ETUDE TECHNIQUE DE CONCEPTION D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE MULTI-VILLAGES (AEPMV) A PASSAKONGO (COMMUNE DE DEDOUGOU, BURKINA FASO).

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

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

Présenté et soutenu publiquement le 18 Juillet 2026 par

Wend Wuaoga Hafssatou ZANGO (20210121)

Directeur de mémoire : Pr Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Enseignant-chercheur, Professeur titulaire (CAMES), 2iE

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

Maitre de stage : M. Ismael ABDOULAYE, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique, AC3E

Structure d'accueil : Agence Conseils pour l'Equipement, l'Eau et l'Environnement (AC3E)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr Boukary SAWADOGO**, Enseignant-chercheur, Maitre de Conférences (CAMES)

Membres et correcteurs : **M. Soumahila SANKANDE**

M. Pascal OUEDRAOGO

Promotion [2025/2026]

DEDICACE

Ce présent mémoire, fruit de mon travail et de mes efforts est dédié à toute ma famille et à mes amis.

A mes parents Madame et Monsieur ZANGO, merci pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices et votre soutien indéfectible durant tout mon parcours académique.

A mes sœurs et à mon frère, merci d'être présents, de m'accompagner à chaque étape de ma vie.

A mes amis Malycka, Yasminat, Christian, Samuel, Oumaima, merci pour ces moments de fous rires et de pleures. Votre amitié et votre soutien ont rendu cette aventure encore plus belle.

Ce mémoire est le reflet de votre amour, de vos prières, de votre patience et de votre confiance en moi durant ces cinq années. Je vous le dédis avec toute ma gratitude et mon cœur. Puisse Allah vous le rendre au centuple.

REMERCIEMENTS

C'est avec un cœur rempli de joie et de reconnaissance que j'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont accompagné à enrichir ce travail fait avec toute la rigueur possible. Mes sincères remerciements à :

- **L'ensemble du personnel de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement** pour leur accompagnement tout au long de notre parcours ;
- **Monsieur Olivier COULIBALY**, Enseignant en Hydraulique à l'institut 2iE et mon encadrant pédagogique pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils ;
- **Monsieur Adama** OUEDRAOGO, Ingénieur du Génie Rural et Directeur Général de l'Agence Conseil pour l'Equipement, l'Eau et l'Environnement (AC3E) pour m'avoir donné l'opportunité de travailler au sein de leur structure et pour le suivi tout au long du stage ;
- **Monsieur Ismael ABDOULAYE**, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique, pour son encadrement, son suivi, ses conseils, ses encouragements durant ces mois ;
- **Tout le personnel de AC3E** pour leur accueil, leur amabilité et pour tous les moments de joie et de bonne humeur ;
- **Notre promotion 2iE de 2021 à 2026** pour toutes ces belles expériences entre étudiants venus de divers horizons.

RESUME

Ce présent mémoire traite l'étude technique portant sur la conception d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages (AEPMV) à Passakongo, dans la commune de Dédougou, province du Mouhoun, région de Bankui. Cette initiative qui s'aligne avec le PN-AEP émane du projet BID-UEMOA d'hydraulique et d'Assainissement en milieu rural dont l'objectif est d'assurer une eau potable pour les populations locales et ainsi améliorer leurs conditions de vie. A l'horizon du projet (2047), le système desservira **15 027 habitants** avec un taux de desserte de **100%** et des besoins de pointe évalués à **747,11 m^3/j**. Un forage de 10 m^3/h alimentant le réservoir à travers un réseau d'adduction de **45 m** de long en **PEHD DN 90 PN16** en 20h de pompage avec une pompe **GRUNDFOS SP14-13** permettra de couvrir les besoins de la population jusqu'en 2030. Il sera prévu l'ajout d'autres forages afin de renforcer la ressource et ainsi satisfaire les besoins de la population jusqu'en 2047. Le réservoir pour notre projet est un **château en béton de 250 m3** de volume avec une hauteur sous radier de **15 m**. Le réseau de distribution de la zone est un réseau ramifié d'une longueur totale de **8 641 m** qui s'étale sur les quatre villages avec 7 bornes fontaines, 2 abreuvoirs et des branchements particuliers. Les conduites seront en **PEHD PN 10**. L'alimentation énergétique du système est assurée par un champ solaire photovoltaïque de **10 panneaux de 500 Wc** et par le réseau SONABEL. Le système disposera d'un groupe électrogène de **10 kVA** en cas de défaillance d'une des sources. Le coût global du projet s'élève à **931 920 462 FCFA TTC** et le prix de vente de l'eau est fixé à **188 FCFA**.

Mots clés :

1. Bornes fontaines
2. Branchements particuliers
3. Passakongo
4. Réseau ramifié
5. Système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages

ABSTRACT

This thesis deals with the technical study concerning the design of a Multi-Village drinking Water Supply System in Passakongo, within the commune of Dédougou, Mouhoun province, Bankui region. This initiative aligned with the PN-AEP, stems from BID-UEMOA project on hydraulics and sanitation in rural areas, whose objective is to ensure access to safe drinking water for local populations and thereby improve their living conditions. By the project horizon (2047), the system will serve **15 027 inhabitants** with a coverage rate of **100%** and peak demand estimated at **747,11 m^3/day**. A borehole of 10 m^3/h, supplying the reservoir through a **45 m** long **PEHD DN90 PN16** pipeline in 20 hours of pumping with a **GRUNDFOS SP14-13** pump will ensure the population's needs until 2030. Additional boreholes will be planned to strengthen the resource and thus ensure the population's needs until 2047. The reservoir for our project is a concrete water tower with a volume of **250 m^3** and a base high of 15 m. The distribution network is a branched network with a total length of **8 641 m**, covering the four villages with 7 standpipes, 2 watering troughs and private connections. The pipelines will be in **PEHD PN10**. The system of energy supply will be ensured by a photovoltaic solar field of **10 panels of 500 Wc** each and by SONABEL. The system will also have a **10 kVA** generator in case of failure of one of the sources. The total cost of the project amounts to **931 920 462 FCFA TTC** and the selling price of water is set at **188 FCFA**.

Keywords:

1. Branched network
2. Multi-Villages Drinking Water Supply System
3. Passakongo
4. Private connections
5. Standpipes

LISTE DES ABREVIATIONS

AEPMV : Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages

BF : Borne Fontaine

BID : Banque Islamique de Développement

BP : Branchement Privé

EPI : Equipement de Protection Individuel

MAERAH : Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources Animales et Halieutiques

ND : Niveau Dynamique

NIES : Notice d'Impact Environnemental et Social

PCD : Plan Communal de Développement

PEHD : Polyéthylène de Haute Densité

PEM : Point d'Eau Moderne

PMA : Pression Maximale Admissible

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN : Pression Nominale

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

PS : Pression de Service

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

TN : Terrain Naturel

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

SOMMAIRE

DEDICACE II
REMERCIEMENTS III
RESUME IV
ABSTRACT V
LISTE DES ABREVIATIONS VI
SOMMAIRE VII
LISTE DES TABLEAUX XI
LISTE DES FIGURES XII
FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET XIII
INTRODUCTION 1
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA LOCALITE DU PROJET 2
I.1. Description de la structure d'accueil 2
I.1.1. Présentation générale 2
I.1.2. Objectif global 3
I.1.3. Organisation de la structure 3
I.2. Présentation de la localité du projet 4
I.2.1. Situation géographique 4
I.2.2. Description du milieu physique 5
I.2.3. Description du milieu humain 7
II. PRESENTATION DU PROJET 8
II.1. Contexte et justification 8

II.2. Objectifs du projet 10
II.2.1. Objectif global 10
II.2.2. Objectifs spécifiques 10
II.2.3. Résultats attendus 10
II.3. Etat des lieux de la localité 10
III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION 10
III.1. Recherche bibliographique 11
III.2. Collecte de données de terrain 11
III.3. Traitement et Analyse des données 11
III.4. Conception du réseau 12
III.5. Définition des hypothèses de calculs 13
III.6. Estimation de la population de la zone concernée 14
III.7. Estimation des besoins et demandes en eau 15
III.8. Estimation des débits de dimensionnement 17
III.9. Ressources en eau et système de captage 18
III.10. Dimensionnement des réseaux 18
III.11. Simulation du réseau de distribution sur EPANET 24
III.12. Evaluation de la capacité du réservoir, du débit de la pompe doseuse, du volume de bac de chlore et vérification de la durée de contact de l'eau avec le chlore et du temps de séjour ..24
III.13. Station de pompage et protection du réseau d'adduction 26
III.14. Source d'alimentation énergétique du système 28
III.15. Poses des conduites 30
III.16. Etude financière du projet 30
IV. RESULTATS DE L'ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE 31
IV.1. Evaluation de la population 31

IV.2. Estimation des besoins en eau, de la demande en eau, des débits d'adduction, de distribution 32
IV.2.1. Estimation des besoins en eau 32
IV.2.2. Estimation de la demande en eau 32
IV.2.3. Estimation des débits d'adduction et de distribution 33
IV.3. Mobilisation de la ressource en eau 34
IV.3.1. Ressource en eau existante 34
IV.3.2. Adéquation entre Demande et production 34
IV.4. Dimensionnement du réseau d'adduction par refoulement 35
IV.5. Dimensionnement du réseau de distribution 36
IV.6. Simulation du réseau de distribution sur Epanet 37
IV.6.1. Simulation statistique 37
IV.6.2. Simulation longue durée ou permanente 39
IV.7. Détermination du volume du château d'eau, de la capacité de la pompe doseuse et du bac de chlore, de la durée de séjour et celle de contact avec le chlore 42
IV.7.1. Volume du château d'eau 42
IV.7.2. Capacité de la pompe doseuse et du bac de désinfectant 44
IV.7.3. Durée de séjour et durée de contact avec le chlore 45
IV.8. Système de pompage et protection du réseau d'adduction 45
IV.8.1. Système de pompage 45
IV.8.2. Protection du réseau d'adduction 48
IV.9. Dimensionnement de la source d'alimentation énergétique 49
IV.9.1. Champ photovoltaïque 49
IV.9.2. Groupe électrogène 51
IV.10. Pose des conduites 51

IV.11. Equipements et ouvrages annexes....52
IV.11.1. Ouvrages annexes....52
IV.11.2. Equipements hydrauliques....52
V. ETUDE FINANCIERE DU PROJET ET MODE DE GESTION....53
V.1. Estimation du coût du projet....53
V.2. Estimation du prix de revient de l'eau....54
V.3. Mode de gestion....54
VI. EVALUATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL....55
VI.1. Description des travaux à réaliser....55
VI.2. Evaluation des impacts du projet....55
VI.2.1. Impacts positifs du projet....55
VI.2.2. Impacts négatifs....56
VI.3. Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)....57
VI.3.1. Mesures d'atténuation ou de compensation des impacts négatifs....57
VI.3.2. Mesures d'optimisation des impacts positifs....58
CONCLUSION....59
RECOMMANDATIONS....60
BIBLIOGRAPHIE....61
ANNEXES....i

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Matériel utilisé pour le traitement des données 11
Tableau 2: Evaluation de la population à desservir 31
Tableau 3 : Estimation des besoins en eau 32
Tableau 4: Estimation de la demande en eau 33
Tableau 5: Estimation des débits d'adduction et de distribution 33
Tableau 6: Caractéristiques du forage 34
Tableau 7: Adéquation entre demande et production 35
Tableau 8: Dimensionnement du réseau d'adduction 35
Tableau 9: Longueur des DN du réseau de distribution 36
Tableau 10: Dimensions du château d'eau tronconique 43
Tableau 11: Caractéristiques du château d'eau 44
Tableau 12: Pompe doseuse et bac de désinfectant 44
Tableau 13: Evaluation du temps de séjour et du temps de contact avec le chlore 45
Tableau 14: Eléments de choix de la pompe 45
Tableau 15: Caractéristiques de la pompe 46
Tableau 16: Eléments de tracé des courbes 47
Tableau 17: Vérification du coup de bélier 48
Tableau 18: Caractéristiques du champ photovoltaïque 49
Tableau 19: Dimensionnement de l'onduleur 50
Tableau 20: Pose des conduites 51
Tableau 21 : Estimation du coût du projet 53
Tableau 22: Estimation des amortissements 54
Tableau 23: Impacts positifs du projet 55
Tableau 24: Impacts négatifs du projet 56
Tableau 25: Mesures d'atténuation 57
Tableau 26: Mesures d'optimisation 58

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de AC3E 4
Figure 2: Carte de localisation de la zone de Passakongo.....**Erreur ! Signet non défini.**
Figure 3: Comparaison des vitesses 37
Figure 4: Coefficient de détermination de la précision des vitesses 37
Figure 5: Comparaisons de pressions réelles au nœuds 38
Figure 6: Coefficient de détermination de la précision des pressions réelles aux nœuds 38
Figure 7: Evolution de la pression au nœud le plus défavorisé.....39
Figure 8: Evolution de la pression au nœud le plus favorisé 40
Figure 9: Evolution de la vitesse dans la conduite à faible vitesse 41
Figure 10: Evolution de la vitesse dans la conduite à grande vitesse 41
Figure 11: Balance en eau 42
Figure 12: Courbe de fonctionnement de la pompe 48

FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET

Situation géographique	
Région/Province/Commune/Village	Bankui/Mouhoun/Dédougou/Passakongo
Coordonnées géographiques	12.50847°N, 3.43707°W
Informations socio-économiques	
Population 2019	7735 habitants
Taux d'accroissement	2,4%
Population 2027	9351 habitants
Population 2047	15027 habitants
Taux de desserte	100%
Consommation spécifique aux BP	40 l/hbt/j
Consommation spécifique aux BF	25 l/hbt/j
Demande de pointe journalière en 2047	747,11 m^3/j
Débit de pointe horaire	25,69 l/s
Ressource en eau	
Forage	01
Niveau dynamique	40 m
Hauteur Manométrique Totale	60 m
Source d'énergie	
Champ solaire	10 panneaux de 500 Wc
Groupe électrogène	10 kVA
Château d'eau	
Type	Béton
Forme	Tronconique
Capacité	250 m^3
Hauteur sous radier	15 m
Refoulement	
Type de matériau	PEHD PN 16
Diamètre	DN 90
Longueur	45 m
Distribution	
Type de matériau	PEHD PN 10
Diamètre	DN 63, 90, 110, 125,140, 160, 180, 250
Longueur	8 641 m
Bornes fontaines	
Nombre	07
Robinet par BF	03
Débit par BF	0,75 l/s
Coût financier	
Coût du projet	931 920 462 FCFA TTC
Coût de vente du m^3	188 FCFA TTC

INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, l'accès à l'eau potable reste l'une des préoccupations majeures qui continue de mobiliser les Etats depuis des décennies. Au Burkina Faso, surtout en milieu rural, cette situation affecte les conditions de vie des populations et donc limite le développement local. Afin de trouver des solutions adéquates à ce problème, le Burkina Faso s'est doté du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030) qui vise à assurer une gestion intégrée, durable et équitable des ressources en eau.

C'est ainsi que le projet BID-UEMOA d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural a été mis en place et le Burkina Faso a obtenu un prêt auprès de la Banque Islamique du Développement (BID) pour le financement des études et du suivi contrôle des travaux de réalisation des ouvrages du Programme National pour l'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) dans certains villages de certaines régions.

Le présent mémoire s'inscrit donc dans l'amélioration de la situation actuelle en eau potable de quelques villages de la commune de Dédougou dans la région de Bankui et porte sur le thème : « **Étude technique de conception d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages (AEPMV) à Passakongo (commune de Dédougou, Burkina Faso)** ».

Malgré les efforts consentis par l'Etat et ses partenaires, les infrastructures existantes restent insuffisantes et peu fiables face à la croissance démographique et aux besoins croissants des populations. La question centrale est donc : comment concevoir un système d'approvisionnement en eau potable multi-villages qui soit techniquement fiable, économiquement viable et durable, capable de satisfaire les besoins actuels et futurs tout en intégrant les contraintes institutionnelles et communautaires ?

Nous posons l'hypothèse que la mise en place d'un système d'AEPMV basé sur un forage motorisé, un château d'eau de capacité adaptée, un réseau ramifié de distribution et une alimentation énergétique hybride permettra de couvrir efficacement les besoins en eau potable des populations de Passakongo et des villages environnants jusqu'à l'horizon 2047.

L'innovation majeure de ce travail réside dans l'intégration d'un système énergétique hybride combinant énergie solaire, réseau électrique national et groupe électrogène de secours, garantissant une continuité de service. De plus, l'étude propose une approche participative de gestion impliquant l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) et les associations locales d'usagers, afin d'assurer une gouvernance durable et équitable du système.

La méthodologie adoptée repose sur une recherche bibliographique, une collecte de données techniques, un traitement et une analyse des données à l'aide de logiciels spécialisés.

Notre mémoire sera structuré en plusieurs sections afin de faciliter la compréhension du document. Une première section qui donnera une présentation détaillée de la zone d'étude, sa situation géographique, son contexte socio-économique et son milieu physique ; une deuxième section qui abordera l'état des lieux de la zone et la méthodologie adoptée pour l'étude ; et pour terminer une troisième section qui présentera les résultats obtenus et le système de gestion prévu pour le système d'AEPMV.

I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA LOCALITE DU PROJET

I.1. Description de la structure d'accueil

I.1.1. Présentation générale

L'Agence Conseil pour l'Equipement, l'Eau et l'Environnement (AC3E) est un cabinet d'études en ingénierie créé le 09 Août 1996. D'abord inscrit au registre de commerce sous le numéro 15075 en tant qu'entreprise individuelle, elle devient une Société A Responsabilité Limitée (SARL) le 30 Septembre 2002 sous le N°BF OUA 2002 B 2390.

La structure dispose d'une somme d'expérience qui la rend apte à mener à bien tout projet relevant du domaine de ses compétences. Elle entretient de fortes relations avec d'autres bureaux d'études nationaux et internationaux ayant les mêmes compétences ou des compétences complémentaires. Elle fait également appel à des consultants indépendants qualifiés et expérimentés dans des domaines particuliers.

I.1.2. Objectif global

L'objectif global de AC3E est de fournir à ses clients et partenaires des résultats qui satisfont leurs attentes et besoins, intégrant une utilisation optimale des ressources humaines, naturelles et financières qui s'articulent dans les meilleures conditions aux éléments de l'environnement.

I.1.3. Organisation de la structure

L'agence est structurée comme suit :

- Une Direction Générale ;
- Une Direction Technique ;
- Un Département des Infrastructures et du Développement Urbain (DIDU) ;
- Un Département des Aménagements et du Développement Rural (DADER) ;
- Un Département, Prospection et Développement (DPD).

Les départements sont soutenus par des services et cellules techniques qui sont :

- Le secrétariat de direction ;
- Le secrétariat des départements techniques ;
- Les services topographie et dessin ;
- Le service administratif et financier.

La figure 1 présente l'organigramme de la structure.

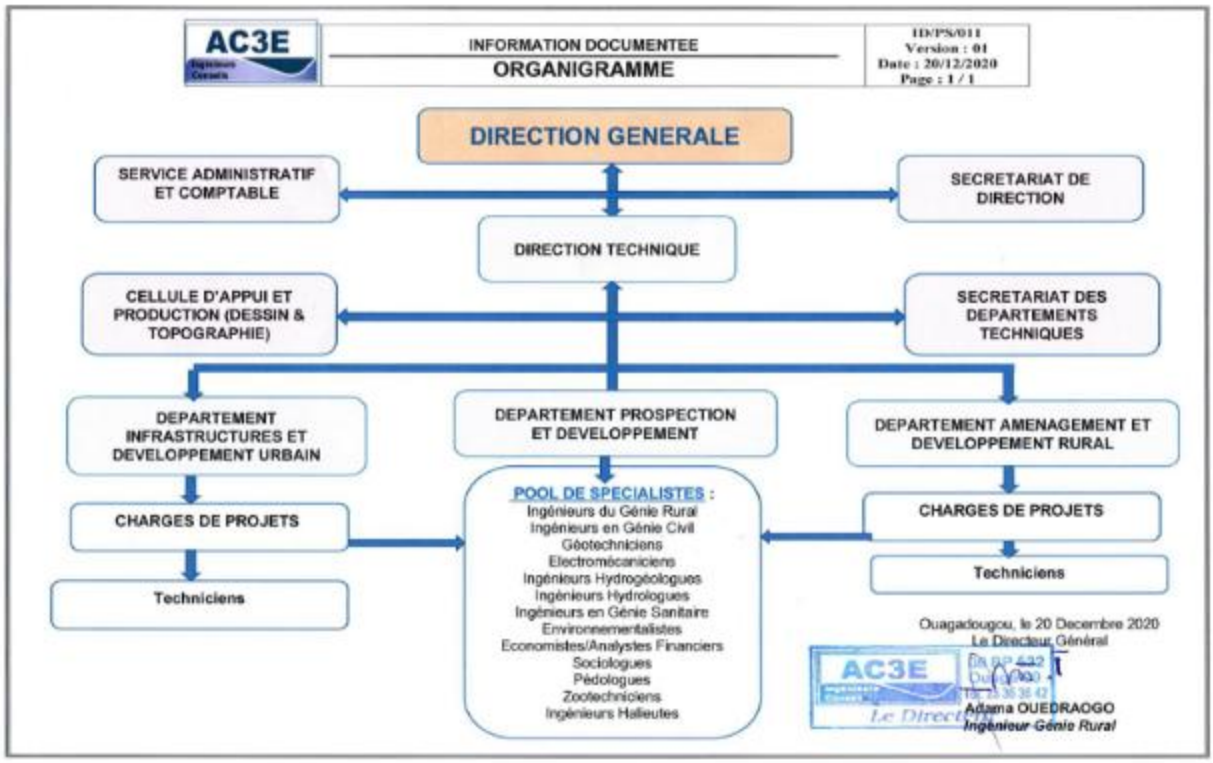


Figure 1: Organigramme de AC3E

I.2. Présentation de la localité du projet

Les informations de la présente présentation sont tirées du Plan Communal de Dédougou.

I.2.1. Situation géographique

Situé à environ 4 km au nord de Dédougou, sur la route nationale N°10, Passakongo est l'un des 37 villages rattachés à la commune urbaine de Dédougou. Il est entouré des villages voisins de Massala, Souakuy et Hapérékuy, ce qui lui confère une position de proximité immédiate avec le centre urbain.

Au cœur de la Boucle du Mouhoun, Dédougou est le chef-lieu de la province du Mouhoun et de la région. Elle s'étend sur une superficie de 1 352 km² et regroupe 07 secteurs urbains ainsi que ses 37 villages périphériques. Reliée à Ouagadougou par la route nationale N°14 et à Bobo Dioulasso par la route nationale N°10, Dédougou occupe une place stratégique dans le réseau routier du Burkina Faso.

Autour de cette commune urbaine gravitent plusieurs communes rurales qui structurent l'espace régional : Douroula, Sanaba, Bourasso, Sono, Gassan, Ouarkoye, Kona et Safané. Chacune de ces communes contribue à l'organisation territoriale et au dynamisme socio-économique de la région.

La figure 2 présente la situation géographique des villages concernés.

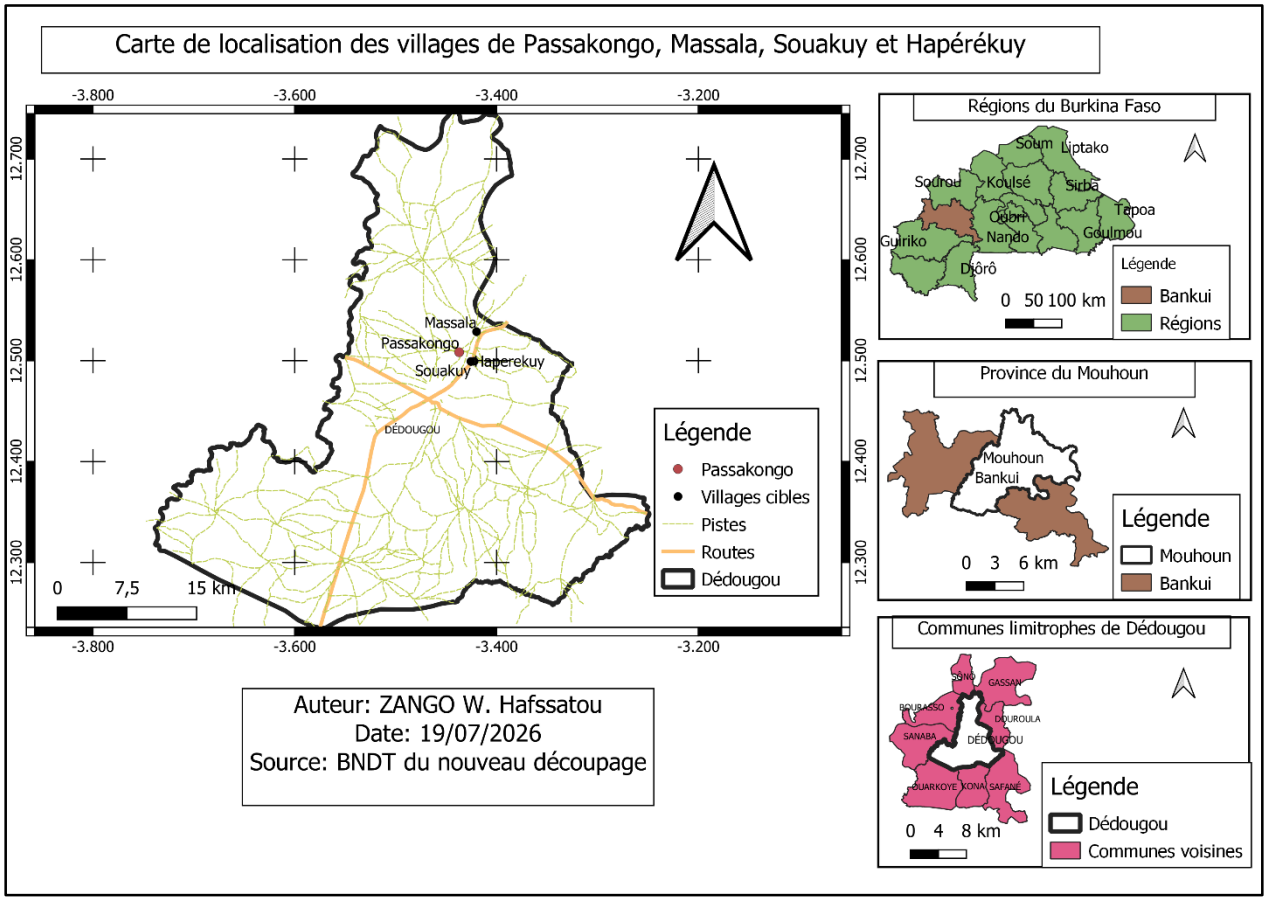


Figure 2: Carte de localisation de la zone étudiée

I.2.2. Description du milieu physique

❖ **Relief et sols**

Le relief est assez monotone (peu accidenté) avec une altitude moyenne de 300 m avec cependant une succession de croupes molles et de vallons évasés. Il est parsemé d'affleurements de grès plus ou moins escarpés par endroit.

Trois types de sols sont rencontrés dans cette zone :

- Les sols ferrugineux tropicaux constitués de sols sableux en surface et argileux gravillonnaires vers les horizons du fond ;
- Les sols peu évolués constitués, soit sur des matériaux gravillonnaires de roche en altération, soit sur une cuirasse ferrugineuse ;
- Les sols hydromorphes implantés sur des matériaux à caractère argilo-sableux.

❖ **Climat**

A l'instar du reste de la commune de Dédougou, Passakongo, Massala, Souakuy et Hapérékuy ont un climat soudanien marqué par deux saisons bien distinctes à savoir une saison sèche et une saison pluvieuse régie par les précipitations, la température, l'humidité, le régime éolien, l'ensoleillement, etc. Les précipitations annuelles sont comprises entre 700 et 1000 mm et la saison pluvieuse débute en mai et finit en septembre, soit environ 5 mois de pluie. Les températures sont modérées avec une valeur moyenne de 29°C. Elles varient selon les saisons déterminant ainsi les périodes chaudes et les périodes fraiches. Le régime éolien est marqué par l'harmattan pendant la saison sèche et la mousson le remplace progressivement au cours de l'année. Le degré d'ensoleillement varie en fonction de la saison ; la durée maximale journalière d'insolation est généralement observée durant le mois de mars et peut atteindre 4 à 8 heures.(1)

❖ **Couvert végétal**

La végétation de la commune est constituée d'une savane arbustive avec quelques arbres. Les espèces arborescentes rencontrées sont le karité (Vitellaria paradoxa), le néré (Parkia biglobosa), acacia (Robinia pseudoacacia), le neem (Azadirachta indica), etc. Elle connait une dégradation progressive où la pression humaine et les aléas climatiques réduisent la densité et la diversité des espèces.

