



**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN
EAU POTABLE DANS LA COMMUNE DE TOUSSIANA, REGION DES
HAUTS-BASSINS, BURKINA FASO**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIERIE 2iE AVEC
GRADE DE MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT**
SPECIALITE : Génie Civil et Hydraulique

Présenté et soutenu publiquement le 22/01/2020 par

OUEDRAOGO Rachidat (N° 20130552)

Travaux dirigés par : **Angelbert Chabi BIAOU**

Docteur en Hydrologie/Hydrogéologie et Enseignant-Chercheur à 2iE

Et

Gilbert BASSOLE : Ingénieur Hydrogéologue, Chef de projet

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Babacar LEYE

Membres et correcteurs : Dr. Lawani MOUNIROU
M. Moussa OUEDRAOG
Dr. Angelbert Chabi BIAOU

Promotion [2019/2020]

DEDICACES

Je dédie ce travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Mes très chers parents pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis, pour tous les encouragements ainsi que pour leur soutien qui m'a permis de le mener à terme.

Je le dédie également à :

Mon époux et à mon enfant pour leur encouragement, patience, compréhension et leur sacrifice.

Rachidat

REMERCIEMENTS

Ce travail que nous avons mené ne serait possible sans l'accompagnement des personnes auxquelles il m'est profondément agréable d'adresser ici mes remerciements.

Mes remerciements vont à tout le corps enseignant de l'institut 2iE pour la formation qui m'a été donnée.

Ce travail a été mené sous la direction de Docteur Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant Chercheur à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), qu'il trouve ici l'expression de mes sincères remerciements pour avoir accepté de m'encadrer malgré ses multiples charges, afin de mener à bien ce mémoire de fin de cycle de master. Pour ses conseils utiles, ses critiques fructueuses, je tiens à lui exprimer ici ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes remerciements aux membres du jury pour avoir accepté d'examiner et de critiquer ce travail malgré leurs nombreuses charges. Je les remercie pour l'intérêt qu'ils accordent à ce document.

Je remercie le Directeur Général de l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement pour m'avoir donné cette opportunité de vivre cette expérience enrichissante à la fois scientifiquement et humainement.

Je remercie monsieur **Gilbert BASSOLE**, Chef de projet AEPA-4R. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance pour sa disponibilité, ses conseils utiles et son accompagnement.

Je remercie particulièrement

- ❖ Mr ILBOUDO Payibém, chef du service études et travaux de la DPI. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance pour ses directives et ses conseils
- ❖ Mr Hans SCHOOLKATE, Chef de projet AEPA-4R pour le compte du groupement d'ingénieurs conseils GOPA Infra-COWI-BERA-CETRI.
- ❖ Mr KOMI Jean Ive, Sociologue Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.
- ❖ Madame SAWADOGO Mariam du service planification et mobilisation des financements.
- ❖ Mr OUEDRAOGO Moussa, personne ressource.

Un remerciement spécial à tous ceux dont je n'ai pu citer le nom pour leur soutien ; à toute la famille, mes amis, mes parents pour leurs soutiens et leur compréhension.

À l'ensemble du personnel de l'ONEA, mes amis et collègues de 2iE

RESUME

Le présent mémoire traite de l'alimentation en eau potable des villages de Toussiana, Yorokofesso, et Nianaba dans la commune de Toussiana dans la région des Hauts-Bassins au Burkina Faso.

Pour une population de 20 337 habitants à desservir à l'horizon 2040, les aspects techniques abordés dans ce mémoire permettent de valoriser l'eau de deux forages à gros débits 30 (m³/h) et 33 (m³/h) réalisés dans le cadre du projet AEPA-4R.

Un centre de production d'eau comprenant un château d'eau de capacité 300 m³ en béton armé posé sur une colline de 502 m d'altitude dont la hauteur sous radier est 5 m situés à environ 5,347 km du forage 1 et à 3,515 km du forage 2 a été retenu. Les pompes retenues dans l'étude sont des pompes Grundfos de type SP 30-12 MS 6000 avec un débit de 30,2 [m³/h] et une HMT de 90,5 m au point de fonctionnement, la puissance du moteur est de 11 kW (pompe FR3) et SP 30-14 avec un débit de 32,5[m³/h] et une HMT de 95 m au point de fonctionnement, la puissance du moteur est de 13 kW (pompe FR1). Le traitement de l'eau se fera avec des pastilles de chlore introduites directement dans la cuve. La distribution se fera par gravité sur l'ensemble des villages dans un réseau de canalisations en PVC PN 10. Ce réseau suit les pistes et routes existantes, et dessert les populations en eau potable à travers les branchements privés et les bornes-fontaines.

Les diamètres des tuyauteries varient de 250 mm à 63 mm à l'exception des conduites de moins de 20 m alimentant des BF qui sont des DN50. La longueur cumulée des canalisations est d'environ 20,037Km. Le système de dessert des trois villages comporte 13 bornes-fontaines, dont 11 récupérées de l'AEPS et 2 nouvelles à réaliser. Ces bornes-fontaines seront équipées de 3 robinets chacune (1 robinet de 0,33 (l/s) et 2 robinets de 0,2 (l/s)) et fonctionnent pendant 12 h. Le refoulement sera alterné pour les deux forages à l'horizon 2030 à travers un réseau en PVC PN16 d'une longueur totale de 6234m. L'alimentation en énergie électrique des forages sera assurée par le réseau électrique de la SONABEL, la puissance d'abonnement à souscrire est de 50kVA. Un groupe électrogène de type PANTHER-45 YC d'une puissance de 45 kVA sera installé au niveau de chaque station de pompage.

La gestion du centre sera assurée par l'ONEA.

Le coût global des travaux est estimé à 580 000 000(FCFA) et le prix de vente du m³ d'eau sera conforme au tarif en vigueur à l'ONEA.

Mots-Clés

- * AEPA-4R
- * Toussiana
- * Bornes fontaines
- * ONEA
- *

ABSTRACT

This brief deals with the supply of drinking water to the villages of Toussiana, Yorokofesso, and Nianaba in the commune of Toussiana in the Hauts-Bassins region of Burkina Faso.

For a population of 20,337 inhabitants to be served by 2040, the technical aspects addressed in this memorandum make it possible to use the water from two large-flow boreholes (30 (m³/h) and 33 (m³/h)) drilled as part of the AEPA-4R project.

A water production center comprising a water tower with a capacity of 300 m³ in reinforced concrete placed on a hill at an altitude of 502 m with a height under the invert of 5 m located approximately 5,347 km from borehole 1 and 3,515 km from borehole 2 has been selected. The pumps selected in the study are Grundfos pumps type SP 30-12 MS 6000 with a flow rate of 30,2 [m³/h] and a HMT of 90,5 m at the operating point, the motor power is 11 kW (FR3 pump) and SP 30-14 with a flow rate of 32,5 [m³/h] and a HMT of 95 m at the operating point, the motor power is 13 kW (FR1 pump). The water treatment will be done with chlorine tablets introduced directly into the tank. The water will be distributed by gravity to all the villages in a network of PVC PN 10 pipes. This network follows the existing tracks and roads, and serves the population with drinking water through private connections and standpipes.

The diameters of the pipes vary from 250 mm to 63 mm, except for the pipes of less than 20 m feeding LFBs, which are DN50. The cumulative length of the pipelines is about 20,037 Km. The service system of the three villages includes 13 standpipes, 11 of which were recovered from the AEPS and 2 new ones to be built. These standpipes will be equipped with 3 taps each (1 tap of 0,33 (l/s) and 2 taps of 0,2 (l/s)) and will operate for 12 hours. Discharge will be alternated for the two boreholes by 2030 through a PVC PN16 network with a total length of 6234m. The boreholes will be supplied with electrical power by the SONABEL electricity network, the subscription power to be subscribed is 50kVA. A PANTHER-45 YC type generator set with a power of 45 kVA will be installed at each pumping station.

The management of the center will be ensured by ONEA.

The overall cost of the works is estimated at 580 000 000 (FCFA) and the selling price of the water m³ will be in accordance with the tariff in force at ONEA.

Keywords

- * AEPA-4R
- * Toussiana
- * Fountain
- * ONEA

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ADAE	: Association pour le Développement des Adductions d'Eau potable
AEP	: Adduction en Eau potable
AEPS	: Adduction d'Eau Potable Simplifiée
AEMV	: Adduction d'Eau Multi-Village
BF	: Borne Fontaine
BF. Po	: Nouvelle borne fontaine
BP	: Branchement privé ou particulier
DN	: Diamètre nominal
DGAEP	: Direction Générale de l'Approvisionnement en Eau potable
MEA	: Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
HMT	: Hauteur manométrique Totale
INSD	: Institut National de la Statistique et de la Démographie
INO	: Inventaire National des Ouvrages d'hydrauliques et d'assainissement
ODD	: Objectifs de Développement Durable
OMS	: Organisation Mondiale de Santé
ONEA	: Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PEA	: Poste d'Eau Autonome
PCD	: Plan communal de Développement
PMH	: Pompe à Motricité humaine
PN	: Pression nominale
PN-AEPA	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
PVC	: Polychlorure de Vinyle
RGPH	: Recensement général de la Population et de l'habitat
RN	: Route Nationale
SONABEL	: Société Nationale d'Électricité burkinabé

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	v
TABLE DES MATIERES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
I. INTRODUCTION.....	1
II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	2
II.1. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL.....	2
II.1.1. Historique.....	2
II.1.2. Objectifs de l'ONEA.....	3
II.2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	3
II.2.1. Situation géographique.....	3
II.2.2. Milieu Physique.....	4
II.2.3. Etudes démographiques.....	6
II.2.4. Activité socioéconomique.....	7
II.2.5. Occupation de l'espace.....	8
II.2.6. Situation des Ouvrages existants et taux d'accès en eau.....	9
III. PRÉSENTATION DU PROJET.....	10
III.1. Contexte et problématique.....	10
III.2. Justification.....	10
III.3. Objectifs de l'étude.....	11
III.4. Résultats attendus.....	11
IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	12
IV.1. Recherche documentaire :.....	12
IV.2. Les sorties terrain.....	12
IV.3. Le traitement des données.....	12
IV.4. Hypothèses de calcul.....	12
IV.4.1. Le système proposé et ses paramètres de dimensionnement.....	12
IV.4.1.1. Horizon du projet.....	14
IV.4.1.2. Évolution de la population.....	14
IV.4.2. Réseau de distribution.....	15

IV.4.3. Ouvrage de stockage.....	20
IV.4.3.1. L'emplacement du réservoir.....	20
IV.4.3.2. Détermination de la capacité utile du réservoir.....	21
IV.4.3.3 La Réserve incendie.....	22
IV.4.3.4. Conservation de la qualité de l'eau.....	22
IV.4.4. Choix de la ressource en eau et du système de captage.....	22
IV.4.4.1. Traitement de l'eau.....	23
IV.4.5. Réseau de refoulement.....	23
IV.4.5.1. Diamètre théorique économique.....	23
IV.4.5.2. Hauteur manométrique totale (HMT) des pompes.....	24
IV.4.5.3. Les dispositifs et équipements de protection.....	24
IV.4.6 Source d'Energie.....	25
V. ÉTUDE TECHNIQUE.....	26
V.1.1. Détermination du Taux d'accroissement.....	26
V.1.2. Evaluation de la population.....	26
V.1.3 Evaluation des besoins en eau.....	27
V.1.4. Analyse et Discussion.....	28
V.2. Réseau de distribution.....	28
V.2.1. Ouvrages de distribution.....	28
V.2.2. Détermination du nombre et du débit des bornes-fontaines.....	29
V.2.2.1. Détermination du nombre théorique des points de desserte.....	29
V.2.2.2. Calcul du débit théorique de bornes-fontaines.....	29
V.2.3. Dimensionnement du réseau de distribution.....	30
V.2.3.1. Tracé du réseau.....	30
V.2.3.2. Calcul des débits fictifs.....	30
V.2.3.3. Diamètres du réseau et estimation de la cote de calage du réservoir.....	33
V.2.3.4. Carnet de nœuds :.....	34
V.2.3.5. Discussions et Analyse.....	34
V.3. Ouvrage de stockage.....	35
V.3.1 Détermination de la capacité utile du réservoir.....	35
V.3.2. Discussions et Analyse.....	36
V.4. Ressource en Eau.....	36
V.5. Réseau d'adduction.....	37
V.5.1. Dimensionnement de la conduite de refoulement.....	37
V.5.2. Choix de la pompe immergée.....	38
V.5.3. Etude du phénomène de bélier.....	41

V.5.4. Discussions et Analyse.....	42
V.6. Source d'énergie.....	43
VI. Coût des travaux.....	43
VI.1. Devis estimatif.....	43
VI.2. Prix du m³ de l'eau.....	43
VII. Etude d'Impact Environnemental.....	44
VII.1. Impacts Négatifs.....	44
VII.2. Impacts Positifs.....	44
VII.3. Mesures d'atténuation.....	44
VII.4. Analyse et discussion	45
VIII. Conclusion et Recommandations.....	45
VIII.1. Conclusion.....	45
VIII.2. Recommandations.....	46
IX. BIBLIOGRAPHIE	47
X. ANNEXES	11
LISTE DES ANNEXES.....	11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Ouvrages de stockage	9
Tableau 2 : Ouvrages de distribution.....	9
Tableau 3: Taux d'accès à l'eau potable	9
Tableau 4 : Typologie des réseaux d'adduction	13
Tableau 5 : Critères d'accès aux services publics d'eau	16
Tableau 6 : Cibles intermédiaires et finales du PN-AEP à l'horizon 2030	16
Tableau 7 : Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaires.....	18
Tableau 8 : Valeurs forfaitaires de capacités de réservoir.....	21
Tableau 9 : Détermination du taux d'accroissement.....	26
Tableau 10 : Population des trois villages aux horizons 2020, 2030 et 2040.....	27
Tableau 11: Évaluation des besoins et de la demande en eau.....	27
Tableau 12 : Population desservie par BP et BF	29
Tableau 13 : Détermination du nombre théorique de points de desserte	29
Tableau 14 : Détermination du débit théorique des BF.....	30
Tableau 15 : Débit fictif des conduites.....	31
Tableau 16 : Caractéristiques altimétriques du château d'eau.....	33
Tableau 17 : Longueurs du réseau de distribution et par diamètre de PVC PN 10	33
Tableau 18 : Répartitions des pressions aux nœuds	33
Tableau 19 : Répartition des vitesses dans les tronçons	34
Tableau 20 : Dimensions de la cuve tronconique de 300 m ³	35
Tableau 21 : Caractéristiques des forages d'exploitation	36
Tableau 22: Dimensionnement des conduites de refoulement du FR3 au point C.....	37
Tableau 23: Dimensionnement des conduites de refoulement du FR1 au point C.....	38
Tableau 24: Dimensionnement des conduites de refoulement du C au pied du château.....	38
Tableau 25: Paramètre de calculs.....	38
Tableau 26: Détermination de la HMT requise pour un pompage simultané.....	38
Tableau 27 : Détermination de la HMT requise pour un pompage de FR3	39
Tableau 28: Détermination de la HMT requise pour un pompage de FR1	39
Tableau 29: Données de détermination du point de fonctionnement de la pompe 1 (FR3)	40
Tableau 30: Données de détermination du point de fonctionnement de la pompe 2 (FR1).....	41
Tableau 31: Vérification du Phénomène de bélier	42
Tableau 32: Détermination de la puissance du groupe électrogène.....	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie des centres ONEA (Source : ONEA)	2
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude	4
Figure 3: Carte géologique de la zone d'étude.....	5
Figure 4 : Modèle du réseau de refoulement.....	37
Figure 5: Détermination du point de fonctionnement de la pompe FR3	40
Figure 6: Détermination du point de fonctionnement de la pompe FR1	41

I. INTRODUCTION

L'eau, source de vie et de développement économique de tout pays se révèle être une denrée rare dans certaines localités des pays en voie de développement. Conscient de ces enjeux, la question de l'eau est une préoccupation majeure des différents acteurs et gestionnaires de ces pays.

Le Burkina Faso, dans sa politique de développement, place l'accès de l'eau potable au centre de ces préoccupations majeures. De ce fait, l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) est chargé de l'approvisionnement en eau potable du Burkina selon des critères précis. L'ONEA dans son programme de coopération avec la kfw a obtenu la mise œuvre du « Projet d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement dans les petites et moyennes villes dans les Régions de la Boucle du Mouhoun, des Cascades, des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest (AEPA-4R) ». Ce programme va concerner seize (16) villes à savoir celles de Bama, Banfora, Bérégadougou, Dandé, Diébougou, Houndé, Mangodara, Pa, Peni, Soubakaniédougou, Sidéradougou, Sindou, Solenzo, Orodara, Niangoloko et Toussiana. Nous nous intéresserons au cas de Toussiana, commune dans laquelle il sera réalisé un centre ONEA pour résoudre le problème d'approvisionnement en eau potable, car le système AEPS déjà en place ne couvre plus les besoins de sa population grandissante.

Pour pallier à cette situation, nous avons été reçus comme stagiaire par l'ONEA dans le cadre de notre projet de mémoire fin de cycle. Il nous a été demandé de réaliser une étude d'aménagement hydraulique multi villages qui alimentera les villages de Toussiana, Yorokofesso et Nianaba, les trois (3) gros villages de la commune de Toussiana, région des Hauts-Bassins pour l'horizon 2040. Il sera utilisé l'eau des deux forages FR1 et FR3 réalisés dans le cadre du projet.

Les ouvrages d'eau potable qui seront réalisés dans le cadre du projet au profit de la population s'inscrivent dans le cadre de la nouvelle approche du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable dont l'horizon est fixé en 2030.

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

II.1. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

II.1.1. Historique

La Société nationale des eaux (SNE), société privée fut créée le 1er janvier 1970 et gérait sept centres (Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Koudougou, Ouahigouya, Kaya, Dori et Banfora). La politique de l'eau, élaborée en 1976, lui transfère la gestion de l'eau dans le domaine public. En 1977, la gestion des systèmes collectifs d'AEP est nationalisée avec la création de l'Office national de l'eau (ONE) sous la forme juridique d'un établissement public à caractère industriel et commercial. Le 10 octobre 1984, le ministère de l'eau est réorganisé et les activités de l'ONE sont étendues à l'assainissement. L'Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA) qui est désormais une société d'État a ainsi été créé le 22 juillet 1985 (décret 85/387/CNR/PRES/EAU).

Elle exploite à ce jour, 58 centres couvrant le pays.

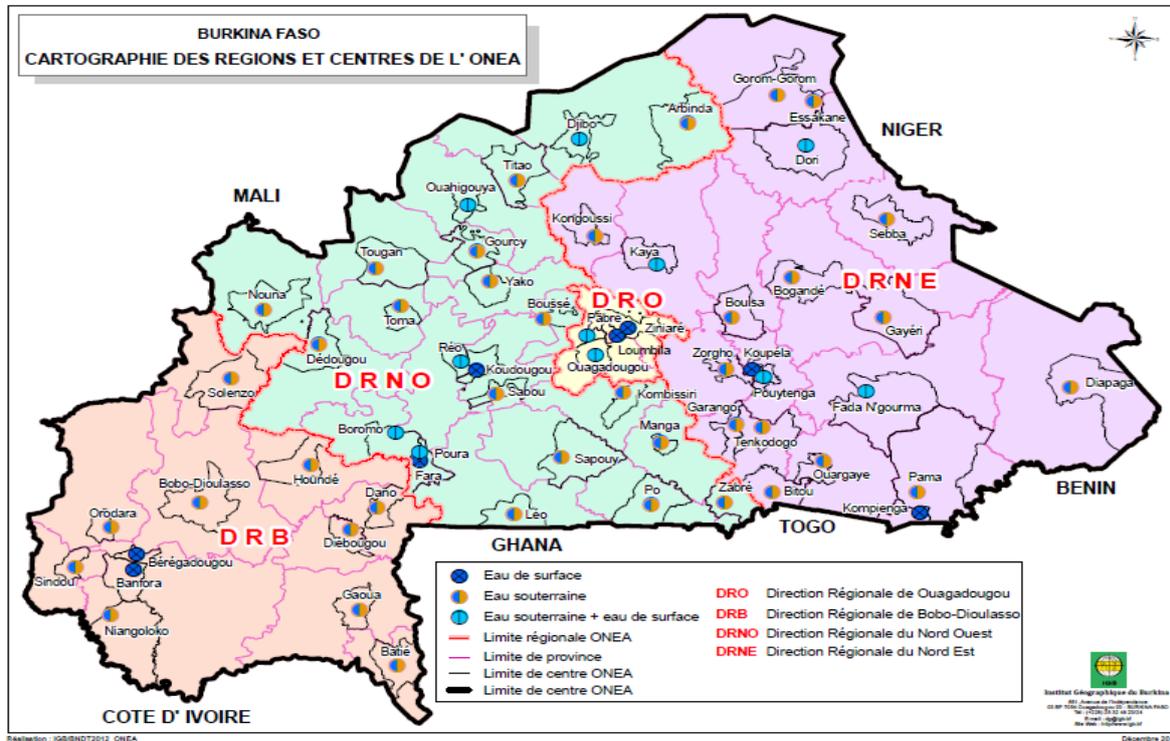


Figure 1 : Cartographie des centres ONEA (Source : ONEA)

II.1.2. Objectifs de l'ONEA

Les objectifs en milieu urbain :

- Eau Potable

La création, la gestion et la protection des installations de captage, d'adduction, de traitement et de distribution d'eau potable.

- Assainissement

La création, la promotion et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissement collectif principalement dans les grandes villes (Ouagadougou et Bobo-Dioulasso), autonome pour la gestion des eaux usées et des excréta.

II.2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.2.1. Situation géographique

La commune rurale de Toussiana, d'une superficie de 560 km², est située à l'Ouest du Burkina Faso dans la partie Sud-Ouest de la Province du Houet, Région des Hauts Bassins. Elle est limitée :

- Au Nord par la Commune de Kourinion ;
- A l'Est par la Commune de Péni ;
- À l'Ouest par la Commune de Bérégadougou ;
- Au Sud par la Commune de Tiéfora.

Le chef-lieu de la commune « Toussiana » est accessible par la route nationale RN ° 7 bitumée et par le chemin de fer qui relie le Burkina Faso à la République de Côte d'Ivoire.

La Commune regroupe quatorze (14) villages administratifs. Dans ce présent rapport, nous allons limiter notre zone d'étude aux trois (03) gros villages de Toussiana à savoir Toussiana, Yorokofesso et Nianaba.

