C.E.T.R.I
CABINET D'ETUDE TECHNIQUE ET DE RECHERCHE EN INGENIERIE
12 BP 145 OUAGADOUGOU 12 BF E-mail : cetri@fasonet.bf TEL/FAX : 25 36 02 01 / 25 47 10 45

ETUDE DE REHABILITATION/MISE A NIVEAU DU SYSTEME D'ADDUCTION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE A FOUNZAN, PROVINCE DU TUY, REGION DES HAUTS-BASSINS AU BURKINA FASO

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

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

Présenté et soutenu publiquement le 18 Juillet 2023 par

DOAMBA Don²ald Evariste Wendyiida (2020 0757)

Directeur de mémoire : Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant chercheur, 2iE

Maitre de stage : Mr Ousmane KABORE, Ingénieur, CETRI

Structure d'accueil du stage : **Cabinet d'Etude Technique et de Recherche en Ingénierie (CETRI)**

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Boukary SAWADOGO

Membres et correcteurs : Dr O. Roland YONABA

M. Hippolyte de RANB SAWADOGO

Promotion [2022/2023]

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents pour toutes ces années d'effort, de sacrifice et de prière pour ma réussite.

Puisse le Seigneur notre Dieu plein de bonté nous permettre de récolter les fruits de ce labeur le plus longtemps possible.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce rapport de stage qui marque la fin de nos études, nous voudrions exprimer toute notre gratitude aux nombreuses personnes qui de près ou de loin n'ont ménagé aucun effort pour nous soutenir. C'est grâce à vous que ce stage a été possible et je vous exprime mes sincères remerciements.

Je tiens à témoigner ma reconnaissance en particulier à :

- ✓ tout le corps professoral ainsi que le personnel administratif de l'Institut d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) ;
- ✓ Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, notre directeur de mémoire, pour l'encadrement reçu et sa disponibilité dont il a fait preuve malgré ses multiples occupations ;
- ✓ Mr Francis Z. DAMIBA, Directeur Général du Cabinet d'Etudes Techniques et de Recherche en Ingénierie (CETRI) pour m'avoir accueilli dans la structure ;
- ✓ Mr Ousmane KABORE, mon maitre de stage qui malgré ses multiples occupations, a accepté de m'encadrer en me donnant les orientations nécessaires ;
- ✓ L'ensemble du personnel de CETRI, pour l'accueil et les différents conseils reçus ;
- ✓ Mr Martin TANGA pour l'inestimable soutien et pour nous avoir recommandé à CETRI ;
- ✓ L'ensemble du personnel de CINTECH pour m'avoir accompagné et soutenu durant mon stage.

Tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail, je vous dis merci.

RESUME

Le présent rapport traite des études techniques pour la réhabilitation/extension du système d'adduction d'eau potable simplifié du village de Founzan, commune de Founzan, région des Hauts bassins au Burkina Faso. Avec une population estimée à 7 945 habitants en 2019 et un taux de desserte de 62% selon le PN-AEP, le village à l'instar des autres communes rurales du pays fait face aux difficultés d'accès à l'eau potable. Les études socio-économiques réalisées dans le cadre de ce projet nous ont permis d'évaluer les besoins en eau actuels et jusqu'à l'horizon du projet fixé à 2040.Ainsi la demande en eau est de 462 m^3/jr pour une population de 14.782 habitants en 2040.La mobilisation de la ressource en eau sera assurée par 1 forage débitant 10 m^3/h jusqu'à 2024 et ensuite par 2 forages jusqu'à 2040. Le refoulement se fera à partir d'une pompe GRUNDFOST immergée débitant 10 m^3/h vers un réservoir métallique de 100 m^3 surélevé de 9 m par rapport au sol. L'alimentation de la pompe se fera par un système photovoltaïque d'une capacité de 7 KW.

Le système d'adduction d'eau potable de Founzan comprend 17 bornes fontaines

,02 branchements particuliers avec des ouvrages de régulations (vidanges, ventouses).

Le réseau de distribution comprend des conduites en PVC PN10 de diamètres nominaux différents variant de 63 mm à 200 mm. Le refoulement d'une longueur de 2 km comprend une conduite en PVC PN16 de diamètre 90 mm.

Le cout global du projet s'élève à 249 888 073 FCFA. Le prix de revient du mètre cube d'eau est estimé à 350 FCFA.

La gestion préconisée pour l'AEPS est l'affermage.

ABSTRACT

This report deals with technical studies for the rehabilitation/extension of the simplified drinking water supply system of the village of Founzan, commune of Founzan, Hauts bassins region of Burkina Faso. With an estimated population of 7,945 inhabitants in 2019 and a service rate of 62% according to the PN-AEP, the village, like other rural communes in the country, faces difficulties in accessing drinking water. The socio-economic studies carried out as part of this project have allowed us to assess the current water needs and up to the horizon of the project set at 2040.Thus the water demand is 462 m^3 / d for a population of 14,782 inhabitants in 2040.La mobilization of the water resource will be ensured by 1 borehole discharging 10 m^3 / h until 2024 and then by 2 boreholes until 2040. The discharge will be done from a submersible GRUNDFOST pump discharging 10 m^3/h to a 100 m^3 metal tank raised 9 m above the ground. The pump will be powered by a photovoltaic system with a capacity of 7 KW.

Founzan's drinking water supply system includes 17 standpipes

,02 special connections with control structures (drains, suction cups).

The distribution network includes PN10 PVC pipes of different nominal diameters ranging from 63 mm to 200 mm. The 2 km long discharge includes a PN16 PVC pipe with a diameter of 90 mm.

The overall cost of the project is 249 888 073 FCFA. The cost price per cubic meter of water is estimated at 350 FCFA.

The recommended management for AEPS is leasing.

SIGLE ET ABBREVIATIONS

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

AEP : Adduction en Eau potable ;

AEPS : Adduction en Eau Potable Simplifiée ;

BF : Borne Fontaine ;

BP : Branchement Particulier ;

CETRI : Cabinet d'Etudes Techniques et de Recherche en Ingénierie ;

HMT : Hauteur Manométrique Totale ;

INSD : Institut National des Statistiques et de la Démographie ;

ND : Niveau Dynamique ;

PEA : Point d'Eau Autonome ;

PN : Pression nominale ;

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

PVC ; Polychlorure de Vinyle ;

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

TN : Terrain Naturel

SOMMAIRE

DEDICACE i
REMERCIEMENTS ii
RESUME iii
ABSTRACT iv
SIGLE ET ABBREVIATIONS v
SOMMAIRE vi
LISTE DES TABLEAUX viii
LISTE DES FIGURES ix
INTRODUCTION 1
I-) PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE 2
I-1-) Localisation 2
I-2-) Climat et sol 3
I-3-) Végétation et faune 3
I-4-) hydrographie 4
II-) PRESENTATION DU PROJET 6
II-1-) Contexte et justification 6
II-2-) PROBLEMATIQUE 6
II-3-) OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENSUS DE L'ETUDE 7
III-) METHODOLOGIE DE TRAVAIL 7
III-1-) Logiciels et matériels 7
III-2-) Méthodes 7
IV-) RESULTAT ET DISCUSSION 15
IV-1-) Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable 15

IV-2-) Estimation de la population 28
IV-3-) Evaluation des besoins et demande en eau de la population 28
IV-4-) Calcul des débits de distribution 30
IV-5-) Choix de la source d'alimentation du réservoir 31
IV-6-) Dimensionnement du réseau de distribution 31
IV-7-) Dimensionnement du réservoir 35
IV-8-) Dimensionnement de la conduite de refoulement 37
IV-9-) Dimensionnement et choix de la pompe 40
IV-10-) Simulation hydraulique sur le logiciel EPANET 41
IV-11-) Dimensionnement des installations électriques 44
IV-12-) Mode de gestion du réseau d'adduction en eau potable de Founzan 45
IV-13-) Etude économique 48
CONCLUSION – RECOMMANDATIONS 53
ANNEXE 55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Fiche technique du projet x
Tableau 2:Eléments électromécaniques installés et leur état 15
Tableau 3:Caractéristiques des conduites de distribution 18
Tableau 4:Récapitulatif des dégradations des bornes fontaines 18
Tableau 5:Emplacement des PMH dans le village 22
Tableau 6:Emplacement des bornes fontaines par quartier 23
Tableau 7:Appréciation du rendement primaire (Weber 2001-2008) 24
Tableau 8:Propositions de solutions 26
Tableau 9:Estimation de la population de Founzan 28
Tableau 10 :Evaluation des besoins en eau de la population 29
Tableau 11:Calcul des débits d'adduction et de distribution 30
Tableau 12:Résultat du dimensionnement du nouveau réseau du village de Founzan 33
Tableau 13:Répartition des conduites 34
Tableau 14: Caractéristiques du réservoir 36
Tableau 15:Dimensionnement de la conduite de refoulement 37
Tableau 16 : Etude du coup de bélier 38
Tableau 17 : Calcul de la surpression 39
Tableau 18:Calcul de la dépression 39
Tableau 19:Caractéristiques de la pompe 41
Tableau 20 : Etat des nœuds à l'heure de simulation 43
Tableau 21:Dimensionnement du système photovoltaïque 45
Tableau 22:Schéma de gestion recommandé pour l'AEPS 46
Tableau 23:Récapitulatif devis estimatif des installations 48
Tableau 24:Calcul de la dotation aux amortissements 49
Tableau 25:Proposition du prix de l'eau 52

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation du site 2
Figure 2:Eléments électromécanique de la tête de forage 16
Figure 3:Château d'eau de 25 m^3 17
Figure 4 : Etat de la BF1. 20
Figure 5 : Etat de la BF3 20
Figure 6 : Etat de la BF2 à déplacer 20
Figure 7:Prise d'un branchement privé 21
Figure 8 : Réseau d'Adduction en Eau Potable du village de Founzan 32
Figure 9: Point de fonctionnement du réseau 41
Figure 10:Pressions et débits de desserte au niveau des nœuds du réseau 42
Figure 11:Niveau des revenus annuels des ménages 51
Figure 12:Niveau des dépenses annuelles des ménages 51
Figure 13 : Estimation du volume d'épargne annuel des ménages 52

Tableau 1:Fiche technique du projet

1-LOCALISATION	
▪ Région/province/commune/village	▪ Hauts-bassins/Tuy/Founzan/Founzan
▪ Distance de Ouagadougou (km)	▪ 233
2-DONNEES SOCIO ECONOMIQUES	
▪ Population en 2006	▪ 5 351
▪ Taux d'accroissement (%)	▪ 3
▪ Population en 2040	▪ 14 782
▪ Besoin moyen en eau 2040 (m^3/j)	▪ 341,5
▪ Consommation spécifique (l/j/pers)	▪ 20
3- SITE DU FORAGE	
▪ Coordonnées	▪ 03°13''43.6'' W ; 11°27''27.0'' N
▪ Niveau dynamique (m)	▪ Supposé égal à 25
▪ Débit d'exploitation (m^3/h)	▪ 10
4- ELECTROPOMPE	
▪ Nom	▪ GRUNDFOS SP
▪ Débit d'exploitation (m^3/h)	▪ 10
▪ Hauteur Manométrique Totale (m)	▪ 67
▪ Puissance (kW)	▪ 3
5- SOURCE D'ENERGIE	
▪ Energie (photovoltaïque) (Kwh)	▪ 7
6- CHATEAU D'EAU	
▪ Volume (m^3)	▪ 100
▪ Nature/géométrie	▪ Réservoir métallique
▪ Cote TN (m)	▪ 293,2
▪ Hauteur sous cuve (m)	▪ 9
7-CONDUITE D'ADDUCTION	
▪ Nature	▪ PVC PN 16
▪ Longueur (m)	▪ 2 473
▪ Diamètre Nominal (mm)	▪ 90
8-CONDUITES DE DISTRIBUTION	
▪ Nature	▪ PVC PN 10
▪ Longueur de la conduite (m)	▪ 9 878
▪ Diamètre nominal (mm)	▪ 63 ;110 ;125 ;140 ;160 ;200
9-BORNES FONTAINES	
▪ Nombre de BF	▪ 17
▪ Nombre de robinet par BF	▪ 3
▪ Débit d'un robinet (l /s)	▪ 0,25
10- ASPECTS FINANCIERS/GESTION	
▪ Cout de l'AEPS (FCFA)	▪ 249 888 073
▪ Prix de vente du m^3 d'eau (F CFA)	▪ 350
▪ Mode de gestion proposé	▪ Affermage

INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable fait partie des axes stratégiques d'interventions identifiés par le gouvernement burkinabé. A travers cette politique, l'état veut *garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau*. D'une population de plus de 20 millions d'habitants (5ème RGPH de 2019), le Burkina Faso compte un taux d'accès à l'eau potable de 92.9 % en milieu urbain et 68,4 % en milieu rural (PN-AEP 2019).

En effet, l'Etat burkinabé à travers ses objectifs de développement durable (ODD) a formulé plusieurs programmes. C'est dans ce cadre que le PN-AEP fut élaboré avec pour objectif principal de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité. Ainsi, le PN-AEP, avec le financement du budget de l'Etat a prévu la réhabilitation et l'extension de systèmes d'AEPS dans les régions de la Boucle du Mouhoun et des Hauts Bassins.

Le village de Founzan dans la commune de Founzan a un taux d'accès à l'eau potable de 62% au niveau des bornes fontaines (enquêtes CETRI, Juillet 2022). Ce village dispose actuellement d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS) qui présente quelques difficultés de fonctionnement. Ainsi pour pallier aux difficultés de fonctionnement et augmenter le taux d'accès à l'eau potable à 100 % à l'horizon 2040, le village de Founzan a bénéficié d'un financement pour la réhabilitation et l'extension de ce réseau d'eau potable. Les travaux de réhabilitation et d'extension passent d'abord par des études techniques de faisabilité, et pour le présent projet, c'est le cabinet CETRI qui en a la charge. C'est dans ce cadre que nous avons travaillé en qualité de stagiaire au sein de ce bureau d'étude sous le thème « ***Etude de réhabilitation/mise à niveau du Système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié à Founzan, province de Tuy, région des Hauts –Bassins au Burkina Faso »*** en vue d'élaborer notre mémoire de fin de cycle de master en Génie de l'Eau, de l'Assainissement et des Aménagements Hydro agricoles (GEAAH). Le présent mémoire d'ingénierie présente l'ensemble des travaux que nous avons menés. Il s'est attelé à présenter le projet, la méthodologie adoptée pour mener les études techniques ainsi que le mode de gestion qui sera adopté, puis à élaborer la notice d'impact environnemental et social. L'étude s'est achevée sur l'établissement d'un devis quantitatif et estimatif du projet.

I-) PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I-1-) Localisation

Founzan est un village situé dans la commune rurale de Founzan. La commune est située dans la province de Tuy, région des Hauts-bassins. Elle se positionne sur la longitude 3°13'42'' Ouest, la latitude 11°27'05'' Nord et est située à 233 km de la ville de Ouagadougou sur la route nationale n°1. Le village de founzan est limité :

- au Nord par la Commune rurale de Pâ ;
- à l'Est par la Commune rurale de Koti ;
- a l'Ouest la commune de Boni et de Koumbia ;
- au Sud-ouest par la commune de Oronkua

La carte ci-dessous présente la commune :

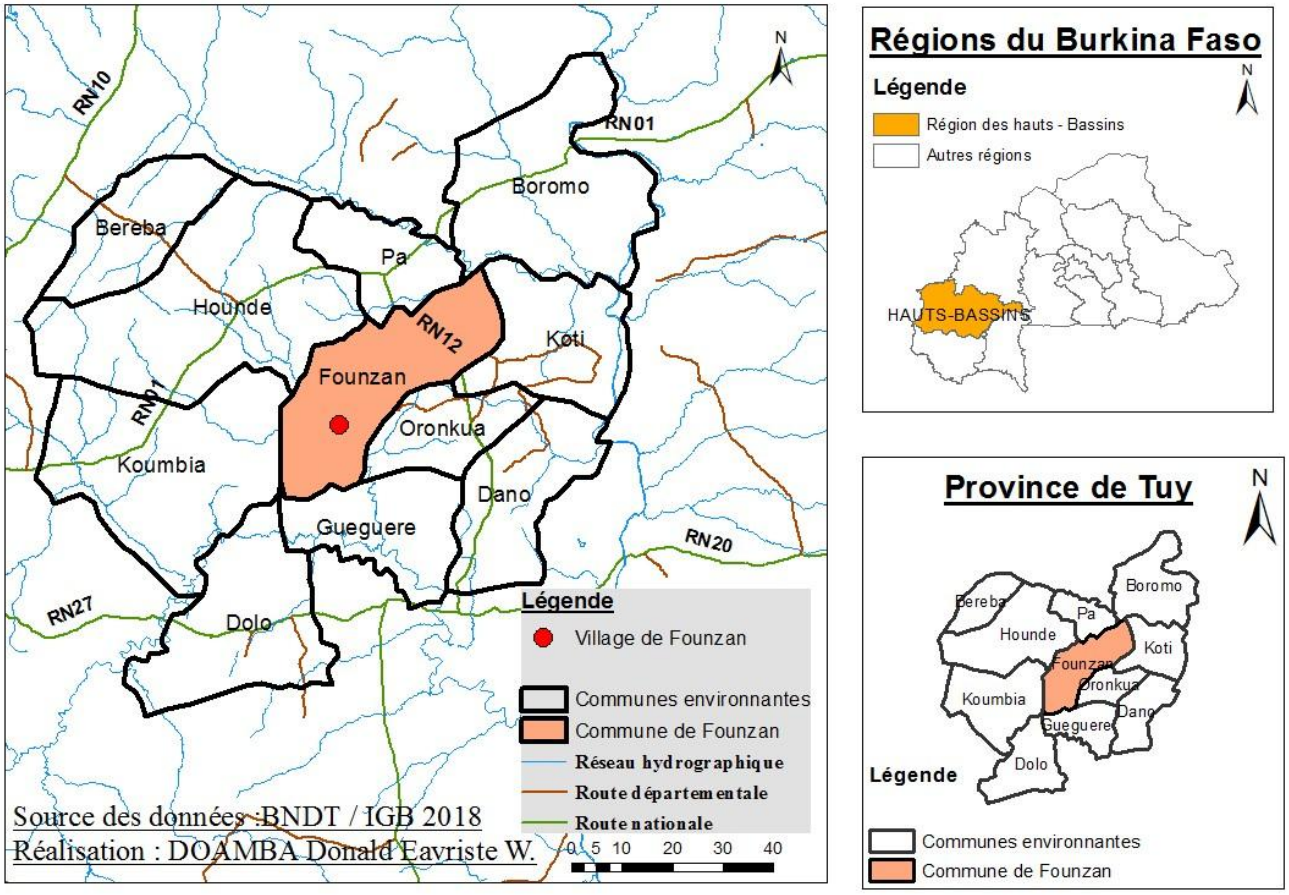


Figure 1 : Carte de localisation du site

I-2-) Climat et sol

Sur le plan géologique, la région des hauts bassins est constituée par des éléments du socle précambrien supérieur qui repose principalement sur le bassin de Taoudéni et en matière d'hydrogéologie, les aquifères de la région sont très productifs. Quant au relief, il est constitué d'une succession de pénéplaines et de plateaux, mais aussi des butes et des collines avec des altitudes pouvant varier de 250 à 700 mètres. Dans sa partie nord-ouest dans la commune de Bama, on y trouve une plaine alluviale à laquelle s'ajoutent les plaines de Banzon, Niéna et Dionté.

La région des hauts bassins est soumise au régime de climat tropical de type nord soudanien, compris entre les isohyètes de 800mm et 1100mm et caractérisé par l'alternance de deux (02) saisons : sèche et pluvieuse. Cependant les effets du changement climatique sont une réalité dans la région des hauts bassins, les précipitations sont irrégulières avec une inégale répartition dans la même campagne et d'une campagne à l'autre.
La région est l'une des plus drainées du Burkina Faso avec son réseau hydrographique composé du Mouhoun et de ses affluents dont les principaux sont : la Dienkoa : le Guenako, le Kou et le Plandi.

Pour les sols, plusieurs types y sont rencontrés mais les plus importants sont les sols sesquioxydes et matières organiques qui sont riches en oxyde de fer ou manganèse et proviennent de la décomposition des sols ferrugineux tropicaux. (Source : Enquêtes socio-économiques CETRI).

I-3-) Végétation et faune

La zone est très riche en ressources végétales. Elle compte seize (16) forêt classées reparties entre les provinces de Houet (09) et du Tuy (07) offrant des possibilités d'exploitation de bois d'œuvre et de service. Il faut aussi mentionner les forêts communales, villageoises ainsi que les bosquets scolaires.

Les ressources végétales sur le territoire de la commune sont constituées de savane arbustive arborée. Elles subissent énormément les actions de l'homme à travers les activités comme la coupe du bois de chauffe et le bois de service, les feux de brousse, les extensions des champs

de culture, les habitations, le pâturage, etc. En dépit de cette pression démographique, les ressources forestières sont à un niveau de préservation acceptable.

Dans l'ensemble, les espèces ligneuses et herbacées fréquemment rencontrées sont le *Vitellaria parkii, le Parkia biglobosa, l'Anogeisus leicarpus, le Lannea microcarpum, l'Afzelia africana, le Pterocarpus erinaceus, le Prosopis africana, le Daniela oliveri, le Loudetia togoensis, le Pennisetum pedicelatum, l'Andropogon acinodis et l'Andropogon gayamus.*

Kouloho, un des villages de la commune de Founzan, se partage une partie de la forêt classée de Dibon d'une superficie de 24 000 ha (arrêté de classement : 1953), située entre Kouloho et la commune de Koti, dont l'accès est autorisé par le Service de L'Environnement. La commune de Founzan a également une forêt villageoise de 15 ha à Bonzan, deux (2) bosquets villageois dont un de 2 ha à Pana et un à Lollio, des bois sacrés dans tous les villages. L'accès aux bosquets et aux bois sacrés est autorisé par les chefs de terre. L'accès aux bois sacrés est interdit à la majorité de la population et seuls les initiés peuvent y accéder.

Les ressources forestières exploitées sont les produits forestiers non ligneux et le bois. Les principaux conflits sont l'empiètement de la forêt par les champs, l'exploitation sans autorisation, la cueillette précoce des produits forestiers non ligneux.

La région des hauts bassins dispose d'une grande faune composée de trois grandes classes d'animaux : les mammifères, les oiseaux et les reptiles. Ce potentiel faunique est à la base du développement de la chasse et du tourisme de vision en plein essor dans la région.

L'espace de la région des hauts bassins est organisé en fonction des activités qui y sont menées et surtout selon les ressources disponibles (Rapport d'études socioéconomiques de CETRI, 2022).

I-4-) hydrographie

Le réseau hydrographique de la zone du projet comprend les ressources en eau de surface et en eau souterraine. Les ressources en eau de surface de la commune de Founzan se partage sur deux (2) bassins versants régionaux. Un qui occupe la moitié nord de la commune c'est-à-dire le bassin versant du Grand Balé et l'autre qui couvre la moitié sud, à savoir le bassin versant de la Bougouriba. Ces bassins sont parcourus par de petites rivières et marigots qui tarissent dès la fin de la saison pluvieuse. Dès lors, les questions d'eau de surface deviennent très

préoccupantes pour les populations locales pour l'abreuvement des animaux et la conduite d'activités de contre saison.

Quant aux eaux souterraines de la zone, elle est caractérisée par la présence de forages, de puits busés et des AEPS et des PEA. Cette situation qui s'observe partout sur toute l'étendue du territoire communal voire villageois lui confère de considérables ressources en eaux souterraines.