❖ **Faune**

La faune des localités ciblées est caractérisée comme dans presque toutes les zones rurales de Dédougou d'espèces domestiques (volaille, bovins, ovins, caprins) et de petite faune sauvage (calaos, pintades sauvages, perdrix, tourterelles). Cette petite faune connait une régression remarquable en effectif et en diversité d'espèces due à l'action anthropique et la dégradation du couvert végétal.

❖ **Hydrographie et hydrogéologie**

Passakongo, Massala, Souakuy et Hapérékuy ne sont pas directement liés au grand fleuve du Mouhoun. L'hydrographie est caractérisée par une forte dépendance des précipitations ce qui permet de bénéficier de mares temporaires et de bas-fond qui se remplissent en saison des pluies et servent d'abreuvement pour le bétail et certaines cultures de crue.

I.2.3. Description du milieu humain

❖ **Analyse démographique**

En se référant au dernier fichier des localités du Burkina Faso et de la monographie de la boucle du Mouhoun (2,3), la population de Passakongo est estimée à 4284 habitants dont 2213 hommes et 2071 femmes ; celle de Massala est estimée à 3071 habitants dont 1567 hommes et 1504 femmes ; celle de Souakuy est évaluée à 235 habitants dont 120 hommes et 115 femmes ; et celle de Hapérékuy est évaluée à 145 habitants dont 71 hommes et 74 femmes. On estime donc un total de 7735 habitants. Selon les projections avec un taux de croissance de 2,4%, on estime la population totale à 9132 habitants en 2026.

❖ **Analyse des activités socio-économiques**

Plusieurs activités sont menées dans les localités ciblées de la commune de Dédougou. Les plus fréquentes sont l'agriculture vivrière et économique, l'élevage, l'artisanat local.

Les cultures dominantes sont le mil, le niébé, le sorgho, le maïs. Ce type de culture est destiné à l'autoconsommation. En parallèle, le coton, le sésame, l'arachide constituent le lot des cultures de rente destinées à la commercialisation.

L'élevage des bovins, ovins, caprins et l'artisanat local complètent ces activités en apportant des revenus supplémentaires et en renforçant la sécurité alimentaire des habitants.

II. PRESENTATION DU PROJET

II.1. Contexte et justification

L'eau, source essentielle pour la survie est au cœur du développement socioéconomique, de la production d'énergie et d'aliments. L'absence d'eau et d'assainissement est l'une des illustrations les plus accablantes de la pauvreté qui mobilise les Etats depuis des décennies. L'accès à l'eau potable et à l'assainissement doit donc être une priorité pour toutes les Nations et en particulier pour celles en voie de développement comme le Burkina Faso.

Afin de trouver des solutions adéquates pour ce défi, le Burkina Faso s'est doté du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030) qui vise à assurer une gestion intégrée, durable et équitable des ressources en eau. De ce fait, le Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources animales et Halieutiques (MAERAH) (ex Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA)) conduit, à travers ses services techniques, des projets visant la mobilisation, la valorisation et la distribution des ressources en eau à travers la construction d'infrastructures d'hydraulique et d'assainissement. L'enjeu majeur est donc de satisfaire les besoins en eau des populations en quantité et en qualité contribuant ainsi à la réalisation de l'Objectif de Développement Durable (ODD6).

Dans la province du Mouhoun et particulièrement dans les villages de Dédougou, des enquêtes sociales menées par l'Inventaire National des Ouvrages (INO 2024) ont révélé que les systèmes de desserte d'eau potable à savoir les Points d'Eau Modernes (PEM) et les forages équipés de pompes à motricité humaine (PMH) restent insuffisants avec une capacité et une fiabilité limitées vu la pression démographique que subit la zone. On note donc dans ces villages un taux d'accès inférieur à 70% en fonction de l'état des forages, ce qui occasionne une surcharge sur les systèmes d'eau relativement en bon état. De plus d'après INO 2024, les habitants parcourent toujours en moyenne 400-600 m pour atteindre un point d'eau, ce qui dépasse la norme nationale (inférieure ou égale à 500 m).

C'est ainsi que le projet BID-UEMOA d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural a été mis en place et le Burkina Faso a obtenu un prêt auprès de la Banque Islamique du Développement

(BID) pour le financement des études et du suivi contrôle des travaux de réalisation des ouvrages du Programme National pour l'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) dans certains villages des régions citées.

Dans ce contexte, se pose la question : comment concevoir un Système d'Adduction d'Eau Potable Multi-Villages techniquement fiable, économiquement viable et durable, capable de satisfaire les besoins actuels et futurs en eau potable des populations, tout en tenant compte des contraintes institutionnelles et de gestion communautaire ?

L'organe d'exécution du projet est le Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources animales et Halieutiques (MAERAH). La coordination générale de la mise en œuvre du projet est assurée par la Direction Générale de l'Office Nationale des Barrages et des Aménagements Hydrauliques (ONBAH) ex Agence d'Exécution des Travaux Eau et Equipement Rural (AGETEER) et l'Unité de Gestion du Projet (UGP). Les services techniques en charge de l'eau et de l'assainissement au niveau régional sont les structures déconcentrées du ministère chargées de suivre quotidiennement les activités du programme sur le terrain. L'exécution des travaux est confiée à des entreprises privées.

A la suite d'un appel à concurrence lancé par l'ONBAH, Maître d'Ouvrage Délégué agissant pour le compte du Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources animales et Halieutiques (MAERAH), le groupement de bureaux d'études AC3E/BREESS a été recruté pour la réalisation des études et supervision des travaux d'hydraulique et d'assainissement dans les régions de la Boucle du Mouhoun et des Hauts Bassins. C'est dans ce cadre que, l'Agence Conseils pour l'Equipement, l'Eau et l'Environnement (AC3E), structure d'accueil au sein de laquelle nous effectuons notre stage de fin de cycle Master, contribue à réaliser les études APD de trente-deux (32) AEPS dont douze (12) dans la région de Bankui et 20 dans la région de Guiriko (ex Hauts Bassins).

Notre mémoire, portera sur l'Etude Technique de conception d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi-Villages à Passakongo (commune de Dédougou, Burkina Faso).

II.2. Objectifs du projet

II.2.1. Objectif global

L'objectif ultime de ce projet est de contribuer à l'amélioration de la desserte en eau à Passakongo et dans les villages ciblés à travers la conception d'un système d'approvisionnement en eau fiable et durable.

II.2.2. Objectifs spécifiques

Spécifiquement il s'agira de :

- Concevoir le système d'AEPMV ;
- Suggérer une étude financière du projet ;
- Proposer un système de gestion durable et une étude d'impact environnemental et social.

II.2.3. Résultats attendus

Les résultats attendus de ce projet sont :

- La conception du système d'AEPMV est proposée ;
- L'étude financière du projet est établie ;
- Un système de gestion durable de l'AEPMV est proposé ainsi qu'une étude d'impact environnemental et social.

II.3. Etat des lieux de l'approvisionnement en eau de la localité

La localité de Passakongo dispose, selon les informations obtenues de seize (16) forages équipés de pompes à motricité humaine (PMH) pratiquement non fonctionnels. Ces PMH sont utilisées par la population essentiellement pour les besoins domestiques (boisson et cuisine).

Aussi, il existe un forage de 10 m3/h non exploité qui sera utilisé au début de notre projet d'approvisionnement en eau.(4)

III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

La méthodologie adoptée pour cette étude se résume en ces différentes étapes qui suivent.

III.1. Recherche bibliographique

Cette étape consiste à se procurer tous les documents en relation avec notre étude. Il s'agit du Plan Communale de Développement (PCD) de Dédougou, du RGPH 2019, du rapport socio-économique de la zone, etc.

En plus de ces documents, nous avons parcouru des sites sur internet et des anciens mémoires portants sur des thèmes similaires afin d'obtenir plus d'informations et de rendre notre travail consistant et de bonne qualité.

III.2. Collecte de données de terrain

Nous n'avions pas pu effectuer de visites terrain mais nous avions pu collecter les données nécessaires pour notre étude avec le bureau qui nous a accueilli pour le stage. De ce fait, nous avons obtenu les données topographiques, les coordonnées du forage, les coordonnées du château d'eau, etc.

III.3. Traitement et Analyse des données

Cette partie consiste à faire une analyse du rapport socio-économique de la zone concernée et de traiter les informations collectées sur le terrain.

Le rapport socio-économique a fait ressortir le nombre de PMH existants, la consommation spécifique des habitants, le taux d'accès à l'eau potable dans la zone, la source d'énergie de la zone, le nombre de personnes intéressées par les BP et BF, etc. Le tableau 1 renseigne les logiciels utilisés pour le traitement des données.

Tableau 1: Matériel utilisé pour le traitement des données

Logiciels	Utilisation
Google earth Pro	Pour la visualisation de la zone d'étude
Global Mapper	Pour la conversions des différents fichiers
AUTOCAD/CIVIL 3D	Pour le tracé du réseau et des profils en long

QGIS	Pour la réalisation des cartes
Epacad	Pour la conversion du fichier AUTOCAD en fichier conforme pour Epanet
Epanet	Pour la simulation du réseau
Excel	Pour les différents calculs
Word	Pour la rédaction du mémoire

III.4. Conception du réseau

❖ Type de réseau

Pour l'adduction, il est réalisé un certain nombre de forages afin de couvrir les besoins de la population. Dans l'immédiat, nous avons considéré le forage de 10 m3/h existant qui pourra satisfaire les besoins des populations jusqu'à un certain temps et envisager par la suite la réalisation d'autres forages. Ce forage est équipé d'une pompe immergée qui refoulera dans un château à partir d'une conduite de refoulement.

Le type de réseau de distribution est choisi en fonction de la configuration de la zone. Dans notre situation, un réseau maillé ne serait pas adapté pour le réseau de distribution vu la répartition des habitations et l'absence de plan cadastral dans la zone d'étude. Nous avons opté pour un réseau ramifié avec des branchements particuliers, des bornes fontaines et des abreuvoirs.

❖ Tracé du réseau

Le tracé du réseau s'est fait avec le logiciel AutoCad et Civil 3D en se basant sur la configuration de la zone, les levées topographiques en évitant les obstacles tels que les habitations et les trous. Selon le rapport social, les habitants souhaiteraient avoir plus de branchements particuliers donc le réseau sera plus constitué de branchements particuliers que de bornes fontaines.

III.5. Définition des hypothèses de calculs

❖ Horizon du projet

Ce système est conçu afin de satisfaire la population en besoins en eau à l'horizon 2047 soit une durée de vie de 20 ans à partir de l'année de mise en service qui est de 2027.

❖ Taux de raccordement

Pour le taux de raccordement, il est appliqué les normes du PN-AEP. En 2017, le taux de raccordement était de 65,30% et avec une variation annuelle de 3,33% nous atteindrons 100% qui est la valeur maximale en 2030 comme le stipule le PN-AEP. A partir de 2030, le taux restera constant jusqu'à l'horizon du projet.(5)

❖ Consommation spécifique

Selon le rapport des enquêtes sociales de 2017, il est révélé que la population concernée a une consommation spécifique en eau très faible moyennant 7 l/j/hbt. Mais au fil du temps, cette consommation pourrait augmenter du fait de la venue d'un nouveau système d'approvisionnement et de la connaissance des effets positifs de consommation d'une eau potable sur la santé. De ce fait, nous avons opté pour une consommation spécifique de 25 l/j/hbt pour les bornes fontaines et 40 l/j/hbt pour les branchements particuliers selon le décret N°2019-0204/PRES/¨PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS de 2019(6).

❖ Caractéristiques des Bornes fontaines

Selon le PN-AEP, il est recommandé 500 habitants par borne fontaine en milieu rural et la distance à parcourir pour l'atteindre est de 500 m. Nous avons appliqué cette donnée à notre étude.

❖ Vitesses d'écoulement dans les conduites

Afin d'éviter l'érosion des conduites dues aux grandes vitesses et les dépôts de sédiments dus aux petites vitesses, nous avons considéré un intervalle de 0,3 à 1m/s pour les conduites de distribution et un intervalle de 0,6 à 1,2 m/s pour la conduite de refoulement.

❖ **Pression nominale et Pression de service**

La pression nominale est la pression de service admissible que peut supporter une conduite. Elle est généralement indiquée par le fabriquant. Elle est comprise entre 6 et 25 bars. Pour notre étude, nous optons pour des conduites en PEHD de PN 10 pour la distribution et PN 16 pour le refoulement(7).

La pression de service est la pression prévue pour l'exploitation quotidienne. C'est la pression qui arrive chez les consommateurs. Nous retenons 6 mCE pour notre projet.

❖ **Rendement du réseau**

Le rendement est un indice important dans le dimensionnement d'un système d'AEP. Il est nécessaire de le prendre en compte afin d'éviter un sous dimensionnement du réseau. Nous avons évalué les pertes à 10% donc un rendement de 90% à l'horizon du projet.

❖ **Temps de pompage**

Le temps de pompage est fonction de la source d'eau et du type d'énergie utilisé. Pour notre cas il s'agit d'un forage et nous avons considéré deux sources d'énergie : une énergie solaire de 6h et une énergie publique (SONABEL) de 14h. Nous aurons donc un temps de pompage de 20h.

III.6. Estimation de la population de la zone concernée

Pour connaitre la population à desservir jusqu'à l'horizon du projet, l'estimation par une base de donnée statique avec un taux de croissance est une étape importante. Nous avons utilisé le modèle de croissance géométrique pour notre étude.

$$\boldsymbol{P_n = P_0(1+\alpha)^n} \quad \boldsymbol{(1)}$$

- P_n : Population à l'année du projet
- P_0 : Population à l'année de référence
- α : Taux de croissance de la population
- n : Nombre d'années

III.7. Estimation des besoins et demandes en eau

❖ **Besoins domestiques**

Ils sont estimés en fonction de la population, de la consommation spécifique et du taux de raccordement des branchements particuliers et des bornes fontaines. Ces besoins s'obtiennent par la formule suivante :

$$\boldsymbol{B_D = \frac{P \times T_{BP} \times C_{S/BP} + P \times T_{BF} \times C_{S/BF}}{1000}} \quad \boldsymbol{(2)}$$

- B_D : Besoins domestiques en m^3/j
- P : Populations en hbts
- T_{BP} : Taux de raccordement des branchements privés en %
- $C_{S/BP}$: Consommation spécifique pour branchement privé en l/j/hbt
- T_{BF} : Taux de raccordement des bornes fontaines en %
- $C_{S/BF}$: Consommation spécifique pour borne fontaine en l/j/hbt

❖ **Besoins annexes**

Les besoins annexes concernent l'agriculture, l'élevage et certaines structures publiques. Ils sont estimés à 10% des besoins domestiques afin d'éviter un surdimensionnement.

$$\boldsymbol{B_A = B_D \times 0,10} \quad \boldsymbol{(3)}$$

- B_A : Besoins annexes en m^3/j
- B_D : Besoins domestiques m^3/j

❖ **Besoins journaliers moyens**

C'est la somme des besoins domestiques et des besoins annexes.

$$\boldsymbol{B_{jm} = B_D + B_A} \quad \boldsymbol{(4)}$$

- B_{jm} : Besoins journaliers moyens en m^3/j
- B_D : Besoins domestiques m^3/j
- B_A : Besoins annexes en m^3/j

❖ **Coefficient de pointe journalière**

Il est obtenu en faisant le rapport de la consommation maximale du jour de pointe sur la consommation moyenne du mois de pointe. Il est compris entre 1,05 et 1,15. Nous avons pris un coefficient de 1,1 pour notre étude.

❖ **Coefficient de pointe horaire**

Ce coefficient traduit les habitudes des consommateurs durant la journée. Il est compris entre 1,5 et 3 et peut se calculer à travers la formule empirique suivante :

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

- C_{ph} : Coefficient de pointe horaire
- Q_{mh} : Débit moyen horaire en m^3/h

❖ **Besoins de pointe journalière**

Les besoins de pointe journalière sont estimés en prenant en compte le coefficient de pointe journalière.

$$\boldsymbol{B_{Pj} = B_{jm} \times C_{Pj}} \quad (6)$$

- B_{Pj} : Besoins de pointe journalière en m^3/j
- B_{jm} : Besoins journaliers moyens en m^3/j
- C_{Pj} : Coefficient de pointe journalière

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

C'est la demande qu'il faut pour satisfaire les besoins de la population. Elle est obtenue en prenant en compte le rendement du réseau.

$$\boldsymbol{D_{Pj} = \frac{B_{Pj}}{\eta}} \quad (7)$$

- D_{Pj} : Demande en eau du jour de pointe en m^3/j
- B_{Pj} : Besoins de pointe journalière en m^3/j
- η : rendement du réseau en %

III.8. Estimation des débits de dimensionnement

❖ **Débit d'adduction**

Il représente le débit qui sera amené dans la conduite de refoulement. On le calcule en faisant le rapport de la demande en eau du jour de pointe sur le temps de pompage.

$$\boldsymbol{Q_{add} = \frac{D_{Pj}}{T_P}} \quad (\mathbf{8})$$

- Q_{add} : Débit d'adduction en m^3/h
- D_{Pj} : Demande en eau du jour de pointe en m^3/j
- T_P : Temps de pompage en h

❖ **Débit de pointe horaire des BF**

Les bornes fontaines sont munis de 3 robinets délivrant chacun un débit de 0,25 l/s donc le débit pour chaque borne fontaine est estimé à 0,75 l/s. Le débit de pointe des BF est obtenu par la formule suivante :

$$\boldsymbol{Q_{ph,BF} = Q_{ph/BF} \times n_{BF} \times 3,6} \quad (\mathbf{9})$$

- $Q_{ph,BF}$: Débit de pointe horaire des BF en m^3/h
- $Q_{ph/BF}$: Débit de pointe horaire d'une borne fontaine en l/s
- n_{BF} : Nombre de bornes fontaines

❖ **Débit de pointe horaire des BP**

Le débit de pointe horaire des BP est obtenu par la formule suivante :

$$\boldsymbol{Q_{ph,BP} = \frac{B_{mj,BP} \times C_{Pj} \times C_{ph}}{\eta \times T_d}} \quad (\mathbf{10})$$

- $Q_{ph,BP}$: Débit de pointe horaire des branchements privés en m^3/h
- $B_{mj,BP}$: Besoins moyens journaliers des bornes fontaines en m^3/j
- C_{Pj} : Coefficient de pointe journalière
- C_{ph} : Coefficient de pointe horaire
- η : rendement du réseau en %

- T_d : Temps de distribution en h

❖ **Débit de pointe horaire des abreuvoirs**

On considère le débit d'une borne fontaine pour le débit d'un abreuvoir c'est-à-dire 0,75 l/s vu que la zone est une zone d'élevage. Le débit de pointe horaire des abreuvoirs est obtenu par la formule suivante :

$$\boldsymbol{Q_{ph,ABV} = Q_{ph/\,ABV} \times n_{ABV} \times 3,6} \quad \boldsymbol{(11)}$$

- $Q_{ph,ABV}$: Débit de pointe horaire des abreuvoirs en m^3/h
- $Q_{ph/\,ABV}$: Débit de pointe horaire par abreuvoir en l/s
- n_{ABV} : nombre des abreuvoirs

❖ **Débit de pointe de distribution**

Il représente la somme des débits des BF, BP et des abreuvoirs.

$$\boldsymbol{Q_{ph,dist} = Q_{ph,BF} + Q_{ph,BP} + Q_{ph,ABV}} \quad \boldsymbol{(12)}$$

- $Q_{ph,dist}$: Débit de pointe de distribution en m^3/h
- $Q_{ph,BF}$: Débit de pointe horaire des BF en m^3/h
- $Q_{ph,BP}$: Débit de pointe horaire des branchements privés en m^3/h
- $Q_{ph,ABV}$: Débit de pointe horaire des abreuvoirs en m^3/h

III.9. Ressources en eau et système de captage

Les études géophysiques et hydrogéologiques qui ont été menées dans la localité de Passakongo ont montré que les eaux souterraines sont de très bonnes qualités et elles nécessitent un traitement par simple chloration. Nous avons donc opté pour des forages, des ouvrages très répandus en milieu rural et qui permettent de préserver la qualité de l'eau. En plus les coûts de réalisation et d'entretien sont à portée.

III.10. Dimensionnement des réseaux

❖ **Réseau d'adduction**

Ce réseau doit être capable d'amener l'eau du forage jusqu'au château d'eau.

Nous avons utilisé les formules empiriques pour le calcul du diamètre de la conduite de refoulement.

Bresse : D = 1,5Q^0,5

Bresse modifié : D = 0,8Q^1/3

Munier : D = (1+0,02n) Q^0,5

Formule de Bonnin : D = Q^0,5

A.Bedjaoui, Pr. B. Achour, M. T. Bouziane : D = 1,27Q^0,5

- D : Diamètre théorique en m
- Q : Débit d'adduction en m^3/s ; n : nombre d'heures de pompage en h

La formule de Darcy-Weisbach est utilisée pour le calcul des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H = \frac{8 \times \lambda \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5} \times L \quad (13)$$

- ΔH : Pertes de charge en m
- λ : Coefficient de pertes de charge
- Q : Débit d'adduction en m^3/s
- g : Constante de pesanteur en m/s^2
- D : Diamètre intérieur en m
- L : Longueur de la conduite en m

λ est calculé avec la formule de Colebrook suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -log\left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \quad (14)$$

- k : rugosité de la conduite en m
- D : Diamètre intérieur en m
- Re : Nombre de Reynolds

Avec

$$\boldsymbol{Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times D \times \nu}}$$

- Q : Débit d'adduction en m^3/s
- D : Diamètre intérieur en m
- ν : viscosité cinématique en m^2/s

La vitesse dans la conduite est calculée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}} \quad \boldsymbol{(15)}$$

- V : Vitesse en m/s
- Q : Débit d'adduction en m^3/s
- D : Diamètre intérieur en m

La condition de Flamant doit être respectée :

$$\boldsymbol{V \leq D + 0,6} \quad \boldsymbol{(16)}$$

- V : Vitesse en m/s
- D : Diamètre intérieur en m

❖ **Réseau de distribution**

Un réseau de distribution est un ensemble composé de canalisations, de robinetteries, d'appareils hydrauliques, d'ouvrages de Génie Civil qui permet d'assurer l'alimentation en eau potable d'une localité en toute saison et à toute heure.(8) Notre réseau est un réseau ramifié avec des bornes fontaines et des abreuvoirs. Il est dimensionné à l'horizon du projet avec le débit de distribution de pointe horaire. Généralement, dimensionner un réseau de distribution ramifié revient à déterminer les débits dans les tronçons, les diamètres des canalisations, les pertes de charges, les vitesses d'écoulement, les pressions aux nœuds. Pour y arriver, nous avons procédé de la manière suivante :

- **Détermination des débits fictifs**

Nous avons d'abord déterminé les débits en route sur les tronçons qui ont des dessertes en route et aussi les débits prélevés aux nœuds avals qui nous permettront de calculer les débits fictifs. Nous avons utilisé les formules suivantes :

$$\boldsymbol{Q_{linéique} = \frac{Q_{dist,BP}}{L_{BP}}} \quad \textbf{(17)}$$

$$\boldsymbol{Q_{route} = Q_{linéique} \times L_i} \quad \textbf{(18)}$$

$$\boldsymbol{Q_{fictif} = 0,55 \times Q_{route} + \Sigma Q_{prél,aval}} \quad \textbf{(19)}$$

- $Q_{linéique}$: Débit linéique en m^3/s
- $Q_{dist,BP}$: Débit de distribution des branchements privés en m^3/s
- L_{BP} : Longueur total des branchements privés en m
- Q_{route} : Débit en route dans les tronçons en m^3/s
- L_i : Longueur de chaque tronçon en m
- Q_{fictif} : Débit fictif en m^3/s
- $Q_{prél,aval}$: Débit prélevé au nœud aval en m^3/s

- **Calcul des diamètres théoriques et détermination des diamètres nominaux**

Les diamètres théoriques sont calculés à l'aide de la formule suivante :

$$\boldsymbol{D_{th} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{fictif}}{\pi \times V}}} \quad \textbf{(20)}$$

- D_{th} : Diamètre théorique en m
- Q_{fictif} : Débit fictif en m^3/s
- V : Vitesse en m/s

Les diamètres intérieurs et nominaux sont choisis sur le catalogue des tubes PVC-PE en respectant la pression nominale choisie.

- **Calcul des pertes de charge**

La formule de Darcy-Weisbach est utilisée pour le calcul des pertes de charges linéaires et nous en prendrons 10% pour les pertes de charge singulières.

$$\Delta H = \frac{8 \times \lambda \times Q_{fictif}^{\ 2}}{g \times \pi^2 \times D^5} \times L \times 1,1 \quad (21)$$

- ΔH : Pertes de charge en m
- λ : Coefficient de pertes de charge
- Q_{fictif} : Débit fictif en m^3/s
- g : Constante de pesanteur en m/s^2
- D : Diamètre intérieur en m
- L : Longueur de la conduite en m

λ sera calculé avec la formule de Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -log\left(\frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}}\right) \quad (22)$$

- k : rugosité de la conduite en m
- D : Diamètre intérieur en m
- Re : Nombre de Reynolds

Avec

$$Re = \frac{4 \times Q_{fictif}}{\pi \times D \times \nu} \quad (23)$$

- Q_{fictif} : Débit fictif en m^3/s
- D : Diamètre intérieur en m
- ν : viscosité cinématique en m^2/s

- **Calcul des cotes piézométriques imposées à chaque nœud**

Nous avons obtenu les cotes piézométriques imposées à chaque nœud par la formule suivante :

$$H_{imp}^{i} = Z_{aval}^{i} + \sum_{i}^{Tr} \Delta H + P_{ser,mini}^{i} \quad (24)$$

- H_{imp}^{i} : Cote piézométrique imposée à un nœud en m
- Z_{aval}^{i} : Cote TN aval d'un tronçon en m
- $\sum_{i}^{Tr} \Delta H$: Somme des pertes de charges sur un tronçon en m
- $P_{ser,mini}^{i}$: Pression de service minimale en m

- **Détermination de la cote piézométrique minimale en tête de réseau**

La cote piézométrique minimale en tête de réseau correspond à la hauteur d'eau qu'il faut garantir au point le plus défavorisé pour assurer un service continu et conforme. En pratique, elle doit être suffisante pour garantir la pression de service minimale (6 mCE). Elle est la cote maximale des cotes piézométriques imposées à un nœud.

$$\boldsymbol{Cote\ minimale\ du\ radier = Max\left(H_{imp}^{i}\right)} \ \boldsymbol{(25)}$$

- $Cote\ minimale\ du\ radier$: Cote piézométrique minimale en tête de réseau en m
- $Max\left(H_{imp}^{i}\right)$: Cote maximale des cotes piézométriques imposées à un nœud en m

- **Calcul des pressions aux nœuds**

La pression réelle à chaque nœud est donnée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{P_{réelle} = Cote\ minimale\ du\ radier - Z_{aval}^{i} - \sum_{i}^{Tr} \Delta H} \ \ \boldsymbol{(26)}$$

- $Cote\ minimale\ du\ radier$: Cote piézométrique minimale en tête de réseau en m
- $Max\left(H_{imp}^{i}\right)$: Cote maximale des cotes piézométriques imposées à un nœud en m
- Z_{aval}^{i} : Cote TN aval d'un tronçon en m
- $\sum_{i}^{Tr} \Delta H$: Somme des pertes de charges sur un tronçon en m

- **Calcul des vitesses d'écoulement**

La vitesse dans chaque conduite est calculée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{V = \frac{4 \times Q_{fictif}}{\pi \times D^{2}}} \ \ \boldsymbol{(27)}$$

- V : Vitesse en m/s
- Q : Débit fictif en m^3/s

- D : Diamètre intérieur en m

- **Adaptation des diamètres des conduites aux vitesses d'écoulement recommandées**

Il s'avère nécessaire de revenir sur les diamètres des conduites lorsque les vitesses ne respectent pas les recommandations. Il s'agit de diminuer le diamètre lorsque la vitesse est trop grande ou d'augmenter le diamètre lorsque la vitesse est trop petite.

