							
		Unité	**2026**	**2030**	**2035**	**2040**	**2046**
Demande en eau du jour de pointe aux BF	BF	m^3/j	58,14	54,23	59,29	61,10	65,22
Débit moyen horaire théorique des BF		m^3/h	4,47	4,17	4,56	4,70	5,02
Coefficient de pointe horaire			2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Débit de pointe horaire théorique des BF		m^3/h	10,06	9,39	10,26	10,58	11,29
		l/s	2,80	2,61	2,85	2,94	3,14
Nombre théorique de BF		U	14				
Débit de pointe théorique par BF		l/s	0,20	0,19	0,20	0,21	0,22
Nombre de robinets par borne-fontaine		U	3				
Débit max d'un robinet		l/s	0,25				
Débit réel de chaque borne-fontaine		l/s	0,75				
Débit réel des BF		l/s	10,5				
Demande en eau du jour de pointe aux BP	BP	m^3/j	93,58	202,44	257,85	325,13	417,44
Débit moyen horaire théorique des BP		m^3/h	5,85	12,65	16,12	20,32	26,09
Coefficient de pointe horaire			2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Débit de pointe horaire théorique des BP		l/s	3,66	7,91	10,07	12,70	16,31
Débit de distribution	BF+BP	m^3/h	50,96	66,27	74,06	83,52	96,50
		l/s	14,16	18,41	20,57	23,20	**26,81**

V.4.3 Le calcul des débits en route

Le débit de distribution affecté aux branchements particuliers (BP) est de **16,31 l/s**, réparti sur une longueur totale de réseau de **14787 m**. le rapport entre le débit de distribution et la longueur totale du réseau, nous permet d'avoir le débit linéique qui de **0,0011l/s**. Ce paramètre a été l'élément central dans le calcul des débits qui transit dans chaque tronçon du réseau. Son implication dans ce calcul, garantit un dimensionnement adéquat et équitable de l'ensemble du réseau. Les résultats détaillés du calcul des débits de dimensionnement par tronçon sont consignés dans le tableau 8.

V.4.4 Les diamètres des conduites de distribution et les pressions aux nœuds

Le calage du réseau de distribution révèle des pressions comprises entre **5 mCE et 19,45 mCE**, valeurs conformes aux plages admissibles fixées pour le dimensionnement. Aucune borne-fontaine ne présente une pression inférieure au seuil minimal de **5 mCE,** attestant d'une répartition satisfaisante de la pression en tout point du réseau. Les vitesses d'écoulement sont quant à elles comprises entre **0,30 m/s et 0,75 m/s** pour la majorité. Seul le tronçon T9 reliant la BF4 a une vitesse de **0,25m/s**, inférieur à la norme. Nous prévoyons alors d'installer une vanne de vidange afin d'éviter le colmatage de la conduite.

La charge minimale imposée au réservoir, déterminée à partir du nœud le plus défavorable du réseau, est de **339,89 m**. Cette valeur a servi de référence pour le calage altimétrique du réservoir. La hauteur sous radier, obtenue par différence entre la cote sous radier du réservoir et la cote du terrain naturel au droit de son implantation **(330 m),** est de **9,89 m.** Pour des raisons d'ordre constructif, une hauteur sous radier de **10 m** a été retenue. Le tableau 8 nous donne en détail, les résultats du calcul des différents diamètres des conduites, des pressions et des vitesses d'écoulement.

Tableau 8:les caractéristiques des conduites de distribution

Tronçon	Qroute(l/s)	Qaval(l/s)	Dth(mm)	Dint(mm)	Din(m)	DN(mm)	Vitesse (m/s)	Pmin	Pr
CE-N1	0,00	26,81	184,75	246,8	0,2468	280	0,56	5,00	17,67
N1-N2	0,45	14,03	134,80	176,2	0,1762	200	0,59	5,00	17,84
N2-BF1	0,33	0,75	34,41	66	0,066	75	0,30	5,00	14,67
N2-N3	0,46	12,49	127,37	158,6	0,1586	180	0,64	5,00	13,92
N3-BF2	0,55	0,75	36,60	66	0,066	75	0,31	5,00	16,75
N3-N4	0,44	10,75	118,29	158,6	0,1586	180	0,56	5,00	13,06
N4-BF3	0,71	0,75	38,12	66	0,066	75	0,33	5,00	9,98
N4-N5	0,46	8,83	107,52	141	0,141	160	0,58	5,00	11,64
N5-BF4	0,21	0,75	33,19	66	0,066	75	0,25	5,00	13,04
N5-N6	1,42	6,44	95,93	123,4	0,1234	140	0,60	5,00	12,18
N6-BF13	1,00	0,75	40,68	66	0,066	75	0,38	5,00	5,38
N6-N7	0,97	3,72	73,63	96,8	0,0968	110	0,58	5,00	9,46
N7-BF12	0,63	0,75	37,33	66	0,066	75	0,32	5,00	10,87
N7-BF14	1,60	0,75	45,52	66	0,066	75	0,48	5,00	5,00
N1-N8	0,14	12,20	124,99	158,6	0,1586	180	0,62	5,00	18,38
N8-BF5	0,56	0,75	36,69	66	0,066	75	0,31	5,00	11,49
N8-N9	0,35	10,54	116,88	158,6	0,1586	180	0,54	5,00	15,94
N9-BF6	0,56	0,75	36,75	66	0,066	75	0,31	5,00	17,66
N9-N10	0,48	8,74	107,09	141	0,141	160	0,58	5,00	12,92
N10-BF8	0,38	0,75	34,98	66	0,066	75	0,30	5,00	11,74
N10-N11	0,33	7,27	97,44	123,4	0,1234	140	0,62	5,00	16,78
N11-BF7	0,77	0,75	38,64	66	0,066	75	0,34	5,00	19,45
N11-N12	0,53	5,22	83,80	110,2	0,1102	125	0,58	5,00	14,54
N12-BF10	0,66	0,75	37,60	66	0,066	75	0,32	5,00	8,35
N12-N13	0,28	3,54	68,56	79,2	0,0792	75	0,75	5,00	9,57
N13-BF9	0,44	0,75	35,56	66	0,066	75	0,30	5,00	16,41
N13-N14	1,14	1,21	48,30	66	0,066	75	0,54	5,00	7,98
N14-BF11	0,46	0,75	35,69	66	0,066	75	0,30	5,00	10,12

Le tableau 9 ci-après présente le récapitulatif des caractéristiques techniques des conduites retenues pour le réseau, notamment les diamètres, les longueurs et les matériaux constitutifs de chaque tronçon.

Tableau 9: Nature et longueur des conduites par diamètre

Nature des conduites	PN	DN (mm)	Longueur (m)
PEHD	10	75	9311
PEHD	10	110	883
PEHD	10	125	483
PEHD	10	140	1593
PEHD	10	160	854
PEHD	10	180	1258
PEHD	10	200	405
PEHD	**10**	**280**	540
TOTAL			**15327**

V.4.5 Les résultats de la simulation sur EPANET

Dans le cadre de la présente étude, la simulation hydraulique du réseau de distribution a été réalisée à l'aide du logiciel EPANET, outil de modélisation de référence internationalement reconnu pour l'analyse et la simulation des réseaux d'alimentation en eau potable. Cet outil permet, à partir de la topologie complète du réseau comprenant la position et les caractéristiques du réservoir, des nœuds de distribution et des conduites ainsi que des consommations prévisionnelles affectées à chaque point de demande, de résoudre simultanément les équations de conservation de la masse aux nœuds et les équations de conservation de l'énergie dans les conduites. Il en résulte la détermination des débits transitant dans chaque tronçon, des charges piézométriques et des pressions disponibles aux nœuds, ainsi que des vitesses d'écoulement dans l'ensemble des conduites du réseau.

Le calcul des pertes de charge a été conduit par application de la formule de Darcy-Weisbach, reconnue pour sa précision et sa rigueur physique. La valeur de rugosité absolue des parois retenue est de k = 0,1 mm, valeur caractéristique des conduites en polyéthylène haute densité (PEHD PE 100) constituant l'intégralité du réseau de distribution. Les résultats issus de cette simulation hydraulique sont illustrés à la figure 10.

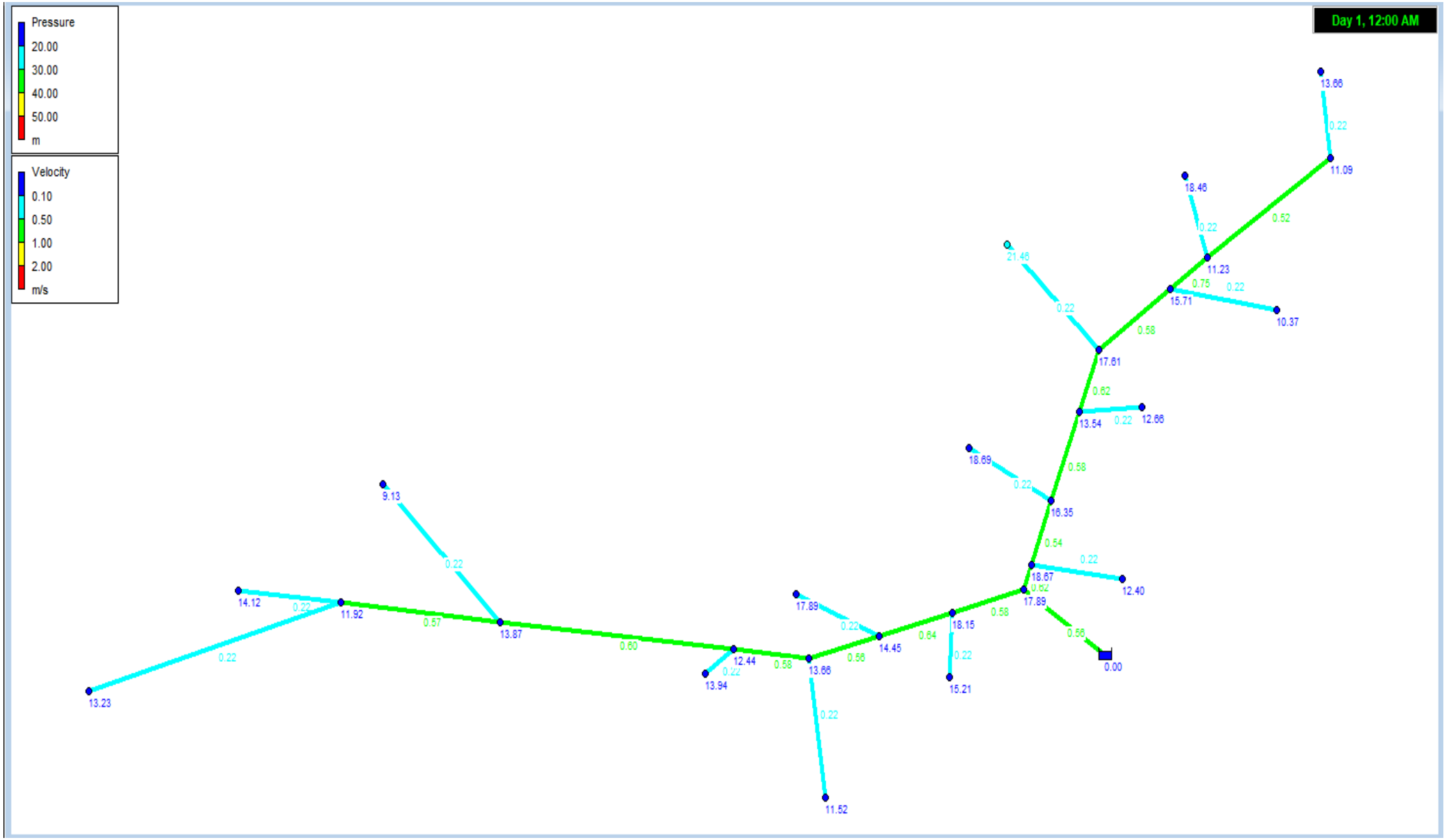


Figure 10:le résultat de la simulation sue EPANET

V.4.6 Comparaison entre les résultats calculés sur Excel et simulés sur EPANET

V.4.6.1 Les vitesses dans les conduites

La comparaison des vitesses d'écoulement calculées sous Excel avec les résultats de simulation EPANET fait ressortir une bonne concordance d'ensemble, avec un coefficient de régression de R^2= 0.936, validant ainsi le dimensionnement hydraulique retenu. Seuls les tronçons terminaux raccordés aux bornes-fontaines présentent des vitesses inférieures au seuil minimal admissible, en raison des diamètres de conduites adoptés conformément aux hypothèses de dimensionnement. À titre de mesure corrective, l'installation de vannes de vidange est recommandée sur ces tronçons afin de prévenir tout risque de dépôt et de sédimentation. Les détails sont présentés au niveau de la figure 11.

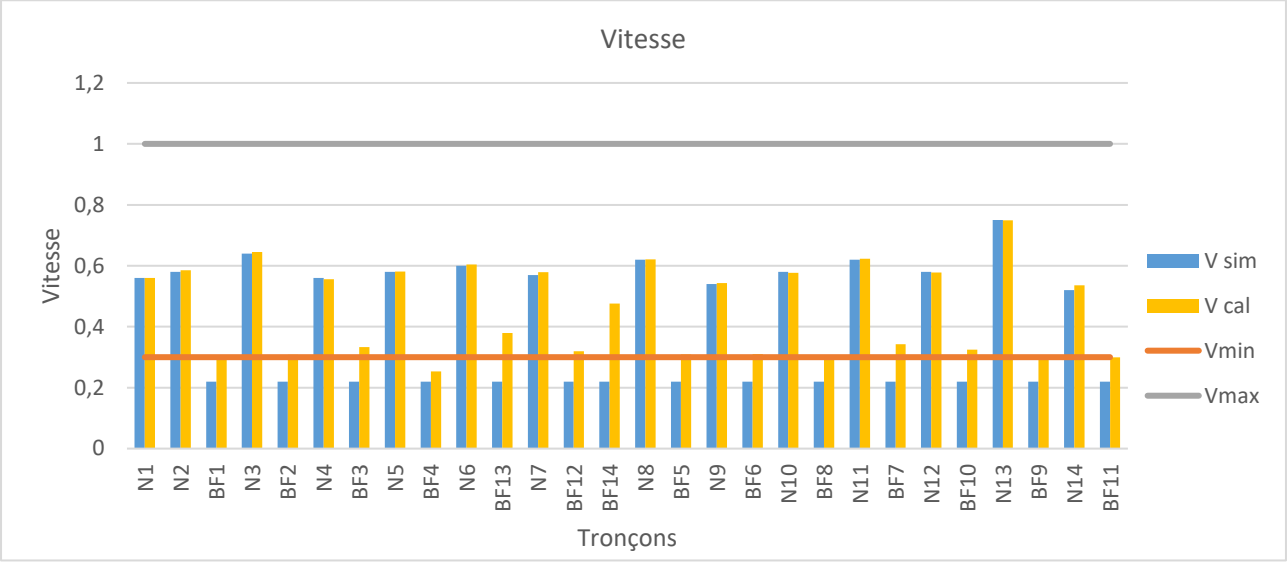


Figure 11: Schéma comparatif de vitesse en EPANET et Excel

V.4.6.2 Les pressions aux nœuds

Pour mettre en lumière la fiabilité du dimensionnement hydraulique, nous avons fait une confrontation entre les résultats analytiques et la simulation faite à travers le logiciel EPANET. Il ressort de cette confrontation que la pression minimale et maximale est respectée sur les deux résultats, avec un coefficient de régression de R^2= 0.84. Nous observons également une certaine similitude de pression aux nœuds entre les deux résultats. Ce qui donne du crédit au dimensionnement hydraulique réalisé. La figure 12 nous montre les détails.

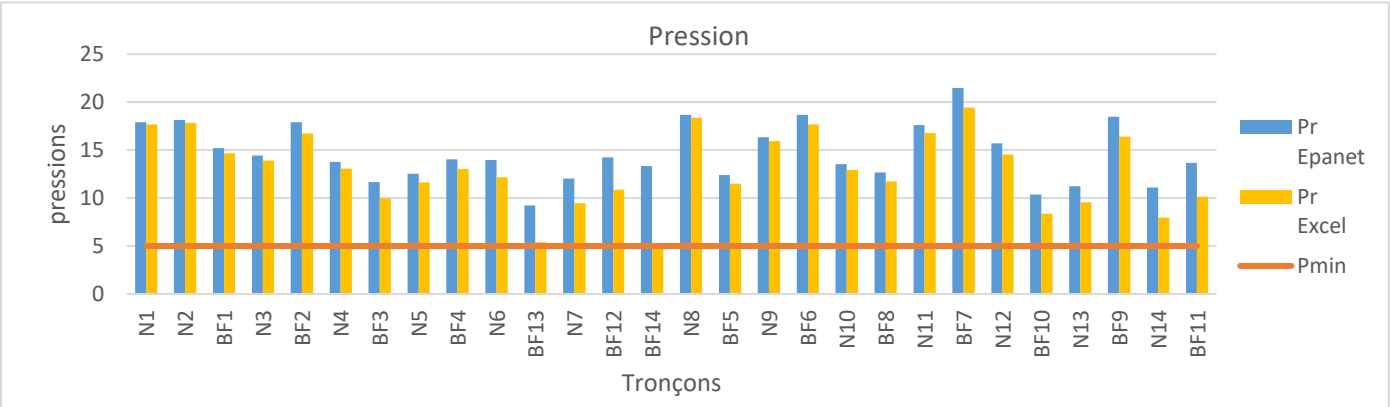


Figure 12:Schémas comparatifs de la pression entre EPANET et Excel

V.4.7 Simulation longue durée

Afin d'appréhender le comportement hydraulique du réseau dans des conditions proches de la réalité, une simulation en période étendue de 72 heures a été réalisée sous EPANET. Elle inclut les variations de niveau d'eau dans le réservoir, le régime de la pompe en fonctionnement et les fluctuations de la demande en eau. Les paramètres de simulation ont été configurés avec un pas de temps d'une heure (1h) pour la courbe de modulation, le calcul hydraulique et la génération des rapports.

La courbe de modulation, telle que définie par DIEDHOU (2004), est un facteur de multiplication appliqué aux paramètres hydrauliques pour traduire son évolution dans le temps. Les coefficients multiplicateurs ont été déterminés de manière à reproduire le plus fidèlement possible les habitudes de consommation de la population de Nabadogo.

La figure 13 présente la courbe de modulation de la pression au nœud le plus défavorable du réseau de distribution, à savoir le nœud N7, permettant ainsi d'évaluer les conditions de desserte aux points les plus contraignants du système.

