ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLE D'UN SYSTEME D'ADDUCTION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS) DANS LE VILLAGE DE MALOU REGION DES KUILSE 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 22 juillet 2026 par

Harouna SIDIBE (20230239)

Directeur de mémoire : Dr Ousmane Roland YONABA, Maitre de Conférences (CAMES), 2iE

Encadrant 2iE : Dr Ousmane Roland YONABA, Maitre de Conférences (CAMES), 2iE

Maître de stage : Paul J. ALO'O, Ingénieur du Génie Rural, Advance Hydro Services

Structure d'accueil du stage : Advance Hydro Services

Jury d'évaluation du stage :

Président : Pr. Yacouba KONATE

Membres et correcteurs : Dr. Roland O. YONABA
M. Younoussa GAMSORE
M. Marius SAMA
M. Paul J. ALO'O

Promotion : 2025/2026

REMERCIEMENTS

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance et notre gratitude à toutes les personnes morales et physiques qui n'ont ménagées aucun effort pour nous accompagner. Plus spécifiquement nos remerciements vont à l'endroit de :

- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour les connaissances acquises et l'encadrement dont nous avons bénéficié ;
- Mon directeur de mémoire et encadreur, Dr Roland O. YONABA, pour ses conseils, sa disponibilité et son suivi dans le cadre de ce mémoire ;
- Monsieur Paul J. ALO'O Directeur General de Advance Hydro-Services, pour m'avoir accordé le stage dans sa structure ;
- A mon maitre de stage, Monsieur Paul J. ALO'O pour sa disponibilité, ses conseils et le suivi tout au long de mon stage ;
- A tous mes amies de l'institut 2iE pour la solidarité dont ils ont fait preuve ;
- A mes frères pour leurs accompagnements constants ;
- A tous ceux qui de près ou de loin ont contribué.

RESUME

L'accès à l'eau potable demeure toujours un défi au Burkina Faso. Cette situation est encore plus critique en zone rurale. Le village de Malou situé dans la commune de Mané, province du Sandbondtenga n'échappe pas à cette réalité avec une insuffisance d'ouvrages adaptés. La présente étude d'avant-projet détaillé (APD) pour la mise en place d'un AEPS est envisagée pour satisfaire les besoins de la population en matière d'accès à l'eau potable. Pour ce faire, un état des lieux du système actuel a été fait dans un premier temps afin de connaitre ses points fort et ses points faibles et partant de là, apporter des solutions appropriées. Ensuite les besoins en eau de la population à l'horizon 2050 ont été évalués à **268,254 m³/jour** pour une population de **8 209 habitants**. Le système proposé sera alimenté par deux forages avec un débit d'au moins **9 m³/h**, équipés de pompes immergées de type **SP9-18**, fonctionnant pendant **15 heures** par jour. Les pompes seront alimentées en énergie à partir de deux sources : le système d'énergie hybride avec champ solaire d'une capacité de **7,2 kW**, fonctionnant **7 heures** par jour, et le réseau électrique de la SONABEL de **10 kVA** pour un temps de fonctionnement de **8 heures** par jour. L'adduction de l'eau se fera à travers des conduites en Polyéthylène Haute Densité (**PEHD) PN16 DN110** de **400 m** et **DN75** de **3250 m** de longueur vers un réservoir de **100 m³**. À partir de ce réservoir, l'eau est distribuée par un réseau de **5075 m** de longueur, constitué de conduites en **PVC PN10** de diamètres allant de **DN50 à DN200,** desservant **10 Bornes fontaine (BF)** et **321 branchements particuliers (BP)**. L'investissement nécessaire pour ce projet est évalué à **482 574 599 FCFA TTC.** Le prix de vente de l'eau est fixé à **540 FCFA/m³**. La gestion du système se fera par **affermage**.

Mots Clés :

- AEPS
- Malou
- Réseau ramifié
- Sandbondtenga
- Système d'énergie hybride

ABSTRACT

Access to safe drinking water remains a persistent challenge in Burkina Faso, with rural areas being particularly affected. The village of Malou, located in the commune of Mané in Sandbondtenga province, exemplifies this situation due to the inadequacy of appropriate infrastructure. This detailed preliminary design study (APD) for the establishment of a Simplified Drinking Water Supply System (AEPS) seeks to provide a sustainable response to this issue. The adopted methodology involved conducting an assessment of the existing system to identify its strengths and weaknesses, with the objective of proposing durable solutions. Projected water demand at the horizon of the study is estimated at **268.254 m³/day** for a population of **8,209 in habitants**. The proposed system will be supplied by two boreholes, each delivering a minimum flow rate of **9 m³/h**, equipped with submersible pumps of type **SP9-18** operating **15 hours** per day. The pumping units will be powered by a hybrid energy system combining a **7.2-kW** photovoltaic solar generator, functioning **7 hours** per day, and the SONABEL grid with a capacity of **10 kVA**, providing electrical input for **8 hours** per day. Water will be conveyed through High-Density Polyethylene **(HDPE) PN16** pipelines, comprising a **DN110** section of **400 m** and a **DN75** section of **3250 m**, towards a **100 m³** storage reservoir. From this reservoir, distribution will be ensured via a **5,075 m**-long network composed of **PVC PN10** pipes with diameters ranging from **DN50** to **DN200**, supplying **10 standpipes (BF)** and **321 household connections (BP)**. The overall project cost is estimated at **482,574,599 FCFA** inclusive of taxes, with the unit selling price of water set at **540 FCFA/m³**. The selected management model is leasing.

Key words :

- Branched network
- Hybrid energy system
- Malou
- Sandbondtenga
- Simplified Drinking Water Supply System (AEPS)

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP	Approvisionnement en eau potable
AEPA	Approvisionnement en eau potable et assainissement
AEPS	Adduction d'eau potable simplifiée
APD	Avant-projet détaillé
AUE	Association des usagers de l'eau
BF	Borne fontaine
BNDT	Base Nationale des Données du Territoire
BP	Branchement particulier
DN	Diamètre nominale
DRAAH-CN	Direction régionale de l'agriculture et des aménagements hydro-agricoles de la région du centre-nord
EA	Epaisseur d'altération
HMT	Hauteur Manométrique Totale
INO	Inventaire national des ouvrages hydrauliques
MEEA	Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement
ODD	Objectifs de développement Durable
OMES	Ouvrages de mobilisation d'eau souterraine
OMS	Organisation mondiale de la santé
PCD	Plan communal de développement
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PFNL	Produits forestiers non ligneux
PMH	Pompe à motricité humaine
PN	Pression Nominale
PN-AEP	Programme national d'approvisionnement en eau potable
PVC	Polychlorure de Vinyle
RGPH	Recensement général de la population et de l'habitat
SONABEL	Société nationale burkinabé d'électricité
TN	Terrain naturel
TP	Trop plein
UNICEF	Organisation des nations unies pour l'enfance

Sommaire

Remerciements ..... *i*
Résumé ..... *ii*
Abstract ..... *iii*
Liste des abréviations ..... *iv*
Liste des figures ..... *vii*
Liste des tableaux ..... *viii*
Fiche signalétique ..... *ix*
Introduction *1*
I. Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude *3*
I.1. Description de Advance Hydro Services **3**
I.2. Description de la zone d'étude **5**
II. Présentation du projet *15*
II.1. Contexte et justification **15**
II.2. Objectif général de l'étude **16**
II.3. Objectifs spécifiques de l'étude **16**
II.4. Résultats attendus **16**
II.5. Etat des lieux des ouvrages existants **17**
II.6. Hypothèses de calcul **19**
III. Méthodologie de conception *20*
III.1. Recherche documentaire et collecte des données **20**
III.2. Logiciels utilisés **20**
III.3. Collecte des données terrains et traitements **20**
III.4. Mobilisation de la ressource en eau **21**
III.5. Tracé du réseau **21**
III.6. Information de base et les paramètres d'estimation des besoins **22**
III.7. Conception technique du système **28**
IV. Etude de faisabilité technique *42*

IV.1. Mobilisation de la ressource en eau 42

IV.2. Design du réseau 42

IV.3. Estimation des besoins en eau 44

IV.4. Capacité de production des forages 45

IV.5. Dimensionnement de la pompe 45

IV.6. Dimensionnement des sources d'énergies 49

IV.7. Dimensionnement de la conduite de refoulement 50

IV.8. Dimensionnement du réservoir d'eau 51

IV.9. Dimensionnement du réseau de distribution 52

IV.10. Simulation du réseau de distribution 53

IV.11. Analyse comparative des vitesses et pressions 53

IV.12. Dimensions des tranchées de pose des conduites 56

V. Etude de faisabilité financière 57

V.1. Evaluation du coût global du projet 57

V.2. Estimation du prix de revient de l'eau 59

V.3. Mode de gestion de l'AEPS 59

VI. Evaluation environnementale et sociale 63

VI.1. Cadre politique, juridique et institutionnel 63

VI.2. Description du projet 63

VI.3. Impacts du projet sur les différents domaines de l'environnement 63

VI.4. Mesures d'atténuation et compensatrices des impacts du projet 65

VI.5. Plan de suivi et gestion environnementale 67

Conclusion et recommandations 68

Bibliographie I

Annexes III

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de Advance Hydro-Services 4
Figure 2 : Carte de localisation de Malou 6
Figure 3 : Carte hydrographique de la commune de Mané 8
Figure 4 : Répartition des PMH dans le village de Malou 18
Figure 5: Tracé du réseau de Malou 43
Figure 6 : Rayon d'action des BF 43
Figure 7 : Point de fonctionnement des pompes 48
Figure 8 : Simulation du réseau sur Epanet 53
Figure 9 : Comparaison entre pressions calculées et simulées 54
Figure 10 : Comparaison entre vitesses calculées et simulées 54
Figure 11 : Corrélation entre pressions calculées et simulées 55
Figure 12 : Corrélation entre vitesses calculées et simulées 55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique de quelques forages à gros débit réalisés dans la commune 10
Tableau 2 : Infrastructures religieuses et sites sacrés de Malou 12
Tableau 3 : Infrastructures socio-économiques 14
Tableau 4 : Hypothèse de base 19
Tableau 5 : Valeur du coefficient de pointe horaire selon la taille de la localité 25
Tableau 6: Valeur pratique de la capacité utile du réservoir de stockage 32
Tableau 7 : Formules empiriques des conduites d'adduction 35
Tableau 8 : Taux d'accroissement 44
Tableau 9 : Evolution de la population 44
Tableau 10 : Taux de desserte 45
Tableau 11 : Détermination des HMT 46
Tableau 12 : Récapitulatif des caractéristiques des pompes 47
Tableau 13 : Les caractéristiques de l'onduleur 49
Tableau 14 : Dimensionnement du transformateur 50
Tableau 15 : Dimensionnement des conduites de refoulement 50
Tableau 16 : Caractéristiques du château d'eau 51
Tableau 17 : Diamètres des conduites 52
Tableau 18 : Dimensions des tranchées de pose des conduites 56
Tableau 19 : Coût global de la mise en œuvre du projet 57
Tableau 20 : Cout de la mise en œuvre par phase 58
Tableau 21 : Prix de revient de l'eau 59
Tableau 22 : Analyse multicritère du choix de mode gestion 61
Tableau 23 : Mesures de remédiation ou d'atténuation des impacts 66
Tableau 24 : Plan de suivi environnemental 67

FICHE SIGNALETIQUE

LOCALISATION DU PROJET	
Pays	BURKINA FASO
Région/Province/Commune	Kuilsé/Sandbondtenga/Mané
Village	Malou
CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DU PROJET	
Type d'étude	Notice d'Impact environnemental et social
Catégorie	B
DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES	
Population de référence 2026	3983 habitants
Taux d'accroissement de la population	3,06%
Horizon du projet	2 050
Population à l'Horizon	8 209 habitants
Taux de desserte du système d'AEPS	100%
Consommation spécifique	20 L/jour/pers. aux BF et 25 L/jour/pers. aux BP
Demande du jour de pointe	268,254 m³/j
RESSOURCE EN EAU	
Coordonnées du forage 1	UTM WGS 84 30P 659068,69 m / 1436671,22 m
Côte TN de forage 1	307,39 m
Débit d'exploitation	9 m^3/h
Niveau dynamique	35 m
Durée de pompage par jour	15 h
Coordonnées du forage 2	UTM WGS 84 30P 657423,61 m / 1436938,55 m
Côte TN de forage 2	304,723 m
Débit d'exploitation	9 m^3/h
Niveau dynamique	35 m
Durée de pompage par jour	15 h

CARACTERISTIQUES DES POMPES	
Type de pompe	GRUNDFOS SP 9-18
Débit nominal	9 m^3/h
Hauteur Manométrique Totale	90 m
Puissance du moteur	4 kW
SOURCE D'ENERGIE	
Puissance de la source solaire	2*7,2 KW
Nombre de panneaux 450Wc	32
Puissance de la source SONABEL	2*10 KVA
RESEAU DE REFOULEMENT	
Nature/Type	PEHD/PN16
Diamètre nominal	DN110 et DN75
Longueur	3650 m
RESEAU DE DISTRIBUTION	
Nature/Type	PVC/PN10
Diamètre nominal	50 mm à 200 mm
Longueur	5075 m
RESERVOIR DE STOCKAGE	
Nature/Type	Métallique/surélevé
Capacité	100 m^3
Cote TN	310,94 m
Hauteur sous-radier	12 m
POINTS DE DESSERTES	
Nombre de Bornes Fontaines	10
Nombre de Branchements Particuliers Projetés	321
DONNEES FINANCIERES	
Montant global du projet	482 574 599 F CFA
Prix de vente du mètre cube d'eau BF/BP	188 F CFA
Mode de gestion	ONEA

INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable, à l'hygiène et à l'assainissement fait partie des droits fondamentaux de l'homme. Ils sont indispensables au bien être des communautés en générale mais surtout des enfants en particulier. L'eau est un facteur clé pour assurer la vie, le développement et la stabilité (UNICEF, 2022). L'eau encore appelée l'or bleu, clé de la vie et du développement, demeure toujours une ressource non accessible pour certaines populations dans le monde. D'après le rapport de l'Organisation des Nations Unies d'août 2025, dix ans après l'adoption des Objectifs du Développement Durable (ODD), l'accès universel à l'eau potable n'est toujours pas acquis. Plus de 2 milliards de personnes dans le monde n'ont toujours pas accès à une eau potable et gérée de manière sure. Environ 106 millions d'entre elles utilisent les eaux de surface (rivières, des lacs…) non traitées augmentant ainsi les risques de maladies, notamment pour les jeunes enfants (ONU GENEVE, 2025). Notons que les maladies hydriques, causées par l'eau contaminée par des animaux ou la pollution humaine, constituent des sources principales de mortalité dans le monde, notamment chez les enfants(*L'accès à l'eau potable dans le monde*, sans date). De plus, il existe des disparités notables tant à l'échelle régional que pays en ce qui concerne l'accès à l'eau potable. D'après le nouveau rapport de l'OMS et de l'UNICEF, d'importants écarts persistent encore dans le domaine (UNICEF Canada, 2025).

En Afrique cette situation est encore plus préoccupante car selon le rapport conjoint UNICEF/OMS, les taux actuels d'accès à l'eau potable doivent être multipliés par douze pour espérer l'atteinte des ODD. Ces taux sont encore plus faibles en milieu rurale qu'en milieu urbain. En effet , 2 personnes sur 5 manquent d'eau potable en milieu urbain contre 4 personnes sur 5 dans les zones rurales (UNICEF, 2022). En Afrique subsaharienne, plus d'une personne sur trois n'a pas accès à l'eau potable et selon un rapport de l'Atlas sociologique mondiale publié en 2024, le taux d'accès à l'eau potables dans l'ensemble des régions d'Afrique subsaharienne en 2022 était de 74,05 % (Atlas sociologique mondial, 2024).

En Afrique de l'ouest, des phénomènes tel que la croissance démographique, les effets des changements climatiques et les crises sécuritaires liés au terrorisme font accroître davantage le problème d'accès à l'eau potable dans la région. A titre d'exemple, au Mali environ 30% de la population manquent d'eau potable avec des disparités entre le milieu rural, semi-urbain et urbain (Agence Malienne de Presse, 2024).

A l'instar des autres pays de l'Afrique de l'ouest, le Burkina Faso, pays sahélien, est aussi confronté à cette problématique. Sur la période de 2016 à 2024, environ 18 911 nouveaux forages équipés de pompes et 3795 AEPS/PEM ont été réalisés et 6 189 forages réhabilités sur l'ensemble du territoire burkinabé (DGEP, 2025). Malgré ces progrès réalisés ces dernières années, le pays fait toujours face des pénuries d'eau. Le taux d'accès à l'eau potable est de 91,8% en milieu urbain contre 71,5% en milieu rural.

Le village de Malou dans la région des Kuilsé au Burkina Faso ne déroge pas à cette réalité. Selon les résultats de l'Inventaire Nationale des Ouvrages Hydrauliques de 2024, 20,7% de la population était non desservie en eau potable.

Pour faire face à ces défis, le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030) qui est aligné sur l'Objectif de Développement Durable n°6 (ODD6) a été mise en place par l'Etat burkinabé. Ce programme vise à assurer un accès universel à l'eau potable d'ici 2030. L'Etat burkinabé à travers le Ministère de l'Eau, de l'Environnement et de l'Assainissement (MEEA) et ses partenaires techniques et financiers élaborent des politiques et réalisent des projets de réalisation d'infrastructures en vue d'atteindre cet objectif. Le village de Malou est l'un des quatre villages de la région des Kuilsé bénéficiant de ce projet d'AEPS. L'Etude d'Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation d'un système d'AEPS dans le village de Malou région des Kuilsé au Burkina Faso, s'inscrit dans le cadre de l'étude de faisabilité préalable. Pour mener à bien cette étude, il s'avère nécessaire de faire une évaluation et la projection des besoins en eau de la localité et la disponibilité de la ressource, de réaliser l'étude technique intégrant conception et dimensionnement des ouvrages du système à proposer et en fin d'analyser la faisabilité financière et environnementale de notre projet.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. Description de Advance Hydro Services

Advance Hydro-Services est un bureau d'étude situé au Burkina Faso, quartier Karpala de Ouagadougou, 09 BP 459 OUAGADOUGOU 09. Il dispose d'agréments techniques du Ministère de l'environnement, de l'eau et de l'assainissement dans plusieurs domaines.

I.1.1.Domaines d'interventions

Advance Hydro-Services s'investit dans les domaines suivants :

- Etudes et contrôles de travaux dans le secteur de l'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (AEPA) : AEPS, poste d'eau autonome, puits modernes, bassins de traitement collectifs des eaux usées, latrine, égouts etc. ;
- Etudes et contrôles des travaux d'aménagements hydro-agricoles : aménagements de périmètres irrigués, de bas-fonds, construction de barrages et autres retenues d'eau ;
- Etudes et contrôles des travaux de génie civil : bâtiments, routes, ouvrages d'art ;
- Etudes architecturales : plans architecturaux de bâtiments et autres ;
- Etudes environnementales : études d'impact environnemental et social ;
- Formations et renforcements de capacité dans les domaines de l'hydraulique, de l'assainissement, du génie civil, des aménagements hydro-agricoles ;
- Assistance technique des entreprises : montage de dossier d'appels d'offres, réalisation de plans d'exécution, supervision des travaux des entreprises, conseils technico-pratiques des entreprises etc.

I.1.2.Organigramme de la structure d'accueil

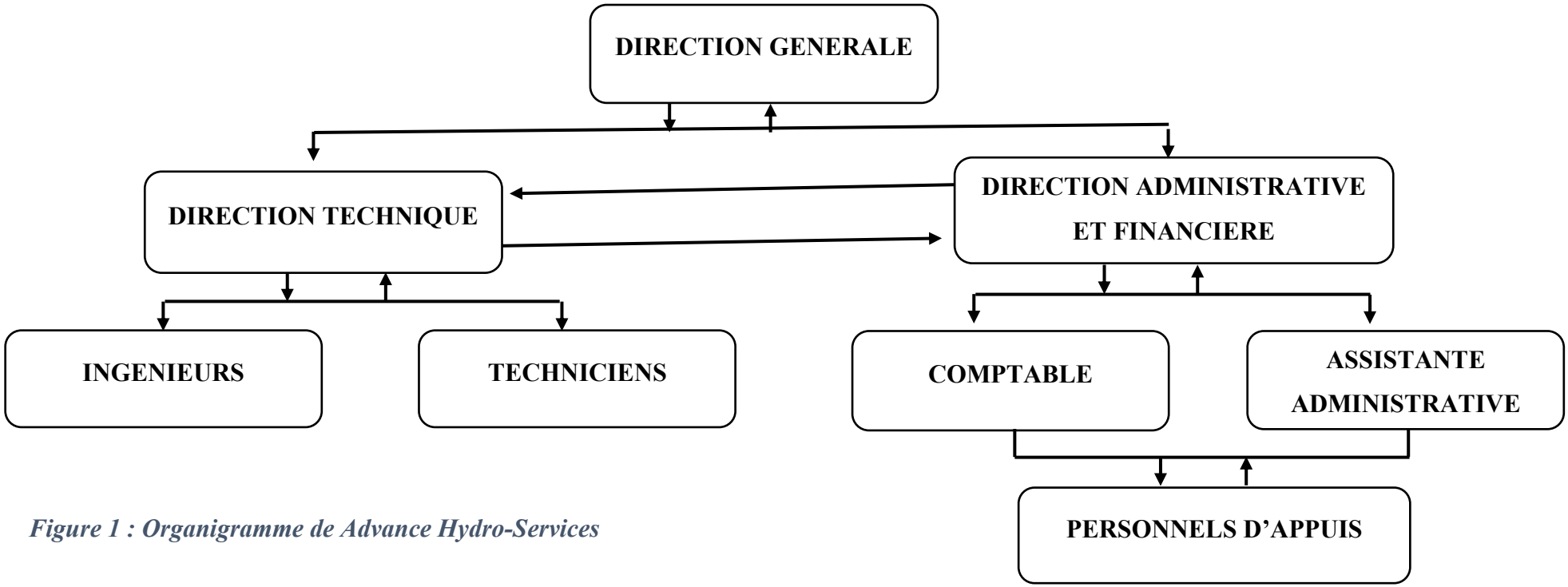


Figure 1 : Organigramme de Advance Hydro-Services

I.2. Description de la zone d'étude

I.2.1.Situation géographique du village

Le village de Malou est l'un des 47 villages de la commune de Mané, province du Sandbondtenga dans la région des Kuilsé. Il est situé à 22 km de la commune de Mané et à 54 km de Kaya chef-lieu de la province et de la région. Les villages limitrophes sont Tebin, Yilou, Boulgoupourin, Yabo et ses coordonnées géographiques sont les suivantes : Latitude 12°59'09,9" N Longitude 01°32'22,8" W. Le village est accessible par voie non bitumée à partir de l'axe Kaya-Mané et par voie bitumée à partir de la route nationale numéro 22 d'environ 70 km (RN 22).

Il compte douze (12) Quartiers qui sont : Na-yiri ; Carrefour 1 ; Yarcesin ; Songdin ; Moinmin ; Mercain ; Bagarin ; Sabgin ; Mission ; Carrefour 2 ; Pougsinbongo ; Silgagin. La commune couvre une superficie de 730 km² et fait partie des 11 communes de la province. Elle est située entre les coordonnées 1°33' et 1°17'30'' de longitude Ouest et 12°52'20'' et 13°11'25'' de latitude nord, avec une distance de 35 km du Nord au Sud et 29 km d'Est en Ouest. Mané est limité au Nord par la commune de Sabcé (Province du Bam), au Nord-Est par la commune de Kaya (province du Sandbondtenga), à l'Est par la commune de Boussouma et au Sud-Est par celle de Korsimoro (province du Sandbondtenga), au Sud par les communes de Zitenga et de Ourgou-Manéga (province de l'Oubritenga) et à l'ouest par les communes de Bokin (province du Passoré et de Guibaré (province du Bam). La figure 2 donne la localisation géographique du village (Conseil municipal de Mané, 2018; Etude socio-économique, 2025).

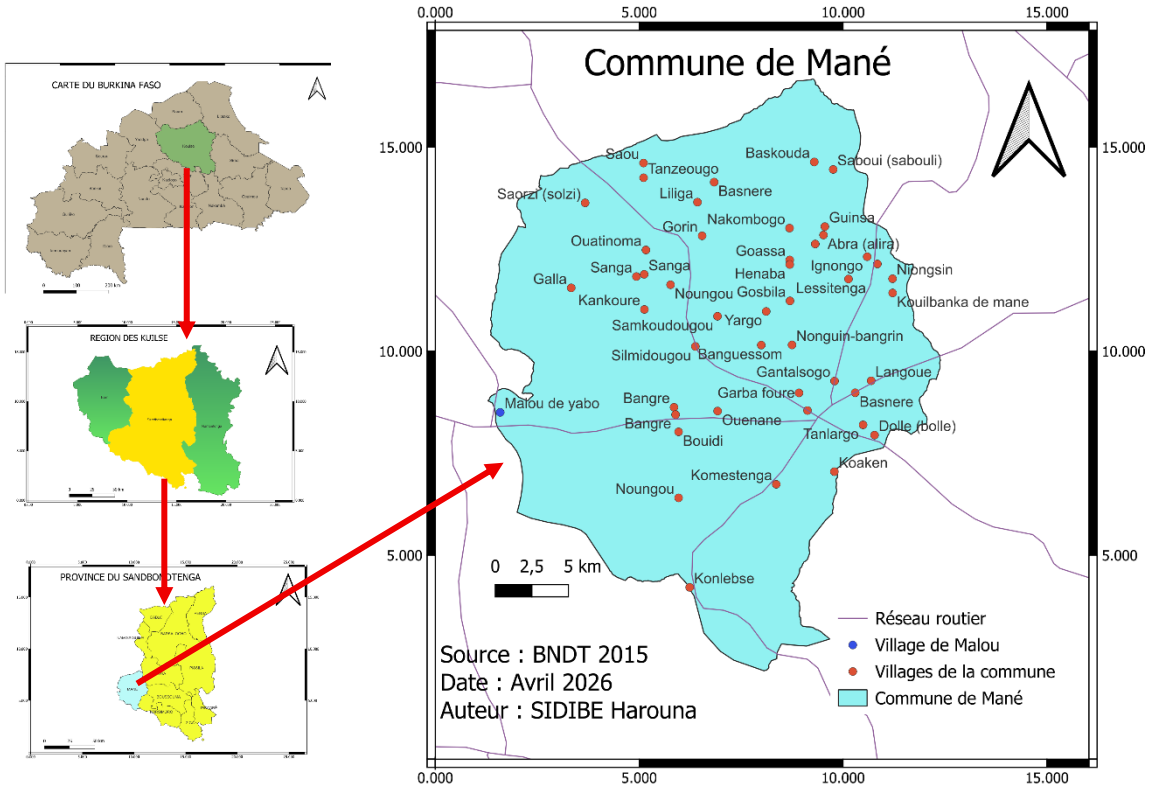


Figure 2 : Carte de localisation de Malou

I.2.2.Présentation du milieu physique

❖ **Relief et topographie**

Le relief de la région des Kuilsé se distingue par deux entités géomorphologiques à savoir les plateaux latéritiques sur roches sédimentaires et les chaînes birriminiennes sur roches cristallines. Les plateaux latéritiques constituent une vaste pénéplaine monotone peu accidentée correspondant au versant du Niger (Barsalogho, Boulsa, Tougouri) et ont une altitude comprise entre 300 m et 350 m. Toutefois, la monotonie de cette unité est souvent rompue par endroit par des vallées et des formations collinaires que sont : les vallées du Nakambé au Centre-Sud et la Sirba à l'Est. Les chaînes birriminiennes à l'Ouest dans le Bam se caractérisent par des collines aux sommets tabulaires ou arrondis et sont très marquées par le phénomène du cuirassement bauxitique ou ferrugineux. Elles se regroupent soit en chaînes, soit se disposent linéairement et culminent entre 484 m et 511 m (INSD, 2022a).

❖ **Sols**

La région des Kuilsé offre des sols à dominance ferrugineux tropicaux à deux (02) variantes : les sols ferrugineux tropicaux peu profonds et lessivés sur les glacis et les plateaux, des sols ferrugineux tropicaux profonds, difficiles à travailler dans les bas-fonds. Particulièrement pour la commune de Mané, la typologie des sols est dominée par les sols peu évolués (50,98%), suivis des sols hydromorphes (32,24%) et les sols minéraux bruts (14,95%). Le reste n'occupe que des superficies négligeables. Le sous-sol de la commune est riche en minerai, particulièrement l'or (Conseil municipal de Mané, 2018; INSD, 2022a).

❖ **Climat et pluviométrie**

La commune de Mané à l'instar de la région des Kuilsé fait partie du domaine phytogéographique subsahélien et correspond à la zone climatique subsahélienne distinguée par l'alternance de deux (02) saisons dont une saison des pluies (juin à octobre) et une saison sèche (novembre à mai). La moyenne pluviométrique entre la période 2012-2018 est de 778,82 mm réparti sur une moyenne de 42,41 jours de pluie (DRAAH_CN). La pluviométrie quant à elle se distingue par son irrégularité dans le temps et dans l'espace portant ainsi un coup aux activités agricoles et économiques (pêche, maraîchage…) liées aux ressources en eau pluviale. Les températures moyennes varient entre 17°C enregistrés durant les mois de décembre et janvier et 40°C durant les mois de mars et avril. Deux (02) types de vents traversent la région : l'harmattan (vent chaud et sec le jour et frais la nuit) qui souffle pendant la saison sèche et la mousson (vent humide) qui assure la formation des nuages et des pluies (Conseil municipal de Mané, 2018; INSD, 2022a).