III.11. Simulation du réseau de distribution sur EPANET

Nous avons vérifié le dimensionnement fait sur Excel avec le logiciel EPANET. La simulation nous permettra de comparer les résultats calculés et les résultats obtenus. Pour ce faire, le fichier AutoCad est transformé en fichier EPANET à l'aide de EPACAD et nous allons entrer les informations relatives au réseau c'est-à-dire la cote radier-réservoir, les longueurs des tronçons, les demandes aux nœuds, etc. Nous lancerons ensuite la simulation et nous comparerons enfin les vitesses d'écoulement, les pressions aux nœuds et les pertes de charge obtenus à ceux calculés.

III.12. Evaluation de la capacité du réservoir, du débit de la pompe doseuse, du volume de bac de chlore et vérification de la durée de contact de l'eau avec le chlore et du temps de séjour

❖ **Evaluation de la capacité du réservoir**

La capacité du réservoir est déterminée en utilisant deux méthodes : la méthode du tableau et la méthode forfaitaire. La méthode du tableau permet d'avoir la capacité du réservoir en période de faible consommation et dont l'excédent permettra de combler le déficit en forte période de consommation. La méthode forfaitaire est fonction du type d'adduction envisagée. On applique 10 à 30% de la demande journalière de pointe en adduction de jour durant les périodes de pointe afin d'obtenir la capacité nécessaire du réservoir.

Le type de réservoir, sa forme et ses dimensions dépendront de son volume. S'il est inférieur à 150 m^3, il sera en métallique de forme cylindrique ; s'il est supérieur à 150 m^3, il sera en béton armé de forme tronconique.

❖ **Détermination du débit de la pompe doseuse**

Pour les eaux de forage, on considère généralement une dose de 1,5 mg/l pour obtenir un chlore résiduel entre 0,5 et 1,5 mg/l. Nous avons utilisé une concentration d'hypochlorite de calcium de 5 g/l. Nous avons appliqué la formule suivante pour calculer le débit de la pompe doseuse :

$$\boldsymbol{q = \frac{d \times Q}{C}} \quad \textbf{(28)}$$

- q : Débit de la pompe doseuse en l/h
- d : dose de traitement en g/m^3
- Q : Débit d'eau brute en m^3/h
- C : Concentration d'hypochlorite de calcium en g/l

❖ **Détermination du volume de bac de chlore**

Le volume de bac de l'hypochlorite de calcium est déterminé par la formule suivante :

$$\boldsymbol{V = q \times T_f} \quad \textbf{(29)}$$

- V : Volume du bac de l'hypochlorite de calcium en l
- q : Débit de la pompe doseuse en l/h
- T_f : Temps de fonctionnement en h

❖ **Détermination de la durée de contact de l'eau avec le chlore**

Afin d'être efficace pour la désinfection de l'eau, le chlore doit avoir un temps minimal de contact avec l'eau de 2h. La durée de contact de l'eau avec le chlore est calculée de la manière suivante :

$$\boldsymbol{T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 2h} \quad \textbf{(30)}$$

- T_c : Temps de contact en h
- C_u : Capacité utile du réservoir m^3
- Q_{ph} : Débit de pointe horaire en m^3/h

❖ **Détermination du temps de séjour**

Exposé à l'air libre, le chlore perd son efficacité due à son pouvoir volatile. De ce fait, il est important que le temps de séjour n'excède pas 2 jours.

$$T_s = \frac{C_u}{Q_{mh}} \leq 2\ jours \quad (31)$$

- T_s : Temps de séjour en h
- C_u : Capacité utile du réservoir m^3
- Q_{mh}: Débit moyen horaire en m^3/h

III.13. Station de pompage et protection du réseau d'adduction

❖ **Station de pompage**

- **Détermination de la Hauteur Manométrique Totale (HMT)**

Le choix de la pompe nécessite une connaissance de la charge à vaincre pour refouler l'eau dans le réservoir. Cette charge appelée Hauteur Manométrique Totale est calculée de la manière suivante :

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H \quad (32)$$

Avec $H_{géo} = (Z_R - Z_{TN,f}) + ND + H_{radier} + H_S$ **(33)**

- HMT : Hauteur Manométrique Totale en m
- $H_{géo}$: Hauteur géométrique en m
- $\sum \Delta H$: Somme des pertes de charges en m
- Z_R : Cote au radier du réservoir en m
- $Z_{TN,f}$: Cote TN du forage en m
- ND : Niveau dynamique du forage en m
- H_{radier} : Hauteur sous radier du réservoir en m
- H_S : Hauteur de l'eau dans le réservoir en m

- **Choix du type de pompe**

Le choix du type de pompe se fait en fonction de la Hauteur Manométrique Totale et du débit d'exploitation du forage. Nous avons fait notre choix parmi les pompes immergées GRUNDFOS, une marque de pompe très connue dans la sous- région(9). Nous avons fait ensuite le tracé des courbes caractéristiques de la pompe et de la conduite qui nous permettra d'avoir le point de fonctionnement de la pompe(10). Nous avons relevé enfin les caractéristiques du moteur adapté à cette pompe.

❖ Protection du réseau d'adduction

Les conduites sont très souvent confrontées à des variations brusques ou lentes de pression qui occasionnent leur rupture et cela est due soit à une manipulation de la vanne c'est-à-dire l'ouverture ou la fermeture de celle-ci soit à l'arrêt brusque ou au démarrage de la pompe. L'ensemble de ces variations porte le nom de coup de bélier, un phénomène presque inévitable s'il n'y a pas de protection. Afin de protéger la conduite de refoulement, il est important de vérifier si celui-ci est préjudiciable. Nous sommes passés par divers calculs afin d'atteindre cet objectif.

$$\boldsymbol{C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{\varepsilon}{E} \times \frac{D}{e})}}} \quad \boldsymbol{(34)}$$

- C : Célérité de l'onde en m/s
- ε : Module d'élasticité de l'eau en GPa
- ρ : Masse volumique de l'eau en kg/m^3
- E : Module d'élasticité de Young en GPa
- D : Diamètre intérieur en mm
- e : Epaisseur de la conduite en mm

$$\boldsymbol{\Delta P = \frac{C \times V_0}{g}} \quad \boldsymbol{(35)}$$

- ΔP : Variation de pression en m
- C : Célérité de l'onde en m/s
- V_0 : Vitesse moyenne de l'écoulement en m/s
- g : constante de pesanteur en m/s^2

De ce calcul, on peut vérifier le coup de bélier :

$$\boldsymbol{Si\ HMT + \Delta P - NDmax \geq 1,2 \times PN\ alors\ il\ y'a\ surpression} \quad \boldsymbol{(36)}$$

$$\boldsymbol{Si\ HMT - \Delta P - NDmax \leq -10,33\ m\ alors\ il\ y'a\ dépression} \quad \boldsymbol{(37)}$$

- HMT : Hauteur Manométrique Totale en m
- ΔP : Variation de pression en m

- $NDmax$: Niveau dynamique maximal en m
- PN : Pression nominale en mCE

III.14. Source d'alimentation énergétique du système

Le système d'AEPMV est alimenté d'un système solaire durant les heures de fort ensoleillement et le réseau SONABEL est chargé du reste de l'alimentation. En cas de défaillance d'une des sources, un groupe électrogène est mis en place afin de compléter l'énergie manquante.

❖ **Energie solaire**

- **Champ solaire**

Le système solaire est utilisé pendant six heures de temps afin de capter l'ensoleillement maximal. L'énergie électrique journalière qu'utilisera la pompe pour la fourniture en eau est calculée de la manière suivante :

$$\boldsymbol{E_{él,j} = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{3600 \times \eta_{p,m} \times \eta_{ond}} \times T_P} \quad \textbf{(38)}$$

- $E_{él,j}$: Energie électrique journalier en Wh
- ρ : Masse volumique en kg/m^3
- g : pesanteur en m/s^2
- Q : Débit pompé en m^3/h
- HMT : Hauteur Manométrique Totale en m
- $\eta_{p,m}$: Rendement pompe-moteur en %
- η_{ond} : Rendement de l'onduleur en %
- T_P : Temps de pompage solaire en h

La puissance crête du champ photovoltaïque est la puissance maximale que les panneaux photovoltaïques peuvent fournir. Elle est déterminée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{P_c = \frac{E_{él,j}}{H_{solaire} \times RP}} \quad \textbf{(39)}$$

- P_c : Puissance crête du champ photovoltaïque en Wc
- $E_{él,j}$: Energie électrique journalière en Wh

- $H_{solaire}$: Ensoleillement en kWh/m^2/j
- RP : rendement du champ photovoltaïque

Le nombre de modules nécessaire pour le champ PV est obtenu de la manière suivante :

$$\boldsymbol{N_{modules} = \frac{P_c}{P_{m,ph}}} \quad \textbf{(40)}$$

- $N_{modules}$: Nombre de modules
- P_c : Puissance crête du champ photovoltaïque en Wc
- $P_{m,ph}$: Puissance d'un module photovoltaïque en Wc

- **Onduleur**

L'onduleur est indispensable dans une installation photovoltaïque. Il permet de convertir le courant continu des panneaux solaires en courant alternatif pour alimenter le système de pompage. La puissance de l'onduleur est déterminée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{P_{ond} = \frac{P \times 1,1}{\eta_{m,p} \times Cos\ \varphi}} \quad \textbf{(41)}$$

- P_{ond} : Puissance de l'onduleur en kW
- P : Puissance du moteur de la pompe en kW
- $\eta_{m,p}$: rendement de la pompe-moteur en %

❖ **Groupe électrogène**

Nous rappelons qu'il est prévu un groupe électrogène pour le système en cas de défaillance des sources d'énergie prioritaires. La puissance du groupe électrogène est calculée par la formule suivante :

$$\boldsymbol{P_{app} = Max\left(2 \times N_P \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_P \times \eta_m \times Cos\varphi}; 2 \times N_P \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times Cos\varphi}{1000} \times 1,25\right)} \quad \textbf{(42)}$$

- P_{app} : Puissance apparente du groupe électrogène en kVA
- N_P : Nombre de pompe

- ρ : Masse volumique de l'eau en kg/m^3
- g : Pesanteur en m/s^2
- Q : Débit pompé en m^3/h
- HMT : Hauteur Manométrique Totale en m
- η_P : Rendement de la pompe en %
- η_m : Rendement du moteur en %
- U : tension en V
- I_n : Intensité nominale en A

III.15. Poses des conduites

Les conduites en approvisionnement en eau potable sont généralement enterrées avec des normes de profondeur et de largeur minimales. Cela permettra de les protéger contre les actions anthropiques et les effets climatiques. La largeur et la profondeur minimales de pose sont déterminées de la manière suivante :

$$\boldsymbol{l_{min} \geq D_{ext} + 0,4} \quad \textbf{(43)}$$

$$\boldsymbol{H_{min} \geq D_{ext} + 0,8} \quad \textbf{(44)}$$

- l_{min} : Largeur minimale de l'excavation en m
- D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite en m
- H_{min} : Profondeur minimale de pose en m

III.16. Etude financière du projet

L'estimation du coût de ce projet s'est faite sur la base du mercuriale des prix 2026 de Ouagadougou(11) et de Dédougou(12). L'ensemble des appareils et pièces du réseau, des ouvrages génie civil et autres sont listés avec leur coût unitaire, ce qui permettra d'avoir un coût global du projet.

Le coût de revient du m^3 de l'eau sera calculé par la formule suivante :

$$Côut\ de\ revient\ du\ m^3 = \frac{Charges\ d'exploitation + Amortissements}{Volume\ d'eau\ produit\ à\ l'échéance\ du\ projet} \quad (45)$$

IV. RESULTATS DE L'ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

IV.1. Evaluation de la population

Grâce au RGPH de 2019 qui nous donne la population en 2019, nous avons pu estimer la population de la zone ciblée à l'horizon du projet à travers la projection géométrique. Le tableau 2 montre l'évolution de la population jusqu'à l'horizon du projet avec les taux de desserte et les populations desservies.

Tableau 2: Evaluation de la population à desservir

Désignation	Passakongo	Massala	Hapérékuy	Souakuy	Total
Population selon le RGPH 2019	4284	3071	145	235	7735
Taux d'accroissement provincial	2,40%	2,40%	2,40%	2,40%	2,40%

Année de projection	2019	2026	2030	2040	2047
Taux de desserte (2016)	65,30%				
Variation annuelle du taux de desserte	3,33%				
Taux d'accroissement (2019)	2,40%				
Population à horizon	**7735**	**9132,00**	**10041,00**	**12728,00**	**15027,00**
Taux de desserte du SAEP	72,04%	90,61%	100%	100%	100%
Population desservie		8274	10041,00	12728,00	15027,00
Taux de desserte aux BF		41%	35,81%	25,52%	20,13%
Population desservie aux BF		**3393,00**	**3595,00**	**3248,00**	**3025,00**
Taux de desserte aux BP		49,61%	64,19%	74,48%	79,87%
Population desservie aux BP		**4105,00**	**6446,00**	**9480,00**	**12002,00**

De ce tableau, il en ressort que la population à desservir à l'horizon du projet est de 15027 habitants dont 12002 pour des dessertes en branchements privés et 3025 pour des dessertes en bornes fontaines.

IV.2. Estimation des besoins en eau, de la demande en eau, des débits d'adduction, de distribution

IV.2.1. Estimation des besoins en eau

L'estimation des besoins en eau est mentionnée dans le tableau 3. A l'horizon du projet les besoins sont estimés à 611,28 m^3/j.

Tableau 3 : Estimation des besoins en eau

Désignation	Unité	2026	2030	2040	2047
Population desservie par BF	Hbt	3393	3595	3248	3025
Consommation spécifique BF	l/j/hbt	10	25	25	25
Besoins BF	m^3/j	33,93	89,88	81,20	75,63
Population desservie par BP	Hbt	4105	6446	9480	12002
Consommation spécifique BP	l/j/hbt	15	40	40	40
Besoins BP	m^3/j	61,58	257,84	379,20	480,08
Besoins domestiques totaux	m^3/j	95,51	347,72	460,40	555,71
Besoins annexes (10%)	m^3/j	9,55	34,77	46,04	55,57
Besoins totaux	**m^3/j**	**105,06**	**382,49**	**506,44**	**611,28**

IV.2.2. Estimation de la demande en eau

La demande en eau au fil des années est montrée par le tableau 4. A l'horizon du projet, nous avons une demande journalière de pointe de 747,11 m^3/j.

Tableau 4: Estimation de la demande en eau

Désignation	Unité	2026	2030	2040	2047
Besoins journalier moyen	m^3/j	105,06	382,49	506,44	611,28
Coefficient de pointe journalier		1,1			
Besoins du jour de pointe	m^3/j	115,56	420,74	557,08	672,40
Rendement du réseau	%	90%	90%	90%	90%
Demande journalière de pointe	**m^3/j**	**128,40**	**467,48**	**618,98**	**747,11**

IV.2.3. Estimation des débits d'adduction et de distribution

Le tableau 5 montre l'estimation des débits d'adduction et de distribution.

Nous constatons qu'en 2026, le débit d'adduction est de 6,42 m^3/h et à l'horizon du projet elle monte à 37,36 m^3/h. En début de projet, nous avons à notre disposition un forage d'un débit de 10 m^3/h ; le reste du débit sera comblé au fil du temps avec plusieurs autres forages.

A la fin des calculs des débits, nous retenons un débit de distribution de 25,69 l/s soit 92,50 m^3/h. Les détails sont fournis dans le tableau 5.

Tableau 5: Estimation des débits d'adduction et de distribution

Désignation	Unité	2026	2030	2040	2047
Temps de pompage en adduction	h	20	20	20	20
Débit d'adduction	m^3/h	6,42	23,37	30,95	37,36
Temps de distribution BF	h	12	12	12	12
Débit de pointe horaire BF	l/s	2,40	6,36	5,74	5,35
Nombre de BF calculé		6,79	7,19	6,50	6,05
Nombre de BF retenu		7	7	7	7

Débit de pointe horaire par BF	l/s	0,34	0,91	0,82	0,76
Débit de pointe horaire par BF retenu	l/s	0,75	0,75	0,75	0,75
Débit de pointe horaire des BF retenu	l/s	5,25	5,25	5,25	5,25
Temps de distribution BP	h	24	24	24	24
Débit de pointe horaire BP	l/s	2,52	10,35	15,04	18,94
Débit de pointe des abreuvoirs	l/s	1,50	1,50	1,50	1,50
Débit de pointe horaire	l/s	7,77	15,60	20,29	25,69
Débit de pointe horaire	m^3/h	27,96	56,15	73,04	92,50

IV.3. Mobilisation de la ressource en eau

IV.3.1. Ressource en eau existante

Notre ressource en eau est une eau souterraine d'un forage de 10 m^3/h. Les informations sur ce forage sont consignées dans le tableau 6.

Tableau 6: Caractéristiques du forage

Localisation du forage	X :453293,014 / Y :1383186,634
Débit d'exploitation	10 m^3/h
Niveau dynamique	40 m
Profondeur	80 m

Un temps de pompage de 20h par jour est retenu pour son exploitation.

IV.3.2. Adéquation entre Demande et production

Avec un temps de pompage de 20h, nous avons une capacité de production de 200 m^3/j. Cette capacité ne comble pas les besoins de la population qui est de 747,11 m^3/j. Il faudrait donc ajouter des forages afin de combler le déficit. Le tableau 7 montre les écarts entre la production du forage existant et la demande des populations.

Tableau 7: Adéquation entre demande et production

Désignation	Unité	2026	2030	2040	2047
Débit du forage existant	m3/h	10			
Temps de pompage	h	20			
Volume d'eau potable disponible du forage	m3/j	200	200	200	200
Demande globale	m3/j	128,40	467,48	618,98	747,11
Demande à combler	m3/j	RAS	267,48	418,98	547,11

IV.4. Dimensionnement du réseau d'adduction par refoulement

Pour le dimensionnement du réseau d'adduction, nous avons utilisé des formules empiriques. Les résultats sont consignés dans le tableau 8.

Tableau 8: Dimensionnement du réseau d'adduction

Formule	Q (m3/s)	Dth (m)	DN (mm)	Dint (mm)	delta H (m)	V (m/s)	Condition de Flamant	Validité	PN
Bresse	0,0027	0,07906	110	90	0,228	0,44	0,69	OUI	16
Bresse modifié	0,0027	0,11246	140	114,6	0,063	0,27	0,71	OUI	16
Munier	0,0027	0,06535	90	73,6	0,666	0,65	0,67	OUI	16
Bonnin	0,0027	0,05270	75	61,4	1,759	0,94	0,66	NON	16
Bedjaoui	0,0027	0,06693	90	73,6	0,666	0,65	0,67	OUI	16

Après analyse des différentes formules, nous constatons que celle de Bedjaoui respecte les conditions de choix du diamètre c'est-à-dire vitesse comprise entre 0,6 et 1,2 m/s avec une vitesse

inférieure à la vitesse de la condition de Flamant. La conduite sera donc en PEHD PN16 de diamètre nominal 90 mm.

IV.5. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution est dimensionné à partir du débit de pointe horaire. On s'assure que les BF et les abreuvoirs aient les débits prévus et les tronçons sont dimensionnés de manière à avoir de bonnes vitesses d'écoulement et des pressions aux nœuds appréciables. La cote minimale pour placer le réservoir est déterminée. Elle permettra de connaitre la hauteur sous radier du réservoir afin d'assurer la pression de service minimale qui est de 6 mCE.

En somme, nous retenons des diamètres de conduites compris entre 63 et 250 mm en PEHD PN 10. Les pressions réelles aux nœuds sont comprises entre 6 et 19,79 mCE et les vitesses d'écoulement entre 0,31 et 0,87 m/s.

Le tableau 9 résume la longueur totale qu'il faut pour chaque DN.

Tableau 9: Longueur des DN du réseau de distribution

Diamètre Nominal (m)	Diamètre intérieur (m)	Longueur totale
DN63	55,4	4290
DN90	79,2	944
DN110	96,8	351
DN125	110,2	1243
DN140	123,4	610
DN160	141	122
DN180	158,6	989
DN250	220,2	92
Total	-	8641

IV.6. Simulation du réseau de distribution sur Epanet

IV.6.1. Simulation statistique

La modélisation statique effectuée sur Epanet fournit des informations essentielles sur la distribution des débits et des pressions. Elle permet de comparer les résultats du dimensionnement effectués sur excel avec ceux de Epanet.

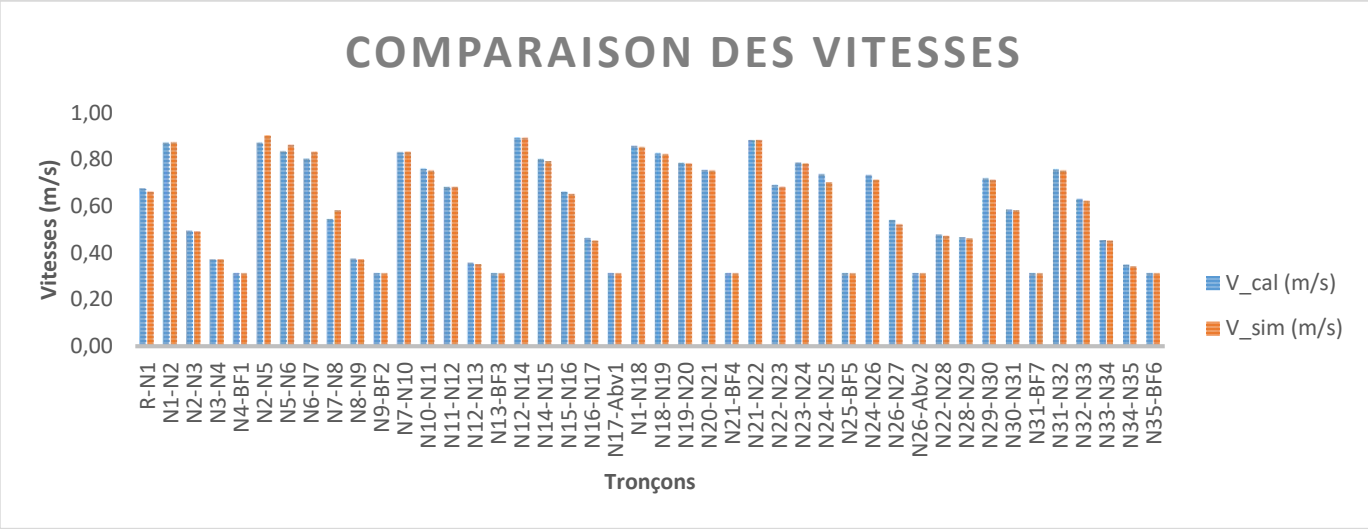


Figure 3: Comparaison des vitesses

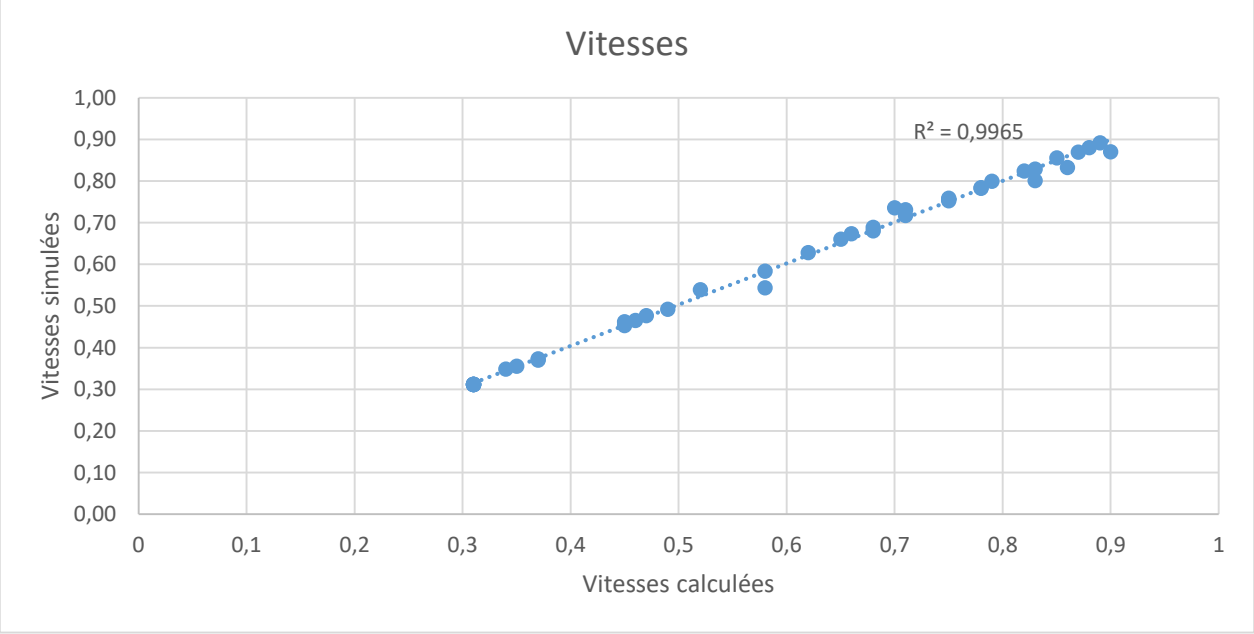


Figure 4: Coefficient de détermination de la précision des vitesses

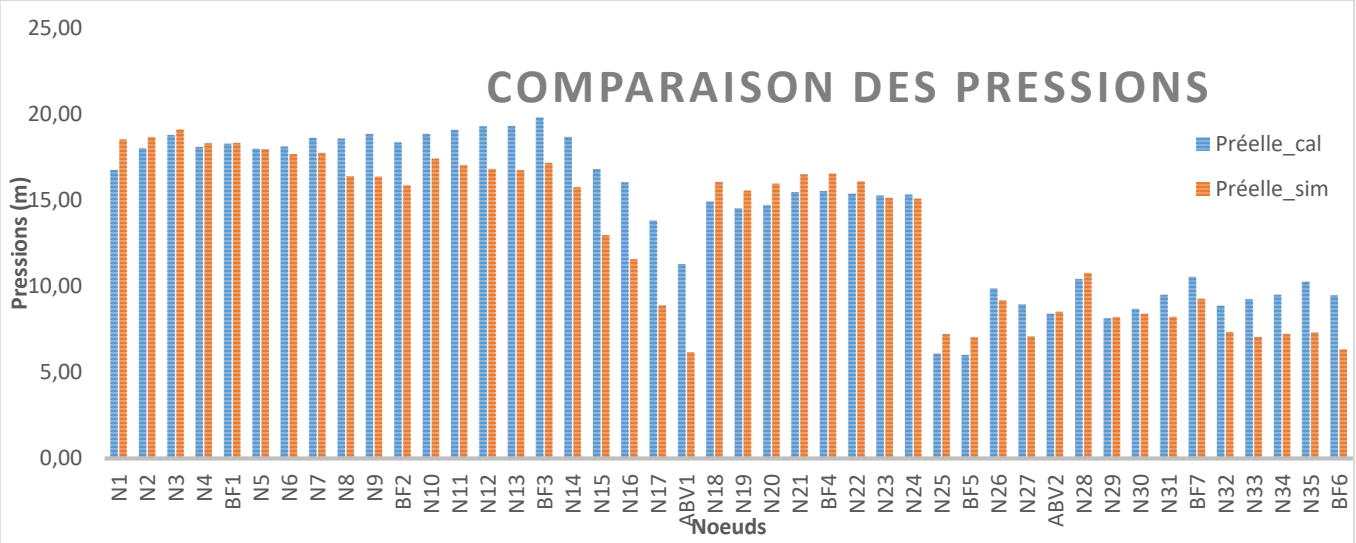


Figure 5: Comparaisons de pressions réelles au nœuds

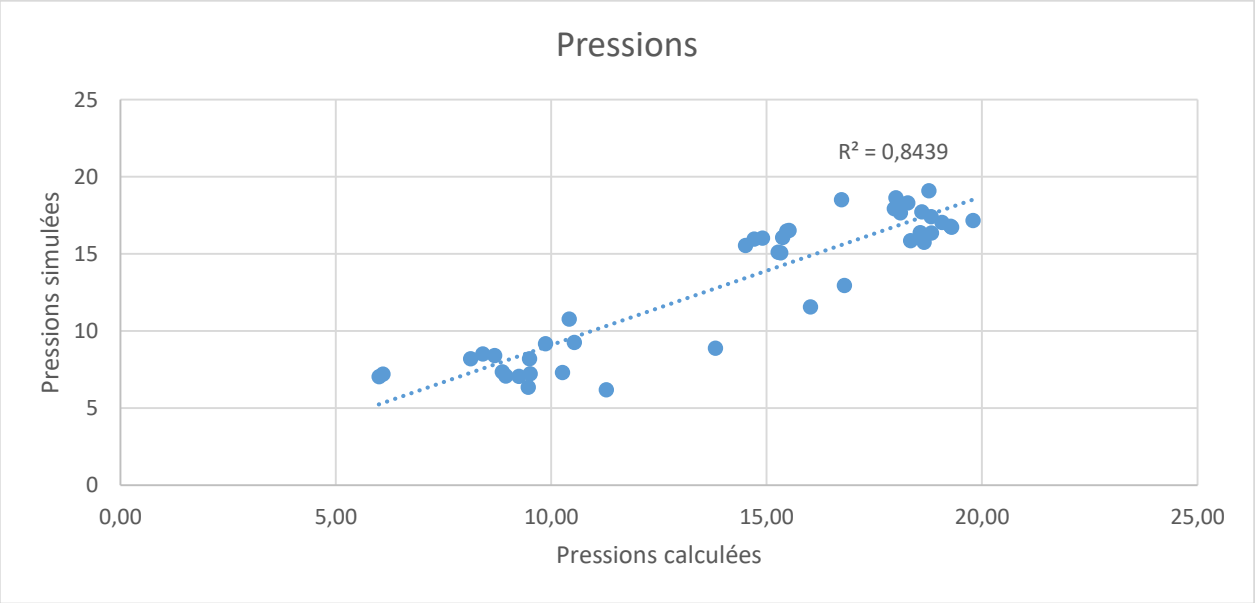


Figure 6: Coefficient de détermination de la précision des pressions réelles aux nœuds

De ces figures, on constate une similarité entre les résultats de la simulation sur Epanet et le dimensionnement sur Excel. Les vitesses simulées et calculées sur chaque tronçon sont sensiblement égales d'où un coefficient de détermination de précision R^2 très proche de 1. Pour les

pressions réelles, on remarque des différences assez remarquables sur certains nœuds ; néanmoins le coefficient de détermination de précision reste supérieur à 0,8 ce qui nous amène à dire que nous avons des résultats acceptables.