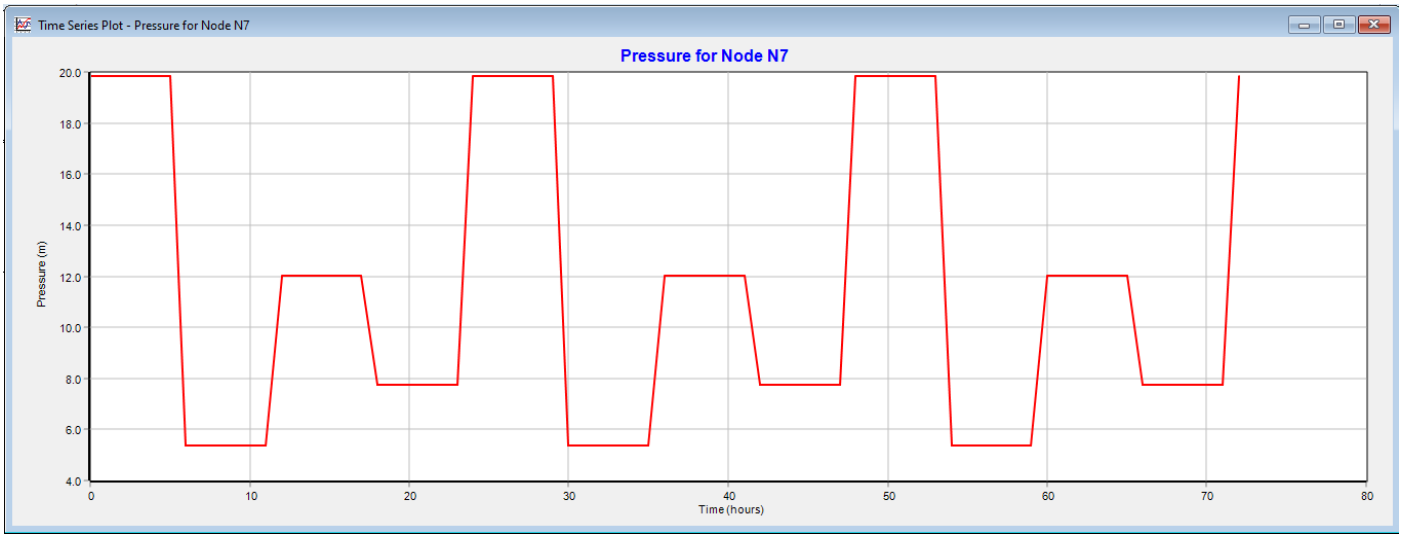


Figure 13:Courbe de modulation pression

La figure 14 présente la courbe de modulation du débit du tronçon le plus défavorable du réseau de distribution, à savoir le tronçon 14, permettant ainsi d'évaluer les conditions de desserte aux tronçons les plus contraignants du système.

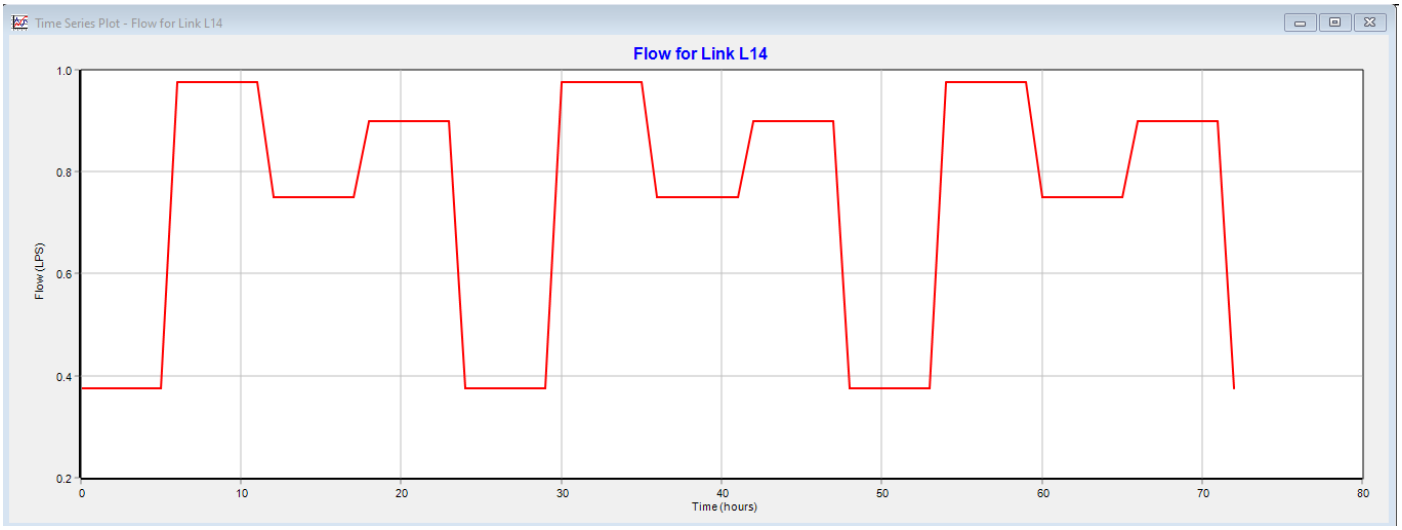


Figure 14: courbe de modulation débit

V.5 Le dimensionnement du réseau d'adduction

Pour faire remonter l'eau depuis les forages jusqu'au réservoir, un réseau d'adduction a été mis en place. Deux forages alimentent ce réseau, dont les conduites parcourent une distance totale de 1620 mètres avant de déboucher dans un réservoir de 150 m³.

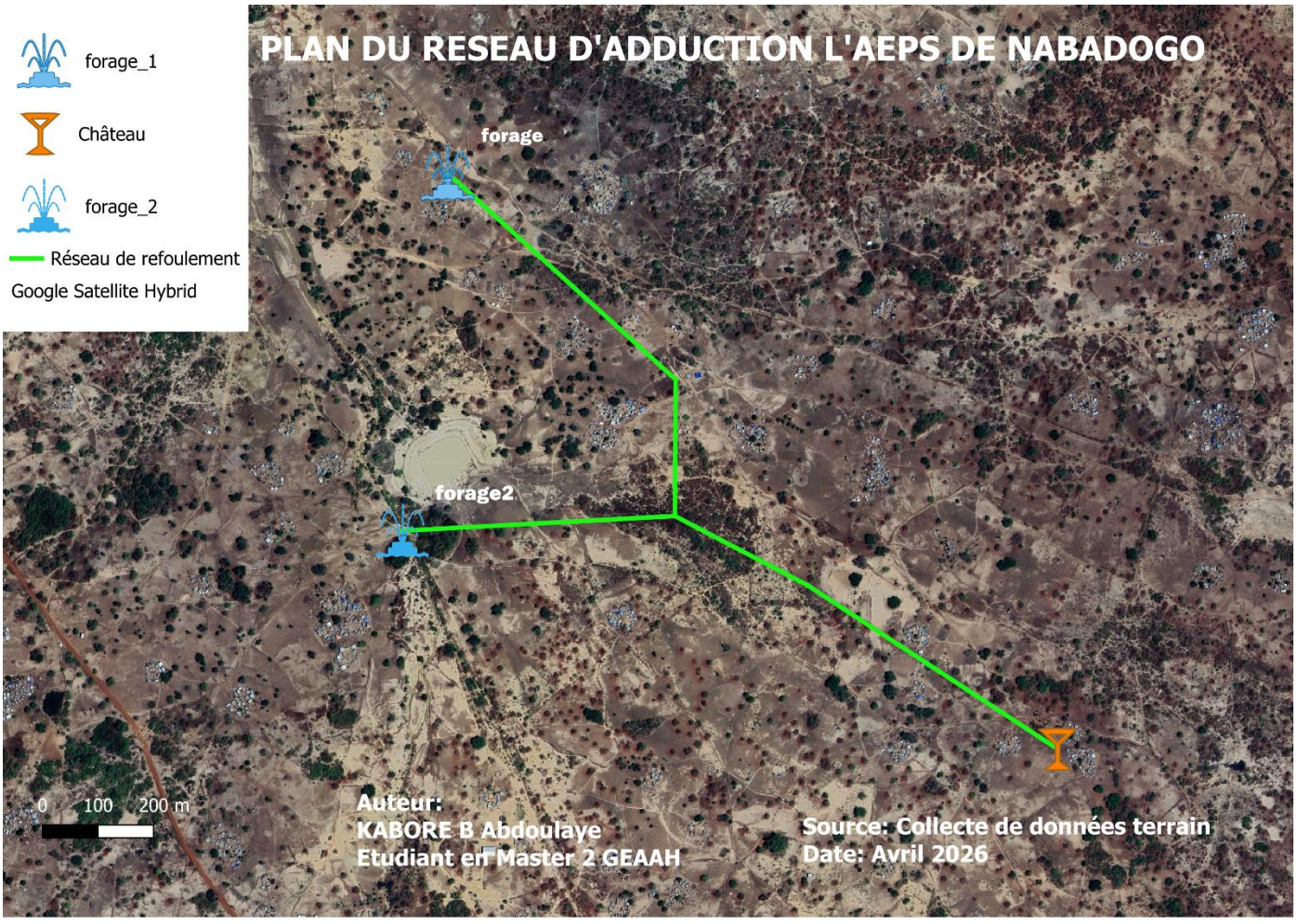


Figure 15: le réseau d'adduction de l'AEPS de Nabadogo

V.5.1 Le débit d'adduction

Le dimensionnement du système d'AEP repose sur l'exploitation de deux forages déjà réalisés, d'une capacité respective de **12 m³/h et 18 m³/h.** L'ensemble assurera l'alimentation du système avec un temps de pompage de **16 heures par jour**. Toutefois, le débit d'adduction requis à l'horizon du projet est estimé à **30,17 m³/h**, alors que le débit réel de pompage cumulé n'atteint que **30 m³/h**. Par conséquent, une insuffisance subsiste, ce qui implique soit l'ajout d'un forage supplémentaire, soit une augmentation du temps de pompage. Nous recommandons de porter la durée de pompage à **17 heures** par jour afin de mieux couvrir la demande future. Le tableau 10 en donne les résultats.

Tableau 10: le débit d'adduction à l'horizon du projet

EVALUATION DES BESOINS ET DEMANDE EN EAU DES LOCALITES A L'HORIZON 2046							
Désignation	**Année**	**Anne**	**2026**	**2030**	**2035**	**2040**	**2046**
	Population totale des ruraux (hbts)	hbt	5 867	6 430	7 211	8 088	9 281
	Taux de desserte	%	56,57%	80%	87%	93%	100%
	Population desservie	hbt	3319	5144	6274	7522	9281
Borne fontaine	Taux de desserte des BF	%	28,20%	24,00%	23,40%	21,50%	20,00%
	Population desservie par les BF	hbt	1 654	1 543	1 687	1 739	1 856
	Nombre de personnes par BF	hbt			500		
	Nombre théorique de BF à installer	U	4	4	4	4	4
	Cons_spécifique moyennes des BF	l/j/hbt	25	25	25	25	25
	Cons_journalière moyennes des BF	m³/j	41,36	38,58	42,18	43,47	46,41
Branchement privé	Taux de desserte des BP	%	28,37%	56,00%	63,60%	71,50%	80,00%
	Population desservie par les BP	hbt	1664	3601	4586	5783	7425
	Nombre de personnes par BP	hbt			10		
	Nombre théorique de BP à installer	U	167	361	459	579	743
	Cons_spécifique moyennes des BP	l/j/hbt	40	40	40	40	40
	Cons_journalière moyennes des BP	m³/j	66,58	144,03	183,45	231,32	296,99
Besoins et demande	Besoins annexes	m³/j	10,79	18,26	22,56	27,48	34,34
	Besoins moyens journaliers	m³/j	118,74	200,87	248,20	302,27	377,74
	Coefficient de pointe journalier (Cpj)				1,15		
	Besoin en eau de jour de pointe	m³/j	136,55	231,00	285,42	347,61	434,40

	Rendement global du réseau	%	90%				
	Demande en eau du jour de pointe	m^3/j	151,72	256,67	317,14	386,23	482,66
	Débit d'adduction		9,48232	16,042	19,8212	24,14	**30,17**

V.5.2 Le dimensionnement des conduites de refoulement

Notre réseau de refoulement est constitué de trois (3) conduites différentes. Une conduite pour chaque forage les reliant à un point de jonction et une conduite commune depuis le point de jonction jusqu'au réservoir, par lequel transit le cumule des débits de chaque forage. Pour le calcul de ces différents diamètres, nous avons utilisé des formules empiriques, vérifiées par la condition de Flamant et le respect de la plage de vitesse d'écoulement recommandée. Les résultats de ce dimensionnement sont consignés dans les tableaux 11, 12 et 13.

Tableau 11: diamètre de refoulement du forage 1

Formule	Débit(m3/h)	Dth(mm)	Dint(mm)	Dint(m)	DN(mm)	U(m/s)	Condition de flamant	
Bresse	18	106,07	114,6	0,1146	140	0,48	Oui	
Bresse_Modifiée		141,93	147,2	0,1472	180	0,29	Oui	
Bonnin		70,71	90	0,09	110	0,79	Non	
Meunier		93,34	102,2	0,1022	125	0,61	Oui	
Bedjaoui		89,80	102,2	0,1022	125	0,61	Oui	

Tableau 12:diamètre de refoulement du forage 2

Formule	Débit(m3/h)	Dth(mm)	Dint(mm)	Dint(m)	DN(mm)	U(m/s)	Condition de flamant	
Bresse	12	86,60	90	0,09	110	0,52	Oui	
Bresse_Modifiée		123,99	130,8	0,1308	160	0,25	Oui	
Bonnin		57,74	61,4	0,0614	75	1,13	Non	
Meunier		76,21	90	0,09	110	0,52	Oui	
Bedjaoui		73,32	90	0,09	110	0,52	Oui	

Tableau 13: diamètre de la conduite qui refoule le cumule des débits

Formule	Débit(m3/h)	Dth(mm)	Dint(mm)	Dint(m)	DN(mm)	U(m/s)	Condition de flamant	
Bresse	30	136,93	147,2	0,1472	180	0,49	Oui	
Bresse_Modifiée		168,27	184	0,184	225	0,31	Oui	
Bonnin		91,29	102,2	0,1022	125	1,02	Non	
Meunier		120,50	130,8	0,1308	160	0,62	Oui	
Bedjaoui		115,93	130,8	0,1308	160	0,62	Oui	

À l'issue de l'analyse comparative des résultats de dimensionnement, le diamètre issu de la formule de Meunier ou Bedjaoui a été retenu, en raison du respect des conditions de Flamant ainsi que de la condition de vitesse à l'adduction. Les conduites sélectionnées sont de type **PEHD PN 16**, présentant un diamètre extérieur de **125 mm, 110 mm et 160** mm pour un diamètre intérieur de **102,2 mm, 90 mm et 130,8 mm** respectivement pour le forage 1, le forage 2 et le tronçon commun. La longueur totale du réseau d'adduction s'établit à **2 111 m**.

V.5.3 La vérification du coup de bélier

Vérifier le risque de coup de bélier dès la conception des conduites de refoulement n'est donc pas une option, mais une nécessité, pour s'assurer que ni les canalisations ni les équipements hydrauliques du réseau n'auront à en subir les dégâts. Cette vérification a été conduite par application des équations d'Alliévi-Joukovski et des relations complémentaires présentées à l'équation **27**, permettant d'évaluer l'amplitude des ondes de surpression et de dépression susceptibles de se propager dans les conduites en conditions transitoires d'exploitation. Les résultats de cette analyse sont présentés dans les tableaux 14 et 15 :

Tableau 14:vérification du coup de bélier forage 1

Forage 1		
Désignation	Unité	Valeur
Débit de refoulement	m^3/h	18
Longueur de refoulement	m	808
Diamètre intérieur retenu	mm	102,2
Vitesse initiale	m/s	0,61
Pertes de charge ΔH	m	3,94
Hauteur Manométrique Totale retenu	m	78
Célérité de l'onde	m/s	314,04
Variation de pression	m	19,51
Surpression Pmax	m	49,26
Dépression Pmin	m	10,24
Pression Nominale	m	110
Pression Atmosphérique	m	10,33
PMA=1,2*PN	m	132

Pmax = HMT + DP < PMA=1,2*PN : Pas de risque de surpression préjudiciable
Patm < Pmin = HMT-DP : Pas de risque de dépression préjudiciable

Tableau 15:vérification du coup de bélier forage 2

Forage 2		
Désignation	Unité	Valeur
Débit de refoulement	m3/h	12
Longueur de refoulement	m	1303
Diamètre intérieur retenu	mm	90
Vitesse initiale	m/s	0,52
Pertes de charge ΔH	m	5,10
Hauteur Manométrique Totale retenu	m	79
Célérité de l'onde	m/s	313,46
Variation de pression	m	16,74
Surpression Pmax	m	49,84
Dépression Pmin	m	16,36
Pression Nominale	m	110
Pression Atmosphérique	m	10,33
PMA=1,2*PN	m	132
Pmax = HMT + DP < PMA=1,2*PN : Pas de risque de surpression préjudiciable		
Patm < Pmin = HMT-DP : Pas de risque de dépression préjudiciable		

L'interprétation des résultats du tableau 14 et 15 met en évidence que la surpression maximale Pmax demeure en deçà de la pression maximale admissible PMA, tandis que la dépression minimale Pmin reste supérieure à la pression atmosphérique. Cette configuration confirme que le coup de bélier n'est pas préjudiciable sur la conduite de refoulement. Dès lors, l'installation d'un dispositif anti-bélier n'est pas nécessaire.

V.5.4 Le choix des pompes

Les groupes motopompes retenus pour le présent projet sont issus du catalogue GRUNDFOS, de série SP, en acier inoxydable, spécialement conçue pour le pompage des eaux souterraines brutes et largement disponibles sur le marché. La sélection a été réalisée en introduisant les paramètres hydrauliques du projet HMT et débit d'exploitation dans la base de données du site GRUNDFOS, qui a permis d'identifier les pompes les mieux adaptées aux conditions d'exploitation du système. Les références des pompes sélectionnées sont présentées dans le tableau 16 et en Annexe 5.

Tableau 16: caractéristique des pompes choisies

	Pompe 1	**Pompe 2**
Marque	Grundfos	Grundfos
Model de la pompe	SP 18-10	SP 18-8
Type de moteur	MS 4000	MS 400

Puissance[kW]	5,5	5,5
Fréquence [Hz]	50	50
N[tr/min]	2900	2900
Poids[kg]	40,8	43,6
U [V]	3 x 380-400-415	4 x 380-400-415
In [A]	11,2	9,7
Cos Φ	0,8	0,8
η_p	76,8 %	73,9 %
η_m	80,30%	80,10%
η_{total}	61,20%	59,70%

V.5.5 Le point de fonctionnement des pompes

Il constitue le point d'équilibre hydraulique du système de refoulement, caractérisé par un couple (débit-HMT) spécifique. Après avoir fait le tracé des différentes courbes caractéristiques, nous obtenons :

- ✓ Pour la pompe 1 de 18 m3/h : un débit de 18 m3/h, une HMT de 78 m et un rendement du moteur de 77%.
- ✓ Pour la pompe 2 de 12 m3/h : un débit de 12,5 m3/h, une HMT de 79 m et un rendement de 71%.
- ✓ Pour le système étudié, nous un débit de 30,5 m3/h, une valeur acceptable permettant aux pompes un fonctionnement optimale.

Les courbes caractéristiques de chaque système ont été établies à partir des données hydrauliques consignées dans les tableaux 17 et la figure 16.