❖ **Hydrographie**

Le réseau hydrographique de la région s'organise autour de deux (02) bassins versants principaux : celui du Nakambé et du Niger (sous bassin). Le bassin versant du Nakambé couvre toute la province du Bam, les parties Ouest et Sud du Sandbondtenga dont la commune de Mané. Le bassin versant du Niger est constitué de la Faga qui couvre les parties Est et Nord du Sandbondtenga et une grande partie du Namentenga, la Sirba couvre l'extrême Sud du Namentenga et une petite portion du Sud du Sandbondtenga et le Gourouol localisé dans une petite portion au Nord-Est du Namentenga. Le Nakambé est le fleuve le plus important et ne sèche qu'une partie de l'année. Les plans d'eau existants sont essentiellement le lac Bam, Dem, Sian, Bourzanga ainsi que les barrages, mares et boulis (INSD, 2022a).

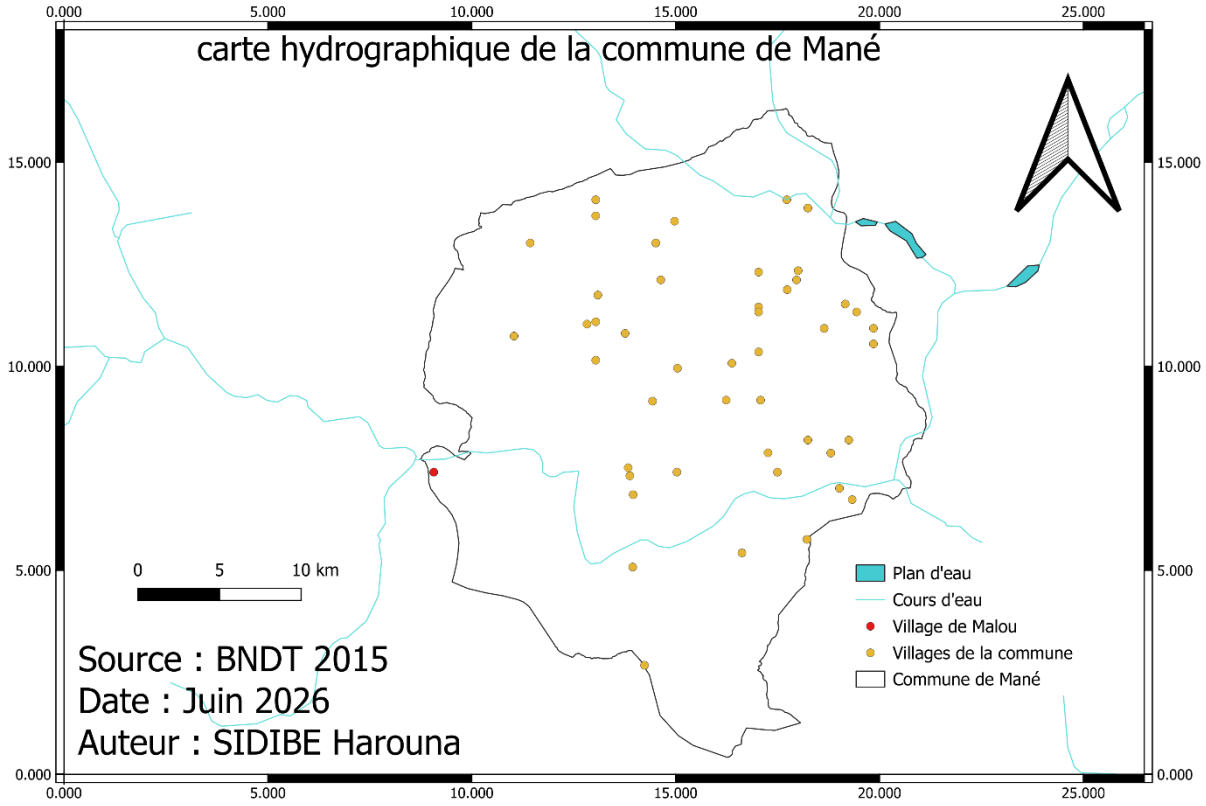


Figure 3 : Carte hydrographique de la commune de Mané

❖ **Végétation faune et flore**

Conditionnée par le climat, on rencontre une végétation de type soudano sahélien dans la région. La végétation de la région est caractérisée essentiellement par trois (03) types de formations végétales. Du Nord au Sud, la steppe arbustive fait progressivement place à une steppe arborée, à la savane arbustive et à la savane arborée. Les ressources forestières dotées d'une composition floristique assez variée couvrent une superficie de plus de soixante mille (60 000) hectares. La région des Kuilsé regorge d'une forte diversité biologique, et plus d'une soixantaine d'espèces fournissent des produits forestiers non ligneux (PFNL). Les PFNL s'entendent par les produits des arbres autres que le bois. Ce sont les fruits, graines, feuilles, fleurs, tiges, écorces, racines, la sève et les exsudats etc. On retient en particulier l'Acacia Sénégal (gomme arabique en peuplement naturel ou en plantation), le Vitellaria paradoxa, (karité), le Tamarindus indica (tamarinier), le Bombax costatum (kapokier rouge), l'Adansonia digitata (baobab) et l'Acacia macrostatachya (zamnin en mooré). Plus de 95% de la faune abattue dans les Zones villageoises d'intérêt cynégétique (ZOVIC) est aviaire, ce qui amène à dire que la faune sauvage dans la région est essentiellement aviaire. La faune aquatique est peu diversifiée par rapport à la faune

terrestre. Les crocodiles particulièrement se rencontrent dans les cours d'eau, les plans d'eau et parfois dans les boulis. La région connait une dégradation progressive de ses ressources naturelles, due à la péjoration des conditions climatiques et à l'action de l'homme (INSD, 2022a).

❖ **Géologie**

La géologie du Sandbondtenga est essentiellement caractérisée par des formations du Paléoprotérozoïque appartenant au socle Birimien. Celui-ci comporte des terrains volcano-sédimentaires et plutoniques métamorphisés à l'Eburnéen (le Centre et le Sud de la province), et des formations plutoniques intrusives dans ces derniers (principalement dans le Nord et l'Est). Les terrains volcano-sédimentaires et plutoniques comportent des masses de basaltes amphibolitisés dispersées ou intercalées en lanières au sein de la série schisteuse sédimentaire et tufacées très altérée (latérite, saprolite). Cette série schisteuse renferme également des intercalations de volcanites intermédiaires à acides, dont un tuf rhyolitique daté à 2 238 ± 5 Ma. Enfin le cortège des terrains volcano-sédimentaires et plutoniques comporte aussi des faciès méta-paragneissiques, amphibole à pyroxène, et des leptynites datées 2 182 ± 3Ma. Les formations plutoniques consistent principalement en un granite à biotite qui forme des masses considérables surtout dans le Nord. Un granite subleucocrate forme deux massifs dans le Nord de la feuille. Il est aussi dans le Sud (région de Mané) avec la présence d'un syénogranite probablement tardif, qui forme un massif circonscrit (YANABA, 2013).

❖ **Hydrogéologie**

Dans la province du Sandbondtenga, on distingue trois grands ensembles hydrogéologiques qui sont caractérisés en fonction de la nature lithologique des formations aquifères :

- Les granitoïdes

Deux ensembles peuvent être différenciés à savoir les granitoïdes précoces qui sont caractérisés par un faible recouvrement d'altérites et sont affectés de nombreuses fractures. Dans ces formations, le taux de succès des forages est relativement élevé (environ 70%), et des débits significatifs pour le socle sont parfois observés (10 m^3/h voire plus). Ensuite les granitoïdes plus tardifs qui sont peu fracturés et c'est dans ces formations que les plus forts taux d'échec des forages d'eau sont enregistrés. De plus l'épaisseur de la couverture altérée est très peu importante.

- Les formations schisteuses et volcano-sédimentaires

Ce sont les formations qui prédominent sur l'ensemble du Sandbondtenga. On rencontre en général dans ces formations des épaisseurs d'altérites importantes avec un taux de succès élevé (80 à 90%). Ces formations sont caractérisées par une importante couverture d'altération saturée.

- Les formations superficielles

Ce sont des formations alluviales peu étendues d'un point de vue géographique. Elles sont en générales constituées d'argilites, d'argiles plus ou moins sableuses. Leur exploitation est le plus souvent faite à l'aide de puisards temporaires (YANABA, 2013).

Dans la commune de Mané, les nappes d'eau sont à des profondeurs qui varient entre 27 m et 49 m voire plus avec des épaisseurs d'altération (EA) d'une dizaine de mètre à une quarantaine de mètre. Les caractéristiques de quelques forages à gros débit déjà réalisés dans la commune de Mané est résumé dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristique de quelques forages à gros débit réalisés dans la commune

Villages	EA(m)	Q (m3/h)	Profondeur venue d'eau (m)	Profondeur Totale forée (m)	Niveau Statique (m)	Rabattement(m)
Gorin	24	10,8	27	44	19,33	3,37
Mané-Mossi	25	13	30	41	9,45	3,8
Mané-Mossi	18	9,36	38	50	13,1	0
Mané-Mossi	15	13,6	35	55	19,2	0
Zincko	47	10	49	64	9,1	5,3

Source : DT_OMES_13 régions

I.2.3.Cadre humain et social

- **Milieu humain**

Sur le plan traditionnel, Mané est fondé vers 1100 par Yasmè. Il est dirigé par un chef de canton et est réparti en trois (03) grands bassins historiques à savoir Guioutenga, Seytenga et Koumtenga. Dans la commune de Mané le groupe de parenté est la base de la structure sociale, et constitue l'élément essentiel de l'organisation villageoise. Ce groupe de parenté est le lignage dont le chef, qui est l'homme le plus âgé du lignage, détient toutes les responsabilités sur les membres du lignage.

La structuration du village est la même que les autres villages de la commune : un chef de village qui est chargé de la gestion des affaires, un chef de terre qui, comme l'indique son nom, gère tout ce qui a trait à la terre. Le premier niveau de décision est celui du chef du village. Il gère les instances quotidiennes de l'ensemble du village. Il est aidé dans ses tâches par des sous-chefs et par un chef de terre dans certains cas. Avec ces derniers, il gère les problèmes importants du village.

Les attributions du chef consistent à veiller au respect des traditions, à garantir la sécurité de ses administrés et de leurs biens et à concourir à la prospérité des populations sous son autorité. La chefferie coutumière gérait l'ensemble des affaires de la communauté, en collaboration avec l'administration. Avec la mise en œuvre de la décentralisation et l'introduction de nouveaux acteurs que sont les conseils municipaux et les Comités Villageoises de Développement (CVD), cette collaboration devra se développer et se renforcer afin que la gestion de la cité soit assurée de façon concertée aux bénéfices de l'ensemble des populations, le rôle des chefs traditionnels étant fondamental dans le maintien de l'ordre social. Les cases rondes avec des toits en chaume ou en paille, qui jadis étaient le type d'habitat le plus rencontré dans la commune de Mané font de plus en plus place aux maisons rectangulaires avec des toits en tôles. L'habitat est semi-groupé dans le village de Malou (Etude socio-économique, 2025).

❖ **Ethnies et religions**

Sur l'espace communal, l'on rencontre une majorité de mossis autochtones et des minorités de peuhl. Au sein de ces différents groupes ethniques se rencontrent par ordre de grandeurs décroissantes des musulmans, des protestants, des catholiques puis des animistes.

Quant au village de Malou particulièrement, les mossis sont les plus nombreux, suivis des peulhs, yarcé. Concernant la religion, à Malou on rencontre par ordre de grandeurs décroissantes des musulmans, des protestants, des Catholiques et des animistes (Etude socio-économique, 2025).

Tableau 2 : Infrastructures religieuses et sites sacrés de Malou

Village	Quartier	Infrastructures religieuses	Sites sacrés
Malou	Carrefour 1	• 1 mosquée de vendredi	Présence de lieux sacrés dans tous les quartiers selon la population au moment venu, l'équipe de réalisation de l'AEPS sera guidée
	Moinmin	• 1 mosquée de vendredi	
	Mercain	• 1 temple	
	Mission	• 1 église catholique	

Source : rapport d'études socio-économique de Malou

❖ **Données démographiques**

La population de la commune de Mané était de 49 619 Habitants en 2019. La taille moyenne des ménages de Mané tout comme Malou selon le RGPH 2019 est de 6 personnes par ménage. Pour la répartition de la population par sexe selon le recensement de 2019, les femmes représentent 51% et les hommes 49% dans la commune de Mané. Quant au village de Malou les femmes représentent 50,54% et les hommes 49,46%.

La répartition par âge selon le RGPH 2019, dans la commune de Mané, la population de moins de 15 ans correspond à 45,93 % et celle comprise entre 15 à 64 ans 50,32%. La population ayant plus de 65 ans constitue 3,75 %. Quant au village de Malou, la population de moins de 15 ans correspond à 46,14 % et celle comprise entre 15 à 64 ans 51,26 %. La population ayant plus de 65 ans constitue 2,6 %.

En se référant aux données (RGPH) de 2019, la population résidente dans le village était de 3225 habitants (INSD, 2022b). Avec les projections, ce nombre serait porté à environ 3983 habitants en 2026.

❖ Migrations

Les populations de la commune de Mané, surtout les jeunes garçons se déplacent prioritairement vers d'autres communes de la province où il existe l'orpaillage au Burkina. Mais la plupart des jeunes de Malou vont à l'aventure pour les activités d'orpaillage en Guinée, au Mali et en Côte d'Ivoire.

Concernant la situation sécuritaire qui prévaut dans le pays, la région des Kuilsé n'est pas épargnée des attaques terroristes entrainant quelques personnes déplacées internes (PDI) au sein de la commune de Mané et dans le village de Malou(Etude socio-économique, 2025).

❖ Activités socio-économiques

L'agriculture est la principale activité et selon les résultats des enquêtes réalisées elle occupe 97 % de la population principalement en cultures pluviales. C'est une agriculture de subsistance basée sur la production de sorgho, maïs, mil, riz, haricot, arachide, patate douce.
Certains de ces agriculteurs sont aussi des éleveurs et la maraicher culture n'existe pas à cause de l'absence de barrage dans le village.

L'élevage est une activité génératrice de revenus pratiqué par une partie des producteurs du village de Malou et a pour déboucher, le marché local. Cela se fait en association avec l'agriculture. C'est un élevage de type traditionnel. L'élevage semi-intensif est aussi pratiqué par une minorité plus nantie. Les principales espèces rencontrées sont : les bovins, les ovins, les caprins, les asins et la volaille.

L'artisanat est pratiqué dans tout le village par des tisserands, des bijoutiers, des forgerons, des teinturiers, des potiers, des sculpteurs. Les produits sont des nattes, des dabas, des haches, des charrues, des pagnes traditionnels, des bracelets, des objets en terre, du savon.

Le petit commerce existe dans le village de Malou. Il est principalement axé sur la vente de :

- Produits agricoles : céréales, fruits et légumes,
- De produits d'origine animale : animaux sur pied, viande, lait,
- De produits d'origine végétale : bois de chauffe, charbon de bois et produits de cueillettes,
- De produits de transformation : beurre de karité, huile d'arachide et de produits manufacturés (produits d'artisanat) (Etude socio-économique, 2025).

❖ Infrastructures socio-économiques

La synthèse des infrastructures socio-économiques est consigné dans le tableau 3.

Tableau 3 : Infrastructures socio-économiques

Types	Nombre	Observations
CSPS	01	Centre de Santé et de promotion sociale CSPS)
Ecole primaire	01	6 classes
Lycée	01	-
Collège privé	01	-
Lieux de culte	04	02 mosquées de vendredi, 01 temple et 01 église catholique

(Source : rapport de l'étude socio-économique de Malou)

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1.Contexte et justification

Depuis plusieurs années le Burkina Faso éprouve d'énorme difficultés à satisfaire les besoins en eau potable de la population du fait d'une part de la croissance démographique et de la rareté de la ressource et d'autre part de la mauvaise gestion des infrastructures d'approvisionnement en eau existantes. En plus on a le flux migratoire de la population lié la crise sécuritaire et/ou à la recherche des minerais vers certaines localités du pays. Ce flux constitue une source de pression supplémentaire sur les ressources naturelles des localités d'accueil dont l'eau de consommation et contribue davantage à la vulnérabilité des populations hôtes comme déplacées du point de vue économique, sanitaire, alimentaire. Les autorités burkinabè, ambitionne une satisfaction durable des besoins en eau et une amélioration de la gouvernance dans le secteur de l'eau à partir PN-AEPA dont l'échéance est pour 2030 (MEA, 2016). En dépit des effort consentis, en 2024 le taux d'accès à des services d'approvisionnement en eau potable en toute sécurité dans certaines zones demeure faible (27,58%) INO 2024. Plusieurs localités du pays rencontrent fréquemment des pénuries d'eau surtout pendant les périodes chaudes ou la demande est forte. Le problème est d'autant plus marquant en milieu rural avec un taux de 71,5% contre 91,8% en milieu urbain (DGEP, 2025).

Dans la recherche de solutions à cette problématique, le Ministère en charge de l'eau a commandité des études d'avant-projet détaillé de systèmes d'adduction d'eau potable simplifiés dans la région des Kuilsé dont celui du village de Malou dans la commune de Mané.
C'est dans ce cadre que le bureau d'étude Advance Hydro Services a été recruté pour mener cette étude afin de proposer un système permettant d'améliorer les conditions d'accès à l'eau potable des populations de Malou.

II.2.Objectif général de l'étude

L'objectif général de cette étude est de proposer un système d'AEPS pouvant contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'eau potable de la population du village de Malou (région des Kuilsé au Burkina Faso) à travers l'étude d'avant-projet détaillé d'un AEPS à l'horizon 2050.

II.3.Objectifs spécifiques de l'étude

De façon spécifique, il s'agit de :

- ✓ Faire l'évaluation et la projection des besoins en eau de la localité et la disponibilité de la ressource pour l'horizon 2050 ;
- ✓ Réaliser l'étude technique intégrant conception et dimensionnement des ouvrages du système à proposer ;
- ✓ Analyser la faisabilité financière et environnementale du projet.

II.4.Résultats attendus

- L'évaluation et la projection des besoins en eau de la localité et la disponibilité de la ressource pour l'horizon 2050 ont été faites ;
- L'étude technique intégrant conception et dimensionnement des ouvrages du système à proposer a été réalisée ;
- L'analyse de la faisabilité financière et environnementale du projet a été faite.

II.5.Etat des lieux des ouvrages existants

Les sources d'approvisionnement en eau des ménages dans le village de Malou sont variées : les eaux souterraines (forages et puits) et les eaux de surface (mares, marigots). La source d'eau la plus utilisée est le forage équipé de pompe à motricité humaine (PMH) et en cas de panne des PMH la population se dirige vers les autres sources d'eau existantes. Cependant, il faut noter qu'un même ménage peut utiliser deux sources à la fois, l'une pour la boisson et la cuisine et l'autre pour la lessive, la vaisselle et le bain. Le village compte au total 15 PMH dont 11 sont bons et 04 en mauvais état. Le village dispose d'une association des usagers de l'eau (AUE) qui rencontre des difficultés pour fonctionner normalement et c'est la population elle-même qui s'organise par quartier pour gérer les PMH. Le mode de gestion actuel des PMH se résume à une cotisation mensuelle de 500 FCFA par ménage gérée par un gestionnaire de chaque quartier pour les réparations en cas de panne.

- **Forces du système actuel**

Le problème d'approvisionnement en eau potable est l'une des préoccupations majeures des autorités communales de Mané, de la communauté de Malou et des efforts considérables sont faits pour améliorer la situation. D'après les résultats de l'INO 2024, le village de Malou a un taux d'accès à l'eau potable de 73,7%. Les forages constituent les sources d'eau privilégiées des ménages d'après les résultats de l'enquête socio-économique.

- **Faiblesses du système actuel**

En termes de faiblesse du système actuel, l'AUE peine à fonctionner et quatre (04) PMH sont en état de mauvais fonctionnement. En cas de panne de PMH, certaines populations s'approvisionnent au niveau des mares et des marigots d'après les résultats de l'enquête socio-économique. Selon les données collectées lors des enquêtes dans les ménages, il ressort que la majorité est situé entre 500 et 1000 m d'un point d'eau. La répartition des PMH du village se trouve dans la figure 4.

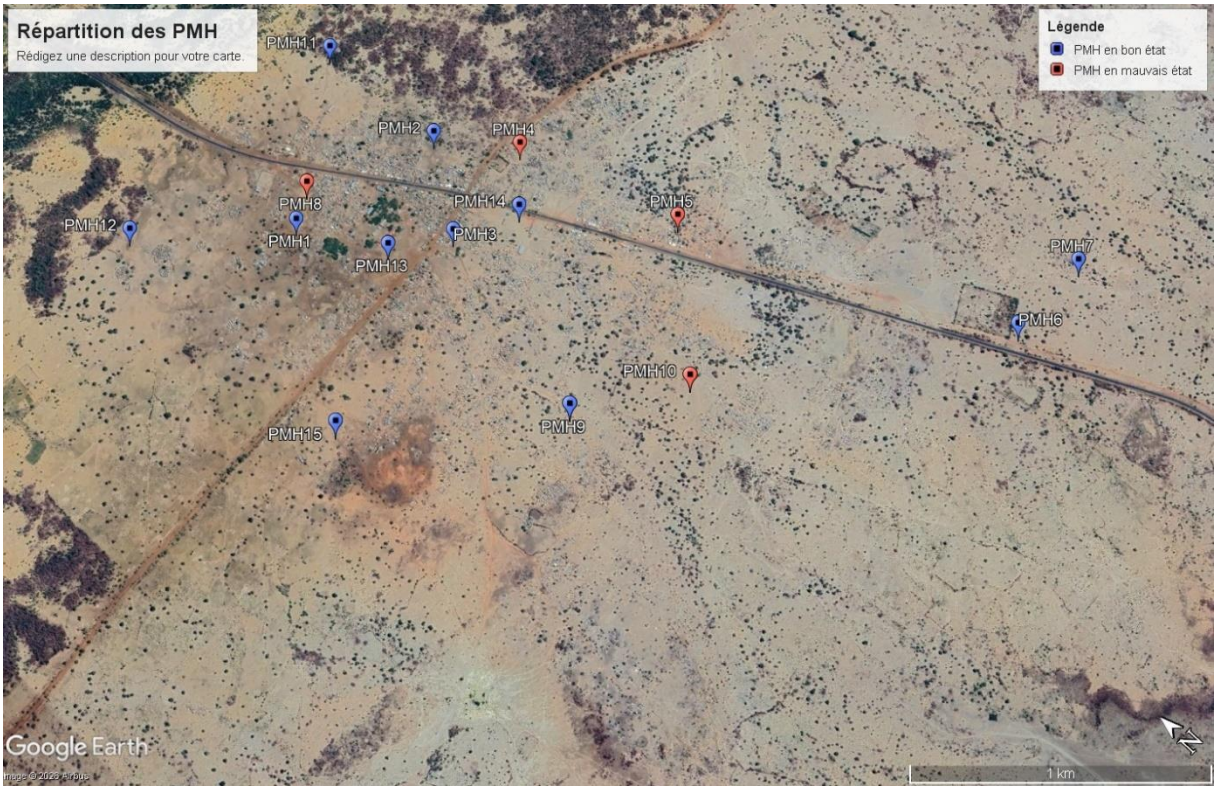


Figure 4 : Répartition des PMH dans le village de Malou

II.6.Hypothèses de calcul

Afin de mieux concevoir notre système d'AEPS, les hypothèses du tableau 4 ont été formulées pour l'étude technique à partir des revues documentaires.

Tableau 4 : Hypothèse de base

Désignation	Observation	Valeur
Année de référence		2026
Horizon du projet		2050
Taux d'accès à l'AEPS à l'horizon du projet	%	100
Pourcentage de personnes s'alimentant à la BF à l'horizon du projet	%	20
Pourcentage de personnes s'alimentant à la BP à l'horizon du projet	%	80
Consommation spécifique choisie pour les BF	L/j/hbt	20
Consommation spécifique choisie pour les BP	L/j/hbt	25
Nombre de personnes pour une BF	Hbt	500
Nombre de personnes pour une BP	Hbt	10
Coefficient de pointe journalière Cpj	1,05-1,15	1,15
Coefficient de pointe horaire Cph	2,5-3	2,5
Rendement du réseau	%	90
Temps de pompage choisi	h	15
Temps de distribution par BF	h	12
Temps de distribution par BP	h	16
Nature des conduites d'adduction		PEHD PN 16
Nature des conduites de distribution		PVC PN 10
Vitesse	m/s	0,3-1,5
Pression	mCE	10-25

III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

III.1. Recherche documentaire et collecte des données

Cette phase a consisté à des recherches et d'analyses de documents en lien avec notre thème. Parmi les documents consultés on peut citer : les rapports du RGPH (2006 et 2019), la monographie de la région des Kuilsé, le PCD de Mané, la base des données de l'inventaire national des ouvrages hydrauliques (INO 2024), les décrets et les normes qui régissent le domaine de l'AEP au Burkina Faso, les cours d'AEP, les documents en ligne sur l'hydraulique rurale et les sites web.

III.2. Logiciels utilisés

Pour la réalisation de notre étude, les logiciels suivants ont été mis à contribution :

- Google Earth, pour la visualisation de la zone d'étude ;
- QGIS V 3.34.3, pour la réalisation des cartes ;
- Pack Microsoft office, pour analyser les données et rédiger le rapport ;
- Epanet, pour simuler notre réseau ;
- AutoCAD, pour réaliser les plans graphiques des ouvrages ;
- Zotero, pour les références bibliographiques.

III.3. Collecte des données terrains et traitements

Cette étape a consisté à faire une analyse des termes de référence (TdR), le rapport de l'étude socio-économique et les documents obtenus lors de nos recherches documentaires. Les résultats issus de ces analyses ont servi de base pour la conception de notre système d'AEPS.

III.4. Mobilisation de la ressource en eau

Le système d'adduction d'eau potable simplifié du village de Malou sera alimenté d'eau souterraine à partir de forage d'eau. Notre choix s'explique par le fait que Malou est situé en zone de socle et les eaux de ses forages sont généralement de très faible turbidité et donc n'exige pas d'important traitement. Généralement une simple chloration suffit comme traitement. Pour s'assurer de la disponibilité de l'eau en quantité et en qualité, la réalisation du forage se fera dans les règles de l'art afin que l'ouvrage soit conforme aux normes en la matière. Des actions telles que le développement du forage, les essais de pompage seront indispensables. Le développement du forage est l'une des étapes importantes dans la réalisation d'un forage. Il permet d'améliorer la capacité du forage. Le débit de fin de développement et la turbidité sont les paramètres essentiels à analyser. En ce qui concerne les essais de pompage, ils permettent de déterminer les paramètres hydrodynamiques du forage. Son interprétation permet de connaitre le débit d'exploitation du forage et par ricochet la profondeur optimale d'installation de la pompe. Une analyse complète de l'eau (physico-chimie, microbiologie, éléments trace métallique) sera faite d'une part pour s'assurer que l'eau qu'on va desservir à la population ne présente pas de risque pour leur santé, d'autres part évaluer les risques pour les équipements qui seront mise en place.

III.5. Tracé du réseau

Dans cette partie, il s'agit de tracer le circuit des conduites par lesquelles, l'adduction de l'eau se fera du forage au château et la distribution du château vers les bornes fontaines et les branchements privés. Ce tracé suit le long des axes routiers et doit être le plus court possible. Il se fait de concert avec les parties prenantes du projet afin d'éviter les conflits fonciers, les lieux sacrés. Le tracé du réseau est constitué du forage, du réservoir (château d'eau), les bornes fontaines, les canalisations, le local technique.

III.6. Information de base et les paramètres d'estimation des besoins

III.6.1. Information sur l'horizon du projet

Le système d'AEPS pour le village de Malou sera conçu pour l'horizon 2050 soit une durée de (24) ans à compter 2026. Cet horizon est choisi en se basant sur les prescriptions du cahier des charges qui tient compte des aspects démographiques et économiques qui ne cessent d'évoluer mais aussi la durée de vie de certains équipements électromécaniques.

Pour la détermination de la population à l'horizon du projet, nous utiliserons cette formule du modèle de la croissance géométrique de Malthus (KOUANDA, 2026):

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

Avec :

P_n : population à l'horizon du projet

P_0: $population\ de\ l'année\ de\ référence$

α: $taux\ d'accroissementde\ la\ population$

n: $nombre\ d'année\ entre\ l'année\ de\ référence\ et\ l'horizon\ du\ projet$

L'estimation du taux d'accroissement sera faite en utilisant les données des résultats du RGPH de 2006 et de 2019 de la province du Sandbondtenga à partir de la formule de Malthus en tirant alpha (α) qui est le taux d'accroissement :

$$\boldsymbol{\alpha} = \left(\frac{\boldsymbol{P2019}}{\boldsymbol{P2006}}\right)^{\left(\frac{1}{2019-2006}\right)} - 1 \qquad \begin{cases} P_{2006}: Population\ en\ 2006 \\ P_{2019}: Population\ en\ 2019 \\ \alpha: Taux\ d'accroissement \end{cases} \qquad \textbf{(2)}$$

III.6.2. Consommation spécifique et le taux de desserte

Pour estimer les besoins en eau d'une population donnée, il est important de prendre en compte certains paramètres tels que le taux de desserte et la consommation spécifique. Le taux de desserte désigne la proportion de la population s'alimentant aux sources d'eau potable. Dans le cas de notre projet, une extrapolation linéaire des données du PN-AEP sera faite d'atteindre un taux de desserte de 100% d'ici la fin du projet.