IV.6.2. Simulation longue durée ou permanente

Pour mieux analyser le comportement hydraulique du réseau, il est nécessaire de faire une simulation sur une longue durée(13). Nous prendrons en compte le débit à l'horizon du projet ; il sera appliqué à la bâche comme la source d'eau de la simulation. Le niveau et les caractéristiques du château, les coefficients de consommation seront également pris en compte. Les données d'entrées pour cette simulation sont :

- Une simulation d'une durée de 72h ;
- Des intervalles de temps d'une heure pour la courbe de modulation ;
- Des facteurs de multiplication qui correspondent sensiblement aux habitudes de consommation de la population ;
- Le démarrage de la pompe à 4h et son arrêt à 00h respectant les 20h de pompage.

L'analyse se fera sur les dernières 24h afin de minimiser les erreurs d'interprétation.

❖ **Analyse des pressions**

Nous porterons notre analyse sur le nœud le plus défavorisé et le nœud favorisé.

- Nœud défavorisé BF5

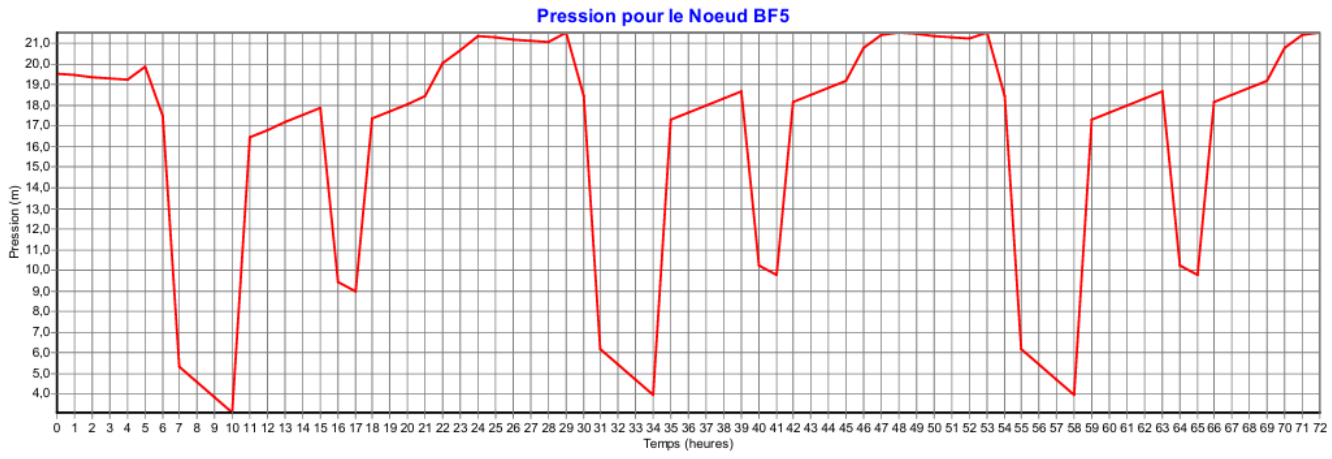


Figure 7: Evolution de la pression au nœud le plus défavorisé

Le graphe montre des pressions supérieures à la pression de service à toutes les heures (6 mCE) excepté les heures situées entre 55 heures et 58 heures (heures qui correspondent à 7h et 10h de la journée).

- Nœud favorisé N14

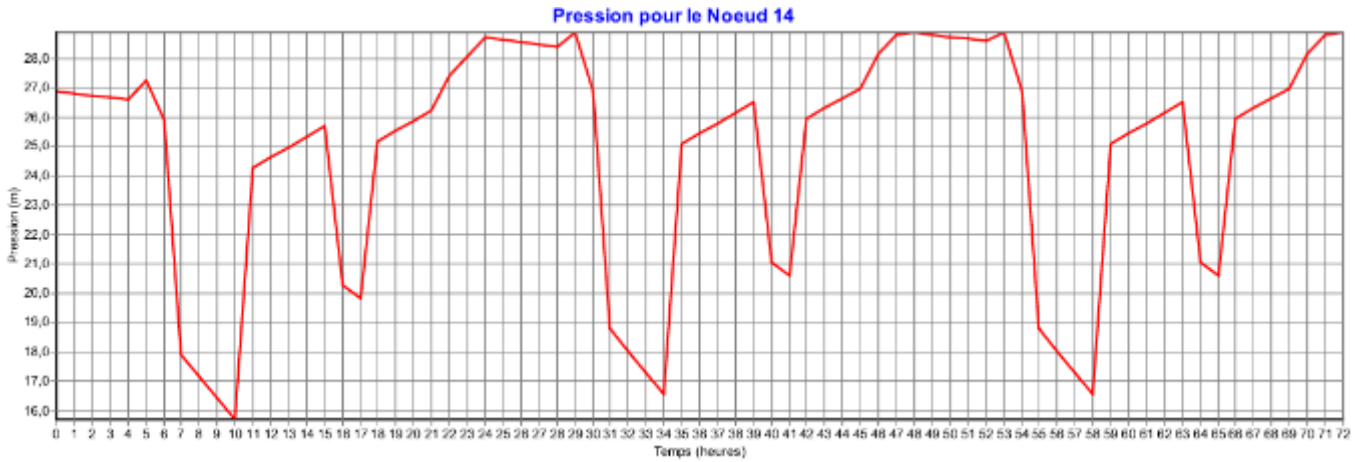


Figure 8: Evolution de la pression au nœud le plus favorisé

A toutes les heures de la journée, la pression de service est assurée. La valeur maximale de la pression est de 28,69 mCE à 53h, pression inférieure à la pression nominale qui est de 100 mCE.

❖ **Analyse des vitesses**

Nous prendrons en compte pour cette analyse la conduite à faible vitesse et celle à grande vitesse.

- Conduite à faible vitesse N4-BF1



Figure 9: Evolution de la vitesse dans la conduite à faible vitesse

Le graphe montre qu'aux heures de pointe (53h à 59h), la vitesse vaut 0,31 m/s et elle est en dessous de 0,3 m/s aux autres heures de la journée et tend même à s'annuler. Il faudra assurer une vidange régulière de la canalisation pour éviter les dépôts.

- Conduite à grande vitesse N2-N3



Figure 10: Evolution de la vitesse dans la conduite à grande vitesse

Le graphe montre qu'aux heures de pointe, la vitesse est à 0,87 m/s, vitesse inférieure à la vitesse maximale recommandée qui est de 1 m/s. Aux autres heures, la vitesse varie : elle peut aller de 0,22 m/s à la 59è heure et remonter à 0,65 m/s à la 65è heure.

❖ **Analyse de la balance en eau**

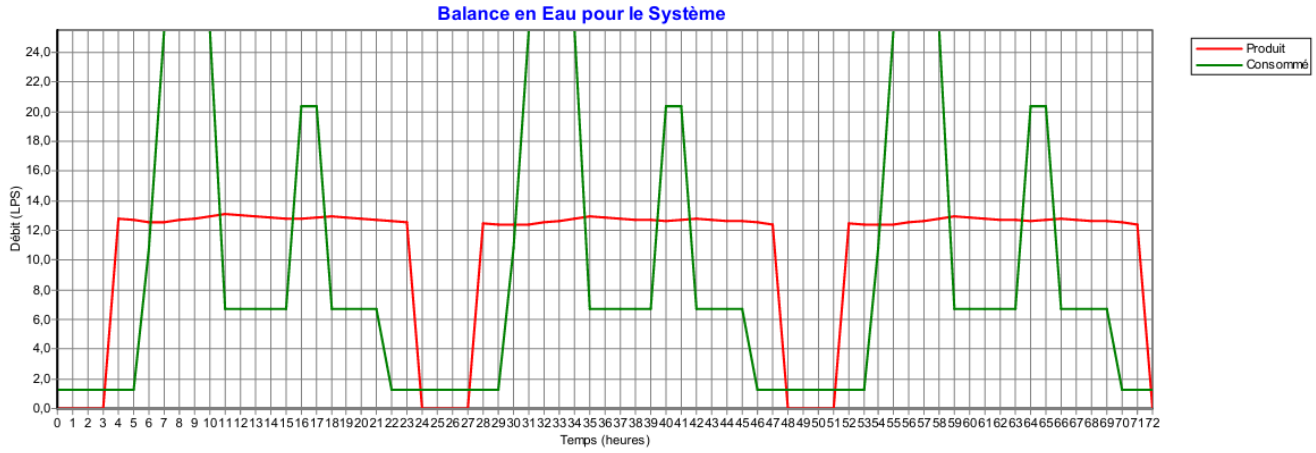


Figure 11: Balance en eau

Ce graphe montre l'évolution de la production et de la consommation. La production est nulle de 48h à 51h (heures qui correspondent à 00h et 4h de la journée) ce qui s'explique par le fait que la pompe est en arrêt à ces heures. Elle entame ensuite la production de 51h à 72h avec un débit quasiment constant de 12 à 13 l/s. Le graphe de consommation montre une consommation faible de 48h à 53h qui augmente aux heures de pointe (55h à 58h) dépassant 24 l/s et aux heures creuses.

De ce constat, on peut dire que l'absence de la production de 48h à 51h impose que la totalité de la demande soit fournie par le château d'eau. En heures creuses, la balance est excédentaire permettant le rechargement du château d'eau. En heures de pointe, la consommation dépassant la production, le château assure l'appoint.

IV.7. Détermination du volume du château d'eau, de la capacité de la pompe doseuse et du bac de chlore, de la durée de séjour et celle de contact avec le chlore

IV.7.1. Volume du château d'eau

Le volume du château d'eau a été obtenu en utilisant la méthode du tableau et la méthode forfaitaire. La méthode du tableau donne un volume de 224,13 m^3 et la méthode forfaitaire évaluée à 30% donne un volume de 224,13 m^3. Nous voyons donc que les deux méthodes donnent la même valeur. Nous prendrons pour une conception plus facile un château d'eau de 250 m^3 en béton de

forme tronconique. Le tableau 10 renseigne les dimensions du château d'eau obtenues à partir de la méthode de Fonlladosa.

Tableau 10: Dimensions du château d'eau tronconique

Partie tronconique	
Diamètre intérieur de la grande base tronconique (m)	13
Diamètre intérieur de la petite base tronconique (m)	5
Diamètre de la cheminée (m)	2,3
rayon intérieur de la grande base tronconique (m)	6,5
rayon intérieur de la petite base tronconique (m)	2,5
rayon de la cheminée (m)	1,15
Hauteur totale (m)	4
Volume total (m^3)	271,22
Coupole	
flèche de la coupole inférieure (m)	0,625
flèche de la coupole inférieure retenue (m)	0,7
Rayon de la coupole inférieur (m)	4,81
Volume de la coupole (m^3)	7,05
Cheminée	
hauteur de la cheminée (m)	3,38
Volume de la cheminée (m^3)	14,02
Volume utile du château	

Volume utile (m^3)	250

Tableau 11: Caractéristiques du château d'eau

Désignation	Valeur
CU (m^3)	224,13
CU retenue (m^3)	250
Hauteur de la cuve (m)	4
Cote TN du château (m)	297,8
Cote radier réservoir (m)	312,85
Hauteur sous cuve (m)	15,05
Hauteur sous cuve choisie (m)	15

IV.7.2. Capacité de la pompe doseuse et du bac de désinfectant

Pour un débit de 37,36 m^3/h, il nous faut une pompe doseuse de 12 l/h. Nous recommandons deux pompes doseuses de 12 l/h afin de pouvoir continuer le traitement en cas de panne. Avec un temps de fonctionnement journalier de 20 h, nous retenons un volume de bac de 240 l pour une masse journalière d'hypochlorite de calcium de 1 120,67 g. Le tableau 12 renseigne les résultats obtenus.

Tableau 12: Pompe doseuse et bac de désinfectant

Désignation	Valeur
Débit à traiter (m3/h)	37,36
Dose de traitement (mg/l)	1,5
Concentration de l'hypochlorite de calcium (g/l)	5,00
Débit d'injection de la pompe doseuse (l/h)	11,2
Débit d'injection de la pompe doseuse retenu (l/h)	12
Temps de fonctionnement journalier (h)	20
Volume du bac (l)	240
Masse journalière de l'hypochlorite de calcium (g)	1120,67

Masse annuelle de l'hypochlorite de calcium (kg)	409,05

IV.7.3. Durée de séjour et durée de contact avec le chlore

Après évaluation du temps de séjour et du temps de contact avec le chlore, nous constatons que les conditions sont vérifiées. Le tableau 13 montre les résultats obtenus.

Tableau 13: Evaluation du temps de séjour et du temps de contact avec le chlore

Désignation	Valeur	Conditions à respecter
Capacité utile du château (m3)	250	-
Débit de pointe horaire (m3/h)	92,50	-
Temps de contact (h)	2,70	≥ 2 h
Débit moyen horaire (m3/h)	28,30	-
Temps de séjour (h)	8,83	≤ 48 h
Temps de séjour (j)	0,36	≤ 2 j

IV.8. Système de pompage et protection du réseau d'adduction

IV.8.1. Système de pompage

Le système de pompage est constitué d'une seule pompe immergée qui permettra de refouler l'eau dans le réservoir. Les éléments qui ont permis le choix de la pompe sont consignées dans le tableau 14.

Tableau 14: Eléments de choix de la pompe

Désignation	Valeur
Débit d'exploitation (m3/h)	10
Débit d'exploitation (m3/s)	0,002777778
ZTN forage (m)	296,74
ZTN réservoir (m)	297,8

ND (m)	40
Profondeur de l'ouvrage (m)	80
Hauteur sous radier (m)	15
Hauteur de l'eau dans le réservoir (m)	4
Cote trop plein	316,8
Hgéo (m)	60,06
Pertes de charges (m)	0,7332008
HMT (m)	60,7932008
HMT retenue (m)	61

Le tableau 15 montre les caractéristiques de la pompe ainsi que du moteur.

Tableau 15: Caractéristiques de la pompe

Marque	Grundfos
Nom	SP14-13
Qf (m3/h)	12
Hf (m)	60
N (tr/min)	2900
Type moteur	MS 4000
η_p	70%
ηm	75,20%
ηmp	52,64%

Cos phi	0,77
In (A)	7,9
Ist (A)	35,55
P (kW)	3
U (V)	3×230
Cs énergétique (kW/m3)	0,25
Profondeur installation de la pompe (m)	50
Côte d'installation de la pompe	246,74

Le point de fonctionnement de la pompe s'obtient en faisant l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe et la courbe caractéristique du réseau. Le tableau 16 montre les caractéristiques de ces deux courbes.

Tableau 16: Eléments de tracé des courbes

Q(m3/h)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Hp (m)	78	77	74	71	68	64	60	54	47
Q(m3/s)	0	0,00056	0,0011	0,0017	0,0022	0,0028	0,0033	0,0039	0,0044
delta H	0	0,0040	0,015	0,03	0,05	0,08	0,12	0,16	0,20
Hréseau (m)	60,06	60,064	60,075	60,09	60,11	60,14	60,18	60,22	60,26

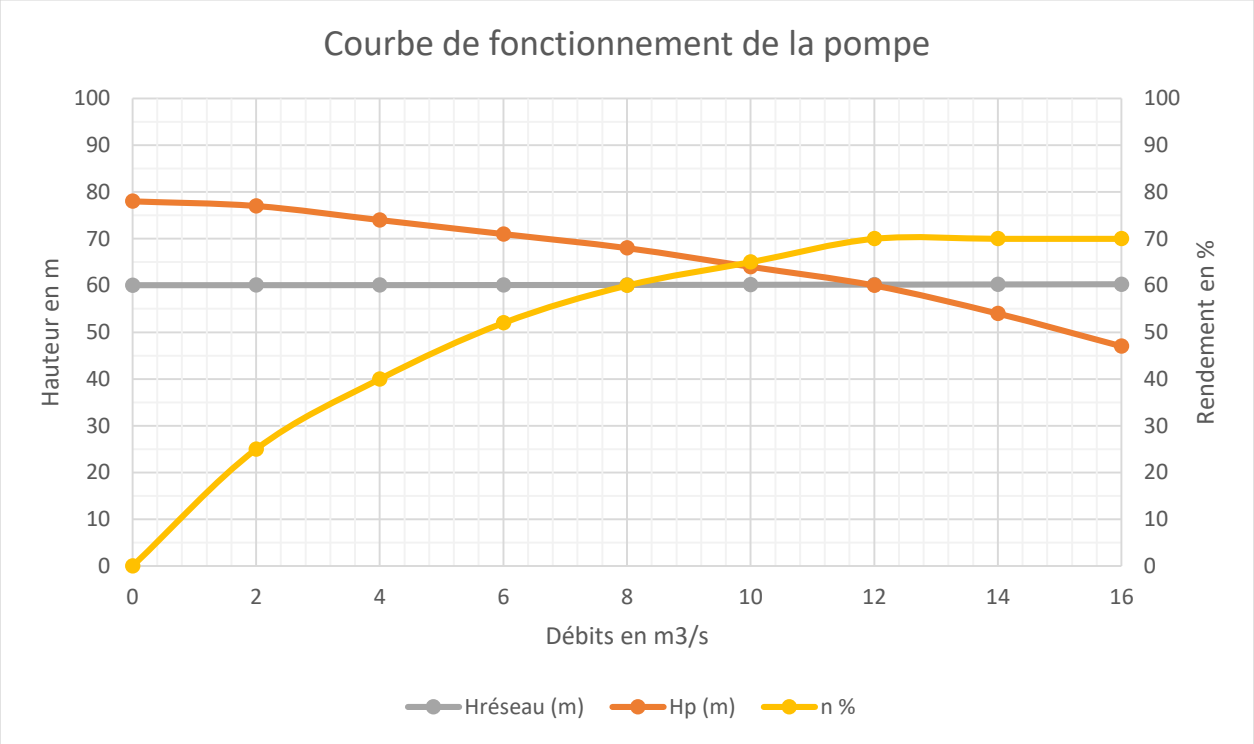


Figure 12: Courbe de fonctionnement de la pompe

De cette figure, il en ressort que la pompe a un débit au point de fonctionnement de 12 m^3/h correspondant à une HMT de 60m et un rendement de 70%.

IV.8.2. Protection du réseau d'adduction

Après avoir vérifié les risques de coup de bélier, les résultats qui en découlent sont renseignés dans le tableau 17. Il montre que le réseau d'adduction ne risque pas de phénomène de coup de bélier. En effet, la surpression Pmax est inférieure à la Pression Maximale Admissible et la dépression Pmin est supérieure à la pression atmosphérique.

Tableau 17: Vérification du coup de bélier

Désignation	Valeur
Dint (m)	0,0736
e (mm)	0,0082
ε (N/m2)	2000000000
σ (kg/m3)	1000
E (pa)	930000000

c (m/s)	313,86
V (m/s)	0,65
ΔP (m)	20,89
HMT (m)	61
ND (m)	40
Pmax=HMT-ND+ΔP	41,89
PMA (m)	192
Pmin=HMT-ND-ΔP	0,11
Patm (m)	-10,33

IV.9. Dimensionnement de la source d'alimentation énergétique

IV.9.1. Champ photovoltaïque

Le dimensionnement du champ solaire a permis d'obtenir les résultats consignés dans le tableau 18.

Tableau 18: Caractéristiques du champ photovoltaïque

Désignation	Valeurs
Q (m3/h)	10
HMT (m)	61
Temps d'ensoleillement (h)	6
Q (m3/j)	60
ηond (%)	95%
ηmp (%)	52,64%
Pél (W)	3320,58

Ej (Wh)	19923,48
Hi (kWh/m2/j)	5,5
Kp	0,75
Pc (Wc)	4829,93
Puissance d'un panneau solaire photovoltaïque (Wc)	500
Nombre de panneau solaire de 500 Wc	10

De ce tableau, il ressort que nous utiliserons 10 panneaux solaires de 500 Wc. Ces panneaux sont de type monocristallins de la marque Eco GreenEnergy(14). Les panneaux monocristallins ont été choisis du fait de leur meilleur rendement et de la petite surface qu'ils occupent lors de l'installation. Les informations nécessaires sur les panneaux sont consignées en annexe 26.

Afin de convertir le courant continu fourni par le système solaire en courant alternatif, un onduleur de 8 kW sera mis en place. Le tableau 19 montre les éléments de dimensionnement de l'onduleur.

Tableau 19: Dimensionnement de l'onduleur

Type de pompe	Pompe SP14-13
P (kW)	3
K	1,05
ηmp	52,64%
Cos Φ	0,77
Pond (kW)	7,771483
Pond retenue (kW)	8

IV.9.2. Groupe électrogène

La source d'énergie est assurée principalement par le réseau SONABEL et l'énergie solaire. En cas de défaillance d'une des sources, il est prévu un groupe électrogène de 10 kVA pour relayer et continuer l'approvisionnement en eau.

IV.10. Pose des conduites

La pose des conduites devra respecter les conditions de pose. Les résultats obtenus après calcul sont renseignés dans le tableau 20.

Tableau 20: Pose des conduites

Diamètres extérieurs des conduites (mm)	Diamètres des conduites (m)	Largeur des fouilles (m)	Largeur des fouilles retenue (m)	Profondeur minimale des fouilles (m)	Profondeur minimale des fouilles retenue (m)
DN 63	0,063	0,463	0,5	0,863	0,9
DN 90	0,09	0,49	0,5	0,89	0,9
DN 110	0,11	0,51	0,6	0,91	1
DN 125	0,125	0,525	0,6	0,925	1
DN 140	0,14	0,54	0,6	0,94	1
DN 160	0,16	0,56	0,6	0,96	1
DN 180	0,18	0,58	0,6	0,98	1
DN 250	0,25	0,65	0,7	1,05	1,5

IV.11. Equipements et ouvrages annexes

IV.11.1. Ouvrages annexes

Afin de pouvoir assurer la sécurité du matériel et l'hygiène du personnel de travail, il sera mis en place :

- **Un local technique pour le matériel ;**
- **Des locaux énergies ;**
- **Des toilettes VIP ;**
- **Un bâtiment administratif pour les échanges lors des contrôles et supervisions de chantier ;**
- **Un mur de clôture.**

IV.11.2. Equipements hydrauliques

Les équipements hydrauliques sont d'une grande importance en approvisionnement d'eau potable car ils assurent la fiabilité, la sécurité, la desserte continue d'eau et la maintenance du réseau.

- **Les équipements de tête de forage**

Afin de protéger la tête de forage et ses équipements, un petit local en béton sera construit autour. Ces équipements sont le clapet anti-retour, la vanne de sécurité, le compteur volumétrique, le pressostat, le manomètre, la ventouse.

- **Clapet anti-retour** : il empêche le retour d'eau vers le forage évitant ainsi une pollution ;
- **Vanne de sécurité** : il permet d'isoler le forage en cas de problème ;
- **Compteur volumétrique** : il contrôle les volumes d'eau prélevés ;
- **Pressostat** : il surveille la pression et se charge de piloter la pompe pour maintenir une pression constante ;
- **Manomètre** : il indique la pression de l'eau ;
- **Ventouse** : il permet les entrées et sorties d'air.

- **Les chambres de vannes**

Elles abritent les vannes de sectionnement et leurs accessoires permettant de contrôler, de réguler le débit, d'isoler en cas de problème une section du réseau.

❖ **Les ventouses**

Elles se chargent de la fourniture ou de la libération de l'air protégeant ainsi les conduites contre les coups de bélier. Elles seront généralement placées aux points hauts des conduites.

❖ **Les vidanges**

Elles permettent de nettoyer les conduites régulièrement surtout celles sujettes à des dépôts dus aux faibles vitesses. Elles seront placées aux points bas des conduites.

❖ **Les clapets anti-retour**

Ils permettent l'écoulement de l'eau dans un seul sens et ainsi éviter que celle-ci retourne vers un sens non désiré.

V. ETUDE FINANCIERE DU PROJET ET MODE DE GESTION

V.1. Estimation du coût du projet

Le coût du projet est estimé à 931 920 462 FCFA TTC. Le tableau 21 montre les coûts des différentes phases du projet.

Tableau 21 : Estimation du coût du projet

N°	DESIGNATIONS	MONTANT
I	INSTALLATION, REPLI ET ETUDES D'EXECUTION	3 850 000
II	EXPLOITATION DE L'EAU DE FORAGE ET RESEAU DE REFOULEMENT	20 490 761
III	RESEAU DE DISTRIBUTION	470 834 124
IV	TRAITEMENT	1 361 000
V	STOCKAGE	251 800 000
VI	GENIE CIVIL	17 881 000
VII	ALIMENTATION ENERGIQUE	10 383 500
TOTAL HT		776 600 385
TVA (18%)		139 788 069
IMPREVU 2%		15 532 008
TOTAL TTC (FCFA)		931 920 462

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

Le volume d'eau prévu à l'horizon du projet est de 5 726 637 m^3. En tenant en compte des charges d'exploitation, des amortissements et du volume d'eau prévu, le coût de revient du m^3 s'élève à 300 FCFA. Nous suggérons un prix de vente de 188 FCFA pour la tranche sociale conformément à la nouvelle réforme instaurée lors du conseil des ministres du 02 Avril 2026.