Tableau 17: Résultats des calculs du point de fonctionnement du système

Pompe 1										
Q[m³/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
HMT mod 1	391,00	391,44	391,61	390,10	390,05	387,76	382,53	375,19	361,01	344,70
np 1	0	17,7	32,9	46,3	58,1	65,6	72	75,7	77,1	74,3
Pompe 2										
Q[m³/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
HMT mod 2	365,00	368,70	369,63	368,96	367,55	364,18	358,94	351,85	343,36	333,36
np 2	0	15,4	31	44,4	55,5	64	70	73,7	75,3	74,7
La résultante										
Q[m³/h]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
DH	346,00	346,13	346,76	347,71	349,04	350,74	352,83	355,30	359,43	364,32
MAX (HMTmod 1 ; HMTmod 2)	391,00	391,44	391,61	390,10	390,05	387,76	382,53	375,19	361,01	344,70

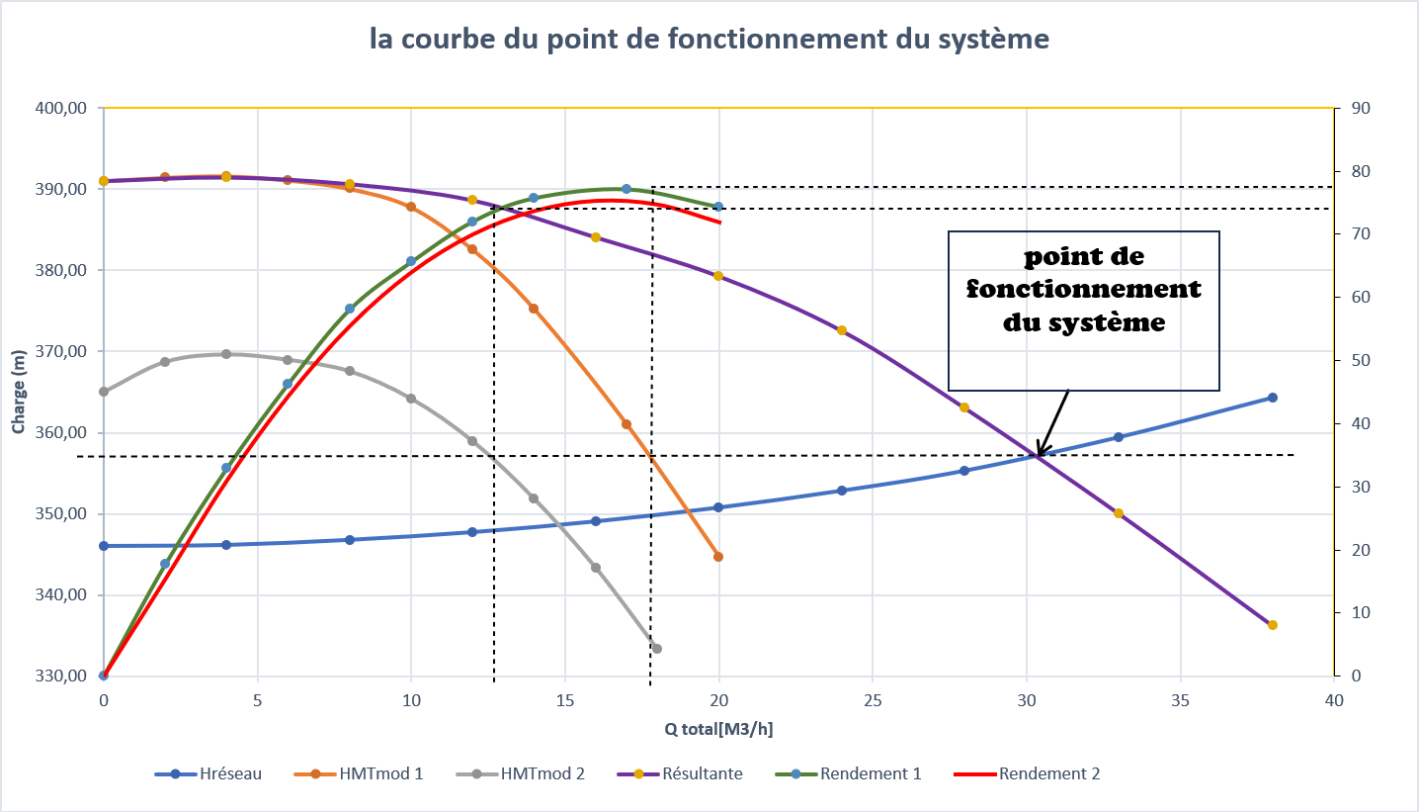


Figure 16: point de fonctionnement du système

V.6 Le dimensionnement du réservoir

V.6.1 Le dimensionnement de la capacité utile du réservoir

- ✓ Cette capacité a été déterminée par la méthode qui repose sur l'estimation de la capacité utile du réservoir à hauteur de 25 % de la demande journalière de pointe, hypothèse applicable dans le cadre d'une adduction assurée exclusivement de jour, durant les périodes de consommation active de la population. Cette méthode est le plus souvent utilisée dans le dimensionnement d'AEPS, surtout en milieu rural, car elle est simple, fiable et sécurisée.

Etant donné que nous avons une demande en eau du jour de pointe qui est de **482,66 m3/h**, alors en appliquant les 30%, nous obtenons une capacité de **120,67 m3**. Les détails sont résumés au niveau du tableau 18.

Tableau 18:Capacité utile du réservoir par méthode forfaitaire

CAPACITE DU RESERVOIR	
Demande de jour de pointe(m^3/j)	482,66
1/3 de la demande du jour de pointe(m^3/j)	120,67
Capacité utile du réservoir(m^3)	120,67

Étant donné le caractère rural de la zone d'étude, l'intégration d'une réserve incendie n'a pas été retenue dans le dimensionnement, cette exigence n'étant pas applicable dans le contexte considéré. En conséquence, la capacité totale du réservoir a été fixée à **150 m^3**, dimensionnée exclusivement pour couvrir l'ensemble des besoins de la population en eau potable à l'horizon du projet.

V.6.2 Le traitement de l'eau

Dans le cadre de la vérification de l'efficacité du traitement de l'eau, le tableau 20 ci-après synthétise les résultats du dimensionnement des pompes doseuses et des bacs de réactif, tout en présentant les contrôles effectués sur le temps de contact du chlore et le temps de séjour au sein du réservoir.

Tableau 19:synthèse du dimensionnement des pompes doseuses

PARAMETRES	VALEUR
Taux de traitement d(g/ml)	2
Concentration de Ca(OCl)2 C(g/l)	5
Volume eau à traiter V(m^3)	482,66
Masse du réactif M(kg)	0,97
Volume du bac V(l)	193,07
Débit de la pompe doseuse q(l/h)	12,07
Rendement pompe R	80%
Débit pompe calculé q(l/h)	15,08
Débit pompe retenu q(l/h)	**16,00**
Temps de contact du chlore	4,97
Temps de séjour	0,31

Dans le cadre du projet, le dispositif de chloration retenu repose sur une pompe doseuse d'un débit de **16 l/h,** associée à un bac de **193,07 litres**. Pour un débit d'eau à traiter de **482,66 m^3**, nous aurons besoin de **0,97 kg** d'hypochlorite de calcium. Avec un temps de contact de **4,97 h**, et un temps de séjour de 0,31 jour, nous avons des paramètres qui sont suffisamment optimaux pour assurer une bonne désinfection.

V.7 Les dimensions de fouilles pour la pose des conduites

Les dimensions des fouilles de pose constituent un paramètre déterminant dans l'organisation et le chiffrage des travaux de génie civil du projet. Elles sont établies en fonction des diamètres extérieurs des conduites, de la profondeur minimale de pose requise pour assurer leur protection contre les charges de surface et les variations thermiques, ainsi que des largeurs de fouille nécessaires à la mise en œuvre dans les règles de l'art. Le tableau 21 récapitule l'ensemble de ces dimensions pour chaque type de conduite constitutif du réseau d'adduction et de distribution

Tableau 20: les dimensions des fouilles pour la pose des conduites

DN	Dimensions calculées		Dimensions retenues	
	h min (m)	l min (m)	hr (cm)	l min (cm)
280	0,78	0,68	90	70
200	0,7	0,6	90	70
160	0,66	0,56	75	60
180	0,68	0,58	75	6
140	0,64	0,54	75	60
110	0,61	0,51	75	60
75	0,575	0,475	70	50

V.8 Le dimensionnement de la source d'énergie

L'alimentation de la station de pompage géré par un système énergétique hybride, associant des modules photovoltaïques comme source d'énergie principale et un groupe électrogène comme source d'appoint, garantissant ainsi la continuité de l'alimentation électrique en toute circonstance, y compris lors des périodes de faible ensoleillement ou de défaillance du système solaire.

V.8.1 Le dimensionnement du champ solaire

Le système photovoltaïque mis en place est constitué d'un champ de panneaux solaires produisant un courant continu, converti en courant alternatif par un onduleur hybride intégré au système, afin d'alimenter les groupes motopompes dans les conditions électriques requises. Le tableau 22 ci-après présente les résultats du calcul de la puissance crête du système photovoltaïque.

Tableau 21: résultats du dimensionnement des champs solaires

Photovoltaïque		F2=18m³/h	F2=12m³/h
Désignation	**Unité**	**Valeur**	
Débit de pompage	[m³/h]	**18,000**	**12,000**
Temps de pompage solaire	[h]	**6,000**	**6,000**
Production journalière	[m³/j]	**108,000**	**72,000**
HMT	[m]	**76,000**	**76,000**
Rendement de l'onduleur nond	[%]	**95%**	**95%**
Rendement générale du groupe électropompe	[%]	**61,67%**	**59,19%**
Constante hydraulique Ch	-	**2,725**	**2,725**
Energie électrique	[Wh]	**38177,148**	**26516,246**
Ensoleillement	[kWh/m2/j]	**5,500**	**5,500**
Pertes	[%]	**30,00%**	**30,00%**
Puissance crêtes Wc	[W]	**9916,1**	**6887,3**
Puissance panneaux choisi	[W]	**630,00**	**630,00**

Nombre de panneaux calculé	[U]	**15,74**	**10,93**
Nombre de panneaux retenu	[U]	**16,000**	**12,000**
Wc retenu	[W]	**10080,000**	**7560,000**
Marge	[W]	**1,65%**	**9,77%**

Caractéristiques des Panneaux solaires polycristallins Victron 630 W

- Rendement du module jusqu'à 23,3 % ;
- Plage de puissance : 600 – 630 W ;
- Puissance maximale : 630 W ;
- Rendement maximal : 23,3 % ;
- Tension système maximale : 1500 V ;
- Courant maximal du fusible série : 35 A ;
- Température de fonctionnement : -40 à +85 °C ;
- Dimensions du module :2382 × 1134 × 30 mm ;
- Poids : 30,0 kg ▪ Cellules solaires : 132 cellules ;
- Verre avant : Verre trempé 2,0 mm avec revêtement antireflet (AR) ;
- Verre arrière : Verre trempé 1,6 mm.

V.8.2 Choix de l'onduleur

L'onduleur retenu a une mission précise : convertir et réguler l'électricité destinée aux groupes motopompes. C'est lui qui, en quelque sorte, fait le lien entre les sources de production d'énergie et les besoins réels du pompage, en ajustant les flux selon les conditions du moment. Le tableau 23 reprend en détail les caractéristiques techniques des deux onduleurs choisis pour le projet.

Tableau 22: résultats du dimensionnement des onduleurs

Onduleur			
		F2=18m³/h	**F2=12,5m³/h**
Désignation	**Unité**	**Valeur**	
Puissance de la pompe	[Kw]	7,741	6,061
Coefficient de correction K	**-**	1,050	1,050
Cosφ	**-**	0,760	0,760
Puissance apparente calculée	[KVA]	10,695	8,374
Puissance apparente retenu	[KVA]	**15,000**	**10,000**

V.8.3 Le dimensionnement du groupe électrogène

Dans le cadre du système hybride retenu, les groupes électrogènes assureront une durée de pompage **de 10 heures** au maximum par jour, le complément étant pris en charge par le champ solaire photovoltaïque. Cette

répartition garantit une utilisation optimale des ressources énergétiques disponibles tout en assurant la continuité du service de pompage. Les résultats du dimensionnement et les caractéristiques techniques des groupes électrogènes nécessaires à l'alimentation des électropompes sont présentés dans le tableau 24

Tableau 23: résultats du dimensionnement des groupes électrogènes

Groupe Électrogène			
		F2=18m³/h	**F2=12,5m³/h**
Désignation	**Unité**	**Valeur**	
Cosφ	-	0,800	0,800
Puissance absorbé 1	[kVA]	19,353	15,154
Puissance absorbé 2	[kVA]	26,816	20,997
Puissance absorbé calculé	[kVA]	26,816	20,997
Puissance absorbé retenu	[kVA]	**30,000**	**25,000**

V.9 Les équipement hydrauliques et ouvrages annexes du projet

V.9.1 Les équipements hydrauliques

La conception et la mise en service d'un système d'AEPS impliquent l'installation d'équipements hydrauliques annexes essentiels, dont le rôle est de garantir la sécurité, la fiabilité et la continuité du service d'alimentation en eau potable. Ces équipements comprennent :

- ✓ Les clapets anti-retours : ils empêchent le reflux de l'eau vers la pompe lors de ses arrêts, en n'autorisant le passage de l'eau que dans un seul sens ;
- ✓ Les flotteurs de niveau : ils assurent la surveillance du niveau d'eau dans le réservoir ou le forage et préviennent la marche à sec des pompes ;
- ✓ Les vannes de sectionnement : elles permettent d'isoler des tronçons du réseau pour des opérations de maintenance sans interrompre le service sur l'ensemble du réseau ;
- ✓ Les compteurs : ils mesurent les volumes d'eau consommés et permettent le suivi de la distribution ;
- ✓ Les vidanges : elles assurent la purge des conduites lors des opérations d'entretien ;
- ✓ Les by-pass : ils garantissent la continuité de la distribution lors des opérations de maintenance ou de vidange du réservoir ;
- ✓ Les ventouses ou purgeurs d'air : ils évacuent les poches d'air dans les conduites, prévenant ainsi les coups de bélier et réduisant les pertes de charge.

V.9.2 Les ouvrages annexes

V.9.2.1.1 Les locaux de service

Le local technique est un ouvrage à double compartiment, spécialement conçu pour abriter les équipements et le personnel d'exploitation du système d'AEPS. Le premier compartiment est dédié à l'exploitation et accueille

l'armoire électrique de commande et d'asservissement du forage ainsi que l'ensemble des accessoires hydrauliques et électriques nécessaires au fonctionnement du système. Le second compartiment est aménagé en local de magasin, destiné au stockage des pièces de rechange et du matériel d'entretien.

V.9.3 Local réservé pour le groupe électrogène

Le local groupe électrogène est un ouvrage à compartiment unique, spécialement conçu et aménagé pour abriter le groupe électrogène alimentant la station de pompage. Sa façade est équipée d'un grillage, assurant à la fois la ventilation nécessaire au bon fonctionnement du groupe électrogène et la sécurité de l'installation contre les intrusions.

V.9.4 Local réservé aux personnels de sécurité

Le local groupe électrogène est un ouvrage à compartiment unique, spécialement conçu et aménagé pour abriter le groupe électrogène alimentant la station de pompage. Sa façade est équipée d'un grillage, assurant à la fois la ventilation nécessaire au bon fonctionnement du groupe électrogène et la sécurité de l'installation contre les intrusions.

V.9.5 Le local latrine-douche VIP

Une latrine-douche de type VIP (Ventilated Improved Pit) sera construite sur le site du forage, afin de répondre aux besoins sanitaires du personnel d'exploitation et de gardiennage. Cet équipement d'assainissement, à ventilation améliorée, garantit des conditions d'hygiène satisfaisantes pour le personnel présent en permanence sur le site et contribue à la préservation de la qualité de l'environnement immédiat des installations.

V.9.6 Les regards de vidanges et de ventouses

Des dispositifs de vidange seront installés aux points bas du réseau et raccordés aux conduites, afin de permettre la purge et le nettoyage de l'ensemble du réseau ou de sections spécifiques selon les besoins. Chaque vidange sera équipée d'une vanne de sectionnement et les eaux purgées seront évacuées soit dans un puits perdu, lorsque la vidange est implantée en milieu de concession, soit dans une rigole naturelle lorsque la configuration du terrain le permet. Dans tous les cas, des précautions appropriées seront prises pour limiter les nuisances occasionnées aux usagers durant les opérations de purge.

Des ventouses seront placées aux points hauts du réseau et raccordées aux conduites, afin d'assurer l'évacuation automatique de l'air introduit dans les canalisations lors des opérations de remplissage ou d'entretien. Ces équipements seront protégés et logés dans des regards en béton armé.

Afin de permettre au personnel chargé de la gestion du système de s'acquitter efficacement de ses responsabilités, la réalisation d'équipements d'infrastructures techniques, de gestion et d'assainissement est indispensable à la mise en œuvre et à l'exploitation durable de l'AEPS. À cet effet, plusieurs infrastructures sont prévues dans le cadre du présent projet.

VI. Etude financière du projet

L'analyse économique vise à déterminer la faisabilité économique du projet en estimant le coût global des travaux et équipements nécessaires à sa mise en œuvre. Cette estimation a été réalisée en s'appuyant sur deux références complémentaires : les devis de projets similaires déjà réalisés dans des contextes comparables et la mercuriale des prix BTP 2026, section Infrastructures hydrauliques, servant de référentiel officiel de tarification pour l'évaluation des coûts unitaires.

VI.1 Le montant de l'investissement

L'analyse financière détaillée dans le tableau 25 révèle que le coût total d'investissement nécessaire à la réalisation du présent projet est estimé à cinq cent trente-neuf millions cent vingt-neuf mille soixante-dix-neuf francs CFA TTC **(539 129 079 FCFA TTC).** Ce budget sera exécuté en 3 grande phases :

- Phase 1 (2026-2030), avec un budget de : **260 649 216 F TTC**
- Phase 2 (2030-2040), avec un budget de : **113 294 450 F TTC**
- Phase 3 (2040-2046), avec un budget de : **165 185 413 F TTC**

Tableau 24:le coût total de la réalisation du projet

N°	DESIGNATIONS	Prix
I	Installation de chantier - frais généraux	13 000 000
II	Fourniture et pose des équipements de production	69 110 900
III	Pompe doseuse et accessoires	4 615 000
IV	Construction et équipements de château d'eau	128 000 000
V	Bornes fontaines et branchements particuliers	32 050 000
VI	Fourniture et pose des équipements de distribution	178 538 150
VII	Essai	4 600 000
VIII	Ouvrages annexes	23 522 000
IX	Pieces de rechanges et prestations diverses	3 453 000
	TOTAL HTVA	**456 889 050**
	TVA	**18%**
	TOTAL INVESTISMENT TTC	**539 129 079**

VI.2 Les dotations aux amortissements et aux charges d'exploitations

Le calcul des amortissements vise à anticiper et provisionner les dépenses liées au renouvellement des équipements durant la période d'exploitation du système. Le fermier constitue des dotations aux amortissements pour tous les équipements présentant une durée de vie inférieure à 15 ans, garantissant ainsi leur remplacement programmé sans impact sur la continuité du service.