La consommation spécifique, exprimée en litre par jour par habitant, désigne la quantité d'eau nécessaire pour répondre aux besoins quotidiens d'une personne dans une communauté donnée. Les résultats de l'enquête ont révélé qu'en moyenne journalière chaque ménage consomme autour de 6 bidons de 20 litres, ce qui correspond à une consommation journalière moyenne par ménage de 120 litres. La taille moyenne du ménage étant de 6 personnes **(**enquête ménage**)**, on en déduit donc que la consommation moyenne est d'environ 20 litres / jour / personne (Etude socio-économique, 2025). En tenant compte du PN-AEP horizon 2030 (15 L/jour/pers. pour les BF et 20 L/jour/pers. pour les BP), du décret N° 2019-204/PRE/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable (25 L/jour/pers. pour les BF et 40 L/jour/pers. pour les BP). Pour tenir compte de l'échéance du projet et de minimiser les couts liés au décret et vu que le village ne risque pas d'être rattraper par une grande localité urbaine environnante, nous retiendrons pour notre projet les valeurs suivantes :

- 25 L/jour/pers. pour les branchements particuliers (BP) ;
- 20 L/jour/pers. au niveau des bornes fontaines (BF).

III.6.3. Besoin moyen journalier en eau de la population

Le besoin moyen journalier (Bmj) fait référence au volume d'eau pouvant couvrir les besoins domestiques et non domestiques d'une communauté donnée. Les besoins domestiques désignent l'eau pour la boisson, la douche, le ménage etc. les besoins non domestiques correspond aux besoins des services sociaux, lieux publics, le bétail. Pour notre étude les besoins non domestiques seront estimés à 10% des besoins domestiques calculés à partir de cette formule (BATIONO, 2024; BARRO, 2026):

$$\boldsymbol{B_{d=}Cs_{BP} \times Pop_{desser/BP} + Cs_{BF} \times Pop_{desser/BF}} \qquad \textbf{(3)}$$

$$\begin{cases} \mathrm{B_d}: \textit{Besoin domestique} \\ \mathrm{Cs_{BF}}: \textit{Consommation spécifique au niveau des BF} \\ \mathrm{Pop_{desser/BF}}: \text{Population desservie par les BF} \\ \mathrm{Pop_{desser/BP}}: \textit{Population desservie par BP} \\ \mathrm{Cs_{BP}}: \textit{Consommation spécifique au niveau des BP} \end{cases}$$

Ainsi nous déduisons le besoin moyen journalier en eau de la population comme suit :

$$\mathbf{B_{mj} = 1,1 \times B_d} \qquad \begin{cases} \mathrm{B_{mj}[m3/j]}: \textit{Besoins moyens journalier} \\ B_d\mathrm{[m3/j]}: \textit{Besoin domestique} \end{cases} \qquad \textbf{(4)}$$

III.6.4. Variations périodiques de la demande

Les consommations varient en terme quantitatif suivant les périodes de l'année (saisons), des jours de la semaine, les heures de la journée. Ces changements ont un impact direct sur la conception du réseau. Les dimensions du système de distribution sont déterminées par le comportement des usagers à qui l'on doit offrir un service continu. Le rôle du projeteur consiste à opérer les choix de comportement des usagers à prendre en compte afin d'offrir un service à la mesure de leur capacité financière. Les variations cycliques de la demande sont le fait surtout des consommations d'origine domestiques. Dans l'intention de prendre en compte ces fluctuations périodiques des besoins de la population nous utiliserons ces deux coefficients d'ajustements.

- **Variation suivant les jours de la semaine**

Pour prendre en compte cette variation liée aux habitudes des usagers de l'eau au cours de la semaine, un coefficient appelé coefficient de pointe journalière est appliquée dans les calculs. Ce coefficient permet d'éviter de sous dimensionner le système. Il varie généralement entre 1,05 et 1,15 (ZOUNGRANA, 2003). Pour cette étude, un coefficient de 1,15 sera retenu.

❖ **Coefficient de pointe horaire (Cph)**

Ce coefficient tient compte des habitudes des consommateurs durant la journée. La consommation quotidienne en eau des usagers est importante à certaines heures de la journée et faible en d'autres. Le Cph permet d'intégrer ces aspects lors du dimensionnement. Le coefficient de pointe horaire est estimé par des études statistiques sur divers systèmes similaires ou par le biais de formules empiriques. Il est compris entre 1,5 et 3 (Faye, 2024). Dans le cas de notre projet, nous estimerons le coefficient de pointe horaire comme étant égale à **2,5**.

- La formule dite du génie rural (France) :

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} \qquad \begin{cases} \mathrm{C_{ph}} : Coefficient\ de\ pointe\ horaire \\ Q_{mh}[\mathrm{m3/h}] : Débit\ moyen\ horaire \end{cases} \qquad \textbf{(5)}$$

- Suivant l'expérience, le coefficient de pointe horaire est proche de 1.5 pour les villes de plus de 200.000 habitants (industrialisés), et 3 pour les localités de moins de 10.000 habitants.

Tableau 5 : Valeur du coefficient de pointe horaire selon la taille de la localité

Taille de la localité (hbts)	< 10 000	10 000 -50 000	50 000 - 200 000	>200 000
Cph	2,5-3	2-2,5	1,5-2	1,5

Source : ZOUNGRANA D, novembre 2003

III.6.5. Rendement du système

Ce paramètre permet d'évaluer la performance de notre système et est fortement lié aux pertes d'eau le long du système. Pour ce projet, nous estimons les pertes à 10% d'où un rendement global de 90% pour l'ensemble du système en 2050 (ZOUNGRANA, 2003).

❖ **Adduction**

Le rendement du réseau d'adduction tient compte des pertes observées depuis le forage jusqu'au château d'eau. Les pertes sur cette partie du réseau sont généralement estimées entre 4% et 5%. Nous en déduisons ainsi un rendement de 95% que nous adoptons pour notre projet (ZOUNGRANA, 2003).

❖ **Distribution**

Le rendement de la partie distribution du réseau tient compte des pertes observées du château aux différents points de dessertes à travers les conduites. Les pertes sur cette partie du réseau sont généralement estimées entre 10% et 20%. Nous adoptons un rendement de 85% à l'horizon de notre projet (ZOUNGRANA, 2003).

III.6.6. Estimation des besoins en eau du jour de pointe

L'estimation des besoins en eau du jour de pointe tient compte de la variation des besoins durant les jours de la semaine. Il s'obtient en faisant les produits des besoins moyens journaliers et du coefficient de pointe journalière tel que indiqué par ces formules (BATIONO, 2024) :

$$\boldsymbol{B_{jp} = B_{mj} \times C_{pj}} \qquad \begin{cases} \mathrm{B_{jp[m3/j]:Besoin\ du\ jour\ de\ pointe}} \\ B_{mj}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin moyen journalier} \\ C_{pj:\textit{Coefficient de pointe journalière}} \end{cases} \qquad \textbf{(6)}$$

$$\boldsymbol{B_{jp(BF)} = B_{mj(BF)} \times C_{pj}} \qquad \begin{cases} \mathrm{B_{jp(BF)[m3/j]:Besoin\ du\ jour\ de\ pointe\ des\ BF}} \\ B_{mj(BF)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin moyen journalier des BF} \\ C_{pj:\textit{Coefficient de pointe journalière}} \end{cases} \qquad \textbf{(7)}$$

$$\boldsymbol{B_{jp(BP)} = B_{mj(BP)} \times C_{pj}} \qquad \begin{cases} \mathrm{B_{jp(BP)[m3/j]:Besoin\ du\ jour\ de\ pointe\ des\ BP}} \\ B_{mj(BP)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin moyen journalier des BP} \\ C_{pj:\textit{Coefficient de pointe journalière}} \end{cases} \qquad \textbf{(8)}$$

III.6.7. Estimation de la demande du jour de pointe

Elle représente la quantité d'eau à rendre disponible afin de répondre aux demandes en eau du jour de la communauté. Cette demande tient compte du rendement global de notre système. Les calculs se font à partir de ces formules (BATIONO, 2024):

$$\boldsymbol{D_{jp} = \frac{B_{jp}}{\eta_r}} \qquad \begin{cases} D_{jp}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin de production} \\ B_{jp}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin du jour de pointe} \\ \eta_r\textit{: Rendement du réseau} \end{cases} \qquad \textbf{(9)}$$

$$\boldsymbol{D_{jp(BF)} = \frac{B_{jp(BF)}}{\eta_r}} \qquad \begin{cases} D_{jp(BF)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin de production pour BF} \\ B_{jp(BF)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin du jour de pointe des BF} \\ \eta_r\textit{: Rendement du réseau} \end{cases} \qquad \textbf{(10)}$$

$$\boldsymbol{D_{jp(BP)} = \frac{B_{jp(BP)}}{\eta_r}} \qquad \begin{cases} D_{jp(BP)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin de production pourBP} \\ B_{jp(BP)}\mathrm{[m3/j]:}\textit{Besoin du jour de pointe des BP} \\ \eta_r\textit{: Rendement du réseau} \end{cases} \qquad \textbf{(11)}$$

III.6.8. Conditions de vitesse et de pression dans le système

- **Les vitesses**

La vitesse est un paramètre clé dans le domaine de l'hydraulique. Pour garantir la pérennité du système tout concepteur se doit de l'intégrer. Des valeurs optimales sont requises afin d'éviter des dépôts de particules et le développement de bactéries lorsque la vitesse est trop faible ou des phénomènes de coup de bélier et d'usure des conduites lorsqu'elle est trop forte. Pour tenir compte des aspects techniques et économiques, nous considérerons des vitesses dans les conduites comprises entre 0,6 m/s et 1 m/s pour l'adduction et 0,3 m/s et 1,5 m/s pour la distribution.

- **La pression**

Elle fait partie des critères important à prendre en compte dans la conception du système afin de garantir l'intégrité des conduites et la continuité du service d'alimentation en eau. En milieu rural, la pression de service minimale requise pour un AEPS est de 5 mCE. La pression maximale quant à elle dépend de la nature et de la classe de la conduite choisie (Faye, 2024). Pour notre étude, nous optons pour des pressions de services de 10 mCE aussi bien au niveau des branchements privée qu'au niveau des BF.

III.6.9. Temps de pompage et de distribution

- **Temps de pompage**

Il désigne la durée de fonctionnement journalier de la pompe en heure par jour permettant de satisfaire les besoins en eau de la communauté. Pour notre étude, un temps de pompage de 15h par jour est retenu à raison de 07h pour l'énergie solaire et 08h pour le réseau électrique de la Société Nationale Burkinabé d'Electricité (SONABEL).

- **Temps de distribution**

Il désigne le temps de mise en service journalier du réseau de distribution pour l'alimentation de la population. Il doit permettre un accès continu au service d'eau. Notre réseau de distribution étant constitué uniquement de BF et de BP, ces derniers sont conçus pour fonctionner 24h par jour. Cependant, les réalités de notre zone nous amènent à considérer des temps de distribution de 12 h par jour pour les BF et 16h par jour pour les BP.

III.6.10. Pertes de charges dans le réseau

Elle caractérise la perte ou la diminution d'énergie de l'eau lors de son écoulement dans le réseau. On en distingue deux types à savoir les pertes de charge linéaires ou régulières causées par les frottements de l'eau contre les parois interne des conduites et les pertes de charge singulières liés aux équipements hydrauliques (coudes, tés, vannes, changement de diamètre de conduite…). Parmi les formules de quantification des pertes de charge régulières, celle de Hazen-Wiliams a été retenue pour notre projet. Les pertes de charge totales s'obtiennent en appliquant un coefficient de singularité sur celles linéaires à raison de 0,05 pour l'adduction et 0,1 pour la distribution. Alors les pertes de charge totales dans le réseau sont :

$$\Delta \boldsymbol{H_t} = (\mathbf{1} + \mathbf{cs})\mathbf{x}\ \frac{\mathbf{10{,}675 \times L \times Q^{1{,}852}}}{\boldsymbol{C_{HW}^{1{,}852}} \times \mathbf{D^{4{,}871}}}$$

$$\begin{cases} \Delta H_t : \text{pertes de charge totales en m} \\ L : \text{longueur de la conduite en m} \\ Q : \text{débit de la conduite en } m^3/s \\ D : \text{diamètre de la conduite en m} \\ cs : \%\ \text{lié aux pertes de charge singulières } (0{,}05 - \text{adduction ou } 0.1 - \text{distribution}) \\ C_{HW} : \text{coefficient de perte de charge ou facteur de résistance} \end{cases} \quad \textbf{(12)}$$

III.7. Conception technique du système

III.7.1. Dimensionnement de la pompe

❖ **Choix de la pompe**

Les pompes font partie des équipements clés de tout système d'AEP. Ce sont des dispositifs électromécaniques capables de convertir l'énergie électrique ou thermique en énergie hydraulique lui permettant d'aspirer et de refouler un fluide dont l'eau dans notre cas. Deux paramètres sont essentiels dans le choix d'une pompe à savoir la hauteur manométrique total (HMT) et le débit de refoulement de l'eau qui est le débit d'exploitation des forages dans notre cas. Le premier se détermine par calcul et le second à partir de l'interprétation des essais de pompage et du débit de fin de développement. Pour notre étude, les types de pompes à choisir seront des pompes immergées pour eau souterraine de la marque GRUNDFOS. Les formules suivantes sont utilisées pour le calcul de ces différents paramètres (KOUANDA, 2026).

- **La puissance hydraulique**

$$\mathbf{P_h} = \frac{\boldsymbol{\rho \times g \times Q \times HMT}}{\mathbf{1000}} \qquad \begin{cases} P_h : Puissance\ hydraulique\ en\ Kw \\ HMT : Hauteur\ manométrique\ en\ m \\ g : intensité\ de\ la\ pésenteur\ en\ m/s2 \end{cases} \qquad \textbf{(13)}$$

- **Le rendement de la pompe**

Ce paramètre est fourni par le constructeur et est lié à la pompe choisie.

- **La puissance absorbée**

$$\boldsymbol{P_{ab}} = \frac{\boldsymbol{P_h}}{\boldsymbol{\eta_p \times 1000}}$$

$$\begin{cases} \mathrm{P_{ab}} : Puissance\ absorbée\ \ en\ Kw \\ \mathrm{P_h} : Puissance\ hydraulique\ en\ Kw \\ \eta_p : Rendement\ de\ la\ pompe \end{cases} \qquad \textbf{(14)}$$

- **La puissance utile du moteur**

$$\mathbf{P_m} = \frac{\boldsymbol{P_h}}{\boldsymbol{\eta_m \times \eta_p \times 1000}} \qquad \begin{cases} P_m : Puissance\ du\ moteur\ en\ Kw \\ P_{ab} : Puissance\ absorbée\ \ en\ Kw \\ \eta_m : Rendement\ du\ moteur \end{cases} \qquad \textbf{(15)}$$

- **Point de fonctionnement de la pompe**

C'est un paramètre qui s'obtient à partir de l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et celle du système.

III.7.2. Dimensionnement de la source d'énergie

L'énergie est l'une des ressources indispensables pour l'alimentation de la pompe. Le village de Malou dispose de courant électrique de la SONABEL donc nous avons opté pour un système hybride à savoir l'énergie solaire et celle électrique.

- **Dimensionnement du champ solaire**

Le champ solaire permet de capter le rayonnement lumineux du soleil pour générer du courant continu. Un onduleur est alors mis en place pour transformer ce courant continu en courant électrique. L'intensité moyenne d'ensoleillement et le mois le plus défavorable sont des éléments à intégrer dans la conception. L'inclinaison des panneaux solaires et leur orientation sont des paramètres qui permettent d'optimiser le champ. Pour ce projet, l'orientation sud avec une inclinaison de 15° sera adopté. Le temps d'ensoleillement considéré sera de 7h avec une intensité moyenne d'insolation de 5,5 (données du mois d'aout).

La puissance crête du champ nous est donnée par la formule de Schiller, Royer, Djiako et Sy, 1998.

- **Puissance crête du champ solaire**

$$\mathbf{P_{cT}} = \frac{\boldsymbol{\rho \times g \times Q \times Tinsol \times HMT}}{\mathbf{3600 \times \eta p \times \eta M \times \eta Ond \times Yi}} \quad \begin{cases} P_{cT}: Puissance\ crête\ totale\ du\ génerateur\ PV\ (Wc) \\ \boldsymbol{Yi}: Intensité\ d'ensoleillement\ journalier \\ Tinsol: Temps\ d'insolation\ journalier\ en\ heure \\ \eta Ond: Rendement\ de\ l'onduleur \\ \eta_m: Rendement\ du\ moteur \end{cases} \quad \textbf{(16)}$$

- **Nombre de modules solaires**

Dans la conception du champ, des mesures de sécurité doivent être prises par rapport à la qualité des panneaux afin d'assurer un service efficace et continu. Pour ce faire, nous considérerons pour chaque panneau un rendement de 90%. Le nombre de panneaux nécessaire pour ce champ se déduit à partir de cette formule :

$$\mathbf{N_{mod}} = \frac{\mathbf{Pc_T}}{\mathbf{P_{c/mod}}} \quad \begin{cases} \mathrm{N_{mod}}: \text{Nombre de modules solaires} \\ \mathrm{Pc_T}: \text{ Puissance crête totale du champ solaire} \\ \mathrm{Pc/mod}: \text{Puissance crête d'un module} \end{cases} \quad \textbf{(17)}$$

- **La disposition des panneaux**

La configuration des panneaux se fera en série et en parallèle. La puissance crête d'un module solaire et la tension maximale du champ sont indispensables pour la configuration du système. Le nombre de panneaux en série est fonction de la tension de fonctionnement optimale de l'onduleur tandis que ceux en parallèle est fonction de l'intensité d'entrée de l'onduleur. Ces formules permettent de déterminer cette configuration.

$$\mathbf{N_{mod/sé}} \leq \frac{\boldsymbol{U_{max,sys\ PV}}}{\boldsymbol{U_{nomi,mo}}} \quad \begin{cases} \mathbf{N_{mod/sé}}: Nombre\ de\ modules\ en\ série \\ \mathbf{U_{max,sys\ PV}}: Tension\ maximale\ du\ champ\ \text{Photovoltaïque} \\ \mathbf{U_{nomi/mod}}: Tension\ nominale\ du\ module\ \text{Photovoltaïque} \end{cases} \quad \textbf{(18)}$$

$$\mathbf{N_{mod/par}} \leq \frac{\mathbf{Pc_T}}{\boldsymbol{N_{mod/sé} \times P_{c,mod}}} \quad \begin{cases} \mathbf{N_{mod/par}}: Nombre\ de\ modules\ en\ parallele \\ \mathbf{Pc_T}: Puissance\ crête\ totale\ du\ champ \\ \mathbf{N_{mod/sé}}: Nombre\ de\ module\ en\ série \\ \mathbf{P_{c/mod}}: Puissance\ crête\ d'un\ module \end{cases} \quad \textbf{(19)}$$

- **Puissance de l'onduleur**

Il permet de transformer le courant continu généré par le champ solaire en courant alternatif utilisable par la pompe. Sa puissance se détermine par cette équation :

$$\mathbf{P}_{ond} = \frac{\boldsymbol{K}\times\mathbf{P}_{p}}{\boldsymbol{\eta_p}\times \boldsymbol{cos\Phi}} \qquad \begin{cases} P_{ond}: Puissance\ de\ l'onduleur\ en\ kVA \\ P_p: puissance\ de\ la\ pompe\ en\ kW \\ K: coefficient\ de\ correction\ (K = 1{,}05) \\ \eta_p: rendement\ de\ la\ pompe\ en\ \% \\ cos\Phi: facteur\ de\ puissance\ de\ l'onduleur\ en\ \% \end{cases} \qquad \textbf{(20)}$$

- **Dimensionnement réseau SONABEL**

Pour le dimensionnement de ce réseau on procède à l'estimation des charges (électropompes, réglettes, prises et divers. A partir de ces charges, on détermine la puissance active qui nous permet de calculer l'intensité nécessaire tout en choisissant la tension souscrite. C'est à partir des charges estimées également qu'on dimensionne le transformateur pour avoir la puissance apparente. Ces différents paramètres sont déterminés à partir de la formule de la SONABEL.

$$P_{act} = P_{mp} \times k_u \times k_e \times k_s \qquad \begin{cases} P_{act}: Puissance\ active\ en\ W \\ P_{mp}: Charges\ estimées\ en\ W \\ K_u: Facteur\ d'utilisation\ (K_u = 1) \\ K_e: Facteur\ d'énergie\ (K_e = 1{,}2) \\ K_s: Facteur\ de\ simultanéité\ (K_s = 1) \end{cases} \qquad \textbf{(21)}$$

$$I = \frac{P_{act}}{\sqrt{3}\times U\times cos\Phi} \qquad \begin{cases} P_{act}: Puissance\ active\ en\ W \\ I: Intensité\ du\ courant\ en\ A \\ U: Tension\ souscrite\ en\ V \\ Cos\Phi: facteur\ de\ puissance\ de\ la\ pompe\ en\ \% \end{cases} \qquad \textbf{(22)}$$

$$P_{app} = \frac{P_{mp}\times K_S}{cos\Phi}$$

$$\begin{cases} P_{app}: Puissance\ apparente\ en\ kVA \\ P_{mp}: Charges\ estimées\ en\ kW \\ K_S: Facteur\ de\ simultanéité\ (K_s = 0{,}9) \\ cos\Phi: facteur\ de\ puissance\ de\ la\ pompe\ en\ \% \end{cases} \qquad \textbf{(23)}$$

III.7.3. Réservoir de stockage et de distribution de l'eau

Le réservoir surélevé encore appelé château d'eau est un ouvrage hydraulique réalisé en hauteur pour le stockage et la distribution de l'eau. Il est alimenté par le refoulement de l'eau du forage au moyen d'une pompe. Grâce à sa hauteur, la distribution se fait naturellement suivant la loi de la gravité permettant ainsi une économie d'énergie. Sa conception se fait sur la base des besoins de pointe journaliers. L'emplacement idéal est la zone de plus haute altitude. Celui de Malou sera de type métallique avec une forme cylindrique. Ce modèle est mieux adapté à des localités rurales comme Malou en raison de son coût abordable et de sa capacité.

- **Capacité utile du château d'eau**

Il existe au moins deux méthodes pour la détermination de la capacité utile. La méthode analytique qui consiste à faire la somme des déficits d'eau (en valeur absolue) et des surplus non utilisés pendant la journée, et celle dite simplifiée ou forfaitaire qui prend en compte les différentes expériences de chaque pays.

Dans le cas de ce projet nous utiliserons la méthode forfaitaire. Le tableau 6 donne les taux appliqués en fonction des conditions d'exploitation.

Tableau 6: Valeur pratique de la capacité utile du réservoir de stockage

Conditions d'exploitation	**Capacité utile**
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

Source (ZOUNGRANA D. 2003)

❖ **Détermination de la hauteur sous radier**

La hauteur sous radier est la différence d'altitude entre le bas de la cuve et la base de la fondation du château. Elle est garante des conditions de pression et de vitesse pour le système. Elle se calcule à partir des expressions suivantes.

$$\mathbf{H_{rad} = Z_{rad} - Z_{TN/Rés}} \qquad \mathbf{(24)}$$

$$\mathbf{Z_{rad} = Max(H_i)}$$

$\begin{cases} H_{imin}: \text{Charge au noeud i imposé par le réservoir en m} \\ \Delta H_{irés}: \text{Perte de charge du noeud i au reservoir en m} \\ Z_{iaval}: \text{Côte du noeud aval i en m} \\ P_s: \text{Pression de service en m} \\ Z_{rad}: \text{Côte du radier en m} \\ H_{rad}: \text{Hauteur sous radier en m} \\ Z_{TN/Rés}: \text{Côte du terrain naturel} \end{cases}$

$$\mathbf{H_{imin} = \Delta H_{irés} + Z_{iaval} + P_s} \qquad \mathbf{(25)}$$

III.7.4. Le traitement de l'eau

Le mode de traitement de l'eau dépend plus de sa nature. Dans le cadre de ce projet, c'est l'eau de forage qui sera utilisée pour alimenter la population. En général ce type d'eau ne nécessite pas un traitement spécifique. Cependant une chloration sera faite par injection au niveau du refoulement avec une pompe doseuse.

❖ **Temps de contact du chlore**

Pour une désinfection efficace de l'eau, le chlore a besoin d'un minimum de temps de contact afin d'éliminer les contaminations microbiennes. Le temps de contact minimum requis du chlore doit être supérieur ou égal à 2h. Il est donné par l'expression suivante (OUEDRAOGO, 2024):

$$\mathbf{T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 2\ heures} \qquad \begin{cases} T_c: Temps\ de\ contact\ du\ chlore\ en\ h \\ C_u: Capacité\ utile\ du\ reservoir\ en\ m3 \\ Q_{ph}: Débit\ de\ pointe\ horaire\ en\ m3/h \end{cases} \quad \mathbf{(26)}$$

❖ **Temps de séjour du chlore dans l'eau traitée**

C'est le temps mis par l'eau traitée dans le réseau de distribution. Il doit être inférieur ou égal au temps de rémanence du désinfectant utilisé. Il est de 2h pour le chlore et ses dérivés qui sont beaucoup utilisés au niveau du Burkina Faso. Pour respecter ce principe on utilise la formule suivante :

$$\mathbf{T_s} = \frac{C_u}{D_{jp}} \leq \mathbf{2\ jours} \qquad \begin{cases} \mathrm{T_s}: Temps\ de\ sejour\ du\ chlore\ \ en\ j \\ C_u: Capacité\ utile\ du\ réservoir\ en\ m3 \\ \mathrm{D_{jp}}: Demande\ journalier\ de\ pointe\ en\ m3/j \end{cases} \quad \textbf{(27)}$$

❖ **Quantité de chlore**

Pour la quantité de chlore à utiliser, l'OMS recommande un dosage de 2 mg/L pour un chlore résiduel de 0,5 mg/L protégeant ainsi l'eau des contaminations ultérieures (OUEDRAOGO, 2024). Pour cette étude, le traitement se fera avec une solution d'hypochlorite de calcium de concentration 5 g/L. le débit d'injection de la pompe doseuse et la capacité du bac de préparation de la solution sont exprimés à travers les formules suivantes :

$$\mathbf{q} = \frac{d \times Q}{C} \qquad \begin{cases} q: débit\ d'injection\ de\ la\ pompe\ doseuse\ en\ L/h \\ \mathrm{d}: dose\ de\ traitement\ en\ mg/L \\ Q\ =\ débit\ d'eau\ \text{à}\ traiter\ \left(\frac{m3}{h}\right) \\ C: concentration\ de\ la\ solution\ du\ chlore\ en\ g/L \end{cases} \quad \textbf{(28)}$$

$$\mathbf{V_b} = \mathbf{q}\ \times\ \mathbf{t} \qquad \begin{cases} V_b: Volume\ du\ bac\ en\ L \\ q: débit\ d'injection\ de\ la\ pompe\ doseuse\ en\ L/h \\ \mathrm{t}: temps\ de\ fonctionnement\ \ par\ j\ en\ h \end{cases} \quad \textbf{(29)}$$

III.7.5. Dimensionnement des canalisations

❖ **Réseau d'adduction d'eau**

En AEP, l'adduction est le transfert de l'eau sous pression de la source ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution (Faye, 2024). Dans notre cas, le réseau d'adduction est l'ensemble des conduites et équipements permettant le transport sous pression de l'eau du forage vers le château d'eau. Il existe deux variantes à savoir l'adduction gravitaire quand la côte source est supérieure à la côte du réservoir et l'adduction par refoulement lorsque la côte source est inférieure à celle du réservoir. Pour cette étude, l'adduction par refoulement est le mieux indiqué car l'eau est pompée à partir d'un forage pour être refoulé dans un réservoir surélevé. Le dimensionnement de la conduite d'adduction se fait avec le débit d'exploitation du forage (Q_{exp}) à partir de formules empiriques. Après analyse des caractéristiques géologiques et hydrogéologiques de la zone, un débit d'exploitation de 9 m^3/h est retenu. Le rapport entre le débit d'adduction (Q_{add}) et le débit d'exploitation d'un forage nous donne le nombre de forages à réaliser.

$N_{Forage} = \frac{Q_{add}}{Q_{exp}}$ Avec N_{Forage} : nombre de forages **(30)**

- **Dimensionnement des conduites d'adduction**

Les conduites de type polyéthylène haute densité (PEHD) de pression nominale 16 bars (PN16) ont été choisies pour notre réseau de refoulement en raison de leur souplesse, leur résistance face aux tassements et à l'érosion. Pour la détermination des diamètres de ces conduites les formules du tableau 7 ont été utilisées. Les diamètres choisis doivent respecter les conditions de Flamant : ($\boldsymbol{V \leq D_{int}(m) + 0,6}$) et de GLS ($\boldsymbol{V \leq (\frac{D_{int}(mm)}{50})^{0,25}}$)(Faye, 2024).