Tableau 22: Estimation des amortissements

Désignation	Durée estimée de vie	Coût d'acquisition (FCFA)	Amortissement (FCFA) par an
Pompe immergée	10	3 000 000	300 000
Groupe électrogène et accessoires	10	10 383 500	1 038 350
Château d'eau	50	250 000 000	5 000 000
Panneaux photovoltaïques	20	3 500 000	175 000
Conduites PEHD et accessoires	20	470 834 124	23 541 706
Locaux techniques et installations annexes	10	6 500 000	650 000
Bornes fontaines	10	5 950 000	595 000
Total annuel			31 300 056

V.3. Mode de gestion

Le mode de gestion du système d'AEPMV de Passakongo est une gestion par assurée par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, des Ressources Animales et Halieutiques (MAERAH). L'ONEA aura pour fonctions l'entretien courant et la réparation des infrastructures, la production, la vente de l'eau et la récupération partielle des recettes, etc. Ce mode de gestion a été choisi conformément à la nouvelle réforme du 02 Avril 2026. Nous proposons afin d'assurer le suivi et la bonne gestion du système de collaborer avec les associations et comités locaux tels que les Associations des Usagers de l'Eau (AUE) car l'ONEA seul ne pourra pas garantir une bonne gestion de l'eau potable sur tout le territoire national.

VI. EVALUATION D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

Ce projet visant à la réalisation d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable Multi villages dans la commune de Dédougou occasionnera aussi bien des impacts positifs que négatifs sur la population et l'environnement. Il est donc important d'évaluer ces couches de répercussions en se conformant aux lois et codes de l'environnement. En tenant compte des incidences d'un tel projet et en se référant au décret n°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001, notre projet est classé dans la catégorie B et fera l'objet d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES)(15). Cela revient à évaluer les enjeux sociaux et environnementaux liés au projet, de suggérer des mesures et actions dans l'objectif d'atténuer, améliorer ou compenser.

VI.1. Description des travaux à réaliser

Les principaux travaux à réaliser lors de ce projet sont :

- Les travaux de débroussaillage, abatage d'arbres ;
- La mise en fonction du forage existant ;
- La construction du château d'eau en béton ;
- La pose des canalisations ;
- Les travaux énergétiques.

VI.2. Evaluation des impacts du projet

VI.2.1. Impacts positifs du projet

Les impacts positifs du projet sont renseignés dans le tableau 23.

Tableau 23: Impacts positifs du projet

Phases du projet	Impacts positifs
Réalisation du système d'AEPMV	• Réduction du taux de chômage à court terme dans la localité avec la création d'emploi (Besoins de manœuvres, de soudeurs, menuisiers, etc.) ;

	• Entrées de revenues pour les commerçants, les locateurs, etc.
Exploitation du système d'AEPMV	• Augmentation du taux d'accès à l'eau potable ; • Diminution des maladies liées à la consommation d'une eau de mauvaise qualité ; • Amélioration des conditions de vie des populations surtout des femmes et des enfants.

VI.2.2. Impacts négatifs

Les impacts négatifs sont renseignés dans le tableau 24.

Tableau 24: Impacts négatifs du projet

Phases du projet	Impacts négatifs
Réalisation du système d'AEPMV	• Dégradation du couvert végétal due à l'abattage des arbres et au débroussaillage ; • Risque de conflits fonciers dû à l'occupation de territoires privés pour l'installation du château d'eau ; • Des accidents de travail surtout lors des interventions des engins pour l'aménagement du site ; • Des nuisances sonores dues aux déplacements des engins ; • Pollution de l'air due à la poussière et à la fumée causées par les engins de terrassements.

Exploitation du système d'AEPMV	• Exploitation abusive des ressources en eau ;

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

Le Plan de Gestion Environnemental et Social représente l'ensemble des mesures et dispositions prises afin de gérer les impacts négatifs occasionnés lors du projet et d'optimiser les impacts positifs engendrés.

VI.3.1. Mesures d'atténuation ou de compensation des impacts négatifs

Les mesures d'atténuation ou de compensation des impacts négatifs sont consignées dans le tableau 25.

Tableau 25: Mesures d'atténuation

Impacts négatifs	Mesures d'atténuation ou de compensation
• Dégradation du couvert végétal due à l'abatage des arbres et au débroussaillage ; • Risque de conflits fonciers dû à l'occupation de territoires privés pour l'installation du château d'eau ; • Des accidents de travail surtout lors des interventions des engins pour l'aménagement du site ; • Des nuisances sonores dues aux déplacements des engins ; • Pollution de l'air due aux déchets solides, liquides, à la poussière et à la	• Instaurer des campagnes reboisement et sensibiliser la population sur l'entretien des arbres ; • Inviter les propriétaires terriens à s'impliquer dans le choix des zones de constructions et d'emprunts ; • Sensibiliser les travailleurs sur le port des EPI et à être attentifs lors des déplacements des engins ; • Utiliser si possible des engins moins bruyants et favoriser les heures hors repos pour les engins de terrassement ; • Recommander un dispositif de traitement des déchets et réviser

fumée causées par les engins de terrassements. • Exploitation abusif de la ressource en eau	périodiquement les engins afin d'éviter les fortes fumées ; • Prendre les précautions nécessaires pour éviter un pompage abusif.

VI.3.2. Mesures d'optimisation des impacts positifs

Afin de renforcer les liens de la population avec ce projet, il serait bien d'envisager des mesures d'optimisation des impacts positifs. Cela permettra de montrer l'appartenance de ce projet à la population et de l'inciter à en prendre soin. Le tableau 24 montre les mesures d'optimisation à mettre en place.

Tableau 26: Mesures d'optimisation

Impacts positifs	Mesures de bonification
Réduction du taux de chômage à court terme dans la localité avec la création d'emploi (Besoins de manœuvres, de soudeurs, menuisiers, etc.)	• Impliquer davantage les jeunes de la localité dans les travaux de l'AEPMV • Faire des formations continuelles pour les guider
Entrées de revenues pour les commerçants, les locateurs, etc.	• Autoriser les petits commerces et les ventes ambulantes autour du chantier tout en restant vigilant

CONCLUSION

A l'issue de cette étude, il ressort que la situation de la zone en matière d'approvisionnement en eau potable est délicate et repose surtout sur les Pompes à Motricité Humaine à ce jour. Avec ce nouveau projet d'AEPMV, il sera donc possible de couvrir les besoins de la population qui s'élèvent à 747,11 m^3/j à l'horizon du projet 2047 grâce à un château d'une capacité de stockage de 250 m^3 alimenté par un forage de 10 m^3/h par le biais d'un réseau d'adduction de 45 m. Les dessertes se feront à travers un réseau de distribution ramifié de 8641 m. La simulation hydraulique du réseau de distribution a attesté sa fonctionnalité au regard des valeurs de vitesses et de pressions acceptables. Après évaluation du coût du projet, la réalisation de ce système vaut 931 920 462 FCFA TTC. Une Notice d'Impact Environnementale est mise en place afin de mettre en exergue les impacts positifs et ceux négatifs qui devront être atténués au cours de la réalisation et même après.

RECOMMANDATIONS

Afin d'obtenir un bon fonctionnement du système et de pérenniser les ouvrages, nous formulons les recommandations suivantes par acteur :

A l'endroit du maitre d'ouvrage :

- ✓ Etudier la possibilité d'exploitation des anciens PMH afin de renforcer la ressource en eau dès la fin de l'année 2029 ;
- ✓ Etablir un programme de maintenance régulière de la pompe immergée afin de pérenniser sa durée de vie ;
- ✓ Contrôler régulièrement la qualité de l'eau distribuée à la population par des analyses physico-chimiques vu que la région de Bankui est une zone à forte activité d'orpaillage.

A l'endroit du comité de gestion :

- ✓ Former périodiquement le personnel de maintenance et fontainiers sur la gestion du système ;
- ✓ Instituer un comité de gestion inter-villages et signer une charte d'entente avant la mise en service de l'AEPMV ;
- ✓ Suivre l'état des conduites à travers une vidange régulière afin d'éviter les dépôts.

A l'endroit de la population bénéficiaire :

- ✓ Sensibiliser la population sur la consommation d'une eau de mauvaise qualité et sur l'assainissement ;
- ✓ Adopter une gestion solidaire et équitable du système ;
- ✓ Participer au comité inter-villages et régler les différends par le dialogue ;
- ✓ Impliquer la population dans la surveillance communautaire des ouvrages et le signalement rapide des pannes aux gestionnaires afin d'assurer une réactivité dans la maintenance.

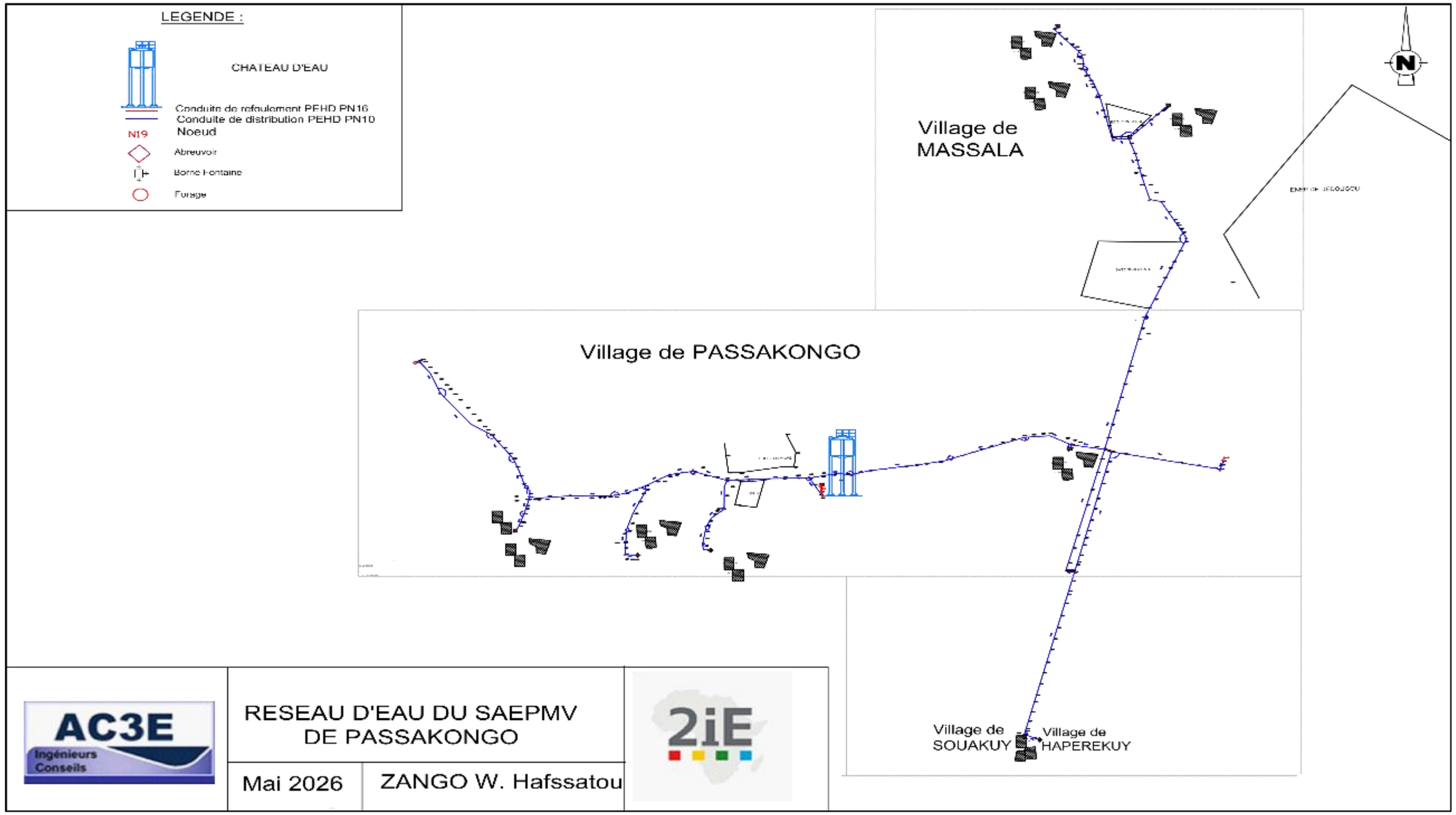
BIBLIOGRAPHIE

1. PCD de Dédougou.
2. Fichier des localités RGPH 2019. 2022.
3. Monographie de la boucle du Mouhoun 5e RGPH. 2022.
4. Etude d'Adduction d'Eau Potable Simplifiées et Multi-Villages de 12 localités de la région du Boucle du Mouhoun.
5. mea_PN_AEP_2016_2030. 2016.
6. DECRET_NOMES_CRITERES_EAU_POTABLE. 2019.
7. Scribd [Internet]. [cité 8 mai 2026]. Fiche Technique PEHD | PDF. Disponible sur: https://www.scribd.com/document/782473635/Fiche-Technique-PEHD
8. KAGAMBEGA S. 20210340_KAGAMBEGA_Sayouba_S10GEAAH_Janvier2024_Version finale. 2024.
9. Grundfos Product Center [Internet]. [cité 8 mai 2026]. Grundfos Product Center | Dimensionnement et sélection des pompes et solutions de pompage. Disponible sur: https://product-selection.grundfos.com/fr
10. Grundfosliterature-37.
11. Mercuriale_2026_Ouagadougou. 2026.
12. Mercuriale_BTP_2022_Dédougou. 2022.
13. DIEDHIOU I. Conception du système d'approvissionnement en eau potable des parcelles aménagées par la SONATURE à SAPAGA. 2004.
14. French PV Atlas TOPCon Monofacial. Eco Green Energy [Internet]. [cité 21 mai 2026]. Disponible sur: https://eco-greenenergy.com/atlas-topcon-n-type-monofacial/
15. Décret n°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001 (JON°31 2001).

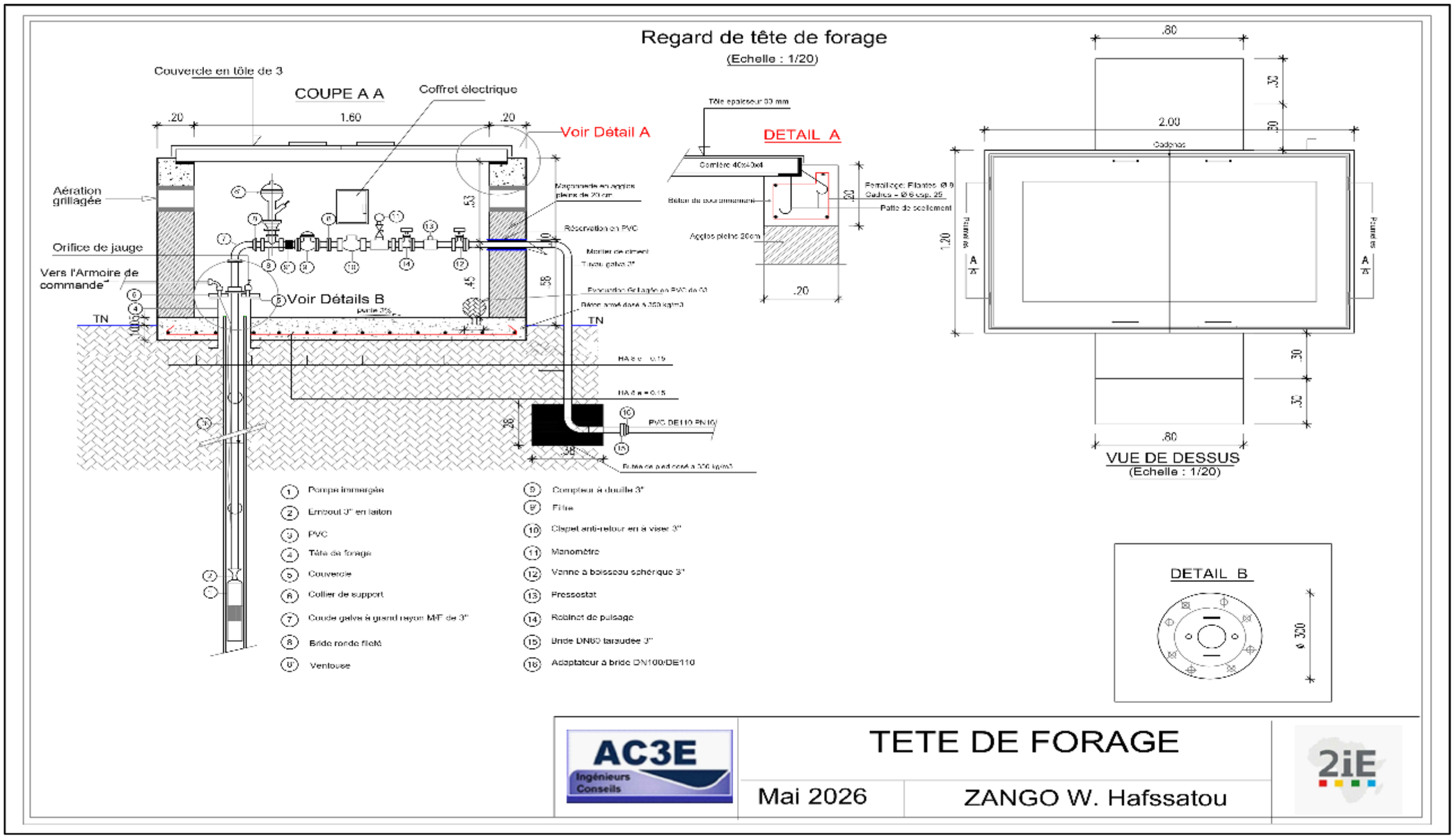
ANNEXES

Annexe 1: Plan du réseau du système d'AEPMV de Passakongo i
Annexe 2: Plan de tête de forage ii
Annexe 3: Plan de mur en maçonnerie iii
Annexe 4: Plan du mur grillagée iv
Annexe 5: Plan de borne fontaine v
Annexe 6: Plan des bureau-magasin vi
Annexe 7: Plan d'abreuvoir vii
Annexe 8: Plan de local énergie viii
Annexe 9: Plan de regard pour vidange ix
Annexe 10: Plan de regard pour ventouse x
Annexe 11: Plan de toilettes VIP xi
Annexe 12: Plan du chateau d'eau xii
Annexe 13: Répartition des débits xiii
Annexe 14: Dimensionnement du réseau de distribution xv
Annexe 15: Simulation Epanet xix
Annexe 16: Résultats de la simulation sur Epanet xx
Annexe 17: Carnet des nœuds 01 xxii
Annexe 18: Carnet des nœuds 02 xxiii
Annexe 19: Carnet des nœuds 03 xxiv
Annexe 20: Carnet des nœuds 04 xxv
Annexe 21: Carnet des nœuds 05 xxvi
Annexe 22: Profil en long N2 à BF2 xxvii
Annexe 23: Profil en long N7 à BF3 xxviii
Annexe 24: Profil en long N12 à ABV1 xxix
Annexe 25: Fiche technique de la pompe xxx
Annexe 26: Fiche technique du champ solaire xxxii
Annexe 27: Estimation du devis du projet xxxiv
Annexe 28: Calcul du prix de revient xli