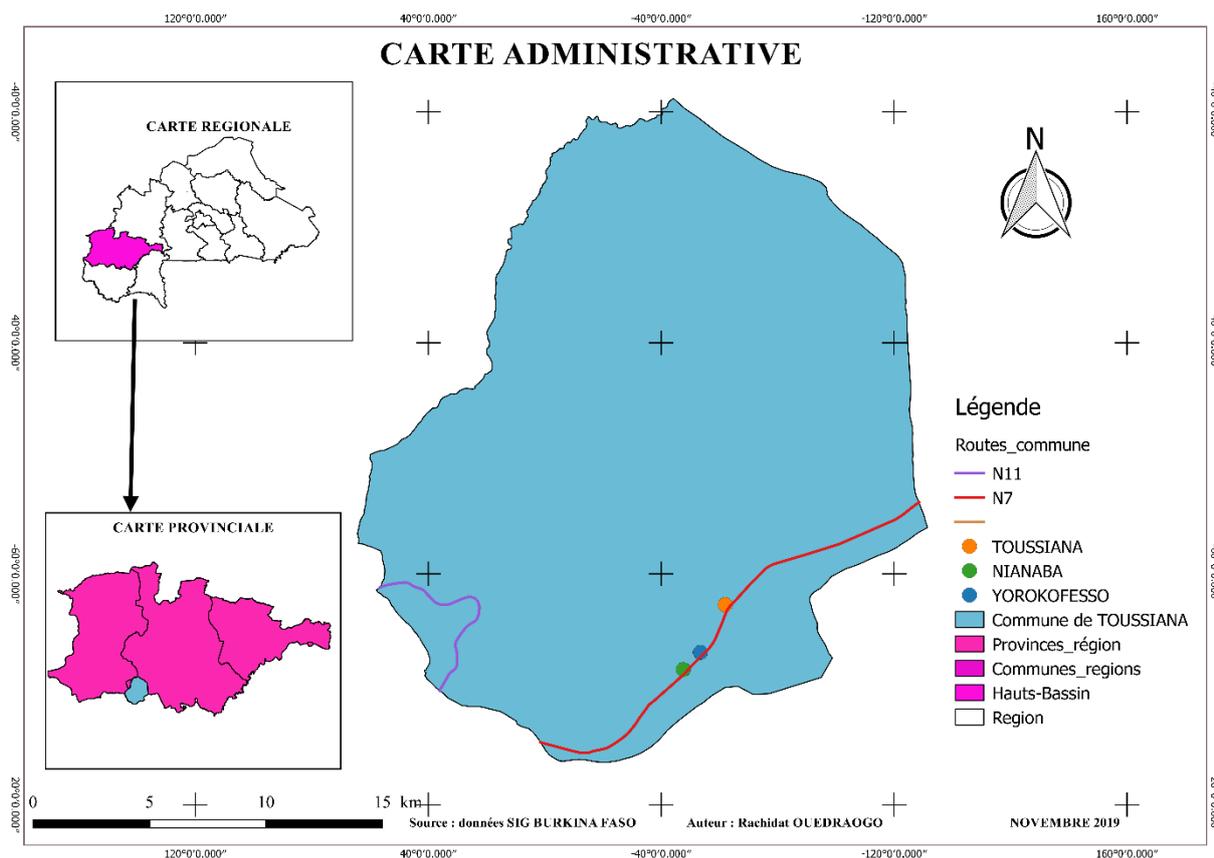


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

II.2.2. Milieu Physique

Le milieu physique regroupe un ensemble d'éléments naturels, tels que le climat, la géologie et l'hydrogéologie, le relief, la faune, hydrographie, la végétation.

▪ Climat

La commune de Toussiana appartient à la zone climatique de type soudanien, caractérisée par deux saisons :

- Une saison sèche de novembre à avril. Les mois les plus chauds sont les mois de mars et avril et la période froide se situe entre décembre et février ;
- Une saison hivernale allant de mai à octobre. (Source : PCD Toussiana)

▪ Géologie et Hydrogéologie

Sur le plan géologique, la zone d'étude appartient à la zone sédimentaire du bassin de Taoudéni, dont une grande partie se poursuit au Mali. Avec une superficie d'environ 1 500 000 km², le bassin de Taoudéni constitue le plus grand bassin d'Afrique de l'Ouest. Elle repose sur un plateau gréseux, issu d'un dépôt de sédiments sur la partie côtière du bassin de Taoudéni. Dans ce bassin, la roche affleure en bloc avec une mince couche d'éléments grossiers

▪ *Relief*

Le relief est marqué par la présence d'importantes collines, des vallées profondes et surtout par la falaise à l'Est avec une dénivellation de 100 à 150 mètres. (Source : PCD Toussiana)

▪ *Faune*

La déforestation due à l'agriculture extensive et aux feux de brousse sont autant de facteurs qui menacent la faune. Dans la commune, la composition faunique est moyennement diversifiée (perdrix, lièvres, biches, singes, phacochères, etc.). (Source : PCD Toussiana)

▪ *Hydrographie*

Le réseau hydrographique de la commune est caractérisé par des trois (3) cours d'eau qui appartiennent aux deux bassins versants nationaux :

- le bassin du Mouhoun supérieur avec la « Djemkoua », un cours d'eau pérenne dans la zone de Tapoko ;
- le bassin de la Comoé avec le « Yanon » qui traverse le centre communal dont la partie située en aval du barrage aménagé de Toussiana et le Béréga qui parcourt le sud-ouest de la commune.

L'ensemble des cours d'eau est sous la menace d'ensablement dû aux pratiques culturelles au niveau des berges et à l'importance de l'érosion. Le réseau offre des possibilités d'aménagement de retenues d'eau à vocation agro-sylvo-pastorale. (Source : PCD Toussiana)

▪ *Végétation*

La végétation est de type savane arborée, arbustive et boisée avec la présence d'un tapis graminéen varié. Cependant, le caractère extensif de l'agriculture a considérablement réduit le potentiel floristique de la zone. (Source : PCD Toussiana)

II.2.3. Etudes démographiques

Selon les résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2006), la population de la Commune de Toussiana s'élève à 16 945 habitants, dont 8 772 femmes (51,77 %) de la population. Le taux provincial d'accroissement annuel moyen est de 2,94 % (Taux d'accroissement **RGPH-2006**).

Les principaux groupes ethniques en présence sont les Tiéfo, Bobo, Karaboro, Toussian, Dioula, Sambla, Mossi, Peul, Dagara et Lobi.

Le phénomène migratoire dans la commune se caractérise également par un déplacement des résidents hors du territoire communal. Les principales destinations sont la Côte d'Ivoire et les villes de Banfora et Bobo Dioulasso.

II.2.4. Activité socioéconomique

▪ *Agriculture*

L'agriculture occupe près de 90 % de la population. Elle est de type traditionnel, itinérant, extensif et faiblement mécanisé. Les activités agricoles sont assurées essentiellement par les exploitations familiales. Elle contribue à la couverture alimentaire des populations et procure également des revenus aux producteurs. La superficie totale emblavée est 7 360 hectares soit 13 % de la superficie de la commune. Les céréales occupent 2 367 hectares soit 32 % des superficies emblavées. Les cultures irriguées occupent 45 hectares.

L'arboriculture est pratiquée sur 53 % des superficies emblavées avec 6000 ha occupés par les anacardes, 4000 ha de mangueraias et 5 ha d'agrumes.

La commercialisation des productions fruitières est problématique. En effet, les producteurs n'ont pas une fidélisation clientèle, la capacité d'absorption des acheteurs est limitée par rapport à l'offre, pire, l'impraticabilité des voies limite l'accessibilité des villages. Ainsi, les producteurs connaissent une mévente de leurs productions et quand elles sont vendues, le prix unitaire (35 F CFA/kg pour les mangues) est unilatéralement fixé par les acheteurs tels que la société Bio-CAS et les unités de transformation ou de séchage de mangues.

▪ *Élevage*

L'élevage constitue la deuxième activité économique importante pour les populations de la commune. Tout comme l'agriculture, l'élevage contribue à la sécurité alimentaire et procure aussi des revenus substantiels à la population. Le système d'élevage pratiqué dans la commune est de type extensif sédentaire. L'élevage se caractérise par la mobilité des troupeaux qui descendent aux abords des points d'eau pour profiter du tapis herbacé de décrue. Un fourrage de bonne qualité est également fourni par la repousse des graminées pérennes après le passage des feux de brousse et par les espèces ligneuses fourragères.

Le cheptel est constitué de taurins (trypono-résistant), les ruminants (ovins, caprins), les porcins et la volaille.

▪ *Commerce*

La commune de Toussiana dispose de trois (3) marchés à savoir les marchés de Yorokofesso, Tapoko et Toussiana. Aucun des marchés n'est aménagé avec des matériaux définitifs. La position géographique de Toussiana fait que la commune sert de relais entre Banfora et Bobo-Dioulasso. Le marché de Yorokofesso et celui de Tapoko qui se tiennent tous avec une périodicité de cinq jours offrent un cadre important pour les activités commerciales. Le marché de fruit de Toussiana constitue un pôle important pour l'exportation des mangues

fraîches vers d'autres villes. La route nationale N° 7 qui relie les villes de Bobo Dioulasso et de Banfora facilite les actions d'import/export dans la commune. Les principaux produits qui alimentent le commerce dans la commune sont les produits manufacturés, les céréales, les condiments, les animaux et les produits de l'élevage, les produits de la pharmacopée, la poterie, la production et la vente du dolo.

Les femmes occupent une place de choix dans le commerce. En effet, la restauration, les brasseries traditionnelles, etc. sont de leur ressort. Le petit commerce est particulièrement animé en saison sèche. Les marchés très animés et très actifs en saison sèche deviennent très moroses en saison pluvieuse du fait de la baisse du volume des échanges, de l'impraticabilité des routes à cette période et également des travaux champêtres.

▪ *Artisanat*

Au titre de l'artisanat, il peut être retenu l'extraction et la taille des briques latéritiques, la pharmacopée, la sculpture, la vannerie, l'extraction du « Bangui » (bière locale), etc.

Le commerce et l'artisanat constituent la base du tissu économique de la commune. Toutefois l'inorganisation des commerçants, l'insuffisance d'institution de micro finance, le mauvais état des routes et des pistes rurales constituent des facteurs limitant au développement du commerce dans la commune.

II.2.5. Occupation de l'espace

Les villages de Nianaba, Toussiana et Yorokofesso présentent chacun une zone lotie respectivement en 1982, 1998 et 2003. Les superficies de l'espace loti sont de 112 ha pour Toussiana, 85 ha pour Nianaba et 110 ha pour Yorokofesso soit un total de 307 ha de superficie lotie dans la commune. Une extension de lotissement dans les villages de Nianaba et Toussiana est en cours d'exécution. La gestion de l'espace par les autorités communales laisse apercevoir la structure suivante de l'occupation de l'espace :

- La zone d'habitation constituée par des agglomérations importantes de Toussiana, Nianaba et Yorokofesso, les villages et les hameaux de culture ;
- La zone de production constituée par les exploitations agricoles, les vergers de mangue, d'anacarde, les périmètres irrigués, les rizières ;
- Une zone de réserve de forêt et de faune importante qui occupe 25 % de l'espace communal.

Il existe une zone de mise en défense qui, à la suite d'un aménagement ; pourrait devenir une forêt communale. (Source : PDC de Toussiana).

II.2.6. Situation des Ouvrages existants et taux d'accès en eau.

Selon l'INO et les informations recueillies auprès du point focal lors de notre visite sur le terrain nous ont permis de faire le point sur les infrastructures.

Les trois (3) villages de Toussiana, Nianaba et Yorokofesso sont alimentés par un AEPS mis en place depuis 2009. L'AEPS alimente 11 bornes-fontaines et 100 branchements privés à partir d'un forage de 8 m³/h, un château d'eau métallique de 50 m³. Le réseau de distribution est de 9682 m.

Le tableaux 1,2 et 3 ci-dessous présentent les caractéristiques des ouvrages et le taux d'accès à l'eau potable dans le chef-lieu de la commune de Toussiana.

Tableau 1: Ouvrages de stockage

Ouvrages de stockages			
Désignation	Capacité (m ³)	Nombre	Etat
Château d'eau métallique	50	1	Fonctionnel

Tableau 2 : Ouvrages de distribution

Points de desserte		
Désignation	Nombre	Etats
BF	11	Fonctionnelles
BP	100	Fonctionnels

Tableau 3: Taux d'accès à l'eau potable en 2018

VILLAGE	Population 2006	Population 2018	Population desservie	Taux d'accès
YOROFESSO	3093	4238	3720	88 %
NIANABA	3670	5031	3315	66 %
TOUSSIANA	3059	4192	3850	92 %

Source : INO 2018

III. PRÉSENTATION DU PROJET

III.1. Contexte et problématique

Le Burkina Faso connaît dans certaines de ses régions un taux d'accès à l'eau potable et à l'assainissement qui sont parmi les plus bas du pays malgré un climat relativement favorable avec des précipitations supérieures au reste du pays. Le « Projet d'approvisionnement en Eau Potable et Assainissement dans les petites et moyennes villes dans les Régions de la Boucle du Mouhoun, des Cascades, des Hauts-Bassins et du Sud-Ouest (AEPA-4R) » qui s'inscrit dans le programme de coopération entre la KfW (Coopération Allemande) et l'ONEA vise à assurer d'une manière durable l'accès à l'eau potable et à l'assainissement afin de contribuer à une amélioration de l'état de santé des populations concernées et à un allègement du travail quotidien des femmes. De ce fait, 16 villes seront bénéficiaires des investissements. Parmi celles-ci, nous avons la commune rurale de Toussiana dans la région de Hauts-Bassins qui a une population grandissante. Ainsi, des problèmes subsistent en termes d'approvisionnement en eau potable lié à l'augmentation perpétuelle des besoins en eau, et à l'insuffisance des ressources en eau malgré un contexte géologique favorable. Afin de répondre aux exigences du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP 2016-2030) et aux Objectifs de développement Durable (ODD) à l'horizon 2030, l'ONEA a entrepris la conception et la réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable afin de satisfaire aux besoins de consommation de la population de ladite commune jusqu'à l'horizon 2040.

III.2. Justification

La mise en place d'un centre ONEA s'impose du fait que la population de la ville de Toussiana dépasse les 10 000 habitants. Aussi, un grand nombre de la population réclame les branchements privés auprès de la mairie. Malheureusement, le système d'AEPS en place n'arrive pas à couvrir les besoins en eau de cette population. Cette étude se veut dans une première phase, couvrir les besoins des trois villages (Toussiana, Nianaba et Yorokofesso) et dans une deuxième phase, de desservir Wempéa1 par extension.

III.3. Objectifs de l'étude

L'objectif général de cette étude vise le renforcement de l'amélioration des conditions de vie et de santé des populations par l'apport d'une eau en qualité et en quantité suffisante à partir des eaux de forage sur une période de 20 ans de la commune rurale de Toussiana.

Spécifiquement, il s'agira de :

- ✓ Faire le diagnostic actuel de l'AEPS
- ✓ D'évaluer les besoins et demandes en eau de la population ;
- ✓ Identifier les ressources en eau disponibles pour satisfaire les demandes ;
- ✓ Proposer une conception optimisant le système et évaluer le coût du projet ;
- ✓ Mener une étude environnementale de la mise en œuvre du projet.

III.4. Résultats attendus

Les résultats attendus de cette étude sont :

- ✓ Les besoins et demandes en eau de la population sont évalués ;
- ✓ Les ressources en eau disponibles pour satisfaire les demandes sont identifiées ;
- ✓ Une conception optimisant le système et une évaluation du coût du projet sont proposées ;
- ✓ Une étude environnementale de la mise en œuvre du projet est menée.

IV. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

IV.1. Recherche documentaire :

Elle a consisté d'abord à s'imprégner des termes de référence (TDR) pour analyser la portée du projet ainsi que l'objectif à atteindre.

Elle nous a permis de collecter les documents suivants :

- ❖ Le Plan Communal de Développement sectoriel Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PCD-AEPA) de la commune de Toussiana 2008-2012 et 2014-2018
- ❖ La base de l'Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques (INO 2018) de la Direction Générale de l'Approvisionnement en Eau Potable (DGAEP)
- ❖ Les rapports définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH, 2006) ;
- ❖ Les rapports du Programme de valorisation des ressources en eau du sud-ouest ;
- ❖ Les rapports d'exploitation de l'ADAE ;
- ❖ Internet pour exploiter les rapports d'études antérieures.

IV.2. Les sorties terrain

Une visite de terrain a permis de compléter les données recueillies à travers la recherche documentaire notamment sur les habitats (la densité, les standings), les éventuels obstacles qui pourraient avoir des impacts sur le tracé du réseau, et de prendre les coordonnées de certains points importants (forages, château). Aussi, des entretiens particuliers avec les autorités locales et le point focal ont permis d'actualiser certaines données et d'acquérir des informations supplémentaires sur le mode de gestion des ouvrages existants.

IV.3. Le traitement des données.

Les données collectées ont été traitées et modélisées avec Excel, Google Earth Global mapper, Arcview et Epanet.

IV.4. Hypothèses de calcul

IV.4.1. Le système proposé et ses paramètres de dimensionnement

En matière d'approvisionnement en eau potable, on distingue trois (3) types de centres :

- Les grandes villes à forte consommation : Population > 100 000 habitants

- Les villes dites secondaires à moyenne consommation :
10000 – 20 000 < Population < 50 000 – 100 000 habitants
- Les gros villages ou gros centres ruraux (lotis ou non) à faible consommation :
2000 – 3000 < Population < 10 000 habitants.

Actuellement, la population des villages cibles est estimée à 7750 habitants, assimilable globalement donc à celle d'un gros village. Le système devant approvisionner des villages distants de plusieurs kilomètres, le type de réseau s'adaptant à notre situation est donc une Adduction d'Eau Multi-Village (AEMV). Il est prévu pour desservir dans la mesure du possible les villages de Toussiana, Yorokofesso, Nianaba.

Tableau 4 : Typologie des réseaux d'adduction

Type	Caractéristiques	Population desservie	Longueur réseau	Capacité stockage	Production de pointe
Poste d'eau autonome (PEA)	Pas de réseau, distribution à la sortie du forage sur rampe de robinets, réservoir ou faiblement	500 à 1000	0,1 km	2 à 10 m ³	5 à 10 m ³ /j
Adduction d'eau simplifiée (AEPS)	Réseau de faible étendue, distribution par borne fontaine uniquement, réservoir surélevé de faible capacité	500 à 2000	< 2 km	10 à 50 m ³	5 à 40 m ³ /j
Adduction d'eau standard (AEP)	Réseau étendu, distribution par borne fontaine et branchements particuliers, réservoir surélevé de grande capacité	2000 à 10000	2 à 10 km	10 à 50 m ³	20 à 300 m ³ /j
Adduction d'eau multi villages (AEMV)	Réseau de transport desservant plusieurs dizaines de villages sur de grandes distances	5000 à 200000	10 à 250 km	10 à 50 m ³	100 à 2000 m ³ /j

Source : Water and Sanitation Program, 2010

Afin d'offrir une eau en qualité et en quantité suffisante aux populations, nous étudierons un système composé des éléments suivants :

- Un réseau de distribution.
- Un château d'eau ;

- Le traitement de sécurité sera réalisé au château d'eau.
- Un réseau de refoulement ;
- Une station de pompage au niveau de chaque forage ;
- Deux sources d'énergie thermique et électrique

L'ONEA intervient dans les localités de plus de 10 000 habitants ainsi que dans les chefs-lieux de provinces sur l'ensemble du territoire burkinabè. Ainsi, l'AEP de la commune rurale de Toussiana sera gérée par l'ONEA. La mise en service de ce système viendra augmenter le niveau de confort de la population en lieu et place des puits modernes, des forages équipés de pompes à motricité humaine et de l'AEPS existant.

IV.4.1.1. Horizon du projet

L'horizon du projet pour le dimensionnement du réseau est fixé à 2040 conformément aux termes de références qui confèrent au système une durée de vie de 20 ans après sa mise en exploitation. Le taux d'accroissement moyen de la population de la commune de Toussiana est de 2,94 % selon le RGPH 2006.

IV.4.1.2. Évolution de la population

L'évaluation de la population à l'échéance du projet a été réalisée en considérant une progression géométrique (taux de croissance proportionnel à la population et au temps), le nombre d'habitants futur dans la zone d'étude est déterminé par la formule suivante :

$$P_n = P_0 \times (1 + \alpha)^n \text{ avec}$$

P_n : Population après n années;

P_0 : Population à l'année de référence ;

α : Taux d'accroissement de la population

n = nombre d'années pour l'échéance du projet.

IV.4.2. Réseau de distribution

- *Tracé et choix du type de réseau*

Le tracé du réseau s'est effectué avec le logiciel ARCVIEW en suivant les grandes voies données dans le plan cadastral (Source : reçue auprès de l'ONEA). Une visite de terrain a permis de vérifier l'emplacement des éléments essentiels du réseau. Ce sont :

- ✓ **Les points de desserte** : les bornes-fontaines sont préalablement placées en fonction des agglomérations d'habitats à partir de Google Earth et tiennent ensuite compte de l'avis de la population en fonction de sa volonté de posséder un système d'adduction d'eau potable et de sa capacité de mobilisation pour honorer les conditions financières imposées en la matière. Les implantations sont retenues finalement en fonction des conditions techniques trouvées sur le terrain et des normes adoptées ; dans notre cas, nous avons décidé de garder les bornes (11 bornes-fontaines) de l'ancien réseau et les connecter au nouveau réseau et réaliser le surplus de bornes-fontaines.
- ✓ **Le tracé du réseau** : le tracé a tenu compte des principaux chemins ; les propriétés privées et les lieux dits sacrés sont évités. Le réseau choisi est de type ramifié pour les raisons suivantes :
 - L'exigence de la continuité de la desserte est relativement faible dans la plupart des centres avec l'existence de plusieurs forages fonctionnels : cette faible exigence ne nécessite pas un réseau de type maillé bien que flexible du point de vue de l'exploitation.
 - La densité des points de livraison est relativement faible. Un réseau maillé ne sied pas.
 - Le coût d'investissement pour un réseau ramifié est relativement bas par rapport à celui d'un réseau maillé.

- *Consommation spécifique (CS)*

Elle constitue le volume d'eau consommée en moyenne par jour et par habitant.

Les consommations spécifiques suivantes établies par le ministère de l'eau et de l'assainissement (MEA) du BURKINA FASO sont adoptées.

Tableau 5 : Critères d'accès aux services publics d'eau

Critères de planification et niveau de service	Paramètres	Milieu urbain 1	Milieu urbain 2	Milieu rural
Niveau de service 2 : BF/PEA	hab/point de livraison	300	400	500
	l/jour/hab	25	25	25
Niveau de service 3 : BP	hab/point de livraison	6	7	9
	l/jour/hab	60	50	40

Source : MEA

Notre zone d'étude étant une commune rurale, nous utiliserons les données du milieu rural consignées dans le tableau ci-dessus.