II-) PRESENTATION DU PROJET

II-1-) Contexte et justification

L'eau est par essence une ressource naturelle non substituable, indispensable à la vie et nécessaire aux différents secteurs de développement. La gestion des ressources en eau est d'une importance essentielle au regard des différentes difficultés que fait face l'eau. Cependant, l'accès à l'eau potable constitue une grande problématique au regard de la fragilité, de la défaillance et voire même l'inexistence des services publics de base. Heureusement un certain nombre d'alternatives sont apparues qui peuvent alléger à court terme et de façon durable le fardeau de ces populations à la fois en milieu urbain et rural. Ces démarches sont la plupart du temps menées par des entrepreneurs sociaux, des ONG et des entreprises cherchant à assurer un accès durable à l'eau potable aux plus démunis. C'est ainsi que le projet a pu bénéficier du financement du budget de l'Etat burkinabé, Gestion 2021.

En effet, ce projet consiste à étendre le système d'adduction d'eau potable de Founzan. A travers l'extension du réseau, l'Etat burkinabé vise également l'amélioration de l'accès à l'eau potable des populations bénéficiaires et la diminution voire la disparition des maladies hydriques.

II-2-) PROBLEMATIQUE

Au Burkina Faso, l'approvisionnement en eau potable en milieu rural et semi urbain est assuré principalement par des puits modernes, des forages et des bornes fontaines. Ces différents ouvrages ont permis de faire passer le taux d'accès à l'eau potable de 52 % à 62 % en milieu rural (PN-AEP, 2016). Toutefois, en tenant compte du taux de fonctionnalité de ces différents ouvrages, il y a lieu de réhabiliter certains ouvrages ou de réaliser d'autres. A cela s'ajoute la difficulté liée à la mobilisation de la ressource en eau notamment l'eau souterraine dans la zone de socle. Ainsi, la réhabilitation et/ou la construction de nouveaux systèmes d'AEPS devra permettre d'augmenter le taux d'accès des populations rurales aux services de base à savoir eau potable, hygiène et assainissement pour l'amélioration de leurs conditions de vie des bénéficiaires.

II-3-) OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENSUS DE L'ETUDE

II-3-1-) Objectif général

L'objectif général de notre travail est la réalisation d'études de mise à niveau (réhabilitation / extension) du système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS) de Founzan dans la commune de Founzan.

II-3-2-) Objectifs spécifiques

Il s'agit spécifiquement de :

- Effectuer l'étude diagnostique du système d'AEPS actuel et aire des propositions de réhabilitation des ouvrages existants ;
- Effectuer une étude technique d'extension des réseaux d'adduction et de distribution du système actuel ;
- Proposer un mode de gestion durable de l'infrastructure ;
- Faire une analyse financière du projet.

III-) METHODOLOGIE DE TRAVAIL

III-1-) Logiciels et matériels

Pour mener à bien notre étude, nous avons eu recours à plusieurs logiciels à savoir :

-Le pack Microsoft office (Word, Excel) pour la rédaction du rapport ;

-Les logiciels de Système d'Information Géométrique (SIG) (Google Earth Pro, ArcGIS 10.4.1) pour l'élaboration des cartes ;

-Les logiciels de dessin et de tracé de profil (Autocad 2018 et Covadis 2016) ;

III-2-) Méthodes

Afin d'aboutir aux résultats attendus, la méthodologie adoptée comprendra :

III-2-1-) Recherche documentaire

Pour comprendre la problématique du travail demandé, une analyse minutieuse des termes de référence a été faite. Elle a permis d'avoir une meilleure compréhension des enjeux et de prendre en compte le attentes.

III-2-2-) Collecte des données

a) Horizon du projet

Le projet d'extension /réhabilitation du réseau d'adduction de Founzan est fixé à l'horizon 2040.

Ainsi, les ouvrages envisagés dans le cadre de cette étude sont planifiés pour l'année 2040, d'où une durée d'exploitation de 18 ans.

b) Population bénéficiaire

La population bénéficiaire est essentiellement constituée des habitants de la localité de Founzan. La consultation des données d'enquêtes réalisées sur le village nous a permis de ressortir 05 secteurs composants le village de Founzan. Il s'agit du secteur 1 composé des quartiers founzayié bwaba , founzayié peulh et founzayié mossi ; le secteur 2 regroupant les quartiers lobougayié bwaba et lobougayié mossi ;le secteur 3 composé des quartiers tiebayié bwaba et tiebayié mossi ;le secteur 4 formé des quartiers dagara dioula et tielanyé bwaba et le secteur 5 constitué des quartiers tielanyé mossi et tielanyé peulh.

c) Situation démographique et socio-culturelle

La consultation des fichiers d'enquêtes effectués sur le village de Founzan nous a permis de faire ressortir les caractéristiques socio-économiques et le contexte socio-culturel afin de définir les besoins des habitants et de s'assurer de mettre en place des ouvrages qui s'intégreront aux mieux aux coutumes de la population.

En effet, dans le village de Founzan, on distingue principalement les groupes ethnolinguistiques suivants : Les Bwaba, (L'ethnie autochtone), ensuite vienne les Mossi, Dagara, Peulh, Pougouli, Dagari-Dioula et Dafing ou Marka.,

La commune connaît une relative cohésion sociale qui s'explique par la présence de nombreux groupes ethniques qui vivent en parfaite harmonie. La principale langue de communication est sans conteste le Dioula qui est suivi du Bwamu. L'annexe 6 présente la réparation des ethnies des ménages enquêtés.

d) Situation religieuse

Au plan religieux, par ordre d'importance : l'islam, le catholicisme, le protestantisme et l'animisme qui constituent les principales religions. Malgré un net recul de l'animisme face à l'expansion des religions révélées, les pratiques animistes dominent le quotidien de la population.

e) Situation socio-économique

Le rapport socio-économique a permis de déterminer la motivation des usagers et leur volonté à payer l'eau. L'analyse s'est basée sur les capacités financières des habitants du village. Ainsi, les enquêtes ont permis de connaitre le revenu moyen des ménages, les dépenses moyennes mensuelles et le volume d'épargne annuelle des ménages.

III-2-3-) Hypothèses de calcul pour la conception du réseau et le dimensionnement des différents ouvrages ;

III-2-3-1-) Evaluation des besoins en eau de la population

a) Estimation de la population

Pour l'estimation de la population, nous avons commencé par déterminer le taux d'accroissement de la population de la localité. Pour cela, nous avons utilisés les données de la population de 2019 fournit par le RGPH 2019.

Le taux d'accroissement de la population a été déterminé à partir de la formule ci – dessous :

$$\alpha = \sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} - 1$$

$Avec$: α : Taux d'accroissement annuel

P_t : Population à l'année t

P_0 : Population initiale

n : Nombre d'années entre les instants 0 et t.

Après la détermination du taux d'accroissement de la population, nous avons procédé au calcul de la population à l'horizon du projet. Pour ce calcul, nous utiliserons la formule du modèle de croissance géométrique donnée par la relation suivante :

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

$Avec$: P_n : population à l'horizon du projet

P_0 : Population initiale

α : taux d'accroissement de la population

b) Consommation spécifique

La consommation spécifique fixée par le Programme National d'Approvisionnement en Eau

Potable (PN-AEP,2016-2030) est de 15 l/jr/hbt. Ainsi dans le cadre cette étude, nous retiendrons une consommation spécifique de 20 l/jr/hbt.

Le Programme d'Approvisionnement en Eau Potable fixe également le taux de couverture 85 % dans la région des Hauts Bassins. Dans notre étude nous avons retenu un taux de couverture de 62 % évoluant jusqu'à 100 % à l'horizon 2040.

c) Coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalière permet de déterminer la consommation maximale journalière. Il correspond au rapport de la consommation de la journée de pointe sur la consommation moyenne journalière. Ce coefficient représente généralement le jour de plus forte consommation dans le mois de plus forte consommation.

Dans cette étude, nous retiendrons une valeur de 1,2 comme coefficient de pointe journalière.

d) Coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire renseigne sur la demande en eau de l'heure de pointe du jour afin de tenir compte des situations exceptionnelles dans le dimensionnement. Il varie de 1,5 pour une grande ville (de plus de 200 000 habitants) à 3 voire 2,5 pour une petite ville (de moins de 10 000 habitants).

Le coefficient de pointe horaire sera calculé à partir de la formule ci-dessous :

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

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

$\sqrt{Q_{mh}}$:Débit moyen horaire de distribution en m³/h

e) Besoin en eau de la population

1. Besoin journalier moyen

$$B_{jm} = P_n \times C_s$$

Avec : P_n : population à desservir à l'échéance du projet (hbt)

C_s : Consommation spécifique (l/hbt/jr)

B_{jm} : besoin journalier moyen (m³/j)

2. Besoins annexes

Ils sont généralement considérés pour satisfaire les besoins des services publics comme le marché, la mairie, les écoles, Nous retiendrons 10 % des besoins journaliers moyens pour le calcul des besoin annexes.

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

3. Besoins totaux

Les besoins totaux sont calculés en faisant la somme des besoins moyens journaliers et des besoins annexes.

$$B_{mt} = B_{jm} + B_{jm}$$

III-2-3-2-) Méthode de dimensionnement

Nous dimensionnerons le réseau de distribution pour qu'il soit capable de supporter les besoins de l'heure de pointe. Aussi, le temps de distribution au niveau des bornes fontaines et des branchements particuliers sont fixés à une durée maximale de 12 heures par jour.
Le débit de distribution sera calculé en faisant la somme du débit aux bornes fontaines et du débit aux branchements particuliers.

a) Débits

Le calcul des débits de distribution et de refoulement de calculeront à partir des formules suivantes :

$$Q_{dis} = \frac{B_{mt} \times C_{ph} \times C_{pj} \times 1000}{T_d \times \eta r \times 3600} \quad ; \qquad Q_{add} = \frac{B_{mt} \times C_{pj}}{T_p \times \eta r}$$

Avec : B_{mt} : Besoin moyen globaux (m³/jr) ;

C_{ph} : Coefficient de pointe horaire

C_{pj} : Coefficient de pointe journalier ;

T_d : Temps de distribution (heures) ;

T_p : Temps de production.

Q_{add} : Débit d'adduction en (m³/h) ;

ηr: Rendement du réseau

b) Diamètre de refoulement

Le calcul des diamètres de refoulement se fera par à partir des formules suivantes :

Bresse :$D_{th=}$ 1,5 $\times \sqrt{Q_{expl}}$

Meunier : $D_{th=}(1 + 0{,}02 \times n) \times \sqrt{Q_{expl}}$

Bedjaoui : $D_{th=}1{,}27 \times \sqrt{Q_{expl}}$

Avec : D_{th} : Diamètre théorique

n : Nombre d'heures de pompage par jour

Q_{expl} = Débit d'exploitation en m³/s

La vitesse d'écoulement dans les conduites de distribution doit être acceptable afin de permettre une meilleure mise en route de l'eau. Elle sera calculée à partir de la formule suivante :

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

Avec :

V : vitesse en m/s ;

Q : débit en m³/s ;

D : diamètre en m

Les conditions de flamant seront vérifiées à partir des relations ci-dessous :

Condition de flamant :

$$V(m/s) \leq D\ (m) + 0{,}6$$

c) Pertes de charges

La circulation de l'eau dans les conduites engendre des pertes d'énergie à travers les frottements (pertes de charges linéaires), ensuite au travers des singularités telles que les élargissements, les changements de direction (pertes de charges singulières). Les pertes de charges singulières seront estimées à 5 % des pertes de charges linéaires.

Elles seront calculées à partir de la formule de Manning Strickler :

$$\Delta H_t = 1{,}05 \times \frac{10{,}294 \times Q^2}{Ks^2 \times D^{\frac{16}{3}}} \times L$$

d) Coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique qui provoque une oscillation de la pression (surpression ou dépression) dans la conduite de refoulement. Il peut être causé suite à une coupure d'énergie accidentelle qui provoquera un arrêt brusque de la pompe. Nous évaluerons l'amplitude du phénomène du coup de bélier à partir de la formule de Joukovski-Allievi

$$\Delta P = C \times \frac{U_0}{g}; \qquad C = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3 + k \times \frac{D}{e}}}$$

e) Dimensionnement du système photovoltaïque

- Le besoin énergétique est donné par la formule suivante :

$$E_j = \frac{\rho * g * Q_j * HMT}{3600}$$

Avec :

ρ : masse volumique de l'eau (1000 kg/ m^3)

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

Q_j :Débit journalier (m^3)

$\tau_{onduleur}$: Rendement de l'onduleur

$\tau_{pompe-moteur}$: rendement de l'électropompe

- La puissance crête du générateur est donnée par la formule suivante :

$$P_c = \frac{E_j}{Kp * Ei}$$

Avec :

P_c : Puissance en crête (Kw)

E_j : Besoin énergétique (Kwh)

Kp : Rendement photovoltaïque (75%)

Ei :Rayonnement total journalier moyen mensuel varie de 5 à 7 Kwh/m²/jr

Nous retiendrons une valeur du rayonnement total journalier moyen mensuel de 5 Kwh/m²/jr dans le cas de notre étude.

- Le nombre de panneaux solaires se calcule à partir de la formule suivante :

$$\mathrm{n} = \frac{P_c}{P_{unitaire}}$$

Avec :

n : Nombre de modules

P_c : Puissance crête

$P_{unitaire}$: Puissance unitaire

III-2-4-) Evaluation du coût de réalisation du projet ;

Cette partie traitera de l'étude des couts d'investissements et la proposition du prix de revient de l'eau. A la suite de l'étude technique, nous proposerons un devis quantitatif et estimatif des travaux de l'AEPS de Founzan.

III-2-5-) Proposition du mode de gestion durable de l'infrastructure.

La gestion du réseau et des services est plus que jamais nécessaire au regard du cout investi. C'est dans ce cadre que nous formulerons des recommandations à l'endroit des différents acteurs concernés. Ces actions permettront d'assurer la durabilité du réseau.

IV-) RESULTAT ET DISCUSSION

IV-1-) Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable

IV-1-1-) Etat des lieux du fonctionnement des ouvrages et équipements d'adduction

a) La source d'eau

La source d'eau alimentant l'AEPS de Founzan Centre est un forage de type F2. Ce forage, réalisé en 1997 pour alimenter l'AEPS à une profondeur de 55,52 m et est en cours d'exploitation. Selon la documentation existante, le forage à un débit de 14,24 m^3/h, mais le débit d'exploitation actuel du forage est de 10 m^3/h. La tête de forage est protégée par un regard de dimension 2,30 × 1,30 ×1,15 m. Le regard de protection est muni d'un couvercle et il est toujours en bon état

b) Le système de pompage

Le système de pompage est assuré par une pompe immergée triphasée. Le débit d'exploitation actuel du forage est d'environ 10 m^3/h. Cette pompe immergée, d'une puissance de 3 KW est installée à une côte de 27 m. Le tableau 2 présente l'ensemble des éléments électromécaniques de la pompe et leur état. La figure 2 est une illustration des équipements de la tête du forage.

Tableau 2:Eléments électromécaniques installés et leur état

ELEMENTS ELECTROMECANIQUES	ETAT
Compteur	Fonctionnel / Vétuste
Pressostat	Installé / Non fonctionnel
Clapet anti-retour	Visiblement en bon état
Robinet de puisage	Défectueux
Filtre à tamis	Installé
Pompe immergée	Fonctionnelle
Manomètre	Bon état
Ventouse	Bon état
Vanne d'arrêt	Bon état
Câble électriques	Défectueux / Sans protection



Figure 2:Eléments électromécanique de la tête de forage

c) Le château d'eau

Le stockage d'eau de l'AEPS de Founzan Centre est assuré par un château d'eau métallique de forme cylindrique d'une capacité de 25 m^3 (figure 3). La hauteur sous cuve est de 12 m. Les pieds du château ont été renforcés lors des travaux de réhabilitation en 2 014. Le château n'est pas stabilisé par un triangle raidisseur. Le château est visiblement toujours en bon état. Il n'y a pas de regard bypass installé au pied du château d'eau. Le système de bypass est installé en hauteur sur les colonnes du château d'eau. Les vannes mises en place ne sont pas munies de vannettes.



Figure 3:Château d'eau de 25 m^3

d) Le réseau de refoulement

Le réseau de refoulement relie le forage au château d'eau. Les fouilles réalisées sur le tracé ont montré qu'il s'agit d'une conduite de type PVC DN 90 PN 16. Cette conduite est directement reliée à la colonne de refoulement du château qui est de type Galva de section DN50.La longueur de la conduite de refoulement est de 1192 m.

IV-1-2-) Etat des lieux du fonctionnement des ouvrages et équipements de distribution

a) La conduite de distribution

Le réseau de distribution relie le château d'eau aux différents points de desserts. Les conduites de distribution sont en PVC PN 10 de section différente. Les travaux de fouilles réalisés sur les différents tracés de la distribution ont montré que les conduites en PVC ont des sections qui varient de DN90 à DN50. Toutes ces conduites sont visiblement en bon état. Le réseau de distribution n'est muni ni de regard ventouse, ni de regard vidange. Le tableau 3 présente les

caractéristiques des conduites de distribution.

Tableau 3:Caractéristiques des conduites de distribution

Nature des conduites DE (mm)	Longueur (m)
PVC DN 90	683
PVC DN 75	978
PVC DN 63	1 991
PVC DN 50	1 429

b) Les bornes fontaines

Les bornes fontaines existantes sont au nombre de dix (10). Le nombre de bornes fontaines à la mise en place de l'AEPS était de cinq (05). Lors de la réhabilitation de 2014, cinq (05) autres bornes fontaines ont été réalisées. L'ensemble de ces bornes fontaines sont plus ou moins en bon état. Les états de dégradation de ces bornes fontaines sont résumés comme suit dans le tableau 4 :

Tableau 4:Récapitulatif des dégradations des bornes fontaines

Bornes fontaines	Coordonnées GPS		Etats de dégradation
BF1	475 487	1 265 813	➢ Dégradation de la maçonnerie ; ➢ Les trois robinets sont défectueux ; ➢ La peinture porte dégradée ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux ➢ Fuite au niveau de la prise sur la conduite ; ➢ Puit perdu non couvert par une dalle ; ➢ Béton d'ancrage des supports poteaux dégradé
BF2	475 276	1 265 975	➢ BF à déplacer (située dans la cour de l'union des producteurs).
BF3	474 747	1 266 823	➢ Tête de robinet (03) défectueuses ; ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Peinture alu des poteaux dégradés ; ➢ Absence de dallettes du regard décanteur ; ➢ Absence de chainette sur le couvercle ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux.

Bornes fontaines	Coordonnées GPS		Etats de dégradation
BF4	474 628	1 266 454	➢ Les 2 robinets sont défectueux ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Fuite d'eau au niveau de la prise ; ➢ Absence de hangar d'abri.
BF5	475 046	1 265 916	➢ Les 2 robinets sont défectueux ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Absence de hangar d'abri.
BF6	475 145	1 265 445	➢ Les 2 robinets sont défectueux ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Absence de hangar d'abri.
BF7	475 169	1 265 052	➢ Les 2 robinets sont défectueux ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Absence de hangar d'abri.
BF8	474 911	1 264 920	➢ Tête de robinet (03) défectueuses ; ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Peinture alu des poteaux dégradés ; ➢ Absence de chainette sur le couvercle ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux.
BF9	475 673	1 264 689	➢ Tête de robinet (03) défectueuses ; ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Peinture couvercle dégradée ; ➢ Absence de chainette sur le couvercle ; ➢ La vanne d'arrêt et compteur défectueux.
BF10	475 771	1 265 097	➢ Tête de robinet (03) défectueuses ; ➢ Maçonnerie dégradée ; ➢ Peinture alu des poteaux détériorés ; ➢ Absence de chainette sur le couvercle ; ➢ Vanne d'arrêt La et compteur défectueux.



Figure 4 : Etat de la BF1.



Figure 5 : Etat de la BF3



Figure 6 : Etat de la BF2 à déplacer

c) Les branchements privés

L'AEPS de Founzan dispose de plusieurs branchements privés. On dénombre au total six (06) branchements privés.



Figure 7:Prise d'un branchement privé

VI-1-3-) Analyse des données de production et de consommation des cinq dernières années

IV-1-3-1-) Analyse des données de production

a) Analyse de l'alimentation en eau dans la localité

Les différentes sources d'approvisionnement constatées lors des enquêtes ménages sont : les PMH, les bornes fontaines au niveau des AEPS, les PEA, les puits busés (modernes), les puits traditionnels, et les retenues d'eau (marigots). Les utilisations de l'eau par la population dans la zone du projet révélée par les enquêtes font allusion aux : la préparation des repas, la lessive, la vaisselle, la restauration, la consommation, la préparation du dolo, l'abreuvement des animaux, la confection des briques et la construction de maison et le maraîchage.

b) Evaluation de la ressource en eau

On note au total douze (12) Pompes à Motricité Humaine (PMH) dont onze (11) sont communautaires et parmi laquelle 01 non fonctionnel et deux (02) institutionnel (école et CSPS) tous fonctionnels. Le tableau 5 présente la répartition des PMH en fonction des quartiers :

Tableau 5:Emplacement des PMH dans le village

Quartiers/Secteur	Nbre de PMH	Appropriation PMH	Etat/observation
Secteur 1	03	01 Communautaires et 02 Institutionnels (01 au CSPS ET 01 Ecole)	Fonctionnel
Secteur 2	02	02 communautaire	Fonctionnel
Secteur 3	02	02 communautaires	Fonctionnel
Secteur 4	02	02 communautaires fonctionnels	Fonctionnel
Secteur 5	03	02 communautaires fonctionnels	Fonctionnel
Total	12	11 communautaires dont 01 non fonctionnels et 01 à l'école et 01 au CSPS tous fonctionnels	

Source : Enquêtes CETRI ; juin 2022

IV-1-3-2-) Analyse des données de consommation

a) Analyse des Points d'eau et infrastructures en eau potable existants

Le village de Founzan abrite déjà au total dix (10) bornes fontaines reparties partiellement dans les secteurs dont certains n'abritent pas. Toutefois, les bornes fontaines existantes sont fonctionnelles, si bien que la gestion des ouvrages est peu satisfaisante.

On dénombre alors cependant six (06) branchements privés (dont cinq (05) sont dans des services et un (01) chez un ménage) tous raccordés au réseau du château (AEP) depuis sa réalisation jusqu'à nos jours.

Tableau 6:Emplacement des bornes fontaines par quartier

Source : Enquêtes CETRI, juin 2022

Intitulé de l'ouvrage	Quartiers (localisation)	Coordonnées de GPS en UTM		Observations
		X (m)	Y (m)	
Borne fontaine 01	Secteur 01	475 484	1 265 811	Fonctionnel et non clôturé
Borne fontaine 02	Secteur 01 à l'Union des producteurs	475 280	1 265 971	Fonctionnel
Borne fontaine 03	Secteur 05	474 747	1 266 825	Fonctionnel
Borne fontaine 04	Secteur 03	474 625	1 266 450	Fonctionnel, mais la Bf4 est à délocaliser en dehors du centre de l'union
Borne fontaine 05	Secteur 04 (non loin du dépôt pharma)	475 047	1 265 912	Fonctionnel
Borne fontaine 06	Secteur 2 non loin du CSPS et l'école primaire	475 144	1 265 441	Fonctionnel
Borne fontaine 07	Secteur 4	475 169	1 265 051	Fonctionnel
Borne fontaine 08	Secteur 4 entre la zone loti et non loti	474 911	1 264 921	Fonctionnel, mais sans hangar
Borne fontaine 09	Secteur 02	475 671	1 264 87	Fonctionnel
Borne fontaine 10	Secteur 2 près du marché de Founzan	475 771	1 265 090	Fonctionnel

IV-1-4-) Calcul des principaux indicateurs de performances du réseau

Le calcul des indicateurs de performance d'un système AEP (Alimentation en Eau Potable) est un processus qui permet de mesurer l'efficacité et l'efficience du système. Les indicateurs de performance sont des mesures quantitatives qui permettent d'évaluer la performance du système AEP. Les indicateurs de performance les plus couramment utilisés sont le rendement primaire, le rendement net et l'indice linéaire de perte.