Tableau 7 : Formules empiriques des conduites d'adduction

Auteur	Formule du diamètre théorique $\boldsymbol{D_{th}}$
Bresse	$1,5 \times Q^{0,5}$
Bresse modifié	$0,8 \times Q^{1/3}$
Munier (1961)	$(1 + 0,02 \times n) \times Q^{0,5}$
Bonnin	$Q^{0,5}$
Bedjaoui	$1,27 \times Q^{0,5}$

- **Diamètre des colonnes d'exhaures et montantes**

La colonne d'exhaure est la conduite reliant la pompe immergée à la tête du forage alors que la colonne montante va du pied du château à la côte de trop plein. Pour le dimensionnement de ces conduites, une vitesse de 1 m/s sera considérée. La colonne montante sera en fonte et celle d'exhaure en PEHD. Les diamètres sont obtenus à partir de ces formules.

$$\mathbf{D_{exh}} = \sqrt{\frac{\mathbf{4Q}}{\pi \mathbf{V_{exh}}}}$$

$$\begin{cases} Dcol : Diamètre\ de\ la\ colonne\ montante \\ Dexh : Diamètre\ d'exhaure \\ Q : Débit\ d'exploitation \\ Vcol;\ Vitesse\ de\ de\ la\ colonne\ montante \\ Vexh(m/s) : Vitesse\ de\ l'exhaure \end{cases} \quad \textbf{(31)}$$

$$\mathbf{D_{exh}} = \sqrt{\frac{\mathbf{4Q}}{\pi \mathbf{V_{col}}}}$$

- **La hauteur manométrique totale**

$$\mathbf{HMT} = \mathbf{H_g} + \triangle \mathbf{H} \qquad \begin{cases} HMT : Hateur\ manometrique\ totale \\ H_g : Hauteur\ géométrique \\ \triangle H : Pertes\ de\ charges\ totales \end{cases} \qquad \textbf{(32)}$$

Avec $\mathbf{H_g}$ (la hauteur géométrique) :

$$\mathbf{H_g} = \mathbf{Z_{tp}} - \mathbf{Z_{nd}} \qquad \begin{cases} H_g : Hauteur\ géometrique \\ Z_{tp} : \text{Côte } du\ trop - plein\ du\ reservoir \\ Z_{nd} : \text{Côte } du\ niveau\ dynamique\ du\ forage \end{cases} \qquad \textbf{(33)}$$

- **Vérification du coup de bélier**

Le coup de bélier est une variation de pression à l'intérieur de la conduite qui engendre des surpressions ou des dépressions pouvant conduire à la destruction des conduites. Il est généralement dû à l'arrêt ou au démarrage d'une pompe, à la fermeture ou à l'ouverture brusque d'une vanne, le prélèvement instantané d'un débit important (ZOUNGRANA, 2003). Le phénomène peut être préjudiciable à la conduite et aux équipements et il s'avère nécessaire de le vérifier afin de prévenir ces dommages. Il consiste d'une part à évaluer l'amplitudes des ondes se propageant, et d'autre part la variation des pressions dans les conduites. La formule de Joukovaki-Aliévi permet d'estimer les amplitudes engendrées :

$$\mathbf{C} = \sqrt{\frac{1}{\rho\left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{E\,e}\right)}} \qquad \begin{cases} C\left(\frac{m}{s}\right) : \text{célérité de l'onde} \\ \varepsilon(Pa) : \text{module d'elasticité de l'eau} \\ D(mm) : \text{diamètre intérieur de la conduite} \\ E(Pa) : \text{module d'élasticité de la conduite} \\ e(mm) : \text{épaisseur de la conduite} \\ \rho\left(\frac{kg}{m3}\right) : \text{masse volumique de l'eau} \\ k = 33 \text{ pour les PEHD} \end{cases} \qquad \textbf{(34)}$$

$$\boldsymbol{\Delta P} = \pm \frac{\boldsymbol{C \times V_0}}{\boldsymbol{g}} \qquad \begin{cases} \triangle P : \text{variation maximale de pression (dépression ou surpression)} \\ V_0 : \text{vitesse d'écoulement initiale} \end{cases} \qquad \textbf{(35)}$$

Il s'avère nécessaire de protéger les installations en mettant en place un dispositif anti-bélier dans les cas suivants :

$\mathbf{Pmax} \geq \mathbf{PMA} = \mathbf{1,2} \times \mathbf{PN}$ avec $\mathbf{Pmax} = \mathbf{HMT} + \triangle \mathbf{P} - \boldsymbol{ND}$

$\mathbf{Pmin} \leq \boldsymbol{P_{atm}}$ $\boldsymbol{avec\ Pmin = HMT - \triangle P - ND}$

$$\begin{cases} \text{Pmax: pression maximale} \quad (\text{m}) \\ \text{PMA: Pression maximale admissible en m} \\ \text{Pmin: Pression minimale } admissible \ (\text{m}) \\ P_{atm}\text{: Pression atmosphérique en m} \approx 10{,}33 \\ \text{ND: Niveau dynamique} \end{cases} \quad \textbf{(36)}$$

❖ **Dimensionnement du réseau de distribution**

Le réseau de distribution est constitué des conduites, des points de dessertes (BF et BP) et des autres équipements. Il peut être de type ramifié, maillé ou mixte. Le réseau ramifié a été retenu pour ce projet car Malou est un village ou l'habitat est semi dispersé d'une part et d'autre part il est facile à mettre en œuvre et à entretenir. Les conduites seront de type polychlorure de vinyle (PVC) de pression nominale (PN) 10 bars.

- **Les points de dessertes**

La desserte se fera au niveau des BF et des BP. Elle sera assurée conformément aux exigences du PN-AEP (2016-2030) à savoir une BF pour 500 personnes sur un rayon de 500 m et un BP pour 10 personnes. Le nombre de BP et de BF est calculé à partir de la formule suivante.

$$\boldsymbol{N_{BF} = \frac{Po_{BF}}{500}} \qquad \begin{cases} Po_{BP}: Populations\ approvisionnées\ en\ BP \\ N_{BP}: Nombre\ de\ branchements\ particuliers\ BP \\ Po_{BF}: Populations\ desservies\ par\ BF \\ N_{BF}: Nombre\ de\ bornes\ fontaines \end{cases} \quad \textbf{(37)}$$

$$\boldsymbol{N_{BP} = \frac{Po_{BP}}{10}}$$

- **Détermination du débit de distribution**

Elle est faite à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{Q_{dist}} = \boldsymbol{Q_{ph\,(BF)}} + \boldsymbol{Q_{ph\,(BP)}}$$

$$\begin{cases} Q_{dist}[\text{L/s}]\text{: Débit de distribution} \\ Q_{ph(BF)}[\text{L/s}]\text{: Débit de distribution de pointe horaire au niveau des BF} \\ Q_{ph(BP)}[\text{L/s}]\text{: Débit de distribution de pointe horaire au niveau des BP} \end{cases} \quad \textbf{(38)}$$

- **Calcul du débit de pointe horaire des BF**

$$\mathbf{Q_{mh(BF)}} = \frac{D_{jp(BF)}}{T_{dist(BF)}} \quad et\ Q_{ph(BF)} = Q_{mh(BF)} \times C_{ph} \ ou\ Q_{ph(BF)} = 0,25 \times n \times N_{BF}$$

$$\begin{cases} Q_{ph(BF)}[m3/h]: \text{Débit de distribution de pointe horaire des BF} \\ Q_{mh(BF)}[m3/h]: \text{Débit moyen horaire au niveau des BF} \\ T_{dist}: \text{Temps de distribution au niveau des BF en heure} \\ n = \text{Nombre de robinet par BF} \\ N_{BF}: \text{Nombre de BF} \end{cases} \quad \textbf{(39)}$$

Le débit par BF est le rapport entre le débit de pointe horaire des BF et le nombre de BF.

$$\mathbf{Q_{dist/BF}} = \frac{\mathbf{Q_{ph(BF)}}}{N_{BF}} \begin{cases} Q_{ph(BF)}[L/s]: \text{Débit de pointe horaire des BF} \\ Q_{dist.BF}[L/s]: \text{Débit de distribution par BF} \\ N_{BF}: \text{Nombre de BF} \end{cases} \quad \textbf{(40)}$$

- **Le débit de pointe par robinet**

Un nombre de trois robinets par BF a été retenu en conformité avec le décret de 2019 portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable. Le débit par robinet s'obtient par cette formule.

$$\mathbf{Q_{rob/BF}} = \frac{Q_{dist/BF}}{N_{rob/BF}} \begin{cases} Q_{dist/BF}[L/s]: \text{Débit de pointe horaire par BF} \\ Q_{rob/BF}[L/s]: \text{Débit de distribution par BF} \\ N_{rob/BF}: \text{Nombre de robinet par BF} \end{cases} \quad \textbf{(41)}$$

- **Calcul du débit de pointe horaire des BP**

$$\mathbf{Q_{mh(BP)}} = \frac{D_{jp(BP)}}{T_{dist(BP)}} \quad et\ Q_{ph(BP)} = Q_{mh(BP)} \times C_{ph}$$

$$\begin{cases} Q_{ph(BF)}[m3/h]: \text{Débit de distribution de pointe horaire des BF} \\ Q_{mh(BF)}[m3/h]: \text{Débit moyen horaire au niveau des BF} \\ T_{dist}: \text{Temps de distribution au niveau des BF en heure} \end{cases} \quad \textbf{(42)}$$

- **Calcul du débit par mètre linéaire**

$$\mathbf{Q_{ml}} = \frac{\mathbf{Qph(BP)}}{\mathbf{L_{T,rés}}.prelèv}$$

$$\begin{cases} Qph(BP)[L/s]: \text{Débit de pointe horaire des BP} \\ L(T, rés): \text{Longueur totale du réseau avec prélèvement en m} \\ Q_{ml}: \text{Débit par mètre linéaire du tronçon } \left(\frac{L}{s.ml}\right) \end{cases} \quad \textbf{(43)}$$

- **Calcul du débit en route des tronçons**

Le débit en route sur chaque tronçon se détermine par la relation :

$$\mathbf{Q\ (route, i)} = \mathbf{Q_{ml}} \times L_{tronçon} \quad \textbf{(44)}$$

- **Calcul du débit fictif**

$$Q_{fictif} = 0,55Q_{route} + Q_{aval} \qquad (45)$$

- **Débit en tête du réseau**

$$Q_{dis} = Q_{ph(BF)} + Q_{ph(BP)} \qquad \{Q_{dis}: Débit\ en\ tête\ du\ réseau\ m^3/h \qquad (46)$$

- **Calcul du diamètre des conduites**

$$D_{théo} = \sqrt{\frac{4\times Q_{fictif}}{\pi \times V_{idéale}}} \qquad \begin{cases} Q_{fictif}: \text{Débit fictif du tronçon} \\ V_{idéale}: 1\text{m/s} \end{cases} \qquad (47)$$

- **Calcul des vitesses réelles dans le réseau**

$$V=\frac{4\times Q_{fictif}}{\pi \times D_c^2} \qquad \{D_c: \text{Diamètre commerciale en m} \qquad (48)$$

- **Calcul des pressions réelles dans le réseau**

$$P_{i,rél,ser} = Z_{min} - Z_{i,aval} - \sum \Delta H$$

$\{P_{i,rél,ser}$: Pression réelle de service au niveau de chaque nœud **(49)**

- **Conditions de pose des conduites**

Pour la sureté du système, toutes les conduites seront enterrées et les dimensions de fouilles doivent respecter les conditions techniques. Les relations suivantes permettent de déterminer les profondeurs et largeurs de fouilles.

$$P_{min} \geq DN + 0,5\ \text{m} \qquad (50)$$

$$l_{min} \geq DN + 0,4\text{m} \qquad \begin{cases} P_{min}: Profondeur\ minimale\ de\ la\ fouille \\ l_{min}: Largeur\ minimale\ de\ la\ fouille \\ DN: Diamètre\ nominal\ de\ la\ conduite \end{cases}$$

III.7.6. Simulation du réseau de distribution à l'aide du logiciel Epanet

Le logiciel Epanet 2.0 a été utilisé pour modéliser et simuler le comportement hydraulique du réseau afin de s'assurer de sa robustesse.

III.7.7. Equipements hydrauliques et pièces spéciales

❖ **Les équipements hydrauliques**

Pour assurer le bon fonctionnement du réseau, il est indispensable d'installer des équipements de protection, notamment :

- **Une conduite de trop plein** pour évacuer le surplus d'eau du château ;
- **Une conduite de vidange** placée au niveau du radier du château pour faciliter sa vidange. Elle est reliée à la conduite de trop plein et muni d'une vanne ;
- **Un robinet-vanne** installé sur chaque conduite, il permet d'isoler un tronçon en cas de travaux ou de maintenance ;
- **Des ventouses** placées aux points hauts, bas et morts ou aux extrémités des conduites, ils servent à éliminer l'air emprisonnée dans le réseau ;
- **Des clapets anti-retours** pour assurer la sécurité du réseau, protéger les équipements et contribuer à maintenir une bonne qualité de l'eau ;
- **Un manomètre** pour mesurer la pression de l'eau dans la conduite et protéger la pompe ;
- **Un pressostat** pour surveiller la pression et réguler automatiquement le démarrage ou l'arrêt de la pompe selon le niveau d'eau du château ;
- **Un by-pass** qui relie la conduite d'adduction à celle de distribution afin de garantir la continuité du service en cas de nettoyage, réparation ou entretien du château.

❖ **Les ouvrages annexes**

En complément des installations hydrauliques, il est prévu aussi des ouvrages annexes tels que :

- **Un local technique** pour abriter les équipements et les commandes électriques ;
- **Un local** pour le gardien ;
- **Un bureau** comme espace de travail pour l'exploitant ;
- **Une latine et une douche** de type VIP ;
- **Une clôture de protection** pour le local technique, les forages et le château.

III.7.8. Etude de faisabilité financière du projet

❖ **Estimation du coût de réalisation**

L'analyse financière permet d'estimer l'investissement nécessaire pour la mise en œuvre du projet. Dans le cas de l'AEPS de Malou, ce coût comprend les charges fixes liées à la construction et aux équipements, les charges de fonctionnement qui regroupent les dépenses pour les produits de désinfection, les coûts énergétiques et l'entretien des installations. Le devis est établi sur la base de la mercuriale des prix de Kaya (2026) ainsi que de celle de Ouagadougou pour certains postes spécifiques.

❖ **Prix de vente de l'eau**

Le prix de vente est déterminé en fonction des charges d'exploitation ainsi que de l'amortissement des équipements. Pour calculer la dotation aux amortissements, certains équipements ont été pris en compte en tenant compte de leur durée de vie estimée.

$$\mathbf{P_{rév}} = \frac{C_{exp}+\mathbf{Amt}}{V_{facturé}} \qquad \begin{cases} P_{rév}: Prix\ de\ revient\ du\ m3 \\ C_{exp}: Coût\ d'exploitation \\ Amt: Dotation\ aux\ amortissements \\ V_{facturé}: Volume\ d'eau\ facturé \end{cases} \qquad (\mathbf{51})$$

IV. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

IV.1. Mobilisation de la ressource en eau

Pour la mobilisation de la ressource en eau, une étude par télédétection (images satellitaires) dont le traitement a permis de cartographier des lignes de fractures, de failles qui indique des zones potentielles de stockage d'eau. Ensuite la prospection géophysique avec le matériel PQWT 150 qui fait des profils-sondages dont l'interprétation a permis d'identifier deux sites de foration. Un débit d'au moins neuf (09) m^3/h chacun sera exigé pour pouvoir satisfaire les besoins de la population à l'horizon du projet. Les données sur quelques forages déjà réalisés dans la commune nous permet d'affirmer qu'on peut avoir des forages de gros débit dans la zone.

IV.2. Design du réseau

Le tracé du réseau a été fait suivant le réseau routier du village. Le choix des sites des différents ouvrages a été fait de commun accord avec les parties prenantes du projet lors de l'étude socio-économique. Ensuite les données issues de cette étude ont été utilisées pour le tracé tout en essayant de couvrir l'ensemble du village et aussi être en conformité avec le décret de 2019 c'est-à-dire une BF pour 500 personnes et dans un rayon moyen de 500 m. Les zones sacrées ont également été prises en compte dans le tracé.

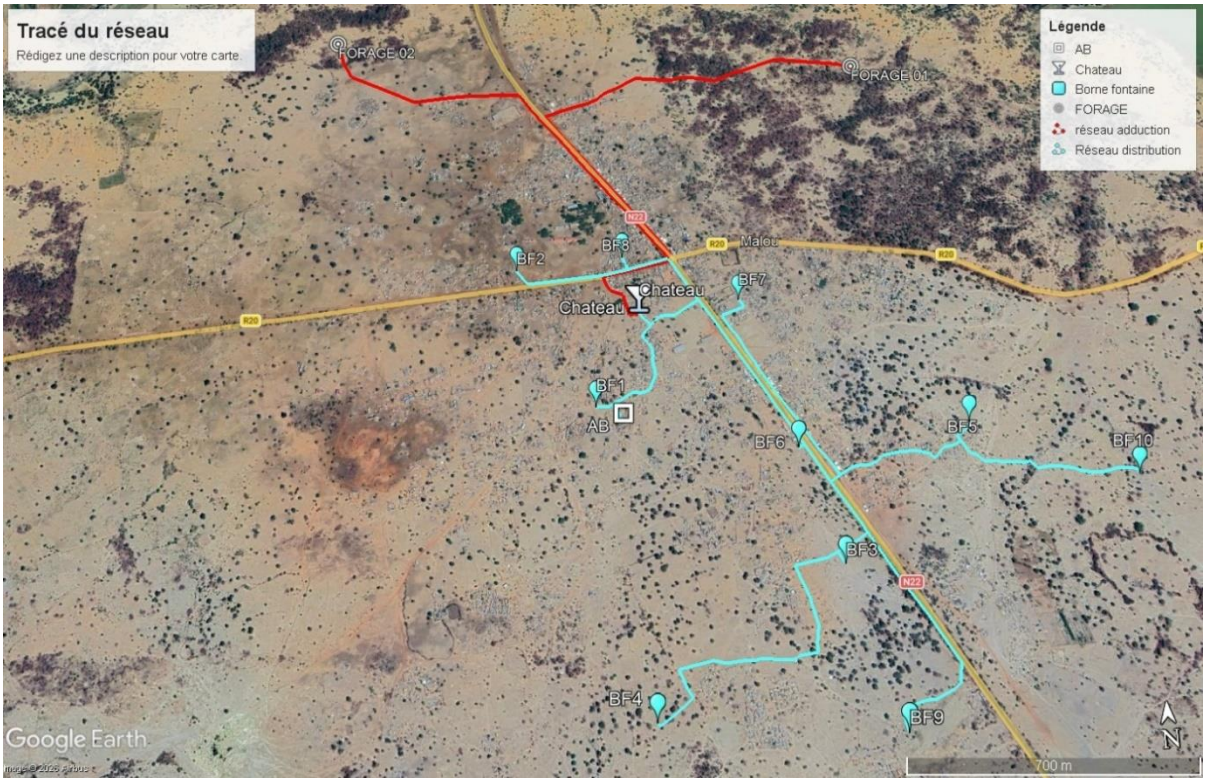


Figure 5: Tracé du réseau de Malou

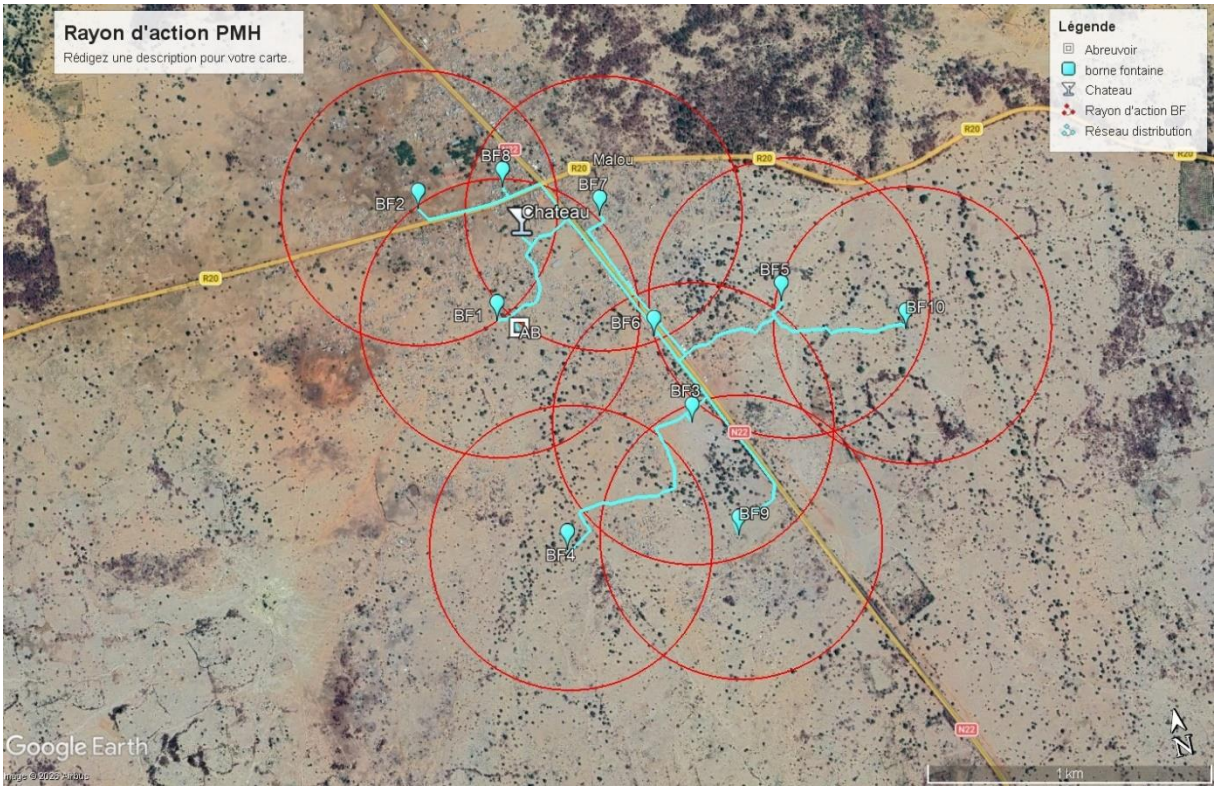


Figure 6 : Rayon d'action des BF

IV.3. Estimation des besoins en eau

➢ Taux d'accroissement de la population

Les données des résultats du RGPH de 2006 et de 2019 ont été utilisées pour déterminer le taux d'accroissement de la population. On constate que le taux d'accroissement niveau village (6,42%) est supérieure au taux d'accroissement provincial **(3,06 %)** retenu dans le cas de notre projet. Cela s'explique par le fait que l'évolution démographique est dynamique et a tendance à s'équilibrée sur le long terme. On estime que le taux provincial serait raisonnable. Les résultats des calculs sont consignés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Taux d'accroissement

Circonscription administrative	**Population RGPH 2006**	**Population RGPH 2019**	**Taux d'accroissement**
Région des Kuilsé	1 202 025	1 874 669	3,48%
Province de Sandbondtenga	598 014	884 819	**3,06%**
Commune de Mané	46 484	72 901	3,52%
Village de Malou	1 436	3 225	6,42%

➢ Population à l'horizon du projet

La détermination de la population a été fait à travers la formule (1). Les résultats sont consignés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Evolution de la population

Désignation	2026	2030	2035	2040	2045	2050
Taux d'accroissement	3,06%	3,06%	3,06%	3,06%	3,06%	3,06%
Population	3983	4493	5224	6073	7061	8209

La population du village de Malou à l'horizon 2050 est de **8209** habitants

➢ Taux de desserte et population desservie par l'AEPS à l'horizon du projet

L'extrapolation linéaire à partir des taux du PN-AEPA nous permet d'avoir le taux de desserte à l'horizon du projet. Le taux de desserte de l'AEPS sera de 100% à l'horizon du projet.

Tableau 10 : Taux de desserte

Désignation	2026	2030	2035	2040	2045	2050
Taux BF	28%	24%	27%	25%	23%	20%
Taux BP	28%	56%	59%	65%	72%	80%
Taux AEPS	56%	80%	86%	90%	95%	100%
Population desservie par l'AEPS	2232	3595	4493	5466	6708	8209

La population s'alimentant à partir de l'AEPS sera de 8209 à l'horizon du projet.

- **Points de desserte**

En plus des PMH existantes, l'alimentation en eau des populations se fera à partir des BF et des BP. Il est prévu 10 BF et 321 BP à l'horizon du projet.

- **Besoin en eau de la population à l'horizon du projet**

Les besoins journaliers en eau de la population de Malou à l'horizon du projet est estimé à environ **268,254 m^3/j**.

IV.4. Capacité de production des forages

Pour satisfaire les besoins en eau de la population à l'horizon du projet (**268,254m^3/j**), il est prévu la réalisation de deux (2) forages avec d'au moins un débit d'exploitation de 9 m^3/h chacun. Le premier forage peut satisfaire les besoins jusqu'en 2037. L'association des deux forages avec un temps de pompage de 15 h permet de produire **270 m^3/j** qui couvre les besoins jusqu'à l'horizon 2050.

IV.5. Dimensionnement de la pompe

- **Détermination des HMT et le choix des pompes**

La détermination des HMT a été faite suivant la formule définie au niveau de la méthodologie. Le dimensionnement des pompes se fait en prenant en compte les HMT et les débits d'exploitation de chaque forage. Les résultats des différents calculs sont consignés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Détermination des HMT

Désignation	Valeur (m)
Côte minimale du château imposée	323,342
Côte TN château	310,94
Hauteur sous radier	12
Côte du radier	322,94
Côte Trop Plein (TP) du réservoir	329,94
Côte Terrain Naturel (TN) du forage 1 (F1)	307,39
Côte TN forage 2 (F2)	304,723
Niveau dynamique (ND) de F1	35
Niveau dynamique de F2	35
Côte niveau dynamique de F1	272,4
Côte niveau dynamique de F2	269,7
Hauteur géométrique Hg de F1	57,6
Hauteur géométrique Hg de F2	60,2
Pertes de charge totales de F1	26
Pertes de charge totales de F2	22,83
Hauteur manométrique totale (HMT) calculée de F1	83,42
Hauteur manométrique totale (HMT) calculée de F2	82,91
Hauteur manométrique totale (HMT) retenue de F1	90
Hauteur manométrique totale (HMT) retenue de F2	90

Sur la base des résultats des calculs, les pompes GRUNDFOS SP9-18 équipés de moteurs triphasés MS4000 et de puissances nominales 4 kW ont été choisies pour chacun des forages F1 et F2. Les puissances hydrauliques calculées étant respectivement de 2,12 kW et 2,11 kW pour les forages F1 et F2, nous déduisons que les pompes choisies correspondent. Les différentes caractéristiques des pompes sont consignées dans le tableau 12.

Tableau 12 : Récapitulatif des caractéristiques des pompes

Désignation	Caractéristiques P1	Caractéristiques P2
Prédimensionnement		
Débit d'exploitation (m^3/h)	9	9
HMT (m)	90	90
Puissance hydraulique calculée (kW)	2,12	2,11
Puissance absorbée calculée (kW)	3,06	3,04
Puissance électrique calculée du moteur (kW)	3,87	3,85
Caractéristiques techniques des pompes SP9-18		
Marque	GRUNDFOS	GRUNDFOS
Nom du produit	SP9-18	SP9-18
Type de moteur	MS4000	MS4000
Fréquence (Hz)	50	50
Vitesse nominale (tr/mn)	2900	2900
Débit nominale (m^3/h)	9	9
Puissance du moteur (kW)	4	4
Intensité nominale (A)	9,6	9,6
Rendement pompe (%)	69,3	69,3
Rendement pompe +moteur (%)	54,7	54,7
Rendement moteur (%)	78,93	78,93
Facteur de puissance	0,75	0,75
Tension nominale (V)	400	400
Diamètre minimum du forage (mm)	105	105

Les puissances électriques des moteurs sur les fiches techniques étant supérieures aux puissances électriques calculées des moteurs, nous en déduisons que les pompes choisies pourront refouler l'eau jusqu'au château.

➢ **Point de fonctionnement des pompes**

Les deux pompes fonctionnent en parallèle, le point de fonctionnement est obtenu par l'intersection de la résultante des courbes caractéristiques des pompes et des conduites. Au point de fonctionnement, on a un débit de 19,4 m^3/h et une charge hydraulique de 333 m. Les deux pompes en parallèle ont un débit nominal de 18 m^3/h soit un surplus de 7,77% qui est inférieur à 10%, nous pouvons donc dire que le point de fonctionnement est optimal. La figure 7 représente le point de fonctionnement des deux pompes en parallèles.