La zone d'études comporte des usines de séchage de mangues et d'anacardes, des écoles internats et des administrations. Nous allons considérer leurs besoins en eau comme des besoins pour les activités socioéconomiques, évalués à 10 % des besoins en eau pour les branchements privés.

- *Taux de desserte (Td)*

Pour le taux de desserte, il sera appliqué les normes du PN-AEP (2016-2030).

Tableau 6 : Cibles intermédiaires et finales du PN-AEP à l'horizon 2030

Horizon (année)	Taux d'accès en %	Population rurale desservie			
		Par SAEP			Par P.E.M.
			Dont desservie par BP	Dont desservie par BF	
2015	65	9,0 %	0,3 %	8,7 %	91,0 %
2020	76	32,7 %	9,8 %	22,9 %	67,3 %
2025	88	56,4 %	28,2 %	28,2 %	43,6 %
2030	100	80 %	56 %	24 %	20 %

Source :PN-AEP 2016-2030

Tenant compte de ces données, pour la présente étude, nous allons appliquer les différents taux pour 2030 (24 % pour les bornes-fontaines, 56 % pour les branchements privés en ce qui concerne la partition de l'ONEA) pour le dimensionnement du réseau , le taux d'accès à l'eau potable sera donc maintenu à 100 % jusqu'à l'horizon du projet (Année 2040).

▪ *Points de desserte*

Les points de desserte dans les AEP sont constitués par les bornes-fontaines et les branchements privés.

Les bornes-fontaines choisies sont celles couramment utilisées par l'ONEA. Elles sont munies de 3 robinets de puisage et construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage. Une goutte permet de collecter les eaux de ruissellement et de les rejeter dans un puisard. Toutes les bornes-fontaines seront équipées de compteurs d'eau pour permettre le comptage de l'eau distribuée.

- *Calcul du débit de la borne-fontaine*

$$Q_{BF} (l/s) = \frac{C_{ph} \times C_{pj} \times 500 \times C_s (l/hab/j)}{T(h) \times 3600 \times \eta}$$

Avec C_s : la consommation spécifique et T : le temps de distribution en heure

- *Le nombre de bornes-fontaines*

$$N_{bf} = \frac{P_n * \text{Taux}_{\text{dessert/BF}}}{500} \quad \text{Avec}$$

P_n : population horizon 2040

500 : nombre de personnes par borne-fontaine

N_{bf} : nombre de bornes-fontaines choisi

▪ *Coefficients de pointe*

Pour tenir compte des habitudes et des comportements en matière d'utilisation d'eau potable dans les centres, il sera retenu les coefficients de pointe suivants :

- Le coefficient de pointe journalier (**C_{ph}**) est généralement compris entre 1,05 et 1,15. Le coefficient de 1,1 est adopté pour le projet.
- Le coefficient de pointe horaire (**C_{ph}**) adopté est de 2,01 pour les branchements privés et 2,2 pour les bornes-fontaines.

$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{Q_{moy}^{0,5}}$ Formule empirique dite du « génie rural » avec Q_{moy} (m³/h) le débit moyen de consommation.

Ce coefficient peut être considéré en fonction du nombre d'habitants de la zone d'étude

Tableau 7 : Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire.

Population (Nombre d'habitants)	C _{ph}
<10 000	2,5 à 3
10 000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
>200 000	1,5

Source : Cours Adduction d'Eau Potable de Ousmane YONABA

▪ *Rendement*

Les rendements des réseaux des centres secondaires exploités par l'ONEA sont généralement de l'ordre de 90 % pour l'exploitation des eaux souterraines : des rendements de 95 % en début d'exploitation et 90 % à l'horizon du projet seront retenus.

▪ *Besoins journaliers domestiques (B_{jm})*

Les besoins journaliers domestiques sont calculés avec la consommation spécifique (C_S) de chaque habitant.

Ainsi on a :

$$B_{jm} \left(\frac{m^3}{j} \right) = C_S \times P_n \text{ avec}$$

B_{jm} : Besoins journaliers domestiques

C_S : la consommation spécifique en m³/j/hab

P_n : la population de l'année n.

▪ *Besoins journaliers totaux (B_{jmt})*

Les besoins journaliers totaux regroupent l'ensemble des besoins journaliers domestiques et autres besoins (B_a) tels que les besoins des services, administration, usines (activité socio-économique). Dans ce présent rapport, nous allons les estimer à 10 % des besoins journaliers des branchements privés.

$$B_{jmt} (m^3/j) = B_{jm} + B_a \text{ Ou } B_a = 1,1 \times B_{jm(BP)}$$

B_{jmt} : Besoins journaliers totaux m³/j

B_a : Besoins annexes m³/j

B_{jm(BP)} : Besoins journaliers en branchement privé m³/j

▪ *Besoins jour de pointe (B_{jp})*

Ces besoins représentent les consommations pendant les périodes de pointe. Il se calcule suivant la relation :

$$B_{jP}(m^3/j) = B_{jmt} \times C_{PJ}$$

B_{jP} : Besoins jour de pointe

B_{jmt} : Besoins journaliers totaux $\frac{m^3}{j}$

C_{PJ} : le coefficient de pointe journalier 1,1

- *Demande du jour de pointe D_{jp}*

$$D_{jp}(m^3/j) = (B_{jmt} \times C_{pj})/\eta \quad \text{avec}$$

C_{pj} : le coefficient de pointe journalier

B_{jmt} : Besoins journaliers totaux m^3/j

η =rendement du réseau

- *Débit moyen horaire Q_{mh}*

$$Q_{moy.h} \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{D_{jp}}{t(h)} \quad \text{avec: } D_{jp} \text{ la demande du jour de pointe et}$$

$T(h)$: temps de distribution

- *Débit de pointe horaire*

$$Q_{ph}(m^3/h) = Q_{mh} \times C_{ph} \quad \text{Avec}$$

C_{ph} : le coefficient de pointe horaire

Q_{mh} : le débit moyen horaire

- *Diamètre théorique*

Les diamètres ont été calculés avec la formule suivante :

$$D_{th}(m) = \sqrt{\frac{4 \times Q (m^3/s)}{\pi \times V (m/s)}} \quad \text{Avec}$$

$Q \left(\frac{m^3}{s} \right)$: le débit des tronçons

V : la vitesse égale 1 [m/s]

- *Pertes de charge*

Il existe plusieurs formules empiriques pour déterminer ces pertes de charge. Nous calculons les pertes de charge linéaires avec celle de **Manning-Strickler**.

$$\Delta Hi = \frac{4^{10/3} * Q^2 * L}{K_s^2 * \pi^2 * D^{16/3}} ;$$

Pdc lin : perte de charge linéaire (m)

Q : débit transité (m^3/s) ; L : longueur de la conduite considérée (m)

K_s : Coefficient de rugosité ; D : diamètre standard intérieur (m)

En tenant compte de l'environnement technologique du centre et du temps d'intervention sur le réseau généralement long en cas de rupture de production et/ou de distribution, il est raisonnable de prévoir un pourcentage de pertes de 10 %.

Ainsi, le coefficient de perte utilisé pour les calculs de dimensionnement des équipements dans le présent projet est de **1,1**.

- *Pression de service*

La pression de service délivrée par le système de distribution doit permettre à l'utilisateur d'opérer les prélèvements d'eau normalement sans effort supplémentaire. Elle est un élément de confort à l'intérieur des habitations des usagers. Les pressions de services contractuelles varient de 5[mCE] pour les systèmes simplifiés à 10 à 20[mCE] pour les systèmes classiques. Nous adopterons dans le cadre du présent projet, une pression de service de 10[mCE].

- *Choix des conduites*

Les conduites du réseau seront en PVC à joints caoutchouc pour les diamètres extérieurs égaux ou supérieurs à 63 [mm]. Des conduites à joints à coller seront retenues pour les diamètres inférieurs à 63 [mm]. Leur mise en œuvre ne requiert aucune main-d'œuvre qualifiée et leur coût est nettement moins élevé par rapport aux autres types de conduites généralement utilisées au Burkina comme le PEHD. Une pression nominale de 16 [bars] (PN16) est adoptée pour les réseaux de refoulement compte tenu de la possibilité qu'il se produise des surpressions engendrées par le phénomène des coups de bélier suite aux arrêts brusques des pompes qui pourraient survenir au cours de l'exploitation. Une pression nominale de 10 [bars] (PN10) est adoptée pour le réseau de distribution où les pressions sont généralement peu élevées (distribution gravitaire, terrain très peu accidenté), les manipulations des vannes plus lentes.

IV.4.3. Ouvrage de stockage

IV.4.3.1. L'emplacement du réservoir.

Le réservoir sera implanté en tenant compte des contraintes topographiques du terrain, de la situation du réseau et de l'avis de la population (éviter les lieux sacrés par exemple).

Il constitue dans le système AEP un tampon entre la production et la consommation. Sachant que le réseau est dimensionné pour satisfaire au moins les besoins de pointe à l'échéance du projet, la capacité du réservoir est choisie en fonction de plusieurs paramètres.

Ainsi, le choix de sa capacité résulte d'un compromis entre, d'une part les aspects techniques (sécurité de l'approvisionnement en eau en cas d'incident sur les installations

d'exhaure, régulation des débits et pressions, repos des installations mécaniques d'exhaure), et d'autre part, les coûts engendrés.

IV.4.3.2. Détermination de la capacité utile du réservoir

La capacité utile du réservoir résulte de la simulation par calcul des débits entrants et sortants au cours d'un cycle journalier. Le volume du réservoir doit être défini de sorte qu'il puisse alimenter le réseau pendant la période de forte demande vu que le pompage est arrêté par moment pour le repos des installations.

De même, il doit permettre de stocker le surplus de production pendant les périodes de faible consommation. Ainsi, le volume utile du réservoir est la somme du déficit maximal et du stock maximal au cours d'un cycle journalier. Il peut être déterminé par la méthode forfaitaire (simplifiée) ou celle du tableau.

Ne disposant pas de données statistiques sur la répartition de la consommation par tranche d'heure de la journée d'une zone similaire, nous avons utilisé la méthode simplifiée qui est le résultat de l'expérience de chaque pays. Elle consiste à prendre un pourcentage de la demande journalière de pointe. Le tableau 8 résume quelques valeurs de la capacité de réservoir.

Tableau 8 : Valeurs forfaitaires de capacités de réservoir.

Condition d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90 % Volume journalier
Adduction avec pompage solaire (8 h/j)	50 % Volume journalier
Adduction continue (24 h/24)	30 % Volume journalier
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10 % à 30 % Volume journalier

Source : Cours Adduction D'eau potable « Calcul des ouvrages constitutifs des réseaux d'AEP » Roland O. YONABA

Étant donné que nous sommes en milieu rural, notre distribution se fait dans la plupart des cas le jour durant les périodes de consommation, nous prendrons 30 % de la demande journalière de pointe.

$$C_u = 0,3 * V_j$$

Le château d'eau sera en béton armé et la cuve de forme tronconique comme la plupart des cuves de l'ONEA.

Le volume utile de la cuve exploitera la formule : $V_u = 1,0472 * (R^2 + r^2 + R * r) * H$:

Avec R (m) = Rayon supérieur du tronc de cône rayon ; r (m) = Rayon inférieur du tronc de cône et H (m) = Hauteur du tronc de cône ; déduction faite du volume de la cheminée.

IV.4.3.3 La Réserve incendie

Nous ne tiendrons pas compte de la réserve d'incendie pour le dimensionnement du réservoir pour éviter un surdimensionnement. Toussiana est une commune qui ne dispose pas de brigade des sapeurs-pompiers. Néanmoins, par mesure de précaution, des poteaux d'incendie seront placés sur les conduites qui ont un diamètre pouvant supporter le débit de 17 l/s (extinction d'incendie).

Les stockages sont des lieux très sensibles pour l'altération de la qualité de l'eau. C'est pourquoi durant leur exploitation, le renouvellement des volumes des réservoirs fera l'objet de surveillance particulière. Le temps de séjour de l'eau devra être inférieur au temps de rémanence des produits de protection de l'eau contre les contaminations ultérieures. Ce temps est de deux (2) jours pour le chlore et ses dérivés, couramment employés dans nos systèmes de distribution.

En somme, le volume du réservoir est : $V = C_u$

IV.4.3.4. Conservation de la qualité de l'eau.

La vérification du temps de contact minimal du chlore sera faite par la formule suivante :

$T_s(h) = \frac{C_u}{Q_{ph}}$ doit être supérieur à 2 heures avec

C_u (m^3) : la capacité utile et Q_{ph} (m^3/h) le débit de pointe horaire

La vérification de la durée d'efficacité du désinfectant sera faite par la formule suivante :

$T_s(j) = \frac{C_u(m^3)}{Q_{moy}}$ doit être inférieur à 2 jours avec

C_u la capacité utile du réservoir, et Q_{moy} est le débit moyen horaire.

Le réservoir à dimensionner sera en béton armé : seules les caractéristiques géométriques de la cuve tronconique seront déterminées.

IV.4.4. Choix de la ressource en eau et du système de captage

L'eau souterraine a été retenue pour alimenter le système. Ainsi, deux (2) forages à grand débit « FR1 33 [m^3/h] et FR3 30 [m^3/h] » ont été réalisés dans le cadre du projet pour l'alimentation en eau de l'AEP. Les pompes d'exhaure seront de type immergé centrifuge et

seront déterminées en fonction de la hauteur manométrique totale et du débit d'exploitation du forage.

IV.4.4.1. Traitement de l'eau

L'eau produite et distribuée provient des forages. En général, elle est de très bonne qualité et ne demande pas de traitement spécifique.

Pour le renforcement de cette qualité dans le réseau, il est introduit dans la cuve du château d'eau des pastilles de chlore. Ces pastilles libèrent le chlore en fonction de la demande en chlore de l'eau qui arrive au château. La rémanence persiste dans la canalisation garantissant ainsi une protection qualitative de l'eau jusqu'à sa livraison aux usagers. Cette qualité doit être préservée par la prévention des pollutions accidentelles qui pourraient survenir lors des travaux d'entretien des équipements (pose et dépose de la pompe, entretien de la cuve du château d'eau, réparation des canalisations, etc.). Des analyses périodiques de l'eau prélevée au niveau du forage, du réservoir et des bornes-fontaines doivent être réalisées pour s'assurer que l'eau produite et distribuée conserve ses qualités chimiques, organoleptiques et surtout bactériologiques.

IV.4.5. Réseau de refoulement

IV.4.5.1. Diamètre théorique économique

Plusieurs formules permettent de déterminer le diamètre théorique D_{th} des conduites de refoulement.

- Bedjaoui $D_{th} = 1,27 \times \sqrt{Q}$
- Bresse $D_{th} = 1,5 \times \sqrt{Q}$
- Bresse modifiée $D_{th} = 0,8 \times \sqrt[3]{Q}$
- Munier $D_{th} = (1 + 0,2n) \times \sqrt{Q}$

D_{th} (m) : diamètre théorique ;

Q (m³/s) : débit d'adduction,

n (heures) : temps de pompage maximal journalier, fixé à 18heures par l'hydrogéologue à l'issue des essais de pompage de longue durée.

▪ *IV.4.5.2 Condition de vitesse*

La vitesse d'écoulement U dans le réseau de distribution doit être comprise entre une valeur minimale de 0,3 m/s pour éviter un dépôt de calcaire (Conduite en fonte) et maximale de 1,00 à 1,20 (m/s) (PVC) en garantissant un auto-curage.

En refoulement, elle doit respecter les conditions économiques : $0,50 \text{ m/s} \leq U \leq 0,8 \text{ m/s}$.

IV.4.5.2. Hauteur manométrique totale (HMT) des pompes

$HMT = H_{geo} + Pdc$ où :

H_{geo} : Hauteur géométrique

Pdc : Perte de charge

IV.4.5.3. Les dispositifs et équipements de protection

• **Le coup de bélier**

Un coup de bélier est un phénomène de variation de pression. Le coup de bélier consiste en des oscillations de pression, surpressions et dépressions alternatives provoquées par une modification rapide du régime d'écoulement dans une conduite. Ces oscillations parcourent la conduite d'une extrémité à l'autre en un mouvement d'aller et retour périodique.

Les causes les plus fréquentes sont :

✓ L'arrêt brutal, par disjonction inopinée, d'un groupe électropompe alimentant une canalisation de refoulement,

✓ La fermeture brutale d'une vanne sur une canalisation de refoulement. De tels arrêts brusques peuvent provoquer la rupture de la canalisation ou un ensemble de perturbations dans les conduites et sur les installations de pompage.

Aussi, lors de la conception d'une station de pompage et de sa conduite de refoulement, les risques éventuels de coups de bélier doivent être étudiés et quantifiés afin de mettre en œuvre les protections qui s'imposent.

• **Le ballon anti-bélier**

Il utilise la compressibilité de l'air par rapport à l'eau. L'air se détend pour compenser les dépressions à l'intérieur de la conduite et se comprime afin d'admettre l'excès d'eau pour compenser la surpression. Les pressions de gonflage sont en général autour de deux bars.

Des formules permettent de calculer dans des cas simples les maxima des variations en plus ou moins de la pression par rapport au régime normal de fonctionnement : surpression et dépression sont égales en valeur absolue.

Le cas de la variation instantanée de la vitesse d'écoulement dans la conduite : fermeture rapide d'une vanne, arrêt brutal du fonctionnement du groupe d'électropompe sera examiné.

$$\text{Formule de Allievi : } \Delta h = \frac{a\Delta U}{g}$$

Δh (m) = valeur absolue de la surpression ou de la dépression ;

a (m/s) = vitesse de propagation ou célérité de l'onde de surpression ou de dépression ;

ΔU (m/s) = valeur absolue de la différence entre les vitesses en régime permanent avant et après le coup de bélier ;

g (m/s²) = accélération de la pesanteur.

IV.4.6 Source d'Energie

L'alimentation en énergie électrique des forages sera assurée par le réseau électrique de la SONABEL. Cependant, par mesure de sécurité, il sera prévu un groupe électrogène pour chaque station de pompage.

Le dimensionnement du groupe électrogène tient compte de la température élevée et de l'énergie plus élevée nécessaire pour le démarrage.

$$P_{app} = \frac{2 * (2,725 * 10^{-3} * Q * HMT)}{\eta_{pompe} * \eta_{moteur} * \cos\varphi}$$

Q (m³/h) : débit de la pompe

HMT (m) : Hauteur manométrique totale

$\eta_{pompe}(\%)$: rendement de la pompe

$\eta_{moteur}(\%)$: rendement du moteur

$\cos\varphi$: Facteur de puissance.

V. ÉTUDE TECHNIQUE

L'étude diagnostique étant menée, l'étude technique porte sur les différentes composantes du système. Elle consistera à évaluer les besoins en eau à l'échéance du projet, à la conception et au dimensionnement des ouvrages.

V.1. Evaluation de la demande en eau

L'évaluation de la demande en eau d'ici l'horizon 2040 est basée sur le nombre de la population et leur besoin spécifique.

V.1.1. Détermination du Taux d'accroissement

Le taux d'accroissement a été déterminé en utilisant les données du recensement général de la population, des plans de développement communal n° 1 et 2 (2008 - 2012 et 2014 – 2018).

Tableau 9 : Détermination du taux d'accroissement

Villages	RGPH	PCD 1 : début et fin		PCD 2 : début et fin		T.Acc
	2006	2008	2012	2014	2018	2006-2018
NIANABA	3337	3536	3971	4207	4725	2,94 %
YOROKOFESSO	3093	3277	3680	3890	4379	2,94 %
TOUSSIANA	3059	3241	3640	3857	4331	2,94 %
TOTAL PROJET	9489	10 054	11 291	11 954	13 435	2,94 %

En moyenne, le taux d'accroissement est de 2,94 % ; nous allons l'utiliser pour la détermination de la population à l'horizon 2040.

V.1.2. Evaluation de la population

Le tableau 10 ci-dessous donne l'évolution de la population des trois (3) villages jusqu'à l'horizon 2040

Tableau 10 : Population des trois villages aux horizons 2020, 2030 et 2040

Villages	Population projetée		
	2020	2030	2040
NIANABA	5007	6690	8940
YOROKOFESSO	4641	6201	8286
TOUSSIANA	4590	6133	8195
Total	14 238	19 024	25 420

À l'horizon de 2030, la population des trois (3) villages sera de 19 024 habitants et 25 420 habitants en 2040.

V.1.3 Evaluation des besoins en eau

Le tableau 11 donne le débit de dimensionnement du réseau au niveau des branchements privés et des bornes-fontaines.

Tableau 11: Évaluation des besoins et de la demande en eau

Année		2030	2040
Population pour le SAEP (habitants)		15 220	20 336
Consommation spécifique	Borne-fontaine (l/pers/j)	25	25
	Branchement privé (l/pers/j)	40	40
Taux de desserte	Borne-fontaine	24%	24%
	Branchement privé	56%	56%
Besoins annexes : 10% de Besoins BP		43	57
Rendement du réseau η		92%	90%
Coefficient de pointe journalier C_{pj}		1,1	1,1
Les besoins de pointe journaliers $Q_{pj}(m^3/j)$		641	857
Coefficient de pointe horaire retenu (C_{ph})	Borne-fontaine	2,31	2,20
	Branchement privé	2,07	1,99
Coefficient de pointe horaire retenu (C_{ph})	Borne-fontaine	2,30	2,20
	Branchement privé	2,00	2,00
Demande journalière de pointe (D_{jp}) (m^3/j)		701	952
Débit moyen horaire (Q_{mh}) (m^3/h)	Borne-fontaine	11,74	15,54
	Branchement privé	23,35	31,90
Débit de pointe horaire (Q_{ph}) (m^3/h)	Borne-fontaine	27,00	34,18
	Branchement privé	46,71	63,80
Débit de distribution (l/s)	Borne-fontaine	7,50	9,49
	Branchement privé	12,97	17,72

Il ressort de ce tableau que la demande journalière de pointe serait de 701 [m³/j] en 2030 et 952[m³/j] en 2040. Les débits de pointe horaire seront respectivement 9,49 [l/s] et 17,72 [l/s] pour les bornes-fontaines et les branchements privés en 2040.

V.1.4. Analyse et Discussion

Après analyse, il a été retenu un taux d'accroissement de la population de 2,94 %. Nous l'avons utilisé pour déterminer la population à l'horizon du projet qui sera de 25 420 habitants pour les trois villages. Les débits spécifiques retenus sont ceux donnés par le MEA pour un milieu rural. Un taux de desserte de 24 % pour les bornes fontaines et 56 % pour les branchements privés a été adopté. Ainsi, nous dimensionnerons le réseau avec un débit de distribution de 9,49 [l/s] pour les BF et 17,72 [l/s] pour les BP. La demande de pointe a été évaluée à 952 m³ /j à l'horizon du projet.