Nous utiliserons les données du dernier diagnostic effectué sur le réseau. Ces données datent de l'année 2015.

IV-1-4-1-) Le rendement primaire

Le rendement primaire compare les volumes d'eau mis en distribution et les volumes comptabilisés ; il se calcule en faisant le rapport entre la quantité d'eau produite et la quantité

d'eau prélevée dans la ressource.

$$\text{Rp} = \frac{Volumes\ consommés\ mesurés}{Volume\ mis\ en\ distribution} \times 100$$

$$\text{Rp} = \frac{36\,304}{43\,920} \times 100 = 82{,}65$$

Le rendement primaire du réseau est de 82,65%. Cette valeur montre que le fonctionnement du réseau de distribution est très bon. Le tableau 7 présente les différentes appréciations d'un réseau en fonction du rendement primaire.

Tableau 7:Appréciation du rendement primaire (Weber 2001-2008)

Rendement du réseau (%)	Appréciation
50 à 60	Mauvais
60 à 70	Médiocre
70 à 75	Moyen
75 à 80	Bon
80 à 85	Très bon
85 à 90	Excellent

IV-1-4-2-) Le rendement net

Le rendement net compare la totalité de l'eau utilisée sciemment (par clients et services) à la quantité nécessaire pour une qualité constante de distribution ; il se calcule en faisant le rapport entre la quantité d'eau produite et la quantité d'eau facturée aux usagers.

$$\text{Rn} = \frac{Vol.cons.mesurés + vol.cons.non\ mesurés + Vol.de\ service}{Volume\ mis\ en\ distribution} \times 100$$

$$\text{Rn} = \frac{36\,304 + 943{,}904}{43\,920} \times 100 = 84{,}80\ \%$$

Le rendement net du réseau est de 84,80%.

En général, cette valeur tourne autour de 75,5%. Dans notre cas, cette valeur montre que les volumes d'eau consommés sans comptage sont négligeables.

IV-1-4-3-) L'indice linéaire de perte

L'indice linéaire (en m^3/j.km) de perte permet de comparer l'état physique de réseaux quelles que soit leur longueur et leur ossature ; il se calcule en faisant le rapport entre la longueur des canalisations et la quantité d'eau perdue.

$$\text{ILP} = \frac{Volume\ de\ perte\ en\ distributio,}{Longueur\ des\ conduites\ (transport + distribution)}$$

$$\text{ILP} = \frac{18}{3\,700} = 0{,}004\ \text{m}^3/\text{j.km}$$

L'indice linéaire de perte du réseau est de 0,004 m^3/j.km. Selon les valeurs de référence de l'ILP, nous avons un bon réseau.

IV-1-5-) Proposition à court et moyen terme d'amélioration

Au regard du diagnostic posé, des solutions ont été proposées dans le but d'améliorer à court et moyen terme le réseau à court terme. Ces propositions sont présentées dans le tableau 8 ci-dessous :

Tableau 8:Propositions de solutions

Ouvrages	Etat Physique	Etat de fonctionnalité	Recommandations pour la réhabilitation
Forage	Le débit du forage est acceptable	Exploitation en cours	- Vérifier le débit du forage ; - Mener des essaies d'analyses d'eau ; - Réhabiliter le regard tête de forage (maçonnerie, peinture tyrolienne, claustras d'aération, grillage de protection de la conduite d'aération, peinture couvercle…).
Equipements tête de forage	Les équipements de la tête du forage sont vétustes	Fonctionnel	Remplacer tous les éléments électromécaniques de la tête du forage.
Château d'eau	Château d'eau Métallique de forme cylindrique Capacité : 25 m³ ; Hauteur sous radier : 12m	Exploitation en cours	Changement de château
Regard au pied du château	Pas de regard	Pas de regard	Réaliser un regard bypass au pied du château.
Source d'énergie	Pas de champ solaire	Pas de champ solaire	Mettre un champ solaire
	Groupe électrogène	Pas de groupe de relais	Installer un groupe de relai.
	Réseau SONABEL	Fonctionnel	RAS
Pompe d'exhaure	Fonctionnelle	Fonctionnelle	Détermination et choix d'une nouvelle électropompe
Réseau de distribution et refoulement	Aucune fuite apparente n'a été constatée sur le réseau de refoulement : Ø90 mm, et de distribution : Ø75 mm	Fonctionnel	Nettoyage et désinfection du réseau
BF	Dix (10) en bon état	Fonctionnelle	- Déplacer la BF2 ; - Réhabilité la maçonnerie des BF ;

Ouvrages	Etat Physique	Etat de fonctionnalité	Recommandations pour la réhabilitation
			- Réaliser des hangars sur les anciennes BF ; - Refaire la peinture et mettre les chainettes sur les couvercles des nouvelles BF ; - Changer la robinetterie, vanne d'arrêt et compteur ; - Curer les décanteurs et puits perdus ;
Equipements hydraulique	Une (01) Ventouse DN 80	Vétuste	Changer la ventouse
Regards ventouse	Regard en bon état	RAS	RAS
Regard vidange	Pas de regard vidange	Non réalisé	Réaliser un regard de vidange et mettre une vanne de vidange DN80
Local bureau / magasin	Aucun bâtiments existants	Non réaliser	Réaliser un local bureau / magasin
Local Groupe	Existant	Fonctionnel	- Réhabiliter la maçonnerie du local ; - Réhabiliter l'électricité du bâtiment ; - Revoir l'étanchéité du bâtiment.
Latrine	Non n'existant	Pas de latrine	A réaliser à long terme
Clôture grillagée Château d'eau	Non n'existant	Non n'existant	A réaliser autour du château
Clôture grillagée locaux	Non existant	Non existant	A réaliser autour des nouveaux locaux

IV-2-) Estimation de la population

Les données du RGPH de 2006 et 2019 nous ont permis dans un premier temps de déterminer le taux d'accroissement naturel de la population de Founzan et dans un deuxième temps de faire l'estimation de cette population jusqu'à l'horizon du projet (2040). Ainsi, le taux d'accroissement obtenu est de 3%. Les différents résultats sont présentés dans le tableau 9 :

Tableau 9:Estimation de la population de Founzan

Année	**2006**	**2019**	**2 022**	**2 024**	**2 028**	**2 030**	**2 035**	**2 040**
Pop	5 351	7 946	8 683	9 212	10 368	10 999	12 751	14 782

IV-3-) Evaluation des besoins et demande en eau de la population

Sur la base des paramètres mentionnés dans les hypothèses de calcul, les résultats dès l'estimation des besoins et demandes en eau en provenance du nouveau réseau à mettre en place sont mentionnés dans le tableau 9. On peut lire dans le tableau 9 qu'à l'horizon du projet, que douze (12) bornes fontaines suffisent pour alimenter les 4 435 personnes à raison de 369 habitants par borne fontaine. La diminution du nombre de personnes par borne fontaine est due au fait que le taux de desserte des bornes fontaines diminuent en passant de 61,6 % à 30 % alors que les bornes fontaines sont déjà réalisées en début du projet. Cependant, Il faut noter que selon les études socioéconomiques, pour satisfaire les besoins en eau de la population en tenant compte de la dispersion de l'habitat et des points stratégiques du village, il faut réaliser sept (07) nouvelles bornes fontaines en plus des dix (10) existants. La réalisation de ces nouvelles bornes fontaines se fera progressivement Dans le même tableau, on peut lire qu'il y aura 887 branchements privés qui alimenteront 8 869 personnes à raison de 10 habitants par branchement privé. Le taux de desserte des branchements privés sera alors 60%. Ainsi, en 2040, le taux de desserte du village sera de 90 %. La demande en eau du jour de pointe est estimée 462 [m^3/j].

Tableau 10 :Evaluation des besoins en eau de la population

	Année	Unité	2 022	2 024	2 028	2 030	2 035	2 040
Désignation	Population totale	Hbt	8 683	9 212	10 368	10 999	12 751	14 782
	Taux total de desserte	%	62	68	75	80	95	90
	Population totale desservie	Hbt	5 383	6 264	7 776	8 799	12 113	13 304
Borne fontaine	Taux de desserte des BF	%	61,6	60	42	24	27	30
	Population desservie par les BF	[Hbt]	5 349	5 527	4 355	2 640	3 443	4 435
	Nombre de personnes par BF	[Hbt]	500	500	500	500	500	500
	Nombre de bornes fontaines nécessaires	U	10	12	12	12	12	12
	Nombre réel de BF à réaliser	U	0	2	0	2	0	3
	Consommation spécifique des BF	[l/j/per]	20	20	20	20	20	20
	Consommation journalière moyenne des BF	[m^3/j]	**107,0**	**110,5**	**87,1**	**52,8**	**68,9**	**88,7**
	Nombre réel de personnes par BF	[Hbt]	534	325	256	155	202	260
Branchements particuliers	Taux de desserte des BP	%	0,4	8,0	33,0	56,0	68,0	60,0
	Population desservie par les BP	[Hbt]	35	737	3 421	6 159	8 671	8 869
	Nombre de personnes par BP	[Hbt]	10	10	10	10	10	10
	Nombre réel de BP à installer	U	4	74	342	616	867	887
	Consommation spécifique des BP	[l/j/per]	25	25	25	25	25	25
	Consommation journalière moyenne des BP	[m^3/j]	**0,9**	**18,4**	**85,5**	**154,0**	**216,8**	**221,7**
Besoins et demandes	Besoins journaliers domestiques	[m^3/j]	**107,9**	**129,0**	**172,6**	**206,8**	**285,6**	**310,4**
	Taux des besoins annexes	%	10	10	10	10	10	10
	Besoins non domestiques	[m^3/j]	10,8	12,9	17,3	20,7	28,6	31,0
	Besoins moyens journaliers	[m^3/j]	**118,6**	**141,9**	**189,9**	**227,5**	**314,2**	**341,5**
	Coefficient de pointe saisonnier Kpj		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
	Besoins du jour de pointe	[m^3/j]	**136,4**	**163,1**	**218,4**	**261,6**	**361,3**	**392,7**
	Rendement global du réseau	%	95	92	90	90	88	85
	Demande du jour de pointe	[m^3/j]	**143,6**	**177,3**	**242,6**	**290,6**	**410,6**	**462,0**

IV-4-) Calcul des débits de distribution

Les forages dans la zone ont un débit moyen de 10 [m^3/h]. Nous avons aussi fixé un temps de pompage maximal inférieur à 16 heures selon les recommandations issues des essais de pompage. Le réseau de distribution sera dimensionné pour le cas le plus défavorable, c'est-à-dire tous les robinets des bornes fontaines sont ouverts et le débit des branchements privés (tenant compte du coefficient de simultanéité). Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau 10. On peut lire dans le tableau 10, qu'avec le débit moyen 10 [m^3/h], il faut 4 forages avec environ 11,5 heures de pompage pour satisfaire la demande du jour de pointe. On peut donc faire un couplage énergie solaire et énergie thermique pour l'alimentation de la pompe du forage. Quant au débit de pointe horaire de distribution, sa valeur en 2 040 sera de 24,5 [l/s] avec 12,75 [l/s] pour les bornes fontaines et 11,7 [l/s] pour les branchements privés.

Tableau 11:Calcul des débits d'adduction et de distribution

Désignation	Année	Unité	2 022	2 024	2 028	2 030	2 035	2 040
Réseau d'adduction	Temps théorique maximal de pompage	H	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
	Débit théorique de pompage	m^3/h	9,6	11,8	16,2	19,4	27,4	30,8
	Débit théorique de forage	m^3/h	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**	**10**
	Nombre de forage de 10 [m^3/h]	U	1	2	2	2	3	4
	Temps réel de pompage	H	14,4	8,9	12,1	14,5	13,7	11,5
Réseau de distribution (BF)	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12	12
	Nombre de Robinets de 0.25 l/s par BF		3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	Débit réel de chaque borne fontaine	l/s	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Débit réel de pointe horaire des BF	l/s	**7,5**	**12,75**	**12,75**	**12,75**	**12,75**	**12,75**
Réseau de distribution (BP)	Temps de distribution	H	16	16	16	16	16	16
	Débit moyen horaire des BP	m^3/h	0,1	1,6	7,5	13,5	19,5	20,6
	Kph		3,0	3,0	2,4	2,2	2,1	2,1
	Débit de pointe horaire	m^3/h	0,2	4,8	18,1	29,5	40,2	42,3
		l/s	**0,1**	**1,3**	**5,0**	**8,2**	**11,2**	**11,7**
Réseau de distribution	Débit de pointe horaire du réseau de distribution	m^3/h	27,2	50,7	64,0	75,4	86,1	88,2
		l/s	**7,6**	**14,1**	**17,8**	**20,9**	**23,9**	**24,5**

IV-5-) Choix de la source d'alimentation du réservoir

L'alimentation du réservoir se fera à partir d'un forage réalisé en 1 997. Il dispose d'un débit d'exploitation de 10 m^3/h. Cependant dans le but d'assurer la demande en eau dans les années à venir, il est nécessaire de renforcer la disponibilité de la ressource en eau en réalisant un nouveau forage à partir de l'année 2024.

IV-6-) Dimensionnement du réseau de distribution

IV-6-1-) Tracé du réseau

Le village de Founzan dispose déjà d'un réseau de distribution composé de dix10 bornes fontaines et deux branchements particuliers. Avec l'extension de la population, il s'est avéré nécessaire d'étendre le réseau. Les résultats de notre étude montrent que sept (07) nouvelles bornes fontaines sont nécessaires pour assurer la distribution dans le village. Le plan de masse du réseau réhabilité est présenté sur la figure 8.

IV-6-2-) Choix des conduites

Trois types de conduites sont généralement utilisés dans le cas des réseaux AEP. Il s'agit du PVC, du PeHD et des conduites en fonte. Néanmoins, parmi ces trois types, le PVC est le plus économique et le plus utilisé dans le pays. Ainsi, nous adoptons le PVC dans le dimensionnement du réseau.

IV-6-3-) Dimensionnement des conduites de distribution

Le réseau de distribution a été dimensionné avec le débit de pointe horaire.

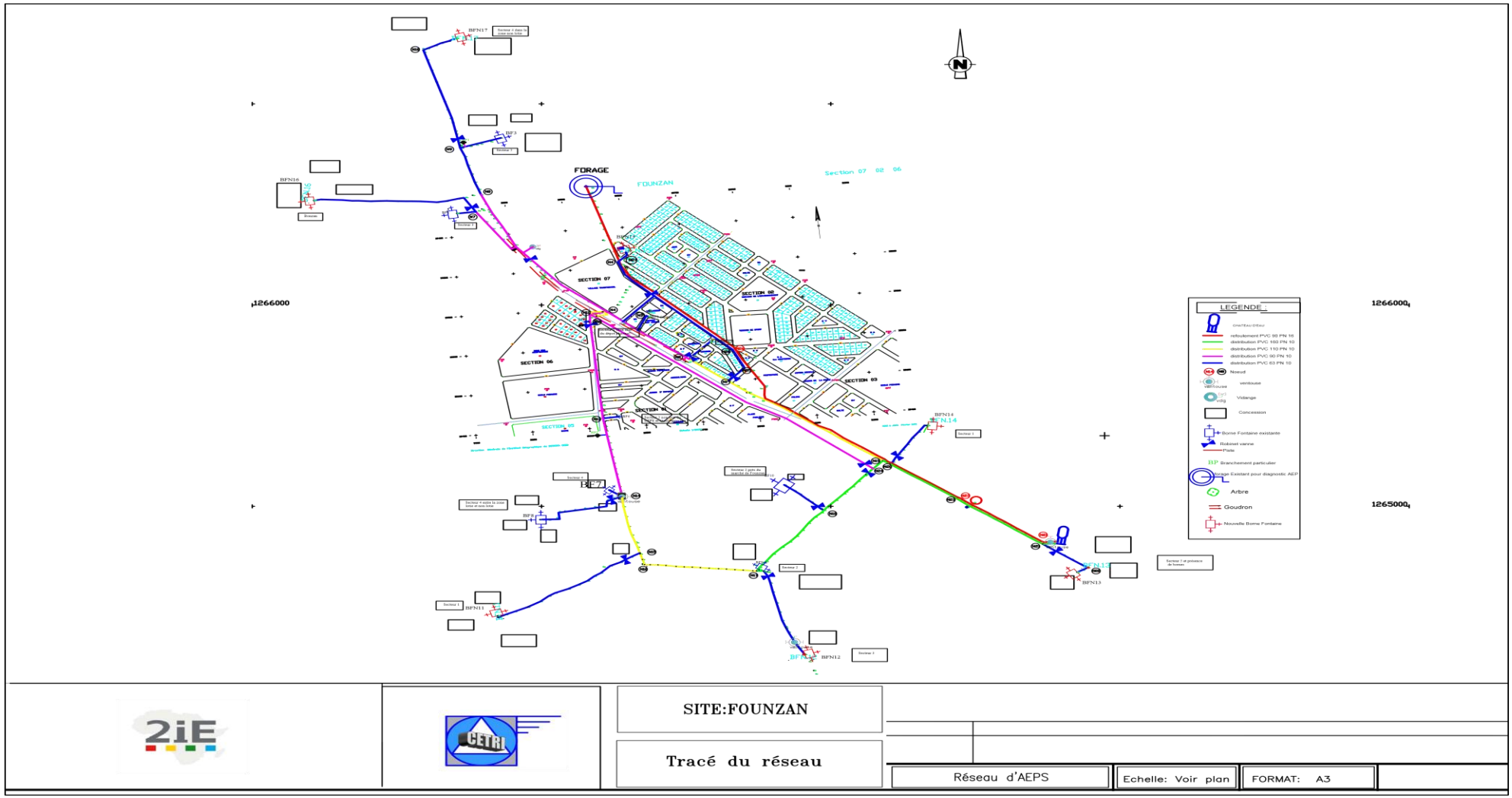


Figure 8 : Réseau d'Adduction en Eau Potable du village de Founzan

Tableau 12:Résultat du dimensionnement du nouveau réseau du village de Founzan

Tronçons	Longueur [m]	Qav [l / s]	Qrte [l / s]	Q [l / s]	ϕth [mm]	fret [mm]	DN [mm]	ΔH [m] sur tronçon	∑ DH	Z_{TN} Aval [m]	Pres_min [m]	Zradier [m]	Préel_serv [m]	V [m/s]	Pres_maxi [m]
R-N21	47	24,50	0,0	24,5	176,6	180,8	200,0	0,20	0,20	293,00	5,0	298,20	9,2	0,95	9,4
N21-N22	195	0,80	0,23	0,9	34,4	57,0	63,0	0,54	0,74	292,23	5,0	297,97	9,4	0,36	10,2
N22-BFN13	42	0,75	0,05	0,8	31,5	57,0	63,0	0,08	0,82	292,3	5,0	298,12	9,3	0,30	10,1
N21-N23	381	23,01	0,45	23,3	172,1	180,8	200,0	1,42	1,61	291,91	5,0	298,52	8,9	0,91	10,5
N23-N20	280	22,68	0,33	22,9	170,6	180,8	200,0	1,01	2,62	290	5,0	297,62	9,8	0,89	12,4
N20-BFN14	226	0,75	0,27	0,9	33,8	67,8	63,0	0,23	2,85	292,09	5,0	299,94	7,4	0,25	10,3
N20-N19	29	21,63	0,03	21,6	166,0	180,8	200,0	0,09	2,71	290,4	5,0	298,11	9,3	0,84	12,0
N19-N18	321	13,89	0,38	14,1	134,0	144,6	160,0	1,44	4,16	287,43	5,0	296,59	10,8	0,86	15,0
N18-BF9	281	12,57	0,33	12,8	127,4	144,6	160,0	1,04	5,19	287,49	5,0	297,68	9,7	0,78	14,9
BF9-BFN12	441	0,75	0,53	1,0	36,4	57,0	63,0	1,54	6,73	290,65	5,0	***302,38***	5,0	0,41	11,7
N18-BF10	197	0,75	0,23	0,9	33,5	57,0	63,0	0,49	4,65	288	5,0	297,65	9,7	0,34	14,4
N17-N16	389	10,37	0,46	10,6	116,3	126,6	140,0	2,02	7,21	286,2	5,0	298,41	9,0	0,84	16,2
N16-N15	60	10,30	0,07	10,3	114,7	126,6	140,0	0,29	7,50	285,55	5,0	298,05	9,3	0,82	16,8
N15-BFN11	590	0,75	0,70	1,1	38,0	57,0	63,0	2,47	9,97	284,28	5,0	299,25	8,1	0,45	18,1
N15-N14	289	8,85	0,34	9,0	107,3	126,6	140,0	1,08	8,59	285	5,0	298,59	8,8	0,72	17,4
N14-BF8	352	0,75	0,42	1,0	35,3	57,0	63,0	1,10	9,68	282	5,0	296,68	10,7	0,38	20,4
N14-BF7	55	0,75	0,07	0,8	31,6	57,0	63,0	0,11	8,70	284	5,0	297,70	9,7	0,31	18,4
N14-N13	311	6,49	0,37	6,7	92,3	113,0	125,0	1,18	9,76	279,31	5,0	294,07	13,3	0,67	23,1
N13-BF6	55	0,75	0,07	0,8	31,6	57,0	63,0	0,11	9,87	279,94	5,0	294,81	12,6	0,31	22,4
N12-BF5	17	0,75	0,02	0,8	31,1	57,0	63,0	0,03	9,79	277,27	5,0	292,06	15,3	0,30	25,1
N19-N1	678	7,36	0,81	7,8	99,7	113,0	125,0	3,48	6,19	283,3	5,0	294,49	12,9	0,78	19,1

Tronçons	Longueur [m]	Qav [l / s]	Qrte [l / s]	Q [l / s]	ϕth [mm]	fret [mm]	DN [mm]	ΔH [m] sur tronçon	∑ DH	Z_{TN} Aval [m]	Pres_min [m]	Zradier [m]	Préel_serv [m]	V [m/s]	Pres_maxi [m]
N1-N2	201	6,55	0,24	6,7	92,2	113,0	125,0	0,76	6,94	281,38	5,0	293,32	14,1	0,67	21,0
N2-N4	370	6,11	0,44	6,4	89,9	99,4	110,0	2,49	9,44	280	5,0	294,44	12,9	0,82	22,4
N4-N7	695	2,29	0,83	2,7	59,2	99,4	110,0	0,88	10,31	277,12	5,0	292,43	15,0	0,35	25,3
N7-BF4	65	0,75	0,08	0,8	31,8	57,0	63,0	0,13	10,45	277,54	5,0	292,99	14,4	0,31	24,8
N7-BFN16	603	0,75	0,72	1,1	38,2	57,0	63,0	2,56	12,87	284,29	5,0	302,16	5,2	0,45	18,1
N4-N8	728	2,12	0,87	2,6	57,5	99,4	110,0	0,82	10,26	278	5,0	293,26	14,1	0,33	24,4
N8-N9	244	1,83	0,29	2,0	50,3	57,0	63,0	3,13	13,39	277,86	5,0	296,25	11,1	0,78	24,5
N9-BF3	149	0,75	0,18	0,8	32,8	57,0	63,0	0,35	15,86	276,19	5,0	297,05	10,3	0,33	26,2
N9-N10	503	0,90	0,60	1,2	39,6	57,0	63,0	2,48	18,34	278,29	5,0	301,63	5,8	0,48	24,1
N10-BFN17	129	0,75	0,15	0,8	32,6	57,0	63,0	0,29	18,63	276,48	5,0	300,11	7,3	0,33	25,9
N2-BF1	113	0,75	0,13	0,8	32,4	57,0	63,0	0,25	7,19	281,25	5,0	293,44	13,9	0,32	21,1
N1-BFN15	841	0,75	1,00	1,3	40,7	57,0	63,0	4,61	10,80	276,21	5,0	292,01	15,4	0,51	26,2

En résumé, on peut voir dans le tableau 8 que la :

- Côte minimale exploitable du réservoir : **302,4 m** ;
- Cote du TN du château : **293,2 m**
- Hauteur sous radier retenue : **9,2 m** ;
- Pression maximale : **15,4 m** ;
- Pression minimale : **5 m** ;
- Vitesse maximale : **0,95 m/s** ;
- Vitesse minimale : **0,25 m/s** ;

Les longueurs de chaque type de diamètre sont mentionnées dans le tableau 13.