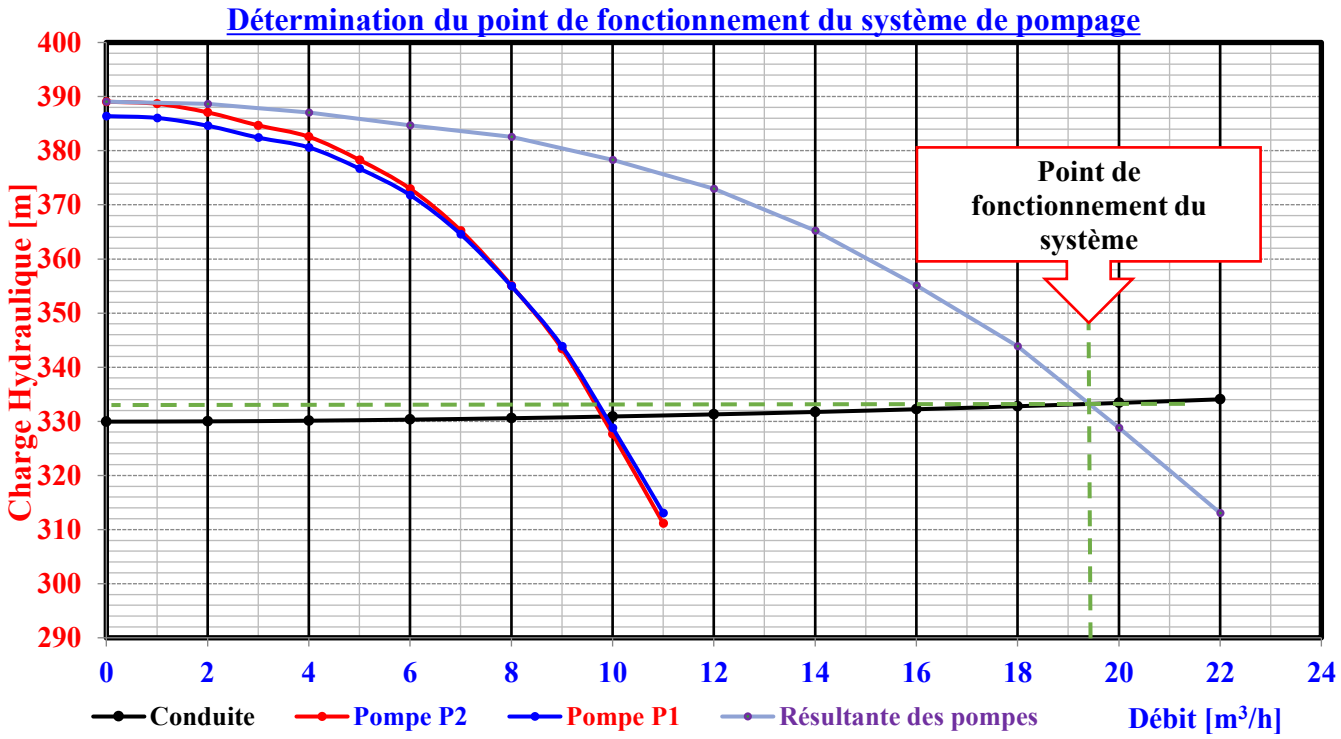


Figure 7 : Point de fonctionnement des pompes

IV.6. Dimensionnement des sources d'énergies

Les sources d'énergie seront constituées essentiellement de champ solaire photovoltaïque (7 h /jour) et du courant électrique de la SONABEL (8h/jour) avec un commutateur automatique de sources.

- **Champ solaire photovoltaïque et onduleur**

Le dimensionnement du champ solaire photovoltaïque nous donne une puissance crête calculée de 7,1 kWc pour chaque forage. Sachant que les panneaux ne délivreront pas 100% de la puissance inscrite au niveau des fiches techniques, un rendement de 90% sera retenue par panneau afin d'assurer la continuité du service. La puissance crête retenue est de 7,2 kWc pour chacune des forages avec un système de panneaux monocristallins de 450 Wc. Le montage se fera en association série/parallèle de type 4/4 avec inclinaison de 15° sud pour chaque forage. Pour la pompe GRUNDFOS SP9-18, l'onduleur adapté est de type RSI (Renewable Solar Inverter), IPP66 de puissance nominale 10 kW. Ces caractéristiques sont présentées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Les caractéristiques de l'onduleur

Onduleur retenu	
Type	RSI IPP66
Puissance nominale (kW)	10
Tension nominale (V)	4*380-440
Tension nominale d'entrée DC (V)	800
Tension d'entrée UDC (V)	400
Fréquence (Hz)	50
Tension nominale de sortie AC (V)	380
Courant nominale de sortie AC (A)	20

- **Réseau SONABEL**

Pour le réseau de la SONABEL, les charges totales pour chaque forage ont été estimées à 4908 W pour une puissance active de 5890 W. En souscrivant à une tension de 400 V, l'intensité calculée s'élève à 11,33 A et nous avons retenu une intensité de 15 A. Un transformateur a également été dimensionné pour ce réseau. Les résultats sont dans le tableau 14.

Tableau 14 : Dimensionnement du transformateur

Dimensionnement du transformateur					
Désignation	**Ppm (kW)**	**Ks**	**Cos phi**	**Papp(kVA)**	**Papp(kVA) retenue**
Forage 1	4,745	0,9	0,81	5,27	10
Forage 2	4,745	0,9	0,81	5,27	10

La puissance de transformateur retenue est de 10 kVA pour chaque forage.

IV.7. Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le dimensionnement des conduites d'adduction a été fait avec les formules empiriques tout en respectant les conditions de GLS avec une vitesse supérieure ou égale à 0,5 m/s. La conduite d'adduction est constituée de trois tronçons : F1-N (T1) long de 1750 m, F2-N (T2) long de 1500 m et N-CE (T3) long de 400 m. Après calcul, les dimensions consignées dans le tableau 15 ont été retenues pour les conduites de refoulement qui seront en PEHD PN 16.

Tableau 15 : Dimensionnement des conduites de refoulement

Tronçons	**Lref [m]**	**Q [m^3/h]**	**Dth exh [m]**	**Dret exh [m]**	**Dret ref [m]**	**DN [m]**	**Uref [m/s]**	**Condition de vitesse**
F1 - N	1750	**9**	0,056	0,0614	0,0614	75	0,84	OK
F2 - N	1500	**9**	0,056	0,0614	0,0614	75	0,84	OK
N - CE	400	**18**			0,09	110	0,79	OK

Les conduites d'adduction seront de DN 75 et 110 et les diamètres des colonnes d'exhaure et montante seront respectivement de DN 75 et 110.

- **Vérification des coups de bélier**

La vérification des coups de bélier a consisté à déterminer la pression maximale et minimale pour s'assurer qu'il n'y aura pas de surpression ou de dépression dans les conduites. Les calculs donnent des pressions maximales et minimales de 85,17 m et 24,83 m pour F1 et F2. Les pressions maximales étant inférieures à la pression maximale admissible (192 m) et les pressions minimales supérieures à la pression atmosphérique (10,33 m), nous pouvons conclure qu'il n'y a pas de risque de coup de bélier préjudiciable aux conduites de refoulement tant en surpression qu'en dépression.

IV.8. Dimensionnement du réservoir d'eau

- **Détermination de la capacité du château d'eau**

La méthode utilisée pour déterminer la capacité utile du château est celle forfaitaire en considérant 35% de la demande du jour de pointe. Cela nous a donné une capacité utile de 93,89 m^3. Nous retenons une capacité utile de 100 m^3. Les caractéristiques du château sont représentées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Caractéristiques du château d'eau

Paramètres	**Valeurs**
Côte terrain naturel TN (m)	310,94
Capacité (m^3)	100
Hauteur de la cuve (m)	7
Hauteur sous radier (m)	12
Diamètre théorique (m)	4,26
Diamètre retenu (m)	4,5

- **Traitement de l'eau**

Une pompe doseuse de type Dosatron sera utiliser pour le traitement de l'eau avec un bac de 100 litres pour la préparation des solutions désinfectantes. La pompe doseuse aura un débit d'injection de 7 L/h. Le temps de contact du chlore dans l'eau est de 2,19 h (>2h) avec un temps de séjour de 0,373 (< 2 jours), on peut ainsi en conclure que les conditions de traitement sont respectées. Les besoins journaliers en chlore sont estimés à 431,83 g/j soit 158 kg/an.

IV.9. Dimensionnement du réseau de distribution

➢ Détermination des débits de distribution

Le réseau distribution a été dimensionné en tenant compte des périodes de forte consommation. Pour ce faire, les débits de pointe horaire des BF et des BP ont été utilisés pour dimensionner les conduites. Le débit en tête de réseau est estimé à 13,184 L/s à l'horizon du projet avec un débit de pointe horaire des BF de 7,5 L/s et 5,68 L/s pour les BP.

➢ Détermination des diamètres des conduites

Les conduites seront en PVC PN10 et les diamètres théoriques ont été calculés à partir des débits fictifs. Les diamètres obtenus sont compris entre DN50 et DN 200 et la longueur totale fait 5075 m. les vitesses d'écoulement se situe entre 0,32 m/s et 0,52 m/s. Quant aux pressions, elles sont comprises entre 9,6 mCE à 16,21 mCE. Les différents diamètres obtenus sont résumés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Diamètres des conduites

Diamètres DN/Dint (mm)	**Longueur (m)**
200/180,8	746,03
160/144,6	123
125/113	163
110/99,4	511,02
90/81,4	2192,5
75/67,8	869
63/57	341,5
50/45,2	128,85
Total	**5075**

Les pertes de charge ont été déterminées avec la formule de Hanzen-Williams et la pression minimale est de 9,6 mCE.

IV.10. Simulation du réseau de distribution

Le logiciel Epanet 2.0 a été utilisé pour simuler notre réseau avec pour finalité la vérification des vitesses des conduites et les pressions au niveau des nœuds pour un réseau robuste. A l'issue de la simulation on remarque que le réseau est assez robuste et les vitesses évoluent de 0,21 m/s à 0,51 m/s tandis que les pressions se situent entre 11,46 m à 16,78 m. la figure 8 représente le résultat de cette simulation.

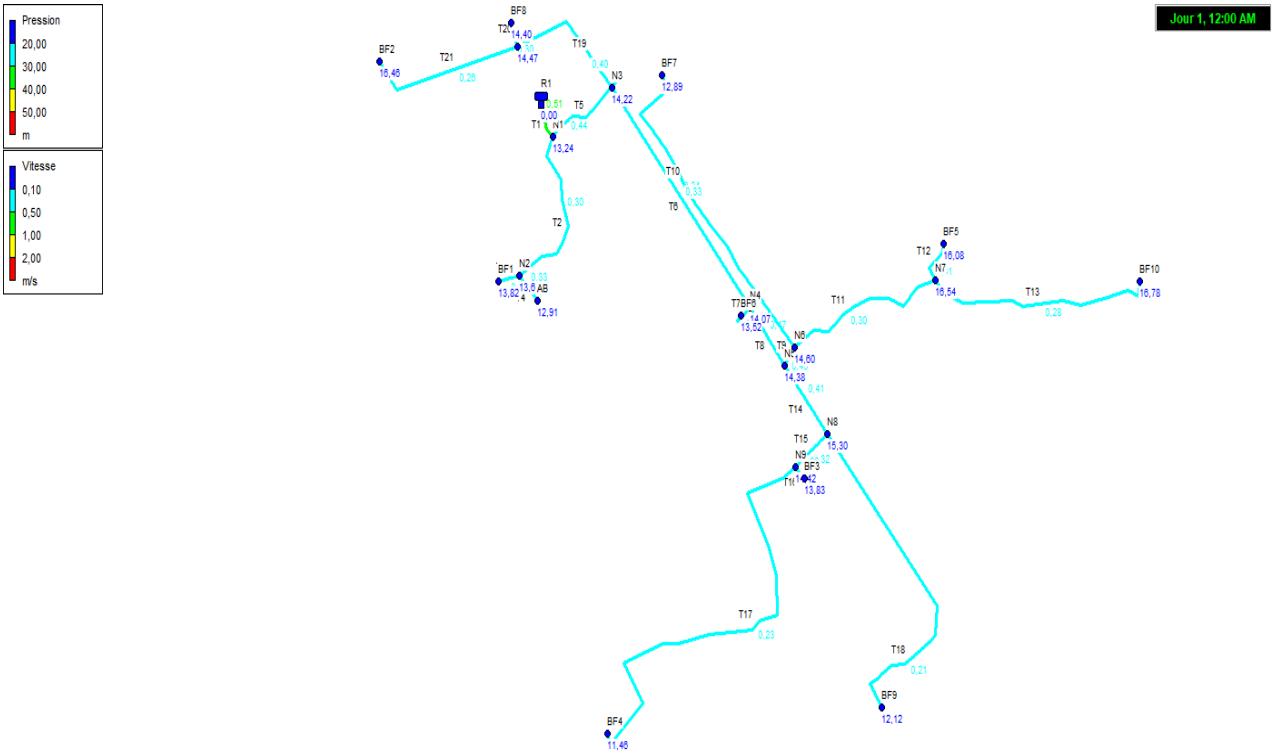


Figure 8 : Simulation du réseau sur Epanet

IV.11. Analyse comparative des vitesses et pressions

A travers l'analyse comparative des vitesses et des pressions on constate que les valeurs de pressions calculées sur Excel sont similaires à celles issues de la simulation sur Epanet (coefficient de corrélation $R^2 = 0,99$) de même que les vitesses (coefficient de corrélation $R^2 = 0,97$) à l'exception de certains tronçons. Nous pouvons donc en déduire que nos hypothèses émises sont pertinentes. Les valeurs des vitesses évoluent entre 0,21 m/s et O,52 m/s tandis que celles des pressions sont situées entre 9 m et 17 m.

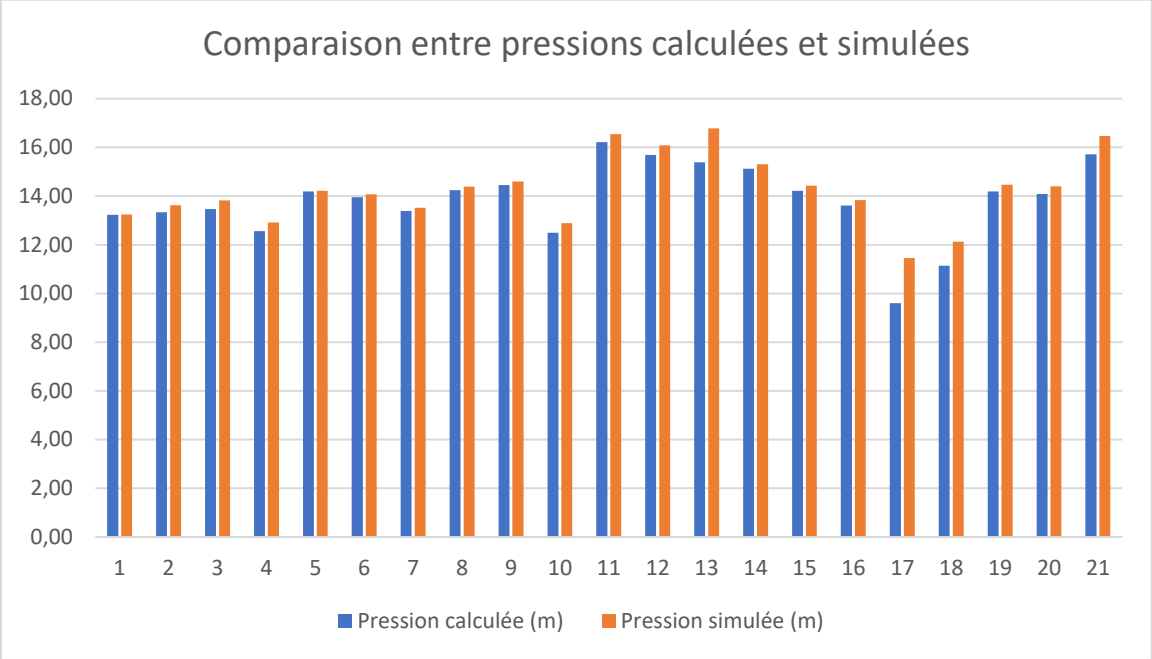


Figure 9 : Comparaison entre pressions calculées et simulées

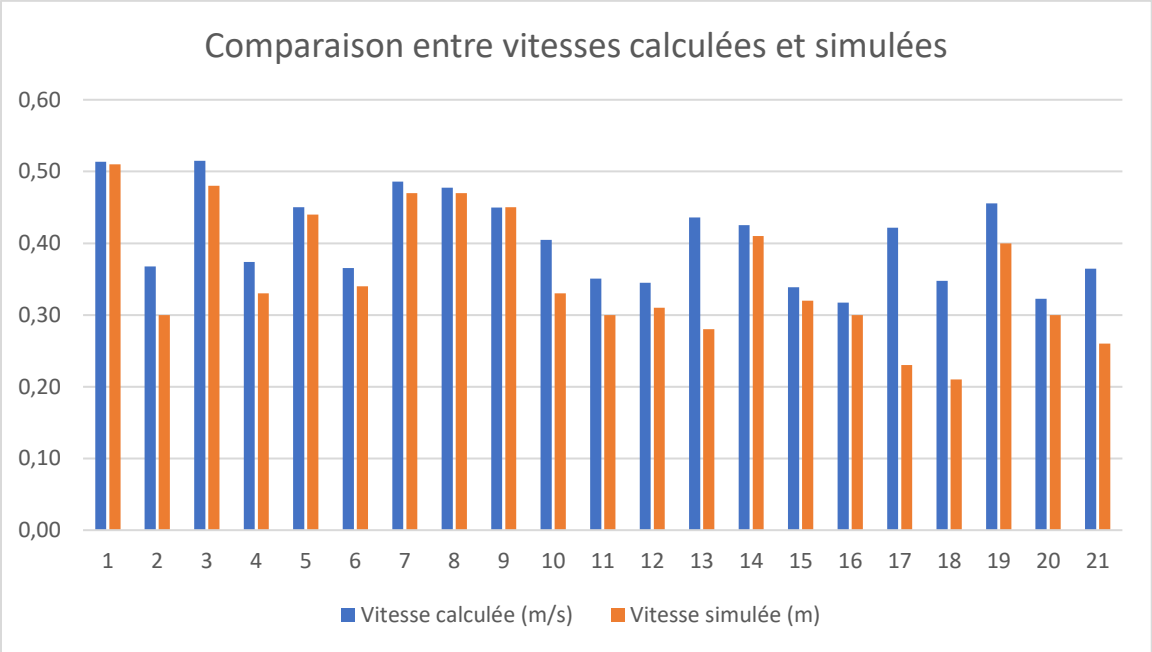


Figure 10 : Comparaison entre vitesses calculées et simulées

Des écarts de pression et de vitesse sont constatés au niveau de certains tronçons liés aux différences de débits pour les vitesses (T13, T17, T18 et T21) et pertes de charge pour les pressions (T13 et T17) et sont situés en fin de réseau.

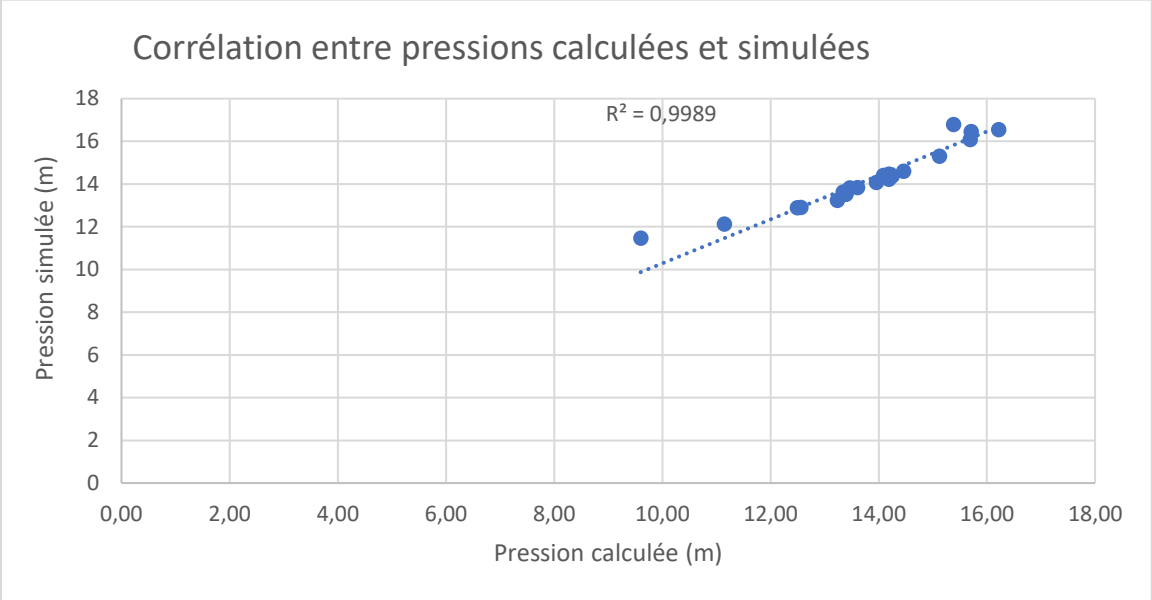


Figure 11 : Corrélation entre pressions calculées et simulées

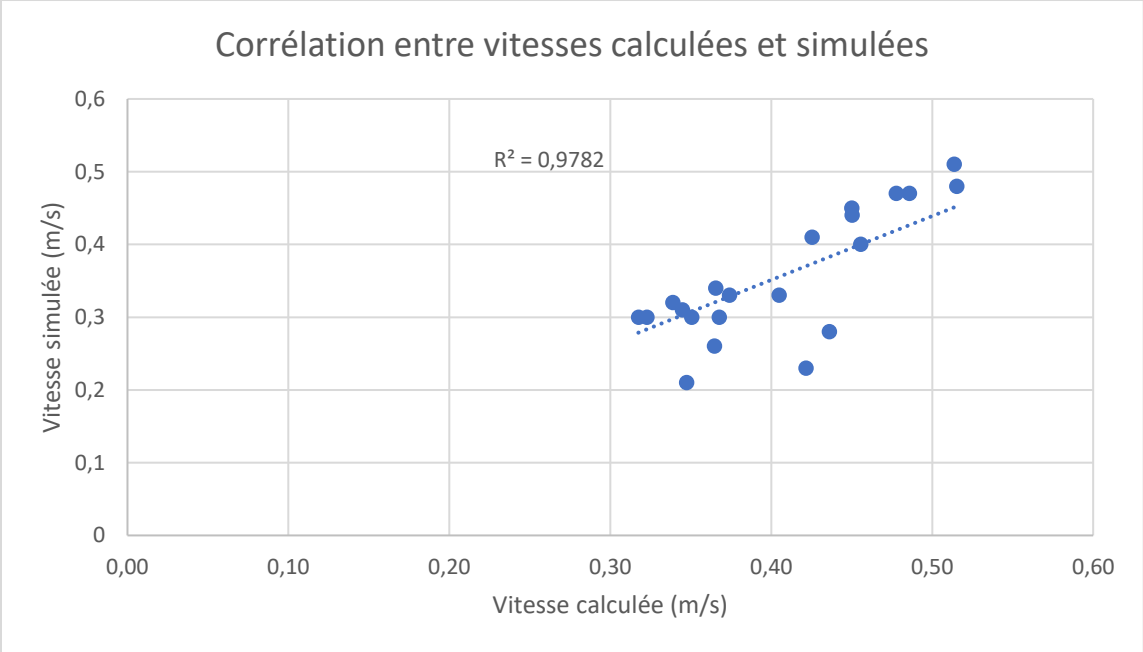


Figure 12 : Corrélation entre vitesses calculées et simulées

Des deux figures de corrélation (figure 11 et 12), nous constatons qu'il y a une très bonne corrélation entre les pressions (R^2 = 0,998) et une bonne corrélation pour les vitesses (R^2 = 0,979).

IV.12. Dimensions des tranchées de pose des conduites

Les tranchées de pose des conduites ont été dimensionnées à partir des diamètres nominaux des conduites de chaque tronçon afin de faciliter les fouilles. Les résultats issus de ce dimensionnement sont renseignés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Dimensions des tranchées de pose des conduites

Linéaire des conduites		**Dimensions de pose des conduites**			
		Valeur calculée		**Valeur retenue**	
DN/Dint (mm)	**Linéaire (m)**	**H(m)**	**l(m)**	**H(m)**	**l(m)**
Distribution PVC PN10					
200/180,8	746	0,7	0,6	1	0,7
160/144,6	123	0,66	0,56	1	0,7
125/113	163	0,625	0,525	1	0,7
110/99,4	511	0,61	0,51	1	0,7
90/81,4	2193	0,59	0,49	1	0,6
75/67,8	869	0,575	0,475	1	0,6
63/57	342	0,563	0,463	1	0,6
50/45,2	129	0,55	0,45	1	0,6
Total dist.	**5075**	-	-	-	-
Adduction PEHD PN16					
110/90	400	0,61	0,51	1	0,7
75/61,4	3250	0,575	0,475	1	0,6
Total add.	**3650**	-	-	-	-
Total	**8725**	-	-	-	-

V. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE

L'étude de faisabilité financière est l'évaluation des paramètres financiers du projet de la conception jusqu'à l'exploitation afin de vérifier la rentabilité et la durabilité de celui-ci.

V.1. Evaluation du coût global du projet

Toutes les étapes du projet sont considérées dans l'évaluation de ce coût. Une proposition de la réalisation en deux (02) a été faite en cas de contraintes financières. L'essentiel de ces évaluations est présenté dans le tableau 19 et 20.

Tableau 19 : Coût global de la mise en œuvre du projet

N°	Désignation/caractéristiques des travaux	Coûts FCFA	Proportion en %
I	Frais généraux	3 750 000	0,99
II	Ouvrages de captage et équipements	22 152 500	5,86
III	Refoulement	55 935 250	14,79
IV	Distribution	111 200 930	29,41
V	Réservoir	135 500 000	35,83
VI	Traitement de l'eau	7 450 000	1,97
VII	Energie	12 904 200	3,41
VIII	Génie civil	23 650 000	6,25
IX	Formations et divers	1 800 000	0,48
X	Coût PGES	3 800 000	1
MONTANT TOTAL HTVA DE L'AEPS		**378 142 880**	**100**
Suivi et contrôle des travaux (5%)		18 907 144	-
MONTANT DE LA TVA (18%)		**71 469 004**	**-**
TOTAL TTC		**468 519 028**	**-**
IMPREVUS 2%		14 055 571 CFA	-
MONTANT TOTAL TTC DE L'AEPS DE MALOU		**482 574 599 CFA**	**-**

Le coût total de la réalisation de l'AEPS de Malou s'élève à **quatre cent-quatre-vingt-deux millions cinq cent soixante-quatorze mille cinq cent quatre-vingt-dix-neuf francs CFA (482 574 599 FCFA TTC).**

Tableau 20 : Cout de la mise en œuvre par phase

N°	Désignation	Montant FCFA
PHASE I		
1	FRAIS GENERAUX	3 000 000
2	OUVRAGES DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS	11 076 250
3	REFOULEMENT	33 715 250
4	RESEAU DE DISTRIBUTION	111 200 930
5	RESERVOIR	135 500 000
6	TRAITEMENT DE L'EAU	7 450 000
7	ENERGIE	6 452 100
8	GENIE CIVIL	19 000 000
9	FORMATION ET DIVERS	1 800 000
10	Cout PGES	3 800 000
MONTANT TOTAL HTVA		**332 994 530**
Suivi et contrôle des travaux (5%)		16 649 727
MONTANT DE LA TVA (18%)		62 935 966
TOTAL TTC		**412 580 223**
IMPREVUS 3%		12 377 407
MONTANT TOTAL TTC		**424 957 629**
PHASE II (2037)		
1	FRAIS GENERAUX	750 000
2	OUVRAGES DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS	11 076 250
3	REFOULEMENT	22 220 000
4	ENERGIE	6 452 100
5	GENIE CIVIL	4 650 000
MONTANT TOTAL HTVA		**45 148 350**
Suivi et contrôle des travaux (5%)		2 257 418
MONTANT DE LA TVA (18%)		8 533 038
TOTAL TTC		**55 938 806**
IMPREVUS 3%		1 678 164
MONTANT TOTAL TTC DE L'AEPS DE MALOU		**57 616 970**

Le cout de la première phase s'élève à **quatre-cent vingt-quatre millions neuf-cent-cinquante et sept milles six-cent vingt-neuf francs CFA (424 957 629 FCFA TTC)** tandis que celui de la deuxième phase est de **cinquante-sept millions six-cent seize milles neuf-cent soixante-dix francs CFA (57 616 970 FCFA TTC)**.

V.2. Estimation du prix de revient de l'eau

Le prix de revient est déterminé à partir du rapport entre les charges d'exploitation plus les amortissements des équipements et le volume d'eau vendu. Le tableau 21 est la synthèse des résultats des calculs.

Tableau 21 : Prix de revient de l'eau

Désignation	Unité	Totale horizon projet
Charge d'exploitation	FCFA	399 286 037
Dotation aux amortissements	FCFA	341 726 712
Volume total d'eau produite	m^3	1 379 700
Volume total d'eau vendue	m^3	1 241 730
Prix de revient du m^3 d'eau	FCFA	538
Prix de vente théorique du m^3 d'eau	FCFA	540
Prix de vente retenu du m^3	FCFA	188

Les deux paramètres essentiels à retenir de ce tableau est le prix de revient de l'eau qui est de 538 FCFA et celle de vente de 540 FCFA. Le prix de vente est au-delà des recommandations nationales qui est de 188 FCFA, une subvention de l'Etat s'avère nécessaire.