V.2. Réseau de distribution

Le tracé du réseau de distribution a été fait dans l'objectif d'assurer l'accès du réseau aux populations des trois (3) villages dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien (voir Plan de réseau en ANNEXE 3)

V.2.1. Ouvrages de distribution

À l'horizon du projet (2040), il a été supposé que 56 % de la population s'alimentera en eau potable à travers des branchements privés et 24 % à travers les bornes-fontaines ; les 20 % restants continueront à s'alimenter à partir de points d'eau modernes.

Le Tableau 12 donne la proportion des personnes desservies par des bornes-fontaines et celles desservies par des branchements privés.

Tableau 12 : Population desservie par BP et BF

Villages	Année	2020	2030	2040
NIANABA	Population totale	5007	6690	8940
Desserte SAEP (80 %)	Habitants	1637	5352	7152
BP (56 %)	Habitants	4910	3747	5006
BF (24%)	Habitants	1147	1606	2146
YOROKOFESSO	Population totale	4641	6201	8286
Desserte SAEP (80 %)	Habitants	1518	4961	6629
BP (56 %)	Habitants	455	3473	4640
BF (24 %)	Habitants	1063	1488	1989
TOUSSIANA	Population totale	4590	6133	8195
Desserte SAEP (80 %)	Habitants	1501	4906	6556
BP (56 %)	Habitants	450	3434	4589
BF (24 %)	Habitants	1051	1472	1967

Il ressort de ce tableau qu'à l'horizon du projet, 14 235 personnes seront desservies par branchements privés et 6102 personnes par bornes-fontaines.

V.2.2. Détermination du nombre et du débit des bornes-fontaines

V.2.2.1. Détermination du nombre théorique des points de desserte

Le tableau 13 présente le nombre théorique des points de desserte.

Tableau 13 : Détermination du nombre théorique de points de desserte

Année	2030			2040		
	Toussiana	Nianaba	Yorokofesso	Toussiana	Nianaba	Yorokofesso
Villages						
Population alimentée par BP	3434	3747	3473	4589	5006	4640
Charge d'un BP	9	9	9	9	9	9
Nombre de BP	382	416	386	510	556	516
Population alimentée par BF	1472	1606	1488	1967	2146	1989
Charge d'une BF	500	500	500	500	500	500
Nombre de BF	3	4	3	4	5	4

Ainsi, nous avons 10 bornes-fontaines en 2030 contre 13 bornes-fontaines en 2040.

V.2.2.2. Calcul du débit théorique de bornes-fontaines

La détermination du débit théorique des bornes-fontaines est faite dans le tableau 14.

Tableau 14 : Détermination du débit théorique des BF

Villages	TOUSSIANA	YOROKOFESSO	NIANABA
Année	2040		
Nombre d'habitants par BF	500		
Population desservie par les BF	1967	1989	2146
Débit de pointe des BF [l/s]	3,06	3,09	3,34
Débit théorique d'une BF [l/s]	0,77	0,77	0,67

Il ressort de ce tableau que le débit théorique des bornes-fontaines est de 0,77 [l/s] pour les villages de Toussiana et Yorokofesso et 0,67 [l/s] pour le village de Nianaba en 2040. Il sera donc retenu un débit moyen de **0.73** [l/s] pour une BF à équiper par 03 robinets : 1 de 0,33 [l/s] pour les gros récipients et fûts, 2 de 0,20 [l/s].

V.2.3. Dimensionnement du réseau de distribution

V.2.3.1. Tracé du réseau

Le tracé donne un réseau de 20 037 m de distribution pour desservir 13 bornes fontaines et 1582 branchements privés et 6309 [m] pour le refoulement à l'horizon du projet. La conduite principale de distribution et celles desservant des bornes fontaines sur une distance inférieure à vingt (20) mètres n'assureront pas de service en route. Ces conduites couvrent une longueur totale de 841 m.

V.2.3.2. Calcul des débits fictifs

Le débit de dimensionnement des branchements privés sera considéré comme un débit reparti sur des conduites alimentant les parcelles. Le débit de 17,72 [l/s] a été réparti sur une longueur de 19 196 [m]. Il en résulte un débit unitaire de $q = 0,000\ 923$ [l/s/ml]. Les débits des bornes fontaines seront ponctuels. Nous déterminerons ainsi les débits des tronçons par la méthode suivante :

Différentes étapes :

1. Le débit de dimensionnement des branchements privés sera considéré comme un débit reparti sur des conduites alimentant les Parcelles ;

Le débit de distribution des branchements privés 17,72 [l/s] a été réparti sur une longueur de 19 196 [m]. Il en résulte un débit unitaire de $q = 0,000\ 923$ [l/s/ml].

Avec ce débit spécifique, nous avons déterminé les débits linéaires dans les tronçons sur tout le réseau.

Le débit linéaire sur chaque tronçon est reparti en deux pour alimenter chaque nœud ;

Le débit au nœud Ni est alors déterminé en faisant la somme $Q_{\text{linéaire}}/2$ des tronçons qui sont liés au nœud Ni .

2. Les débits des bornes-fontaines seront ponctuels ;

Nous déterminerons ainsi les débits des tronçons par le cumul des débits de consommation au nœud dans le sens Aval-Amont. La méthode utilisée a été vérifiée en appliquant la loi des nœuds au nœud N6, N14, N27, N1 (voir Annexe 4 pour le calcul).

Tableau 15 : Débit fictif des conduites

Villages	Tronçons	Longueur (m)	Conso au nœud aval (l/s)	Débit (l/s)
Yorokofesso	Res-N1	763	0,26	27,29
	N1-N35	185	0,40	18,75
	N35-N36	266	0,35	1,71
	N36-BF3	133	0,79	0,79
	N36-N37	368	0,37	0,57
	N37-N38	432	0,20	0,20
	N35-N32	409	0,54	16,64
	N32-N33	453	0,36	1,25
	N33-BF5	16	0,73	0,73
	N33-N34	337	0,16	0,16
	N32-N27	312	0,52	14,84
	N27-N28	413	0,46	2,07
	N28-N29	244	0,11	0,11
	N28-N30	351	0,46	1,49
	N30-BF4	351	0,89	0,89
	N30-N31	299	0,14	0,14
	N27-N24	406	0,54	12,25
	N24-N25	159	0,33	1,31
	N25-N26	552	0,25	0,98
	N26-BF Po1	13	0,73	0,73
N24-N3	599	0,51	10,40	
N3-N22	496	0,73	9,90	
N22-N23	860	0,40	0,40	
Toussiana	N22-N19	228	0,30	8,77

**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE DANS LA COMMUNE DE
TOUSSIANA, REGION DES HAUTS-BASSINS, BURKINA FASO**

Villages	Tronçons	Longueur (m)	Conso au nœud aval (l/s)	Débit (l/s)
	N19-N20	77	0,33	1,36
	N20-BF1	17	0,73	0,73
	N20-N21	639	0,29	0,29
	N19-N5	340	0,53	7,12
	N5-N8	67	0,56	5,09
	N8-N10	813	0,38	0,38
	N8-N11	338	0,74	4,15
	N11-N12	925	0,43	0,43
	N11-N13	350	0,33	2,98
	N13-N14	372	0,38	2,64
	N14-N15	187	0,25	1,14
	N15-BF2	22	0,74	0,74
	N15-N16	334	0,15	0,15
	N14-N17	263	0,26	1,12
	N17-BF9	142	0,80	0,80
	N17-N18	149	0,07	0,07
	N5-N6	483	0,43	1,37
	N6-BF8	225	0,83	0,83
	N6-N7	232	0,11	0,11
	N5-N4	263	0,12	0,12
Nianaba	N1-N39	204	0,35	8,28
	N39-N40	205	0,30	1,24
	N40-BF10	10	0,73	0,73
	N40-N41	453	0,21	0,21
	N39-N42	353	0,62	6,69
	N42-BF11	205	0,82	0,82
	N42-N43	433	0,20	0,20
	N42-N44	358	0,33	5,04
	N44-BF6	6	0,73	0,73
	N44-N45	353	0,51	3,98
	N45-N46	440	0,41	1,35
	N46-BF.Po2	16	0,73	0,73
	N46-N47	451	0,21	0,21
	N45-N48	316	0,65	2,12
	N48-N49	862	0,52	1,37
	N49-BF7	62	0,76	0,76
	N49-N50	203	0,09	0,09
N48-N2	224	0,10	0,10	

V.2.3.3. Diamètres du réseau et estimation de la cote de calage du réservoir

Le tableau de dimensionnement du réseau de distribution est présenté en ANNEXE 5.

Son analyse laisse ressortir les résultats essentiels contenus dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 16 : Caractéristiques altimétriques du château d'eau

Cote minimale exploitable théorique du château ou cote du radier (m) =	506,32
Hauteur théorique sous cuve déduite(m)=	4,32
Hauteur sous cuve retenue (m)=	5,00
Cote radier retenue(m)=	507,00

La pression minimale à observer dans ces conditions de réalisation du château est de 10,10 mCE contre une maximale de l'ordre de 36,45 mCE

Les résultats de tracé et de dimensionnement du réseau de distribution laissent apparaître :

- 20 037 m de conduites à poser dont :
 - 19 959 m serviront de réseau de distribution ;
 - 78 m raccorderont des bornes fontaines.

Ainsi, le plus gros diamètre à poser sera du DN 250 mm et le plus petit du DN 63 mm selon les exigences de l'ONEA, structure bénéficiaire : les vitesses les plus faibles y sont observées pour une maximale de 0,70 m/s dans le réseau.

Tableau 17 : Longueurs du réseau de distribution et par diamètre de PVC PN 10

Longueur (m) de conduite par DN							
DN 250	763	4%	DN 110	1116	6%	DN 50	78
DN 200	1312	7%	DN 90	3192	16%		
DN 160	2220	11%	DN 63	11 356	57%		
Réseau de distribution						Raccordement BF	

Tableau 18 : Répartitions des pressions aux nœuds

Pression en (m)	P<10	10<P<20	20<P<30	P>30
Nombre de Nœuds	0	35	26	1

Tableau 19 : Répartition des vitesses dans les tronçons

Vitesse en (m/s)	$V < 0,1$	$0,1 < V < 0,3$	$0,3 < V < 1,2$	$V > 1,2$
Nombre de tronçons	13	10	39	0

Les résultats obtenus avec Excel ont été vérifiés avec Epanet (voir ANNEXE 6)

V.2.3.4. Carnet de nœuds :

Le carnet de nœuds est un élément du dossier d'exécution. Un carnet montrant les assemblages de quelques nœuds du réseau a été proposé (voir ANNEXE 8).

V.2.3.5. Discussions et Analyse

Le réseau de distribution a une longueur totale de 20 037 [m]. Le diamètre minimal retenu est le PVC 63 pour la majorité des conduites et une vitesse minimale 0,03 [m/s] pour le tronçon N18-N17 ; tandis que le diamètre maximal est le PVC DN 250 pour le tronçon Res-N1 et la vitesse maximale est 0,70 [m/s] dans le tronçon N1-N35. Les conduites alimentant les bornes fontaines avec une longueur supérieure à 20 m sont considérées comme des conduites de distribution et celles inférieures à 20 m sont considérées comme des branchements privés avec un diamètre DN50. Cependant, nous remarquons des vitesses très faibles dans la plupart des conduites d'extrémités. Cela est dû au fait que le débit transité est très faible pour un diamètre DN63 imposé pour le réseau de distribution. Nous formulons deux propositions :

Proposition 1 : Les conduites à l'extrémité avec des débits inférieurs à 0,1 m/s seront dimensionnées avec leurs débits linéaires ; cela va entraîner la diminution des débits au nœud amont. Nous remarquons une augmentation des vitesses. Néanmoins, certaines vitesses restent toujours faibles (voir ANNEXE 7). Ce qui nous amène à la proposition suivante

Proposition 2 : En plus du dimensionnement avec les débits linéaires, nous proposons que ces conduites soient réservées pour des branchements particuliers. Un grand changement sera observé au niveau des vitesses de ces conduites (voir ANNEXE 7).

Une attention particulière sera accordée aux conduites où les vitesses sont en dessous de 0,3 (m/s) lors de la mise en œuvre du projet.

D'après nos calculs nous avons une cote minimale exploitable de 507 m et une hauteur sous cuve de 5 m. Les résultats obtenus avec le logiciel Excel ont été vérifiés avec le logiciel Epanet.

V.3. Ouvrage de stockage

V.3.1 Détermination de la capacité utile du réservoir

$C_u = 0,3 * V_j = 285,6m^3$. Nous retiendrons donc un château d'eau de $300m^3$.

Nous avons choisi un réservoir tronconique surélevé en béton armé posé sur piliers de volume **300 m³**

Tableau 20 : Dimensions de la cuve tronconique de 300 m³.

Désignation		Valeurs	Unités
Rayon supérieur du tronc de cône	R	7	m
Rayon inférieure du tronc de cône	r	3	m
Hauteur du tronc de cône	H	4,3	m
Volume du tronc de cône	Vtc	330,92	m ³
Rayon de la cheminée	Rc	1	m
Hauteur de la cheminée	H	4	m
Largeur	l	4	m
Angle alpha en degré	α	69,74	°
Angle alpha en radian	α	1,22	rad
Volume de la cheminée		12,57	m ³
Rayon de la coupole inférieure	R2	6 375	m
Fleche de la coupole inférieure	f2	0,75	m
Volume segment sphérique	V3	10,82	m ³
Volume requis du projet	Vprojet	300	m ³
Volume réel du tronc de cône	Vréel	307,5	m ³
Volume excédentaire	Vexc	7,5	m ³
Hauteur utile d'eau (m)		4,00	m
Hauteur totale de la cuve		4,30	m

Du volume requis pour le projet dérive un volume excédentaire de $7,5 m^3$.

V.3.2. Discussions et Analyse

Le choix du réservoir dépend entre autres de sa capacité de stockage, le coût et la facilité de mise en œuvre. Il faut noter qu'en milieu rural au Burkina Faso, deux types de réservoirs sont utilisés en adduction d'eau potable ; les réservoirs en aciers inoxydables possédant les avantages suivants : une fabrication locale, le coût relativement réduit, le démontage facile et la possibilité de réutilisation. Il y a également les réservoirs en béton armé utilisé surtout par l'ONEA dont l'avantage est l'utilisation des matériaux locaux et la possibilité de stocker une grande quantité d'eau.

Cependant, dans le document de PN-AEP, le type de réservoir n'est pas mentionné.

Compte tenu de la capacité de notre réservoir, nous avons opté pour un réservoir en béton armé. Nous avons choisi un réservoir tronconique surélevé en béton armé posé sur piliers de volume 300 m³. L'ouvrage est de classe A, c'est-à-dire que le béton assure sa propre étanchéité et toutes les épaisseurs seront prises supérieures ou égales à 15 cm et les sections d'aciers placées en double nappe.

V.4. Ressource en Eau

Dans le cadre du projet il a été réalisé deux forages FR1 et FR3. Les débits après développement sont FR1 52 m³/h et FR3 43 m³/h. Les coupes des forages sont **ANNEXE 13**. Finalement après pompages, il a été retenu des débits d'exploitation respectivement de 33 m³/h et de 30 m³/h. Les analyses physico-chimiques et bactériologiques pour les deux forages sont en annexe (**ANNEXE 14**). Ces analyses montrent que l'eau brute a une qualité potable selon les critères de l'OMS. Nous vous proposons un schéma type de tête de forage en annexe (**ANNEXE 15**).

Les caractéristiques principales des forages d'exploitation sont les suivantes :

Tableau 21 : Caractéristiques des forages d'exploitation

Forages	Profondeur (m)	Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Débits d'exploitation (m ³ /h)
FR1	112,48	5,48	33	33
FR3	177, 88	5,07	27	30

V.5. Réseau d'adduction

V.5.1. Dimensionnement de la conduite de refoulement

Nous estimons les distances de la tête du forage FR1 au point C à 2718 m transitant un débit de 33 m³/h et du forage FR3 au point C à 886 m transitant un débit de 30 m³/h. Les deux débits transiteront sur une conduite de 2629 m du point de rencontre C au château d'eau.

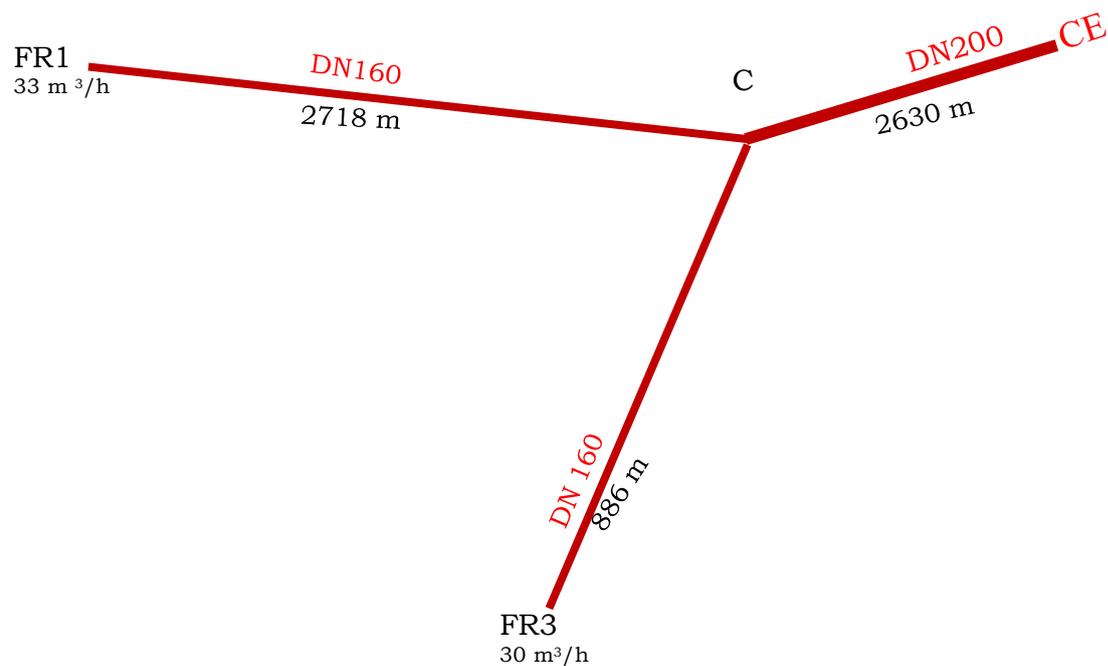


Figure 4 : Modèle du réseau de refoulement

Tableau 22: Dimensionnement des conduites de refoulement du FR3 au point C

	Dth(m)	Dchoisi(m)	DN(mm)	V(m/s)	Condition de vitesse économique
Bedjaoui	0,116	0,141	160	0,53	Vérifiée
Bresse	0,137	0,141	160	0,53	Vérifiée
Bresse Modifiée	0,162	0,176	200	0,34	Non Vérifiée
Munier	0,124	0,141	160	0,53	Vérifiée

Tableau 23: Dimensionnement des conduites de refoulement du FR1 au point C

	Dth(m)	Dchoisi(m)	DN (mm)	V(m/s)	Condition de vitesse économique
Bedjoui	0,122	0,141	160	0,59	Vérifiée
Bresse	0,144	0,176	200	0,38	Non Vérifiée
Bresse Modifiée	0,167	0,176	200	0,38	Non Vérifiée
Munier	0,130	0,141	160	0,59	Vérifiée

Tableau 24: Dimensionnement des conduites de refoulement du C au pied du château

	Dth(m)	Dchoisi(m)	DN(mm)	V(m/s)	Condition de vitesse économique
Bedjaoui	0,168	0,176	200	0,72	Vérifiée
Bresse	0,198	0,231	250	0,42	Non Vérifiée
Bresse Modifiée	0,208	0,220	250	0,46	Non Vérifiée
Munier	0,180	0,176	200	0,72	Vérifiée

V.5.2. Choix de la pompe immergée

Réseau en PVC PN 16 bars, colonne d'exhaure en acier inoxydable DN 100 mm et colonne d'alimentation du château en Fonte ductile DN 200

Tableau 25: Paramètre de calculs

Hauteur géométrique au FR3 = 87,3 m		Hauteur géométrique au FR1 = 86,3 m	
Pertes de charge selon Manning Strickler avec :	Ks =120	conduites plastiques	Coefficient de pertes de charge singulières = 1,10
	Ks =90	pour conduites en fonte et en acier inoxydable	

- **Pompage simultané aux deux forages**

Tableau 26: Détermination de la HMT requise pour un pompage simultané

Tronçons	Q(m ³ /h)	L(m)	Di(m)	DN (mm)	U(m/s)	J tronçon(m)	Grundfos potentiel		
Exhaure 3	30	36	0,100	105	1,06	0,75	Hmt (m)	Type	Puis.kW
FR3 – C	30	886	0,141	160	0,53	1,67	FR3		
Exhaure 1	33	30	0,1	105	1,17	0,76	95,38	SP30-13	11,00
FR1-C	33	2718	0,141	160	0,59	6,19	FR1		
C -D	63	2629	0,176 2	200	0,72	6,65	100,91	SP30-15	15,00
D - TP	63	10	0,200	200	0,56	0,01			

○ **Pompage alterné des deux forages**

* **Le forage 1 seul**

Tableau 27 : Détermination de la HMT requise pour un pompage de FR3

Tronçons	Q(m ³ /h)	L(m)	Di(m)	DN (mm)	U(m/s)	J tronçon(m)		Grundfos potentiel	
Exhaure 3	30	36	0,100	105	1,06	0,75	Hmt (m)	Type	Puis.kW
FR3 - C	30	886	0,141	160	0,53	1,67			
C -D	30	2629	0,176 2	200	0,34	1,51	90,23	SP30-12	11,00
D - TP	30	10	0,200	200	0,27	0,003			

* **Le forage 3 seul**

Tableau 28: Détermination de la HMT requise pour un pompage de FR1

Tronçons	Q(m ³ /h)	L(m)	Di(m)	DN (mm)	U(m/s)	J tronçon(m)		Grundfos potentiel	
Exhaure 1	33	30	0,100	105	1,17	0,76	Hmt (m)	Type	Puis.kW
FR1- C	33	2718	0,141	160	0,59	6,19			
C -D	33	2629	0,176 2	200	0,38	1,82	96,08	SP30-14	13,00
D – TP	33	10	0,200	200	0,29	0,004			

Les pompes à choisir doivent vaincre les HMT de 95,38 [m] et 100.91[m] avec un débit respectivement de 30 [m³/h] et 33[m³/h] quand elles fonctionnent simultanément.

Ces contraintes se ramènent à 90,23 m et 96,08 m en fonctionnement alternatif.

Sur la base du débit et de la hauteur manométrique totale (HMT), nous retiendrons un équipement des forages pour un fonctionnement alterné pour la période 2020-2030, afin de moins investir pour les pompes et maintenir les forages par leur fonctionnement.