Les charges d'exploitation comprennent la rémunération du personnel, les charges de maintenance du système et l'achat des matières premières nécessaires à son fonctionnement. Les résultats de ces calculs sont consignés dans le tableau 26.

Tableau 25: le coût de l'amortissement lié au projet

Tableau des amortissements			
Désignation	**Durée estimée de vie**	**Coût d'acquisition (FCFA)**	**Amortissement (FCFA) par an**
Pompe	25	7 845 000	313 800
Groupe électrogène	20	18 639 000	931 950
Château d'eau	30	128 000 000	4 266 667
Panneaux photovoltaïques et autres équipements solaires	25	19 000 000	760 000
Conduites	30	178 538 150	5 951 272
Système de désinfection	30	4 615 000	153 833
Conduite adduction	30	18 442 900	614 763
Total annuel		375 080 050	12 992 285
Total horizon du projet			**259 845 700**

La dotation aux amortissements annuels est estimée à **259 845 700 FCFA** (deux cent cinquante-neuf millions huit cent quarante-cinq mille sept cents francs CFA).

Les charges d'exploitation sur la période du projet totalisent **346 535 332FCFA** (trois cent quarante-six millions cinq cent trente-cinq mille trois cent trente-deux francs CFA), réparties entre les charges du personnel pour **151 490 213FCFA** (cent cinquante-un millions quatre cent quatre-vingt-dix mille deux cent treize francs CFA) et les charges de fonctionnement pour **195 045 119 FCFA** (cent quatre-vingt-quinze millions quarante-cinq mille cent dix-neuf francs CFA).

VI.3 Le coût de revient de l'eau

Le prix du mètre cube d'eau est déterminé en intégrant l'ensemble des composantes financières du projet, à savoir les investissements initiaux, leur amortissement sur la période de dimensionnement et les charges d'exploitation couvrant le fonctionnement, la maintenance et la rémunération du personnel. Selon ces évaluations le coût de revient de l'eau de ce projet est de **327 Fcfa** le mètre cube.

En application des dispositions réglementaires récentes encadrant la gestion et la tarification de l'eau potable, le tarif de vente de l'eau retenu pour le présent projet est celui fixé par le gouvernement du Burkina Faso, soit **188 FCFA** par mètre cube pour la tranche sociale **(0-8m^3/mois).** Ce tarif officiel garantit la conformité du

système tarifaire aux orientations de la politique nationale de l'eau et assure une équité de traitement entre les usagers des différents systèmes d'AEPS du pays.

VII. Le mode de gestion du système d'AEPS

Les dispositions réglementaires récentes encadrant la gestion de l'eau potable sur le territoire national du Burkina Faso confèrent à l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) la qualité de seul maître et gestionnaire compétent en matière de production, de distribution et de gestion de l'eau potable à l'échelle nationale. Cette réorganisation du cadre institutionnel, marque une volonté manifeste de l'état, d'avoir une gestion centralisée des politiques liés à l'eau potable, et aussi de garantir l'équité dans le service public de l'eau que ce soit en milieu rural qu'urbain. Conformément à ses nouvelles orientations, le mode de gestion retenu est celui de l'ONEA basé sur la gestion déléguée, le suivi technique de qualité et de recouvrement de coûts d'exploitation tel que défini par les textes en vigueur.

VIII. Volet impact environnemental et social

À l'instar de tout projet d'infrastructure, la mise en œuvre du système d'AEPS est susceptible d'engendrer des impacts environnementaux et sociaux de nature et d'ampleur variable, pouvant être aussi bien bénéfique que préjudiciable pour le milieu récepteur.

Dans ce contexte, le Burkina Faso a adopté un cadre réglementaire de protection environnementale, matérialisé notamment par le décret n° 2015-1187/PRES-TRANS/PM/MERH du 22 octobre 2015. Sur la base du guide général de réalisation des études d'impact environnemental, les projets sont classés en trois catégories :

- Catégorie A : requérant la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social (EIES) approfondie ;
- Catégorie B : requérant la production d'une notice d'impact environnemental et social (NIES)
- Catégorie C : soumis uniquement à des prescriptions environnementales.

Le présent projet est classé en catégorie B, impliquant la réalisation d'une notice d'impact environnemental et social (NIES).

VIII.1Identification des impacts potentiels

Les impacts du projet résultent des interactions entre les activités du projet, les éléments de l'environnement et de la population susceptibles d'être affectés. Ces activités se déroulent au cours de trois phases distinctes : la préparation, la construction et l'exploitation du système. Les récepteurs d'impacts concernés sont le sol, l'eau, la végétation, la faune, l'habitat et les populations.

L'analyse des impacts vise à identifier les impacts potentiels, à évaluer leur importance relative et à prévoir leurs effets sur le milieu récepteur, afin de mettre en place les mesures de gestion environnementale et sociale les plus adaptées.

VIII.2 Les impacts négatifs du projet et mesures d'atténuation

Dans le cadre de la mise en place du système d'AEPS, plusieurs impacts négatifs ont été identifiés pour la phase des travaux. Pour chacun de ces impacts, des mesures d'atténuation adaptées ont été proposées afin de prévenir, réduire ou compenser leurs effets sur l'environnement naturel et le cadre de vie des populations. Le détail de ces impacts ainsi que les mesures correctives correspondantes sont présentés dans le Tableau 27 ci-dessous.

Tableau 26: Impacts négatifs et mesures d'atténuation

N°	IMPACT NÉGATIF	PHASE	SOURCE / CAUSE	MESURES D'ATTÉNUATION	RESPONSABLE
1	**Pollution de l'air lors des travaux**	Construction	Engins, véhicules, poussières	Arrosage régulier des pistes ; couvrir les matériaux pulvérulents ; entretien des engins	Entreprise / Maître d'œuvre
2	**La perturbation de l'écosystème**	Préparation du terrain	Défrichement, terrassement	Limiter les emprises au strict nécessaire ; replantation compensatoire ; éviter les zones sensibles	Entreprise / Service Environnement
3	**Nuisances sonores**	Construction	Engins de chantier, matériel bruyant	Travaux en horaires réglementaires (7h-18h) ; utiliser des engins conformes aux normes ; EPI pour les travailleurs	Entreprise
4	**Perturbations des activités quotidiennes**	Construction	Chantier, circulation, bruit	Information préalable des riverains ; maintien d'accès alternatifs ; planification des travaux en concertation	Maître d'ouvrage / Entreprise
5	**Pertes de portions de terrains privés**	Implantation	Tracé des canalisations, ouvrages	Recensement des propriétés affectées ; indemnisation équitable et préalable ; PAR (Plan d'Action de Réinstallation)	Maître d'ouvrage / Commission foncière

6	**Risques de conflits sociaux**	Toutes phases	Frustrations, déplacements, recrutement	Priorité à l'emploi local ; mécanisme de gestion des griefs ; consultations publiques régulières ; communication transparente	Maître d'ouvrage / Collectivités

VIII.3 Les impacts positifs du projet

L'implantation du système d'AEPS est susceptible de générer plusieurs effets positifs, dont l'amélioration de l'accès à l'eau potable, la création d'emplois, la diminution de l'incidence des maladies hydriques et la dynamisation de certaines activités économiques autour des points de desserte. L'identification de ces impacts est présentée dans l'annexe 7 à travers la matrice de Léopold.

Conclusion et recommandation

Les résultats obtenus dans cette étude, démontrent qu'une adduction en eau potable simplifiée (AEPS), alimentée par un système hybride, est une véritable solution adaptée aux contraintes techniques, économiques et environnementales du village de Nabadogo. Les objectifs spécifiques que nous nous sommes fixés au départ (conception du système d'AEPS, l'évaluation des investissements financiers et la réalisation de la notice d'impact environnementale) ont été atteints.

La solution retenue est conçue pour couvrir un besoin de production, au jour de pointe, de **482,66 m³/j**. Cette production est assurée par le refoulement de deux forages vers un château d'eau de **150 m³** de capacité. Ce modèle 'hybride, combinant énergie solaire et groupe électrogène, permet de maintenir l'alimentation en eau même en cas d'aléas climatiques. Le réseau de distribution a été simulé et validé sous EPANET, et les résultats montrent un fonctionnement hydraulique satisfaisant sur l'ensemble des nœuds.

Sur le plan financier, le coût global de l'investissement s'élève à **539 129 079 FCFA TTC,** ce qui correspond à un coût de revient de **327 FCFA/m³.** En cohérence avec les orientations tarifaires récentes adoptées dans le pays, le prix de vente de l'eau a été fixé à **188 FCFA/m³,** dans le souci de garantir un accès équitable à l'eau potable pour les populations bénéficiaires. L'écart entre le coût de revient et le prix de vente s'explique par la subvention accordée par l'état pour la tranche sociale.

Sur la base de ces résultats, les recommandations suivantes peuvent être formulées afin d'assurer la pérennité des ouvrages :

- **A l'endroit de IRC**

  Qualité des travaux et conformité technique : Veiller au respect strict des normes techniques en vigueur lors de l'exécution des travaux, et procéder à des contrôles qualité rigoureux à chaque étape de la réalisation, depuis la pose des conduites jusqu'à la mise en service des équipements ;

- **A l'endroit de l'ONEA**
  - ✓ **Suivi de la qualité de l'eau** : Mettre en place un programme de surveillance continue de la qualité de l'eau, incluant des analyses physico-chimiques et microbiologiques régulières (chaque 6 mois), afin de garantir en permanence la conformité de l'eau distribuée aux normes de potabilité en vigueur ;
  - ✓ **Sensibilisation des populations et maintenance des infrastructures** : Conduire des campagnes de sensibilisation auprès des populations bénéficiaires sur l'utilisation rationnelle de l'eau potable, et élaborer un plan de maintenance préventive et corrective des infrastructures afin d'assurer leur pérennité et leur bon fonctionnement dans la durée ;
  - ✓ **Gouvernance et suivi du service :** Instaurer un mécanisme de suivi périodique et d'évaluation continue du service de l'eau au niveau de l'ONEA, afin de garantir la transparence dans la gestion, la qualité du service rendu aux usagers et la durabilité du système ;
- **A l'endroit de la population :**
  - ✓ **La pérennité des ouvrages :** les populations doivent s'approprier les ouvrages du projet, d'y veuillez à sa bonne utilisation et à sa sécurité.

Bibliographie

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

Babatundé, F. F. (2025). *Étude de faisabilité technique d'un système d'Alimentation en Eau Potable (SAEP) du village de Poin dans la commune du To, Région du Nando.* Nando.

BONNIN, J. (1986). *Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petites et moyenne importance. collection de la direction des Etudes et Recherches d'éléctricité de france. EYROLLES.* Paris.

DGCMEF. (2026). *Mercuriale* . Nando.

DGEP. (s.d.). *CADRE DE GESTION DU SERVICE PUBLIC DE L'EAU EN MULIEU RURAL AU BURKINA.*

DGRE. (2025). *Inventaire National des Ouvrages Hydraulique.*

DIEDHOU, I. 2. (2004). *« Conception d'un système d'approvisionnement en eau potable des parcelles aménagées par la SONATUR à Sapaga ».*

INSD. (2019). *« Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) du Burkina Faso ».*

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

MEAA. (2013). *« Code de l'environnement au Burkina Faso ».*

MEUNIER, M. (1980). *Les coups de béliers er protection des réseaux d'eau sous pression. Edition de l'Ecole Nationale du Génie Rural et des Eaux et Forêts (ENGREF).* Paris.

Sabou, C. d. (2021). *plan communal de developpement de la commune rurale de Sabou.* Sabou.

Liste des annexes

Annexe 1:Irradiation II
Annexe 2 : données comparatives entre Epanet et Excel II
Annexe 3: Devis estimatif du projet III
Annexe 4: calcul des charges liés au projet (exploitation, amortissement, prix de l'eau) IX
Annexe 5: les caractéristiques des pompes XI
Annexe 6: le carnet des nœuds XV
Annexe 7 : Matrice de Léopold XVIII
Annexe 8 : Plan de gestion environnemental et social XIX
Annexe 9: fiche d'enquête ménage XX
Annexe 10: fiche d'enquête ouvrage hydraulique XXVI
Annexe 11:Calcul détaillé des diamètres des conduites de distribution XVII
Annexe 12: le château métallique XVIII
Annexe 13: la tête du forage XIX
Annexe 14 : les bornes-fontaines XX
Annexe 15 : conduite de branchement particulier XXI
Annexe 16: le dispositif de by-pass XXII
Annexe 17: Magasin et bureau XXIII
Annexe 18 : local bac XXIV
Annexe 19: local groupe électrogène XXV
Annexe 20: le champ solaire XXVI

ANNEXES

Annexe 1:Irradiation

Mois	Irradiation (Wh/m²/jour)	Irradiation Wh/m²/mois
Janvier	5799,9	193,33
Février	5595,9	186,53
Mars	6276,9	209,23
Avril	6396,9	213,23
Mai	6282,9	209,43
Juin	5616,9	187,23
Juillet	5411,7	180,39
Août	5212,2	173,74
Septembre	5461,2	182,04
Octobre	5621,1	187,37
Novembre	5449,8	181,66
Décembre	5548,8	184,96

Annexe 2 : données comparatives entre Epanet et Excel

Comparaison de la pression			Comparaison **de** la vitesse			
Nœuds	**Pr Epanet**	**Pr Excel**	**Tronçon**	**Nœuds**	**V sim**	**V cal**
N1	17,89	17,6650382	**CE-N1**	**N1**	0,56	0,56034446
N2	18,15	17,8360959	**N1-N2**	**N2**	0,58	0,58531996
BF1	15,21	14,6677176	**N2-BF1**	**BF1**	0,22	0,3
N3	14,45	13,9157575	**N2-N3**	**N3**	0,64	0,64496063
BF2	17,89	16,7470011	**N3-BF2**	**BF2**	0,22	0,3075067
N4	13,76	13,0632798	**N3-N4**	**N4**	0,56	0,5562947
BF3	11,68	9,97793517	**N4-BF3**	**BF3**	0,22	0,33356674
N5	12,54	11,6396233	**N4-N5**	**N5**	0,58	0,58148997
BF4	14,04	13,0374227	**N5-BF4**	**BF4**	0,22	0,25290472
N6	13,97	12,1791204	**N5-N6**	**N6**	0,6	0,60434796
BF13	9,23	5,37960812	**N6-BF13**	**BF13**	0,22	0,3798366
N7	12,02	9,4567638	**N6-N7**	**N7**	0,57	0,57852298
BF12	14,22	10,873257	**N7-BF12**	**BF12**	0,22	0,31991624
BF14	13,33	5	**N7-BF14**	**BF14**	0,22	0,47574462
N8	18,67	18,37938	**N1-N8**	**N8**	0,62	0,62112481
BF5	12,4	11,4893594	**N8-BF5**	**BF5**	0,22	0,30910221
N9	16,35	15,9435452	**N8-N9**	**N9**	0,54	0,54313692
BF6	18,69	17,6559679	**N9-BF6**	**BF6**	0,22	0,30998861
N10	13,54	12,9204343	**N9-N10**	**N10**	0,58	0,5768518
BF8	12,66	11,7410967	**N10-BF8**	**BF8**	0,22	0,3

N11	17,61	16,7820503	**N10-N11**	**N11**	0,62	0,62354262
BF7	21,46	19,4466072	**N11-BF7**	**BF7**	0,22	0,34278525
N12	15,71	14,5447319	**N11-N12**	**N12**	0,58	0,5783163
BF10	10,37	8,34970624	**N12-BF10**	**BF10**	0,22	0,3245255
N13	11,23	9,57210205	**N12-N13**	**N13**	0,75	0,74939599
BF9	18,46	16,4134084	**N13-BF9**	**BF9**	0,22	0,3
N14	11,09	7,97814325	**N13-N14**	**N14**	0,52	0,53564885
BF11	13,66	10,1237037	**N14-BF11**	**BF11**	0,22	0,3

Annexe 3: Devis estimatif du projet

N°	DESIGNATION	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX				
I.1	Installation et repli de chantier	FF	2	5 000 000	10 000 000
I.2	Études techniques d'exécution et établissement de plans de recollement des ouvrages exécutés	FF	1	3 000 000	3 000 000
	TOTAL I	FF			13 000 000
II	FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION				
II.1	Ouvrage de captage				
II.1.1	Développement et essai de pompage (palier et longue durée)	FF	2	1 000 000	2 000 000
II.1.2	Analyse de l'eau (physico-chimique et bactériologique)	FF	2	100 000	200 000
II.1.3	Construction de la tête de forage avec regard et couvercle et toutes sujétions comprises	FF	2	200 000	400 000
II.2	Conduite de refoulement :				
II.2.1	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 110 PN 10 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	808	7 300	5 898 400
II.2.2	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 140 PN 10 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	812	12 000	9 744 000
II.2.3	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 90 PN 10 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	491	5 500	2 700 500
II.2.4	Raccordement à la colonne d'alimentation du réservoir (fourniture et pose)	FF	1	100 000	100 000
II.3	Station de pompage				

II.3.1	Fourniture et pose d'un groupe électrogène de 25 KVA insonorisé y compris socle et toutes suggestions comprises	ff	1	7 692 000	7 692 000
II.3.2	Fourniture et pose d'un groupe électrogène de 30 KVA insonorisé y compris socle et toutes suggestions comprises	ff	1	10 947 000	10 947 000
II.3.3	Structure pour générateur solaire PV conforme au descriptif et toutes sujétions (plateforme, photovoltaïques, onduleurs, régulateur, accessoires, etc) pour forage de 18m3/h.	Ens	1	10 500 000	10 500 000
II.3.4	Structure pour générateur solaire PV conforme au descriptif et toutes sujétions (plateforme, photovoltaïques, onduleurs, régulateur, accessoires, etc) pour forage de 12m3/h.	Ens	1	8 500 000	8 500 000
II.3.5	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipée de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage câble de 4x2,5 mm², y compris toutes sujétions ; Fourniture et pose d'une boîte de raccordement pour le raccordement de l'électropompe au câble de puissance, y compris toutes sujétions	Ens	2	300 000	600 000
II.3.6	Fourniture et pose d'une électropompe immergée triphasée Q= 12 m3/h, HMT=76 m y compris essais de marche et câble de sécurité en acier inoxydable et Fourniture, pose de coffret de commande	U	1	3 345 000	3 345 000
II.3.7	Fourniture et pose d'une électropompe immergée triphasée Q= 18 m3/h, HMT=76 m y compris essais de marche et câble de sécurité en acier inoxydable et Fourniture, pose de coffret de commande	U	1	4 500 000	4 500 000
II.3.8	Triphasée et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouse, coudes, raccords union M/F, bride ronde filetée, compteur, clapet AR, manomètre, pressostat, filtre, vanne, robinet de prise) sur la tête de forage y compris butée et support	FF	2	500 000	1 000 000
II.3.9	Fourniture des pièces de rechange et accessoires d'entretien pour électropompes et accessoires	FF	2	5 000 000	PM