V.3. Mode de gestion de l'AEPS

V.3.1. Cadre juridique et institutionnel

Au Burkina Faso, le service public de l'eau est régi par des lois et décrets qui sont entre autres :

- La loi n° 002-2001/AN portant loi d'orientation relative à la gestion de l'eau ;
- Le décret n° 2000-514/PRES/PM/MEE du 03 novembre 2000 portant réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable en milieu rural et semi-urbain ;
- La loi n° 055-2004/AN du 21 décembre 2004 portant code général des collectivités territoriales (CGCT).

V.3.2. Les principaux modes de gestion

Il existe diverses modes de gestion du service public de l'eau au Burkina Faso. On peut citer entre autres :

- La régie directe et autonome : l'exploitation, la maintenance et la gestion du service est directement assurée par la commune ;
- L'affermage : la commune confie la gestion du service à un opérateur privé (fermier) sur contrat. Le fermier prend en charge l'exploitation, la facturation et l'entretien mais la commune demeure le propriétaire des ouvrages ;
- La gestion communautaire : elle est assurée par les associations des usagers de l'eau (AUE) sous la supervision de la commune(MEA, 2019).

V.3.3. Analyse multicritère pour le choix du mode de gestion

Pour faciliter le choix du mode de gestion de l'AEPS et identifier le mieux adapté, une analyse multicritère s'avère nécessaire. Cette analyse a été faite en tenant compte des réalités actuelles en matière de gestion ouvrages hydrauliques aussi bien au niveau communal que village. La substance de cette analyse est énumérée dans le tableau 22.

Tableau 22 : Analyse multicritère du choix de mode gestion

Critères	Régie direct et autonome	Affermage	Gestion Communautaire
Capacité de gestion	Nécessite une bonne organisation de la commune et des moyens supplémentaires	Forte si l'opérateur privé choisi est expérimenté	Faible car l'AUE peine à fonctionner
Finances	Dépendra fortement du budget communal très souvent limité	Plus solide grâce au contrat et aux obligations de l'affermage	Fragile car dépendra des cotisations et de la discipline communautaire
Qualité du service	Variable selon les moyens et la volonté de la commune	Généralement meilleure car l'opérateur est tenu par contrat à assurer un bon service	Souvent irrégulière car dépend de la motivation et de la capacité locale
Implication des usagers	Faible implication directe	Les usagers sont représentés par la commune qui contrôle le contrat	Forte implication théorique mais d'efficacité faible en pratique
Entretien et maintenance	Ressources techniques supplémentaires à mobiliser	Assuré par le fermier conforment au contrat	Peut être négligé par manque de moyens et de compétences
Adaptation aux contexte actuel	Possible si la commune prend le relais	Bien adapté car délégué à un professionnel	Très peu adapté car l'AUE n'est pas efficace

A partir de cet analyse, l'affermage apparait donc comme l'option la plus adaptée au contexte de Malou.

V.3.4. Mode de gestion proposé pour l'AEPS de Malou

La gestion des services publics de l'eau incombe aux collectivités territoriales conformément à l'article 1 du décret n° 2019 portant transfert de compétences et de ressources de l'Etat aux collectivités territoriales dans le cadre de la décentralisation. De ce fait chaque commune est responsable de la gestion des infrastructures d'eau potable. Mais compte tenu des difficultés rencontrées par certaines communes dans la gestion de ces ouvrages et du contexte actuel de la gestion des ouvrages à Malou, nous recommandons l'affermage, combinant la fois efficacité, professionnalisme et continuité du service. Cependant avec le nouveau décret du ministère en charge de l'eau la gestion sera assurée par l'ONEA.

VI. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

L'évaluation environnementale et sociale est un impératif dans la réalisation des projets de développement au Burkina Faso et le projet de réalisation de l'AEPS de Malou ne déroge pas à cette règle (Etat Burkinabé, 2015). Cette démarche vise à évaluer les éventuels impacts possibles de notre projet sur l'environnement de la zone et de faire des suggestions de mesures ou d'actions permettant d'y remédier ou de les atténuer.

VI.1. Cadre politique, juridique et institutionnel

La question de la protection de l'environnement reste l'une des préoccupations majeures au pays des hommes intègres. Pour mieux encadrer le domaine, le pays dispose de textes règlementaires tels que la loi N°0056-2013 portant code de l'environnement et le décret N° 2015-1187 portant conditions et procédures de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique de l'étude et de la notice d'impact impact environnemental et social (Assemblée Nationale BF, 2013; Etat Burkinabé, 2015).

VI.2. Description du projet

Le projet de système d'AEPS de Malou est composé de la réalisation de deux forages de débit d'exploitation supérieur ou égale à 9 m^3/h, d'un réseau de refoulement long de 3650 m, d'un réseau de distribution de 5075 m et d'installation de source d'énergie (solaire et électrique) pour l'approvisionnement en eau de la population. En se référant au décret N 2015-1187, la réalisation du système d'AEPS de Malou est classée dans la catégorie B correspondant à une notice d'impact environnementale et sociale comme étude à mener (ADEOSSI, 2025). L'exécution des travaux se fera en trois (03) phases à savoir la préparation, la réalisation des travaux, l'exploitation et la maintenance des ouvrages.

VI.3. Impacts du projet sur les différents domaines de l'environnement

VI.3.1. Phase de préparation

Cette phase concerne les études préalables, la planification et l'implantation du chantier.

- **Impacts positifs**

L'implication des populations locales dans la planification permet de susciter leur adhésion au projet. L'étude socio-économique favorise la création temporaire d'emploi.

- **Impacts négatifs**

Risque de conflits sociaux sur le choix des sites d'implantation des forages, du château et des bornes fontaines.

VI.3.2. Phase de réalisation

Cette phase concerne la réalisation des ouvrages sur le terrain, composés essentiellement des forages, du château, du réseau (refoulement et distribution), des bornes fontaines, de la source d'énergie et des locaux.

- **Impacts positifs**

- Création d'emplois à travers le recrutement de la main d'ouvre locale ;
- Renforcement temporaire de l'économie locale avec l'utilisation de service et de matériaux locaux.

- **Impacts négatifs**

- La dégradation des sols et de la végétation lors des travaux sur le chantier ;
- La pollution de l'air (poussières) et la pollution sonore liées aux engins et aux machines sur le chantier ;
- Les risques d'accidents/incidents aussi bien chez les ouvriers qu'au sein des populations ;
- Une augmentation de la production des déchets dans le village.

VI.3.3. Phase d'exploitation

Cette phase concerne la mise en service et la distribution de l'eau à la population et la maintenance des ouvrages et des équipements.

- **Impacts positifs**

- Renforcement de l'accès à l'eau potable et La réduction des maladies hydriques ;
- Diminution de la corvée d'eau pour les femmes et les enfants ;
- Création d'emplois (fontainiers, techniciens de maintenance, gardiens).

- **Impacts négatifs**

- Risque de pollution de l'eau si les mesures d'hygiène ne sont pas respectées ;
- Production d'eau usée stagnante autour des bornes fontaines constituant ainsi des nids de moustiques si les sites ne sont pas bien entretenus ;
- Dysfonctionnement du service dû à une mauvaise gestion.

VI.4. Mesures d'atténuation et compensatrices des impacts du projet

Les mesures de remédiation ou d'atténuation ont pour but d'éliminer ou de réduire les impacts négatifs du projet aussi bien sur l'environnement que sur la population. La synthèse de ces mesures est consignée dans le tableau 23.

Tableau 23 : Mesures de remédiation ou d'atténuation des impacts

Impacts	Mesures d'atténuation	Niveau d'impact
Dégradation de la végétation	Faire du reboisement	Moyen
Détérioration des voies et pistes	Combler les nids de poule	Moyen
Pollution liée aux particules fines	Sensibiliser les travailleurs sur les risques et adopter des comportements responsables	Moyen
Pollution liée aux déchets solides	Gestion sécurisée des déchets	Elevé
Risques d'accidents	Baliser les zones de travaux Rendre disponible les (EPI) Sensibiliser les ouvriers sur le port des EPI	Elevé
Risques de pollution de l'eau	Contrôle régulière de la qualité de l'eau	Elevé
Production d'eau usée stagnante	Entretenir les alentours des BF	Moyen
Dysfonctionnement du service	Faire un suivi rigoureux du système	Elevé

VI.5. Plan de suivi et gestion environnementale

Tableau 24 : Plan de suivi environnemental

Impacts	Paramètres suivi	Indicateurs	Fréquence de mesure	Responsables	Moyens de vérification
Réduire la contamination de l'eau et s'assurer de sa conformité aux normes nationaux	Qualité de l'eau	Taux de conformité aux normes sanitaires et environnementales	Mensuelle	Equipe de surveillance environnementale	Résultats des analyses d'échantillons d'eau par un laboratoire accrédité
Réduire la pollution de l'air et garder un air sain dans la zone du projet	Qualité de l'air	Concentration des particules fines dans l'air	Trimestrielle	Equipe de surveillance environnementale	Utilisation d'appareils de surveillance de la qualité de l'air
Préserver la biodiversité de la flore et réduire les impacts la végétation	Flore	Etat de la végétation	Semestrielle	Equipe de suivi de la biodiversité	Observations sur le terrain, vérification de rapport d'expert
Protéger la faune et leur biotope en minimisant les perturbations et les impacts négatifs sur celle ci	Faune	Changement d'habitat, comportement des espèces	Annuelle	Equipe de suivi de la biodiversité	Observations sur le terrain, vérification de rapport d'expert
Assurer une bonne gestion et valorisation des déchets produites	Gestion des déchets	Taux de conformité aux procédures de gestion des déchets	Trimestrielle	Responsable de la gestion des déchets	Observations directes, registre de gestion des déchets
Rendre le cadre de travail sain et sûr pour les travailleurs	Santé sécurité au travail	Taux d'accident de travail, respect des normes de sécurité, mesures de prévention mise en place	Mensuelle	Responsable de la santé et sécurité au travail	Rapport de formation du personnel, registre d'accidents de travail, rapport de l'inspection du travail

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La conception de l'AEPS de Malou dans la commune de Mané au Burkina Faso ayant pour objectif l'amélioration de l'accès à l'eau potable des populations nous a permis de faire une estimation des besoins en eau de consommation actuels et à l'horizon du projet en **2050**. Les besoins en eau sont évalués à **268,254 m^3/j** pour une population de **8209 habitants** avec un linéaire en distribution de **5075 m**, **10 BF** et **321 BP**. Le système d'AEPS sera doté d'un château d'une capacité de **100 m^3** alimenté par un premier forage de **9 m^3** (avec 5 BF et 154 BP) jusqu'en 2037 puis un second forage de même débit à partir de 2038. Ces forages seront équipés de pompes immergées de types GRUNDFOS SP9-18 et le raccordement sera fait par le réseau d'adduction avec un linéaire de 3650 m. La simulation du réseau sur Epanet après le dimensionnement confirme la robustesse du réseau avec des vitesses et pressions acceptables. Le rapport de l'étude socio-économique fait ressortir une forte adhésion des populations au projet. Il ressort de l'étude financière du projet, un cout estimé à **482 574 599 FCFA TTC** avec un prix de revient de l'eau évalué à **538 FCFA**. Afin de remédier ou d'atténuer les impacts négatifs du projet sur l'environnement, nous avons proposé une notice d'impact environnemental et social.

A titre de recommandations pour un système d'AEPS performant et durable nous proposons les actions suivantes :

- Réaliser le second forage à partir de 2037 ;
- Dédommager les propriétaires terriens affectés par les travaux ;
- Réaliser une campagne de reboisement afin de compenser les arbres détruits sur le site des travaux ;
- Contrôler semestriellement la qualité de l'eau par le fermier ;
- Effectuer des vidanges régulières des conduites afin d'éviter les dépôts dans les tronçons où la vitesse d'auto curage n'est pas respecter ;
- Assurer la maintenance régulière de l'ensemble du réseau ;
- Former les fontainiers sur la gestion des BF ;
- Sensibiliser les populations sur l'économie de l'eau et sa bonne gestion ;
- Réaliser des campagnes de promotion de BP pour plus d'adhésion.

BIBLIOGRAPHIE

ADEOSSI, G. (2025) « Cours EIE_2iE_2016_2018 ».

Agence Malienne de Presse (2024) « Journée mondiale de l'eau : Les bons indicateurs du Mali », *Agence Malienne de Presse et Publicité*. Disponible sur: https://amap.ml/journee-mondiale-de-leau-les-bons-indicateurs-du-mali/ (Consulté le: 18 mars 2026).

Assemblée Nationale BF (2013) *Code de l'environnement au Burkina Faso*.

Atlas sociologique mondial (2024) *Classement des États d'Afrique par accès à l'eau potable (% de la population)*, *Atlasocio.com*. Disponible sur: https://atlasocio.com/classements/economie/infrastructures/classement-etats-par-acces-eau-potable-afrique.php (Consulté le: 16 mars 2026).

BARRO, Y. (2026) *Rapport de mémoire de fin d'études S10 GEAAH*. Mémoire. 2iE.

BATIONO, Y.A.C. (2024) *Rapport de mémoire de fin d'études S10 GEAAH*. Mémoire. 2iE.

Conseil municipal de Mané (2018) « Projet de PCD_Mané_2019-2023 adopté ». Mané.

DGEP (2025) *Résultats INO*. Disponible sur: https://eauburkina.com/index.php/resultats-ino#r%C3%A9sultats-ino-eau-potable (Consulté le: 18 mars 2026).

Etat Burkinabé (2015) « DECRET N°2015-1187/PRES-TRANS/PM/MERH/MATD/MME/MS/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT/MCT DU 22 OCTOBRE 2015 portant conditions et procédure de réalisation et de validation de l'évaluation environnementale stratégique de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social », *ITIE-BF*. Disponible sur: https://itie-bf.bf/download/decret-n2015-1187-conditions-validation-devaluation-environnementale/ (Consulté le: 1 juin 2026).

Etude socio-économique (2025) *Rapport socio éco - Malou-VF*.

Faye, D.M.D. (2024) « Ingénierie des réseaux eau potable ».

INSD (2022a) « Monographie du Centre-Nord 5è RGPH ». OUAGADOUGOU.

INSD (2022b) *Rapport résultats définitifs RGPH 2019*.

KOUANDA, A. (2026) *Rapport de mémoire de fin d'études S10 GEAAH.* Mémoire. 2iE.

L'accès à l'eau potable dans le monde (sans date) *Observatoire des inégalités*. Disponible sur: https://www.inegalites.fr/L-acces-a-l-eau-potable-dans-le-monde (Consulté le: 7 mars 2026).

MEA (2016) « PN AEP 2016-2030 V2 ». OUAGADOUGOU.

MEA, D. (2019) « MEA document cadre de gestion du service public de l'eau potable en milieu

rural au Burkina Faso ».

ONU GENEVE (2025) *Un quart de l'humanité n'a toujours pas accès à l'eau potable | ONU GENEVE*.

OUEDRAOGO, B. (2024) « Traitement des eaux de consommation ».

UNICEF (2022) *L'Afrique doit accélérer considérablement les progrès en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène - rapport*.

UNICEF Canada (2025) *1 personne sur 4 dans le monde n'a toujours pas accès à l'eau potable | UNICEF Canada : Pour chaque enfant*.

YANABA, A. (2013) « Facteurs de productivité des forages d'eau : cas des provinces du Zoundwéogo et du Sanmatenga ».

ZOUNGRANA, D. (2003) « Cours d'approvisionnement en eau potable ».

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche synthétique de l'étude socio-économique de Malou IV
Annexe 2 : Estimation des besoins de la population V
Annexe 3 : Dimensionnement de la conduite de refoulement VII
Annexe 4 : Vérification du coup de bélier VII
Annexe 5 : Données pour la détermination du point de fonctionnement VIII
Annexe 6 : Capacité du réservoir VIII
Annexe 7 : Détermination de la puissance crête du champ photovoltaïque IX
Annexe 8 : Dimensionnement réseau SONABEL IX
Annexe 9 : Prédimensionnement de l'onduleur IX
Annexe 10 : Prédimensionnement du transformateur X
Annexe 11 : Dimensionnement des dispositifs de traitement de l'eau X
Annexe 12 : Détermination du débit linéique XI
Annexe 13 : Dimensionnement des conduites de distribution XII
Annexe 14 : Pressions et vitesses calculées XIII
Annexe 15 : Devis estimatif du cout de réalisation du projet XIV
Annexe 16 : Dotation aux amortissements XXVII
Annexe 17 : Charges du personnel XXVIII
Annexe 18 : Charges de production et coût de l'eau XXVIII
Annexe 19 : Estimation devis plan de gestion environnementale et sociale XXIX
Annexe 20 : Plan tête de forage XXX
Annexe 21 : Plan local de traitement XXXI
Annexe 22 : Plan local technique XXXII
Annexe 23 : Plan local gardien XXXIII
Annexe 24 : Plan latrine et douche XXXIV
Annexe 25 : Plan borne fontaine XXXV
Annexe 26 : Plan du château d'eau XXXVI
Annexe 27 : Carnet des nœuds XXXVII
Annexe 28 : Profil en long de quelques conduites XL
Annexe 29 : Fiche technique de la pompe SP 9-18 XIV

Annexe 1 : Fiche synthétique de l'étude socio-économique de Malou

INDICATEURS	REPONSES
Localisation du Centre	
Province	Sandbondtenga
Commune	Mané
Villages	Malou
Nombre de quartiers	12
Démographie	
Taille de la population en 2025 (projection RGPH 2019)	3225
Taille de la population en 2050	8209
Effectif moyen des ménages	6
Taille de l'échantillon	36
Organisation socio-politique et religieuse	
Groupe ethnique majoritaire	Mossi
Groupe ethnique autochtone	Mossi
Religion majoritaire	Musulmane
Activités socio-économiques	
Activité principale	Agriculture
Activités secondaires principales	Elevage, commerce, orpaillage artisanat
Infrastructures socio-collectives	
Nombre d'infrastructures scolaires et sanitaires	1 école primaire (6 classes), 1 lycée, 1 collège privé et un CSPS
Nombre de lieux de culte	2 mosquées, 1 temple, 1 église catholique
Nombre de marché	0
Accessibilité et consommation de l'eau potable	
Nombre de forage	15 forages dont 1 institutionnel
Nombre de puit	0
Sources d'approvisionnement en eau des ménages	Forages
Difficulté principale dans l'approvisionnement en eau	Longue attente, et distante, pannes
Consommation moyenne journalière ménagère	120 L
Consommation moyenne journalière économique	-
Consommation moyenne journalière individuelle	20 L
Points de dessertes implantés	

INDICATEURS	REPONSES
Nombre de bornes fontaines implantées	0
Nombre de branchements particuliers exprimés	36
Nombre de branchements institutionnels	0
Proposition moyenne du tarif de l'eau	
Prix moyen du bidon de 20 litres	10
Prix moyen de la barrique de 220 litres	75 FCFA
Proposition de coût du branchement privé	10 000 FCFA
Analyse de la solvabilité	
Revenu moyen des ménages	27 500 FCFA
Dépense moyenne des ménages	20 270 FCFA
Etat de solvabilité des ménages	7 230 FCFA
Hygiène et assainissement des ménages	
Proportion de ménages utilisant des latrines	56%
Proportion de ménages qui défèquent dans la nature	44% sans latrine

Annexe 2 : Estimation des besoins de la population

Désignation	Unité	2026	2030	2040	2050
Population totale	Hbt	3983	4493	6073	8209
Taux de desserte de l'AEPS	%	73,70%	80%	90%	100%
Population desservie par l'AEPS	Hbt	2232	3595	5466	8209
Taux de déserte par BF	%	28,00%	24%	25%	20%
Taux de desserte par BP	%	28,00%	56%	65%	80%
Population desservie par BF	Hbt	1116	1079	1518	1642
Population desservie par BP	Hbt	1116	2517	3948	6567
Nombre de personne par BF	U	500	500	500	500
Nombre de personne par BP	U	10	10	10	10
Nombre théorique de BF	U	3	3	4	5
Nombre réel de BF	U	3	3	6	10
Nombre réel de population desservie par BF	Hbt	1500	1500	3000	5000
Nombre théorique de BP	U	112	252	359	493
Nombre réel de BP	U	50	80	193	321
Nombre réel de population desservie par BP	Hbt	500	800	1930	3210
Consommation spécifique BF	L/s	20	20	20	20
Consommation spécifique BP	L/s	25	25	25	25
Besoin moyen journalier BF	L/j	30000	30000	60000	100000

Besoin moyen journalier BP	L/j	12500	20000	48250	80250
Consommation domestique totale	**m^3/j**	**42,5**	**50**	**108,25**	**180,25**
Pourcentage de Consommation non domestique	%	10%	10%	10%	10%
Consommation non domestique totale	m^3/j	4,25	5	10,825	18,025
Besoin moyen journalier total	m^3/j	46,75	55	119,075	198,275
Coefficient de pointe journalière		1,15	1,15	1,15	1,15
Besoin du jour de pointe	m^3/j	53,763	63,250	136,936	228,016
Rendement du réseau	%	90%	90%	85%	85%
Demande de pointe journalière	**m^3/j**	**59,736**	**70,278**	**161,101**	**268,254**
Temps de distribution BF	h	12	12	12	12
Temps de distribution BP	h	16	16	16	16
Demande de pointe journalière BF	m^3/j	42,167	42,167	89,294	148,824
Demande de pointe journalière BP	m^3/j	17,569	28,111	71,807	119,431
Débit moyen horaire de distribution BF	m^3/h	3,514	3,514	7,441	12,402
Débit moyen horaire de distribution BP	m^3/h	1,098	1,757	4,488	7,464
Débit de pointe horaire par BF	L/s	0,750	0,750	0,750	0,750
Coefficient de pointe horaire calculé BF		2,834	2,834	2,416	2,210
Coefficient de pointe horaire calculé BP		3,886	3,386	2,680	2,415
Coefficient de pointe horaire retenu		2,5	2,5	2,5	2,5
Débit de pointe horaire de distribution BF	**L/s**	**2,250**	**2,250**	**4,500**	**7,500**
Débit de pointe horaire de distribution BP	**L/s**	**0,763**	**1,220**	**3,117**	**5,184**
Débit de pointe horaire par BF	**L/s**	0,750	0,750	0,750	0,750
Nombre de robinet de 0,25l/s calculé par BF	U	3,000	3,000	3,000	3,000
Nombre de robinet de 0,25l/s retenu par BF	U	3	3	3	3
Chaine de production					
Temps de production	h	7	8	16	16
Débit d'adduction	m^3/h	8,534	8,785	10,069	16,766
Débit de distribution	m^3/h	10,845	12,492	27,420	45,661

Annexe 3 : Dimensionnement de la conduite de refoulement

Tronçons	L ref [m]	Q [m^3/h]	Φth exh [m]	Φret exh [m]	Bresse	Bresse_Mod	Bonnin	Bedjaoui	Φret ref [m]	DN	Uref [m/s]	Condition de vitesse
F1 - N	1750,0	**9**	0,0564	0,0614	0,075	0,109	0,050	0,064	0,0614	75	0,84	OK
F2 - N	1500,0	**9**	0,0564	0,0614	0,075	0,109	0,050	0,064	0,0614	75	0,84	OK
N - CE	400,0	**18**	0,0798	0,0900	0,106	0,137	0,071	0,090	0,09	110	0,79	OK

Annexe 4 : Vérification du coup de bélier

Paramètres	**Unités**	**Valeurs F1**	**Valeurs F2**
Diamètre nominal de la conduite de refoulement	[m]	0,075	0,075
Diamètre intérieur de la conduite de refoulement	[m]	0,0614	0,0614
Epaisseur de la conduite de refoulement	[m]	0,0068	0,0068
Module d'élasticité du PEHD	[N/m^2]	930000000	930000000
Module d'élasticité de l'eau	[N/m^2]	2000000000	2000000000
Masse volumique de l'eau	[kg/m^3]	1000	1000
Célérité	[m/s]	350,51	350,51
Vitesse d'eau dans la conduite de refoulement	[m/s]	0,84	0,84
Accélération de la pesanteur	[m/s^2]	9,81	9,81
Variation de pression due à un éventuel coup de bélier ΔP	[m]	30,17	30,17
Niveau dynamique	[m]	35	35
Pression atmosphérique	[m]	10,33	10,33
Surpression H_{max}	[m]	85,17	85,17
Dépression H_{min}	[m]	24,83	24,83
Hmax/PN16	%	53,23	53,23
Pression nominale de la conduite de refoulement	[m]	160	160
Pression maximale admissible (PMA)	[m]	192	192

Annexe 5 : Données pour la détermination du point de fonctionnement

Caractéristiques de la pompe de F1 ; SP9-18												
Q [m3/h]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HMT [m]	116,67	116,67	116,11	115,28	115,28	113,61	111,39	107,22	101,11	93,89	83,06	71,94
DHF1_N	0	0,39	1,41	2,99	5,10	7,71	10,80	14,37	18,41	22,89	27,83	33,20
HMTmod [m]	389,06	388,67	387,09	384,68	382,57	378,29	372,98	365,24	355,09	343,39	327,62	311,13
Caractéristiques de la pompe de F2 ; SP9-18												
Q [m3/h]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HMT [m]	116,67	116,67	116,11	115,28	115,28	113,61	111,39	107,22	101,11	93,89	83,06	71,94
DHF2_N	0	0,34	1,22	2,58	4,39	6,64	9,31	12,38	15,86	19,72	23,97	28,60
HMTmod [m]	386,39	386,06	384,62	382,42	380,61	376,69	371,80	364,56	354,97	343,89	328,81	313,06
Caractéristiques du réseau												
Q [m3/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
HMT réseau	329,94	329,989	330,115	330,312	330,5733	330,897	331,282	331,725409	332,2263298	332,7836317	333,396	334,064
Caractéristiques de la résultante des deux pompes												
HMT [m]	116,67	116,67	116,11	115,28	115,28	113,61	111,39	107,22	101,11	93,89	83,06	71,94
Q [m3/h]	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

Annexe 6 : Capacité du réservoir

Réservoir		
Paramètres	**Unité**	**Valeurs**
Consommation journalière de pointe	[m³/h]	268,25
Proportion retenue	[%]	35
Capacité utile de réservoir	[m³]	93,89
Capacité utile du réservoir retenue	[m³]	100
Hauteur du réservoir	[m]	7
Diamètre du réservoir	[m]	4,26
Hauteur du réservoir retenu	[m]	7
Diamètre du réservoir retenu	[m]	4,5
Volume constructif réel	[m³]	100,00
Côte TN du radier	[m]	310,94
Hauteur sous radier retenue	[m]	12
Cote trop plein	[m]	329,94

Annexe 7 : Détermination de la puissance crête du champ photovoltaïque

Désignation	Forage 1	Forage 2
Q(m^3/h)	9	9
HMT (m)	90	90
Moteur	MS 4000	MS 4000
Fréquence (Hz)	50	50
Rendement pompe (%)	69,3%	69,3%
Rendement moteur-pompe (%)	54,7%	54,7%
Ensoleillement journalier moyen (h)	5,5	5,5
Energie Photovoltaïque (kW/j)	31 385	31 395
Puissance du champ photovoltaïque calculée (Wc)	7 133	7 133
Puissance du champ photovoltaïque retenue (Wc)	7 200	7 200
Nombre de module de 450 Wc	16	16
Nombre de module en parallèle	4	4
Nombre de module en série	4	4

Annexe 8 : Dimensionnement réseau SONABEL

Désignation	Ppm(W)	Ku	Ks	Ke	P active (W)	Tension souscrite (V)	Intensité (A)	Intensité souscrite (A)
Forage 1	4908	1	1	1,2	5890	400	11,33	15
Forage 2	4908	1	1	1,2	5890	400	11,33	15

Annexe 9 : Prédimensionnement de l'onduleur

Dimensionnement de l'onduleur						
Désignation	**Ppm (kW)**	**K**	**Rp**	**Cos Phi**	**Syst ond calculé (kVA)**	**Syst ond retenu (kVA)**
Forage 1	4	1,05	69,3%	0,75	8,1	10
Forage 2	4	1,05	69,3%	0,75	8,1	10

Annexe 10 : Prédimensionnement du transformateur

Dimensionnement du transformateur					
Désignation	**Ppm(kW)**	**Ks**	**Cos phi**	**Papp(kVA)**	**Papp(kVA) retenue**
Forage 1	4,91	0,9	0,75	5,89	10
Forage 2	4,91	0,9	0,75	5,89	10

Annexe 11 : Dimensionnement des dispositifs de traitement de l'eau

DIMENSIONNEMENT DE LA POMPE DOSEUSE		
q = (T*Q) /C		
T(g/m^3)	1,5	Taux de traitement
C(g/L)	5	Concentration de Ca (OCl)2
Q(m^3/h)	18	Débit d'eau brute
q(L/h)	**5,4**	**Débit de la pompe doseuse**
R	0,8	Rendement pompe
q(L/h)	6,75	Débit pompe calculé
q(L/h)	7	Débit pompe retenu
DIMENSIONNEMENT DU BAC DE PREPARATION		
V=M/C		
M (Ca (ClO)2)	143,08	Masse(g)
M((Cl)2)	71	Masse(g)
Chlore actif	0,7	Titre chlore actif / Ca (OCl)2
M/V(Produit)	4,32	Masse volumique (g/m^3)
M(Produit)	431,83	Masse nécessaire (g)
V(bac)	86,37	Volume du bac (L)
V(bac)	100	Volume retenu du bac (L)