▪ **Vérification du point de fonctionnement**

Les valeurs utilisées pour le tracé des courbes caractéristiques des pompes et de la conduite de refoulement sont consignées dans les tableaux suivants :

Tableau 29: Données de détermination du point de fonctionnement de la pompe 1 (FR3)

SP30-12										
Q(m ³ /h)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Hmt(m)	136	137	134	127	120,3	114	106	97	83,5	66
Rend(%)	0	22	40	55	65	70	74,5	76	74,5	67
CC conduite	86,30	86,37	86,57	86,91	87,38	87,99	88,74	89,61	90,63	91,78

La figure ci-dessous donne le point de fonctionnement de la pompe 1

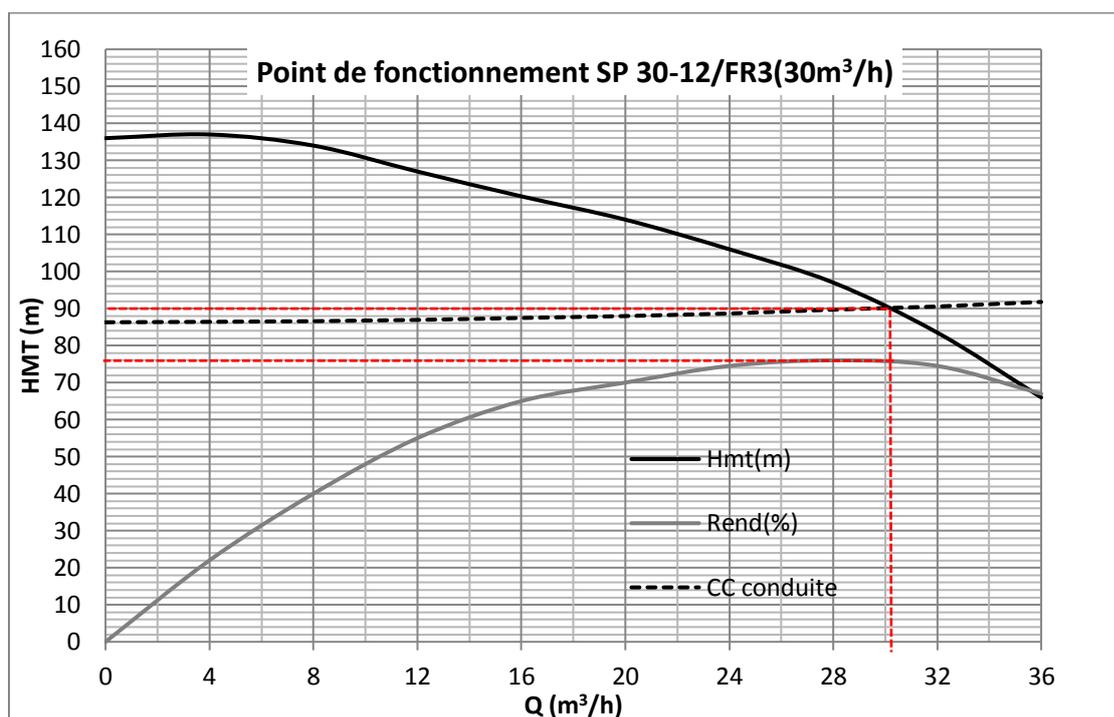


Figure 5: Détermination du point de fonctionnement de la pompe FR3

La pompe retenue est une pompe Grundfos SP 30-12 MS 6000 avec puissance absorbée de 11 [KW] et un rendement 75 %. Au point de fonctionnement, elle délivre un débit de 30,2 [m³/h] avec une HMT de 90,5 [m]. (Voir ANNEXE 17)

Tableau 30: Données de détermination du point de fonctionnement de la pompe 2 (FR1)

SP30-14										
Q(m ³ /h)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Hmt(m)	160	161	156	149	141	133	124,2	113	98	78
Rend(%)	0	22	40	55	65	70	74,5	76	74,5	67
CC conduite	87,30	87,43	87,82	88,46	89,36	90,52	91,94	93,62	95,55	97,74

La figure ci-dessous donne le point de fonctionnement de la pompe

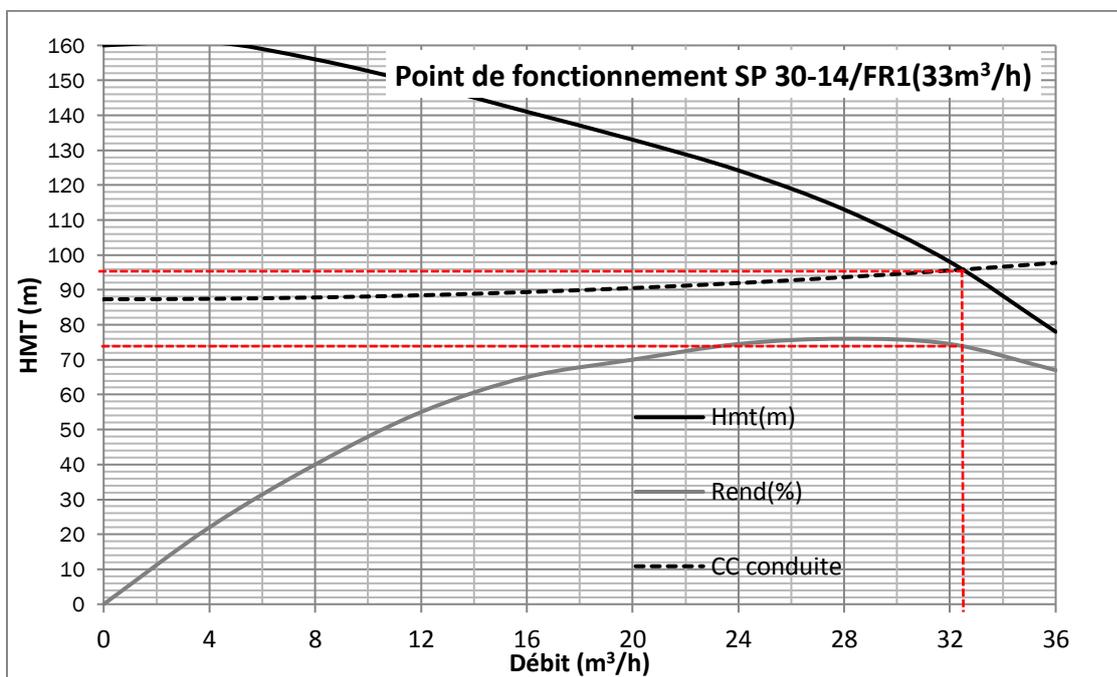


Figure 6: Détermination du point de fonctionnement de la pompe FR1

La pompe retenue est une pompe Grundfos SP 30-14 MS 6000 avec puissance absorbée de 13 [KW] et un rendement de 73%. Au point de fonctionnement, elle délivre un débit de 32,5 [m³/h] avec une HMT de 95[m]. (Voir ANNEXE 17)

V.5.3. Etude du phénomène de béliet

Les paramètres consignés dans le tableau suivant ont permis la vérification du phénomène de béliet.

- Phénomène de bélier.

Tableau 31: Vérification du Phénomène de bélier

Cas d'arrêt brusque d'une pompe	FR1- Château	FR3-Château
	FR1-C	FR3-C
Vitesse V(m/s)	0,59	0,53
Célérité de l'onde a (m/s)	330	330
g (N/kg)	9,81	9,81
ΔH (m)	19,85	17,83
PN(m)	160	160
P atm(m)	10,33	10,33
HMT(m)	95,00	90,54
HMT + ΔH (m)-colonne d'exhaure	84,85	72,7
HMT - ΔH (m)- colonne d'exhaure	45,15	36,71

L'étude des surpressions et dépressions qui seront créés dans les conduites de refoulement à la suite d'une fermeture rapide de vanne a été effectuée. Avec une célérité d'onde maximale de **330** [m/s] dans les conduites du FR1- Château de même que du FR3-Château, nous obtenons des valeurs de surpression respectivement de **19,85** [m] et **17,83** [m]. La pression maximale attendue dans la conduite (HMT+ H-exhaure = 84 ,85 m) reste inférieure à la pression nominale de 160 m de la conduite et la minimale de 36,71 m est de loin supérieure à la pression atmosphérique.

V.5.4. Discussions et Analyse

Après analyse, nous retiendrons la formule de Bedjaoui qui donne des diamètres théoriques plus fiables par rapport aux trois autres formules.

Le Diamètre PVC PN 16 DN 160 sera retenu pour les conduites respectivement du FR3 au point C et FR1 au point C. A partir du point de rencontre C au pied du château, il sera retenu le diamètre PVC PN 16 DN 200. La colonne montante de la pompe sera en acier inox DN 100. Cependant, le choix final du diamètre nous sera imposé par le diamètre de sortie du groupe électropompe. Celle au pied du château sera en fonte ductile DN 200. Nous vous présenterons les profils en long des forages FR1 et FR3 au château en (**ANNEXE 17**). Un dispositif de protection antibélier ne sera pas nécessaire, car le PN choisi convient.

V.6. Source d'énergie

L'alimentation en énergie électrique des forages sera assurée par le réseau électrique de la SONABEL, la puissance d'abonnement à souscrire est de 45,25 kVA tenant compte d'un coefficient d'apparence pris égale à 1,15. Ainsi la SONABEL pourra mettre à notre disposition leur plus petit transformateur qui a une puissance de 50kVA. Un groupe électrogène de type PANTHER-45 YC sera installé au niveau de chaque station de pompage (Annexe 18)

▪ Groupe électrogène

Tableau 32: Détermination de la puissance du groupe électrogène

Pompe	Point de fonctionnement		η_{pompe} (%)	η_{moteur} (%)	Facteur de puissance $\cos \varphi$	Intensité nominale I_n (A)	P_u (kW)	Puissance apparente S (kVA)
	Q (m ³ /h)	H (m)						
SP30-12	30,20	90,50	0,75	0,83	0,72	45,00	11,00	33,44
SP30-14	32,50	95,00	0,73	0,83	0,71	54,50	13,00	39,35

VI. Coût des travaux

Après le dimensionnement de tous les ouvrages, l'estimation financière de projet est nécessaire pour déterminer le cout unitaire de chaque travail.

VI.1. Devis estimatif

Le montant de la réalisation de ce projet est estimé à **580 000 000 FCFA (cinq-cent-quatre-vingts-millions de francs CFA)**.

(Voir les détails en ANNEXE 21)

VI.2. Prix du m³ de l'eau

Le prix de revient d'un m³ est estimé à 122 FCFA. Ce qui est moins élevé que le prix actuel du mètre cube d'eau (188 FCFA) de la première tranche (0 à 8m³) de l'ONEA. Cela dit, nous conformerons aux tarifs de vente de l'eau fixé, par l'ONEA (voir ANNEXE 22).

VII. Etude d'Impact Environnemental

VII.1. Impacts Négatifs

Les impacts négatifs lors de la réalisation du projet sont entre autres :

- Dégradation de la qualité de l'air due aux émissions gazeuses et des poussières ;
- Pollution des sols par les déchets du chantier et dégradation de la structure du sol ;
- Perturbation des habitudes de la population due aux nuisances sonores occasionnées par la circulation des véhicules au moment des travaux d'installation ;
- Désagréments occasionnés par la pose des conduites si ces dernières traversent des champs, des rues et des routes.
- Prolifération des moustiques, vecteurs de maladies dues à l'humidité au niveau des bornes-fontaines ;
- Risques de grossesses indésirées, des MST et IST dus à la présence des ouvriers sur le site.

VII.2. Impacts Positifs

Les avantages du projet sont entre autres :

- La création d'emploi pour la population de la localité ;
- Afflux de migrants dans la zone ;
- Amélioration de la qualité de vie des populations par la consommation d'eau potable ;
- Le château d'eau pourra contribuer à l'embellissement du village (spot publicitaire) ou servir de repère pour les gens de la localité ;
- Le bétail également aura de l'eau en quantité et qualité suffisante et cela va contribuer à développer l'élevage dans les 3 villages.

VII.3. Mesures d'atténuation

Les mesures ci-dessous visent à atténuer les effets négatifs du projet sur l'environnement :

- Arroser les voies pendant les travaux ;
- La bonne gestion du camionnage (heures d'activités, vitesse de roulement) et l'information de la population à l'avance ;
- La mise en place des mesures de compensation au profit de la population dont les champs ont été traversés ;

- La sensibilisation des fontainiers au maintien de l'hygiène aux alentours des bornes-fontaines ;
- La sensibilisation de la jeunesse sur le bon comportement et sur les conséquences d'une sexualité à risque ;
- Le reboisement en lieu et place des arbres coupés.

VII.4. Analyse et discussion

Le projet aura pour effet d'augmenter le taux d'accès à l'eau dans les périmètres concernés. Conséquemment, la santé des populations devra s'améliorer par l'adoption de comportements favorables à l'hygiène liée à l'eau. Le projet va alléger également le travail des femmes en réduisant la corvée d'eau.

VIII. Conclusion et Recommandations

VIII.1. Conclusion

L'innovation du PN-AEP, aux moyens d'atteindre les objectifs du développement durable (ODD) par la création des centres de production d'eau permettra ainsi à plusieurs communes d'avoir un accès à l'eau à un coût social. Ainsi, le présent mémoire nous a permis d'étudier les options techniques qui peuvent contribuer à l'amélioration de l'alimentation en eau potable pour une population d'environ 20 337 habitants à l'horizon 2040 avec deux forages comme source d'alimentation. Ces analyses nous ont permis de cerner les besoins en eau et la disponibilité de la ressource. Cependant, nous n'avons pas tenu compte des besoins de la population de WEMPEA I dans le dimensionnement de notre réseau. Ce village est situé à environ 8,56 km du réseau. Et selon le PN-AEP, l'ONEA devra intervenir dans les villages rattachés à la zone où il intervient dans la limite d'un rayon de 5km. Néanmoins, nous ferons des recommandations pour pallier à leur besoin.

Le coût global de ce projet est estimé à 580 000 000 FCFA avec un coût moyen de revient de 122 FCFA par mètre cube. Le prix de vente du mètre cube sera conforme aux tarifs de l'ONEA en vigueur.

VIII.2. Recommandations

Pour une réalisation optimale du projet, nous recommandons les actions suivantes :

- Mener des campagnes de sensibilisation à l'endroit de la population afin de susciter son implication dans la réalisation du projet ;
- Placer des bornes de repérage le long de tronçons : couleur rouge pour les conduites d'eau brute et bleue pour les conduites d'eau potable ;
- Accorder une attention particulière aux conduites qui enregistrent des vitesses inférieures à 0,3 m/s : les vidanges dans ces zones doivent être régulières ;
- Récupérer les forages qui alimentaient l'AEPS de Toussiana. Ils pourront servir au renforcement de la capacité de production du centre ;
- Respecter des règles d'exploitation des forages et de gestion des bornes-fontaines.

IX. BIBLIOGRAPHIE

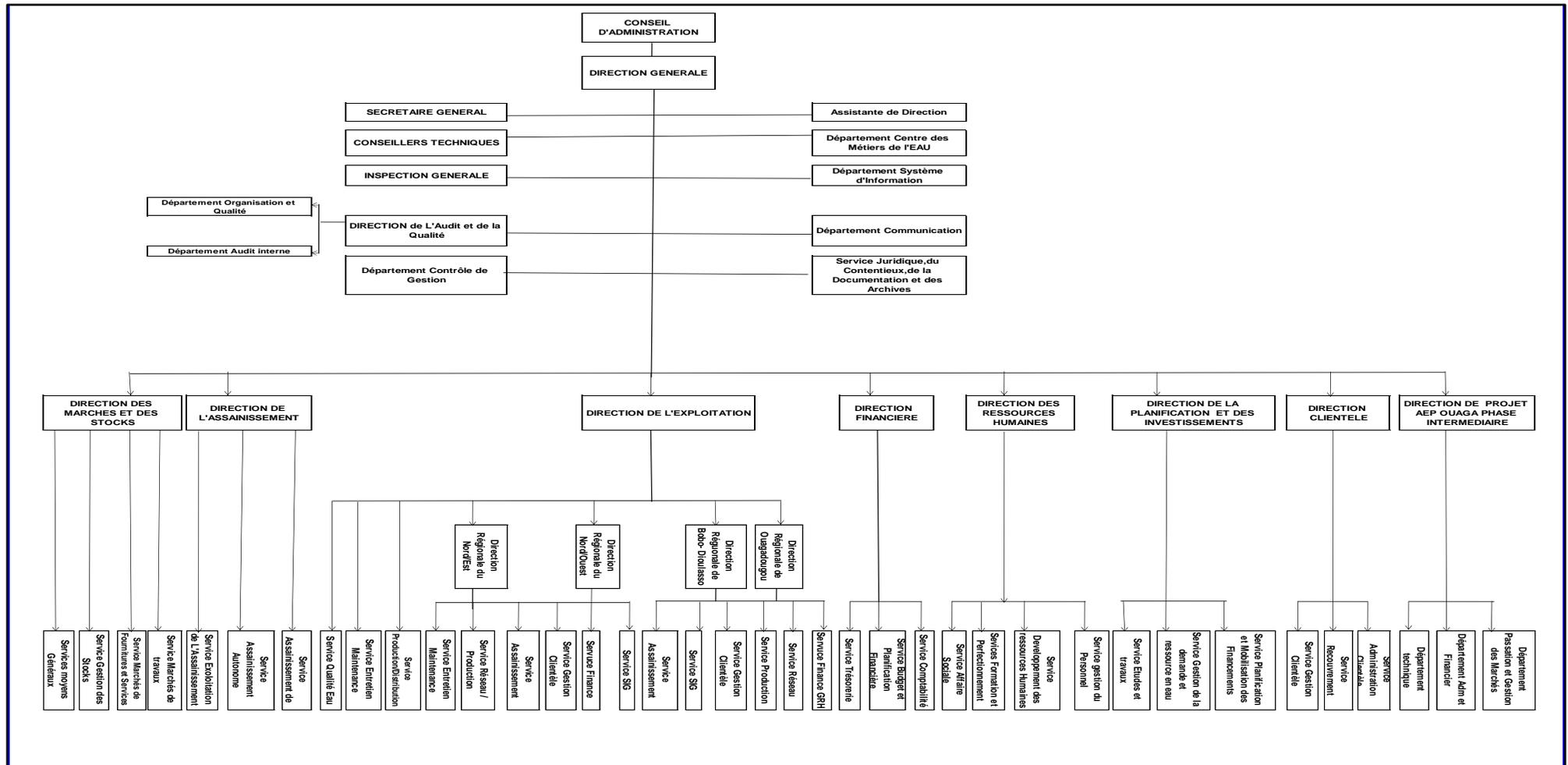
1. Rapports d'exploitation de l'ADAE (2015, 2016, 2017) ;
2. Plan Communal de Développement de Toussiana (2008-2012 et 2014-2018) ;
3. Recensement Général de la Population et de l'Habitation RGPH (2006)
4. INSD. Projections démographiques des communes du BURKINA FASO 2007-2020. 2017 ;
5. Denis ZOUNGRANA, (2003) « Cours d'approvisionnement en eau potable à l'EIER » ;
6. Béga Urbain OUEDRAOGO. Cours sur la qualité des eaux naturelles et des eaux de consommation (besoins et demande en eau, tirage 2006),
7. Béga Urbain OUEDRAOGO cours ouvrages constitutifs de systèmes d'AEP/adduction-réservoirs-réseaux de distribution ;
8. BIAOU, C. A. (2009). Cours d'hydraulique en charge 2iE.
9. Roland O. YONABA Cours Adduction D'eau potable « Calcul des ouvrages constitutifs des réseaux d'AEP » 2015.
10. MOUNIROU L. Essentiel de Dimensionnement des ouvrages hydrauliques et électromécaniques. 2018.
11. Fascicule 74 Cahier des clauses techniques générales (1998) ; construction des réservoirs en béton ;
12. Adamah MESSAN. Cours de dimensionnement des réservoirs en béton arme (2016).