II.3.10	Ensemble de lampe 220 V, relais, installation et toutes sujétions	Ens	12	12 000	144 000
II.3.11	Ensemble de lampadaires solaires, installation et toutes sujétions	FF	12	70 000	840 000
	TOTAL II	FCFA			69 110 900
III	POMPE DOSEUSE ET ACCESSOIRES				
III.1	Fourniture et pose d'un bac mélangeur (Kit comprenant un bac en polyéthylène avec trappe de remplissage, bouchon de vidange et fond spécifiquement moulé pour limiter la perte de produit. Equipé d'un agitateur en inox 316 L (ou agitateur en PVC) et d'un moto-réducteur surélevé à rotation lente (48 tours/min)) d'au moins 100 litres pour préparation de solution), tuyau de raccordement avec le bac surmonté de la pompe doseuse et autres accessoires indispensable pour l'installation, y compris toutes sujétions.	U	2	800 000	1 600 000
III.2	Fourniture et installation d'un kit complet de pompe doseuse type injecteur venturi (équipé : d'une pompe doseuse (corps de pompe en poly-acétal ; corps et doseur en polyéthylène spécial ; joint VF ; ressorts et axes en inox 316 L), d'un support mural, d'un tuyau d'aspiration transparent, des vannes, de filtre, d'un manuel d'utilisation et d'entretien, etc …) de dosage 1 à 5% et de pression d'utilisation de 0,30 à 6 bars, y compris toutes accessoires indispensable à l'installation du système (voir dossier plan).	U	2	750 000	1 500 000
III.3	Fourniture et pose de l'ensemble des accessoires de raccordement (éléments du système by-pass, panneau de montage, etc..) avec la conduite de refoulement, y compris toutes sujétions (voir dossier plan).	FF	1	450 000	450 000
III.4	Fourniture de concentration de chlore actif en poudre pour préparation de solution, y compris toutes sujétions	kg	355	3 000	1 065 000
	TOTAL III	FCFA			4 615 000
IV	CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DE CHÂTEAU D'EAU				

IV.1	Fourniture et pose de château d'eau métallique de 150 m3, hauteur sous radier de 10 m y compris les dispositifs d'accès, l'ensemble des canalisations d'alimentation, de distribution, vidange, trop plein) d'un compteur DN150 etc., l'ensemble des pièces de raccordement selon le plan joint et le descriptif (robinet vanne, tés, coudes, raccord union et toutes sujétion) BA dosé à 350 Kg/m3 pour les semelles, les investigations géotechniques et notes de calcul de ferraillage	FF	1	125 000 000	125 000 000
IV.2	Construction d'un regard pour by-pass y compris fourniture et pose des équipements du by-pass (clapet anti retour, compteur, vannes) et échelle dont les deux mètres les plus bas amovibles, suivant plans.	ens	1	1 000 000	1 000 000
IV.3	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau type robinet flotteur au droit du château d'eau et Fourniture et pose de câble et toutes sujétions comprises	FF	1	2 000 000	2 000 000
	TOTAL IV	FCFA			128 000 000
V	BORNES BONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS				
V.1	Branchements particuliers selon les normes de l'ONEA(50m)	U	167	150 000	25 050 000
V.2	Exécution d'une borne fontaine à 3 robinets: Fournitures et pose de hangar et des accessoires hydraulique pour borne fontaine composés de 3 robinets de puisage quart de tour de 1"1/4, 1 compteur persiflo 1"1/2 ou similaire, 1 robinet d'arrêt avant compteur 1"1/4, tuyau 1"1/4 en acier galvanisé pour raccordement robinet et compteur, raccords, joints réductions et accessoires de montage, le massif en béton, le puits perdu, la prise en charge sur la conduite de distribution conforment aux descriptifs et plans joints et toutes sujétions comprises	U	14	500 000	7 000 000
	TOTAL V	FCFA			32 050 000
VI	FOURNITURE ET POSE DES EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION				
VI.1	Fourniture et pose de conduites y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur et toutes sujétions				
VI.1.1	Conduite en PEHD 75 PN 10	ml	9311	6 750	62 849 250
VI.1.2	Conduite en PEHD 200 PN 10	ml	405	25 000	10 125 000
VI.1.3	Conduite en PEHD 110 PN 10	ml	883	9 750	8 609 250

VI.1.4	Conduite en PEHD 125 PN 10	ml	483	12 000	5 796 000
VI.1.5	Conduite en PEHD 140 PN 10	ml	1593	13 500	21 505 500
VI.1.6	Conduite en PEHD 160 PN 10	ml	854	18 000	15 372 000
VI.1.7	Conduite en PEHD 180 PN 10	ml	1258	21 000	26 418 000
VI.1.7	Conduite en PEHD 280 PN 10	ml	540	30 000	16 200 000
VI.1.8	Essai de pression du réseau	ml	15327	450	6 897 150
VI.2	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en PEHD y compris toute sujétion				
VI.2.1	Bouchon PEHD 75	U	14	4 000	56 000
VI.2.2	Coude à emboîtement DE 75	U	1	10 000	10 000
VI.2.3	Coude à emboîtement DE 110	U	1	10 000	10 000
VI.2.4	Coude à emboîtement DE 125	U	2	12 000	24 000
VI.2.5	Té égal a emboîtement de 75	U	14	35 000	490 000
VI.2.6	Té à emboîtement de 280/200/180	U	1	90 000	90 000
VI.2.7	Té à emboîtement de 200/180/75	U	1	80 000	80 000
VI.2.8	Té à emboîtement de 180/180/75	U	2	75 000	150 000
VI.2.9	Té à emboîtement de 180/160/75	U	2	70 000	140 000
VI.2.10	Té à emboîtement de 160/140/75	U	2	65 000	130 000
VI.2.11	Té à emboîtement de 140/110/75	U	2	63 500	127 000
VI.2.12	Té à emboîtement de 110/75/75	U	1	60 000	60 000
VI.2.13	Té à emboîtement de 140/125/75	U	1	64 000	64 000
VI.2.14	Té à emboîtement de 75/75/75	U	1	55 000	55 000
VI.2.15	Té à emboîtement de 125/75/75	U	1	60 000	60 000
VI.3	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en fonte y compris toute sujétion				
VI.3.1	Adaptateur à brides 180	U	1	25 000	25 000
VI.3.2	Adaptateur à brides 160	U	2	25 000	50 000
VI.3.3	Adaptateur à brides 125	U	1	25 000	25 000
VI.3.4	Adaptateur à brides 140	U	2	25 000	50 000
VI.3.5	Adaptateur à brides 110	U	1	20 000	20 000
VI.3.8	Adaptateur à brides 200	U	1	30 000	30 000
VI.3.9	Adaptateur à brides 280	U	1	30 000	30 000
VI.3.10	Adaptateur à brides 75	U	16	20 000	320 000
VI.4	Accessoires sur réseau : robinets vannes, ventouses et vidanges y compris toute sujétion				
VI.4.1	Robinet vanne DN 75	U	16	50 000	800 000
VI.4.2	Robinet vanne DN 80		1	100 000	100 000
VI.4.3	Robinet vanne DN 100	U	3	170 000	510 000
VI.4.4	Robinet vanne DN 150	U	3	170 000	510 000
VI.4.5	Fourniture et pose de ventouse sous regard	U	8	75 000	600 000
VI.4.6	Aménagement de vidange avec prise	U	2	75 000	150 000
	TOTAL VI	FCFA			178 538 150
VII	ESSAI				
VII.1	Epreuves de débit de conduites, essai partiel et essai général du réseau	FF	2	2 000 000	4 000 000
VII.2	Essai d'étanchéité du château	FF	1	100 000	100 000
VII.3	Rinçage et désinfection du réseau	FF	1	500 000	500 000
	TOTAL VII	FCFA			4 600 000
VIII	OUVRAGES ANNEXES				

VIII.1	Construction du local d'exploitation (Bureau et magasin 20m2), du local gardien et groupe électrogène y compris fenêtre, portes, plafond, électricité, crépissage, peinture, tyrolienne conforment aux plans, extincteur et toutes sujétions comprises	Ens	2	3 750 000	7 500 000
VIII.2	Construction d'une clôture grillagée avec portail pour la clôture des locaux et pour la clôture du château d'eau conformément aux descriptifs et aux plans et toutes sujétions comprises	FF	3	1 000 000	3 000 000
VIII.3	Construction de la latrines VIP, douches et annexes y compris électricité, crépissage, tyrolienne et toutes sujétions comprises	FF	2	1 000 000	2 000 000
VIII.4	Fabrication et pose de bornes de signalisation	U	200	10 000	2 000 000
VIII.5	Construction d'un local de dosage en chlore, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification du local, fourniture et pose de dispositif de mise en hauteur du bac mélangeur et du bac supportant la pompe doseuse (voir dossier plan), y compris toutes sujétions.	Ens	2	2 500 000	5 000 000
VIII.6	Fourniture et pose de bouches à clef pour robinets vannes	U	11	2 000	22 000
VIII.7	Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 2 panneaux solaires de 250 Wc, y compris deux batteries de 12 volts et un système de convertisseur) de l'ensemble des locaux, y compris la cour et toutes sujétions	Ens	2	1 400 000	2 800 000
VIII.8	Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 4 panneaux solaires de 250 Wc chacun, y compris un système de convertisseur) pour le local de dosage en chlore, y compris toutes sujétions	Ens	2	600 000	1 200 000
	TOTAL VIII	FCFA			23 522 000
IX	PIECES DE RECHANGES ET PRESTATIONS DIVERSES				
IX.1	PIECES DE RECHANGES				
IX.1.1	Compteur DN25 pour Bornes fontaines	U	14	50 000	700 000
IX.1.2	Robinet Vanne 32 pour Bornes Fontaines	U	42	15 000	630 000

IX.1.3	Robinet de puisage pour Bornes Fontaines	U	42	6 500	273 000
IX.2	PRESTATIONS DIVERSES				
IX.2.1	Fourniture des outils et accessoires d'entretien pour équipement forage, canalisation, électromécanique	FF	1	1 750 000	1 750 000
IX.2.2	Suivi et formation du responsable d'exploitation de la commune, sensibilisation de la population pendant l'installation et pendant le délai de garantie	FF	1	100 000	100 000
	TOTAL IX	FCFA			3 453 000
TOTAL HTVA		**FCFA**		**456 889 050**	
TVA		**FCFA**		**18%**	
TOTAL INVESTISMENT TTC		**FCFA**		**539 129 079**	

Annexe 4: calcul des charges liés au projet (exploitation, amortissement, prix de l'eau)

Année	Volume d'eau [m^3/an]	Dépense de Gasoil en FCFA /an	Dépense en chlore en FCFA/an	Dépense personnelle en FCFA/an	Maintenance en FCFA/an	Amortissement	Total	Prix du m^3
2026	175 200	0	2 102 400	7 020 000	250 000	12 992 285	22 364 685	128
2027	175 200	0	2 354 688	7 020 000	250 000	12 992 285	22 616 973	129
2028	175 200	0	2 637 251	7 020 000	250 000	12 992 285	22 899 536	131
2029	175 200	0	2 953 721	7 020 000	250 000	12 992 285	23 216 006	133
2030	175 200	800 000	3 308 168	7 020 000	400 000	12 992 285	24 520 453	140
2031	175 200	1 600 000	3 473 576	7 230 600	400 000	12 992 285	25 696 461	147
2032	175 200	2 400 000	3 647 255	7 302 906	450 000	12 992 285	26 792 446	153
2033	175 200	3 200 000	3 829 617	7 375 935	500 000	12 992 285	27 897 837	159
2034	175 200	4 000 000	4 021 098	7 449 694	500 000	12 992 285	28 963 077	165
2035	175 200	5 600 000	4 222 153	7 524 191	500 000	12 992 285	30 838 629	176
2036	175 200	5 600 000	4 433 261	7 599 433	500 000	12 992 285	31 124 979	178
2037	175 200	5 600 000	4 654 924	7 675 428	550 000	12 992 285	31 472 637	180
2038	175 200	5 600 000	5 073 867	7 752 182	550 000	12 992 285	31 968 334	182
2039	175 200	5 600 000	5 530 515	7 829 704	550 000	12 992 285	32 502 504	186
2040	175 200	8 000 000	6 028 261	7 908 001	550 000	12 992 285	35 478 547	203
2041	175 200	8 000 000	6 570 805	7 987 081	600 000	12 992 285	36 150 171	206
2042	175 200	8 000 000	7 162 177	8 066 952	600 000	12 992 285	36 821 414	210
2043	175 200	8 000 000	7 806 773	8 147 621	600 000	12 992 285	37 546 679	214
2044	175 200	8 000 000	8 509 382	8 229 097	600 000	12 992 285	38 330 764	219
2045	175 200	8 000 000	9 275 227	8 311 388	600 000	12 992 285	39 178 900	224
2046	175 200	8 000 000	10 109 997	8 394 502	600 000	12 992 285	40 096 784	229

Total 20 ans FCFA	3 504 000	88 000 000	97 595 119	151 490 213	9 450 000	259 845 700	606 381 032	173

VOLUME D'EAU ET PRIX À L'HORIZON DU PROJET	
Désignation	**Valeur**
Charges d'exploitation en FCFA	346 535 332
Amortissements en FCFA	259 845 700
Volume d'eau	3 504 000
Prix de vente du m^3 d'eau	174
Prix de vente retenu	188

Annexe 5: les caractéristiques des pompes

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 02/06/2026

Projet: AEPS NABADOGO
Code Article:

Client: KABORE B ABDOULAYE
Numéro Client:
Contact: 63802090

Quantité	Description
1	Liquide: Liquide pompé: Eau Plage température liquide: -15 .. 40 °C Technique: Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe: 2900 mn-1 Débit calculé réel: 17.76 m³/h Débit nominal: 18 m³/h Point de fonctionnement réel de la pompe: 75.99 m Hauteur nominale: 76 m Certifications: CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO Certifications pour moteur: CE,EAC,C_UL_US_NSF372MOROCCO,UKCA,SEPRO Certifications pour l'eau potable: ACS,DM174 Tolérance courbe: ISO9906:2012 3B Version moteur: T40 Clapet anti-retour: OUI Matériaux: Pompe: Stainless steel EN 1.4301 AISI 304 Roue: Acier inox. EN 1.4301 AISI 304 Moteur: Acier inoxydable EN 1.4301 Garniture mécanique: HM/Céramique Installation: Pression ambiante maximale: 60 bar Pression maximale de service: 60 bar Pression de sortie maximale autorisée: 11.1 bar Type raccordement: Rp Taille du raccordement: 2 1/2 pouce Diamètre motor: 4 pouce Diamètre de forage minimum: 140 mm Donnée électrique: Type moteur: MS4000 Conception de la bride moteur: Grundfos Puissance nominale - P2: 5.5 kW Puissance (P2) requise par pompe: 5.5 kW Fréquence d'alimentation: 50 Hz Tension nominale: 3 x 380-400-415 V Intensité nominale: 13-13-13.4 A

4

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 02/06/2026

Projet: AEPS NABADOGO
Code Article:

Client: KABORE B ABDOULAYE
Numéro Client:
Contact: 63802090

Quantité	Description	
1	Intensité démarrage:	470-500-510 %
	Cos phi - facteur de puissance:	0.85-0.81-0.76
	Vitesse nominale:	2840-2860-2880 mn-1
	Méthode de démarrage:	Direct-on-line (DOL)
	Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
	Classe d'isolation (CEI 85):	F
	Protection standard Ex:	AUCUN
	Protection thermique:	External
	Capteur de température intégré:	Oui
	Longueur du câble:	1.7 m
	Type de câble:	FLAT
	No moteur:	7C193511
	Enroulements:	Enameled
	Autres:	
	Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.70
	Poids net:	43.6 kg
	Poids brut:	69.3 kg
	Volume d'expédition:	0.2 m3
	Pays d'origine:	DK
	Code douanier:	84137029
	Certifications environnementales:	WEEE

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 02/06/2026

Projet: AEPS NABADOGO
Code Article:

Client: KABORE B ABDOULAYE
Numéro Client:
Contact: 63802090

Quantité	Description
1	Liquide: Liquide pompé: Eau Plage température liquide: -15 .. 40 °C Température liquide sélectionnée: 20 °C Densité: 998.2 kg/m³ Technique: Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe: 2900 mn-1 Débit calculé réel: 12.49 m³/h Débit nominal: 18 m³/h Point de fonctionnement réel de la pompe: 76.67 m Hauteur nominale: 61 m Certifications: CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO Certifications pour moteur: CE,EAC,C_UL_US_NSF372MOROCCO,UKCA,SEPRO Certifications pour l'eau potable: ACS,DM174 Tolérance courbe: ISO9906:2012 3B Version moteur: T40 Clapet anti-retour: OUI Matériaux: Pompe: Stainless steel EN 1.4301 AISI 304 Roue: Acier inox. EN 1.4301 AISI 304 Moteur: Acier inoxydable EN 1.4301 Garniture mécanique: HM/Céramique Installation: Pression ambiante maximale: 60 bar Pression maximale de service: 60 bar Pression de sortie maximale autorisée: 9 bar Type raccordement: Rp Taille du raccordement: 2 1/2 pouce Diamètre motor: 4 pouce Diamètre de forage minimum: 140 mm Donnée électrique: Type moteur: MS4000 Conception de la bride moteur: Grundfos Puissance nominale - P2: 5.5 kW Puissance (P2) requise par pompe: 5.5 kW Fréquence d'alimentation: 50 Hz

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 02/06/2026

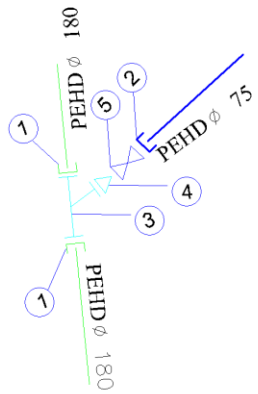
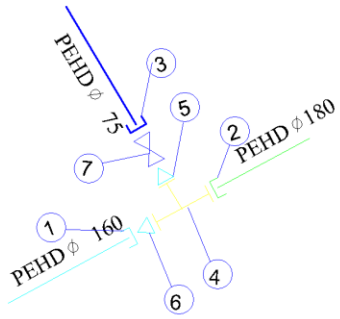
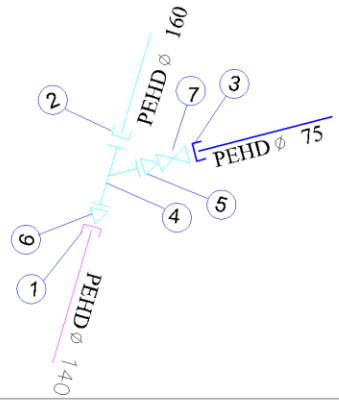
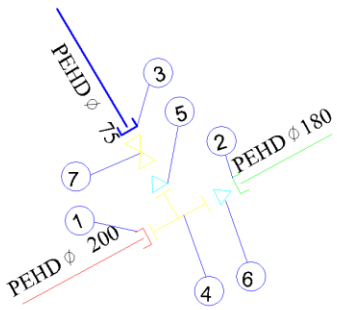
Projet: AEPS NABADOGO
Code Article:

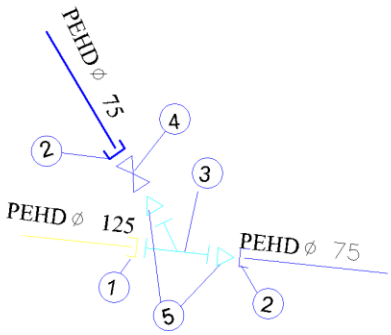
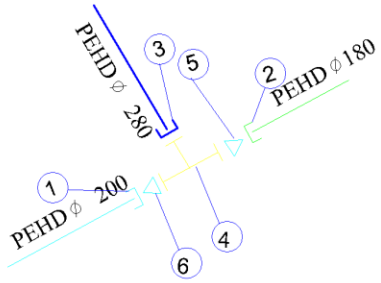
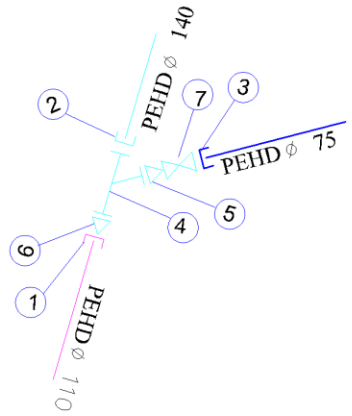
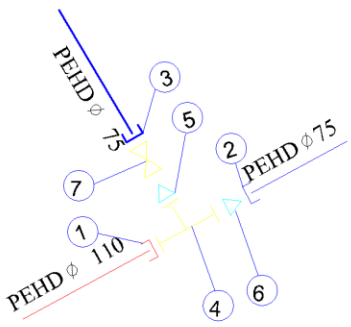
Client: KABORE B ABDOULAYE
Numéro Client:
Contact: 63802090

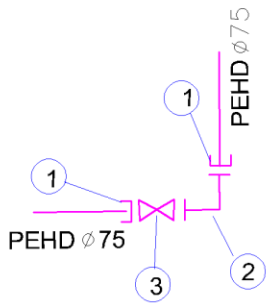
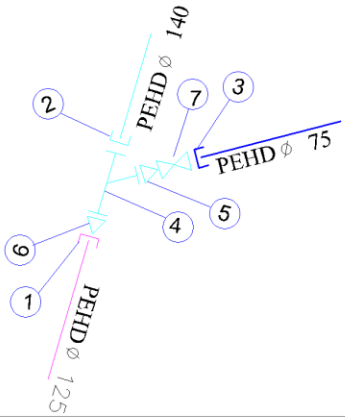
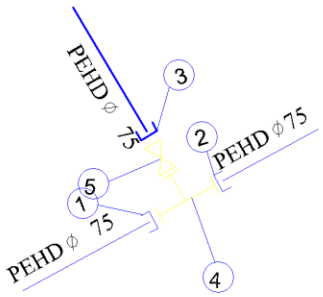
Quantité	Description	
1	Tension nominale:	3 x 380-400-415 V
	Intensité nominale:	13-13-13.4 A
	Intensité démarrage:	470-500-510 %
	Cos phi - facteur de puissance:	0.85-0.81-0.76
	Vitesse nominale:	2840-2860-2880 mn-1
	Méthode de démarrage:	Direct-on-line (DOL)
	Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
	Classe d'isolation (CEI 85):	F
	Protection standard Ex:	AUCUN
	Protection thermique:	External
	Capteur de température intégré:	Oui
	Longueur du câble:	1.7 m
	Type de câble:	FLAT
	No moteur:	7C193511
	Enroulements:	Enameled
	Autres:	
	Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.70
	Poids net:	40.8 kg
	Poids brut:	66.6 kg
	Volume d'expédition:	0.2 m3
	Pays d'origine:	DK
	Code douanier:	84137029
	Certifications environnementales:	WEEE

5

Annexe 6: le carnet des nœuds

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
03 et 08		1	adaptateur à bride DN 180	02
		2	adaptateur à bride DN 75	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN 180	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 180/75	01
		5	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
			bloc de butée	
04 et 09		1	adaptateur à bride DN 160	01
		2	adaptateur à bride DN 180	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 180	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 180/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 180/160	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
05 et 10		1	adaptateur à bride DN 140	01
		2	adaptateur à bride DN 160	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 160	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 160/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 160/140	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
02		1	adaptateur à bride DN 200	01
		2	adaptateur à bride DN 180	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 200	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 200/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 200/180	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
12		1	adaptateur à bride DN 125	01
		2	adaptateur à bride DN 75	02
		3	Té fonte à 3 Brides DN 125	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	02
		5	Cône Fte reduit 2B DN 125/75	01
			Boulon 16/80	25
01		1	adaptateur à bride DN 200	01
		2	adaptateur à bride DN 180	01
		3	adaptateur à bride DN 280	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 280	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 280/180	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 280/200	01
			Boulon 16/80	25
06		1	adaptateur à bride DN 110	01
		2	adaptateur à bride DN 140	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 140	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 140/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 140/110	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
07		1	adaptateur à bride DN 110	01
		2	adaptateur à bride DN 75	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 110	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 110/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 110/75	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
01		1	adaptateur à bride DN 75	01
		2	Coude fonte 2 Brides DN 75	01
		3	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
06		1	adaptateur à bride DN 125	01
		2	adaptateur à bride DN 140	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 140	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 140/75	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 140/125	01
		7	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25
13		1	adaptateur à bride DN 75	01
		2	adaptateur à bride DN 75	01
		3	adaptateur à bride DN 75	01
		4	Té fonte à 3 Brides DN 75	01
		5	Robinet Vanne à 2 Brides DN 75	01
			Boulon 16/80	25

Annexe 7 : Matrice de Léopold

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

Annexe 8 : Plan de gestion environnemental et social

Impact évalué	Indicateurs de surveillance	Fréquence d'évaluation	Acteurs responsables	Paramètres mesurés	Sources de vérification
Gestion du système d'approvisionnement en eau	Effectifs formés à la gestion du système	Tous les deux mois	Entreprise chargée du suivi et de l'exécution des travaux	Volume d'eau commercialisée, niveau des recettes	Rapports de formation
Qualité de l'eau distribuée	Résultats des analyses (turbidité, bactéries identifiées	Mensuel	Laboratoires, gestionnaire, ministère en charge de la santé	Résultats des tests physico-chimiques et bactériens	Fiches et rapports d'analyses
Santé des populations	Cas signalés de maladies liées à l'eau	Trimestriel	Ministère de la Santé, MAERAH, bureau de suivi	Nombre de cas répertoriés dans les structures de santé	Rapports des CSPS,

Annexe 9: fiche d'enquête ménage

Fiche d'enquête ménage

I. Consentement
   1. Le ménage a-t 'il donné son consentement pour l'enquête ?
      - Oui
      - Non

II. Information sur la zone d'étude
   1. Date de collecte
   2. Région
   3. Province
      - Boulkiemdé
      - Sanguié
   4. Commune
      - Sabou
      - Sourgou
      - Pouni
      - Zanwara
      - Réo
   5. Village
      - Nabadogo
   6. Quartier/secteur
      - Secteur 1

III. Informations générales et démographie
   1. Numéro du ménage
   2. Nom du répondant
   3. Sexe du répondant
      - Masculin
      - Féminin
   4. Qualité du répondant
      - Chef du ménage
      - Membre du ménage
   5. Age du répondant
   6. Religion du répondant
      - Musulmane
      - Chrétienne
      - Animiste
      - Autre
   7. Statut matrimonial

- Marié
- Célibataire
- Veuf/veuve
- Autre

8. Taille du ménage
9. Quelle est votre activité principale
    - Agriculture
    - Élevage
    - Commerce
    - Autre
10. Coordonnées géographiques

IV. Collecte d'eau potable

1. Quelle source d'eau principale utilisez-vous pour vos usages domestique ?
    - Branchement privé
    - Borne fontaine
    - PMH
    - Puits moderne
    - Puits artisanaux
    - Eaux de surface (mare, lac, rivière, boulie)
    - Eaux de pluie
    - Camion-citerne
    - Autre
2. Quelles sources d'eau secondaire utilisez-vous pour vos usage domestique ?
    - Branchement privé
    - Borne fontaine
    - PMH
    - Puits moderne
    - Puits artisanaux
    - Eaux de surface (mare, lac, rivière, boulie)
    - Eaux de pluie
    - Camion-citerne
    - Autre
3. Quelle source d'eau principale utilisez-vous pour le bétail ?
    - Branchement privé
    - Borne fontaine
    - PMH
    - Puits moderne
    - Puits artisanaux
    - Eaux de surface (mare, lac, rivière, boulie)

- Eaux de pluie
- Camion-citerne
- Autre

4. Quelles sources d'eau secondaire utilisez-vous pour le bétail ?
   - Branchement privé
   - Borne fontaine
   - PMH
   - Puits moderne
   - Puits artisanaux
   - Eaux de surface (mare, lac, rivière, boulie)
   - Eaux de pluie
   - Camion-citerne
   - Autre
5. Pouvez-vous me montrer les récipients utilisés pour stocker l'eau ?
   - Oui
   - Non

   Si oui, section A

   A.1 Type

   A.2 Nombre

   A.3 Etat

   A.4 Capacite en litre

   Section B

   B.1 Quels récipients ont été utilisés pour aller chercher de l'eau potable Hier (incluant le matin, l'après-midi et le soir)

   B.2 Type

   B.3 nombre de fois qu'il a été rempli hier

6. Combien de temps faits vous pour aller au point d'eau ?
   - Temps en minutes
   - L'eau est disponible à la maison
   - Ne sait pas
7. Saisir le temps en minute

8. L'eau collecter est suffisante pour vos besoins ?
    - Oui
    - Non

   Si non, pourquoi ?

    - Il y'a des coupures
    - La source est trop loin
    - C'est dangereux d'aller chercher de l'eau
    - Pas assez de récipients de stockage
    - Pas assez de moyen pour payer l'eau
    - L'attente est trop longue à la source
    - Limitation de la quantité d'eau qui peut être collectée au point d'eau
    - Autre
    - Ne sait pas
9. Avez-vous bu de l'eau de surface durant les 7 derniers jours ?
    - Oui
    - Non
    - Ne sait pas
10. Vous payez pour avoir de l'eau potable ?
    - Oui
    - Non
    - Ne sait pas

    Si oui,

    Mode de paiement

    - Au volume
    - Sur une période donnée

      Si au volume, combien coute

    - Bidon
    - Seau
    - Bassine
    - Fut
    - Barrique
    - Autre

      si, sur une période,

    - Journée
    - Semaine
    - Mois

- Année

  Combien de franc

11. A quelle fréquence lavez-vous les récipients de stockage d'eau potable ?
    - Après chaque utilisation
    - Minimum une fois par semaine
    - Minimum une fois par mois
    - Minimum une fois par an
    - Jamais
    - Ne sait pas
12. Comment lavez-vous les récipients de stockage d'eau ?
    - A l'aide de détergeant (savon, omo, eau de javel, savon en poudre, etc.)
    - En les rinçant avec de l'eau
    - Avec un morceau de tissu/éponge
    - En mettant des cailloux/sable et en secouant
    - Autre
    - Ne sait pas
13. Êtes-vous intéressé par un borne fontaine ?
    - Oui
    - Non
    - Autre
    - Ne sait pas
14. Êtes-vous intéressé par un branchement particulier ?
    - Oui
    - Non
    - Autre
    - Ne sait pas
15. Êtes-vous prêts à payer pour acheter l'eau ?
    - Oui
    - Non
    - Autre
    - Ne sait pas

    Si oui, combien par

    - Bidon de 20l
    - Bidon de 25l
    - Seau de 15l
    - Bassine
    - Barrique

- Fut
- Autre

Si non, pourquoi

V. Hygiène relative à l'eau potable

1. Traitez-vous l'eau avant de boire ?
   - Oui, toujours
   - Oui, parfois
   - Non
   - Ne sait pas

   Si oui, que faite vous pour traiter ?

   - La laisser décanté
   - La bouillir
   - L'exposer aux rayons du soleil
   - Utiliser de produit désinfectant
   - La filtrer
   - Autre
   - Ne sait pas
2. Quand avez-vous traitez l'eau la dernière fois ?
   - Aujourd'hui
   - Hier
   - Il y'a deux jours ou plus
   - Ne sait pas

Annexe 10: fiche d'enquête ouvrage hydraulique

Fiche d'enquête ouvrage hydraulique

VI. Information sur la zone d'étude

7. Date de collecte
8. Région
9. Province
    - Boulkiemdé
    - Sanguié
10. Commune
    - Sabou
    - Sourgou
    - Pouni
    - Zanwara
    - Réo
11. Village
    - Nabadogo
12. Quartier/secteur
    - Secteur 1

VII. Section ouvrage hydraulique

1. Type d'ouvrage
    - PMH
    - AEPS
    - PEA
    - Puits moderne
    - Puit traditionnelle

    Si PMH,

    a) Numéro d'inventaire
    b) Profondeur
    c) Niveau dynamique
    d) Niveau statique
    e) Débit
    f) Modèle de la pompe
        - India 1
        - India 2
        - Volonta

- Kardia
- Autre

g) Fonctionnalité
- Oui
- Non

h) Année de réalisation

i) Appartenance
- Communautaire
- Privé

j) Gérance
- AUE
- Privé
- Fermier
- Autre

k) Comment est rentabilisé l'eau
- Cotisation
- Vente au volume

Si cotisation, quel est la périodicité ?

- Hebdomadaire
- Mensuelle
- Trimestrielle
- Semestrielle
- Annuelle
- Autre

Combien chacun cotise ?

Si vente au volume, combien coute :

- Bidon de 25l
- Bidon de 20l
- Seau de 15l
- Bassine
- Fut de 200l
- Barrique
- Autre

l) La propreté de l'ouvrage
- Propre
- Moyennement propre
- Passablement propre

- Sale
- Très sale

m) Matériel de clôture
- Mur en ciment
- Mur en banco
- Grillage
- Paille
- Autre

n) Nombre estimé de litre prélevé par jour ?

o) La qualité organoleptique de l'eau
- Bonne
- Moyennement bonne
- Passablement bonne
- Mauvaise
- Très mauvaise

p) Coordonnées GPS de l'ouvrage

Si AEPS, PEA

a) Numéro d'inventaire

b) État du forage
- Bon
- Moyen
- Mauvais

c) Profondeur

d) Niveau dynamique

e) Niveau statique

f) État de la tête du forage
- Bon
- Moyen
- Mauvais

g) État des vannes et ventouse
- Bon
- Moyen
- Mauvais

h) Débit

i) Type de pompe

j) État de la pompe
- Bon
- Moyen
- Mauvais

k) Profondeur d'installation de la pompe
l) État du château
    - Bon
    - Moyen
    - Mauvais
m) Le volume du château d'eau
n) Le type du château
o) La hauteur sous radier
p) Matériel du château
    - Réservoir
    - Échelle extérieure
    - Grade corps
    - Échelle intérieure
    - Trappe de maintenance

Pour chaque élément choisi,

État

- Bon
- Moyen
- Mauvais

q) Quelle est la source d'énergie utilisé pour le pompage ?
    - Thermique (groupe électrogène)
        - Type de groupe
        - Puissance
        - État
            - Bon
            - Moyen
            - Mauvais
    - Thermique (SONABEL)
        - Ampérage
    - Solaire
        - Combien de panneaux
        - Puissance de chaque panneau
        - État
            - Bon
            - Moyen
            - Mauvais

- Hybride
  - Type de groupe
  - Puissance
  - État
    - Bon
    - Moyen
    - Mauvais
  - Ampérage
  - Combien de panneaux
  - Puissance de panneaux
  - État des panneaux
    - Bon
    - Moyen
    - Mauvais

r) Fonctionnalité
- Bon
- Mauvais

s) Hygiène autour de l'ouvrage
- Bon
- Moyen
- Mauvais

t) Année de réalisation

u) Appartenance
- Communautaire
- Privée
- Autre

v) Nombre de bornes fontaines

w) Combien de robinet par borne fontaine

x) Débit du robinet

y) Qualité organoleptique de l'eau
- Bonne
- Moyenne
- Mauvaise

z) Accessibilité de l'eau

aa) Prix de l'eau
- Bidon de 25l
- Bidon de 20l
- Seau de 15l
- Bassine

- Fut de 200l
- Barrique
- Autre

bb) Coordonnées

- Forage
- Chateau
- Bornes fontaines

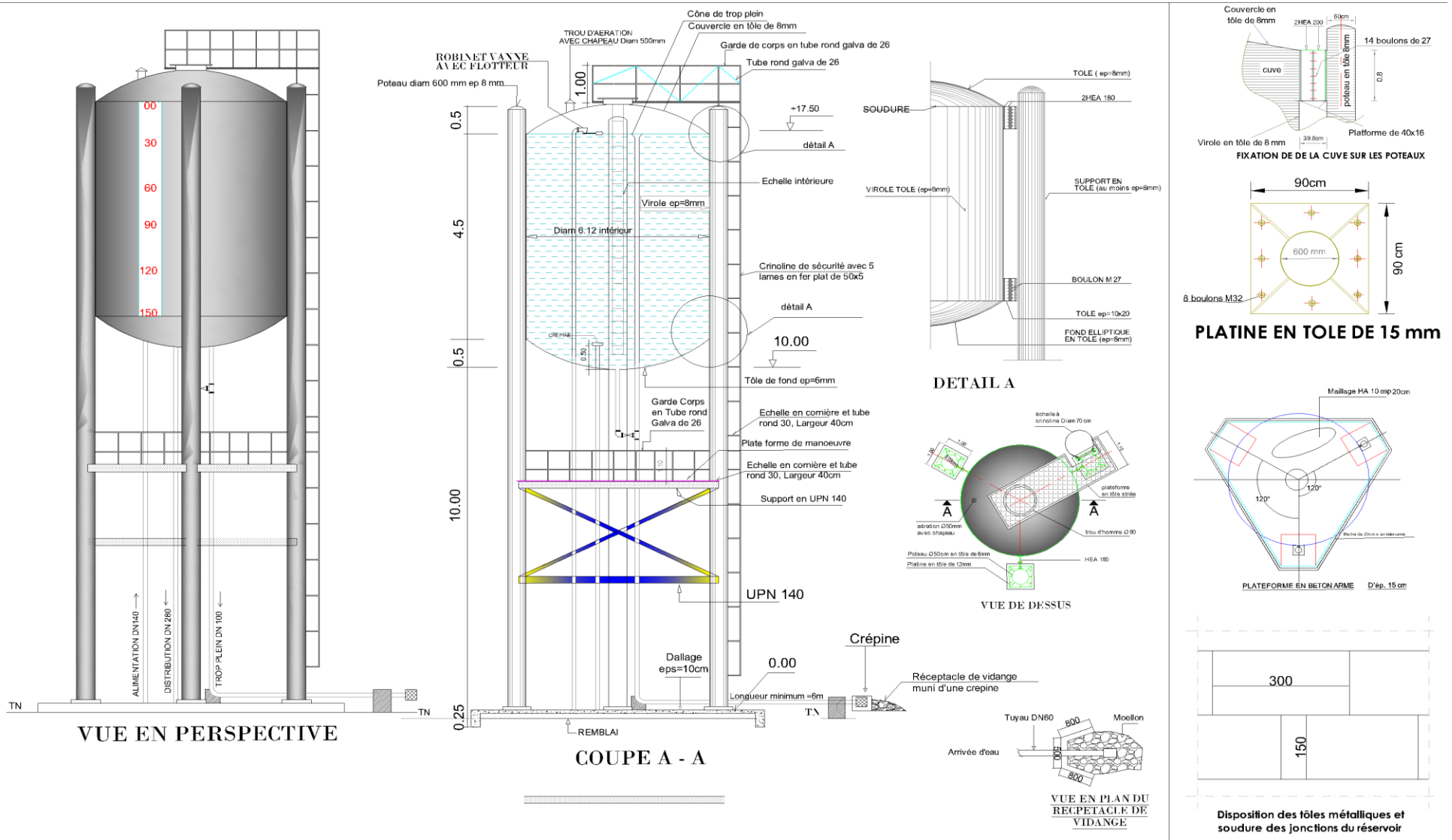
Si puit,

a) Numéro d'inventaire
b) État de l'ouvrage
   - Bon
   - Moyen
   - Mauvais
c) Profondeur
d) Matériel de construction
e) Matériel de protection
f) Qualité de l'eau
   - Bonne
   - Moyenne
   - Mauvaise
g) Utilisation de l'eau
   - Abreuvage
   - Lessive
   - Vaisselle
   - Boisson
   - Autre
h) Commentaire général
i) Coordonnées
j) Photos