Tableau 13:Répartition des conduites

Nature	Diamètre Nominal (mm)	Longueur (m)
PVC PN10	63	4 817
	110	1 793
	125	1 190
	140	738
	160	603
	200	737

IV-6-4-) Ouvrages annexes

Afin d'assurer la sécurité et le bon fonctionnement du réseau, il est nécessaire d'installer des éléments de régulation du réseau. Ces éléments sont constitués de ventouses, de vidanges et de vannes. Le positionnement de ces éléments seront fait grâce aux plans et aux profils réalisés sur la base des données topographiques ainsi que les résultats du dimensionnement obtenu.

a-) Les ventouses

Les ventouses sont des ouvrages qui protègent les canalisations contre la mise en dépression l'ors de la vidange des canalisations. Elles sont implantées au niveau des points les plus hauts du réseau de distribution et de refoulement. On dénombre au total 3 ventouses.

b-) Les vidanges

Les vidanges permettent de vider l'adduction en entrainant l'ensemble des dépôts qui obstruent le tuyau. Elles sont placées au niveau des points bas. On distingue 1 ouvrage de vidange.

c-) Les vannes

Les vannes permettent d'isoler le réseau afin d'exécuter les travaux de maintenance. Le réseau d'AEPS comporte 15 vannes au total.

IV-7-) Dimensionnement du réservoir

Le château d'eau sera dimensionné afin d'équilibrer les fluctuations journalières de la consommation. L'évaluation de la capacité utile du réservoir est effectuée en tenant compte de la variation de la demande.

Ne disposant pas d'informations sur les habitudes de consommation en eau de la localité nous estimerons la capacité utile du réservoir à 20 % des besoins de la population.

Les résultats du dimensionnement du réservoir sont présentés dans le tableau 14 ci –dessous :

Tableau 14: Caractéristiques du réservoir

Désignation	Caractéristiques du réservoir
Demande journalière de pointe (m³/jr)	462
Volume de stockage utile (m³)	92,4
Réserve incendie (m³)	0
Volume retenu (m^3)	100
Hauteur du réservoir (m)	5
Diamètre de la cuve (m)	5
Hauteur sous cuve (m)	10

- **Traitement de l'eau**

Vérification du temps minimal de contact du chlore

Le temps minimal de contact du chlore sera calculé à partir de la formule suivante :

$$T_{c=} \frac{C_u}{Q_c} \geq 2\ heures$$

$Avec$

Q_c : Débit de pointe horaire du réseau de distribution ;

C_u : La capacité utile du réservoir ;

$T_{c=}$ Le temps de contact

$$T_{c=} \frac{100}{88,2} = 2,3$$

Le temps de contact obtenu est $T_{c=}$ 2,3 $heures$,supérieur à 2 heures

Vérification de la durée d'efficacité du chlore

La durée de séjour est déterminée afin de s'assurer que sa durée d'efficacité reste inférieure ou égale au temps de volatilisation de 48 h.

$$T_{s=} \frac{C_u}{Q_c} \leq 48\ heures$$

$Avec$

Q_c : La consommation journalière de pointe ;

C_u : La capacité utile du réservoir ;

$T_{s=}$ Le temps de séjour

$$T_{s=} \frac{100}{20,6 + 12,75 \text{ X } 3,6 \text{ X } 0,5} = 1,1$$

Le temps de séjour obtenu est $T_{s=}$ 1,1 ,inférieur à 2 jours.

IV-8-) Dimensionnement de la conduite de refoulement

Les résultats du dimensionnement de la conduite de refoulement sont présentés dans le tableau 15 :

Tableau 15:Dimensionnement de la conduite de refoulement

Formule	Q exploita (m^3/s)	Dth (mm)	DN retenu (mm)	Dint (mm)	Vitesse (m/s)	Condition GLS	Vérification	Condition flamant	Vérification
Bresse	0,0027	79,05	90	81,4	0,53	1,12	Vérifié	0,68	Vérifié
Munier	0,0027	69,57	90	81,4	0,53	1,12	Vérifié	0,68	Vérifié
Bedjaoui	0,0027	66,93	90	81,4	0,53	1,12	Vérifié	0,68	Vérifié

IV-8-1-) Calcul de la Hauteur Manométrique Totale :

HMT (m) =HG (m) + ΔH (m)

$$HG = Zs\ (m) - Z_{\text{nd}}\ (m)$$

Avec :

Zs : Cote d'alimentation du réservoir

Z_{nd} : cote du niveau dynamique du forage

ΔH (m) : Pertes de charge totale entre le réservoir et le forage

Niveau dynamique du forage : supposé égal à 25 m

Z_{nd} :279 - 25 = 229 m

Zs (m) = 293 + 12 + 4 =309,45

HG= 309– 254 = 55 m

HMT= 55 + 12 = 67 m

Nous retiendrons la valeur de 70 m comme HMT du forage.

IV-8-2-) Etude du coup de bélier

Nous avons étudié le phénomène de coup de bélier dans le but de savoir s'il est nécessaire de prévoir un dispositif anti-bélier. Les résultats de cette étude sont présentés dans le tableau 16 ci-dessous :

Tableau 16 : Etude du coup de bélier

Désignation	Unité	Valeurs
Célérité	m/s	479,89
Diamètre intérieur de la conduite	m	0,0766
Epaisseur de la conduite	m	0,0067
Module de Young	-	33
Vitesse du fluide	m/s	0,60
Pesanteur	m/s²	9,81
Célérité	m/s	479,89
Variation de la pression	m	± 29,448

A partir des résultats obtenus dans le tableau précédent, nous avons vérifié les conditions de surpressions et de dépressions de la conduite :

IV-8-3-) Vérification de la surpression dans la conduite

Le tableau 17 résume les calculs de la surpression dans la conduite :

Tableau 17 : Calcul de la surpression

Désignation	Unité	Valeurs
Hauteur Manométrique Totale	m	67
Variation de la pression	m	24,448
Pression minimale admissible	m	192
Pression maximale	m	96,448

Interprétation : La surpression, dans le réseau est inférieure à la pression maximale admissible dans la conduite d'adduction (HMT+ΔP=96,448 < PMA= 192 m). La surpression dans la conduite n'est donc pas suffisante pour engendrer des coups de bélier.

IV-8-4-) Vérification de la dépression dans la conduite

Le tableau 18 résume les calculs de la dépression dans la conduite :

Tableau 18:Calcul de la dépression

Désignation	Unité	Valeurs
Hauteur Manométrique Totale	m	67
Variation de la pression	m	24,448
Pression atmosphérique	mCE	10,33
Pression minimale	m	37,551

Interprétation : La dépression dans la conduite est supérieure à la pression atmosphérique (HMT-ΔP =37,551 > P_{atm} = 10,33 m). La dépression dans la conduite n'est pas suffisante pour engendre des coups de béliers.

Conclusion : Au regard des différents calculs, il n'y a pas de risque de dépression ni de surpression dans la conduite d'adduction ; Il n'est donc pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier.

IV-9-) Dimensionnement et choix de la pompe

Le débit d'exploitation du forage (10 m^3/h) permet largement de couvrir la demande en eau de la population jusqu'à l'horizon 2034.Cependant, au regard des infrastructures vieillissantes nous proposons le dimensionnement d'une nouvelle pompe.

IV-9-1-) Dimensionnement de la pompe

La puissance hydraulique de la pompe sera calculée à partir de la formule ci-dessous :

$$P_h = \rho \times g \times Q \times HMT$$

Avec :

P_h : La puissance hydraulique de la pompe en Kw

ρ : La masse volumique de l'eau (1000 kg/ m^3)

Q : Le débit évacué par la conduite en m^3/s

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

HMT : La Hauteur Manométrique Totale en m

$$P_h = 1000 * 9{,}81 * 0{,}0027 * 67$$

$$P_h = 1\,774{,}629 \text{ W}$$

IV-9-2-) Choix et caractéristiques de la pompe

Données :

Q= 10 m^3/h

HMT= 67 m

$P_h = 1\,774{,}629$ W

Le choix de la pompe sera porté sur la gamme des pompes Grundfos. Ce type de pompe a été privilégié à cause de sa disponibilité sur le marché et la facilité d'accès aux pièces de rechanges.

A partir des données sur le débit et la HMT, nous avons pu effectuer un choix à l'aide du catalogue Grundfos. Ainsi, le choix définitif s'est porté sur la pompe Les caractéristiques de cette pompe sont présentées dans le tableau 19 ci –dessous :

Tableau 19:Caractéristiques de la pompe

DESIGNATION	CARACTERISTIQUES
Marque	GRUNDFOS
Nom du produit	SP 11-15
Rendement de la pompe (%)	63,5
Type de moteur	MS4000
Puissance (Kw)	3
Fréquence (Hz)	50
Cos phi (facteur de puissance)	0,82
Tension nominale	3 x 400 V

IV-9-3-) Vérification du point de fonctionnement

Le point de fonctionnement de la pompe présente les meilleures conditions de refoulement. Il est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et celle du réseau. Les résultats obtenus sont illustrés sur la figure 9 ci-dessous :

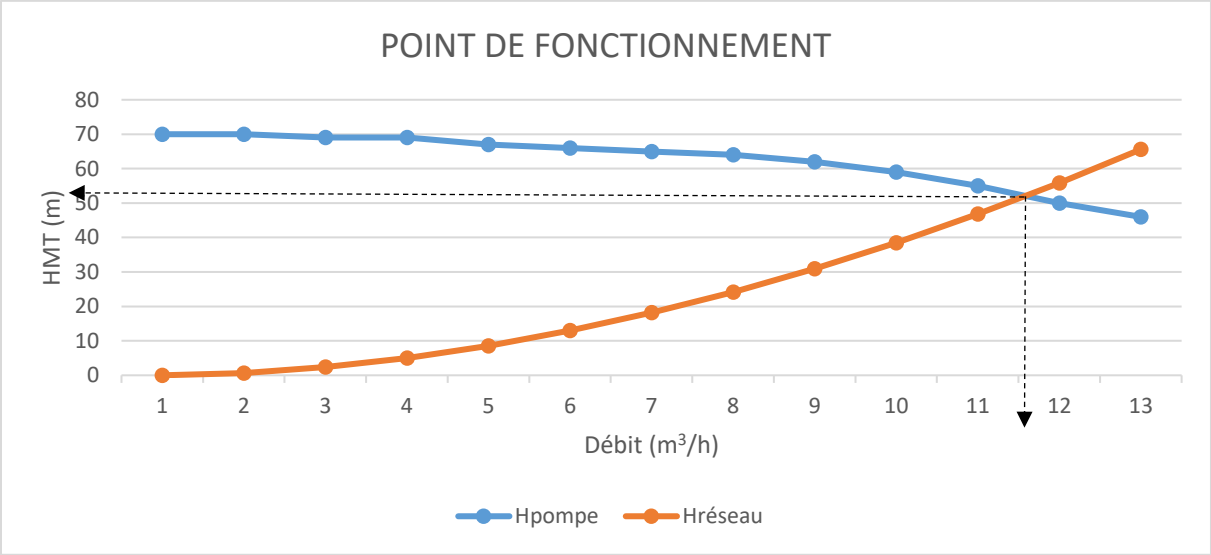


Figure 9 : Point de fonctionnement du réseau

IV-10-) Simulation hydraulique sur le logiciel EPANET

IV-10-1-) Simulation hydraulique

Dans le but de s'assurer du bon dimensionnement du réseau, une simulation a été faite avec le logiciel Epanet. Les résultats de cette simulation sont présentés dans la figure 10 suivante :

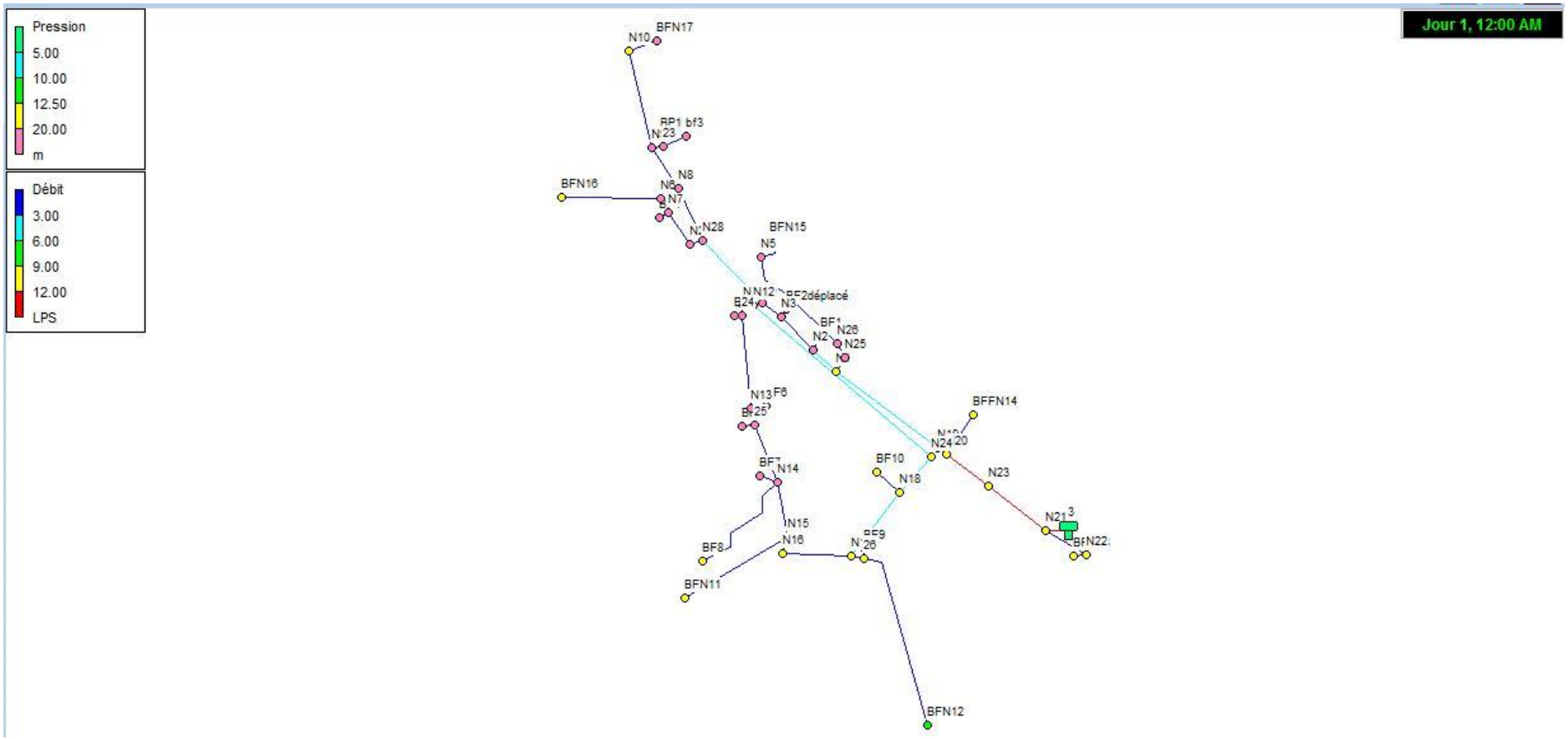


Figure 10 : Pressions et débits de desserte au niveau des nœuds du réseau

IV-10-2-) Rapport de la simulation

La simulation du réseau a également permis de générer un rapport sur l'état des conduites et des nœuds à l'heure de simulation. Le résultat obtenu est présenté dans le tableau 20 ci-dessous :

Tableau 20 : Etat des nœuds à l'heure de simulation

État des Nœuds du Réseau			
	Demande	**Charge**	**Pression**
ID Noeud	LPS	m	m
Noeud BF1	0.80	304.13	20.88
Noeud BF2déplacé	0.50	303.84	25.15
Noeud bf3	0.80	297.54	21.35
Noeud BF4	0.80	301.45	23.91
Noeud BF5	0.80	303.43	26.16
Noeud BF6	0.80	302.95	26.01
Noeud BF7	0.80	302.74	25.80
Noeud BF8	1.00	301.48	18.48
Noeud BF9	0.90	302.88	15.11
Noeud BF10	0.90	304.60	19.21
Noeud BFN11	1.10	300.08	15.80
Noeud BFN12	1.00	301.11	10.46
Noeud BFN13	0.80	306.28	13.98
Noeud BFFN14	0.90	305.43	13.34
Noeud BFN15	0.50	304.21	28.00
Noeud BFN16	1.10	298.75	14.46
Noeud BFN17	0.80	296.73	20.26
Noeud BP1	0.30	297.89	21.31
Noeud BP2	0.30	302.89	26.30
Noeud N1	0.00	304.67	19.37
Noeud N2	0.00	304.43	20.27
Noeud N3	0.00	303.95	24.85
Noeud N4	0.00	303.86	26.33
Noeud N5	0.00	304.32	27.94
Noeud N6	0.00	301.14	23.44
Noeud N7	0.00	301.62	24.50
Noeud N8	0.00	301.65	24.74
Noeud N9	0.00	298.42	20.56
Noeud N10	0.00	297.08	18.79
Noeud N11	0.00	303.48	26.29
Noeud N12	0.00	304.16	26.66
Noeud N13	0.00	303.09	23.78

État des Nœuds du Réseau			
	Demande	**Charge**	**Pression**
Noeud N14	0.00	302.89	20.77
Noeud N15	0.00	302.90	17.09
Noeud N16	0.00	302.92	16.72
Noeud N17	0.00	303.01	15.26
Noeud N18	0.00	305.25	18.82
Noeud N19	0.00	305.70	17.23
Noeud N20	0.00	305.74	15.65
Noeud N21	0.00	306.91	13.91
Noeud N22	0.00	306.39	14.16
Noeud N23	0.00	306.24	14.33
Noeud N24	0.00	305.44	16.94
Noeud N25	0.00	304.55	20.84
Noeud N26	0.00	304.44	20.86
Noeud N27	0.00	301.84	26.97
Noeud N28	0.00	302.07	27.11
Noeud 23	0.00	297.94	23.94
Noeud 24	0.00	303.47	18.47
Noeud 25	0.00	302.93	17.93
Noeud 26	0.00	302.88	15.13
Réservoir 3	-14.90	307.00	3.00

IV-11-) Dimensionnement des installations électriques

IV-11-1-) Choix de la source d'énergie

Le village de Founzan est alimenté en électricité par la SONABEL. Ainsi, le réseau d'AEPS de Founzan est relié à la SONABEL depuis 2014.Nous avons donc la possibilité d'utiliser deux sources d'énergie à savoir l'énergie solaire. Ainsi, nous optons pour le dimensionnement d'un nouveau système photovoltaïque. Notre réseau comportera donc deux sources d'énergies dans le but de réduire les couts liés à l'utilisation de la SONABEL et aussi de résoudre les problèmes de coupure d'électricité. De plus, l'énergie solaire est une énergie propre, fiable, non polluante et présente une longue durée de vie.

IV-11-2-) Dimensionnement du système solaire

Les résultats du dimensionnement sont présentés dans le tableau 21 ci-dessous :

Tableau 21:Dimensionnement du système photovoltaïque

CARACTERISTIQUES DU SYSTÈME PHOTOVOLTAIQUE	
DESIGNATION	**PUISSANCE**
Rendement électropompe (%)	63.5
Rendement du générateur photovoltaïque (%)	75
Ensoleillement journalier (Kwh/m²/jr)	5
Puissance module (wc/24v)	250
Tension de sortie (V)	220
Energie (Kwh)	19
Puissance crête (Kwc)	7
Nombre de modules 250wc/24v	28

IV-12-) Mode de gestion du réseau d'adduction en eau potable de Founzan

IV-12-1-) Mode de gestion courant

Au Burkina Faso, plusieurs modes de gestion existent pour l'entretien et la maintenance des AEPS. Ils consistent ainsi ou non à transférer certaines responsabilités ou non aux collectivités locales. On distingue donc deux ensembles de mode gestion :

- La gestion directe où la collectivité est entièrement responsable de la gestion du réseau ;
- La gestion déléguée où le conseil municipal confie la gestion du service à un particulier ou à une entreprise privée dans des conditions qu'il détermine librement.

Le tableau ci-dessous fait ressortir les modes de gestion existants avec leurs avantages et inconvénients en rapport direct avec le maître d'ouvrage qui est la commune.

Tableau 22:Schéma de gestion recommandé pour l'AEPS

	Types de gestion	Avantages	Inconvénients	Observations
Gestion directe	Régie directe	Absence de formalité pour sa création Nouveau service municipal avec des ressources budgétaires directes	Nécessite du personnel technique et des gestionnaires communaux Budget Communal important pour la maîtrise d'ouvrage	Peu réaliste pour les petites communes au regard du niveau d'investissement
	Régie autonome	Gestion séparée du budget communal Souplesse	Nécessite des gestionnaires compétents pour la gestion séparée Gestion saine pour éviter des déficits	Peu réaliste pour la lourdeur de la gestion
	Régie personnalisée	Plus grande autonomie de gestion avec un contrôle suivi pour permettre d'éviter les dérapages	Nécessite une organisation solide des ressources humaines, techniques et des gestionnaires	Peu réaliste avec la lourdeur de la gestion
Gestion déléguée	Concession	Faible engagement Financier de la Commune Revenu d'impôt pour Le Budget communal	Laisser-faire total qui peut pénaliser le niveau de service à atteindre	Difficulté à trouver des opérateurs privés tels que financièrement et techniquement prévus
	Affermage	Propriété du patrimoine conservée par la commune qui reste maître d'ouvrage	Nécessite de bons fermiers, bons gestionnaires pour la gestion durable et rentable des équipements	Applicable avec les mesures conservatoires de suivi
	Régie intéressée	Souplesse du mode Intéressement aux Résultats Contrôle de la collectivité sur l'entreprise	Faible capacité à assurer un contrôle de proximité	Applicable par les petites communes moyennant une bonne organisation pour le contrôle

IV-12-2-) Mode de gestion souhaitée

La gestion d'une AEPS demande tout un ensemble de compétences dont l'absence peut conduire à un mauvais fonctionnement du système ; Ces compétences sont requises sur les plans techniques, organisationnels, financiers, planification et suivi-évaluation.

Ainsi dans le but d'optimiser la gestion hydraulique et de garantir la pérennité des ouvrages il y a donc nécessité de choisir un bon fermier, ayant une organisation solide, des ressources humaines compétentes et une assise financière certaine qui saurait se charger de la gestion de ces ouvrages.

Au regard de toutes ces analyses, nous souhaitons donc la gestion déléguée avec le mode par affenage pour l'AEPS de Founzan.

IV-12-3-) Proposition d'une équipe gérante du réseau

Conformément au type de gestion que nous avons proposé, le fermier doit pouvoir compter sur un dispositif fondé sur l'expérience dans le domaine des AEPS. Sur ce, nous proposons que le personnel soit composé de :

- Un (01) responsable de gestion ou chef de centre qui aura pour fonction de s'occuper du bon fonctionnement du système dont il a la charge et de s'assure des tâches courantes inhérentes à cette fonction
- Dix-sept (17) fontainiers pour s'assurer de la vente d'eau et de l'encaissement des recettes au niveau des bornes fontaines recrutés au niveau local. Ils ont aussi la responsabilité de veiller sur l'entretien
- Un (01) gardien pour la sécurité des ouvrages au niveau de la station de pompage

En plus de ce personnel nous proposons un électromécanicien et des plombiers qui vont intervenir de façon partielle lorsque des pannes se feront sentir au niveau des ouvrages de distribution et de refoulement.