X. ANNEXES

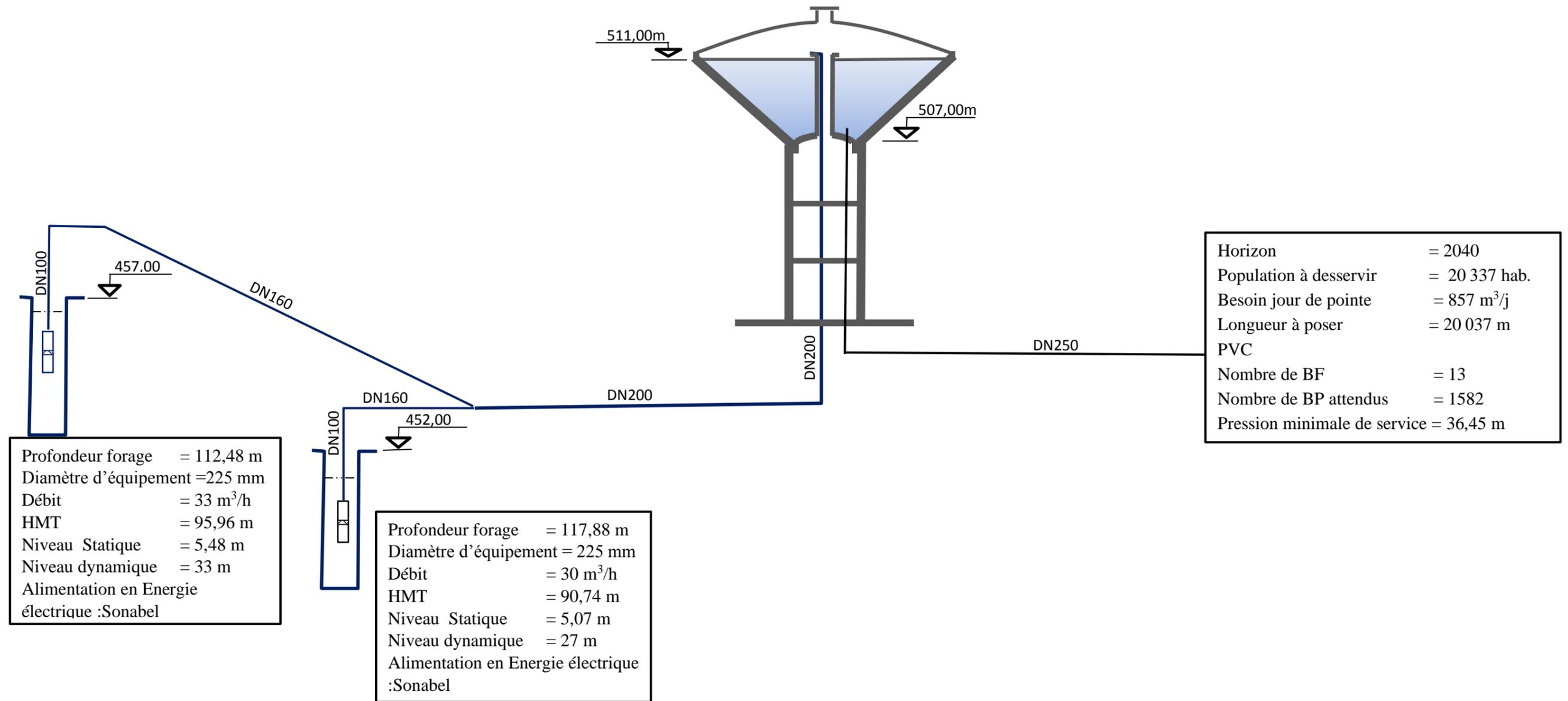
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1:Organigramme de l'ONEA adopté le 16 juillet 2018	xii
Annexe 2:Schéma hydraulique du système d'AEP.....	xvi
Annexe 3:Plan du réseau.....	xviii
Annexe 4: Vérification de la loi de nœuds	xviii
Annexe 5: Dimensionnement du réseau de distribution et calage du radier du réservoir	xviii
Annexe 6: Simulation du réseau sur Epanet.....	xx
Annexe 7:Présentation des résultats en prenant en comptes les propositions 1 et 2	xxi
Annexe 8:Carnet des nœuds	xxii
Annexe 9:Regard de Vidange	xxvi
Annexe 10:Borne Fontaine.....	xxvii
Annexe 11:Coupe transversale et pose de conduite	xxviii
Annexe 12:Regard de Robinet vanne.....	xxix
Annexe 13:Fiche technique des forages FR1 ET FR3.....	xxx
Annexe 14:Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau	xxxii
Annexe 15:Coupe de la tête du forage	xxxvi
Annexe 16: Caractéristique des pompes.....	xxxvii
Annexe 17: Profil en long conduite de refoulement.....	xxxix
Annexe 18: Fiche technique du groupe électrogène	xl
Annexe 19: Devis estimatif et détermination du cout de revient	xli
Annexe 20: Tarif ONEA.....	xlvi
Annexe 21: Plan de Local d'exploitation	xlvii

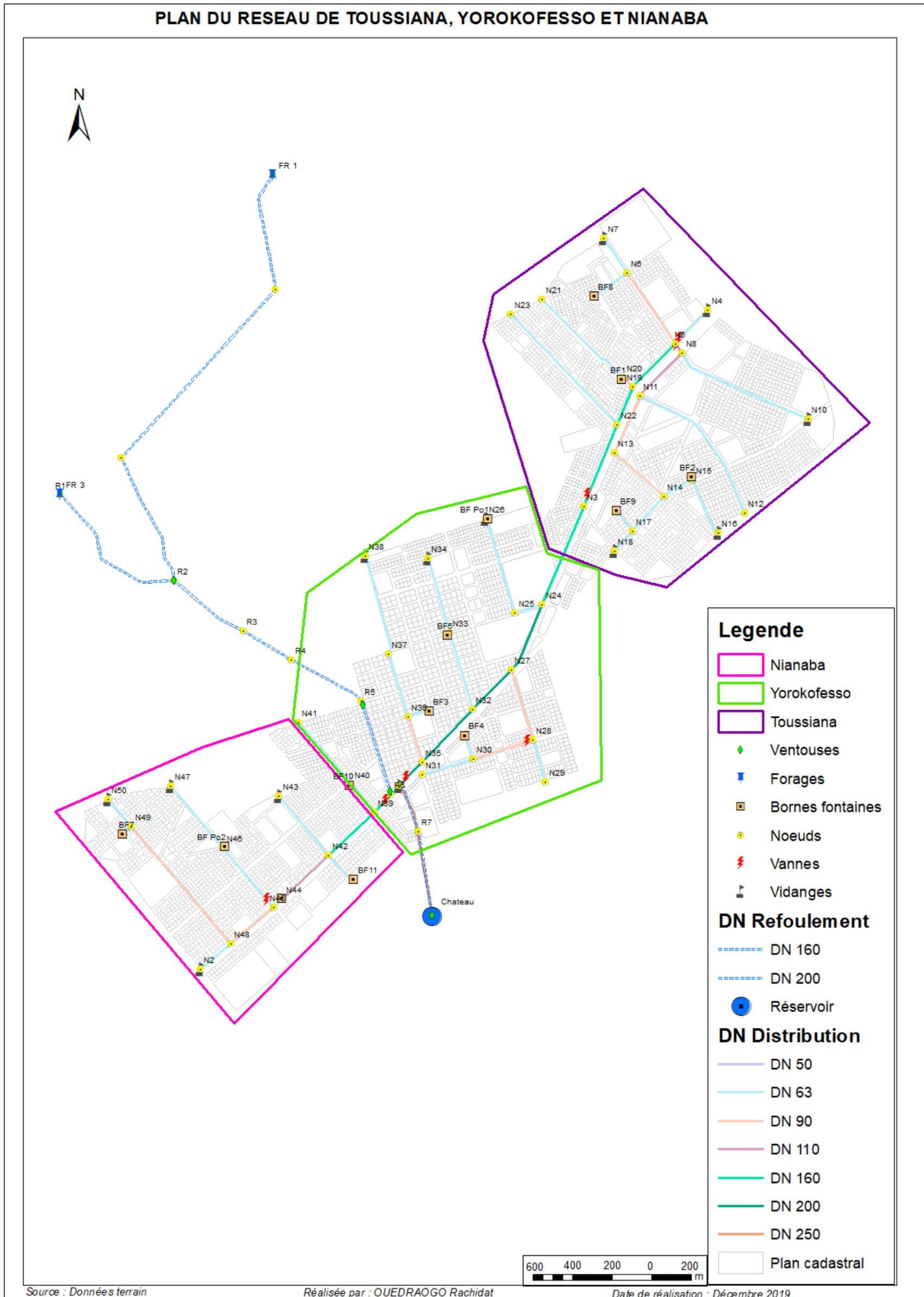
Annexe 1: Organigramme de l'ONEA adopté le 16 juillet 2018



Annexe 2: Schéma hydraulique du système d'AEP



Annexe 3: Plan du réseau



Annexe 4: Vérification de la loi de nœuds

Tableau : Vérification loi des nœuds N6

Débit soutiré au N6 (l/s)		0,434	Vérification de la loi des nœuds
Débit entrant (l/s)	N5-N6	1,37	0,000
Débits sortant (l/s)	N7-N6	0,11	
	N6-BF8	0,83	

Tableau : Vérification loi des nœuds N27

Débit soutiré au N27 (l/s)		0,522	Vérification de la loi des nœuds
Débit entrant (l/s)	N27-N32	14,84	0,000
Débits sortant (l/s)	N28-N27	2,07	
	N27-N24	12,25	

Tableau : Vérification loi des nœuds N14

Débit soutiré au N14 (l/s)		0,379	Vérification de la loi des nœuds
Débit entrant (l/s)	N14-N13	2,64	0,000
Débits sortant (l/s)	N17-N14	1,12	
	N15-N14	1,14	

Tableau : Vérification loi des nœuds N5

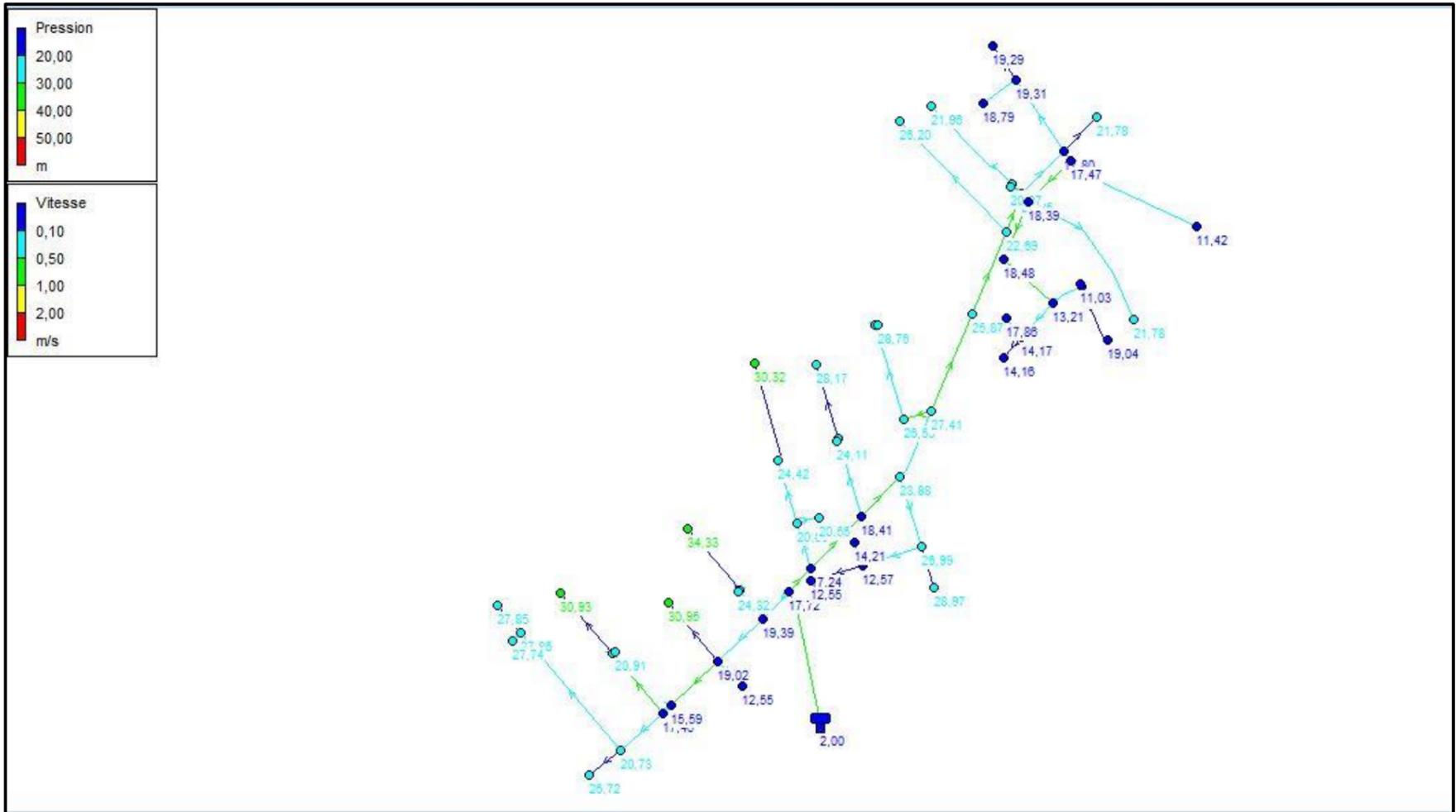
Débit soutiré au N5(l/s)		0,532	Vérification de la loi des nœuds
Débit entrant (l/s)	N5-N19	7,12	0,000
Débits sortant (l/s)	N5-N4	0,12	
	N5-N8	5,09	
	N5-N6	1,37	

Annexe 5: Dimensionnement du réseau de distribution et calage du radier du réservoir

Villages	Tronçons	Long. (m)	Débit (l/s)	Dth (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	condition de vitesse	Pdc (m)	Pdc cumul.(m)	Ztn aval(m)	Cote radier (m)	Ps min (mCE)
Yorokofesso	Res-N1	763	27,29	186,42	250	230,80	0,65	Bon	1,11	1,11	490	501,11	15,89
	N1-N35	185	18,75	154,49	200	184,60	0,70	Bon	0,42	1,53	490	501,53	15,47
	N35-N36	266	1,71	46,71	90	81,40	0,33	Bon	0,40	1,93	486	497,93	19,07
	N36-BF3	133	0,79	31,74	63	57,00	0,31	Bon	0,28	2,21	486	498,21	18,79
	N36-N37	368	0,57	26,90	63	57,00	0,22	Faible	0,40	2,33	482	494,33	22,67
	N37-N38	432	0,20	15,93	63	57,00	0,08	Faible	0,06	2,39	476	488,39	28,61
	N35-N32	409	16,64	145,54	200	184,60	0,62	Bon	0,73	2,26	488	500,26	16,74
	N32-N33	453	1,25	39,90	63	57,00	0,49	Bon	2,41	4,67	480	494,67	22,33
	N33-BF5	16	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,10	4,77	480	494,77	22,23
	N33-N34	337	0,16	14,08	63	57,00	0,06	Faible	0,03	4,70	476	490,70	26,30
	N32-N27	312	14,84	137,47	200	184,60	0,55	Bon	0,44	2,70	482	494,70	22,30
	N27-N28	413	2,07	51,32	90	81,40	0,40	Bon	0,90	3,60	478	491,60	25,40
	N28-N29	244	0,11	11,97	63	57,00	0,04	Faible	0,01	3,61	476	489,61	27,39
	N28-N30	351	1,49	43,57	90	81,40	0,29	Faible	0,40	4,00	492	506,00	11,00
	N30-BF4	351	0,89	33,70	63	57,00	0,35	Bon	0,95	4,94	490	504,94	12,06
	N30-N31	299	0,14	13,25	63	57,00	0,05	Faible	0,02	4,02	492	506,02	10,98
	N27-N24	406	12,25	124,90	200	184,60	0,46	Bon	0,39	3,10	478	491,10	25,90
	N24-N25	159	1,31	40,89	63	57,00	0,51	Bon	0,93	4,03	478	492,03	24,97
	N25-N26	552	0,98	35,41	63	57,00	0,39	Bon	1,82	5,84	474	489,84	27,16
	N26-BF Po1	13	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,08	5,93	474	489,93	27,07
N24-N3	599	10,40	115,08	160	147,60	0,61	Bon	1,38	4,47	478	492,47	24,53	
Toussiana	N3-N22	496	9,90	112,25	160	147,60	0,58	Bon	1,03	5,50	480	495,50	21,50
	N22-N23	860	0,40	22,48	63	57,00	0,16	Faible	0,46	5,96	476	491,96	25,04
	N22-N19	228	8,77	105,66	160	147,60	0,51	Bon	0,37	5,88	482	497,88	19,12
	N19-N20	77	1,36	41,54	90	81,40	0,26	Faible	0,07	5,95	482	497,95	19,05
	N20-BF1	17	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,10	6,05	482	498,05	18,95
	N20-N21	639	0,29	19,38	63	57,00	0,12	Faible	0,19	6,14	480	496,14	20,86
	N19-N5	340	7,12	95,18	160	147,60	0,42	Bon	0,37	6,24	484	500,24	16,76
	N5-N8	67	5,09	80,48	110	101,60	0,63	Bon	0,27	6,51	484	500,51	16,49
	N8-N10	813	0,38	21,86	63	57,00	0,15	Faible	0,39	6,90	490	506,90	10,10
	N8-N11	338	4,15	72,69	110	101,60	0,51	Bon	0,91	7,42	482	499,42	17,58
	N11-N12	925	0,43	23,32	63	57,00	0,17	Faible	0,57	7,99	478	495,99	21,01
	N11-N13	350	2,98	61,57	90	81,40	0,57	Bon	1,58	8,99	480	498,99	18,01
	N13-N14	372	2,64	58,03	90	81,40	0,51	Bon	1,32	10,31	484	504,31	12,69
	N14-N15	187	1,14	38,18	90	81,40	0,22	Faible	0,12	10,44	486	506,44	10,56
	N15-BF2	22	0,74	30,70	63	57,00	0,29	Faible	0,04	10,48	486	506,48	10,52
	N15-N16	334	0,15	14,02	63	57,00	0,06	Faible	0,03	10,46	478	498,46	18,54
	N14-N17	263	1,12	37,76	63	57,00	0,44	Bon	1,12	11,56	482	503,56	13,44
	N17-BF9	142	0,80	31,83	63	57,00	0,31	Bon	0,31	11,87	478	499,87	17,13
	N17-N18	149	0,07	9,34	63	57,00	0,03	Faible	0,00	11,56	482	503,56	13,44
	N5-N6	483	1,37	41,84	90	81,40	0,26	Faible	0,46	6,71	482	498,71	18,29
N6-BF8	225	0,83	32,59	63	57,00	0,33	Bon	0,53	7,24	482	499,24	17,76	
N6-N7	232	0,11	11,68	63	57,00	0,04	Faible	0,01	6,72	482	498,72	18,28	
N5-N4	263	0,12	12,44	63	57,00	0,05	Faible	0,01	6,26	480	496,26	20,74	
Nianaba	N1-N39	204	8,28	102,70	160	147,60	0,48	Bon	0,30	1,41	488	499,41	17,59
	N39-N40	205	1,24	39,78	63	57,00	0,49	Bon	1,07	2,48	482	494,48	22,52
	N40-BF10	10	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,06	2,55	482	494,55	22,45
	N40-N41	453	0,21	16,31	63	57,00	0,08	Faible	0,07	2,55	472	484,55	32,45
	N39-N42	353	6,69	92,29	160	147,60	0,39	Bon	0,34	1,75	488	499,75	17,25
	N42-BF11	205	0,82	32,41	63	57,00	0,32	Bon	0,47	2,22	482	494,22	22,78
	N42-N43	433	0,20	15,95	63	57,00	0,08	Faible	0,06	1,80	476	487,80	29,20
	N42-N44	358	5,04	80,13	110	101,60	0,62	Bon	1,42	3,16	490	503,16	13,84
	N44-BF6	6	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,03	3,20	490	503,20	13,80

Villages	Tronçons	Long. (m)	Débit (l/s)	Dth (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	condition de vitesse	Pdc (m)	Pdc cumul.(m)	Ztn aval(m)	Cote radier (m)	Ps min (mCE)
	N44-N45	353	3,98	71,22	110	101,60	0,49	Bon	0,87	4,07	488	502,07	14,93
	N45-N46	440	1,35	41,45	63	57,00	0,53	Bon	2,72	6,79	490	506,79	10,21
	N46-BF.Po2	16	0,73	30,49	50	45,20	0,45	Bon	0,10	6,89	482	498,89	18,11
	N46-N47	451	0,21	16,28	63	57,00	0,08	Faible	0,07	6,86	472	488,86	28,14
	N45-N48	316	2,12	51,99	90	81,40	0,41	Bon	0,72	4,79	484	498,79	18,21
	N48-N49	862	1,37	41,80	90	81,40	0,26	Faible	0,82	5,62	476	491,62	25,38
	N49-BF7	62	0,76	31,08	63	57,00	0,30	Faible	0,12	5,74	476	491,74	25,26
	N49-N50	203	0,09	10,94	63	57,00	0,04	Faible	0,01	5,62	476	491,62	25,38
	N48-N2	224	0,10	11,48	63	57,00	0,04	Faible	0,01	4,80	478	492,80	24,20

Annexe 6: Simulation du réseau sur Epanet



Annexe 7:Présentation des résultats en prenant en comptes les propositions 1 et 2

En tableau est présenté les résultats du dimensionnement des conduites à l'extrémité qui présentaient de vitesse quasiment nulle [vitesses inférieures à 0,1 m/s]. Le débit de dimensionnement est le débit linéaire de ces conduites

Tableau : Vérification des vitesses dans les conduites après changement de débit

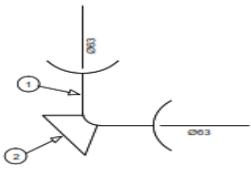
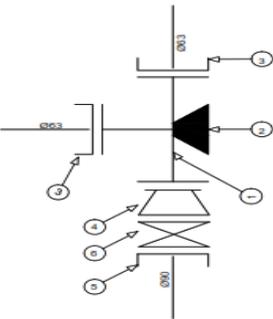
Tronçons	Long. (m)	Débit [l/s]	Dth [mm]	DN [mm]	Dint [mm]	V [m/s]	vérification condition vitesse	de	Ps [mCE]	min
N37-N38	432	0,40	22,53	63	57,00	0,16	Faible		28,44	
N28-N29	244	0,23	16,93	63	57,00	0,09	Faible		27,36	
N33-N34	337	0,31	19,91	63	57,00	0,12	Faible		26,22	
N30-N31	299	0,28	18,73	63	57,00	0,11	Faible		10,93	
N15-N16	334	0,31	19,82	63	57,00	0,12	Faible		18,45	
N17-N18	149	0,14	13,21	63	57,00	0,05	Faible		13,43	
N6-N7	232	0,21	16,51	63	57,00	0,08	Faible		18,26	
N5-N4	263	0,24	17,59	63	57,00	0,10	Faible		20,70	
N40-N41	453	0,42	23,07	63	57,00	0,16	Faible		32,25	
N42-N43	433	0,40	22,56	63	57,00	0,16	Faible		29,02	
N46-N47	451	0,42	23,02	63	57,00	0,16	Faible		27,95	
N49-N50	203	0,19	15,47	63	57,00	0,07	Faible		25,36	
N48-N2	224	0,21	16,23	63	57,00	0,08	Faible		24,17	

Tableau : Vérification des vitesses dans les conduites après changement des diamètres

Tronçons	Long. (m)	Débit [l/s]	Dth [mm]	DN [mm]	Dint [mm]	V [m/s]	vérification condition vitesse	de	Ps [mCE]	min
N37-N38	432	0,40	22,53	32	28,80	0,61	Bon		21,79	
N33-N34	337	0,31	19,91	32	28,80	0,48	Bon		24,10	
N28-N29	244	0,23	16,93	32	28,80	0,35	Bon		28,80	
N30-N31	299	0,28	18,73	32	28,00	0,42	Bon		10,07	
N15-N16	334	0,31	19,82	32	28,80	0,47	Bon		16,44	
N17-N18	149	0,14	13,21	32	28,80	0,21	Faible		15,08	
N6-N7	232	0,21	16,51	32	28,80	0,33	Bon		18,92	
N5-N4	263	0,24	17,59	32	28,80	0,37	Bon		20,75	
N40-N41	453	0,42	23,07	32	28,00	0,64	Bon		24,25	
N42-N43	433	0,40	22,56	32	28,80	0,61	Bon		22,30	
N46-N47	451	0,42	23,02	32	28,80	0,64	Bon		12,21	
N49-N50	203	0,19	15,47	32	28,80	0,29	Faible		26,45	
N48-N2	224	0,21	16,23	32	28,80	0,32	Bon		24,96	

Nous remarquons qu'après changement des diamètres DN63 en DN32 la plus faible vitesse est constatée sur la conduite N17-N18 avec une vitesse de 0,21 m/s.