Annexe 1: Plan du réseau du système d'AEPMV de Passakongo



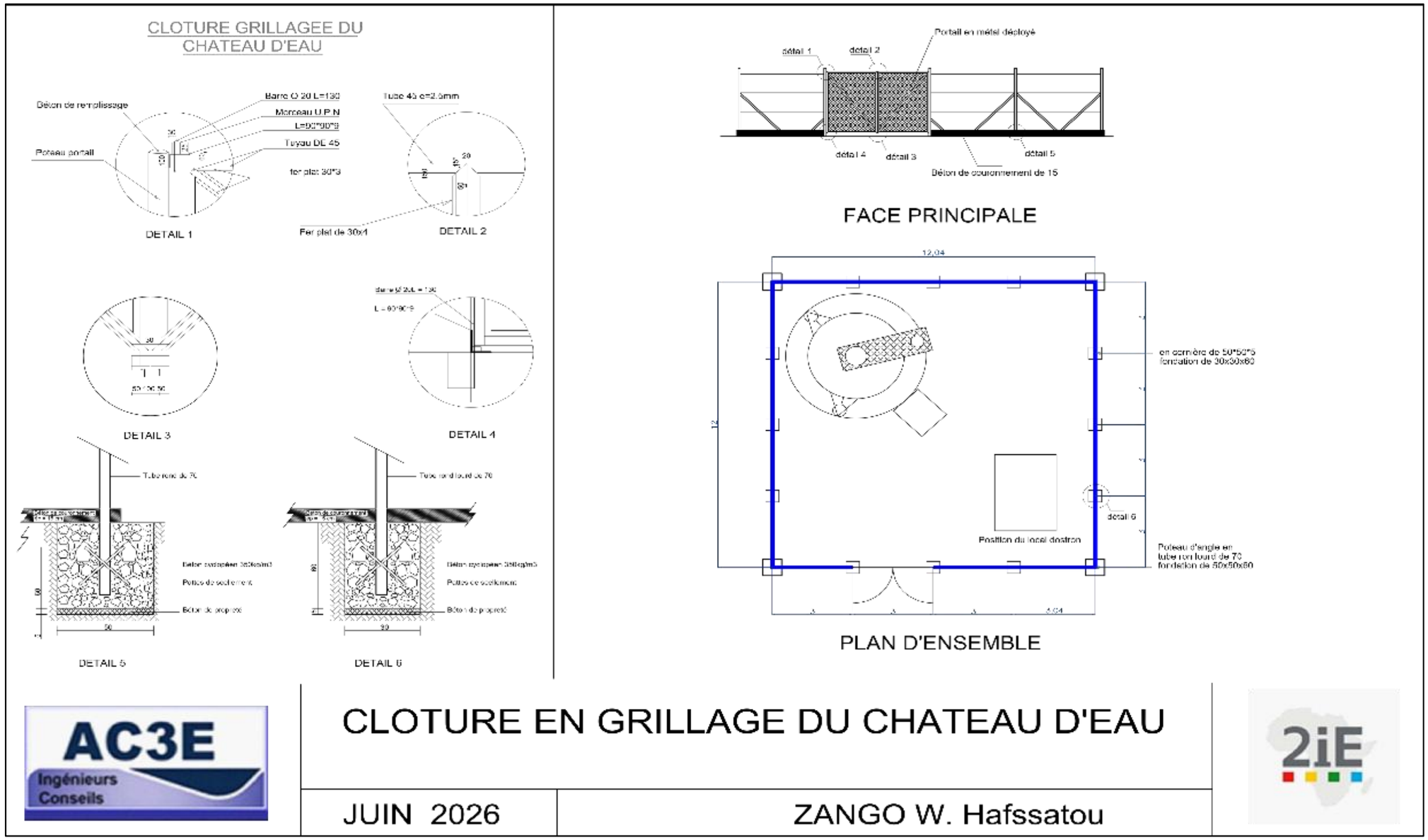
Annexe 2: Plan de tête de forage



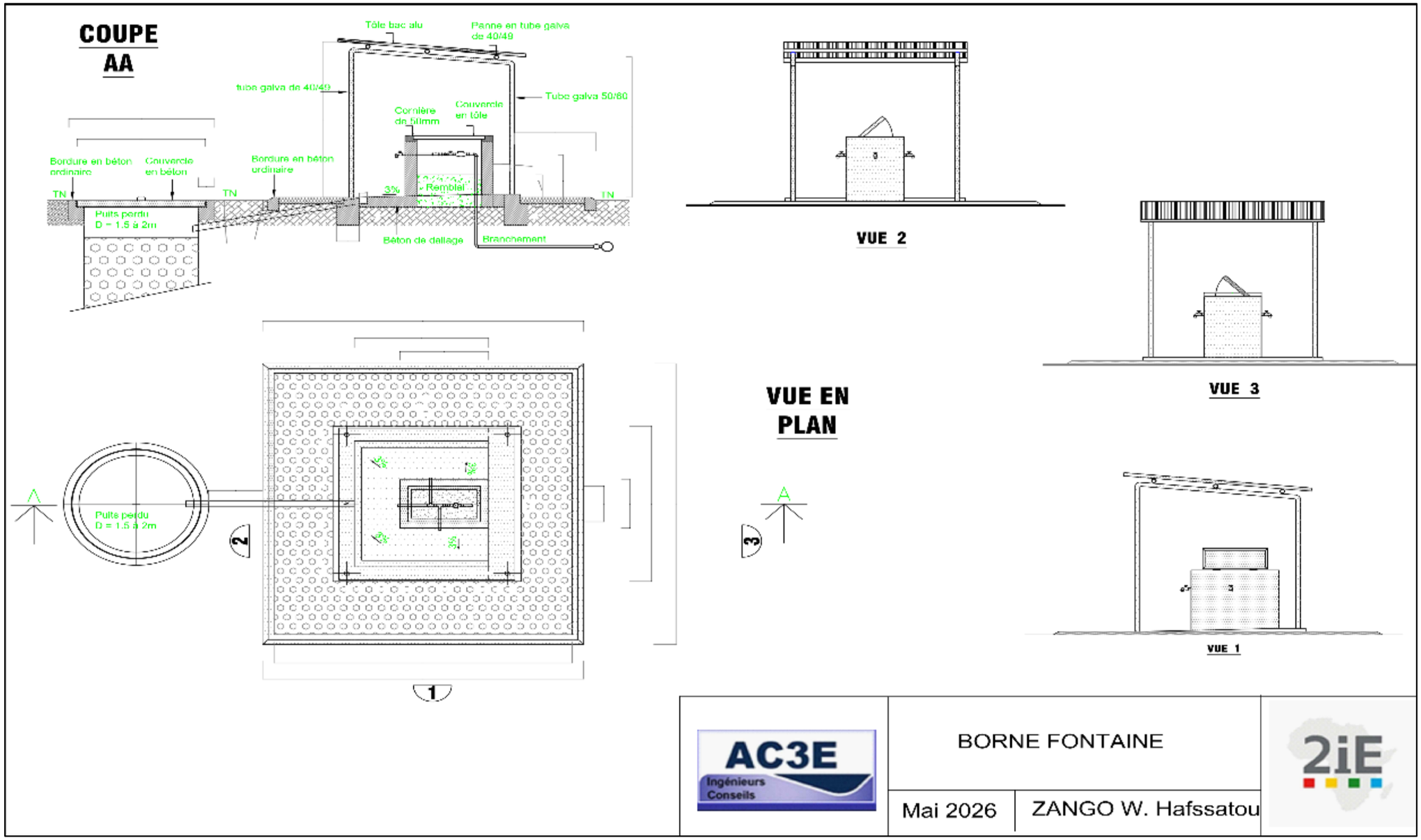
Annexe 3: Plan de mur en maçonnerie



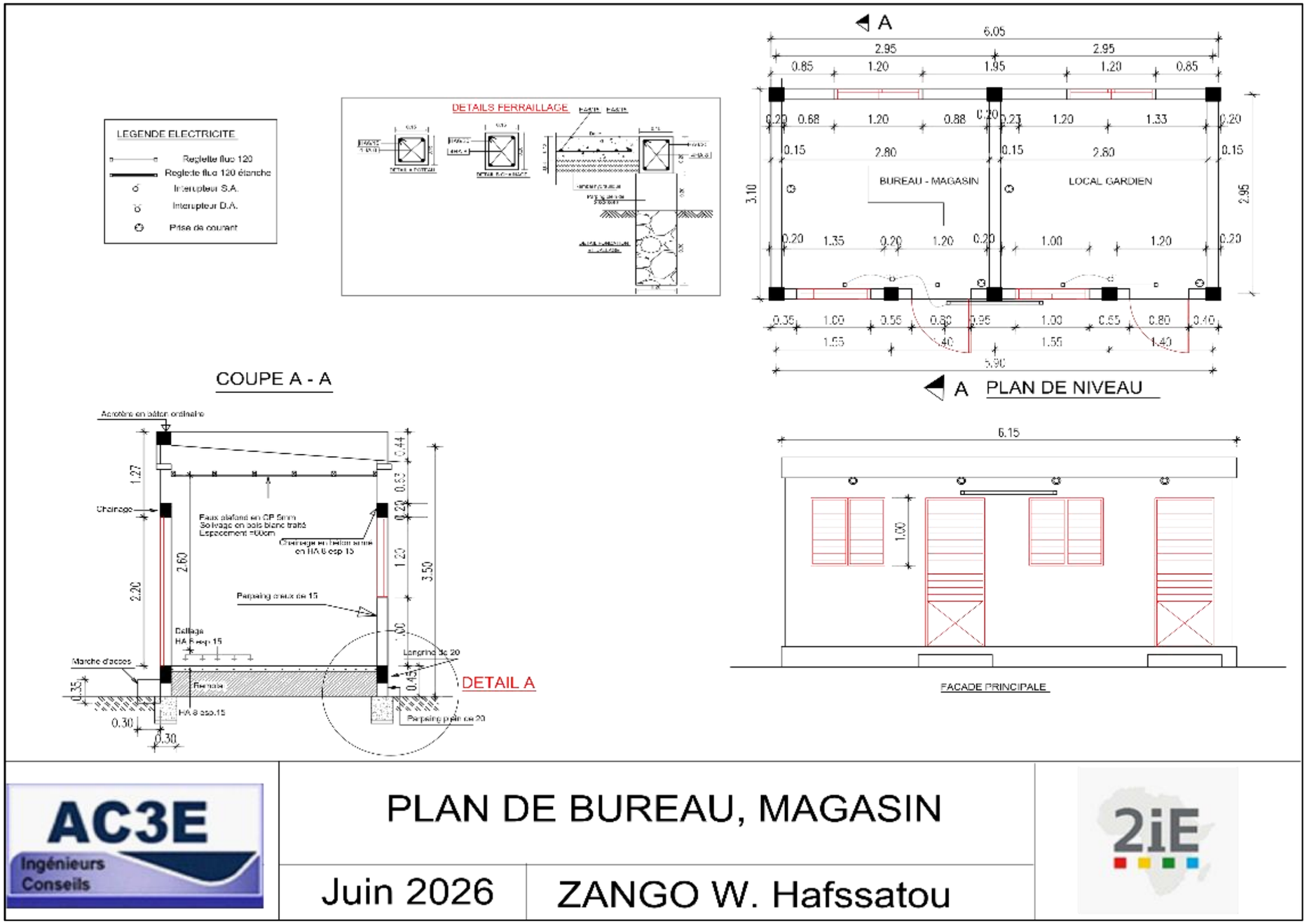
Annexe 4: Plan du mur grillagée



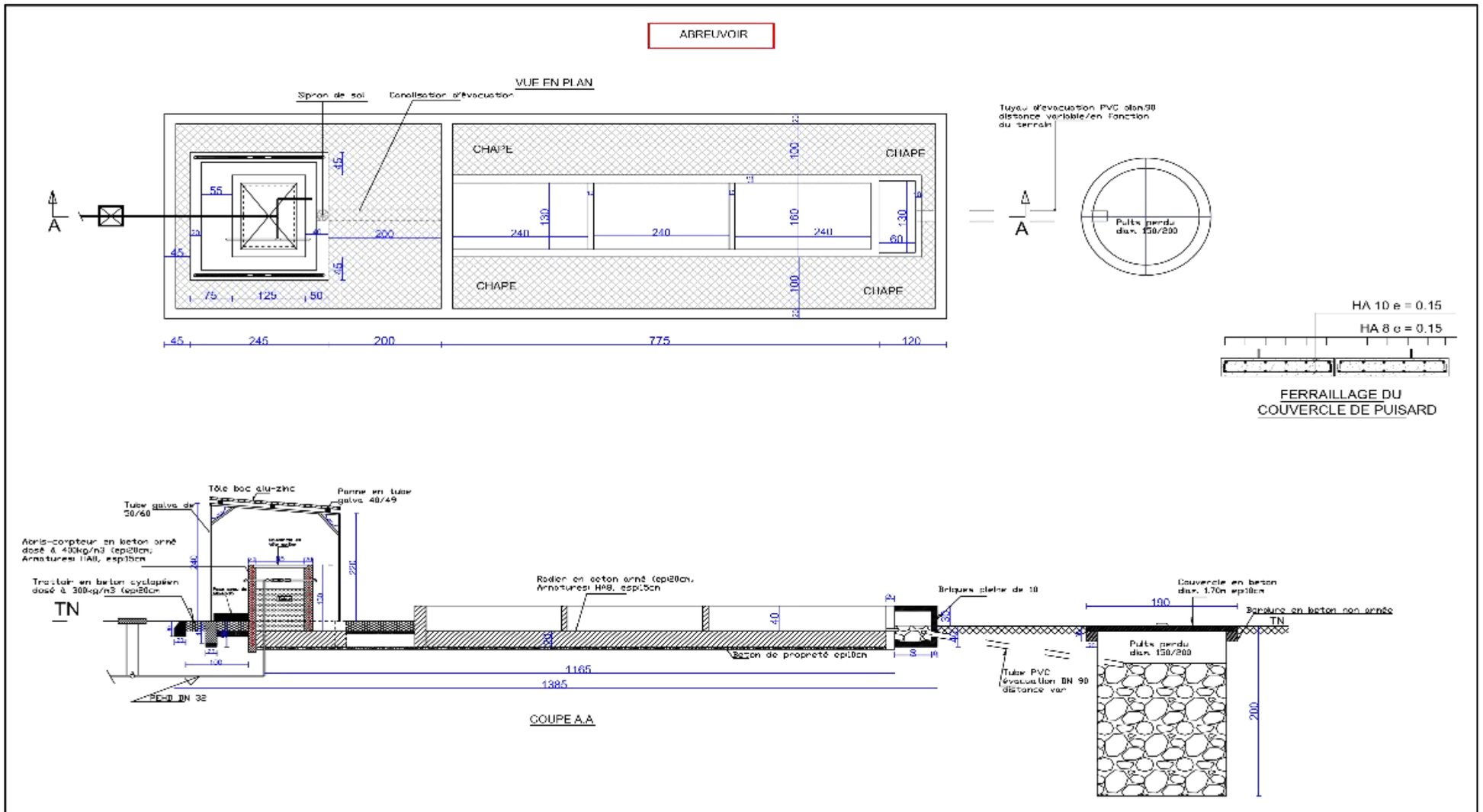
Annexe 5: Plan de borne fontaine



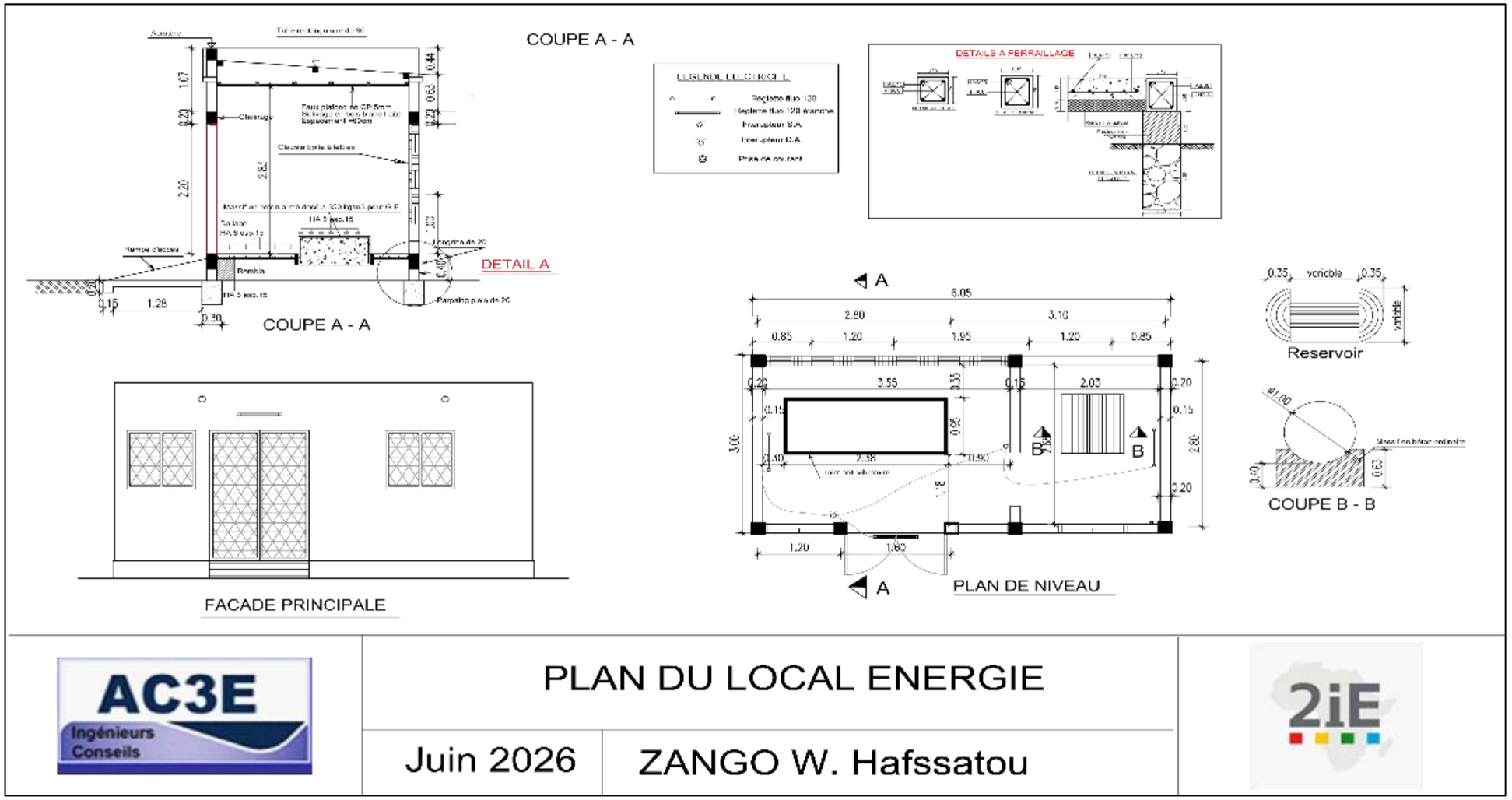
Annexe 6: Plan des bureau-magasin



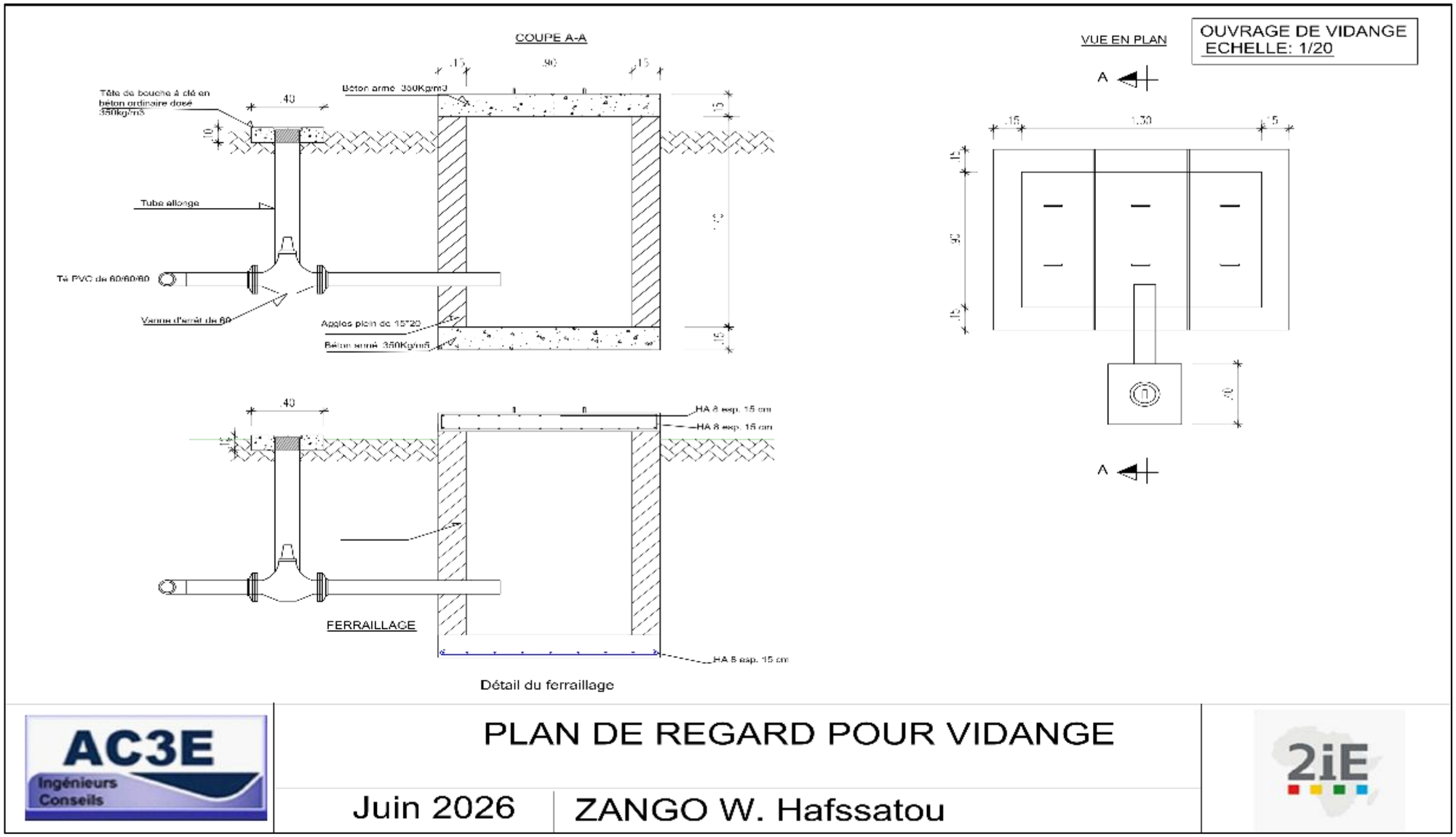
Annexe 7: Plan d'abreuvoir



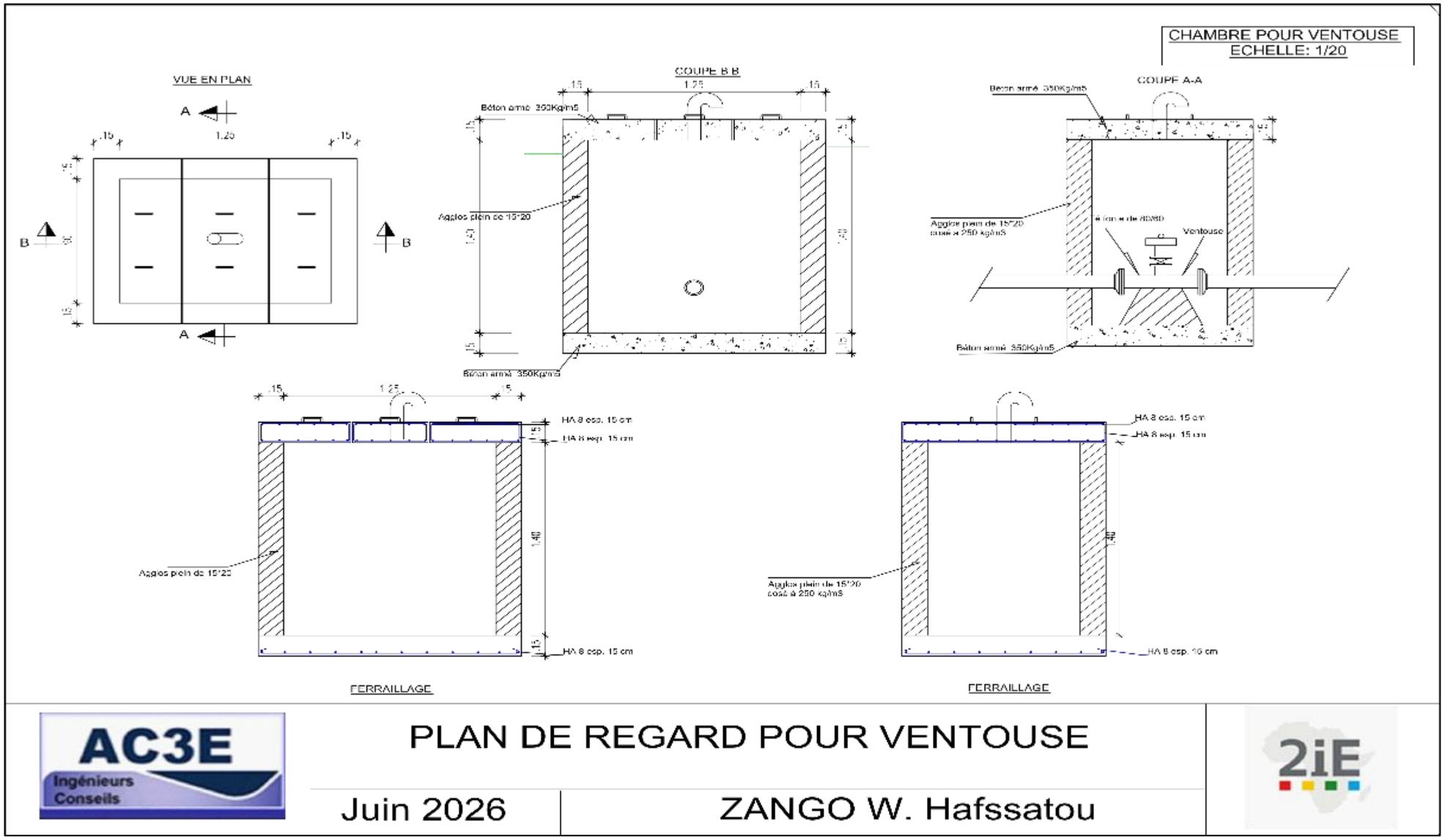
Annexe 8: Plan de local énergie



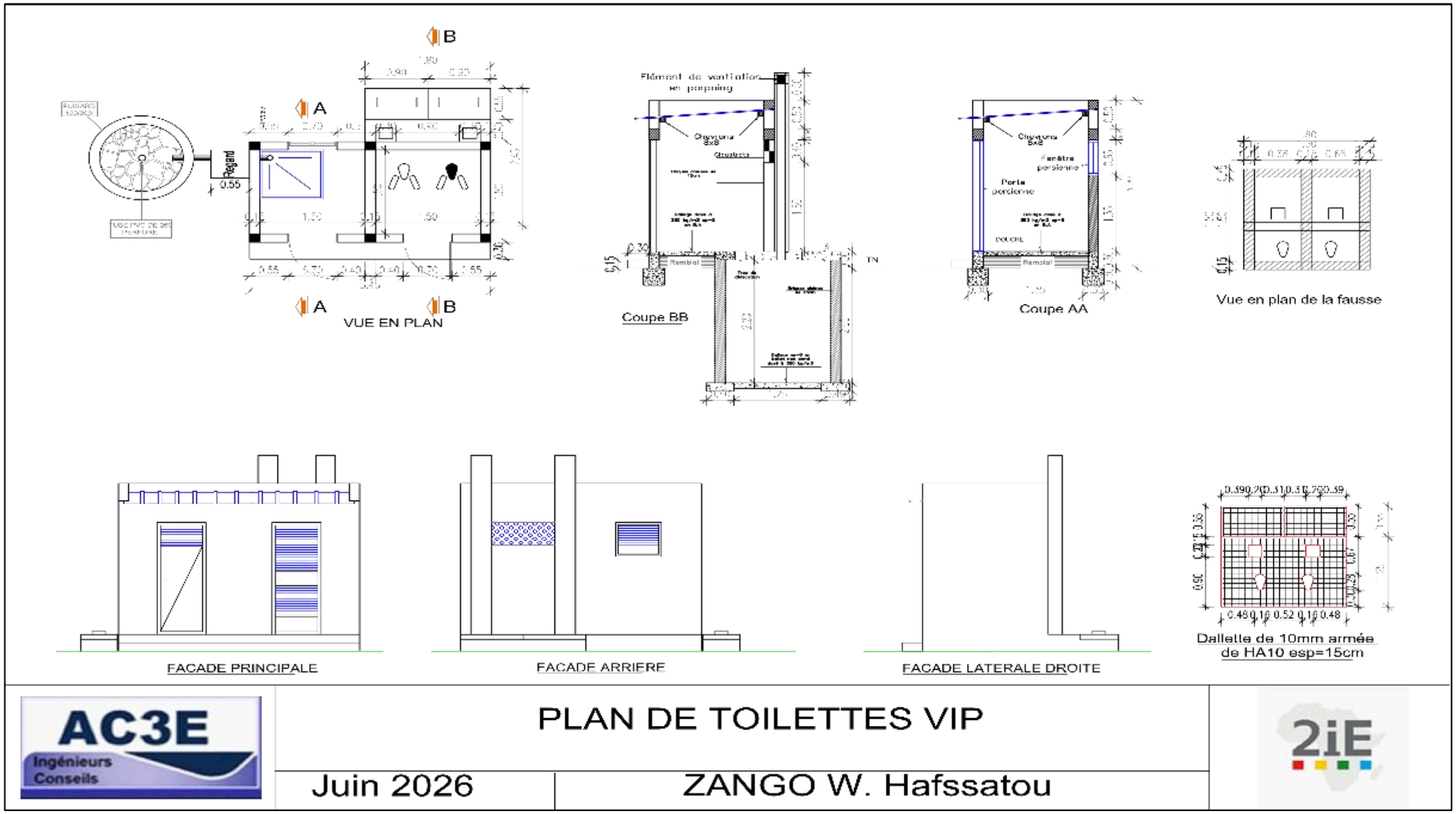
Annexe 9: Plan de regard pour vidange



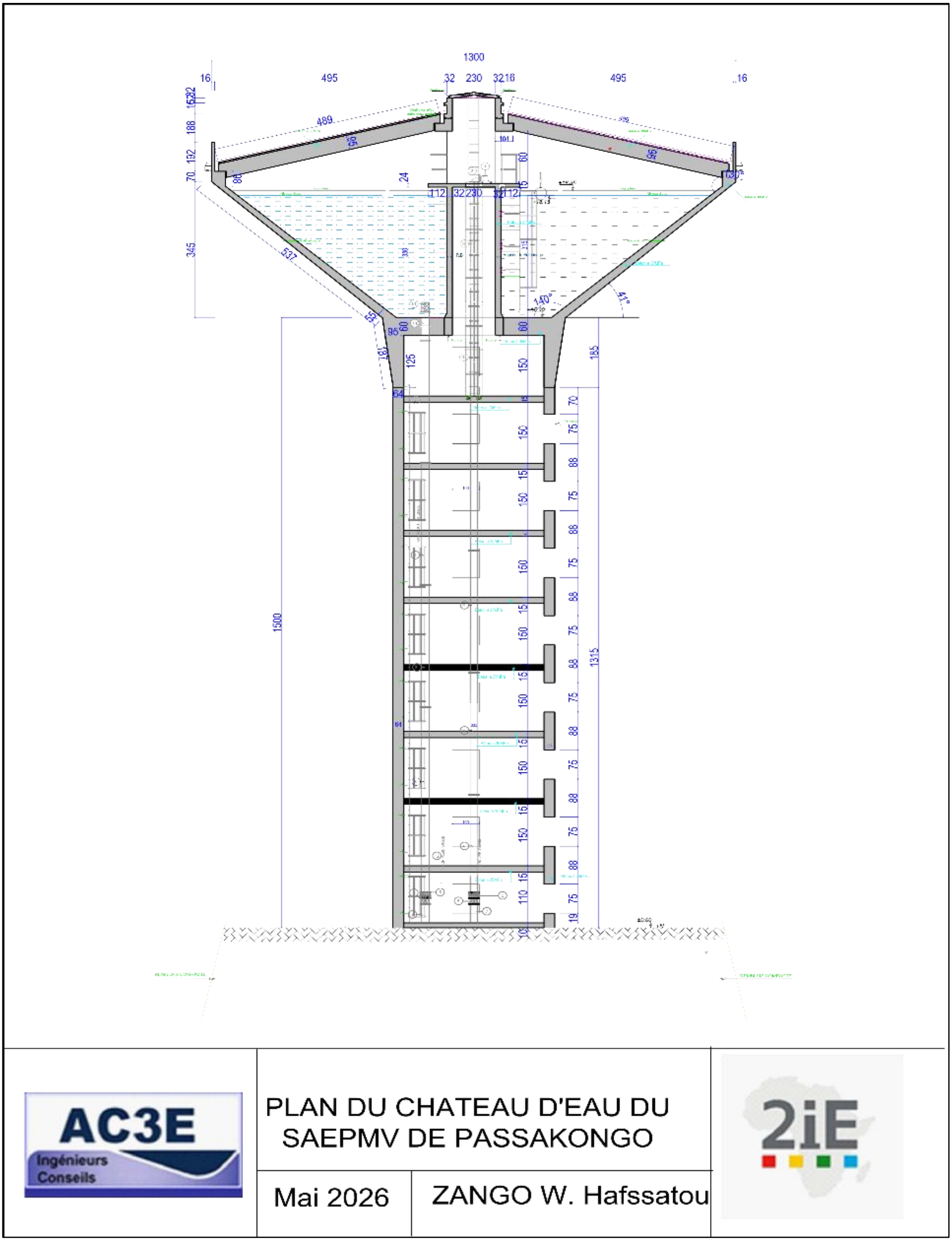
Annexe 10: Plan de regard pour ventouse



Annexe 11: Plan de toilettes VIP



Annexe 12: Plan du chateau d'eau



Annexe 13: Répartition des débits

Troncons	Noms des troncons	Longueur	Qroute (l/s)	Qaval (l/s)	Qfictif (l/s)	Qfictif (m3/s)
R-N1	T1	92	0,000	25,69	25,69	0,02569
N1-N2	T2	300	0,743	7,88	8,29	0,00829
N2-N3	T3	131	0,325	1,01	1,19	0,00119
N3-N4	T4	104	0,258	0,75	0,89	0,00089
N4-BF1	T5	126	0,000	0,75	0,75	0,00075
N2-N5	T6	130	0,322	6,22	6,40	0,00640
N5-N6	T7	88	0,218	6,01	6,13	0,00613
N6-N7	T8	101	0,250	5,76	5,89	0,00589
N7-N8	T9	212	0,525	1,02	1,31	0,00131
N8-N9	T10	109	0,270	0,75	0,90	0,00090
N9-BF2	T11	40	0,000	0,75	0,75	0,00075
N7-N10	T12	117	0,290	3,92	4,08	0,00408
N10-N11	T13	164	0,406	3,51	3,74	0,00374
N11-N12	T14	148	0,367	3,15	3,35	0,00335
N12-N13	T15	78	0,193	0,75	0,86	0,00086
N13-BF3	T16	78	0,000	0,75	0,75	0,00075
N12-N14	T17	50	0,124	2,08	2,15	0,00215
N14-N15	T18	138	0,342	1,74	1,93	0,00193
N15-N16	T19	132	0,327	1,41	1,59	0,00159
N16-N17	T20	267	0,662	0,75	1,11	0,00111
N17-Abv1	T21	178	0,000	0,75	0,75	0,00075
N1-N18	T22	151	0,374	16,70	16,90	0,01690
N18-N19	T23	373	0,924	15,77	16,28	0,01628
N19-N20	T24	285	0,706	15,07	15,45	0,01545
N20-N21	T25	180	0,446	14,62	14,87	0,01487
N21-BF4	T26	16	0,000	0,75	0,75	0,00075
N21-N22	T27	122	0,302	13,57	13,73	0,01373
N22-N23	T28	558	1,383	5,81	6,57	0,00657
N23-N24	T29	32	0,079	5,73	5,77	0,00577
N24-N25	T30	750	1,858	0,75	1,77	0,00177
N25-BF5	T31	56	0,000	0,75	0,75	0,00075
N24-N26	T32	554	1,373	1,75	2,50	0,00250
N26-N27	T33	402	0,996	0,75	1,30	0,00130
N27-Abv2	T34	37	0,000	0,75	0,75	0,00075
N22-N28	T35	610	1,512	4,87	5,70	0,00570
N28-N29	T36	385	0,954	3,91	4,44	0,00444
N29-N30	T37	342	0,847	3,07	3,53	0,00353
N30-N31	T38	173	0,429	2,64	2,87	0,00287
N31-BF7	T39	202	0,000	0,75	0,75	0,00075
N31-N32	T40	60	0,149	1,74	1,82	0,00182

N32-N33	T41	202	0,501	1,24	1,51	0,00151
N33-N34	T42	132	0,327	0,91	1,09	0,00109
N34-N35	T43	65	0,161	0,75	0,84	0,00084
N35-BF6	T44	171	0,000	0,75	0,75	0,00075