IV-13-) Etude économique

IV-13-1-) Coût du projet

Une estimation des investissements a été effectuée sur la base d'un devis quantitatif des travaux de réalisation de l'AEPS.

Ainsi, il vient que le montant total des travaux s'élèveront à **249 888 073** FCFA TTC, tel qu'indiqué dans le tableau 23 :

Tableau 23:Récapitulatif devis estimatif des installations

No	Désignation	Unité	Montant Total (FCFA)
I	FORFAIT GENERAUX	ff	1 750 000
REHABILITATION DE L'EXISTANT			
II	EXHAURE / REFOULEMENT	ff	9 828 750
EXTENSION DU RESEAU			
III	EXHAURE / REFOULEMENT	ff	12 777 500
IV	SYSTÈME DE POMPAGE	u	25 112 000
V	DISTRIBUTION-TUYAUTERIES ET ACCESSOIRES	ml	74 651 710
VI	FOURNITURES ET POSE DE PIECES	u	1 504 000
VII	CONSTRUCTION DE REGARDS ET POSE DE PIECES	u	1 460 000
VIII	CHÂTEAU D'EAU 100 m^3	u	1 460 000
IX.	Borne fontaine	u	955 000
X.	EQUIPEMENTS ANNEXES	u	14 400 000
MONTANT TOTAL HT			**194 633 960**
TVA 18%			**35 034 113**
MONTANT TOTAL TTC			**229 888 073**

IV-13-2-) Dotation aux amortissements

Ces sont des dépenses de renouvellement et de réhabilitation des équipements ; et ceux concernés dans le cadre de notre projet sont la pompe et les installations solaires. Les dotations sont fixées en fonction de la performance de l'équipement et sur la base d'une décroissance de sa valeur dans le temps. Ainsi, l'amortissement annuel d'un actif est le rapport de son prix d'achat sur sa durée de vie théorique. Le tableau 24 présente les amortissements des différents équipements :

Tableau 24:Calcul de la dotation aux amortissements

Désignation	Durée de vie (an)	Montant d'investissement (FCFA)	Pourcentage d'investissement (%)	Amortissement (FCFA/an)
Système de Pompage	10	47 718 250	25	176 195
Bornes fontaines	10	955 000	1	95 500
Installations solaires	20	27 625 000	14	1 381 250
Château	20	1 460 000	1	73 000
Canalisations PVC et accessoires	20	74 651 710	40	3 732 586
Equipements annexes	15	14 000 000	8	930 000

IV-13-3-) Charge d'exploitation et d'entretien

Ce sont les dépenses de fonctionnement du système. Elles correspondent à la rémunération du personnel de gestion, l'achat des intrants (pastilles de chlore), les coûts des entretiens courants des installations (équipements solaires, château, conduites, les BF et certaines pièces spéciales). En général, pour les projets similaires au notre, ces charges peuvent atteindre 0,5% du coût total d'investissement du projet, proportion que nous avons adoptée.

Ainsi, ces charges sont égales à **249 888 073* 0,5% = 1 249 440 F CFA.**

IV-13-4-) Prix de revient du mètre cube d'eau

Dans le but de supporter les frais d'investissement et de fonctionnement du réseau, il est nécessaire d'associer les populations bénéficiaires à la gestion des ouvrages ; c'est pourquoi le prix de revient de l'eau doit être déterminé afin de proposer un prix de vente raisonnable. Le prix du mètre cube d'eau se calcule par la formule suivante :

$$P_r = \frac{A + I + C}{V}$$

Avec :

P_r : Prix de revient du mètre cube d'eau en FCFA ;

A : Amortissement des équipements à l'horizon du projet ;

I : Investissements ;

V : Volume d'eau à l'échéance du projet ;

C : Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages

$$P_r = \frac{1\,148\,340 + 4\,732\,586 + 225\,935\,487}{136{,}4 \text{ X } 365 \text{ X } 18} = 258{,}68$$

Le prix théorique du mètre cube d'eau est de **258,68** FCFA.

IV-13-5-) Proposition du prix de vente de l'eau

Avant la proposition du prix de vente de l'eau, il est nécessaire d'analyser les données socio-économiques afin de proposer un prix abordable aux usagers de l'eau. Ces études se sont reposées sur la capacité à payer l'eau des usagers et des revenus annuels de la population.

L'eau étant un bien public et dans le but de garantir l'accès à l'eau potable à l'ensemble de la population de Founzan, nous avons dressé un tableau récapitulant le prix de l'eau en fonction de la capacité des contenants. Les figures suivantes présentent la situation socio-économique de la population de Founzan

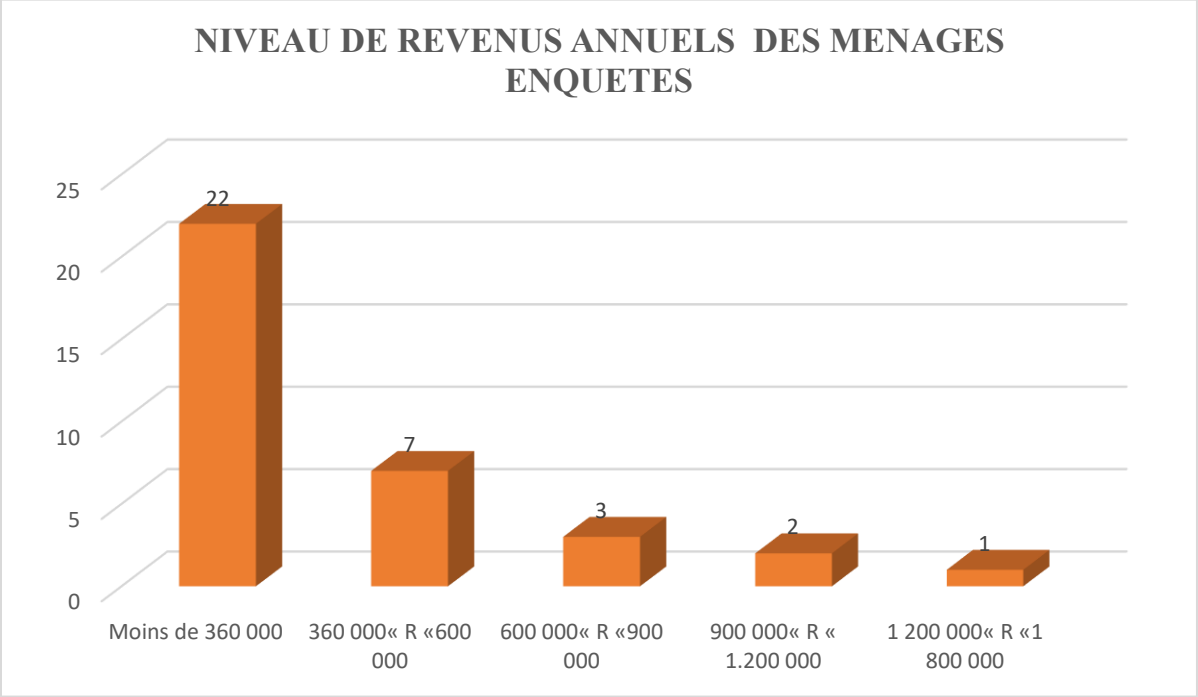


Figure 11 : Niveau des revenus annuels des ménages

Source : Enquêtes CETRI (juillet 2022)

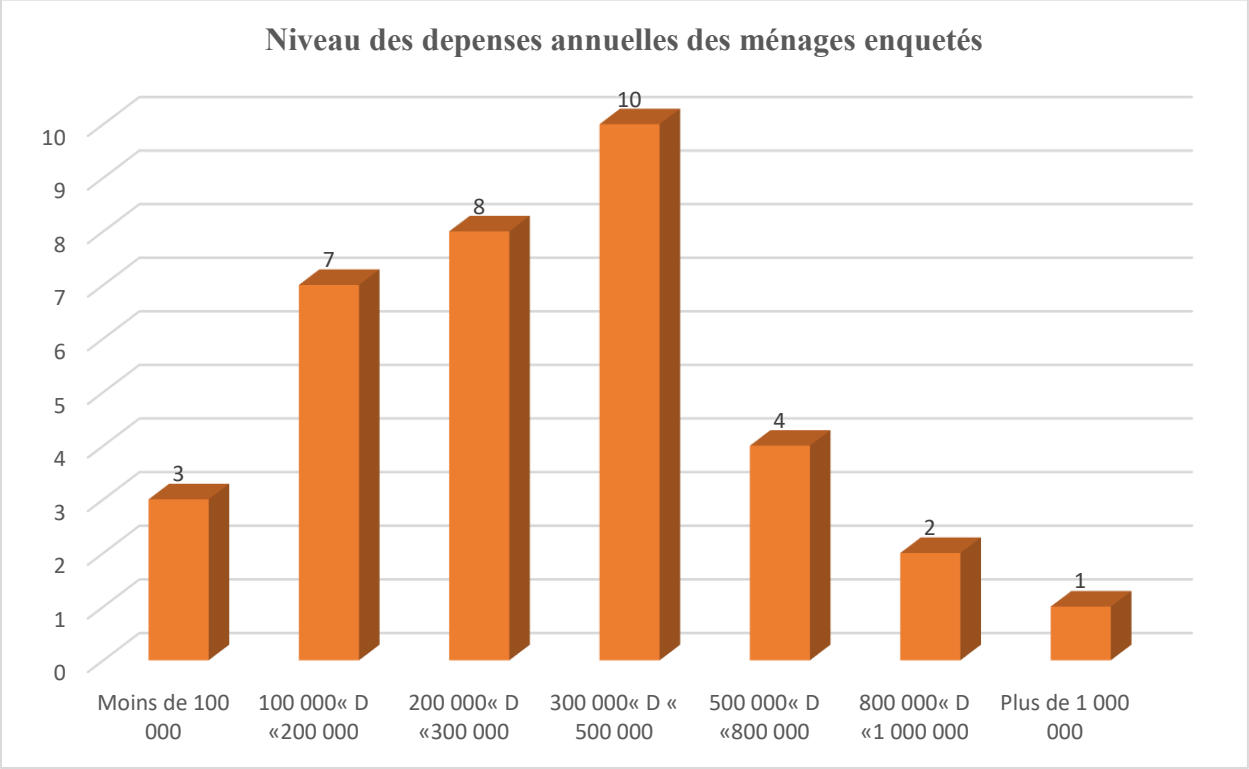


Figure 12 : Niveau des dépenses annuelles des ménages

Source : Enquêtes CETRI (juillet 2022)

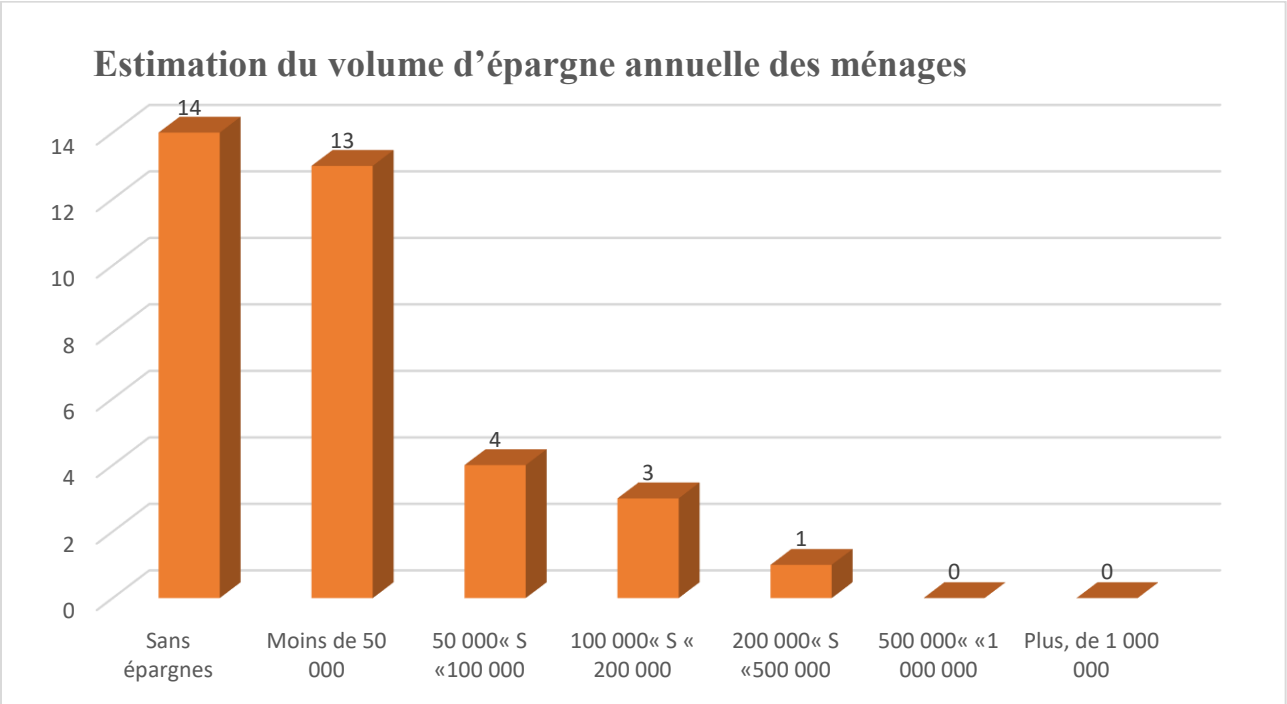


Figure 13 : Estimation du volume d'épargne annuel des ménages

Source : Enquêtes CETRI (juillet 2022)

Le tableau 25 présente les différentes propositions du prix de l'eau :

Tableau 25:Proposition du prix de l'eau

Capacité des contenants	Prix (FCFA)
Bidon de 10 litres	5
Bidon de 20 litres	20
Barrique de 200 litres	75
01 m^3 d'eau	350

CONCLUSION – RECOMMANDATIONS

La réhabilitation du système d'adduction d'eau potable Simplifié de Founzan contribuera à résoudre le problème d'approvisionnement en eau potable du village de Founzan. Aussi, il permettra de réduire le taux de maladies d'origine hydrique et contribuera au développement socio-économique du village.

Ce présent document expose les étapes nécessaires à la réhabilitation du système d'adduction d'eau potable de Founzan.

En effet, l'étude technique a permis de connaitre les caractéristiques de dimensionnement du réseau et explique les différents choix apportés.

Au regard du cout investie des efforts investis lors de la réalisation du réseau, il est important d'assurer sa continuité et la pérennité de ses installations à long terme.

La meilleure gestion du réseau d'Adduction en Eau Potable Simplifié du village de Founzan passe par la participation et l'engagement des différents acteurs y intervenants.

Ainsi, pour une meilleure gestion du système d'AEPS réalisé nous formulons les recommandations suivantes à l'encontre des usagers de l'eau, de la commune et de l'exploitant :

-La formation et l'encadrement à la gestion technique et financière des équipes de gestion et des responsables des points d'eau ;

-La sensibilisation des usagers des points d'eau sur la nécessité de payer l'eau ;

-La sensibilisation de la population sur le bon usage du service public (respect des règles) ;

-Encourager la population à adopter de comportement hygiénique ;

-La construction et l'équipement de latrines dans le cadre de l'amélioration de la santé des familles.

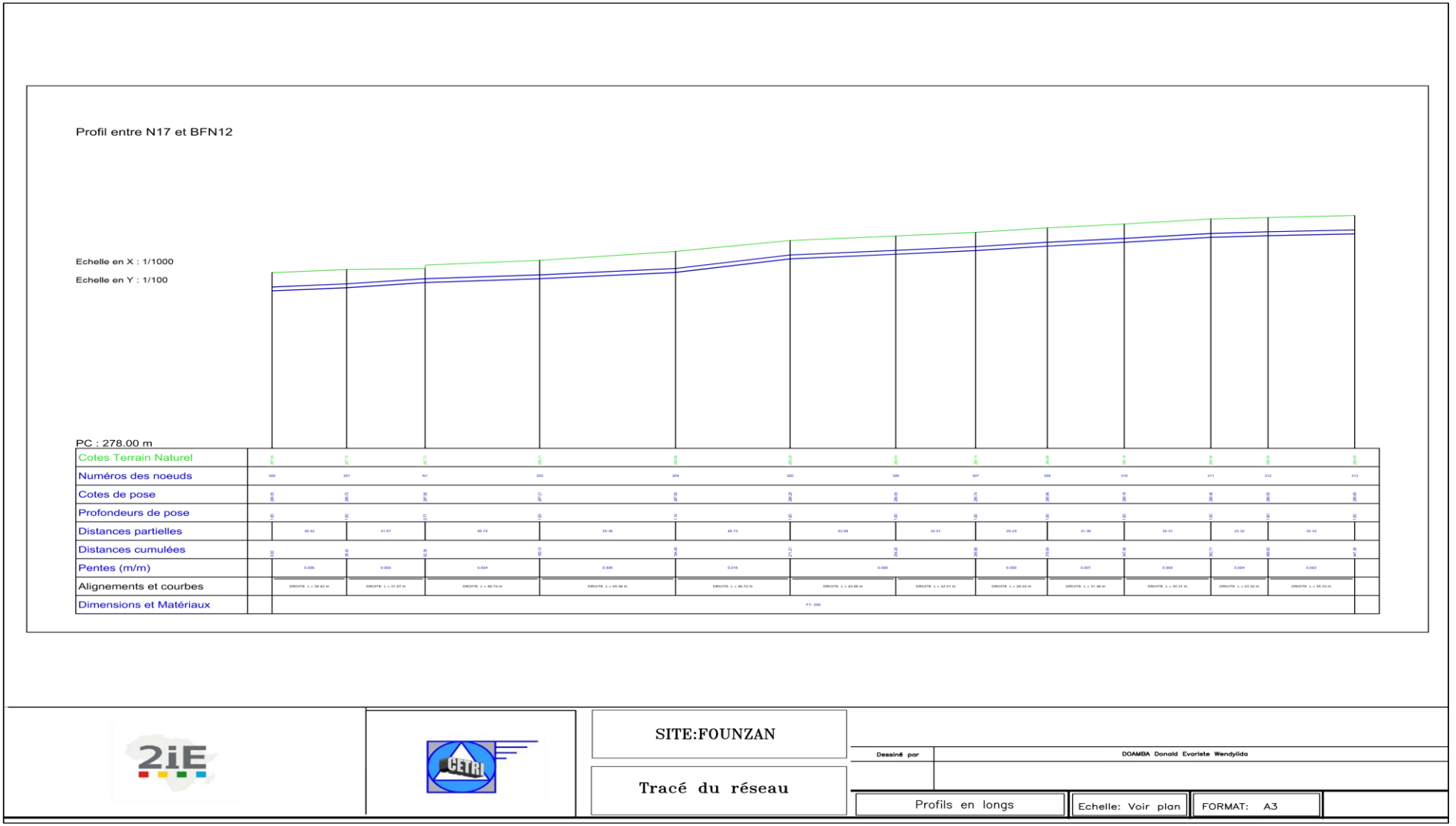
BIBLIOGRAPHIE

1. BURKINA FASO Cahier 3 :la gestion des AEPS/PEA,5p
2. CATALOGUE du choix des diamètres des canalisations
3. CATALOGUE GRUNDFOS, pompes immergées moteurs immergés, 96p
4. Diagnostic et Réhabilitation de systèmes d'AEP rurale en vue de les transférer en délégation de gestion à un opérateur privé,18p, juillet 2014
5. Etude socio-économique : site de Founzan (CETRI),68p, juillet 2022
6. La gestion des adductions d'eau potable simplifiées au Burkina Faso : problématique, enjeux et perspectives,12p, juin 2004
7. Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA).PN-AEP 2016-2030. Version actualisée, mai 2016.102p
8. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2006
9. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) de 2019
10. Résultats des enquêtes terrains (CETRI),

ANNEXE

Annexe 1:Profils en long du réseau..... ix
Annexe 2:Carnet des nœuds..... xii
Annexe 3:Plan d'exécution regard vidange xvi
Annexe 4: Plan d'exécution regard vanne..... xvii
Annexe 5:Plan d'exécution regard ventouse..... xviii
Annexe 6:Pièces graphiques..... xix
Annexe 7:Devis quantitatif des travaux xv

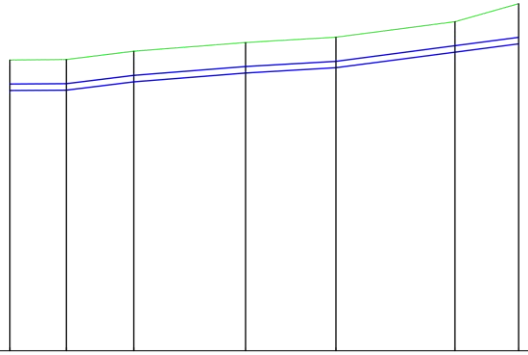
Annexe 1:Profils en long du réseau



Profi entre N10 et BFN17

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100



PC : 267.00 m

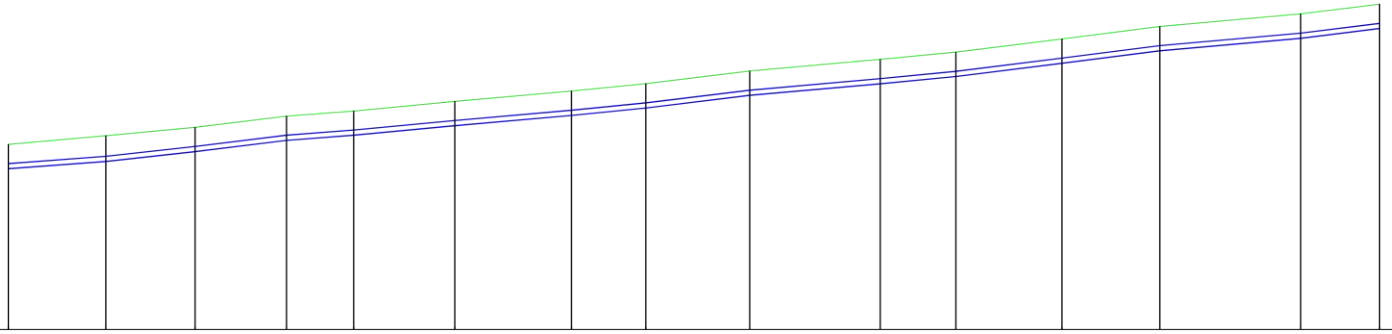
Cotes Terrain Naturel	276.46	276.49	276.76	277.05	277.22	277.73	278.31
Numéros des noeuds	BF17N.1	234	233	232	231	230	N3
Cotes de pose	275.46	275.49	275.76	276.05	276.22	276.73	277.00
Profondeurs de pose	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31
Distances partielles		14.31	17.19	28.41	22.97	30.24	16.21
Distances cumulées	0.00	14.31	31.51	59.91	82.88	113.12	129.33
Pentes (m/m)		0.001	0.016	0.010	0.007	0.017	
Alignements et courbes		DROITE L = 14.31 m	DROITE L = 17.19 m	DROITE L = 28.41 m	DROITE L = 22.97 m	DROITE L = 30.24 m	DROITE L = 16.21 m
Dimensions et Matériaux		FT- 200					

2iE	CETRI	SITE:FOUNZAN	
		Tracé du réseau	Dessiné par: DOAMBA Donald Evariste Wendyilda
			Profils en longs / Echelle: Voir plan / FORMAT: A3