Annexe 12 : Détermination du débit linéique

Débit linéique		
Longueur du réseau de distribution avec prélèvement en route	m	5021,5
Débit distribution au niveau des BP	L/s	5,184
Débit linéique	L/s.m	0,00103

Annexe 13 : Dimensionnement des conduites de distribution

Tronçons	Noms Tronçons	Longueur(m)	Débit en route (l/s)	Débit Aval (l/s)	Débit fictif ou distribué (l/s)	Débit fictif ou distribué(m3/s)	Dth (m)	DN (mm)	Dint (mm)
CE - N1	T1	53,5	0,00	13,18	13,18	0,013	129,56	200	180,8
N1 - N2	T2	343,5	0,35	1,72	1,91	0,002	49,36	90	81,4
N2 - BF1	T3	47,85	0,05	0,80	0,83	0,001	32,44	50	45,2
N2 - AB	T4	62,5	0,06	0,56	0,60	0,001	27,64	50	45,2
N1 - N3	T5	166,53	0,17	11,47	11,56	0,012	121,32	200	180,8
N3 - N4	T6	526	0,54	9,09	9,38	0,009	109,31	200	180,8
N4 - BF6	T7	18,5	0,02	0,77	0,78	0,001	31,51	50	45,2
N4 - N5	T8	123	0,13	7,77	7,84	0,008	99,93	160	144,6
N5 - N6	T9	33,5	0,03	3,47	3,49	0,003	66,68	110	99,4
N6 - BF7	T10	177	0,18	0,93	1,03	0,001	36,27	63	57
N6 - N7	T11	378	0,39	2,51	2,72	0,003	58,85	110	99,4
N7 - BF5	T12	81	0,08	0,83	0,88	0,001	33,47	63	57
N7 - BF10	T13	515	0,53	1,28	1,57	0,002	44,77	75	67,8
N5 - N8	T14	163	0,17	4,17	4,27	0,004	73,70	125	113
N8 - N9	T15	99,52	0,10	2,57	2,63	0,003	57,86	110	99,4
N9 - BF3	T16	37,5	0,04	0,79	0,81	0,001	32,11	63	57
N9 - BF4	T17	902	0,93	1,68	2,19	0,002	52,84	90	81,4
N8 - BF9	T18	661	0,68	1,43	1,81	0,002	47,97	90	81,4
N3 - N10	T19	286	0,30	2,21	2,37	0,002	54,94	90	81,4
N10 - BF8	T20	46	0,05	0,80	0,82	0,001	32,38	63	57
N10 - BF2	T21	354	0,37	1,12	1,32	0,001	40,94	75	67,8

Annexe 14 : Pressions et vitesses calculées

Tronçons	Noms Tronçons	∑ΔH (m)	Ztn aval (m)	Pression de service (m)	Zmin imposé par X (m)	Pression réelle en X (m)	Vitesse réelle (m/s)
CE - N1	T1	0,08	309,63	10	319,71	13,23	0,51
N1 - N2	T2	0,78	308,82	10	319,60	13,34	0,37
N2 - BF1	T3	1,15	308,33	10	319,47	13,47	0,52
N2 - AB	T4	1,05	309,34	10	320,38	12,56	0,37
N1 - N3	T5	0,28	308,48	10	318,75	14,19	0,45
N3 - N4	T6	0,70	308,29	10	318,98	13,96	0,37
N4 - BF6	T7	0,82	308,73	10	319,55	13,39	0,49
N4 - N5	T8	0,91	307,79	10	318,70	14,24	0,48
N5 - N6	T9	0,98	307,50	10	318,48	14,46	0,45
N6 - BF7	T10	1,64	308,80	10	320,44	12,50	0,40
N6 - N7	T11	1,55	305,18	10	316,73	16,21	0,35
N7 - BF5	T12	1,77	305,48	10	317,25	15,69	0,34
N7 - BF10	T13	3,34	304,22	10	317,56	15,38	0,44
N5 - N8	T14	1,20	306,62	10	317,82	15,12	0,43
N8 - N9	T15	1,34	307,38	10	318,73	14,21	0,34
N9 - BF3	T16	1,43	307,90	10	319,33	13,61	0,32
N9 - BF4	T17	3,73	309,62	10	323,34	9,60	0,42
N8 - BF9	T18	2,42	309,37	10	321,79	11,15	0,35
N3 - N10	T19	1,15	307,61	10	318,75	14,19	0,46
N10 - BF8	T20	1,26	307,59	10	318,85	14,09	0,32
N10 - BF2	T21	2,03	305,20	10	317,23	15,71	0,36

Annexe 15 : Devis estimatif du cout de réalisation du projet

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	**FRAIS GENERAUX**				
1	Installation et Repli de chantier	forfait	1	2 250 000	2 250 000
2	Dossier de récolement des travaux	forfait	1	1 000 000	1 000 000
3	Essai de fonctionnement général	forfait	1	500 000	500 000
	TOTAL I : FRAIS GENERAUX				**3 750 000**
II	**OUVRAGES DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS**				
1	Implantation et exécution de deux forages à gros débit (supérieur ou égale à 9 m^3/h) avec un diamètre minimal 4"	u	2	3 000 000	6 000 000
2	Développement des forages	u	2	210 000	420 000
3	Pompage d'essai par palier	u	2	200 000	400 000
4	Pompage d'essai longue durée	u	2	650 000	1 300 000
5	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	u	2	210 000	420 000
6	Fourniture et installation de deux électropompes immergées à alimentation solaire et courant électrique avec point de fonctionnement (Q = 9 m^3/h, HMT = 90 m), y compris toutes sujétions	u	2	3 200 000	6 400 000

7	Fourniture et installation d'une armoire électrique de commande et de protection pour l'électropompe immergée	u	2	500 000	1 000 000
8	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en PEHD DN 75 PN 16 (y compris attaches)	ml	55	13 750	756 250
9	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne d'exhaure en PEHD DN 75 PN 16 (y compris attaches)	ml	55	13 750	756 250
10	Génie civil tête de forage	forfait	2	350 000	700 000
11	Fourniture, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouses, coudes, brides rondes filetés, clapet anti-retour, manomètres, vannes, robinet de prise d'échantillons) dans la tête de forage y compris butée et support et toutes sujétions	u	2	2 000 000	4 000 000
	TOTAL OUVRAGES DE CAPTAGE ET EQUIPEMENTS				**22 152 500**
III	**REFOULEMENT**				
1	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 110 mm	ml	3650	6 600	24 090 000

2	Fourniture et pose de conduites en PEHD 110 PN16 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement équipements de robinetterie, lit de sable…)	ml	400	10 500	4 200 000
3	Fourniture et pose de colonne d'exhaure PEHD DN 75 PN 16	ml	110	5 500	605 000
4	Fourniture et pose de conduites en PEHD 75 PN16 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement équipements de robinetterie, lit de sable …)	ml	3250	6 700	21 775 000
5	Grillage avertisseur bleu	ml	3650	175	638 750
6	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	3650	900	3 285 000
7	Fourniture et pose de té en fonte et de coudes toutes suggestions compris	ens	2	150 000	300 000
8	Fourniture et pose d'adaptateur à brides fonte/PEHD à bague DN 110 PN16	u	5	17 500	87 500
9	Fourniture et pose de boulons aciers 16/80	u	160	650	104 000
10	Construction de bornes d'indication des passages des conduites pour le réseau de refoulement	u	20	22 500	450 000

11	Fourniture et pose d'une ventouse sur conduite DN 75 de refoulement	u	2	200 000	400 000
	TOTAL REFOULEMENT				**55 935 250**
IV	**DISTRIBUTION**				
1	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 180 mm	ml	5074,9	6 500	32 986 850
2	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 200 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	746,03	19 500	14 547 585
3	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 160 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	123	15 000	1 845 000
4	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 125 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	163	12 500	2 037 500
5	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 110 PN 10 et fonte (35 ml), y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	511,02	8 000	4 088 160
6	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 90 PN 10,	ml	2192,5	6 000	13 155 000

	y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)				
7	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 75 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	869	5 500	4 779 500
8	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 63 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	341,5	4 800	1 639 200
9	Fourniture et pose de canalisation PVC DN 50 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	128,85	4 500	579 825
10	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	5074,9	900	4 567 410
11	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 200 PN 10	u	5	22 000	110 000
12	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 160 PN 10	u	2	20 000	40 000
13	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 125 PN 10	u	2	18 000	36 000
14	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 110 PN 10	u	6	16 000	96 000
15	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 90 PN 10	u	6	15 000	90 000
16	Fourniture et pose d'adaptateur à	u	2	13 000	26 000

	brides DN 75 PN 10				
17	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 63 PN 10	u	4	13 000	52 000
18	Fourniture et pose d'adaptateur à brides DN 50 PN 10	u	3	8 000	24 000
19	Fourniture et pose de té fonte DN 200	u	3	50 000	150 000
20	Fourniture et pose de té fonte DN 160	u	1	50 000	50 000
21	Fourniture et pose de té fonte DN 125	u	1	50 000	50 000
22	Fourniture et pose de té fonte DN 110	u	3	50 000	150 000
23	Fourniture et pose de té fonte DN 90	u	2	45 000	90 000
24	Fourniture et pose de coude DN 90	u	11	8 000	88 000
25	Fourniture et pose de coude DN 110	u	4	5 000	20 000
26	Fourniture et pose de coude DN 75	u	5	4 000	20 000
27	Fourniture et pose de coude DN 63	u	4	4 000	16 000
28	Fourniture et pose de boulons aciers 16/80	u	770	650	500 500
29	Fourniture et pose de boulons aciers 20/90	u	652	700	456 400
30	Fourniture et pose de réducteurs	ens	1	1 500 000	1 500 000

	à brides				
31	Fourniture et pose de robinet vanne à 3 brides DN 200	u	6	300 000	1 800 000
32	Fourniture et pose de robinet vanne à 3 brides DN 160	u	2	275 000	550 000
33	Fourniture et pose de robinet vanne à 3 brides DN 125	u	2	250 000	500 000
34	Fourniture et pose de robinet vanne à 3 brides DN 110	u	6	125 000	750 000
35	Fourniture et pose de robinet vanne à 3 brides DN 90	u	4	100 000	400 000
36	Fourniture et pose de compteur DN 200	u	1	250 000	250 000
37	Fourniture et pose de bouchon DN 50	u	3	4 500	13 500
38	Fourniture et pose de bouchon DN 63	u	3	4 500	13 500
39	Fourniture et pose de bouchon DN 75	u	2	4 500	9 000
40	Fourniture et pose de bouchon DN 90	u	2	4 500	9 000
41	Fourniture et pose de ventouses	u	7	250 000	1 750 000
42	Fourniture et pose de vidange sur conduite DN 63 et DN 50	u	3	120 000	360 000
43	Fourniture et pose de tête de bouche à clé de 5 Kg bétonnée pour robinet vanne	u	21	220 000	4 620 000
44	Regards pour robinet vanne	u	19	65 000	1 235 000

45	Regards pour ventouses	u	7	65 000	455 000
46	Regards pour vidanges	u	3	65 000	195 000
47	Construction de massif de butée et/ou d'ancrage dosé à 350 kg/m3	ens	1	2 000 000	2 000 000
48	Fourniture et pose de bornes d'indication des conduites sur réseau de distribution	ens	1	2 000 000	2 000 000
49	Fourniture et pose de conduite Galva DN convenable servant de fourreau, fonçage traversée de et remise en état.	ml	60	50 000	3 000 000
50	Réalisation de branchements particuliers	u	50	150 000	7 500 000
	TOTAL DISTRIBUTION				**111 200 930**
V	**RESERVOIR**				
1	Études géotechniques pour fondation du château d'eau	u	1	500 000	500 000
2	Fourniture et pose d'un château métallique de 100 m3 de hauteur totale 7 m et de hauteur sous cuve 12 m (équipement de robinetterie intérieure : robinet flotteur, crépine et extérieur : compteur au pied de l'ouvrage, clapet anti retour, bypass robinet vanne, échelle de lecture, peint)	ens	1	135 000 000	135 000 000
	TOTAL RESERVOIR				**135 500 000**

VI	**TRAITEMENT DE L'EAU**				
1	Fourniture de filtre doseur	u	1	940 000	940 000
2	Fournitures de pièces et travaux de plomberie	ens	1	600 000	600 000
3	Fourniture de désinfectant alimentaire chlore en poudre (fût de 45kg)	u	8	420 000	3 360 000
4	Construction de local de traitement conformément aux plans	u	1	1 200 000	1 200 000
5	Fouille et remblais pour installation	ens	1	250 000	250 000
6	Main d'œuvre (plomberie et mise en service)	ens	1	800 000	800 000
7	Formation des techniciens pour l'exploitation	ens	1	300 000	300 000
	TOTAL TRAITEMENT DE L'EAU				**7 450 000**
VII	**ENERGIE**				
VII.1	**PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES**				
1	Fourniture et pose de panneaux solaires monocristallins de 450Wc, kits de raccordement, cadre en aluminium des PV, câbles de liaison, dispositif de protection des câbles sous module, support métallique conformément au	u	32	170 000	5 440 000

	plan joint et toutes sujétions.				
2	Structure support triangulée inclinaison sud zéro, 15°conformément aux plans y compris plateforme anti bourbier en béton ordinaire dosé à 300 Kg/m3, d'épaisseur 15 cm et toutes sujétions	forfait	16	150 000	2 400 000
3	Fourniture et pose d'un onduleur de 10 KVA y compris coffret étanche de protection	u	2	850 000	1 700 000
4	Fourniture, pose et raccordement de Câble H07RN-F 2X10mm² pour le raccordement entre les panneaux solaires photovoltaïque et le Contrôleur (dans le local technique)	ml	400	5 000	2 000 000
5	Fourniture, pose et raccordement d'un parafoudre DC 600-1000V, y compris toute sujétion	u	2	47 100	94 200
6	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CC pour la partie continu y compris toute sujétion	u	2	50 000	100 000

7	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit sectionneur AC pour la partie alternatif, y compris toute sujétion	u	2	50 000	100 000
	TOTAL PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES				**11 834 200**
VII.2	**SONABEL**				
1	Raccordement et mise en service du réseau SONABEL 3PH+N 230/400V 50Hz à démarrage électrique avec possibilité de démarrage automatique	forfait	2	200 000	400 000
2	Fourniture et pose de transformateur d'énergie	u	2	35 000	70 000
3	Fourniture et pose d'une armoire électrique AC/DC y compris un dispositif d'inversion de source de courant y compris toutes suggestions.	ens	2	150 000	300 000
4	Puits de terre équipé et mise à la terre des équipements électromécaniques du forage, des masses métalliques et du neutre (branchement SONABEL etc.) y compris toutes sujétions	ens	2	150 000	300 000
	TOTAL SONABEL				**1 070 000**
	TOTAL ENERGIE				**12 904 200**
VIII	**GENIE CIVIL**				

1	Réalisation d'une clôture (25mx25m) en maçonnerie d'agglo de 15cm et de 2 m de haut selon plan, y compris éclairage du portail, crépissage, tyrolienne	forfait	1	5 000 000	5 000 000
2	Construction de local technique/Magasin	ens	1	1 800 000	1 800 000
3	Construction de local de gardiennage	u	1	1 500 000	1 500 000
4	Construction de latrine VIP à 1 poste + douche conformément aux plans	u	1	800 000	800 000
5	Construction et raccordement de bornes fontaines	u	10	800 000	8 000 000
6	Construction des abreuvoirs dans les quartiers à forte activité agropastorale	u	1	250 000	250 000
7	Fourniture et pose de lampadaire solaire à côté des bornes fontaines	u	10	200 000	2 000 000
8	Génie civil tête de forage suivant plan	forfait	2	650 000	1 300 000
9	Protection des conduites au niveau des ravins (fourreautage +gabions) y compris toutes sujétions	ml	200	15 000	3 000 000
	TOTAL GENIE CIVIL				**23 650 000**

IX	**FORMATIONS ET DIVERS**				
1	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du réseau	forfait	1	1 500 000	1 500 000
2	Plantation d'arbres pour le reboisement	u	150	8 000	1 200 000
3	Acquisition d'équipements de protection individuelle pour le personnel (gants, bottes, gilets, casques…)	u	20	25 000	500 000
4	Sécurisation et balisage des zone de travaux (clôture, panneaux de signalisation, balises…)	u	2	350 000	700 000
5	Formation en santé sécurité au travail au profit des travailleurs	u	2	200 000	400 000
6	Réalisation de campagne de sensibilisation la gestion de l'eau des ouvrages	u	2	100 000	200 000
7	Rencontre de concertation entre les différents acteurs (Autorités communales, le fermier, les usagers)	u	1	100 000	100 000
8	Suivi et surveillance environnementale du projet	forfait	2	250 000	500 000
9	Gestion sécurisée des déchets	forfait	1	200 000	200 000
10	Formation technique des responsables d'exploitation	forfait	1	300 000	300 000
	TOTAL FORMATION ET DIVERS				**5 600 000**
	MONTANT TOTAL HTVA DE L'AEPS				**378 142 880**

	Suivi et contrôle des travaux (5%)	**18 907 144**
	MONTANT DE LA TVA (18%)	**71 469 004**
	TOTAL TTC	**468 519 028**
	IMPREVUS 3%	14 055 571 CFA
	MONTANT TOTAL TTC DE L'AEPS DE MALOU	**482 574 599 CFA**

Annexe 16 : Dotation aux amortissements

Dotation aux amortissements			
Désignation	**Durée de vie (an)**	**Montant investissement (FCFA)**	**Amortissement (FCFA)**
Pompes	15	6 400 000	426667
Energie	25	12 904 200	516168
Bornes fontaines	15	8 000 000	533334
Château d'eau	25	135 000 000	5400000
Ouvrage de génie civil	20	23 650 000	1182500
Conduites	20	48 989 270	2449464
Accessoires	5	18 652 400	3730480
Total annuel		**253 595 870**	**14238613**
TOTAL HORIZON DU PROJET (24 ans)			**341 726 712**

Annexe 17 : Charges du personnel

Désignation	Chef de centre	Fontainier	Gardien	Electro-mécanicien	Plombier	Total	Total général
Nombre d'employé	1	10	1	1	1		
Salaire mensuel	120 000	25 000	50 000	120 000	90 000	405 000	
2026	120 000	250 000	50 000	120 000	90 000	630 000	30 240 000
2030	126 000	262 500	52 500	126 000	94 500	661 500	39 690 000
2035	132 300	275 625	55 125	132 300	99 225	694 575	8 334 900
2036	132 300	600 625	55 125	132 300	99 225	1 019 575	48 939 600
2040	138 915	630 656	57 881	138 915	104 186	1 070 554	64 233 225
2045	145 861	662 189	60 775	145 861	109 396	1 124 081	67 444 886
2050	153 154	695 299	63 814	153 154	114 865	1 180 286	14 163 426
TOTAL CHARGES PERSONNEL							**273 046 037**

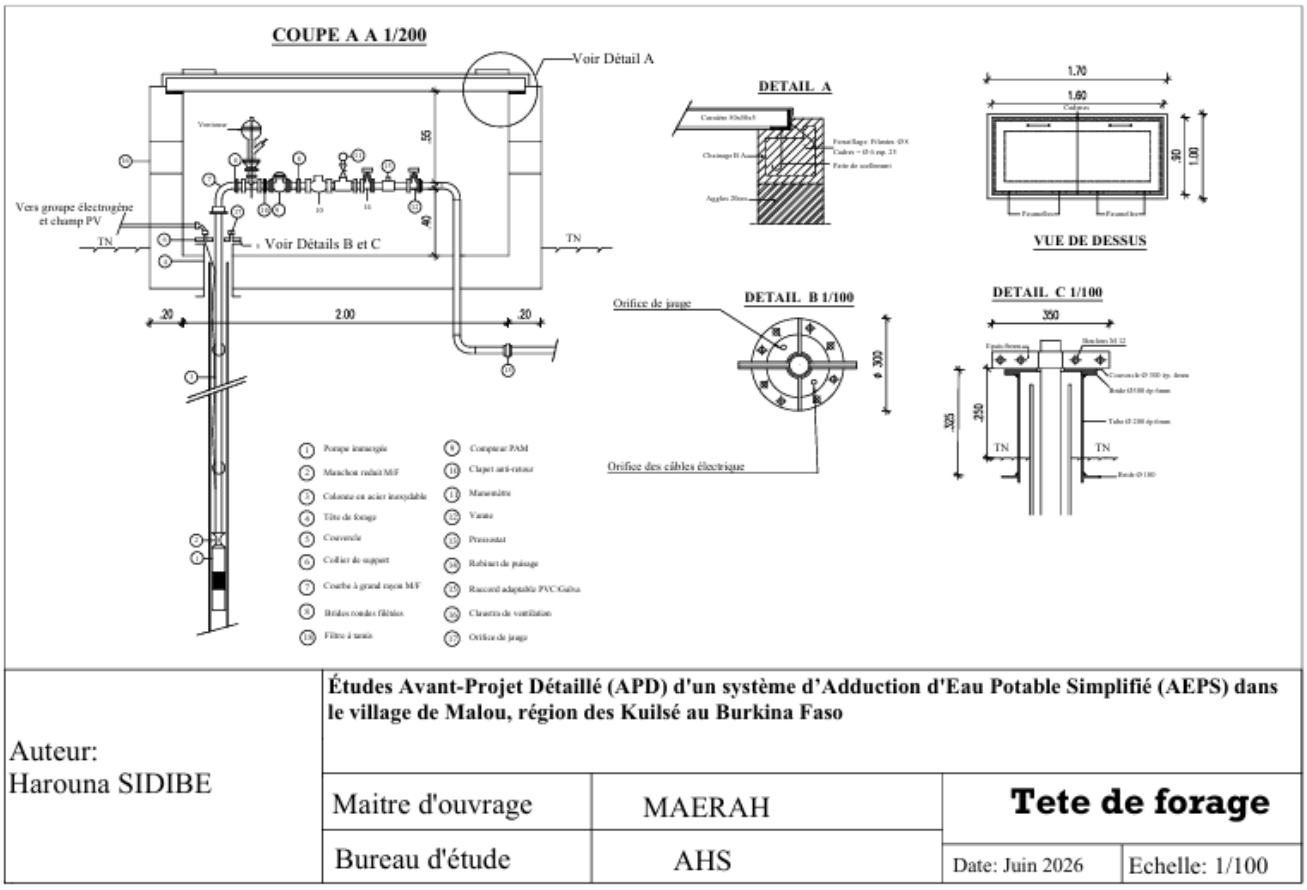
Annexe 18 : Charges de production et coût de l'eau

Désignation	Fréquence	Durée par an	Montant annuel (FCFA)
Entretien du réseau	12 mois	1	250 000
Maintenance du champ photovoltaïque	2 mois	6	350 000
Analyse de la qualité de l'eau	12 mois	1	100 000
Chloration (kg)	0,432	157,68	3 360 000
Réseau SONABEL	1 mois	12	1 200 000
TOTAL CHARGE DE FONCTIONNEMENT			**5 260 000**
TOTAL HORIZON DU PROJET (24 ans)			**126 240 000**
CHARGES D'EXPLOITATION			**399 286 037**
VOLUME PRODUITE (m3)			**1 379 700**
VOLUME VENDUE (m3)			**1 241 730**
CHARGES D'EXPLOITATION + AMORTISSEMENT			**741 012 749**
PRIX DE REVIENT DE L'EAU (FCFA/m3)			**538**
PRIX DE VENTE THEORIQUE DU m3 (FCFA/m3)			**540**

Annexe 19 : Estimation devis plan de gestion environnementale et sociale

N°	Désignation	Quantité	Cout unitaire FCFA	Cout total FCFA
1	Plantation d'arbres pour le reboisement	150	8 000	1 200 000
2	Acquisition d'équipements de protection individuelle pour le personnel (gants, bottes, gilets, casques…)	20	25 000	500 000
3	Sécurisation et balisage des zone de travaux (clôture, panneaux de signalisation, balises…)	2	350 000	700 000
4	Formation en santé sécurité au travail au profit des travailleurs	2	200 000	400 000
5	Réalisation de campagne de sensibilisation la gestion de l'eau des ouvrages	2	100 000	200 000
6	Rencontre de concertation entre les différents acteurs (Autorités communales, le fermier, les usagers)	1	100 000	100 000
7	Suivi et surveillance environnementale du projet	2	250 000	500 000
8	Gestion sécurisée des déchets	1	200 000	200 000
TOTAL				**3 800 000**

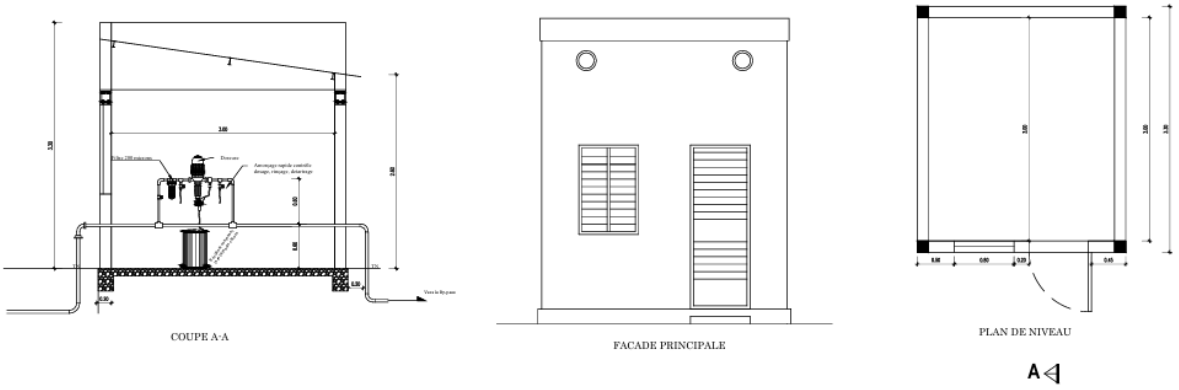
Annexe 20 : Plan tête de forage



Auteur: Harouna SIDIBE	**Études Avant-Projet Détaillé (APD) d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le village de Malou, région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	**Tete de forage**	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle: 1/100