Annexe 11:Calcul détaillé des diamètres des conduites de distribution

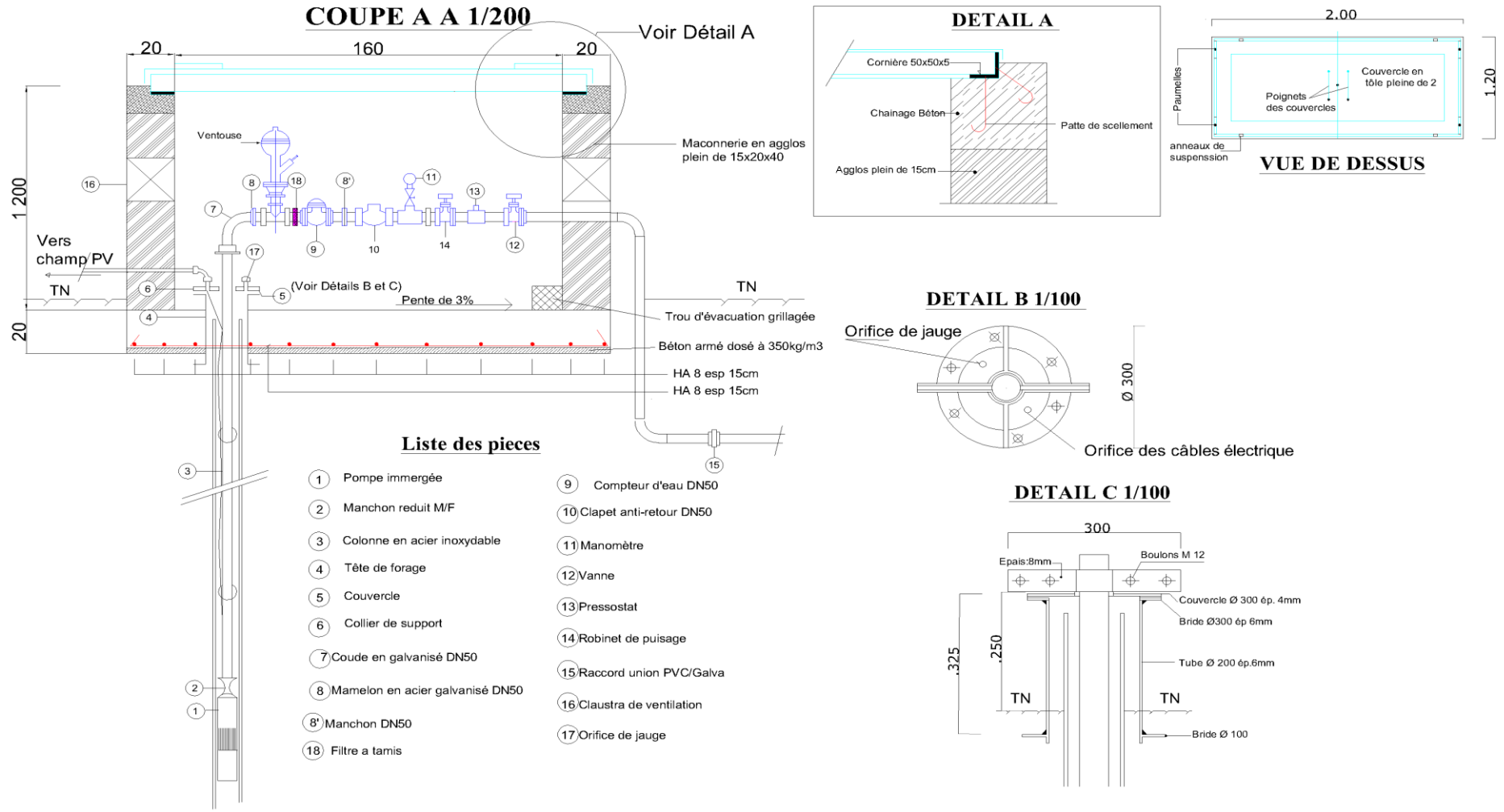
Tronçon		Longueur	Côte TN(m)	Qroute(l/s)	Qaval(l/s)	Dth(mm)	Dint(mm)	Din(m)	DN(mm)	Vitesse (m/s)	Lamda	Pmin	Zimp(m)	Pr
CE-N1	T1	540	321,51	0,00	26,81	184,75	246,8	0,2468	280	0,56	0,0194	5,00	327,22	17,67
N1-N2	T2	405	320,52	0,45	14,03	134,80	176,2	0,1762	200	0,59	0,0194	5,00	327,05	17,84
N2-BF1	T3	297	323,15	0,33	0,75	34,41	66	0,066	75	0,30	0,0302	5,00	330,22	14,67
N2-N3	T4	418	323,2	0,46	12,49	127,37	158,6	0,1586	180	0,64	0,0211	5,00	330,97	13,92
N3-BF2	T5	498	319,24	0,55	0,75	36,60	66	0,066	75	0,31	0,0296	5,00	328,14	16,75
N3-N4	T6	401	323,15	0,44	10,75	118,29	158,6	0,1586	180	0,56	0,0216	5,00	331,83	13,06
N4-BF3	T7	645	324,54	0,71	0,75	38,12	66	0,066	75	0,33	0,0291	5,00	334,91	9,98
N4-N5	T8	415	323,4	0,46	8,83	107,52	141	0,141	160	0,58	0,0220	5,00	333,25	11,64
N5-BF4	T9	190	321,7	0,21	0,75	33,19	66	0,066	75	0,25	0,0307	5,00	331,85	13,04
N5-N6	T10	1291	318,23	1,42	6,44	95,93	123,4	0,1234	140	0,60	0,0226	5,00	332,71	12,18
N6-BF13	T11	906	322,01	1,00	0,75	40,68	66	0,066	75	0,38	0,0285	5,00	339,51	5,38
N6-N7	T12	883	317	0,97	3,72	73,63	96,8	0,0968	110	0,58	0,0242	5,00	335,43	9,46
N7-BF12	T13	568	314,2	0,63	0,75	37,33	66	0,066	75	0,32	0,0294	5,00	334,02	10,87
N7-BF14	T14	1447	314,16	1,60	0,75	45,52	66	0,066	75	0,48	0,0275	5,00	339,89	5,00
N1-N8	T15	125	320,45	0,14	12,20	124,99	158,6	0,1586	180	0,62	0,0212	5,00	326,51	18,38
N8-BF5	T16	507	326,18	0,56	0,75	36,69	66	0,066	75	0,31	0,0295	5,00	333,40	11,49
N8-N9	T17	314	322,21	0,35	10,54	116,88	158,6	0,1586	180	0,54	0,0216	5,00	328,95	15,94
N9-BF6	T18	512	319,32	0,56	0,75	36,75	66	0,066	75	0,31	0,0295	5,00	327,23	17,66
N9-N10	T19	439	324,01	0,48	8,74	107,09	141	0,141	160	0,58	0,0221	5,00	331,97	12,92
N10-BF8	T20	348	324,52	0,38	0,75	34,98	66	0,066	75	0,30	0,0301	5,00	333,15	11,74
N10-N11	T21	302	319	0,33	7,27	97,44	123,4	0,1234	140	0,62	0,0226	5,00	328,11	16,78
N11-BF7	T22	697	314,41	0,77	0,75	38,64	66	0,066	75	0,34	0,0290	5,00	325,44	19,45
N11-N12	T23	483	319,4	0,53	5,22	83,80	110,2	0,1102	125	0,58	0,0234	5,00	330,34	14,54
N12-BF10	T24	594	324,11	0,66	0,75	37,60	66	0,066	75	0,32	0,0293	5,00	336,54	8,35
N12-N13	T25	254	322	0,28	3,54	68,56	79,2	0,0792	75	0,75	0,0246	5,00	335,32	9,57
N13-BF9	T26	401	314,34	0,44	0,75	35,56	66	0,066	75	0,30	0,0299	5,00	328,48	16,41
N13-N14	T27	1034	317,1	1,14	1,21	48,30	66	0,066	75	0,54	0,0270	5,00	336,91	7,98
N14-BF11	T28	413	314,1	0,46	0,75	35,69	66	0,066	75	0,30	0,0298	5,00	334,77	10,12

Annexe 12: le château métallique



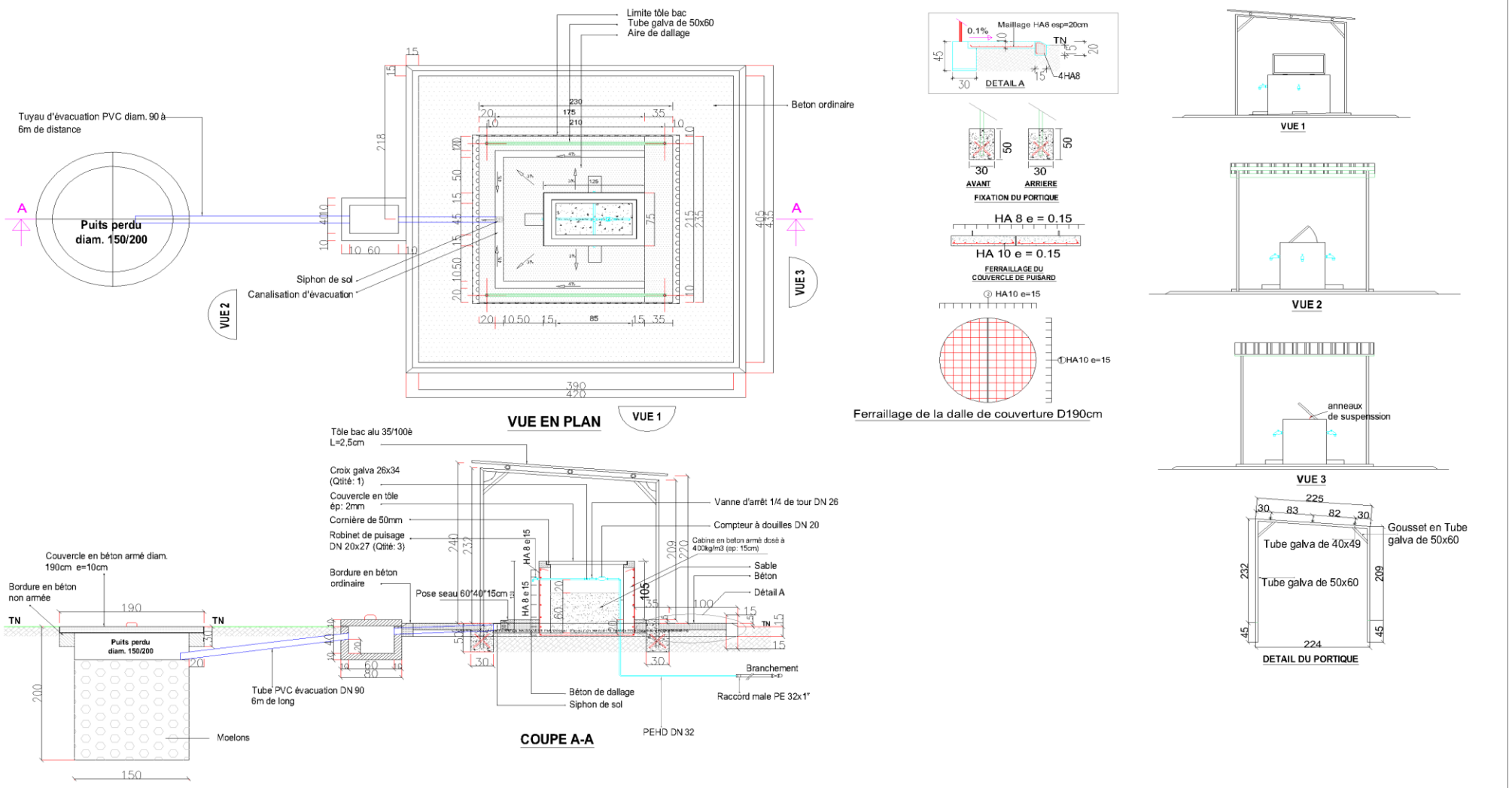
2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO CHATEAU D'EAU METALLIQUE DE 150 m3 COUPE A-A, DETAILS, VUE DE DESSUS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°1

Annexe 13: la tête du forage



2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO CAPTAGE DE TETE DE FORAGE COUPE A-A, DETAILS, VUE DE DESSUS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°3

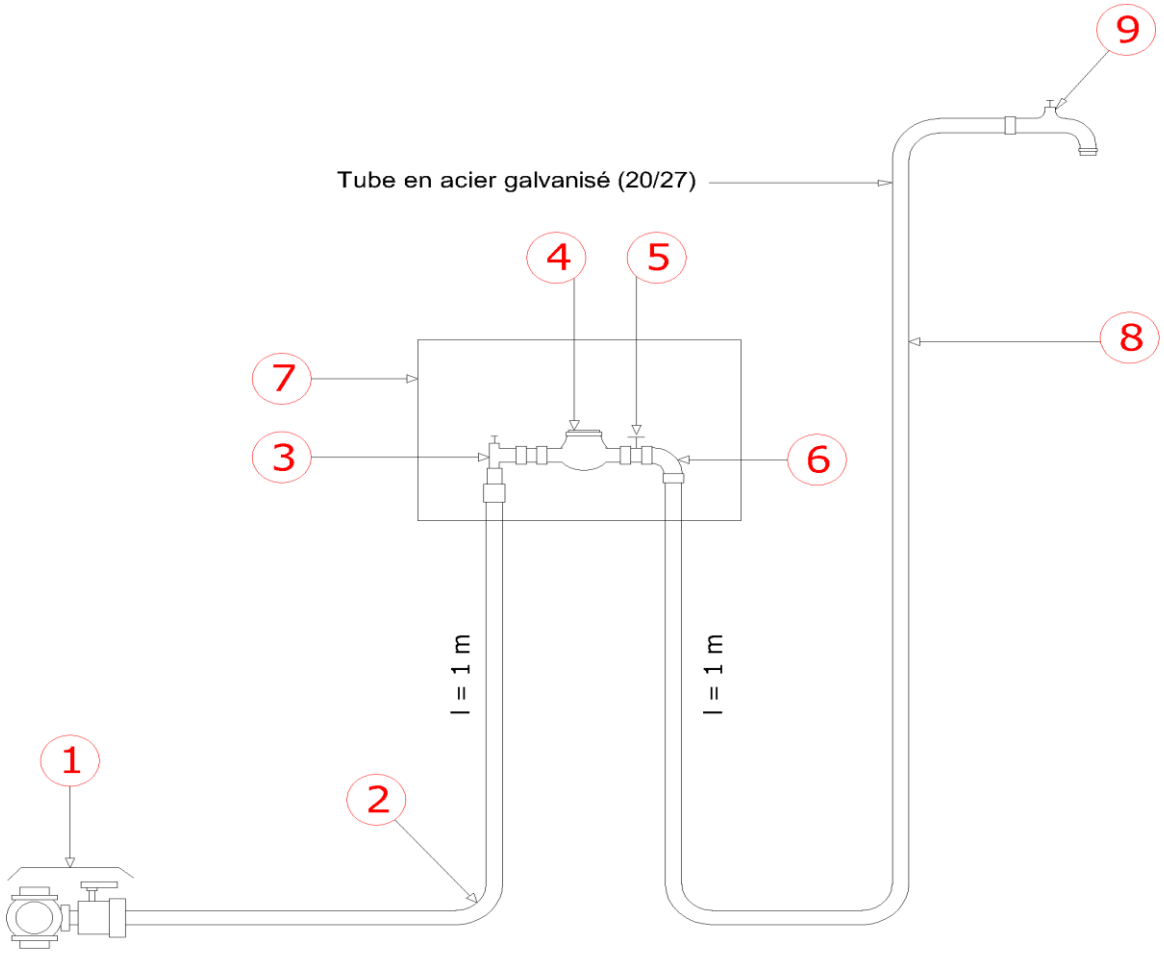
Annexe 14 : les bornes-fontaines



2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO BORNE FONTAINE: VUE EN PLAN , COUPES, DETAILS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°4

Annexe 15 : conduite de branchement particulier

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

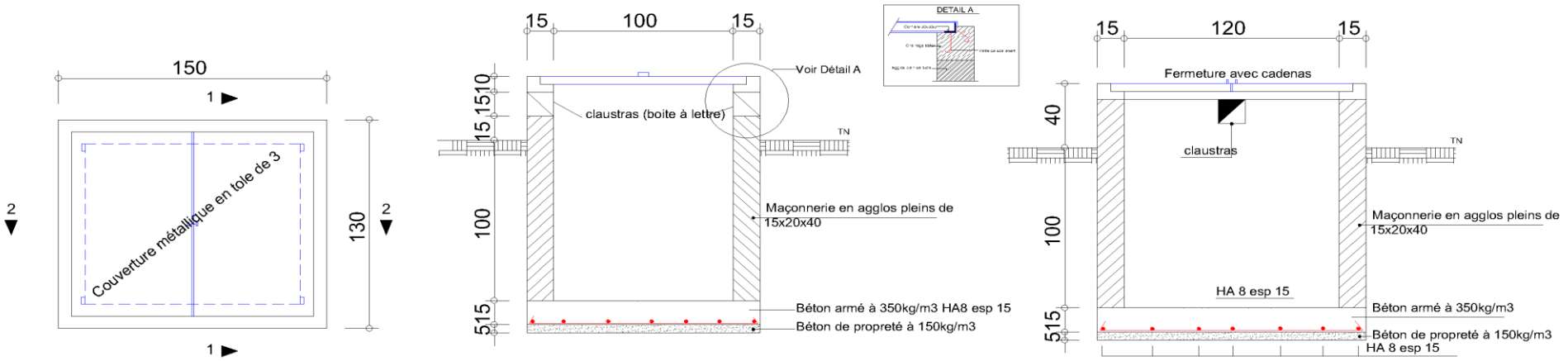
7 = Regard de comptage en béton préfabriqué

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	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO BRANCHEMENT PARTICULIER	Date: Juin 2026 Plan N°5