Profil entre N7 et BFN16

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100



PC : 271.00 m

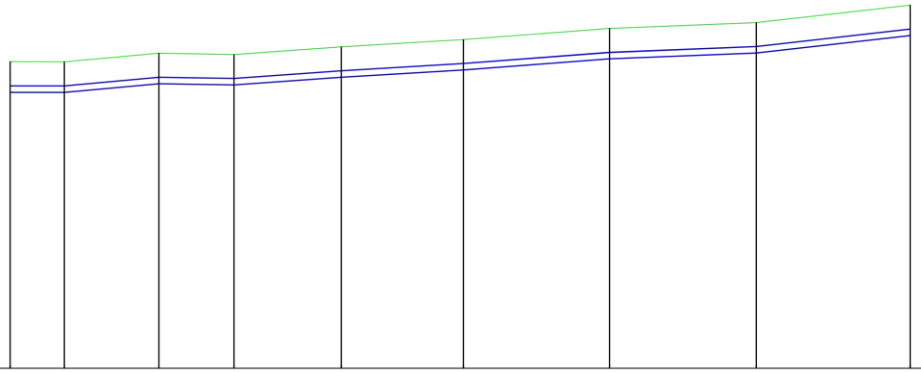
Cotes Terrain Naturel															
Numéros des noeuds															
Cotes de pose															
Profondeurs de pose															
Distances partielles		30.24	27.73	20.39	20.67	31.40	36.25	23.10	32.27	40.46	23.53	32.95	30.36	43.78	24.40
Distances cumulées															
Pentes (m/m)		0.010	0.015	0.016	0.010	0.012		0.013	0.016	0.012	0.013	0.016	0.017	0.012	0.016
Alignements et courbes		DROITE L = 30.24 m	DROITE L = 27.73 m	DROITE L = 20.39 m	DROITE L = 20.67 m	DROITE L = 31.40 m	DROITE L = 36.25 m	DROITE L = 23.10 m	DROITE L = 32.27 m	DROITE L = 40.46 m	DROITE L = 23.53 m	DROITE L = 32.95 m	DROITE L = 30.36 m	DROITE L = 43.78 m	DROITE L = 24.40 m
Dimensions et Matériaux							PT: 200								

2iE	CETRI	SITE:FOUNZAN	Dessiné par: DOAMBA Donald Evariste Wendyilda
		Tracé du réseau	Profils en longs / Echelle: Voir plan / FORMAT: A3

Profil entre N20et BFN14

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

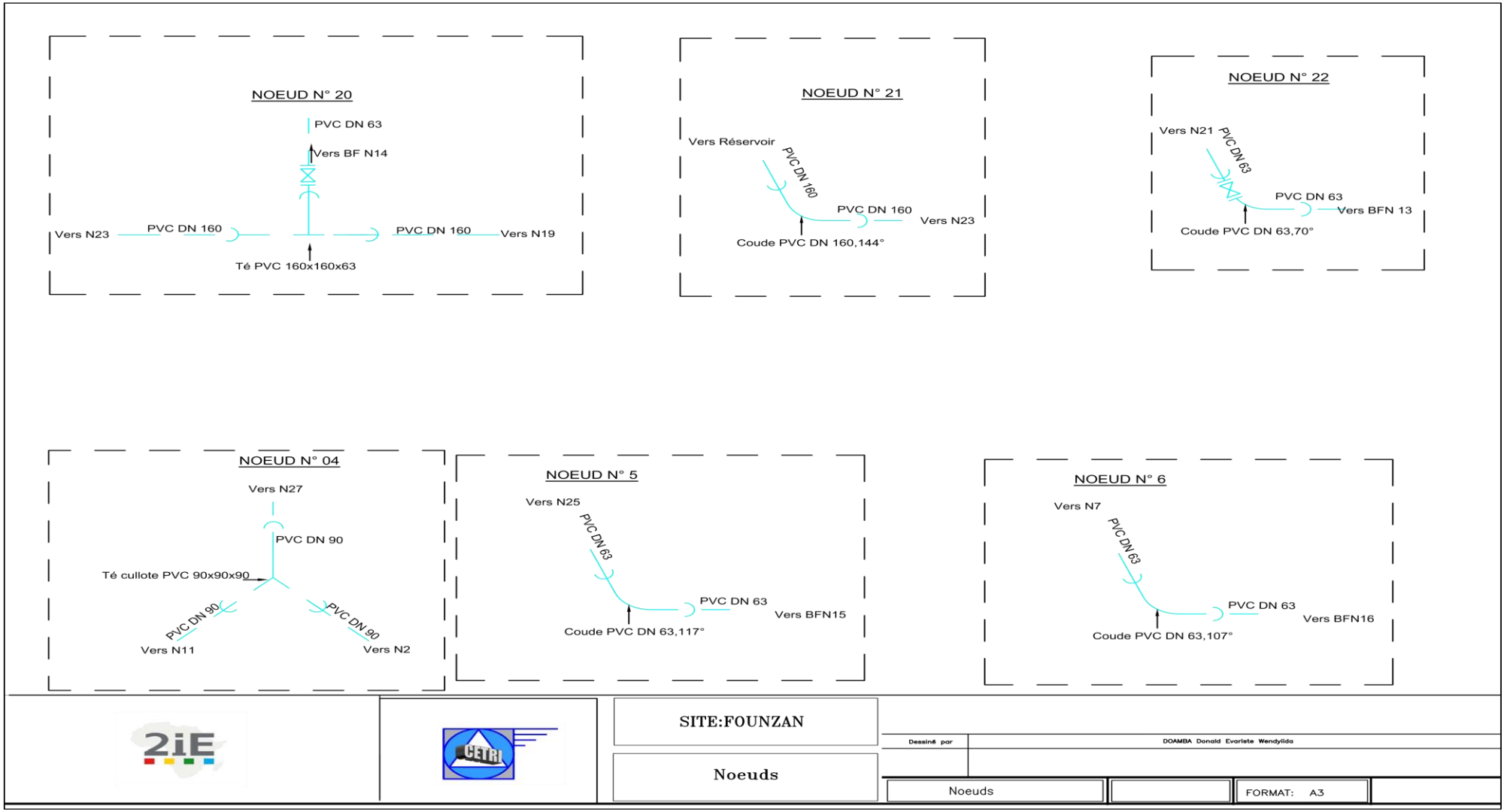


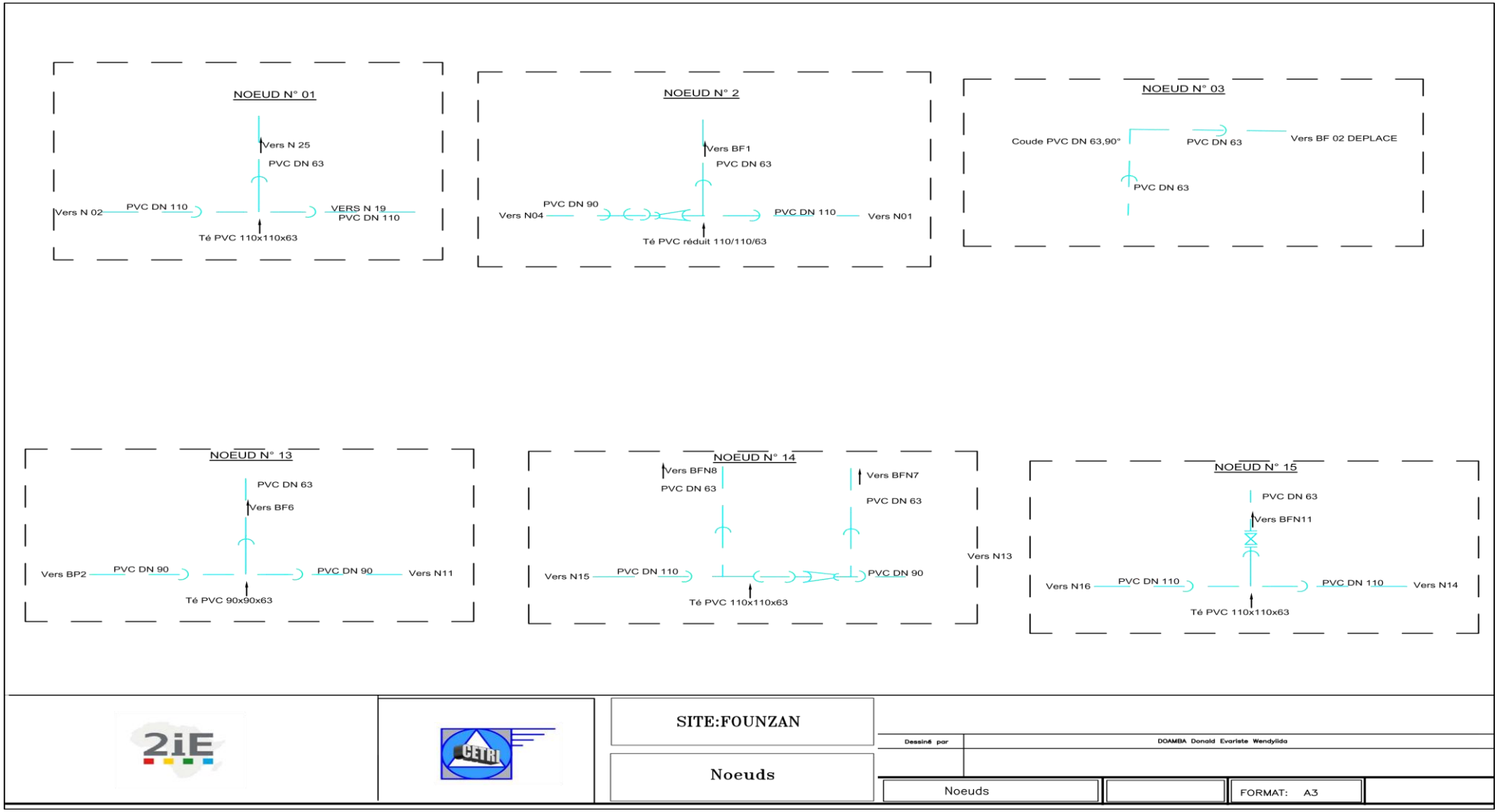
PC : 280.00 m

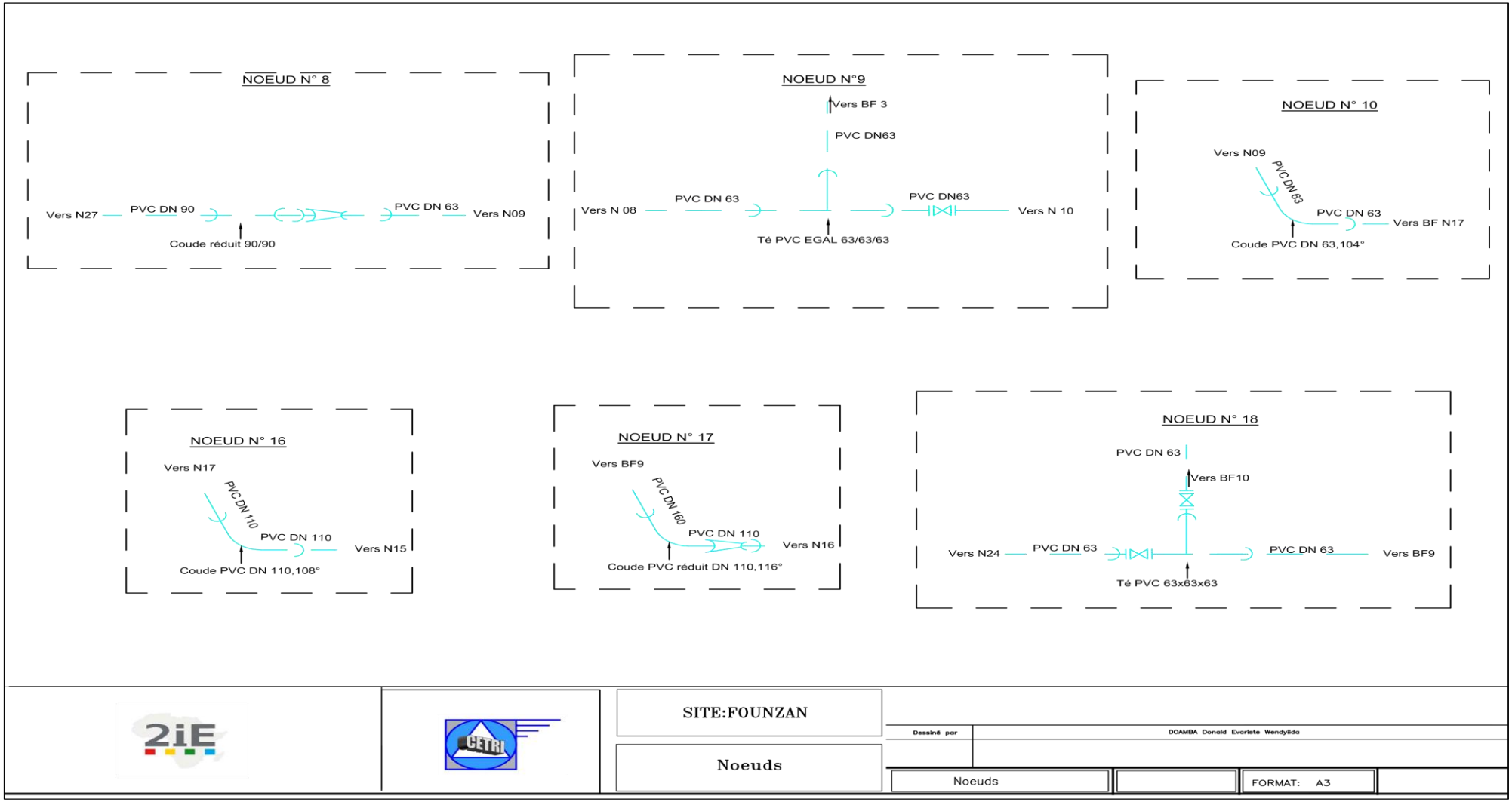
Cotes Terrain Naturel	289.99	289.99	289.27	289.23	289.46	289.72	290.08	290.27	290.64
Numéros des noeuds	F.4	277	278	279	280	281	282	283	284
Cotes de pose	289.99	289.99	289.27	289.23	289.46	289.72	290.08	290.27	290.64
Profondeurs de pose	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances partielles		13.60	23.75	16.85	26.92	30.63	36.72	36.00	38.64
Distances cumulées	0.00	13.60	37.35	54.20	81.12	111.75	148.47	184.47	223.11
Pentes (m/m)		0.000	0.012	-0.002	0.009	0.008	0.010	0.005	0.015
Alignements et courbes		DROITE L = 13.60 m	DROITE L = 23.75 m	DROITE L = 16.85 m	DROITE L = 26.92 m	DROITE L = 30.63 m	DROITE L = 36.72 m	DROITE L = 36.00 m	DROITE L = 38.64 m
Dimensions et Matériaux		FT- 200							

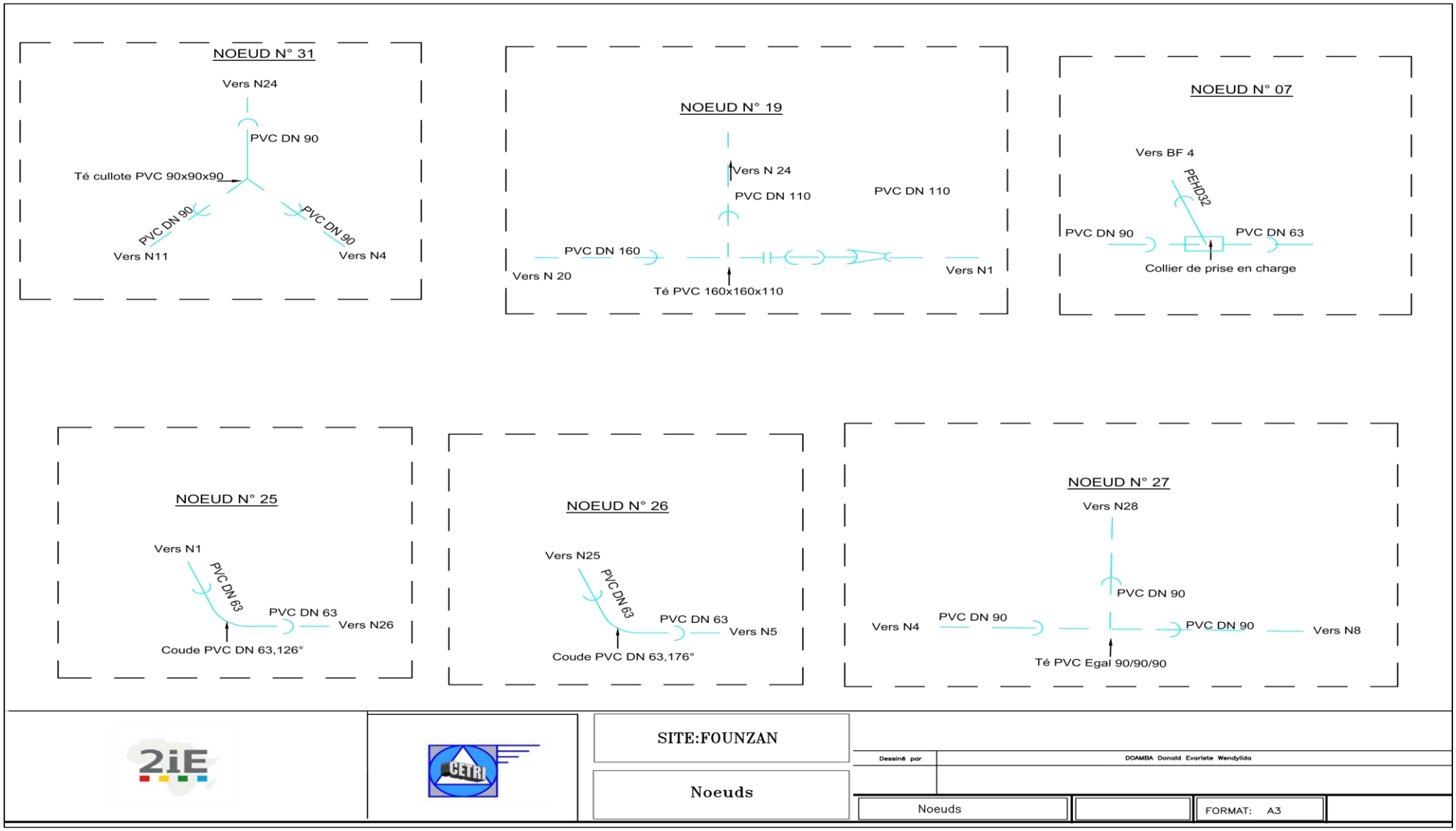
2iE / CETRI	SITE:FOUNZAN	Dessiné par: DOAMBA Donald Evariste Wendyiida
	Tracé du réseau	Profils en longs / Echelle: Voir plan / FORMAT: A3

Annexe 2:Carnet des nœuds

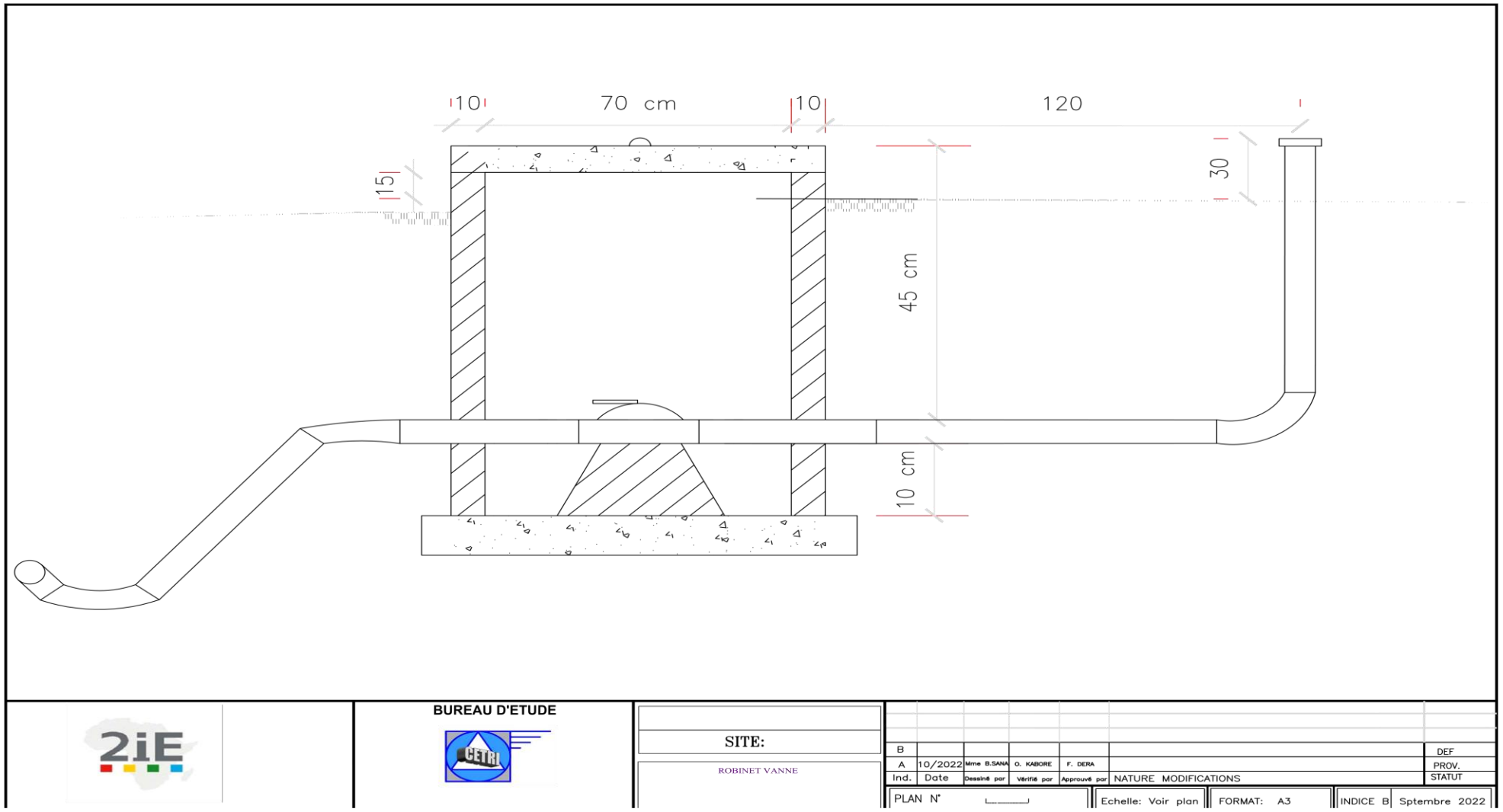



NOEUD N° 01
Vers N 25
PVC DN 63
Vers N 02
PVC DN 110
VERS N 19
PVC DN 110
Té PVC 110x110x63
NOEUD N° 2
Vers BF1
PVC DN 63
PVC DN 90
Vers N04
PVC DN 110
Vers N01
Té PVC réduit 110/110/63
NOEUD N° 03
Coude PVC DN 63,90°
PVC DN 63
Vers BF 02 DEPLACE
PVC DN 63
NOEUD N° 13
PVC DN 63
Vers BF6
Vers BP2
PVC DN 90
PVC DN 90
Vers N11
Té PVC 90x90x63
NOEUD N° 14
Vers BFN8
PVC DN 63
Vers BFN7
PVC DN 63
Vers N15
PVC DN 110
PVC DN 90
Té PVC 110x110x63
Vers N13
NOEUD N° 15
PVC DN 63
Vers BFN11
Vers N16
PVC DN 110
PVC DN 110
Vers N14
Té PVC 110x110x63
SITE:FOUNZAN
Noeuds
Dessiné par
DOAMBA Donald Evariste Wendylida
Noeuds
FORMAT: A3