Annexe 14: Dimensionnement du réseau de distribution

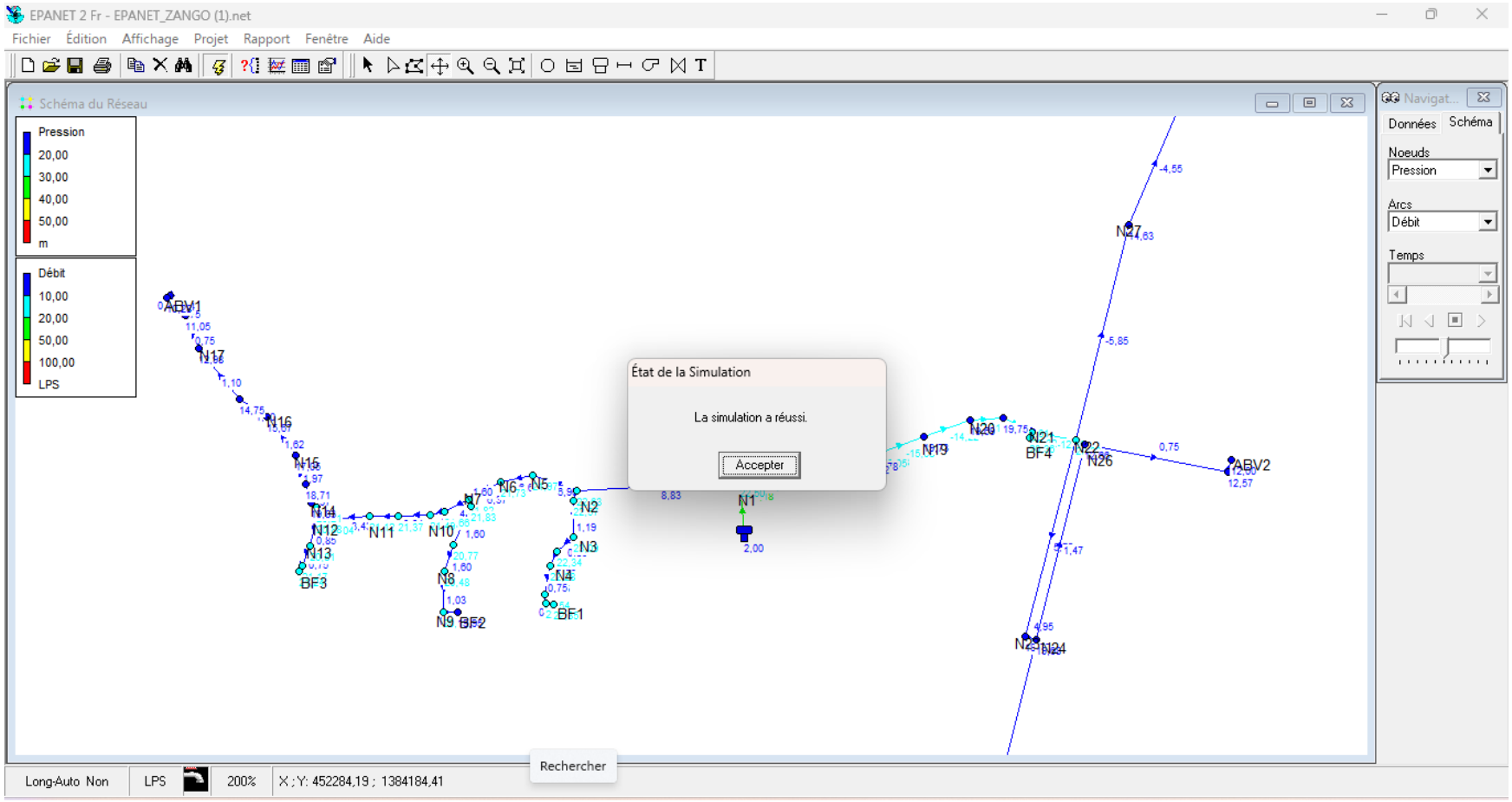
Troncons	Longueur	Qfictif (m3/s)	Dth (m)	Dint (m)	DN (mm)	k/Dint	Lambda	pdc (m)	∑pdc (m)	ZTN aval (m)	PS	Z imposé (m)	Zmin max (m)	P réelle (m)	Vitesse (m/s)
R-N1	92	0,02569	0,18086972	0,2204	250	0,00680581	1,18E-02	0,12	0,12	295,99	6	302,11		16,74	0,67
N1-N2	300	0,00829	0,10272464	0,1102	125	0,01361162	1,28E-02	1,48	1,60	293,25	6	300,85		18,00	0,87
N2-N3	131	0,00119	0,0388633	0,0554	63	0,02707581	1,66E-02	0,53	2,14	291,95	6	300,09		18,77	0,49
N3-N4	104	0,00089	0,03369558	0,0554	63	0,02707581	1,77E-02	0,26	2,39	292,38	6	300,77		18,08	0,37
N4-BF1	126	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,23	2,62	291,96	6	300,58		18,27	0,31
N2-N5	130	0,00640	0,09028225	0,0968	110	0,01549587	1,31E-02	0,75	2,35	292,54	6	300,89		17,96	0,87
N5-N6	88	0,00613	0,08831971	0,0968	110	0,01549587	1,33E-02	0,47	2,82	291,93	6	300,75		18,10	0,83
N6-N7	101	0,00589	0,08662725	0,0968	110	0,01549587	1,34E-02	0,50	3,32	290,93	6	300,25		18,60	0,80
N7-N8	212	0,00131	0,04082503	0,0554	63	0,02707581	1,63E-02	1,03	4,35	289,94	6	300,29		18,56	0,54
N8-N9	109	0,00090	0,03382408	0,0554	63	0,02707581	1,77E-02	0,27	4,62	289,41	6	300,03		18,82	0,37
N9-BF2	40	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,07	4,69	289,82	6	300,51		18,34	0,31
N7-N10	117	0,00408	0,0720781	0,0792	90	0,01893939	1,38E-02	0,79	4,10	289,93	6	300,03	312,85	18,82	0,83

N10-N11	164	0,00374	0,06898839	0,0792	90	0,01893939	1,41E-02	0,94	5,04	288,74	6	299,78		19,07	0,76
N11-N12	148	0,00335	0,0653047	0,0792	90	0,01893939	1,44E-02	0,70	5,74	287,84	6	299,58		19,27	0,68
N12-N13	78	0,00086	0,03301933	0,0554	63	0,02707581	1,79E-02	0,18	5,92	287,64	6	299,56		19,29	0,36
N13-BF3	78	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,14	6,06	287	6	299,06		19,79	0,31
N12-N14	50	0,00215	0,05230575	0,0554	63	0,02707581	1,47E-02	0,59	6,33	287,87	6	300,20		18,65	0,89
N14-N15	138	0,00193	0,04952988	0,0554	63	0,02707581	1,50E-02	1,34	7,67	288,38	6	302,05		16,80	0,80
N15-N16	132	0,00159	0,04501495	0,0554	63	0,02707581	1,56E-02	0,91	8,58	288,26	6	302,84		16,02	0,66
N16-N17	267	0,00111	0,03765942	0,0554	63	0,02707581	1,69E-02	0,97	9,55	289,49	6	305,04		13,81	0,46
N17-Abv1	178	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,32	9,87	291,7	6	307,57		11,28	0,31
N1-N18	151	0,01690	0,14670108	0,1586	180	0,00945776	1,20E-02	0,47	0,59	297,36	6	303,95		14,90	0,86
N18-N19	373	0,01628	0,14397789	0,1586	180	0,00945776	1,21E-02	1,08	1,67	296,67	6	304,34		14,51	0,82
N19-N20	285	0,01545	0,1402775	0,1586	180	0,00945776	1,22E-02	0,75	2,42	295,72	6	304,14		14,71	0,78
N20-N21	180	0,01487	0,13757795	0,1586	180	0,00945776	1,23E-02	0,44	2,87	294,52	6	303,39		15,47	0,75
N21-BF4	16	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,03	2,90	294,44	6	303,34		15,52	0,31
N21-N22	122	0,01373	0,13223924	0,141	160	0,0106383	1,22E-02	0,46	3,32	294,16	6	303,48		15,37	0,88

N22-N23	558	0,00657	0,09144063	0,1102	125	0,01361162	1,34E-02	1,80	5,13	292,46	6	303,59		15,26	0,69
N23-N24	32	0,00577	0,08571877	0,0968	110	0,01549587	1,34E-02	0,15	5,28	292,25	6	303,53		15,32	0,78
N24-N25	750	0,00177	0,04750096	0,0554	63	0,02707581	1,53E-02	6,26	11,54	295,22	6	312,76		6,09	0,74
N25-BF5	56	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,10	11,64	295,21	6	312,85		6,00	0,31
N24-N26	554	0,00250	0,05643158	0,066	75	0,02272727	1,47E-02	3,70	8,98	294	6	308,98		9,87	0,73
N26-N27	402	0,00130	0,04065078	0,0554	63	0,02707581	1,63E-02	1,92	10,91	293	6	309,91		8,94	0,54
N27-Abv2	37	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,07	10,97	293,47	6	310,44		8,41	0,31
N22-N28	610	0,00570	0,08518156	0,1234	140	0,01215559	1,41E-02	0,89	4,21	298,23	6	308,44		10,41	0,48
N28-N29	385	0,00444	0,07517197	0,1102	125	0,01361162	1,45E-02	0,62	4,83	299,9	6	310,73		8,13	0,47
N29-N30	342	0,00353	0,06706133	0,0792	90	0,01893939	1,42E-02	1,77	6,60	297,57	6	310,17		8,69	0,72
N30-N31	173	0,00287	0,06048278	0,0792	90	0,01893939	1,48E-02	0,62	7,22	296,14	6	309,36		9,50	0,58
N31-BF7	202	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,36	7,58	294,74	6	308,32		10,53	0,31
N31-N32	60	0,00182	0,04814418	0,0554	63	0,02707581	1,52E-02	0,53	7,74	296,25	6	309,99		8,86	0,76
N32-N33	202	0,00151	0,04389722	0,0554	63	0,02707581	1,58E-02	1,27	9,01	294,59	6	309,60		9,25	0,63
N33-N34	132	0,00109	0,03726995	0,0554	63	0,02707581	1,70E-02	0,46	9,48	293,87	6	309,35		9,51	0,45

N34-N35	65	0,00084	0,03267596	0,0554	63	0,02707581	1,80E-02	0,14	9,16	293,44	6	308,60		10,26	0,35
N35-BF6	171	0,00075	0,03090194	0,0554	63	0,02707581	1,84E-02	0,31	9,47	293,92	6	309,39		9,47	0,31

Annexe 15: Simulation Epanet

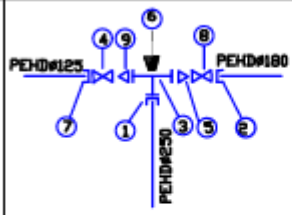
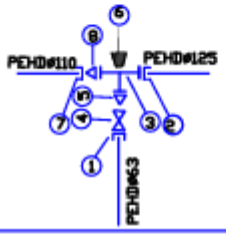
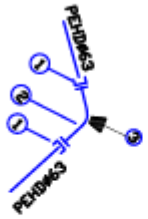
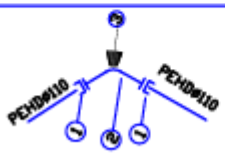


Annexe 16: Résultats de la simulation sur Epanet

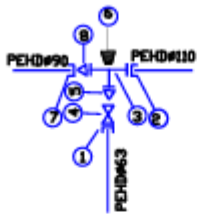
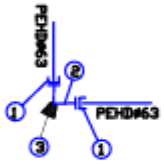
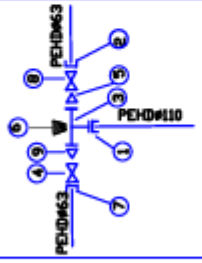
État des Arcs du Réseau					
		Longueur	Diamètre	Débit	Vitesse
ID Arc	Conduites	m	mm	LPS	m/s
Tuyau p1		13,97	55,4	0,75	0,31
Tuyau p2	N34-BF6	157,13	55,4	0,75	0,31
Tuyau p3	N33-N34	65,06	55,4	0,83	0,35
Tuyau p4		68,38	55,4	1,09	0,45
Tuyau p5	N32-N33	63,51	55,4	1,09	0,45
Tuyau p6	N31-N32	202,06	55,4	1,53	0,63
Tuyau p7	N30-31	59,43	55,4	1,87	0,78
Tuyau p8		80,01	55,4	2,93	0,59
Tuyau p9	N29-N30	93,11	79,2	2,93	0,59
Tuyau p10		109,95	79,2	3,6	0,73
Tuyau p11		41,82	79,2	3,6	0,73
Tuyau p12	N28-N29	190	79,2	3,6	0,73
Tuyau p13	N27-N28	384,99	110,2	4,55	0,48
Tuyau p14	N262-N27	609,59	123,4	5,85	0,49
Tuyau p15	N21-N22	122,4	141	12,46	0,8
Tuyau p16		88,08	158,6	13,61	0,69
Tuyau p17	N20-N21	91,71	158,6	13,61	0,69
Tuyau p18	N19-N20	133,96	158,6	14,22	0,72
Tuyau p19		125	158,6	15,08	0,76
Tuyau p20		25,62	158,6	15,08	0,76
Tuyau p21		24,92	158,6	15,08	0,76
Tuyau p22	N18-N20	91,91	158,6	15,08	0,76
Tuyau p23		185,38	158,6	15,76	0,8
Tuyau p24	N1-N18	71,36	158,6	15,76	0,8
Tuyau p29	N2-N5	130,11	96,2	6,9	0,95
Tuyau p30	N5-N6	87,75	96,2	6,61	0,91
Tuyau p31	N6-N7	100,66	96,2	6,37	0,88
Tuyau p32		75,45	79,2	4,61	0,85
Tuyau p33	N7-N10	41,47	79,2	4,21	0,85
Tuyau p34		86,47	79,2	3,84	0,78
Tuyau p35	N10-N11	77,36	79,2	3,84	0,78
Tuyau p36		112,81	79,2	3,43	0,7
Tuyau p37	N11-N12	34,34	79,2	3,43	0,7
Tuyau p38		30,1	55,4	2,22	0,92
Tuyau p39	N12-N14	20,1	55,4	2,22	0,92
Tuyau p40		54,34	55,4	1,97	0,82
Tuyau p41	N14-N15	84,11	55,4	1,97	0,82

Tuyau p42	N15-N16	132,11	55,4	1,62	0,67
Tuyau p43		89,74	55,4	1,1	0,46
Tuyau p44	N16-N17	177,09	55,4	1,1	0,46
Tuyau p45		97,82	55,4	0,75	0,31
Tuyau p46		69,02	55,4	0,75	0,31
Tuyau p47	N17-ABV1	10,81	55,4	0,75	0,31
Tuyau p48	N22-N23	558,01	110,2	5,72	0,6
Tuyau p49	N23-N24	32,12	96,8	4,95	0,67
Tuyau p50	N24-N25	750,58	55,4	1,73	0,72
Tuyau p51	N25-BF5	56,01	55,4	0,75	0,31
Tuyau p52	N24-N26	553,8	55,4	1,47	0,61
Tuyau p53		403	55,4	0,75	0,31
Tuyau p54	N26-ABV2	36,05	55,4	0,75	0,31
Tuyau p55	N30-BF7	202,33	55,4	0,75	0,31
Tuyau p56		30	55,4	1,19	0,5
Tuyau p57	N2-N3	100,67	55,4	1,19	0,5
Tuyau p58		60,08	55,4	0,89	0,37
Tuyau p59	N3-N4	43,61	55,4	0,89	0,37
Tuyau p60		78,43	55,4	0,75	0,31
Tuyau p61		25,79	55,4	0,75	0,31
Tuyau p62	N4-BF1	21,69	55,4	0,75	0,31
Tuyau p63		17,4	55,4	1,6	0,66
Tuyau p64		116,1	55,4	1,6	0,66
Tuyau p65	N7-N8	78,81	55,4	1,6	0,66
Tuyau p66	N8-N9	109,41	55,4	1,03	0,43
Tuyau p67	N9-BF2	40,14	55,4	0,75	0,31
Tuyau p68	N12-N13	77,53	55,4	0,85	0,35
Tuyau p69		58,53	55,4	0,75	0,31
Tuyau p70	N13-BF3	19,98	55,4	0,75	0,31
Tuyau T1	N21-BF4	15,47	55,4	0,75	0,31
Tuyau T6	N1-N2	300	110,2	8,83	0,93
Tuyau T7	R-N1	92	198,2	25,18	0,66

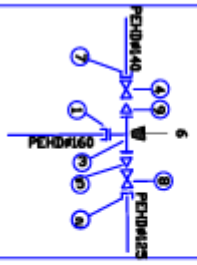
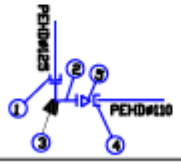
Annexe 17: Carnet des nœuds 01

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
N1		1	adaptateur à bride DN 250	01
		2	adaptateur à bride DN 180	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN250	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 125	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 250/180	01
		6	bloc de butée	01
		7	adaptateur à bride DN 125	01
		8	Robinet vanne à 2 brides DN180	01
		9	Cone fonte à 2 Brides DN 250/125	01
N2		1	adaptateur à bride DN 63	01
		2	adaptateur à bride DN 125	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN 125	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 125/63	01
		6	bloc de butée	01
		7	adaptateur à bride DN 110	01
		8	Cone fonte à 2 Brides DN 125/110	01
N3 N35		1	adaptateur à bride DN 63	02
		2	Coude fonte 1/8 à DN 63	01
		3	bloc de butée	01
N5 N6		1	adaptateur à bride DN 110	02
		2	Coude fonte 1/16 à bride DN 110	01
		3	bloc de butée	01

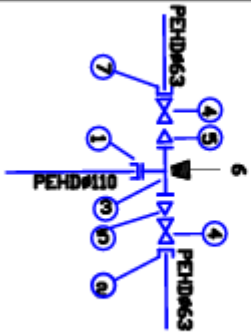
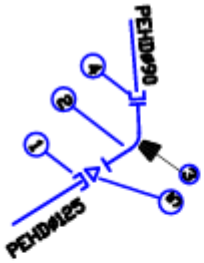
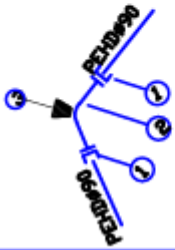
Annexe 18: Carnet des nœuds 02

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
N7		1	adaptateur à bride DN 63	01
		2	adaptateur à bride DN 110	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN 110	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 110/63	01
		6	bloc de butée	01
		7	adaptateur à bride DN 90	01
		8	Cone fonte à 2 Brides DN 110/90	01
N9 N25 N26 N27 N32		1	adaptateur à bride DN 63	02
		2	Coude fonte 1/4 à DN 63	01
		3	bloc de butée	01
N12		1	adaptateur à bride DN 110	01
		2	adaptateur à bride DN 63	02
		3	Té fonte à 3 Brides DN 110	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	02
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 110/63	02
		6	bloc de butée	01
N14 N30		1	adaptateur à bride DN 63	02
		2	Coude fonte 1/8 à DN 63	01
		3	bloc de butée	01

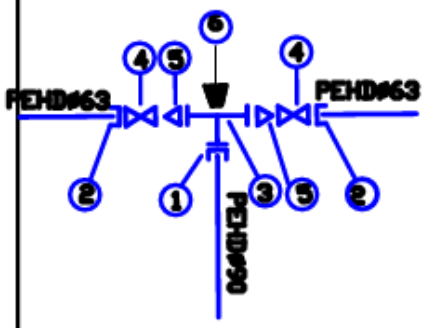
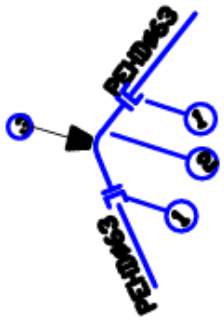
Annexe 19: Carnet des nœuds 03

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
N18		1	adaptateur à bride DN 180	02
		2	Coude fonte 1/16 à bride DN 180	01
		3	bloc de butée	01
N21		1	adaptateur à bride DN 63	01
		2	adaptateur à bride DN 160	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN 180	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 180/63	01
		6	bloc de butée	01
		7	adaptateur à bride DN 180	01
		8	Cone fonte à 2 Brides DN 180/160	01
N22		1	adaptateur à bride DN 160	01
		2	adaptateur à bride DN 125	01
		3	Té fonte à 3 Brides DN 160	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 140	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 160/125	01
		6	bloc de butée	01
		7	adaptateur à bride DN 140	01
		8	Robinet Vanne à 2 brides DN 125	01
		9	Cone fonte à 2 Brides DN 160/140	01
N23		1	adaptateur à bride DN 125	01
		2	Coude fonte 1/4 à bride DN 125	01
		3	bloc de butée	01
		4	adaptateur à bride DN 110	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 125/110	01

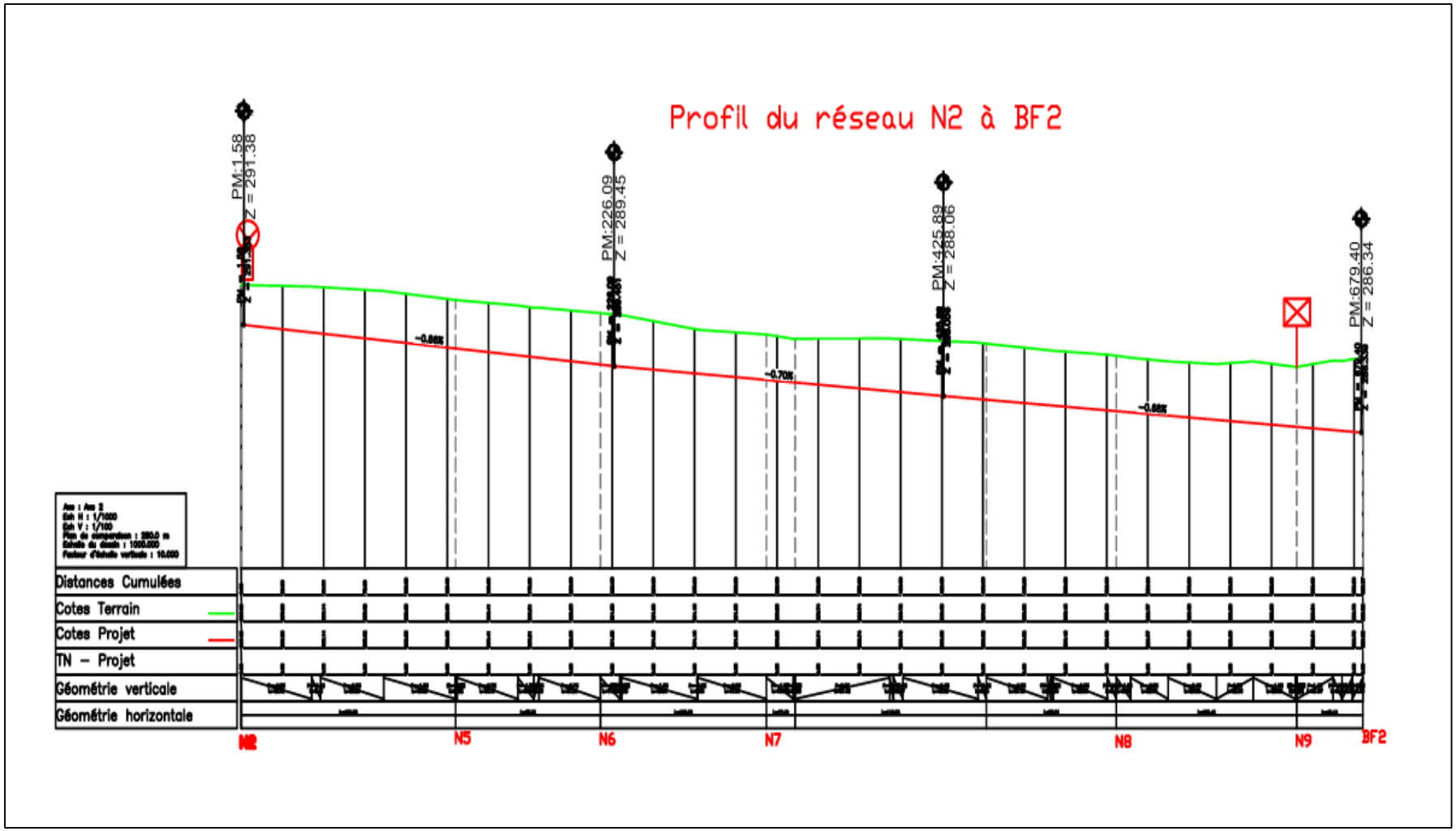
Annexe 20: Carnet des nœuds 04

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
N24		1	adaptateur à bride DN 110	01
		2	adaptateur à bride DN 63	02
		3	Té fonte à 3 Brides DN 110	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	02
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 110/63	02
		6	bloc de butée	01
N29		1	adaptateur à bride DN 125	01
		2	Coude fonte 1/8 à DN 63	01
		3	bloc de butée	01
		4	adaptateur à bride DN 90	01
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 125/90	01
N30		1	adaptateur à bride DN 90	02
		2	Coude fonte 1/8 à DN 90	01
		3	bloc de butée	01

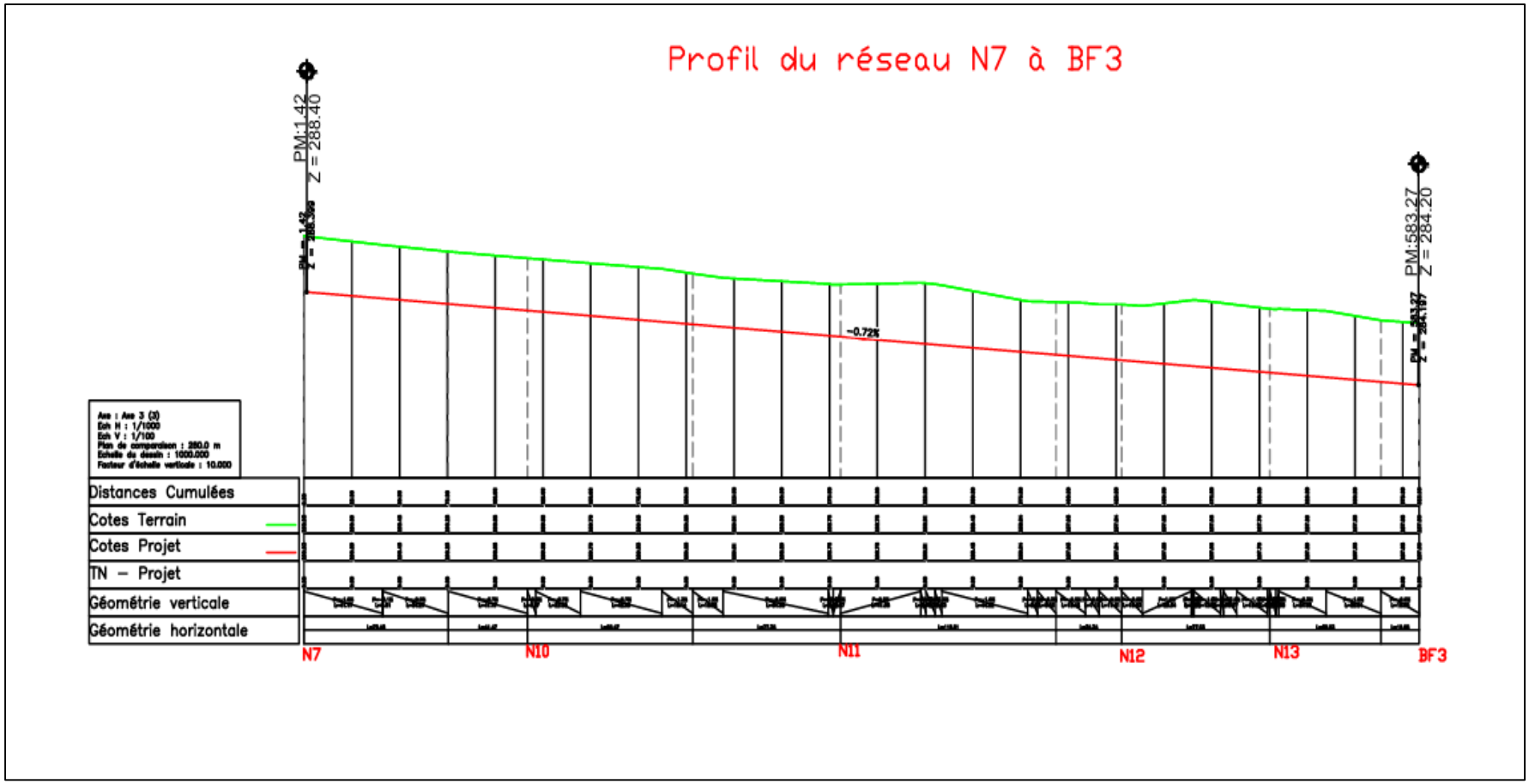
Annexe 21: Carnet des nœuds 05

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
N31		1	adaptateur à bride DN 90	01
		2	adaptateur à bride DN 63	02
		3	Té fonte à 3 Brides DN 90	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 63	02
		5	Cone fonte à 2 Brides DN 110/63	02
		6	bloc de butée	01
		7		
		8		
		1		
N34		1	adaptateur à bride DN 63	02
		2	Coude fonte 1/16 à DN 63	01
		3	bloc de butée	01