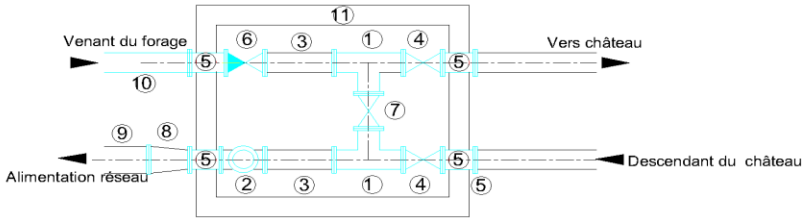
Annexe 16: le dispositif de by-pass



VUE EN PLAN

COUPE 1-1

COUPE 2-2



SCHEMA DES PIECES DU BY-PASS

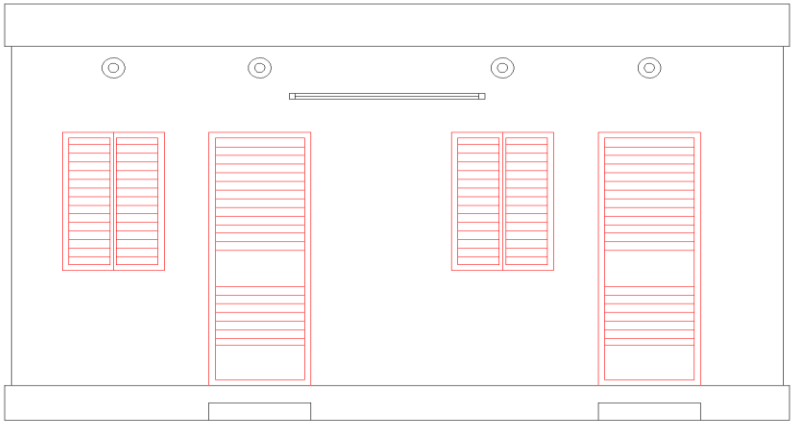
NB: Toutes les pièces dans le regard sont en fonte de diamètres équivalents aux conduites de distribution/refoulement en PVC

LEGENDE

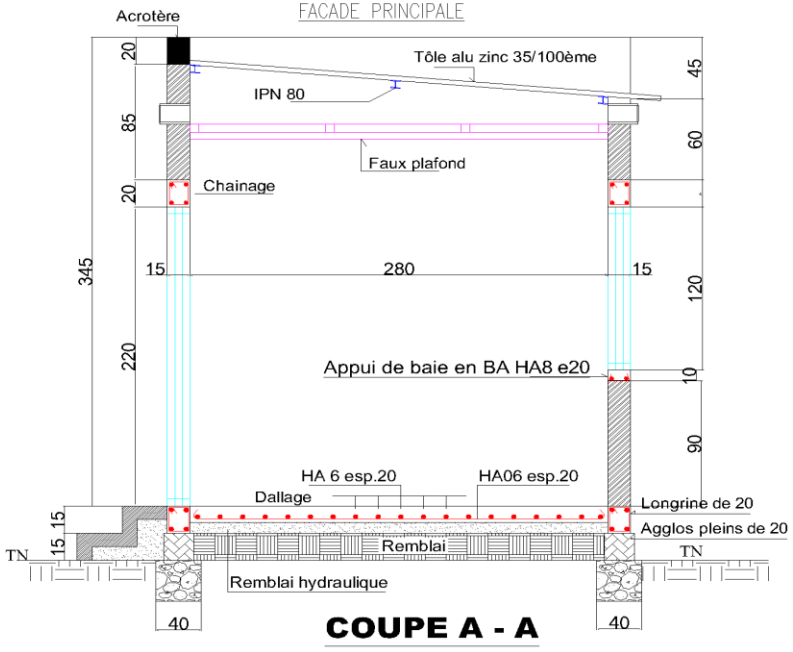
① Té égal en fonte DN100: 02
② Compteur DN80: 01
③ Manchettes en fonte DN80: 02 Long.50cm
④ Vanne en fonte DN100:02
⑤ Manchettes (facultatif)
⑥ Clapet anti-retour en fonte DN100: 01
⑦ Vanne en fonte DN100:01 Butée massive en bas
⑧ Divergent en fonte DN100/280:01
⑨ Tuyau PEHD DN 280 PN10
⑩ Tuyau PEHD DN 140 PN10
⑪ Regard by-pass en maconnerie d'agglos plein de 20cm

2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO REGARD BY-PASS: PLAN, COUPES, DETAILS	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°2

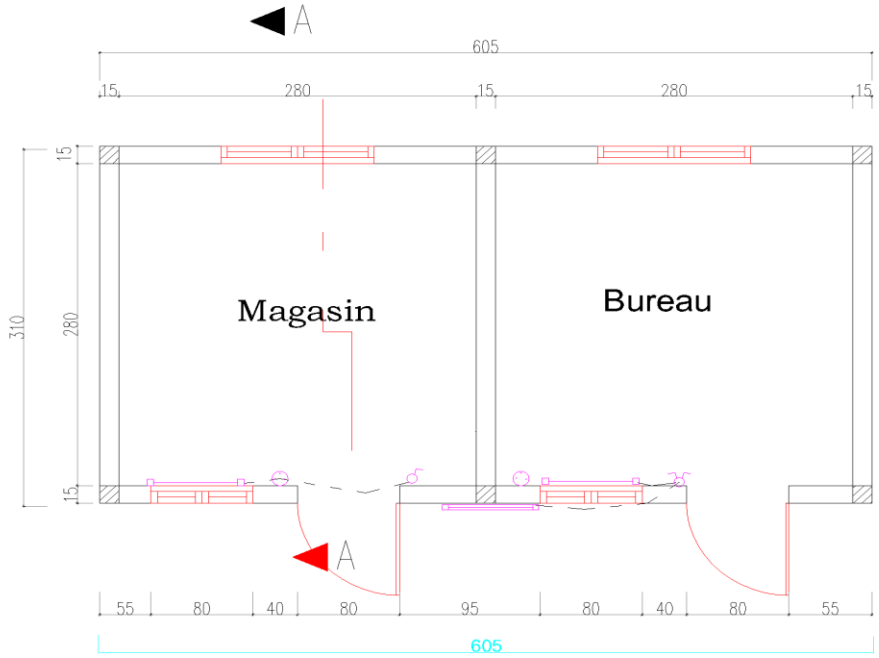
Annexe 17: Magasin et bureau



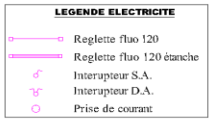
FACADE PRINCIPALE

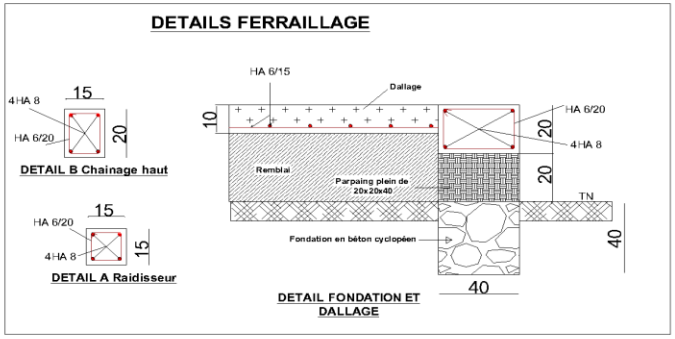


COUPE A - A



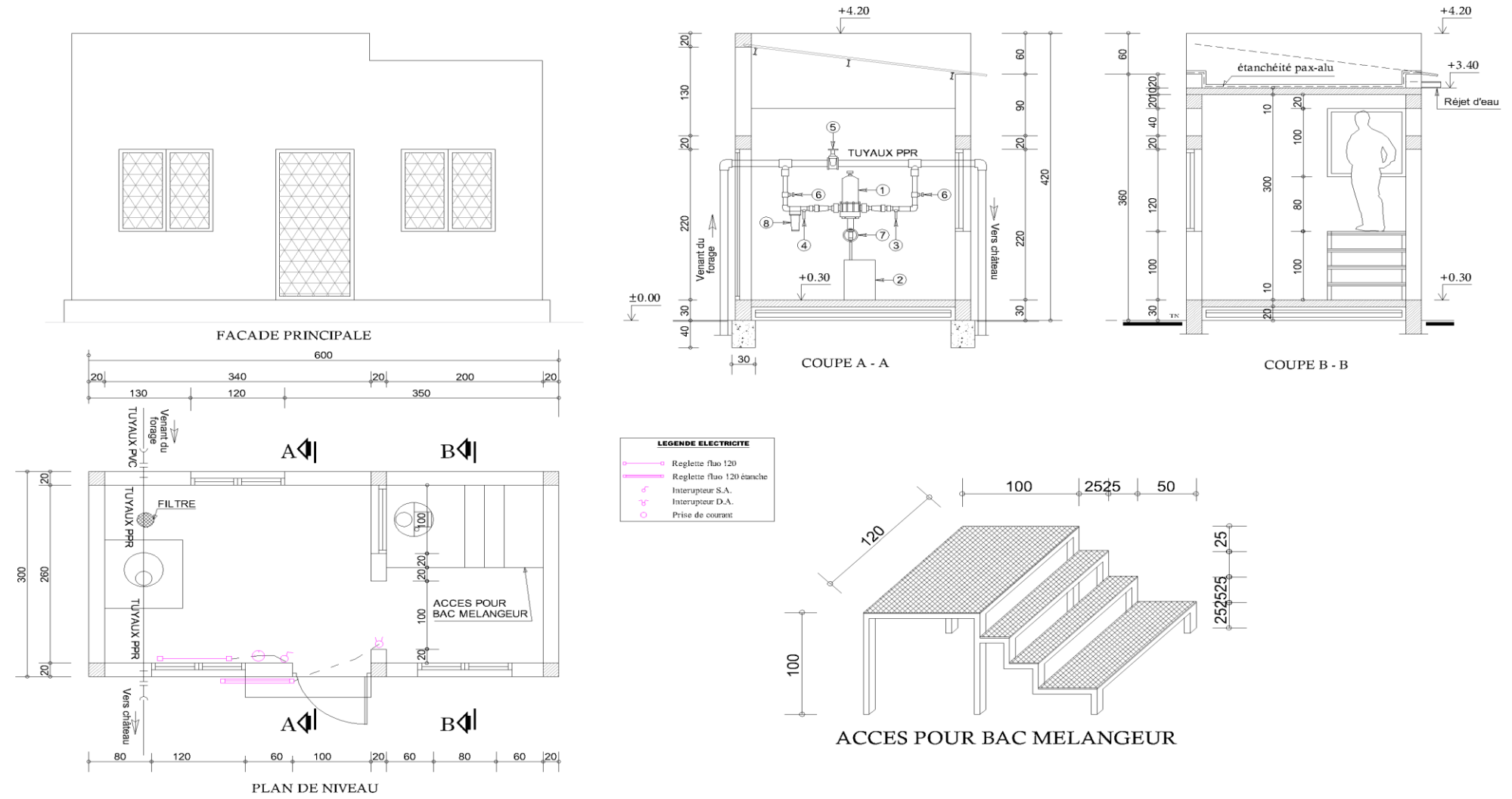
PLAN DE NIVEAU





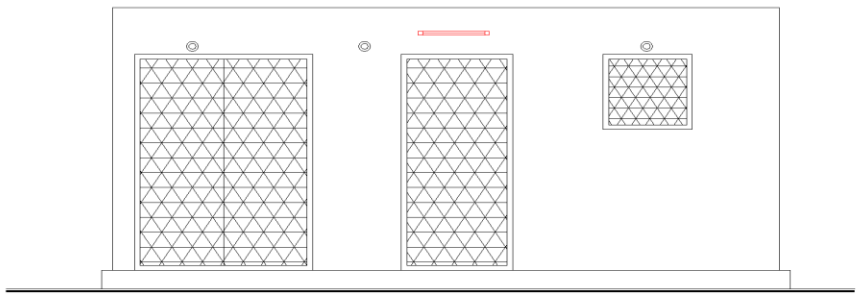
2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE ********** SECRETARIAT GENERAL ********** OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO LOCAL BUREAU /MAGASIN FACADE PRINCIPALE, PLAN DE NIVEAU, COUPE A-A , DETAILS FERRAILLAGES	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°7

Annexe 18 : local bac

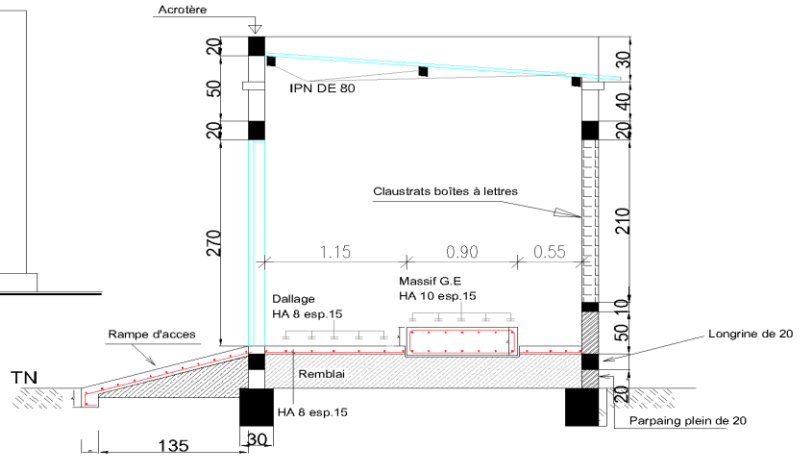


2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU 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

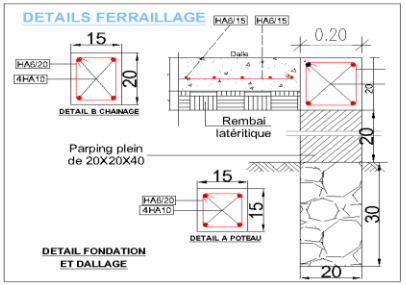
Annexe 19: local groupe électrogène

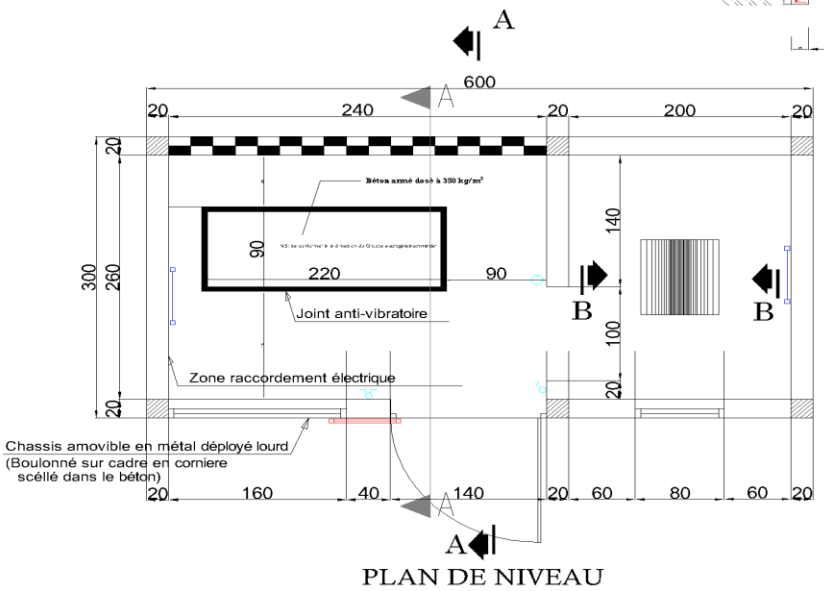


FACADE PRINCIPALE



COUPE A-A

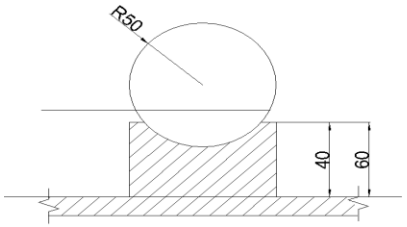




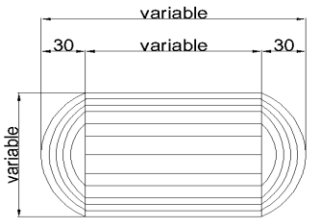
PLAN DE NIVEAU

LEGENDE ELECTRICITE

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



COUPE B B

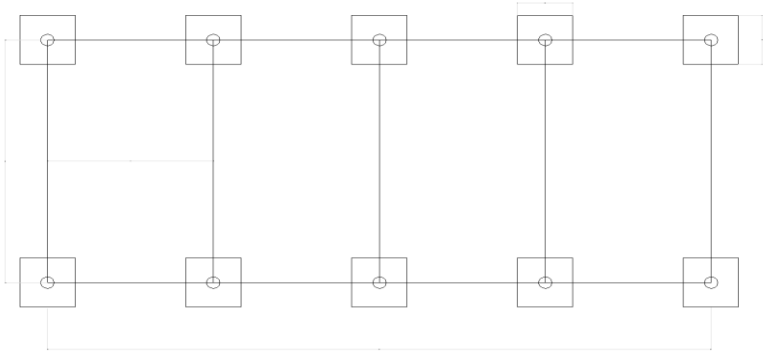


Reservoir

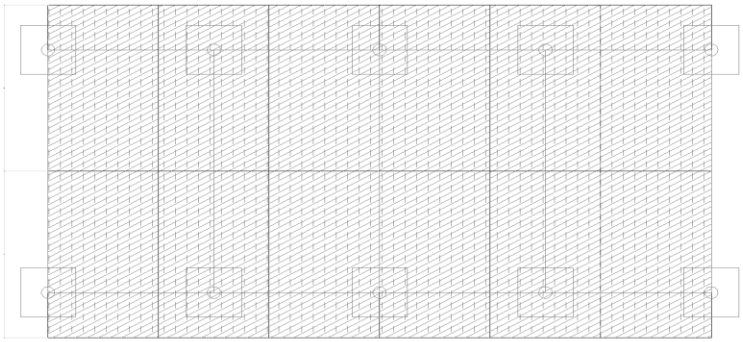
2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE SECRETARIAT GENERAL OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU 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

Annexe 20: le champ solaire

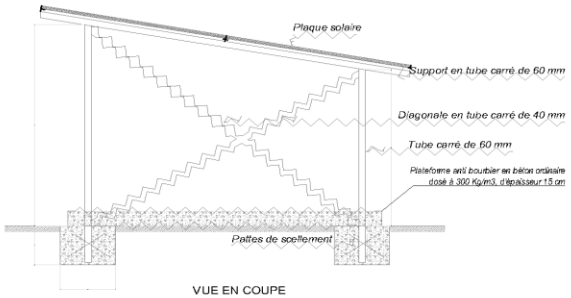
VUE EN PLAN



VUE EN PLAN



DISPOSITION DES PANNEAUX



VUE EN COUPE

2iE	IRC Supporting water sanitation and hygiene services for life	MAITRE D'OUVRAGE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'EAU, DES RESSOURCES ANIMALES ET HALIEUTIQUE ********** SECRETARIAT GENERAL ********** OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (ONEA)	ETUDE TECHNIQUE POUR LA REALISATION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE A NABADOGO. COMMUNE DE SABOU, DANS LA REGION DES NANDO AU BURKINA FASO CHAMP SOLAIRE	Date: Juin 2026 Echelle:1/100 Plan N°7