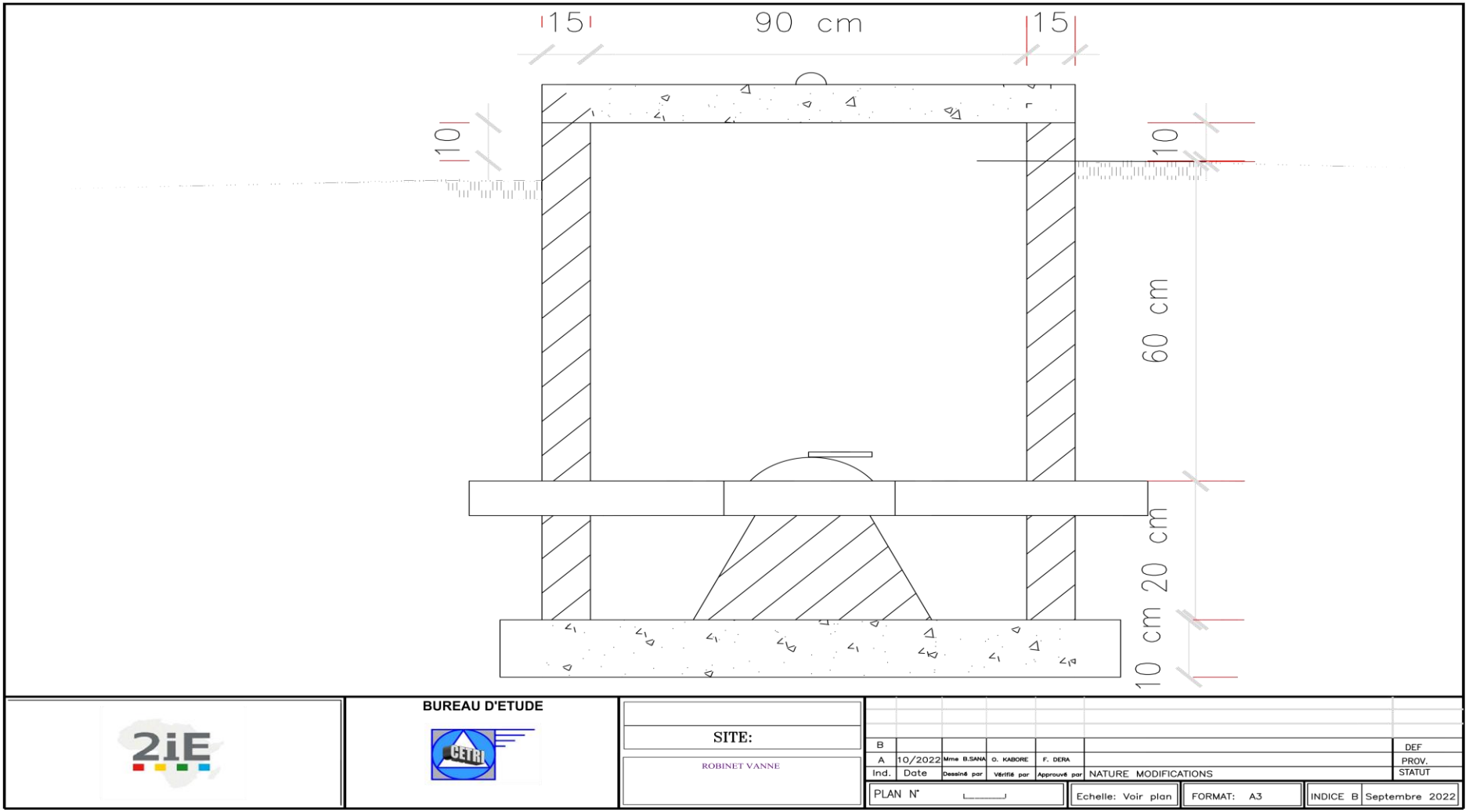

NOEUD N° 8
Vers N27
PVC DN 90
Coude réduit 90/90
PVC DN 63
Vers N09
NOEUD N°9
Vers BF 3
PVC DN63
Vers N 08
PVC DN 63
Té PVC EGAL 63/63/63
PVC DN63
Vers N 10
NOEUD N° 10
Vers N09
PVC DN 63
PVC DN 63
Coude PVC DN 63,104°
Vers BF N17
NOEUD N° 16
Vers N17
PVC DN 110
PVC DN 110
Coude PVC DN 110,108°
Vers N15
NOEUD N° 17
Vers BF9
PVC DN 160
PVC DN 110
Coude PVC réduit DN 110,116°
Vers N16
NOEUD N° 18
PVC DN 63
Vers BF10
Vers N24
PVC DN 63
Té PVC 63x63x63
PVC DN 63
Vers BF9
SITE:FOUNZAN
Noeuds
Dessiné par
DOAMBA Donald Evariste Wendyilda
Noeuds
FORMAT: A3


NOEUD N° 31
Vers N24
PVC DN 90
Té cullote PVC 90x90x90
PVC DN 90
PVC DN 90
Vers N11
Vers N4
NOEUD N° 19
Vers N 24
PVC DN 110
PVC DN 110
PVC DN 160
Vers N 20
Té PVC 160x160x110
Vers N1
NOEUD N° 07
Vers BF 4
PEHD32
PVC DN 90
PVC DN 63
Collier de prise en charge
NOEUD N° 25
Vers N1
PVC DN 63
PVC DN 63
Vers N26
Coude PVC DN 63,126°
NOEUD N° 26
Vers N25
PVC DN 63
PVC DN 63
Vers N5
Coude PVC DN 63,176°
NOEUD N° 27
Vers N28
PVC DN 90
Vers N4
PVC DN 90
PVC DN 90
Vers N8
Té PVC Egal 90/90/90
SITE:FOUNZAN
Noeuds
Dessiné par
DOAMBA Donald Evariste Wendyiida
Noeuds
FORMAT: A3

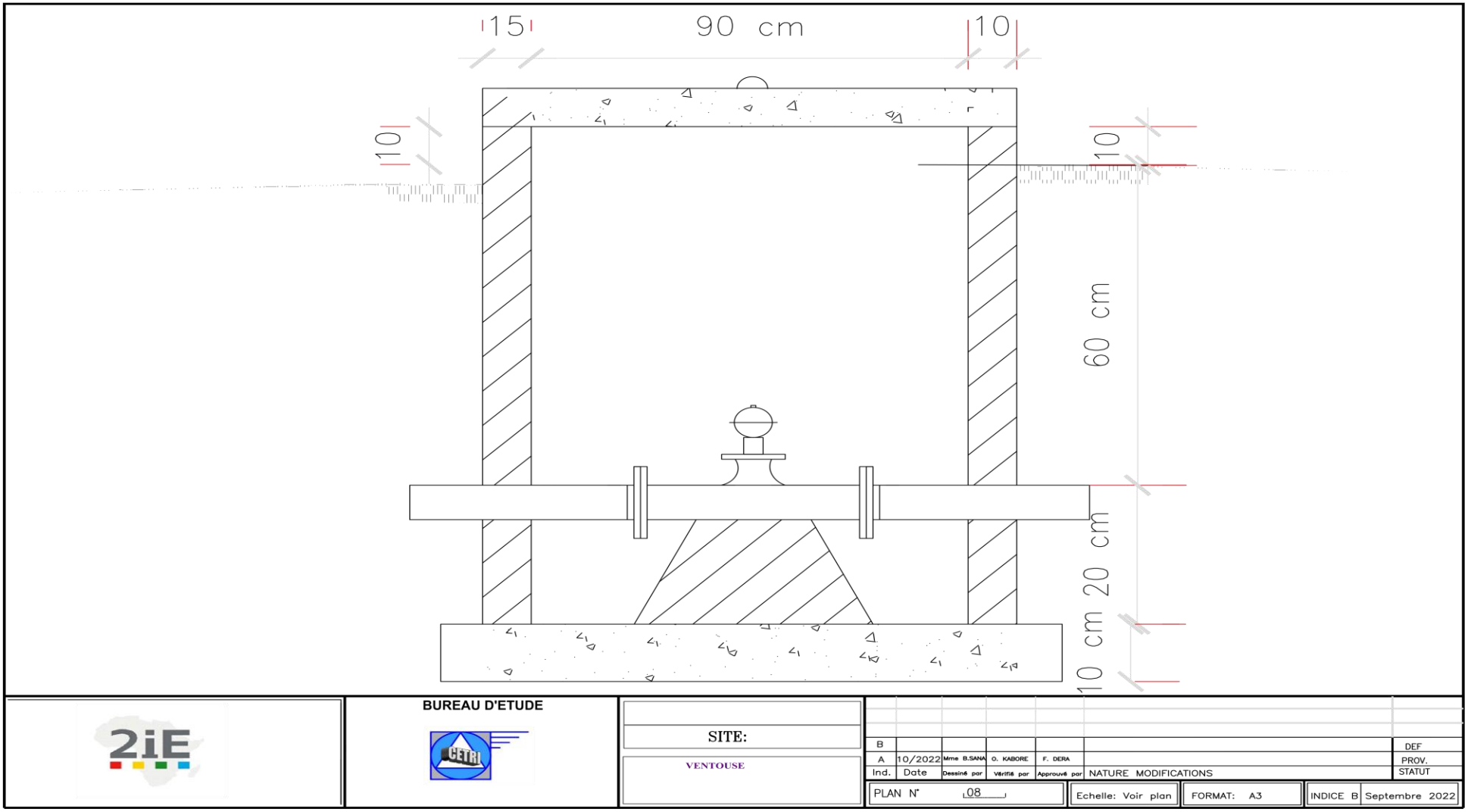
Annexe 3:Plan d'exécution regard vidange



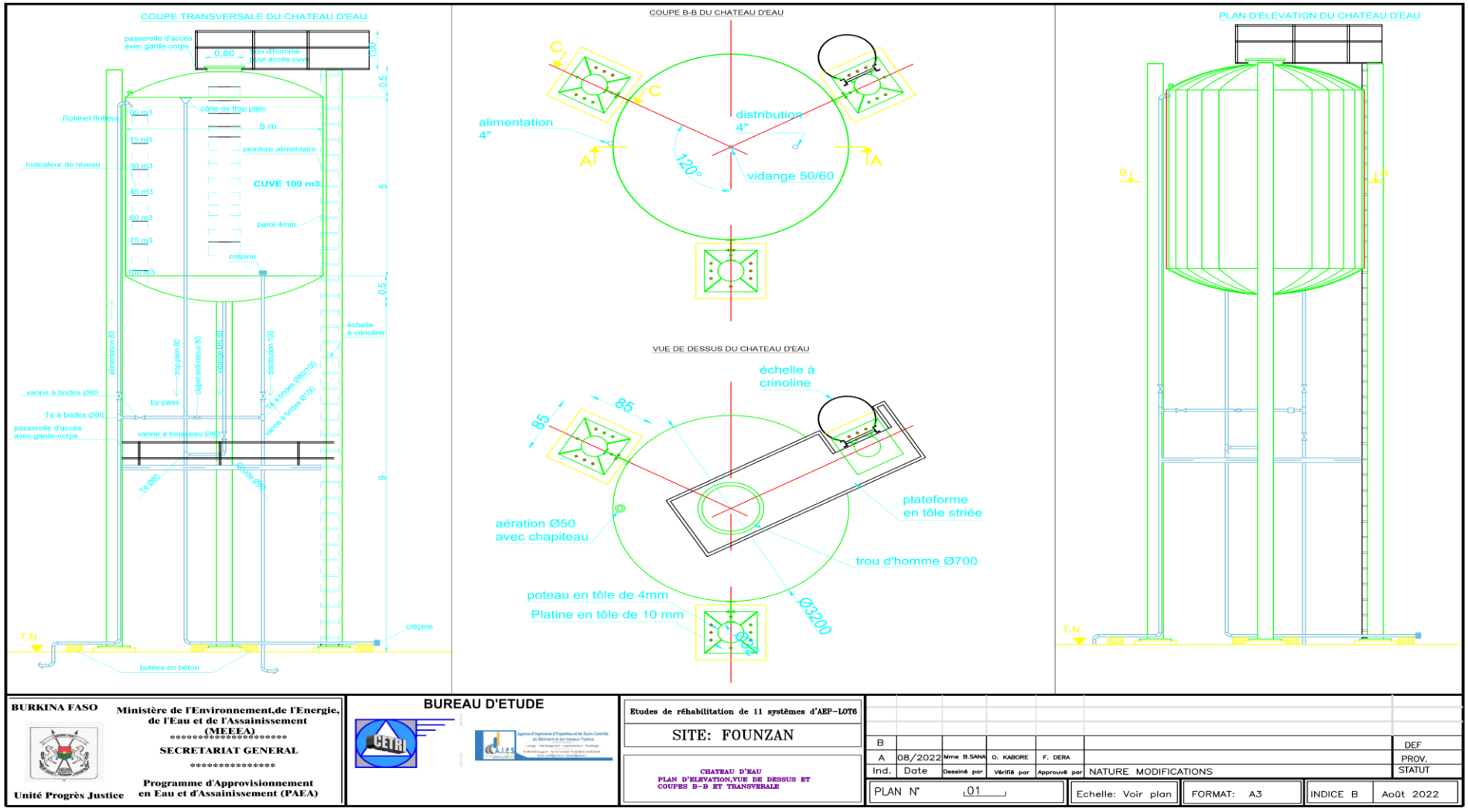
Annexe 4: Plan d'exécution regard vanne

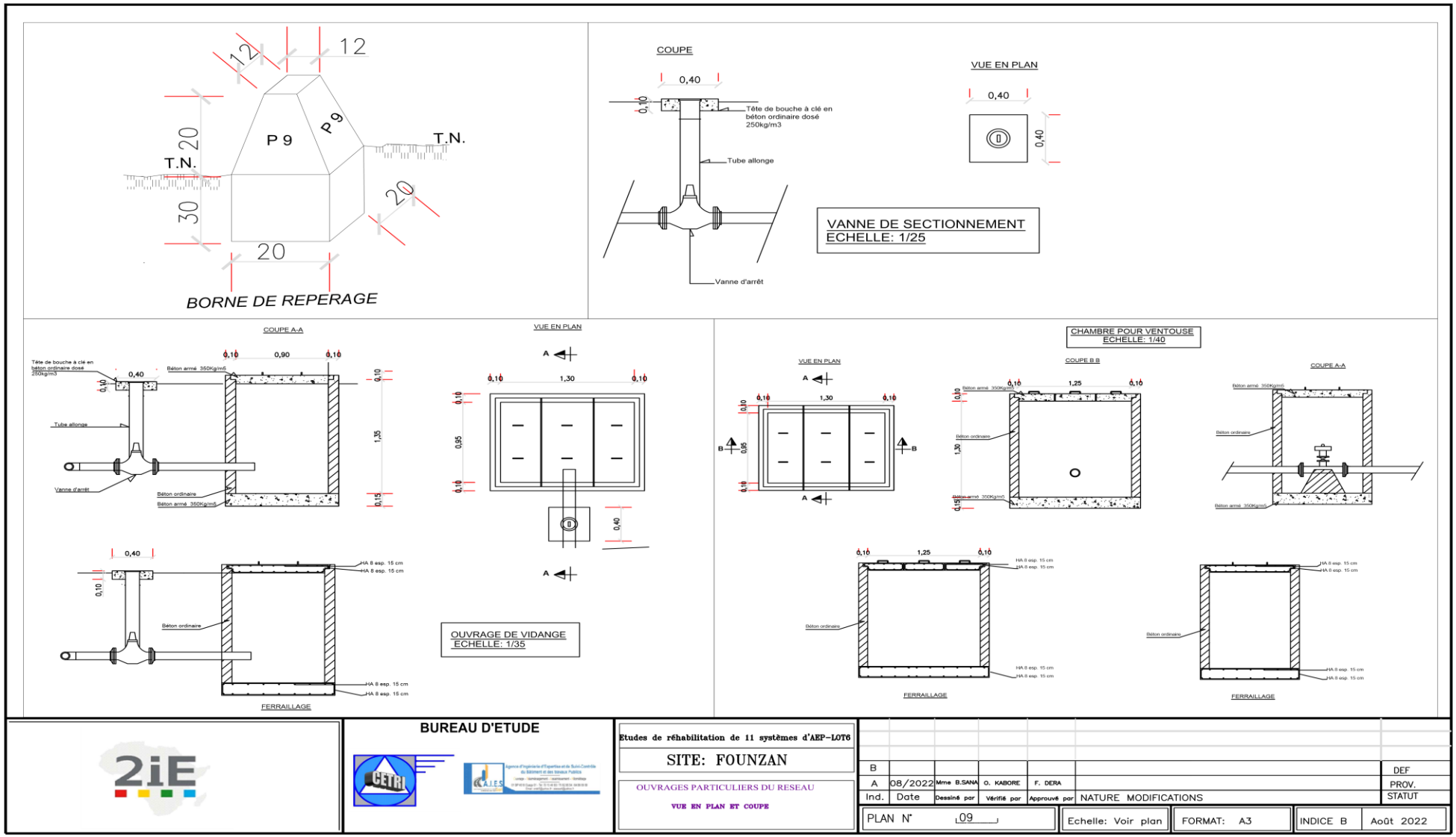


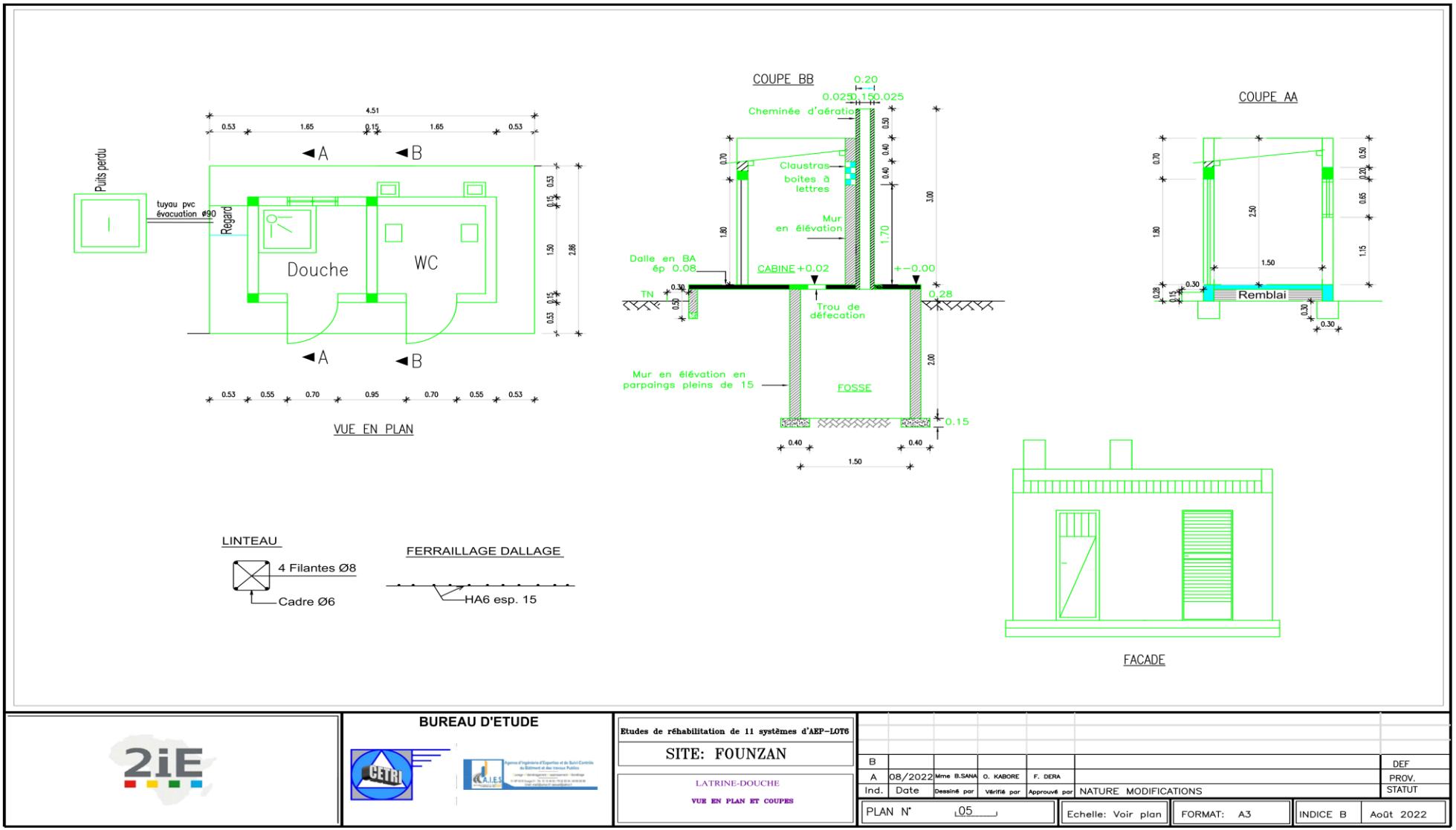
Annexe 5:Plan d'exécution regard ventouse