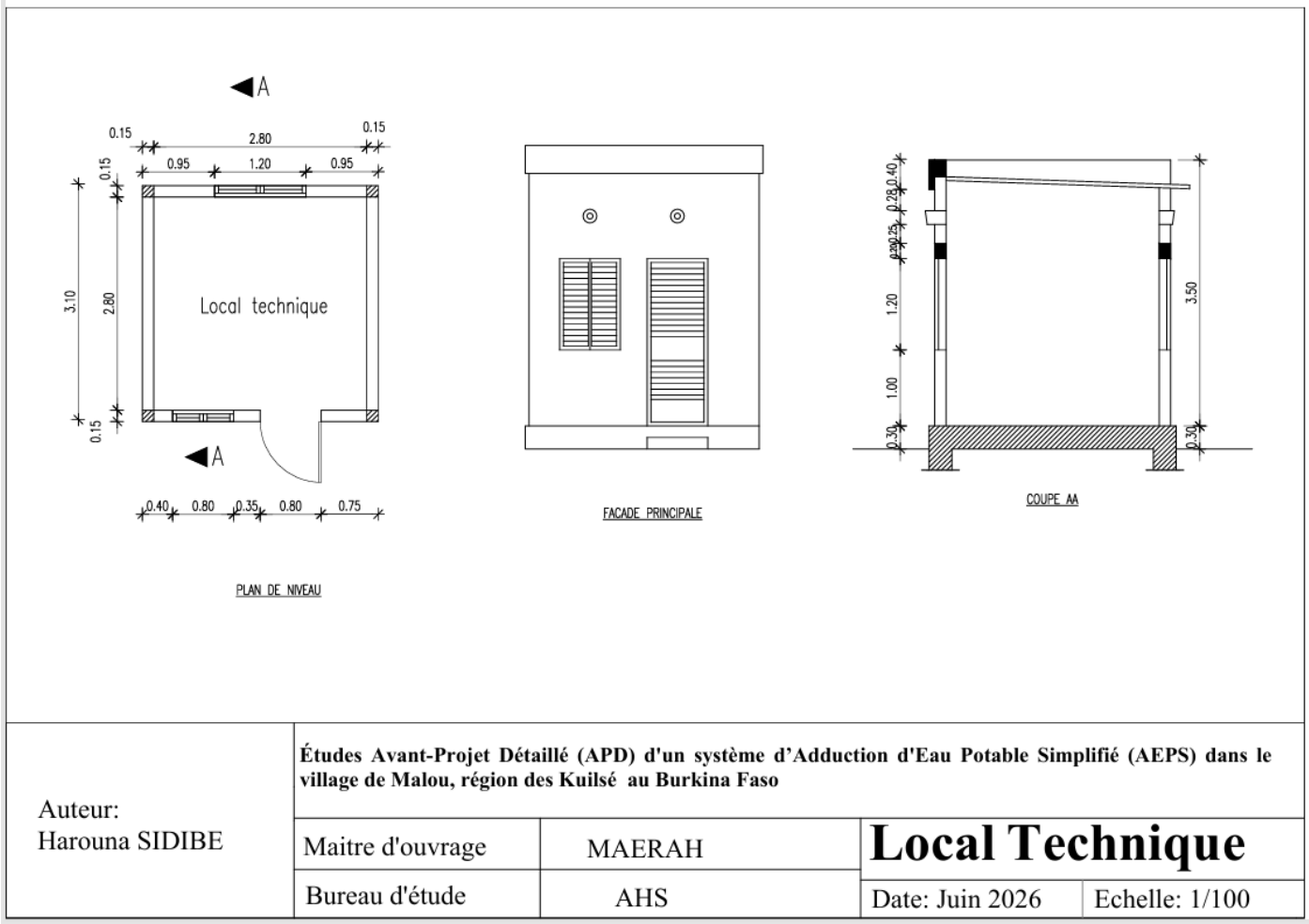
XXX

Annexe 21 : Plan local de traitement

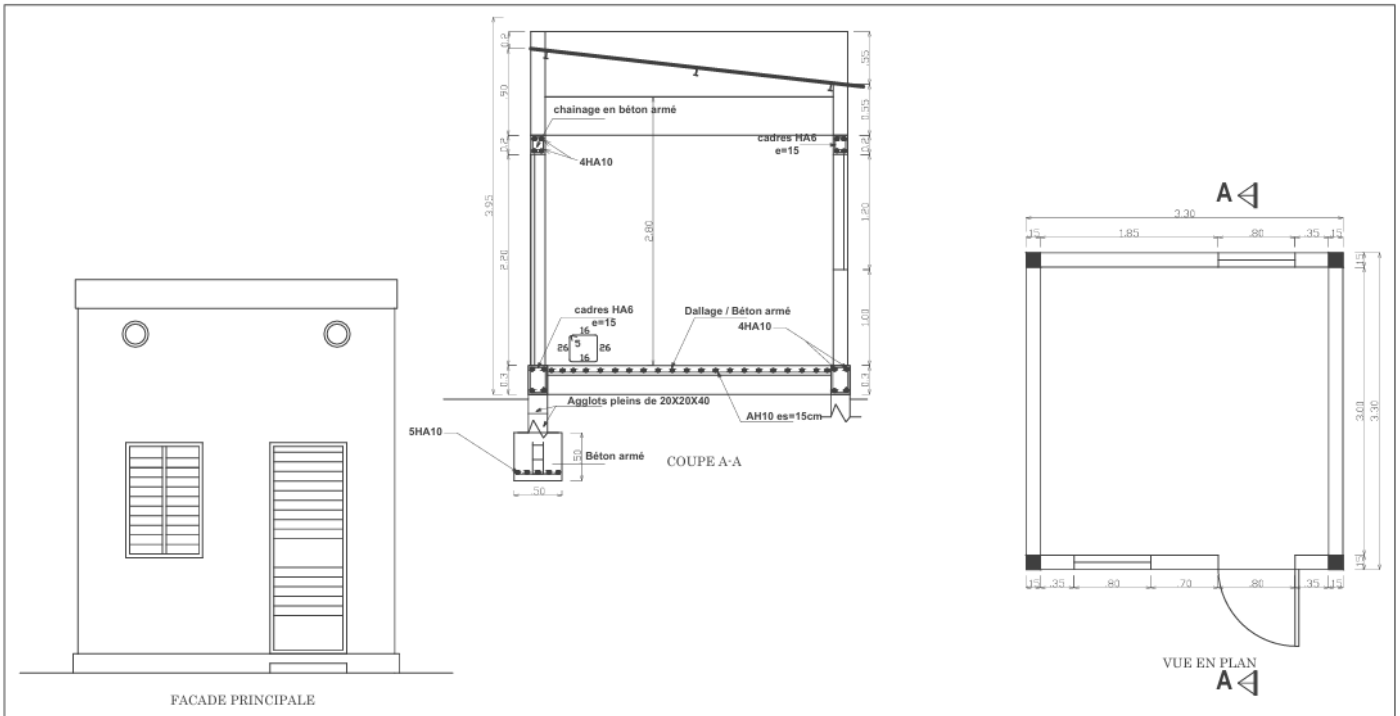


Auteur: Harouna SIDIBE	**Études Avant-Projet Détaillé (APD) d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le village de Malou, région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	**Local traitement**	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle: 1/100

Annexe 22 : Plan local technique

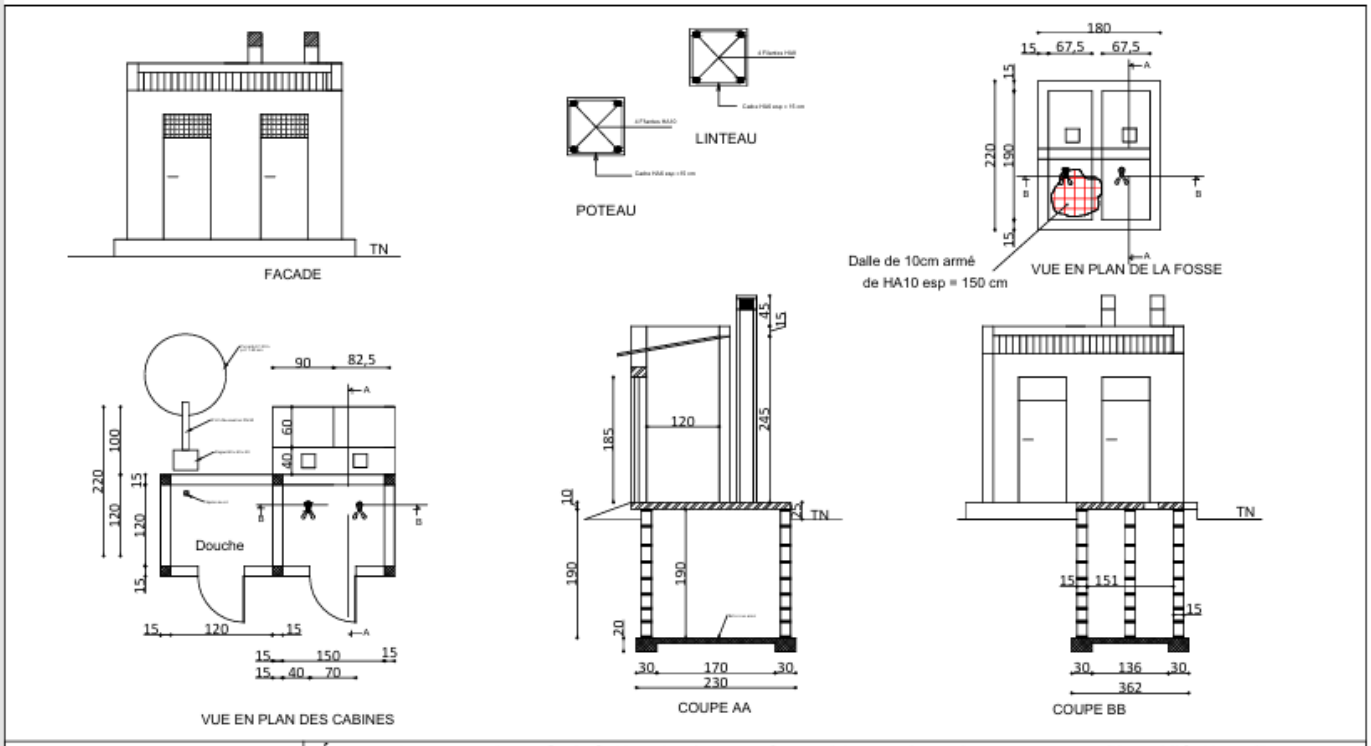


Annexe 23 : Plan local gardien



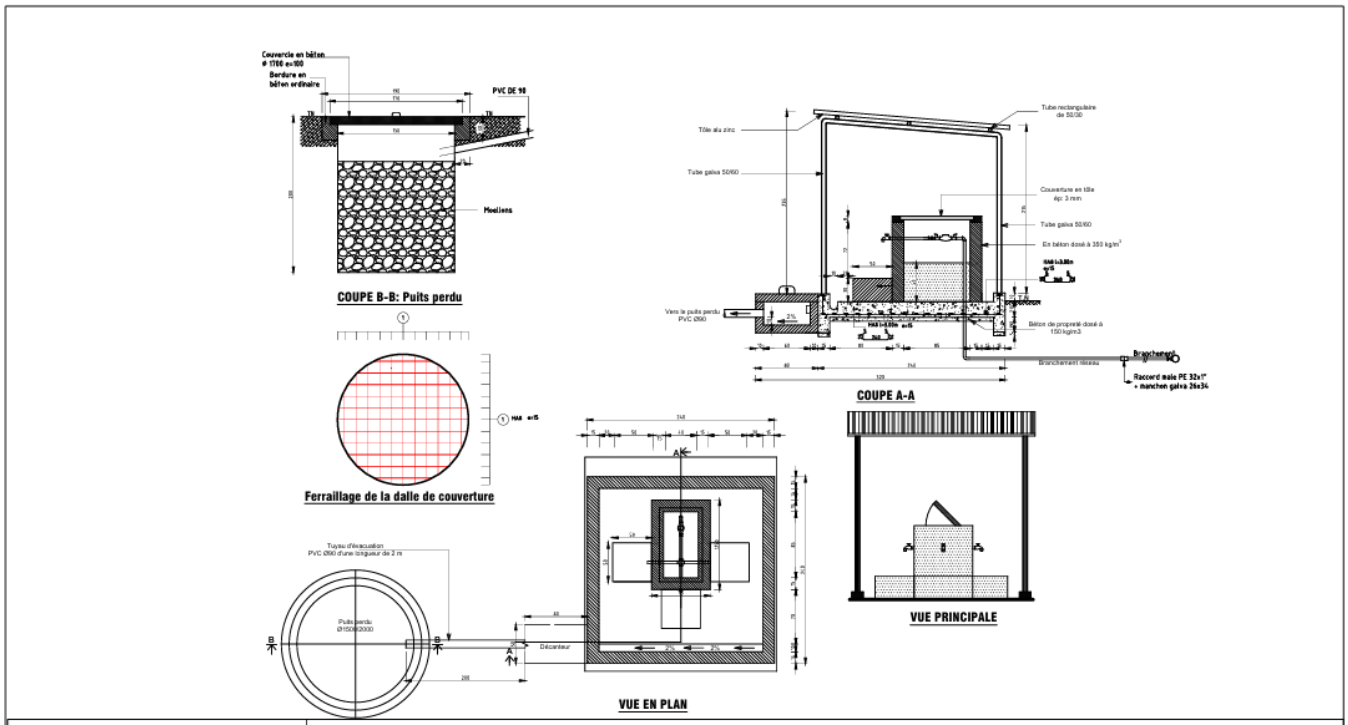
Auteur: Harouna SIDIBE	**Études Avant-Projet Détaillé (APD) d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le village de Malou, région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	LOCAL GARDIEN	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle: 1/100

Annexe 24 : Plan latrine et douche



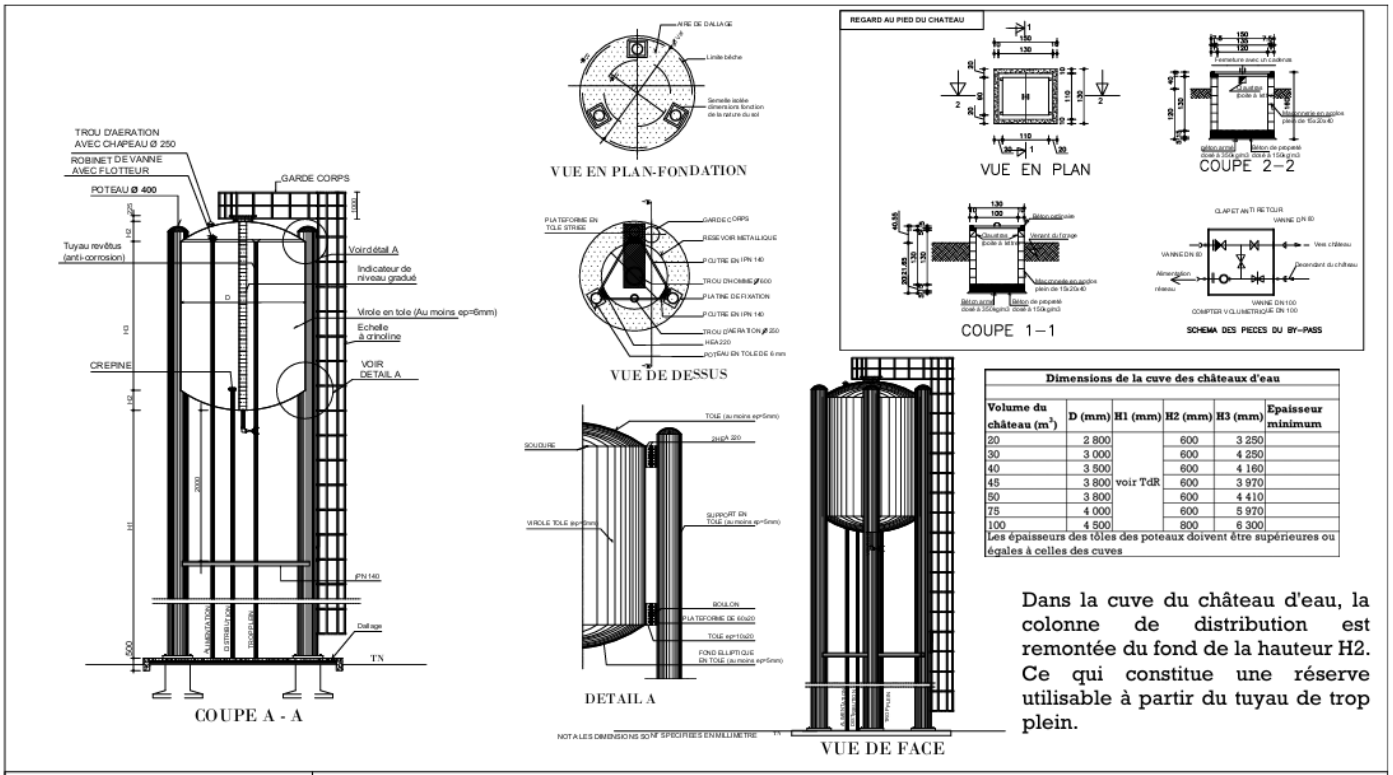
Auteur: Harouna SIDIBE	**Études Avant-Projet Détaillé (APD) d'un système d'Adduction d' Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le village de Malou , région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	**Latrines douche**	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle: 1/100

Annexe 25 : Plan borne fontaine



Auteur: Harouna SIDIBE	**Etudes Avant-Projet Détaillé (APD) du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le villlage de Malou, région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	**Borne fontaine**	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle:1/100

Annexe 26 : Plan du château d'eau

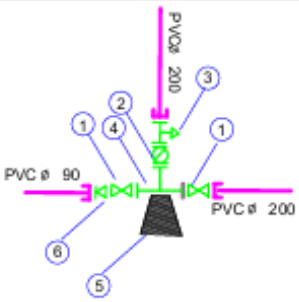
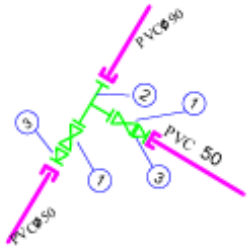
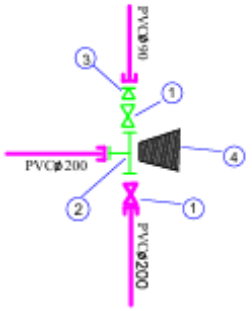
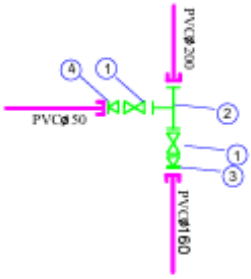


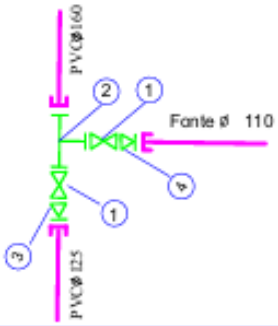
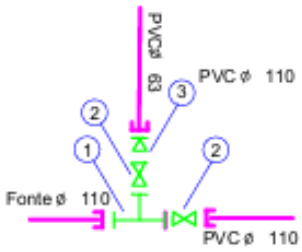
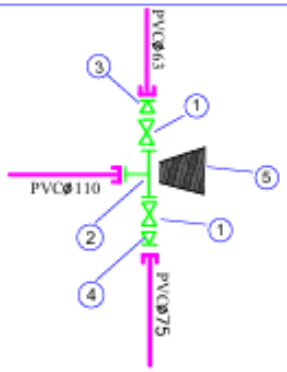
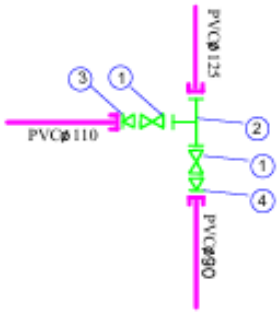
Dimensions de la cuve des châteaux d'eau					
Volume du château (m^3)	**D (mm)**	**H1 (mm)**	**H2 (mm)**	**H3 (mm)**	**Epaisseur minimum**
20	2 800		600	3 250	
30	3 000		600	4 250	
40	3 500		600	4 160	
45	3 800	voir TdR	600	3 970	
50	3 800		600	4 410	
75	4 000		600	5 970	
100	4 500		800	6 300	
Les épaisseurs des tôles des poteaux doivent être supérieures ou égales à celles des cuves					

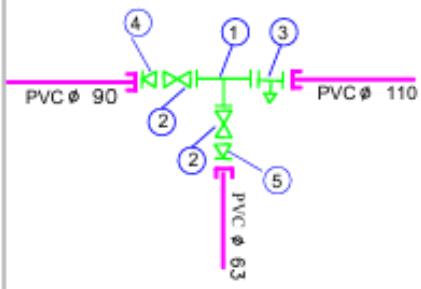
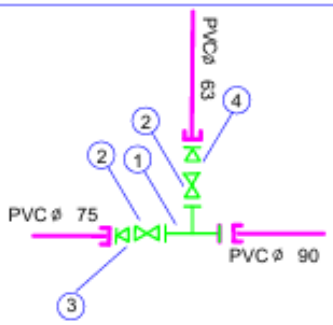
Dans la cuve du château d'eau, la colonne de distribution est remontée du fond de la hauteur H2. Ce qui constitue une réserve utilisable à partir du tuyau de trop plein.

Auteur: Harouna SIDIBE	**Etudes Avant-Projet Détaillé (APD) du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) dans le village de Malou, région des Kuilsé au Burkina Faso**			
	Maitre d'ouvrage	MAERAH	**Château métallique**	
	Bureau d'étude	AHS	Date: Juin 2026	Echelle: 1/100

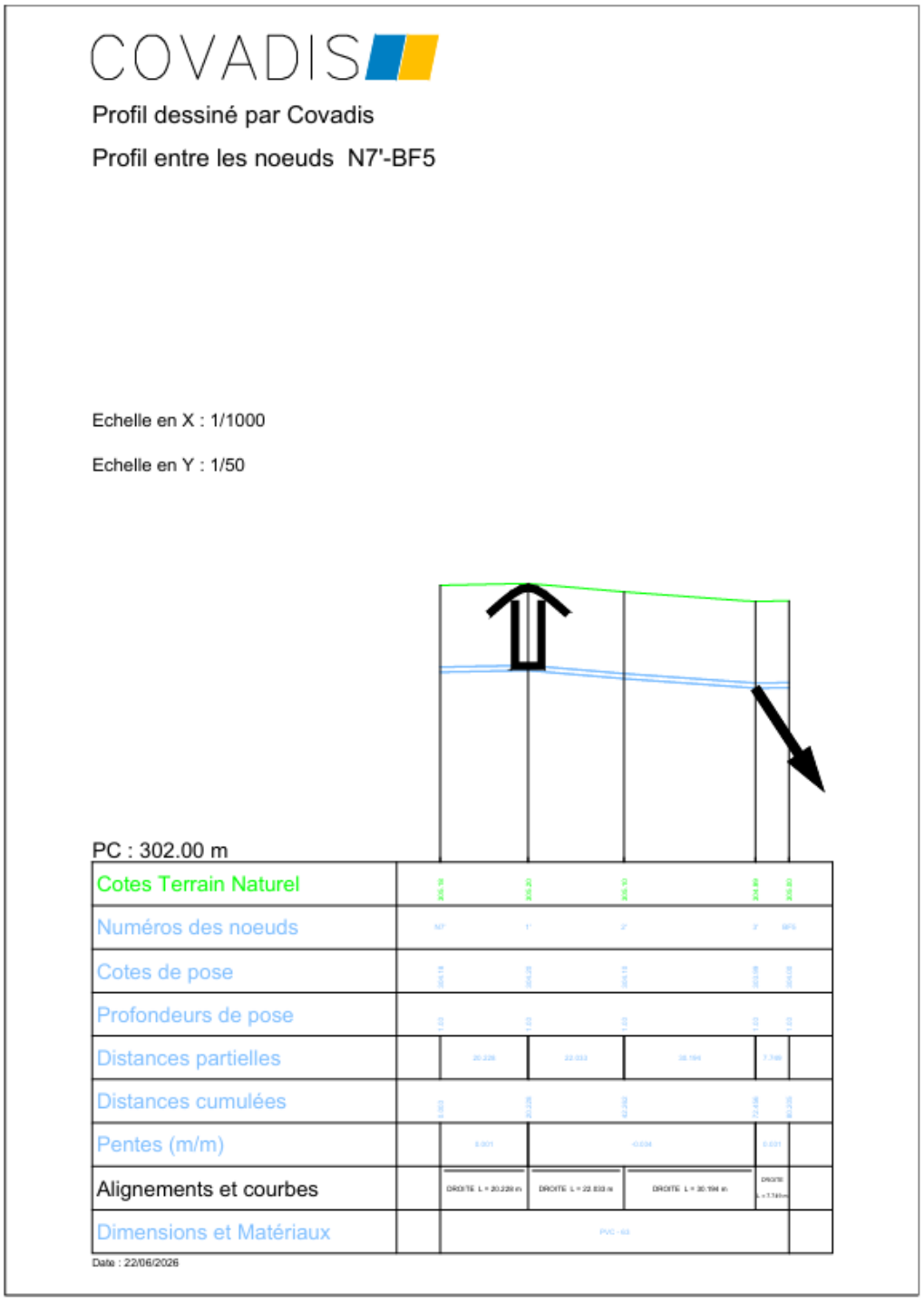
Annexe 27 : Carnet des nœuds

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
01		1	Robinet Vanne à Brides DN 200	02
		2	compteur de débit	01
		3	Ventouse DN 200	01
		4	Té droit fte à 3 Brides DN200	01
		5	bloc de butée	01
		6	Cône Fte reduit 2B DN 200/90	01
			Boulons	72
			adaptateur à bride DN 200	02
			adaptateur à bride DN 90	01
02		1	Robinet Vanne à Brides DN 90	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN90	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 90/50	02
			Boulons	40
			adaptateur à bride DN 90	01
			adaptateur à bride DN 50	02
03		1	Robinet Vanne à Brides DN 200	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN200	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 200/90	01
		4	bloc de butée	01
			Boulons	56
			adaptateur à bride DN 200	02
			adaptateur à bride DN 90	01
04		1	Robinet Vanne à Brides DN 200	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN200	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 200/160	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 200/50	01
			adaptateur à bride DN 200	01
			adaptateur à bride DN 160	01
			adaptateur à bride DN 50	01
			Boulons	64

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
05		1	Robinet Vanne à Brides DN 160	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN160	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 160/125	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 160/110	01
			Boulons	64
			adaptateur à bride DN 160	01
			adaptateur à bride DN 125	01
			adaptateur à bride DN 110	01
06		1	Robinet Vanne à Brides DN 110	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN110	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 110/63	01
			Boulons	64
			adaptateur à bride DN 110	02
			adaptateur à bride DN 63	01
07		1	Robinet Vanne à Brides DN 110	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN110	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 110/75	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 110/63	01
		5	bloc de butée	01
			Boulons	64
			adaptateur à bride DN 110	01
			adaptateur à bride DN 75	01
			adaptateur à bride DN 63	01
08		1	Robinet Vanne à Brides DN 125	02
		2	Té droit fte à 3 Brides DN125	01
		3	Cône Fte reduit 2B DN 125/110	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 125/90	01
			adaptateur à bride DN 125	01
			adaptateur à bride DN 110	01
			adaptateur à bride DN 90	01
			Boulons	64

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
09		1	Té fonte à 3 Brides DN 110	01
		2	Robinet Vanne à 2 Brides DN 110	02
		3	ventouse DN 110	01
		4	Cône Fte redult 2B DN 110/90	01
		5	Cône Fte reduit 2B DN 110/63	01
			adaptateur à bride DN 110	01
			adaptateur à bride DN 90	01
			adaptateur à bride DN 63	01
			Boulons	56
10		1	Té fonte à 3 Brides DN 90	01
		2	Robinet Vanne à 2 Brides DN 90	02
		3	Cône Fte reduit 2B DN 90/75	01
		4	Cône Fte reduit 2B DN 90/63	01
			adaptateur à bride DN 90	01
			adaptateur à bride DN 75	01
			adaptateur à bride DN 63	01
			Boulons	64

Annexe 28 : Profil en long de quelques conduites



XL

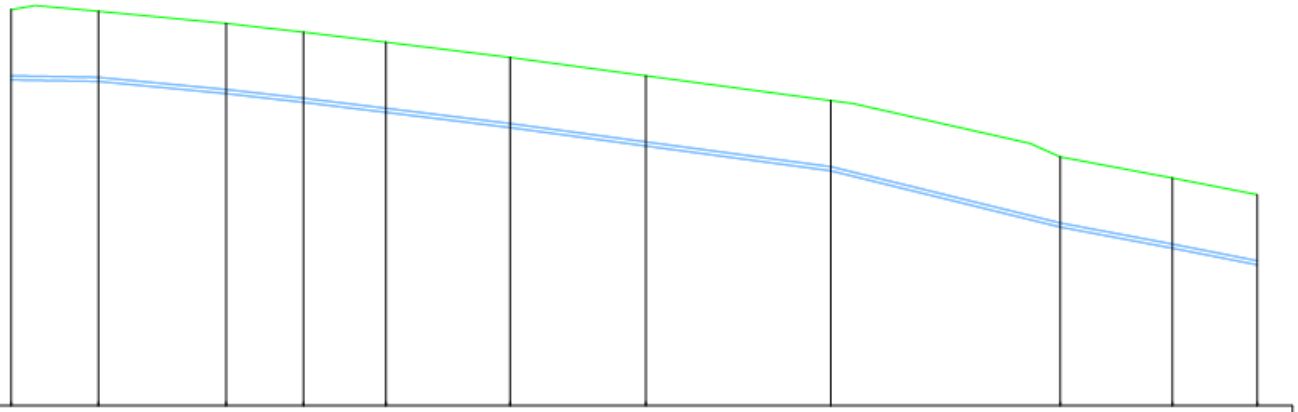
COVADIS

Profil dessiné par Covadis

Profil entre les noeuds N10'-BF2

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/50



PC : 302.00 m

Cotes Terrain Naturel	
Numéros des noeuds	
Cotes de pose	
Profondeurs de pose	
Distances partielles	
Distances cumulées	
Pentes (m/m)	
Alignements et courbes	
Dimensions et Matériaux	

Date : 22/06/2026

Annexe 29 : Fiche technique de la pompe SP 9-18

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 21/06/2026

Quantité	Description
1	**SP 9-18**

Note ! La photo produit peut différer du produit réel

Référence: Sur demande

Pompe immergée, convient au pompage d'eau propre. La pompe peut être installée à la verticale ou à l'horizontale. Tous les composants sont en acier inoxydable, EN 1.4301 (AISI 304), pour une grande résistance à la corrosion. Cette pompe est homologuée pour la délivrance d'eau potable.

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:	9.418 m³/h
Débit nominal:	9 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	90 m
Hauteur nominale:	94.8 m
Certifications:	CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO
Certifications pour moteur:	CE,EAC,C_UL_US_NSF372MOROCCO,UKCA,SEPRO,RCM
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:	11.9 bar

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 21/06/2026

Quantité	Description	
1	Type raccordement:	Rp
	Taille du raccordement:	2 pouce
	Diamètre motor:	4 pouce
	Diamètre de forage minimum:	105 mm
	Donnée électrique:	
	Type moteur:	MS4000
	Conception de la bride moteur:	NEMA
	Puissance nominale - P2:	4 kW
	Puissance (P2) requise par pompe:	4 kW
	Fréquence d'alimentation:	50 Hz
	Tension nominale:	3 x 380-400-415 V
	Intensité nominale:	9.8-9.6-9.8 A
	RequestedVoltage:	400 V
	RatedCurrentAtThisVoltage:	9.69 A
	Intensité démarrage:	440-480-490 %
	Cos phi - facteur de puissance:	0.85-0.8-0.77
	Vitesse nominale:	2830-2860-2870 mn-1
	Méthode de démarrage:	Direct-on-line (DOL)
	Indice de protection (IEC 34-5):	IP68
	Classe d'isolation (CEI 85):	F
	Protection standard Ex:	AUCUN
	Protection thermique:	External
	Capteur de température intégré:	Non
	Longueur du câble:	1.7 m
	Type de câble:	FLAT
	No moteur:	7C192510
	Enroulements:	Enameled
	Autres:	
	Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.70
	Poids net:	35.2 kg
	Poids brut:	40.8 kg
	Volume d'expédition:	0.068 m3
	Pays d'origine:	DK
	Code douanier:	84137029
	Certifications environnementales:	WEEE