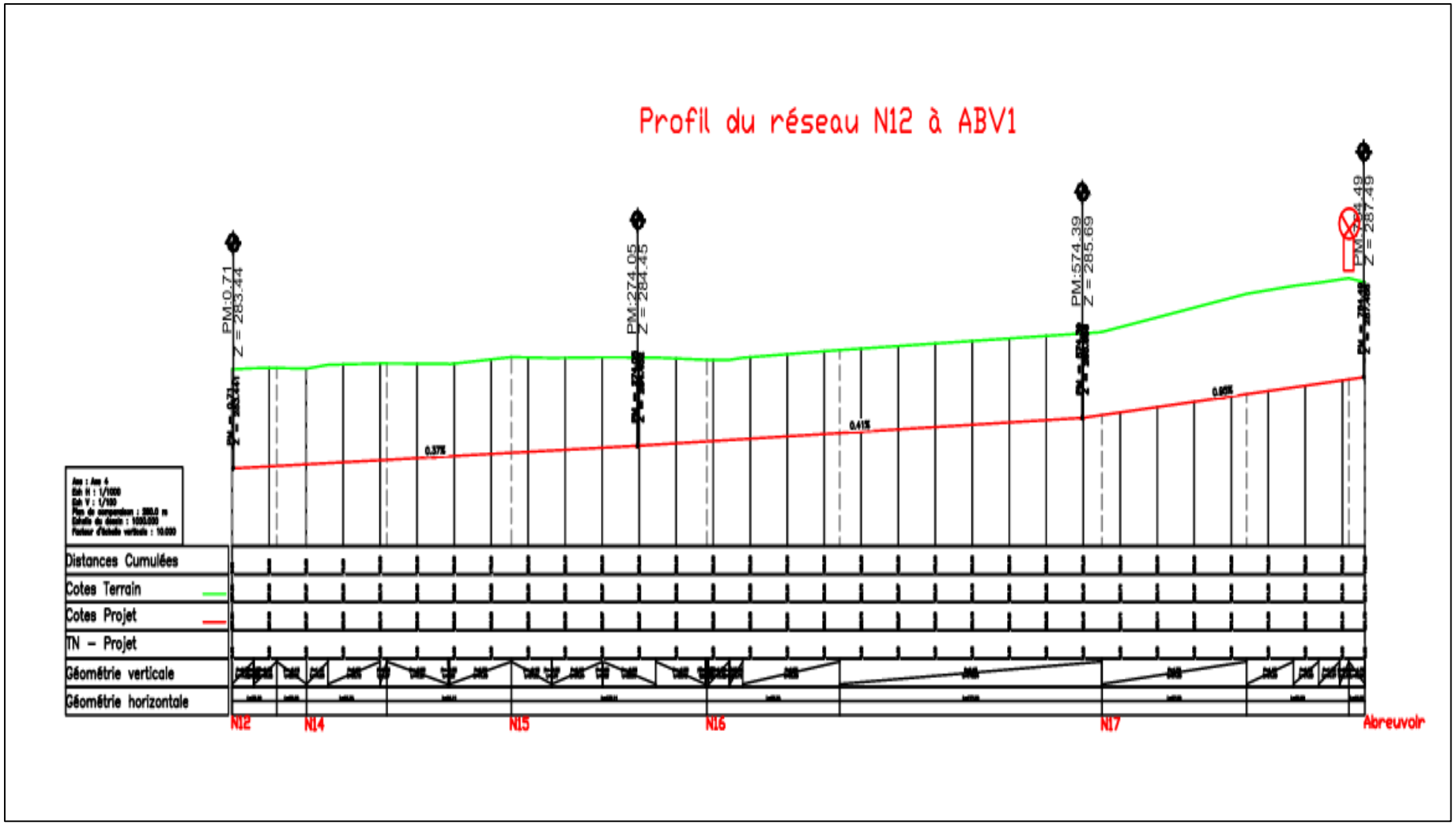
Annexe 22: Profil en long N2 à BF2



Annexe 23: Profil en long N7 à BF3



Annexe 24: Profil en long N12 à ABV1



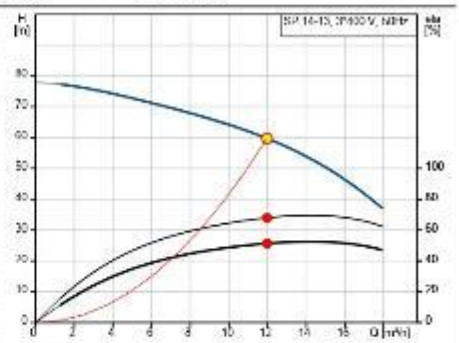
Annexe 25: Fiche technique de la pompe

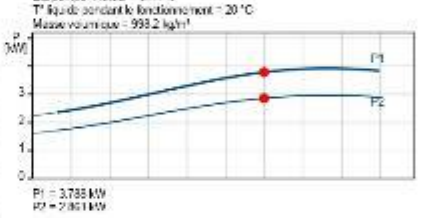
GRUNDFOS

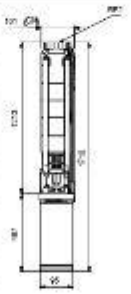
Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

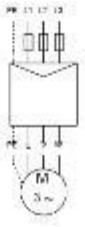
Date: 06/05/2026

Description	Valeur
Information générale:	
Nom produit:	SP 14-13
Code article:	98809788
Numéro EAN:	5712601864356
Prix:	EUR 3548
Technique:	
Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe:	2900 mn-1
Débit calculé réel:	11.97 m³/h
Débit nominal:	14 m³/h
Point de fonctionnement réel de la pompe:	59.75 m
Hauteur nominale:	56.2 m
Etages:	13
Nombre de roues à diamètre réduit:	NONE
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
Modèle:	H
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/Ceramique
Installation:	
Pression ambiante maximale:	60 bar
Pression maximale de service:	60 bar
Pression de sortie maximale autorisée:	7.9 bar
Type raccordement:	Rp
Taille du raccordement:	2 pouce
Diamètre moteur:	4 pouce
Diamètre de forage minimum:	105 mm
Liquide:	
Liquide pompé:	Eau
Plage température liquide:	-15 .. 40 °C
Température liquide sélectionnée:	20 °C
Densité:	998.2 kg/m³
Donnée électrique:	
Type moteur:	MS4000
Conception de la bride moteur:	NEMA
Puissance nominale - P2:	3 kW
Puissance (P2) requise par pompe:	3 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz









Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.18.000] 1

GRUNDFOS

Nom Société:
Créé par:
Téléphone:

Date: 06/05/2026

Description	Valeur
Tension nominale:	3 x 380 400 415 V
Intensité nominale:	7.7-7.9-8.1 A
Intensité démarrage:	430-450-460 %
Cos phi - facteur de puissance:	0.86-0.81-0.77
Vitesse nominale:	2830 2850 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:	Oui
Longueur du câble:	2.5 m
Type de câble:	FLAT
No moteur:	7C193508
Numéro de câble principal:	99410222
Enroulements:	Enameled
Autres:	
Indice d'efficacité minimale, MEI ≥:	0.50
Poids net:	31.4 kg
Poids brut:	37 kg
Volume d'expédition:	0.068 m3
Pays d'origine:	DK
Code douanier:	84137029
Certifications environnementales:	WEEE

Logiciel Grundfos WinCAPS [2026.18.000] 2

Annexe 26: Fiche technique du champ solaire

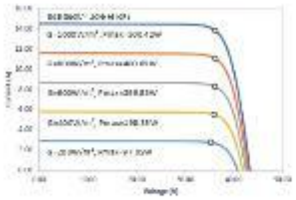


500W Full Black

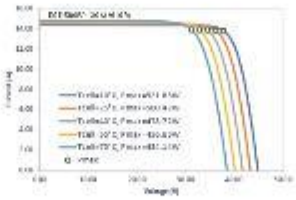
ATLAS TOPCon

Caractéristiques

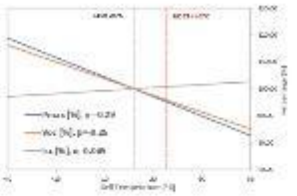
Courbe d'irradiance I-V



Courbe de température I-V



Effet de la température sur Isc, Voc, Pmax



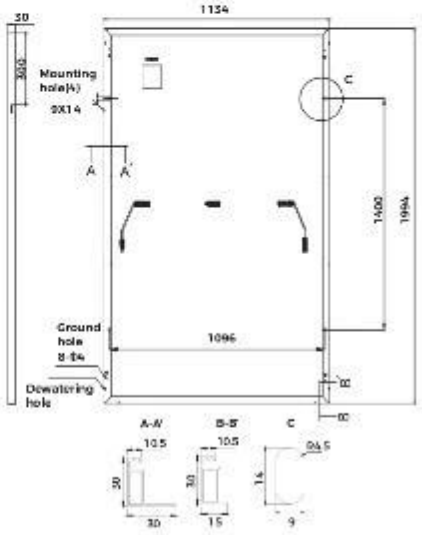
Caractéristiques électriques (STC: E=1000W/m - Tcell=25 C - AM1.5 NOCT: E=800W/m - T=20°C - v=1 m/s)

Types de modules	EGE-500W-120N(M10R)	
	STC	NOCT
Puissance maximale (Pmax)	500 W	380.60 W
Tension à puissance maximale (Vmp)	30.44 V	34.40 V
Intensité à puissance maximale (Imp)	16.43 A	11.06 A
Tension circuit ouvert (Voc)	43.35 V	41.20 V
Intensité de court-circuit (Isc)	14.50 A	11.60 A
Tolérance de puissance	0~+5 W	
Efficacité Maximale	22.11 %	

Caractéristiques mécaniques

Type de cellule	Monocristalin
Nombre de cellules	120 (2x60)
Dimensions	1994x1134x30 mm
Poids	25.3 kg
Verre	3.2 mm (avant), verre trempé, revêtement anti-reflet
Cadre	Alliage d'aluminium anodisé
Boîte de jonction	Indice IP68, 3 diodes de dérivation
Câbles de sortie	4.0 mm², 300 mm (+) / 300 mm (-) ; L2 longueur peut être personnalisée
Connecteur	Compatible MC4

Dessin Technique



Conditions de fonctionnement

Température de fonctionnement (°C)	40°C~+85°C
Tension maximal du système IEC	1500 VDC
Calibrage maximal des fusibles series	30A
Charge avant maximale (ex : neige)	5400 Pa
Charge arrière maximale (ex : vent)	2400 Pa

Emballage (Dimensions de palette: 2020*1125*1259mm)

Type	Quantité	Poids
Par palette	36 pièces	960.8 kg
Conteneurs 40HQ	792 pièces	20.83 t

EcoGreenEnergy

Eco Green Energy Limited

eco greenenergy.com

Annexe 27: Estimation du devis du projet

				Prix moyen	
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	INSTALLATION, REPLI ET ETUDES D'EXECUTION				
I.1	Installation et Repli de la base de l'Entrepreneur	ff	1	2 200 000	2 200 000
I.2	Etudes techniques d'exécution (plans d'exécution des ouvrages)	ff	1	825 000	825 000
I.3	Etablissement de plans de recollement des ouvrages exécutés	ff	1	825 000	825 000
	SOUS TOTAL I				3 850 000
II	EXPLOITATION DE L'EAU DE FORAGE ET RESEAU DE REFOULEMENT				
II.1	Exhaure				
II.1.1	Développement		ff	125 000	125 000
II.1.2	Pompage par paliers		ff	150 000	150 000
II.1.3	Pompage longue durée		ff	600 000	600 000
II.1.4	Analyse physico-chimique et bactériologique		ff	100 000	100 000
II.1.5	Génie civil de tête de forage		u	500 000	500 000
II.1.6	Fourniture et installation d'une électropompe immergée Q=10 m3/h, HMT= 61 m, P=3 Kw SP14-13 toutes sujétions comprises	u	1	3 000 000	3 000 000
II.1.7	Fourniture, pose et raccordement d'une colonne montante en acier galvanisé DN 110(y compris attaches)	ml	20	16700	334 000
II.1.8	Fourniture et équipement complet d'une tête de forage (Té, ventouse, compteur, manomètre, vanne, robinet, clapet anti-retour…)	u	1	701 000	701 000
II.1.9	Fourniture et installation d'un coffret de tête de forage	u	1	59 000	59 000
II.1.10	Fourniture et pose de Câble de sécurité en acier galvanisé de 6 mm²	ml	100	5 000	500 000
II.1.11	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 16 mm2 Cu (forage)	ml	100	6 000	600 000
II.1.12	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 10 mm2 Cu (forage)	ml	100	5 000	500 000
II.1.13	Fourniture et pose de câble U 1000 R 02 V 4 x 4 mm2 Cu (forage)	ml	100	3 500	350 000
II.1.14	Fourniture et pose de fil électrique submersible 1 x 1,5 mm2 pour électrodes	ml	100	2 500	250 000
II.1.15	Fourniture et pose de câble 2 x 2, 5 mm2 pour pressostat	ml	20	3 000	60 000

II.1.16	Fourniture et pose d'une boîte de jonction étanche	u	1	50 000	50 000
II.1.17	Installation d'un système complet de télégestion pour forage	ens	1	10 000 000	10 000 000
	SOUS TOTAL II.1				17 879 000
II.2	REFOULEMENT				
II.2.1	Débroussaillage, déssoussage et abattage d'arbres	ff	1	250 000	250 000
II.2.2	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites de diamètre inférieur ou égal à 90 mm	ml	45	1 800	81 000
II.2.3	Fourniture et pose conduites PEHD, DN 90 PN 16	ml	45	10 000	450 000
II.2.4	Grillage avertisseur bleu	ml	45	400	18 000
II.2.5	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	45	480	21 600
II.2.6	Fourniture et pose de Clapet anti retour 2B DN100	u	1	165 000	165 000
II.2.7	Fourniture et pose de robinet vanne DN100	u	1	95 800	95 800
II.2.8	Fourniture et pose d'adaptateur à brides PehD DN 90 PN 16	u	1	30 861	30 861
II.2.9	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN110/90	u	1	49 500	49 500
II.2.10	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/4 ou 1/8 ou 1/16 DN90	u	1	100 000	100 000
II.2.11	Fourniture et pose de ventouse triple fonction DN100 PN 16	u	1	150 000	150 000
II.2.12	Fourniture et pose d'un dispositif de vidange sur conduite DN90	u	1	200 000	200 000
II.2.13	Exécution de massif de butée en béton dosé à 350 kg/m^3	ens	1	150 000	150 000
II.2.14	Construction de regards pour ventouse, vanne, vidange et by pass	u	1	400 000	400 000
II.2.15	Protection des conduites de refoulement (fourreaux + gabions)	ml	45	10 000	450 000
	SOUS TOTAL II.2				2 611 761
	SOUS TOTAL II				20 490 761
III	ALIMENTATION ENERGETIQUE				
III.1	ENERGIE SOLAIRE				
III.1.1	Fourniture et pose panneau solaire photo voltaïque 500w -12v y compris toutes sujétions de pose	u	10	350 000	3 500 000
III.1.2	Structure support triangulé en aluminium incliné à 15°	u	10	75 000	750 000
III.1.3	Fourniture, pose et raccordement et essai d'un onduleur DC	u	1	450 000	450 000
III.1.4	Fourniture, pose et raccordement de câble H07RN-F 3X10mm2 pour le raccordement des panneaux solaires et l'onduleur	ml	75	3 500	262 500

III.1.5	Fourniture, pose et raccordement de câble H07RN-F 3X10mm2 pour le raccordement des panneaux solaires	ml	100	3 000	300 000
III.1.6	Fourniture, pose et raccordement de parafoudre DC 800V, y compris toute sujétion	u	1	250 000	250 000
III.1.7	Fourniture, pose et raccordement d'un court-circuit CA pour la partie alternatif, y compris toute sujétion	u	1	35 000	35 000
III.1.8	Fourniture, pose et raccordement d'un court-circuit CC pour la partie continu, y compris toute sujétion	u	1	35 000	35 000
III.1.9	Fourniture, pose et raccordement d'une protection contre les surcharges côté continu (disjoncteur DC), y compris toute sujétion	u	1	50 000	50 000
	SOUS TOTAL III.1				5 632 500
III.2	ENERGIE THERMIQUE				
III.2.1	Fourniture et pose d'un groupe électrogène de 10 kVA y compris accessoires	u	1	2 300 000	2 300 000
III.2.2	Fourniture et pose de cuve métallique à gasoil de 250 litres de volume toute sujétions comprises	u	1	676 000	676 000
III.2.3	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x6mm^2 sur chemin de câble pour l'alimentation du coffret électrique à partir de l'onduleur, y compris toute sujétion	ml	50	9 550	477 500
III.2.4	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x6mm^2 enterré pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	ml	50	9 080	454 000
III.2.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x2, 5 mm2 pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ml	50	4 750	237 500
III.2.6	Fourniture, pose et raccordement des câbles électriques U1000 R02V de 3x1,5 mm^2 pour les avertissements (surpression et manque d'eau du forage) de la boite de raccordement dans l'abri de tête de forage	ml	50	5 200	260 000
III.2.7	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipé de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage câble de 3x2 mm^2, y compris toutes sujétions	u	1	59 000	59 000
III.2.8	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'avertissement de la surpression, y compris toutes sujétions	u	1	287 000	287 000
	SOUS TOTAL III.2				4 751 000

	SOUS TOTAL III				10 383 500
IV	RESEAU DE DISTRIBUTION				
IV.1	Fouille, fourniture et pose de conduites PEHD				
IV.1.1	Fouilles et remblais pour tout type de terrain pour conduites jusqu'au DN110 inclus	ml	5585	1 800	10 053 000
IV.1.2	Fouilles et remblais tout type de terrain pour conduites DN supérieur à 110 mm	ml	3056	2 500	7 640 000
IV.1.3	Fonçage sous voie bitumée et pose de fourreau DN 110	ml	12	47 444	569 328
IV.1.4	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN250 PN10	ml	92	21 528	1 980 576
IV.1.5	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN180 PN10	ml	989	17 800	17 604 200
IV.1.6	IV.1.11	ml	122	13 455	1 641 510
IV.1.7	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN140 PN10	ml	610	12 500	7 625 000
IV.1.8	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN125 PN10	ml	1243	11 100	13 797 300
IV.1.9	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN110 PN10	ml	351	7 350	2 579 850
IV.1.10	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN90 PN10	ml	944	5 100	4 814 400
	Fourniture et pose de conduites PEHD, DN63 PN10	ml	4290	4 750	20 377 500
IV.1.12	Grillage avertisseur bleu	ml	8641	400	3 456 400
IV.1.13	Essai de pression, lavage, désinfection et rinçage des canalisations	ml	8641	200	1 728 200
	SOUS TOTAL IV.1				93 867 264
IV.2	Fourniture d'équipements de robinetterie et de pièces spéciales				
IV.2.1	Fourniture et pose de té à 3 brides				
IV.2.1.1	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN250	u	1	130 700	130 700
IV.2.1.2	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN180	u	1	100 000	100 000
IV.2.1.3	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN160	u	1	95 000	95 000
IV.2.1.4	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN125	u	1	85 700	85 700
IV.2.1.5	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN110	u	3	81 000	243 000
IV.2.1.6	Fourniture et pose de té fonte 3 brides DN90	u	1	73 400	73 400
IV.2.2	Fourniture et pose d'adaptateur à brides				
IV.2.2.1	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN250	u	1	70 400	70 400
IV.2.2.2	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN180	u	3	47 120	141 360
IV.2.2.3	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN160	u	2	45 900	91 800
IV.2.2.4	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN140	u	1	44 000	44 000

IV.2.2.5	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN125	u	4	52 000	208 000
IV.2.2.6	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN110	u	10	54 212	542 120
IV.2.2.7	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN90	u	5	25 035	125 175
IV.2.2.8	Fourniture et pose d'adaptateur F/PEHD DN63	u	30	21 831	654 930
IV.2.3	Fourniture et pose de cône fonte 2B				
IV.2.3.1	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN250/180	u	1	26 000	26 000
IV.2.3.2	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN250/125	u	1	26 000	26 000
IV.2.3.3	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN125/110	u	2	195 000	390 000
IV.2.3.4	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN125/63	u	1	167 000	167 000
IV.2.3.5	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN180/63	u	1	145 000	145 000
IV.2.3.6	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN180/160	u	1	167 000	167 000
IV.2.3.7	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN160/125	u	1	167 000	167 000
IV.2.3.8	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN160/140	u	1	167 000	167 000
IV.2.3.9	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN125/90	u	1	145 000	145 000
IV.2.3.10	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN110/63	u	5	125 000	625 000
IV.2.3.11	Fourniture et pose de cône fonte 2B DN110/90	u	1	130 000	130 000
IV.2.4	Fourniture et pose de coude fonte 2B				
IV.2.4.1	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/16 DN63	u	2	13 920	27 840
IV.2.4.2	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/8 DN90	u	1	31 225	31 225
IV.2.4.3	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/8 DN63	u	4	30 665	122 660
IV.2.4.4	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/4 DN63	u	5	23 530	117 650
IV.2.4.5	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/16 DN110	u	2	25 200	50 400
IV.2.4.6	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/16 DN180	u	1	79 000	79 000
IV.2.4.7	Fourniture et pose de coude fonte 2B 1/4 DN125	u	1	90 000	90 000
IV.2.5	Fourniture et pose de robinet vanne				
IV.2.5.1	Fourniture et pose de robinet vanne plate ES DN125	u	2	136 000	272 000
IV.2.5.2	Fourniture et pose de robinet vanne plate ES DN180	u	1	212 780	109 000
IV.2.5.3	Fourniture et pose de robinet vanne plate ES DN140	u	3	190 200	285 000
IV.2.5.4	Fourniture et pose de robinet vanne plate ES DN63	u	9	68 700	618 300
IV.2.6	Fourniture et pose de ventouses, dispositifs de vidange, de bouchons et de butées				
IV.2.6.1	Fourniture et pose de ventouse triple fonctions DN60 P16	u	3	85 400	256 200

IV.2.6.2	Fourniture et pose de ventouse simple effet DN60 P16	u	2	80 000	160 000
IV.2.6.3	Fourniture et pose d'un dispositif de vidange sur conduite DN63	u	3	100 000	300 000
IV.2.6.4	Fourniture et pose de bouchon DN63	u	2	5 000	10 000
IV.2.6.5	Fourniture et pose de bouche à clé bétonné	u	7	17 000	119 000
IV.2.6.6	Exécution de massif de butées en béton dosé à 350 kg/m^3	ens	1	150 000	150 000
	SOUS TOTAL IV.2				7 558 860
IV.3	Construction de regard				
IV.3.1	Regard pour ventouses	u	5	276 000	1 380 000
IV.3.2	Regard pour vidanges	u	3	276 000	828 000
	SOUS TOTAL IV.3				2 208 000
IV.4	Branchement privé				
IV.4.1	Génie civil et raccordement des branchements privés	u	1200	306 000	367 200 000
	SOUS TOTAL IV.4				367 200 000
	SOUS TOTAL IV				470 834 124
V	TRAITEMENT				
V.1	Pompe doseuse 12l/h	u	2	593 000	1 186 000
V.2	Fourniture et pose d'un bac de capacité 240 l avec accessoires d'injection sur conduite de refoulement	u	1	175 000	175 000
	SOUS TOTAL IV				1 361 000
VI	STOCKAGE				
VI.1	Aménagement de terrain, fourniture et pose de grillage de clôture	ens	1	1 000 000	1 000 000
VI.2	Etude géotechnique fondation château	ens	1	1 360 000	800 000
VI.3	Construction du château d'eau de 250 m3 en béton	ens	1	250 000 000	250 000 000
	SOUS TOTAL VI				251 800 000
VII	GENIE CIVIL				
VII.1	Construction de borne fontaine conformément au descriptif et devis quantitatif	u	7	850 000	5 950 000
VII.2	Construction de local pour groupe électrogène conformément aux plans et descriptif technique	u	1	2 000 000	2 000 000

VII.3	Construction de mur de clôture en maçonnerie	u	1	3 436 000	3 436 000
VII.4	Construction de locaux de service (Bureau et magasin)	ens	1	2 410 000	2 410 000
VII.5	Construction d'un local technique contenant les équipements électriques	ens	1	1 760 000	1 760 000
VII.6	Construction de latrines type VIP deux postes	ens	1	1 953 000	1 953 000
VII.7	Construction et branchement d'abreuvoirs	u	2	186 000	372 000
	SOUS TOTAL VII				17 881 000
	TOTAL GENERAL HT				776 600 385
	TVA (18%)				147 554 073
	IMPREVU 2%				15 532 008
	TOTAL GENERAL TTC				939 686 466

Annexe 28: Calcul du prix de revient

Année	Volume d'eau [m^3/an]	Dépense de Gasoil en FCFA /an	Dépense en chlore en FCFA/an	Dépense pour le personnel en FCFA/an	Maintenance en FCFA/an	Amortissement	Total	Prix de revient du m^3
2 027	272 697	6 387 500	157 308	9 120 000	1 250 000	17 175 032	34 089 840	125
2 028	272 697	6 387 500	162 005	9 120 000	1 250 000	17 175 032	34 094 537	125
2 029	272 697	6 387 500	180 738	9 120 000	1 250 000	17 175 032	34 113 270	125
2 030	272 697	6 387 500	269 178	9 120 000	1 250 000	17 175 032	34 201 710	125
2 031	272 697	6 387 500	526 881	9 120 000	1 250 000	17 175 032	34 459 413	126
2 032	272 697	6 387 500	542 162	10 032 000	1 250 000	17 175 032	35 386 694	130
2 033	272 697	6 387 500	557 855	11 035 200	1 250 000	17 175 032	36 405 587	134
2 034	272 697	6 387 500	573 880	12 138 720	1 250 000	17 175 032	37 525 132	138
2 035	272 697	6 387 500	590 258	13 352 592	1 250 000	17 175 032	38 755 382	142
2 036	272 697	6 387 500	606 967	14 687 851	1 250 000	17 175 032	40 107 350	147
2 037	272 697	6 387 500	624 088	16 156 636	1 250 000	17 175 032	41 593 257	153
2 038	272 697	6 387 500	641 563	17 772 300	1 250 000	17 175 032	43 226 395	159
2 039	272 697	6 387 500	659 509	19 549 530	1 250 000	17 175 032	45 021 571	165
2 040	272 697	6 387 500	677 786	21 504 483	1 250 000	17 175 032	46 994 800	172
2 041	272 697	6 387 500	696 475	23 654 931	1 250 000	17 175 032	49 163 938	180
2 042	272 697	6 387 500	715 613	26 020 424	1 250 000	17 175 032	51 548 569	189
2 043	272 697	6 387 500	735 222	28 622 467	1 250 000	17 175 032	54 170 221	199
2 044	272 697	6 387 500	755 244	31 484 713	1 250 000	17 175 032	57 052 489	209
2 045	272 697	6 387 500	775 677	34 633 185	1 250 000	17 175 032	60 221 394	221
2 046	272 697	6 387 500	796 619	38 096 503	1 250 000	17 175 032	63 705 654	234
2 047	272 697	6 387 500	818 090	41 906 154	1 250 000	17 175 032	67 536 776	248
Échéance du projet	5 726 637	134 137 500	12 063 118	406 247 690	26 250 000	360 675 672	945 100 617	165