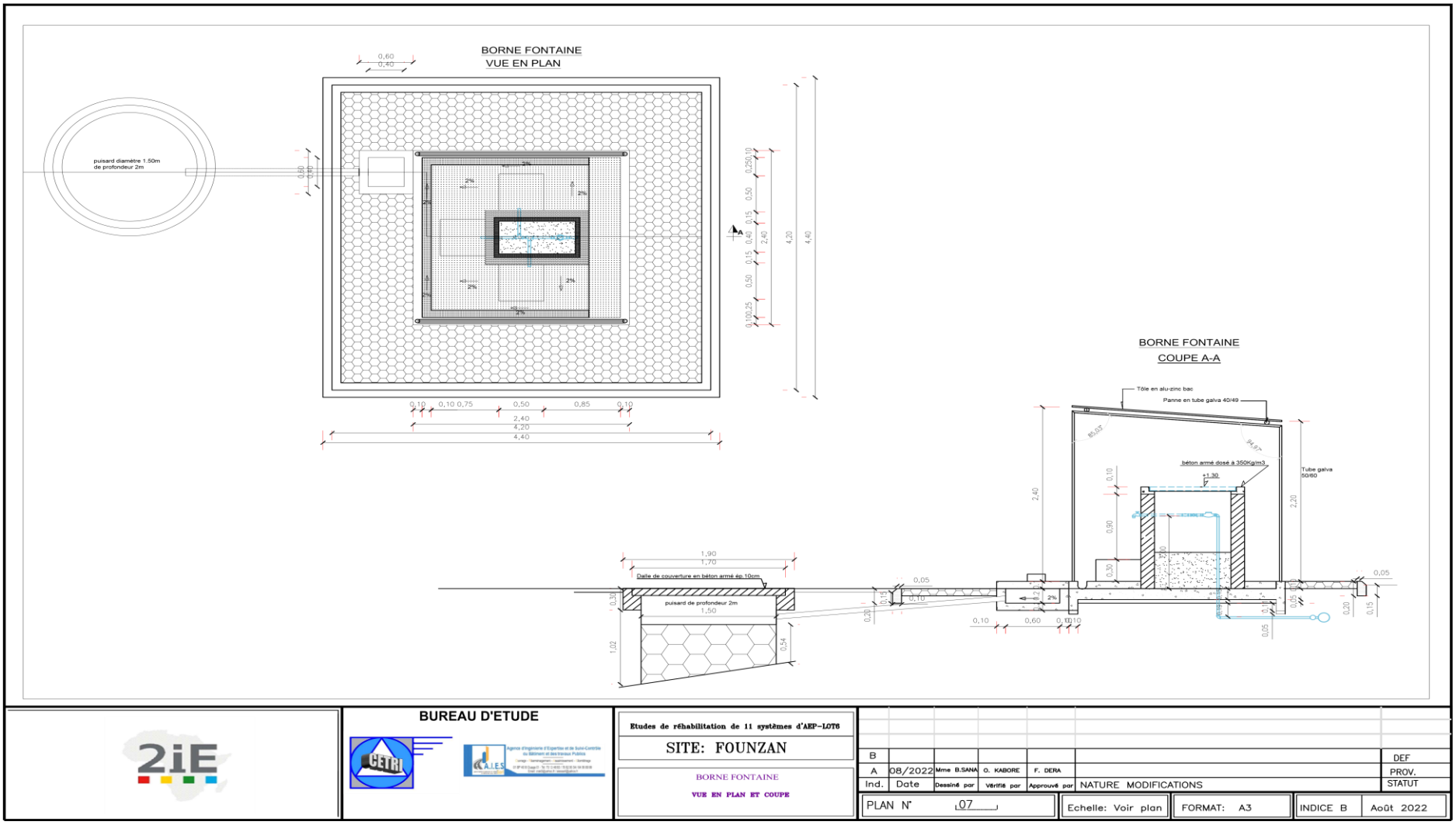


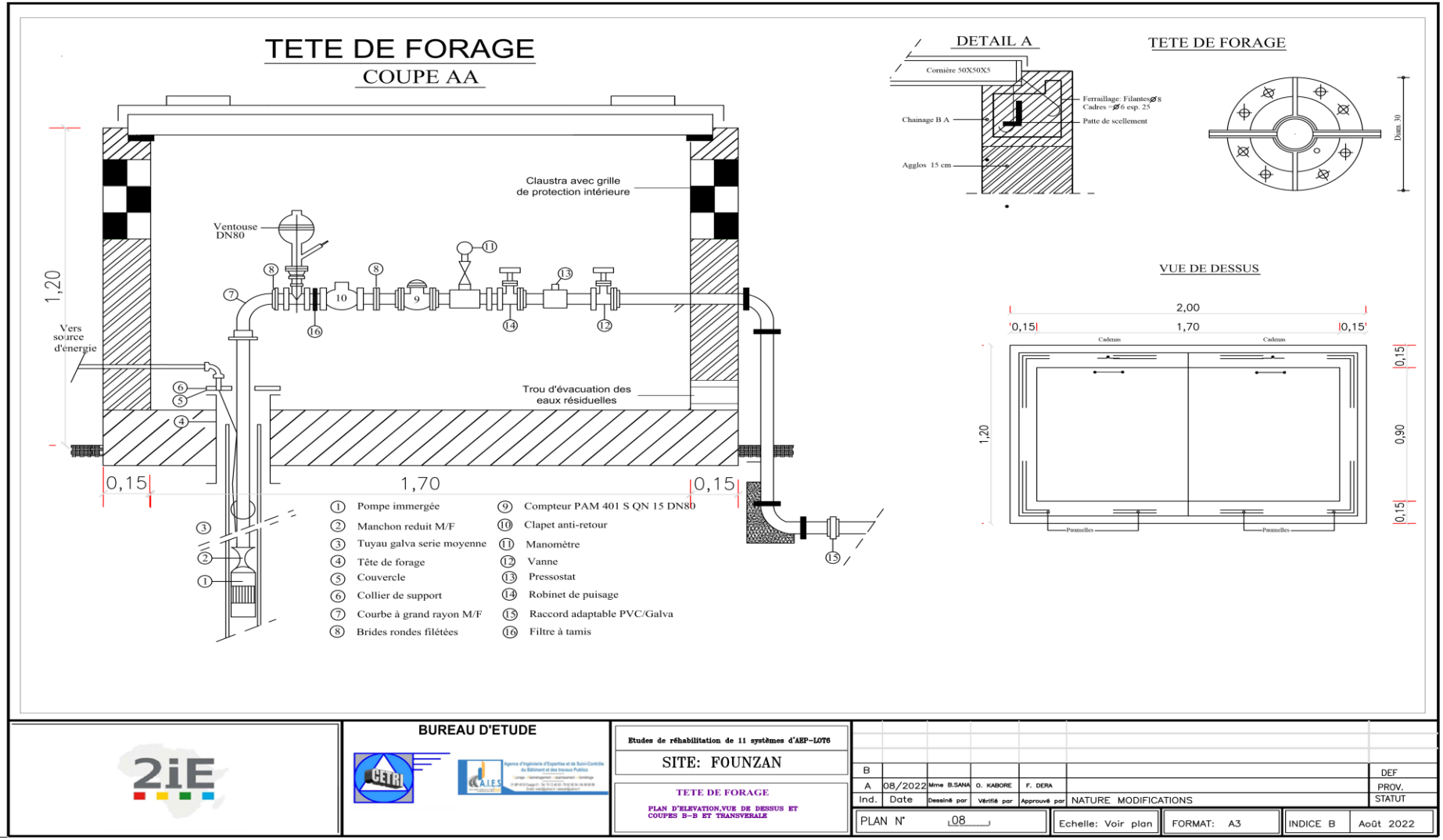
Annexe 6:Pièces graphiques




12
12
20
P 9
P 9
T.N.
T.N.
30
20
20
BORNE DE REPERAGE
COUPE
0,40
0,10
Tête de bouche à clé en béton ordinaire dosé 250kg/m3
Tube allonge
Vanne d'arrêt
VUE EN PLAN
0,40
0,40
VANNE DE SECTIONNEMENT
ECHELLE: 1/25
COUPE A-A
VUE EN PLAN
0,10
0,90
0,10
1,30
1,35
0,95
0,15
0,40
Béton ordinaire
Béton armé 350Kg/m3
HA 8 esp. 15 cm
OUVRAGE DE VIDANGE
ECHELLE: 1/35
FERRAILLAGE
CHAMBRE POUR VENTOUSE
ECHELLE: 1/40
VUE EN PLAN
COUPE B B
COUPE A-A
1,25
1,30
1,25
BUREAU D'ETUDE
Etudes de réhabilitation de 11 systèmes d'AEP-LOT6
SITE: FOUNZAN
OUVRAGES PARTICULIERS DU RESEAU
VUE EN PLAN ET COUPE
B
A 08/2022 Mme B.SANA O. KABORE F. DERA DEF
Ind. Date Dessiné par Vérifié par Approuvé par NATURE MODIFICATIONS PROV.
STATUT
PLAN N° 09
Echelle: Voir plan
FORMAT: A3
INDICE B
Août 2022


Puits perdu
tuyau pvc évacuation ø90
Regard
Douche
WC
A
B
VUE EN PLAN
COUPE BB
Cheminée d'aération
Claustras boites à lettres
Mur en élévation
Dalle en BA ép 0.08
CABINE +0.02
+-0.00
TN
Trou de défécation
Mur en élévation en parpaings pleins de 15
FOSSE
COUPE AA
Remblai
LINTEAU
4 Filantes Ø8
Cadre Ø6
FERRAILLAGE DALLAGE
HA6 esp. 15
FACADE
BUREAU D'ETUDE
Etudes de réhabilitation de 11 systèmes d'AEP-LOT6
SITE: FOUNZAN
LATRINE-DOUCHE
VUE EN PLAN ET COUPES
PLAN N° 05
Echelle: Voir plan
FORMAT: A3
INDICE B
Août 2022


BORNE FONTAINE
VUE EN PLAN
puisard diamètre 1.50m
de profondeur 2m
BORNE FONTAINE
COUPE A-A
Tôle en alu-zinc bac
Panne en tube galva 40/49
béton armé dosé à 350Kg/m3
Tube galva
50/60
Dalle de couverture en béton armé ép.10cm
puisard de profondeur 2m
BUREAU D'ETUDE
Etudes de réhabilitation de 11 systèmes d'AEP–LOT6
SITE: FOUNZAN
BORNE FONTAINE
VUE EN PLAN ET COUPE
B
A 08/2022 Mme B.SANA O. KABORE F. DERA
Ind. Date Dessiné par Vérifié par Approuvé par NATURE MODIFICATIONS
DEF
PROV.
STATUT
PLAN N° 07
Echelle: Voir plan
FORMAT: A3
INDICE B
Août 2022


TETE DE FORAGE
COUPE AA
Claustra avec grille de protection intérieure
Ventouse DN80
Vers source d'énergie
Trou d'évacuation des eaux résiduelles
1,20
0,15
1,70
0,15
① Pompe immergée
② Manchon reduit M/F
③ Tuyau galva serie moyenne
④ Tête de forage
⑤ Couvercle
⑥ Collier de support
⑦ Courbe à grand rayon M/F
⑧ Brides rondes filétées
⑨ Compteur PAM 401 S QN 15 DN80
⑩ Clapet anti-retour
⑪ Manomètre
⑫ Vanne
⑬ Pressostat
⑭ Robinet de puisage
⑮ Raccord adaptable PVC/Galva
⑯ Filtre à tamis
DETAIL A
Cornière 50X50X5
Chainage B A
Agglos 15 cm
Ferraillage: Filantes Ø8
Cadres =Ø6 esp. 25
Patte de scellement
TETE DE FORAGE
Diam. 30
VUE DE DESSUS
2,00
0,15
1,70
0,15
Cadenas
Cadenas
1,20
0,15
0,90
0,15
Paumelles
Paumelles
BUREAU D'ETUDE
Etudes de réhabilitation de 11 systèmes d'AEP–LOT6
SITE: FOUNZAN
TETE DE FORAGE
PLAN D'ELEVATION,VUE DE DESSUS ET COUPES B–B ET TRANSVERSALE
B
A 08/2022 Mme B.SANA O. KABORE F. DERA DEF
Ind. Date Dessiné par Vérifié par Approuvé par NATURE MODIFICATIONS PROV.
STATUT
PLAN N° 08
Echelle: Voir plan
FORMAT: A3
INDICE B
Août 2022

Annexe 7:Devis quantitatif des travaux

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
I	**FORFAIT GENERAUX**				
1.1	Installation et repli de chantier	ff	1	750 000	750 000
1.2	Etude et plans d'exécution	ff	1	750 000	750 000
1.3	Réalisation du plan de récolement (en fichier et 5 exemplaires format papier)	ff	1	250 000	250 000
	Sous Total 1				**1 750 000**
REHABILITATION DE L'EXISTANT					
II	**EXHAURE / REFOULEMENT**				
2.1	Développement du forage existant	ff	1	300 000	300 000
2.2	Pompage par palier	ff	1	450 000	450 000
2.3	Pompage longue durée	ff	1	1 000 000	1 000 000
2.4	Analyses de l'eau et toutes suggestions	ff	1	150 000	150 000
2.5	Génie civil de la tête de forage suivant plan (enduit extérieur, aération, refixation et peinture du couvercle)	ff	-	150 000	-
2.6	Construction d'une clôture grillagée (5mx5m) équipée d'un portail muni d'un cadenas pour la protection de la tête de forage	ens.	1	200 000	200 000
2.7	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en matériaux flexible de type foraduc	ml	55	10 500	577 500
2.8	**Fourniture et pose de manifold complet DN100 PN16 comprenant:**				
	une Tête de forage en acier galvanisé D80	ens.	1	350 000	350 000
	un manomètre				

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	un filtre à tamis				
	un compteur				
	un clapet anti-retour				
	une vannette de vidange 1/4				
	pressostat				
2.9	**Réhabilitation des bornes fontaines type 1**				
	Dallage de la plateforme intégrant le décanteur et le compteur avec une bêche de 40cm	ens.	4	450 000	1 800 000
	Hangars de couverture				
	remplacement des têtes de robinets				
	remplacement du compteur et vannes				
	Dalle de décanteur/puits perdus				
	curage du décanteur et du puit perdu				
2.10	**Réhabilitation des bornes fontaines type 2**				
	remplacement des têtes de robinets	ens.	5	250 000	1 250 000
	remplacement des têtes de robinets				
	Remplacement du compteur et vannes				
	Curage du décanteur et du puit perdu				
2.11	**Réhabilitation du local technique**				
	Peinture intérieure et ouverture	ens.	1	250 000	250 000
	câblage du local				
2.12	**Réhabilitation du local bureau magasin**				
	Revêtement en enduits	ens.	0	1 000 000	-
	Reprise du dallage				
	revêtement en Tyrolienne et				

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	peinture				
	câblage du local				
	Etanchéité				
	Correction/remplacement des ouvertures				
2.13	**Réhabilitation mur de clôture**				
	Elargissement du mur				
	Revêtement en enduits				
	Aménagement interne				
	revêtement en crépissage et Tyrolienne	ens.	0	2 500 000	-
	Eclairage				
	Ouvertures en porte et portillon				
2.14	**Réhabilitation des branchements privés**				
	tête de robinet				
	Compteur	ens.	6	30 000	180 000
	Regard type ONEA				
2.15	Fouille et dépose des conduites existantes pour emplacement	ml	4 095	750	3 071 250
2.16	**Dépose du château d'eau existant**	ff	1.00	250 000	250 000
2.17	**Réhabilitation du château d'eau existant**				-
	Peinture intérieure et extérieure				
	Raidisseurs	ens.	0	40 000	-
	Plateforme				
2.18	Dépose du champ solaire existant	ens.	0	100 000	-
2.19	Dépose du groupe électrogène existant	ens.	0	75 000	-
	Sous Total 2				**9 828 750**
EXTENSION DU RESEAU					
III	**EXHAURE / REFOULEMENT**				

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
3.1	Réalisation d'un nouveau forage à gros débit y compris toute sujétion	ff	1	8 000 000	8 000 000
3.2	Développement du forage	ff	1	300 000	300 000
3.3	Pompage par palier	ff	1	450 000	450 000
3.4	Pompage longue durée	ff	1	1 000 000	1 000 000
3.5	Analyses de l'eau et toutes suggestions	ff	1	150 000	150 000
3.6	Génie civil de la tête de forage suivant plan	ff	1	250 000	250 000
3.7	Construction d'une clôture grillagée (5mx5m) équipée d'un portail muni d'un cadenas pour la protection de la tête de forage	ens.	1	300 000	300 000
3.8	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en matériaux flexible de type foraduc	ml	55	10 500	577 500
3.9	**Fourniture et pose de manifold complet DN100 PN16 comprenant:**				
	une Tête de forage en acier galvanisé D80	ens.	1	1 750 000	1 750 000
	un manomètre				
	une ventouse				
	un filtre à tamis				
	un compteur				
	un clapet anti-retour				
	une vannette de vidange 1/4				
	un robinet vanne d'isolement D80				
	pressostat				
	sous Total 3				**12 777 500**
IV	**SYSTÈME DE POMPAGE**				
4.1	Fourniture, installation et mise en service d'un groupe électrogène diésel triphasé, non insonorisé de 12kVA, 3PH+N 230/400V 50HZ	u	-	12 000 000	0

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
4.2	Fourniture, installation et mise en service d'un groupe électrogène diésel triphasé, non insonorisé de 10kVA, 3PH+N 230/400V 50HZ	u	-	10 000 000	0
4.3	**Connexion du système au réseau de la SONABEL**				
	Poteau électrique (distance minimale 800m) Câblage Raccordement	Ens	-	10 000 000	0
4.4	Fourniture et installation d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle,	u	0	30 000	0
4.5	Fourniture et installation d'un extincteur + support de fixation	u	2	165 000	330 000
4.6	Fourniture et installation d'un convertisseur CC/AC triphasé 380V	u	2	1 550 000	3 100 000
4.7	Fourniture et installation de panneaux photovoltaïques de 4KW au moins y compris kit de raccordement, cadre en alu des PV, câbles de liaison et supports métalliques, plateforme en béton et toutes sujétions	ens	0	5 000 000	0
4.8	Fourniture et installation de panneaux photovoltaïques de 5KW au moins y compris kit de raccordement, cadre en alu des PV, câbles de liaison et supports métalliques, plateforme en béton et toutes sujétions	ens	1	6 000 000	6 000 000
4.9	Fourniture et installation de panneaux photovoltaïques de 6KW au moins y compris kit de raccordement, cadre en alu des PV, câbles de liaison et supports métalliques,	ens	1	7 000 000	7 000 000

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	plateforme en béton et toutes sujétions				
4.10	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 2 x 10 mm² enterré entre la boîte de dérivation des PV et le convertisseur, signalé par grillage avertisseur	m	200	6 500	1 300 000
4.11	Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées d'au moins 7,5 m³/h HMT 80 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétion	u	1	1 500 000	1 500 000
4.12	Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées d'au moins 10 m³/h HMT 80 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétion	u	1	1 800 000	1 800 000
4.13	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 5 x 6 mm² entre l'inverseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe	m	60	4 000	240 000
4.14	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 5x6mm² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toute sujétion	m	90	4 000	360 000

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
4.15	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 4x2,5 mm² entre le coffret de protection et le puit de forage	m	100	1 750	175 000
4.16	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 toute sujétion	m	60	2 300	138 000
4.17	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm² pour l'asservissement surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	40	1 400	56 000
4.18	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	360	1 800	648 000
4.19	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 y compris toute sujétion	u	2	245 000	490 000
4.20	Fourniture et pose d'un avertisseur sonore, y compris toute sujétion (blocage,	u	2	45 000	90 000

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	marche à sec, plein château)				
4.21	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u	6	22 500	135 000
4.22	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujétion	u	2	225 000	450 000
4.23	Eclairage du champ solaire (Lampadaire solaire crépusculaire)	ens.	2	650 000	1 300 000
4.24	Eclairage et Installation électrique du bâtiment d'exploitation et local gardien	ens.	0	180 000	0
4.25	Eclairage et installation électrique du local groupe	ens.	0	80 000	0
4.26	Eclairage et installation électrique de la Latrine-Douche VIP	ens.	0	60 000	0
	Sous Total 4				**25 112 000**
V.	**CANALISATION**				
5.1	**Refoulement -Tuyauteries et accessoires**				
5.1.1	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 63 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (...)	ml	-	5 000	-
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 90 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (...)	ml	6 103	6 000	36 618 300
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 110 PN 16, y compris toutes sujétions (lit	ml	-	9 000	-

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	de sable, grillage avertisseur et pose de pièces spéciales (…)				
5.1.2	Essais de pression	ml	6 103	120	732 366
5.1.3	Rinçage et désinfection	ml	6 103	80	488 244
5.2	**Distribution-Tuyauteries et accessoires**				
5.2.1	Fourniture et pose de tuyau PVC DE 63 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…)	ml	581	3 000	1 742 250
5.2.3	Fourniture et pose de tuyau PVC DE 90 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…)	ml	2 276	4 000	9 103 600
5.2.4	Fourniture et pose de tuyau PVC DE110 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…)	ml	1 768	5 500	9 722 350
5.2.5	Fourniture et pose de tuyau PVC DE160 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur…)	ml	1 586	8 000	12 689 600
5.3	**Fourniture et pose de pièces spéciales (coudes, té, pièces de raccordement…) pour canalisation**	Ens	1	1 662 890	1 662 890
5.3.1	Fonçage, Fourniture et pose de fourreaux PVC pour traverser de bas-fonds, dalots et routes, y compris dispositif en béton pour de scellement des fourreaux et toutes sujétions	ff	1	500 000	500 000
5.3.2	Mise en place de butées en béton pour (coudes, té, vannes, ect.)	ff	1	150 000	150 000
5.3.3	Essais de pression	ml	6 211	120	745 266
5.3.4	Rinçage et Désinfection	ml	6 211	80	496 844
	Sous Total 5				**74 651 710**

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
VI	**FOURNITURES ET POSE DE PIECES**				
6.1	***Fourniture d'équipements de robinetterie***				
6.1.1	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 63	u	5	55 500	277 500
6.1.2	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 75	u	-	58 000	-
6.1.3	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 90	u	3	60 500	181 500
6.1.4	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 110	u	-	70 500	-
6.1.5	Robinet-vanne à brides sur PVC DE 160	u	1	100 000	100 000
6.1.6	Fourniture et pose de Bouche à clé complète pour commande des vannes	u	9	15 000	135 000
6.1.7	Fourniture de clé à béquille pour vannes enterrées	u	5	15 000	75 000
6.1.8	Fourniture et pose de compteur DN100 PN10 dans regard de pièces spéciales au pied du château	u	1	175 000	175 000
6.1.9	Fourniture et pose de robinet vanne DN100 PN 10 dans regard de pièces spéciales au pied du château	u	3	95 000	285 000
6.1.10	Fourniture et pose de Dispositif anti-retour DN100 dans regard de pièces spéciales au pied du château	u	1	75 000	75 000
6.1.11	Dispositif pour robinet vanne (tube rallonge - tabernacle, couvercle)	ff	1	200 000	200 000
	Sous Total 6				**1 504 000**
VII	**CONSTRUCTION DE REGARDS ET POSE DE PIECES**				
7.1	***Dispositifs Pour Vidange***				

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
7.1.1	Construction de regard pour vidange avec équipement sur conduite DN 63 y compris toute sujétion	u	-	200 000	-
7.1.2	Construction de regard pour vidange avec équipement sur conduite DN 75 y compris toute sujétion	u		225 000	-
7.1.3	Construction de regard pour vidange avec équipement sur conduite DN 90 y compris toute sujétion	u	1	250 000	250 000
7.1.4	Construction de regard pour vidange avec équipement sur conduite DN 110 y compris toute sujétion	u	-	300 000	-
7.1.5	Construction de regard pour vidange avec équipement sur conduite DN 160 y compris toute sujétion	u	-	400 000	-
7.2	***Dispositifs de Ventouses***				
7.2.1	Réalisation de regard pour ventouse avec équipement sur conduite DE 160 y compris toute sujétion	u	1	450 000	450 000
7.2.2	Réalisation de regard pour ventouse avec équipement sur conduite DE 110 y compris toute sujétion	u	1	400 000	400 000
7.2.3	Réalisation de regard pour ventouse avec équipement sur conduite DE 90 y compris toute sujétion	u	-	400 000	-
7.2.4	Réalisation de regard pour ventouse avec équipement sur conduite DE 75 y compris toute sujétion	u	-	350 000	-
7.2.5	Réalisation de regard pour ventouse avec équipement sur conduite DE 63 y compris toute sujétion	u	-	350 000	-

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
7.3	Fourniture et pose de bornes de repérage pour canalisation	u	120	3 000	360 000
	Sous Total 7				
VIII	**CHÂTEAU D'EAU 100 m³**				**1 460 000**
8.1	Études géotechniques	ff	1	500 000	500 000
8.2	Château d'eau métallique de 100 m^3 de capacité de hauteur sous radier de 12 m y compris : -l'ensemble des canalisations - alimentation -distribution - vidange trop plein -l'ensemble des pièces de raccordement selon plan joint - té - coude - vanne - flotteur. -béton armé dosé à 350 kg/m3 pour fondation, essai d'étanchéité et toute sujétion	ens.	1	50 000 000	50 000 000
8.3	Construction d'une clôture grillagée (15x15m) équipée d'un portail muni d'un cadenas pour la protection du château d'eau	ens.	1	1 500 000	1 500 000
8.4	Construction du regard au pied du château (by pass) et pose d'équipement complet y compris toute sujétion	u	1	250 000	250 000
	Sous Total 8				**52 250 000**
IX .	**Borne fontaine**				
9.1	Réalisation de borne fontaine à 3 robinets y compris l'ensemble des canalisations et pièces de robinetterie : -le massif en béton -la réalisation du puits perdu -l'abri pour la borne fontaine et	ens.	-	850 000	-

No	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA hors TVA)	Montant Total (FCFA)
	toute sujétion (confer plan)				
9.2	Confection et pose de plate d'immatriculation pour bornes fontaines de format A3	u	9	5 000	45 000
9.3	Fourniture et pose de tuyau 32 de 60ml, y compris branchement particulier de type ONEA	u	0	60 000	-
	Sous Total 8				**45 000**
X .	**EQUIPEMENTS ANNEXES**				
10.1	Construction du local de services Bureau/Magasin à double compartiment, y compris les installations électriques intérieures (canalisations électriques, 2 luminaires, interrupteurs, prise et accessoires) et toute sujétion	ens.	1	5 000 000	5 000 000
10.2	Construction d'un local Technique conformément au descriptif pouvant contenir le GE, l'armoire électrique de commande, le convertisseur (onduleur).	ens.	1	4 000 000	4 000 000
10.3	Réalisation d'un local dosage selon le plan	ens.	0	1 800 000	-
10.4	Construction de Latrine-Douche pour le personnel et les visiteurs éventuels.	ens.	1	1 300 000	1 300 000
10.5	Construction d'un mur de clôture (25x25m) équipée d'un portail et d'un portillon muni d'un cadenas pour la protection des infrastructures et champ PV	ens.	1	4 100 000	4 100 000
	Sous Total 10				**14 400 000**
MONTANT TOTAL HT					**194 633 960**
TVA 18%					**35 034 113**
MONTANT TOTAL TTC					**249 888 073**

Annexe 8 : Répartition des ethnies de la population de Founzan

Source : Enquêtes ménages CETRI, juillet 2022