Annexe 8: Carnet des nœuds

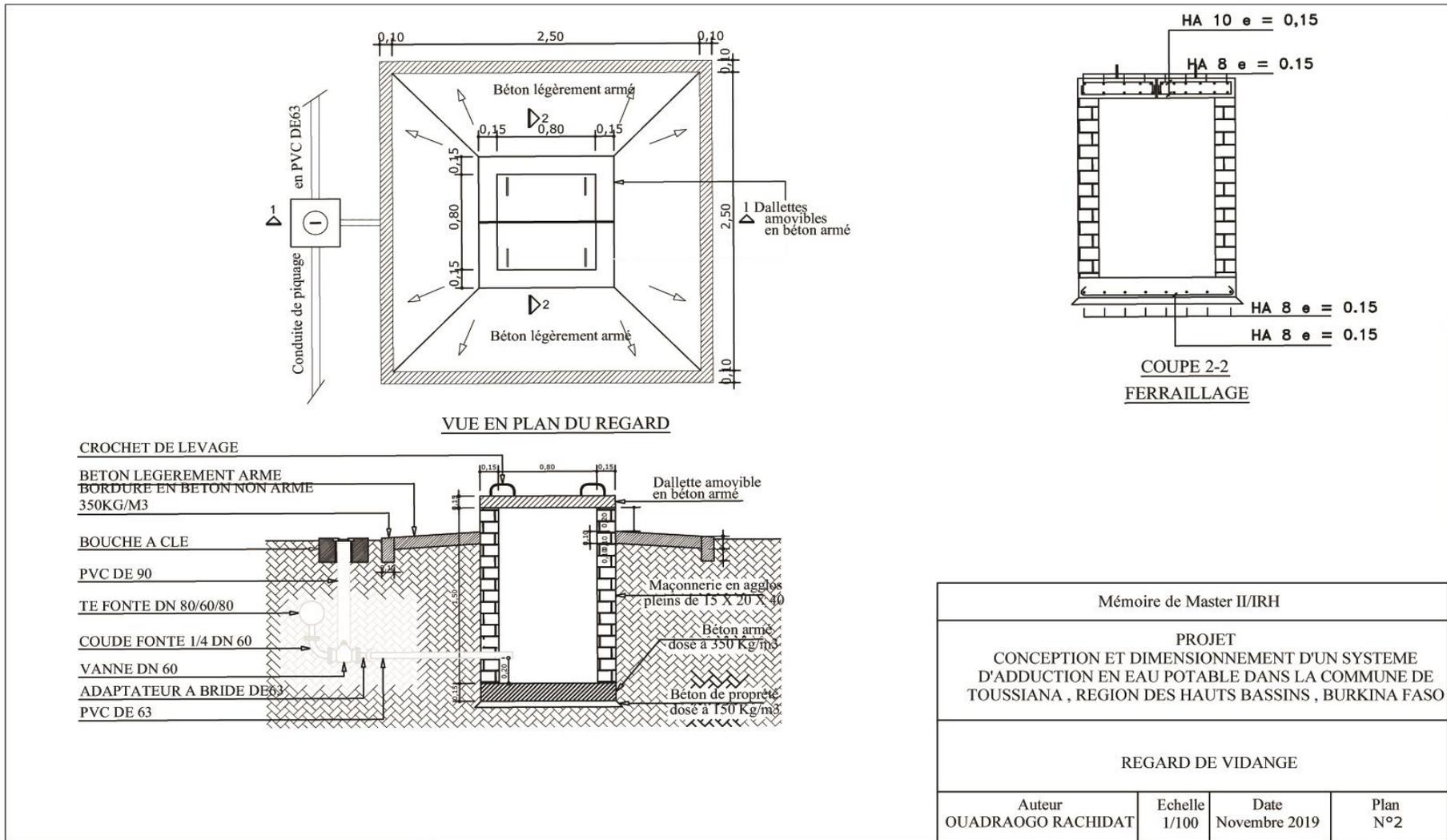
Carnet des Nœuds			
Noeuds	schéma	N°	Nomenclature
N25		①	coude Fte 2E 90° DN63
		②	Butée en béton
N6		①	Té fonte BBTB 63*63*90
		②	Butée en béton
		③	adaptateur DN 63
		④	Reducteur DN 90/63
		⑤	adaptateur DN 90
		⑥	RVR DN 90

Carnet des Noeuds			
Noeuds	schéma	N°	Nomenclature
N1		①	Té Fte 3B DN 250
		②	RVR DN 200
		③	Reducteur DN 250/200
		④	adaptateur à bride DN 200
		⑤	RVR DN 160
		⑥	Reducteur DN 250/160
		⑦	adaptateur à bride DN 160
		⑧	adaptateur à bride DN 250
N5		①	2 Té Fonte 3B 160
		②	2 Butée en béton
		③	reducteur DN 160/110
		④	adaptateur DN 110
		⑤	reducteur DN 250/63
		⑥	RVR DN 63
		⑦	adaptateur DN 63
		⑧	adaptateur DN 160
		⑨	reducteur DN 160/90
		⑩	adaptateur DN 90
		⑪	RVR DN 160

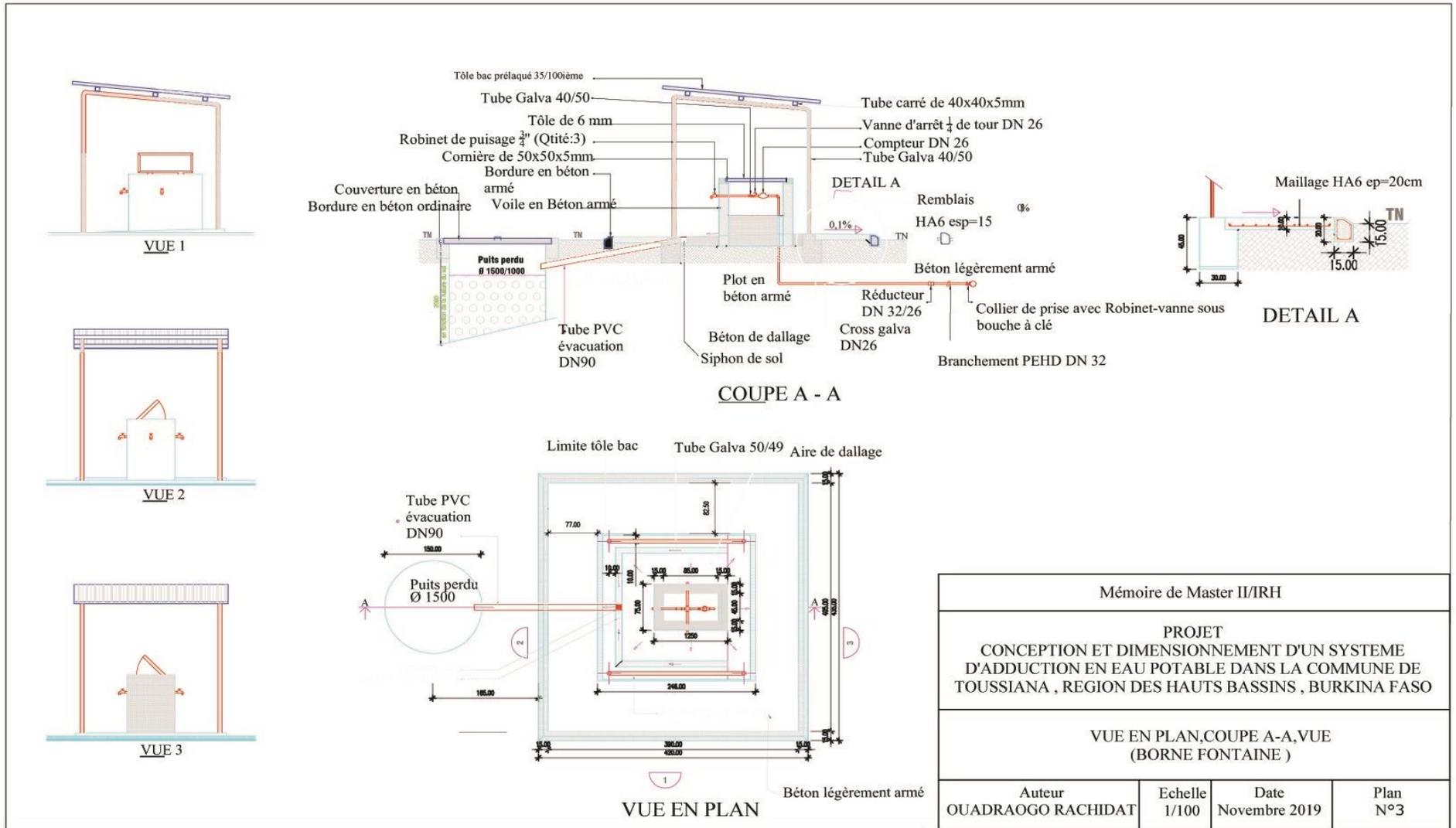
N39		①	Té fonte BBTB 160/63
		②	Adaptateur à bride PVC DN 160
		③	Adaptateur à bride PVC DN 63
		④	RVR DN 63
		⑤	Butée en béton
N27		①	Té Fte 3B DN 200
		②	adaptateur DN 200
		③	RVR DN 200
		④	RVR DN 90
		⑤	adaptateur DN 90
		⑥	Buté en Béton

R2		⑩	Té Fonte 3B 200
		⑨	RVR DN 200
		⑧	adaptateur DN 200
		⑦	RVR DN 160
		⑥	adaptateur DN 160
		⑤	coude Fte BB 1/16 DN 200
		④	RVR DN 200
		③	adaptateur DN 160
		②	Butée en Béton

Annexe 9: Regard de Vidange

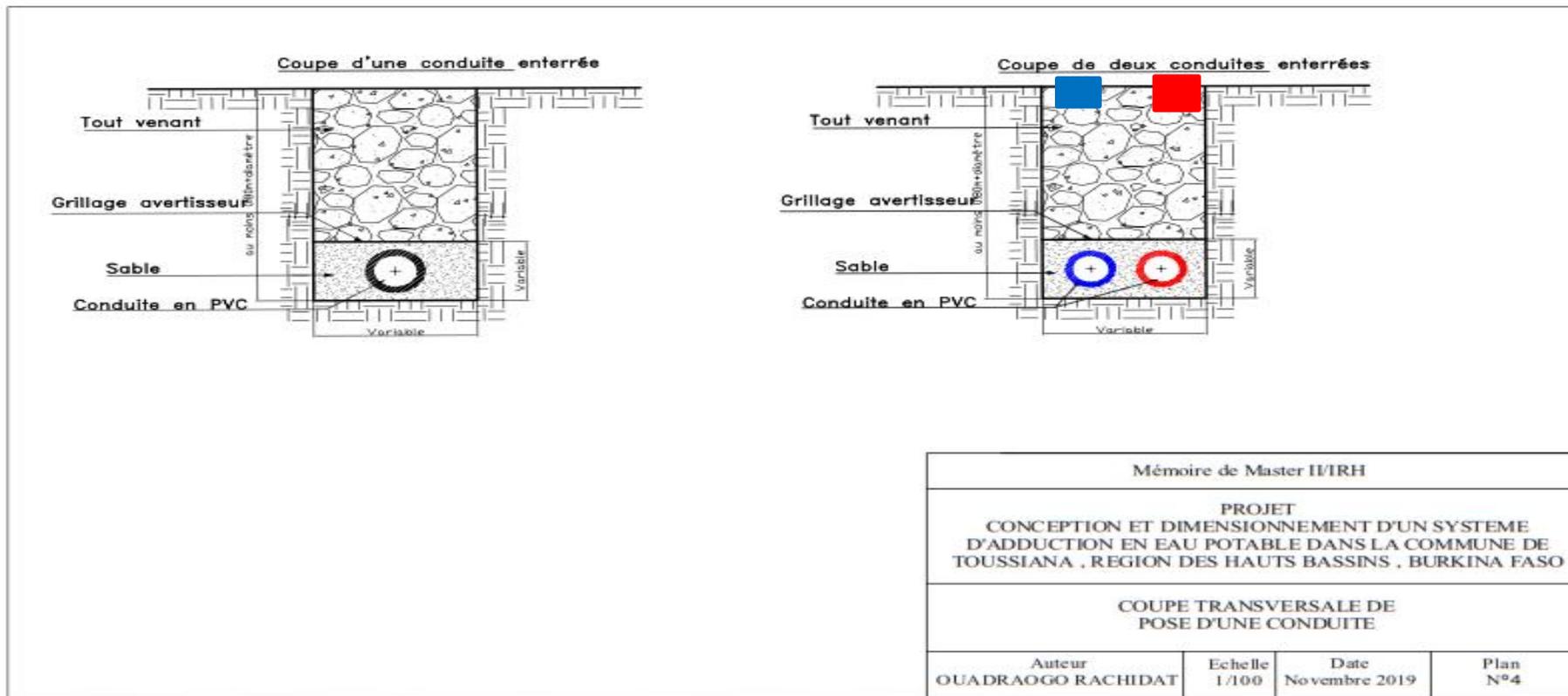


Annexe 10: Borne Fontaine

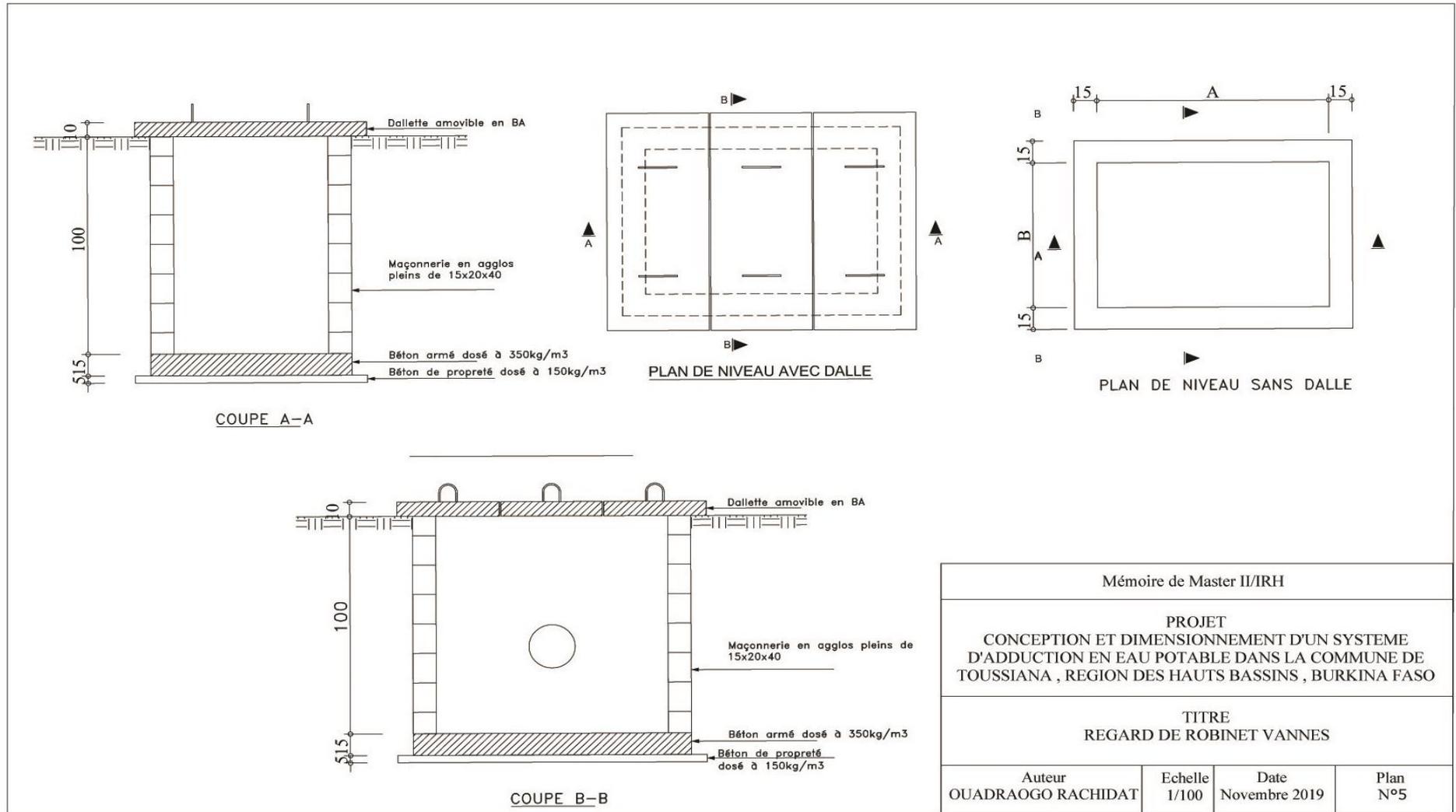


Mémoire de Master II/IRH			
PROJET CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE DANS LA COMMUNE DE TOUSSIANA , REGION DES HAUTS BASSINS , BURKINA FASO			
VUE EN PLAN, COUPE A-A, VUE (BORNE FONTAINE)			
Auteur OUADRAOGO RACHIDAT	Echelle 1/100	Date Novembre 2019	Plan N°3

Annexe 11: Coupe transversale et pose de conduite



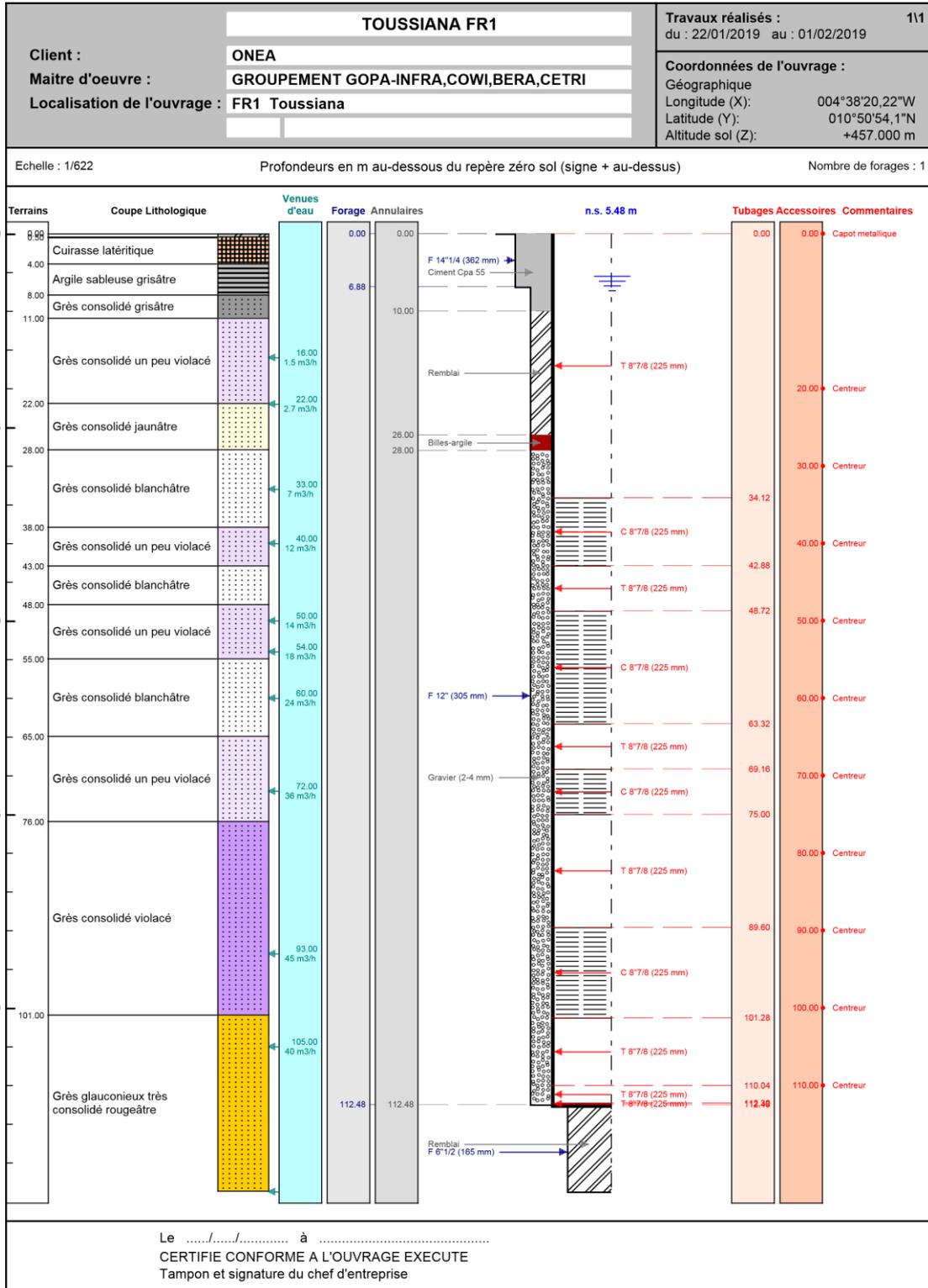
Annexe 12: Regard de Robinet vanne



Mémoire de Master II/IRH			
PROJET CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'ADDUCTION EN EAU POTABLE DANS LA COMMUNE DE TOUSSIANA , REGION DES HAUTS BASSINS , BURKINA FASO			
TITRE REGARD DE ROBINET VANNES			
Auteur OUADRAOGO RACHIDAT	Echelle 1/100	Date Novembre 2019	Plan N°5

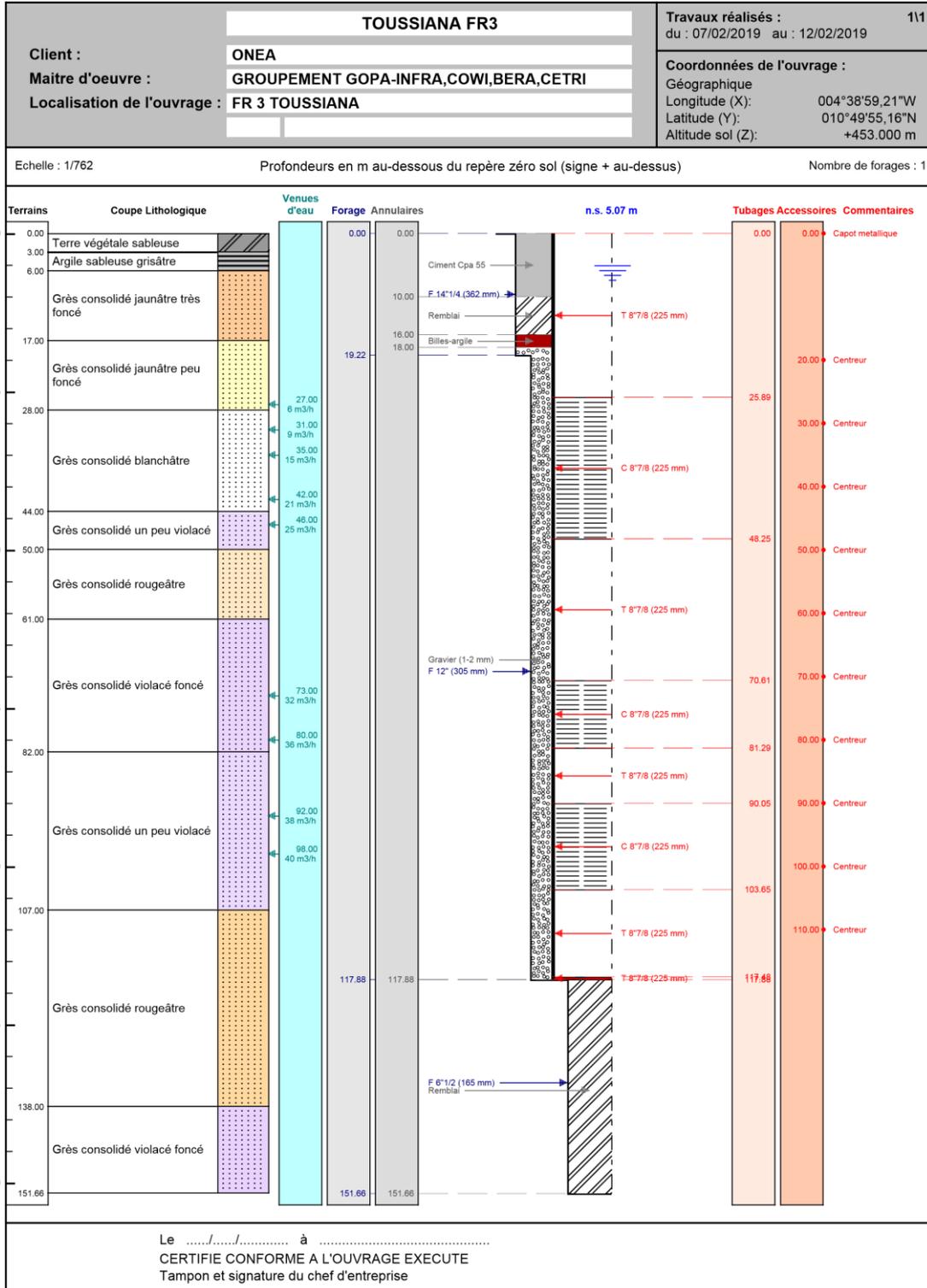
Annexe 13:Fiche technique des forages FR1 ET FR3

• Fiche technique FR1



Source :SAIRA INTERNATIONAL

• Fiche technique FR3



Source : SAIRA INTERNATIONAL

Annexe 14: Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau

- Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau du forage FR1



LABORATOIRE AINA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.

Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels

Fabrication et de vente de produits d'entretien : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39

Mail : labo.ains@fasonet.bf www : laboratoire-ains.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N° 00021261V

Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF

Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 03/04/2019

RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°: 1179/2019

Date de prélèvement : 01/04/2019

Date de réception : 02/04/2019

Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu : Com : TOUSSIANO VIII : TOUSSIANA / SITE FR1

Identité du demandeur : SAIRA INTERNATIONAL

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	NORMES DE QUALITE OMS POUR EAU POTABLE EN VIGUEUR AU BURKINA FASO
Température	°C	32.2	
pH		6.19	
Conductivité électrique à 20°C	µS/cm	20.4	
Turbidité	NTU	0.54	5
Titre alcalimétrique (TA)	°f	0	
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°f	4.8	
Dureté totale (TH)	°f	5.3	50
Dureté Calcique	°f	3.2	
Résidu Sec à 105°C	mg/l	27.94	1000
Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l	12.8	
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/l	5.1	
Sodium (Na ⁺)	mg/l	0.80	200
Potassium (K ⁺)	mg/l	0.80	
Fer total (Fe)	mg/l	0.15	0.3
Manganèse (Mn ²⁺)	mg/l	0.001	0.5
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.01	1.5
Arsenic As	µg/l	<1	10
Carbonates (Co ₃ ²⁻)	mg/l	0	
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l	58.6	
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	0.43	250
Sulfates (So ₄ ²⁻)	mg/l	2.0	250
Nitrites (No ₂ ⁻)	mg/l	0.003	3
Nitrates (No ₃ ⁻)	mg/l	2.28	50
Orthophosphates (Po ₄ ³⁻)	mg/l	0.26	
Phosphore (P)	mg/l	0.08	
Fluor	mg/l	0.27	1.5
Zinc (Zn)	mg/l	0.02	3
Plomb	µg/l	<1	10
Mercur	µg/l	<1	6
Couleur vraie (UCV)	PCU	0.0	
Goût (appréciation)		acceptable	
Odeur (appréciation)		acceptable	

Conclusion : Eau conforme aux normes sur le plan physico-chimique pour les paramètres analysés.

LE CHEF DU LABORATOIRE
 Dr. Ibrahim OUEDRAOGO

Source : SAIRA INTERNATIONAL



LABORATOIRE AINA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.

Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels

Fabrication et de vente de produits d'entretien : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39

Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V

Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF

Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 03/04/2019

RESULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'EAU

Analyse n°: 1179/2019

Date de prélèvement : 01/04/2019

Date de réception : 02/04/2019

Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu : Com : TOUSSIANO VIII : TOUSSIANA / SITE FR1

Identité du demandeur : SAIRA INTERNATIONAL

PARAMETRES	Température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	RESULTATS UFC/100 ml	NORMES DE QUALITE OMS POUR EAU POTABLE EN VIGUEUR AU BURKINA FASO
* Recherche et dénombrement des Coliformes totaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
* Recherche et dénombrement des Coliformes thermo tolérants	44°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
* Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult Entérocoques- agar	0	0/100 ml

Conclusion : Eau conforme aux normes bactériologiques pour les paramètres analysés.

LE CHEF DU LABORATOIRE



Dr Ibrahim OUEDRAOGO

Source : SAIRA INTERNATIONAL

- Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau du forage FR3



LABORATOIRE AINA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.

Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels

Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39

Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V

Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF

Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 28/03/2019

RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°: 1114/2019

Date de prélèvement : 26/03/2019

Date de réception : 27/03/2019

Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu : Com : TOUSSIANA VIII : TOUSSIANA / SITE FR 3

Identité du demandeur : SAIRA INTERNATIONAL

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	NORMES DE QUALITE OMS POUR EAU POTABLE EN VIGUEUR AU BURKINA FASO
Température	°C	28.8	
pH		7.80	
Conductivité électrique à 20°C	µS/cm	22.2	
Turbidité	NTU	5.96	5
Titre alcalimétrique (TA)	°f	0	
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°f	4.5	
Dureté totale (TH)	°f	5.11	50
Dureté Calcique	°f	3.6	
Résidu Sec à 105°C	mg/l	30.30	1000
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	14.4	
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/l	3.7	
Sodium (Na ⁺)	mg/l	0.8	200
Potassium (K ⁺)	mg/l	1.3	
Fer total (Fe)	mg/l	0.15	0.3
Manganèse (Mn ²⁺)	mg/l	0.003	0.5
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0.07	1.5
Arsenic As	µg/l	<1	10
Carbonates (CO ₃ ²⁻)	mg/l	0	
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l	54.9	
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	0.11	250
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	2	250
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0.026	3
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	2.20	50
Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/l	0.28	
Phosphore (P)	mg/l	0.09	
Fluor	mg/l	0.15	1.5
Zinc (Zn)	mg/l	0.01	3
Plomb	µg/l	<1	10
Mercure	µg/l	<1	6
Couleur vraie (UCV)	PCU	0.0	
Goût (appréciation)		acceptable	
Odeur (appréciation)		acceptable	

Conclusion : Eau conforme aux normes sur le plan physico-chimique pour les paramètres analysés.



Source : SAIRA INTERNATIONAL



LABORATOIRE AïNA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.
Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels
Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39
Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V
Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF
Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 28/03/2019

RESULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'EAU

Analyse n°: 1114/2019

Date de prélèvement : 26/03/2019

Date de réception : 27/03/2019

Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu : Com : TOUSSIANA VIII : TOUSSIANA / SITE FR 3

Identité du demandeur : SAIRA INTERNATIONAL

PARAMETRES	Température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	RESULTATS UFC/100 ml	NORMES DE QUALITE OMS POUR EAU POTABLE EN VIGUEUR AU BURKINA FASO
° Recherche et dénombrement des Coliformes totaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Coliformes thermo tolérants	44°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	37°C 24h.	Filtration sur membrane Chromocult Entérocoques-agar	0	0/100 ml

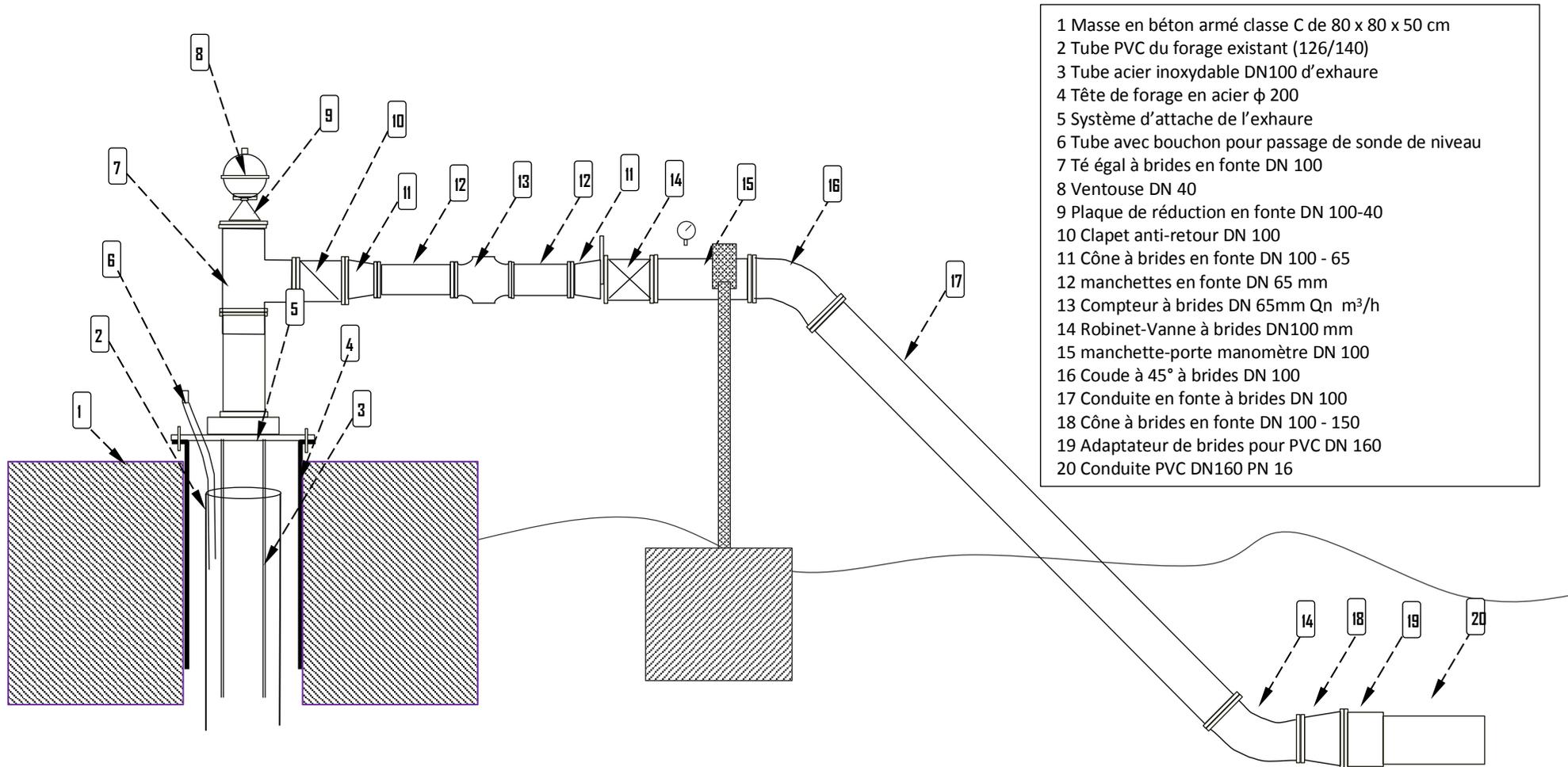
Conclusion : Eau conforme aux normes bactériologiques pour les paramètres analysés.

LE CHEF DU LABORATOIRE

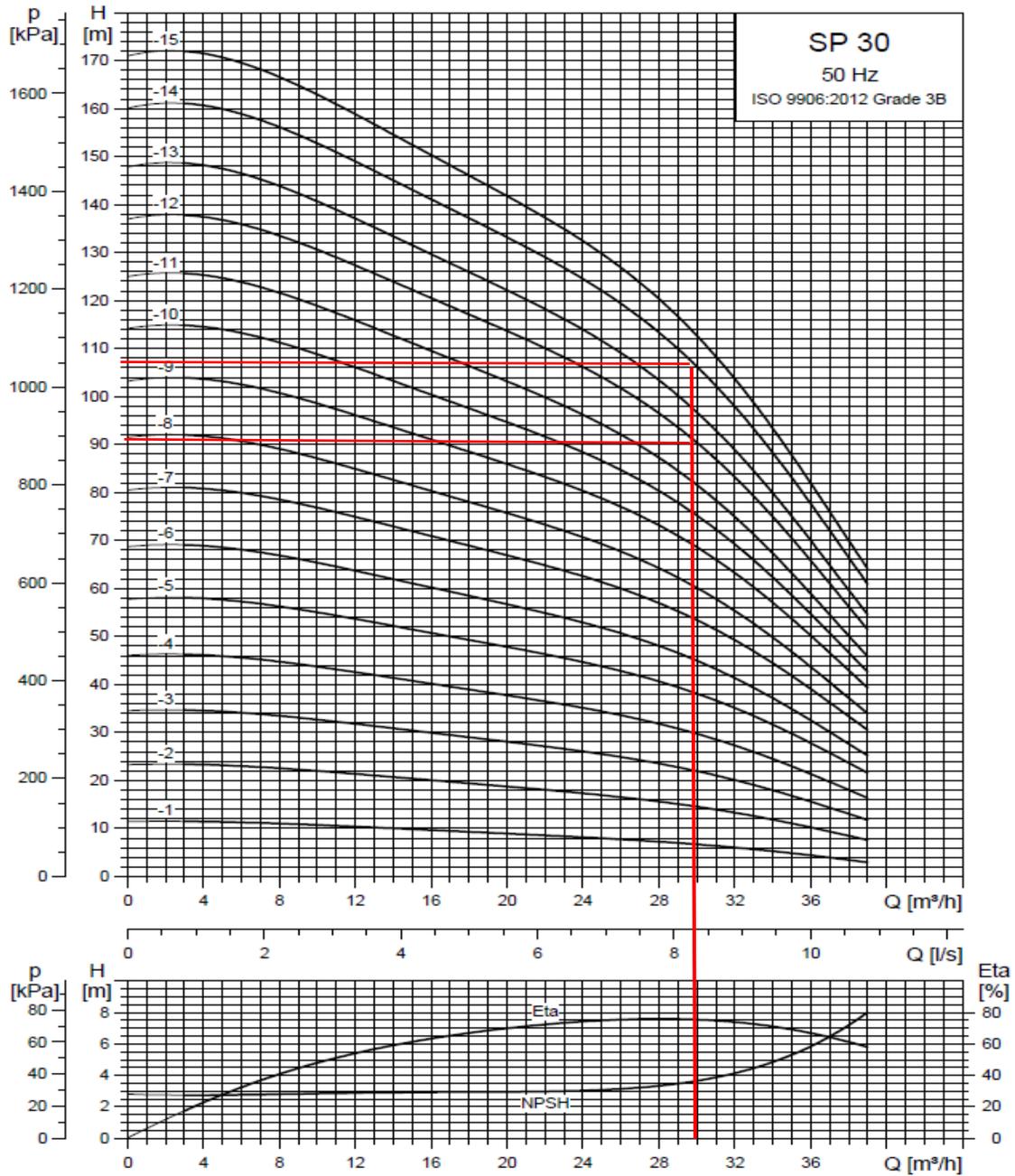
Dr Ibrahim OUEDRAOGO

Source : SAIRA INTERNATIONAL

Annexe 15: Coupe de la tête du forage



Annexe 16: Caractéristique des pompes



Source :Grundfos

Type de pompe	Moteur		Dimensions [mm]						Poids net [kg]
	Type	Puissance [kW]	C	B	A	D	E*	E**	
Monophasé, 1 x 230 V									
SP 30-1	MS 402	1,1	358	387	745	95	134		16
SP 30-1	MS 4000	2,2	358	577	935	95	134		27
SP 30-2	MS 4000	2,2	454	577	1031	95	134		29
Triphasé, 3 x 230 V / 3 x 400 V									
SP 30-9	MS 6000	9,2	1145	604	1749	139,5	142	144	64
SP 30-10	MS 6000	9,2	1241	604	1845	139,5	142	144	66
SP 30-11	MS 6000	9,2	1337	604	1941	139,5	142	144	68
SP 30-12	MS 6000	11	1433	634	2067	139,5	142	144	73
SP 30-13	MS 6000	11	1529	634	2163	139,5	142	144	75
SP 30-14	MS 6000	13	1625	664	2289	139,5	142	144	80
SP 30-15	MS 6000	13	1721	664	2385	139,5	142	144	82
SP 30-16	MS 6000	15	1817	699	2516	139,5	142	144	88
SP 30-17	MS 6000	15	1913	699	2612	139,5	142	144	90

Source : Grundfos

Annexe 17: Profil en long conduite de refoulement

- Profil en long FR1-Chateau



Source : Google Earth

- Profil en long FR3-Chateau



Source : Google Earth

Annexe 18: Fiche technique du groupe électrogène



GROUPES ÉLECTROGÈNES DIESEL

25/04/2019

Gamme Standard

PANTHER-45YC-E2





Dimensions standards :
L : 2 600 mm
I : 1 100 mm
H : 1 300 mm
Poids standard : 1 450 kg

Dimensions grande autonomie :
L : 2 600mm
I : 1 100 mm
H : 1 700 mm

> DONNÉES TECHNIQUES

DONNÉES GÉNÉRALES			
Puissance principale (PRP ¹)	41 kVA / 33 kW	Fréquence en Hertz	50 Hz
Puissance secours (ESP ¹)	45 kVA / 36 kW	Nombre de phases	3
Tension Ph-Ph	400 V	Intensité sonore à 7m	65 dB(A)
Tension Ph-N	230 V	Capacité du réservoir standard	108 L
Facteur de puissance (cosΦ)	0,8	Autonomie standard en heure à 75%	19 h
Vitesse de rotation	1 500 tours/minute		

VERSION GRANDE AUTONOMIE	
Capacité du réservoir	650 L
Autonomie en heure à 75%	117 h

MOTEUR		ALTERNATEUR	
Modèle	YC4D60Z-D21	Régulation AVR	Électronique
Caractéristiques	Quatre temps, refroidissement liquide, injection directe	Technologie	Brushless (sans balais) avec régulation électronique
Type de régulation	Électronique	AVR	STAMFORD
Nombre de cylindres	4	Protection IP	21
Cylindrée	4,2 L	Classe d'isolement	H
Puissance maxi à 1500 tr/min	44 kW		
Système de démarrage	Électrique 24 V		
Consommation à 75%	5,54 L/h		
Type d'admission d'air	Atmosphérique		
Capacité huile moteur	14 L		
Capacité liquide de refroidissement	22 L		

DISJONCTEUR	
Intensité nominale	59,0 A
Type	Magnéto-thermique, 4 pôles, avec différentiel réglable

CONTRÔLEUR		
Marque	DEEP SEA ELECTRONICS	
Modèle	DSE6020MKII	

¹ Selon NF ISO 8528 : 2005

Caractéristiques sujettes à modification sans préavis. Photos non contractuelles. NA : Non Applicable.

Annexe 19: Devis estimatif et détermination du cout de revient

N° DES PRIX	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	Couts GENERAUX (installation/replie chantier, études d'exécution, etc.)	ff	1	20 000 000	20 000 000
	Total Couts généraux				20 000 000
2	Captage d'eau brute				
2.1	PVC DE100 crépiné	ml	120	7 500	900 000
2.2	PVC DE100	ml	160	8 000	1 280 000
2.3	Fourniture et pose d'électropompe immergée	u	2	3 800 000	7 600 000
2.4	Fourniture et pose de coffret électrique , dispositif de protection et de contrôle de niveau	u	2	4 000 000	8 000 000
2.5	Développement des forages	u	2	250 000	500 000
2.6	Génie civil et accessoires des têtes des forages	u	2	200 000	400 000
2.7	Analyse des eaux	ff	2	50 000	100 000
2.8	Tête d'exhaure DN 100	u	2	2 500 000	5 000 000
2.9	Mise en place des butées en béton	u	2	50 000	100 000
2.1	Clôture du forage	u	2	300 000	600 000
	Total captage d'eau brute				22 480 000

N° DES PRIX	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
3	Système de refoulement				
3.1	Fourniture et pose de canalisation, accessoires(équipements hydrauliques)				
3.2	Conduite PVC,PN16, DE160	ml	3 604	11 500	41 446 000
3.3	Conduite PVC,PN16,DE200	ml	2 629	12 500	32 862 500
	Conduite Fonte,PN16,DE 200	ml	9	12 500	112 500
	Conduite Fonte,PN16,DE 100	ml	66	12 5000	825 000
3.4	Accessoires (équipements hydrauliques, robinetterie.)	ff	2	3 000 000	6 000 000
3.5	Sous Total 3				81 258 500
4	Stockage				
4.1	Génie civil Château d'eau en Béton 300m3	u	1	250 000 000	250 000 000
4.2	Amenagement terrain-cloture	u	1	1 500 000	1 500 000
4.3	Equipement Château d'eau	u	1	20 000 000	20 000 000
4.4	Sous Total 4				271 500 000
5	RESEAU DE DISTRIBUTION				
5.1	Fourniture et pose de canalisation, accessoires (équipements hydrauliques, robinetterie)				
5.2	Conduite PVC, PN10, DE 50	ml	78	4 500	351 000

N° DES PRIX	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
5.3	Conduite PVC, PN10, DE 63	ml	11 356	5 000	56 780 000
5.4	Conduite PVC ,PN10,DE 90	ml	3 192	5 500	17 556 000
5.5	Conduite PVC ,PN10,DE 110	ml	1 116	6 000	6 696 000
5.6	Conduite PVC ,PN10,DE 160	ml	2 220	7 500	16 650 000
5.7	Conduite PVC ,PN10,DE 200	ml	1 312	8 000	10 496 000
5.8	Conduite PVC ,PN10,DE 250	ml	763	9 500	7 248 500
5.9	Accessoires (équipement hydrauliques, robinetterie..)	ff	1	20 000 000	20 000 000
5.1	Bornes fontaines	u	2	800 000	1 600 000
5.11	Reprise des 11 Bornes fontaines	u	11	10 000	110 000
5.12	Reprise des 100 branchements privés	u	100	15 000	1 500 000
	Sous total 5				138 636 500
6.1	Batiment d'exploitation				
6.2	Génie Civil	ff	1	15 000 000	15 000 000
6.3	Alimentation en energie électrique	ff	1	3 000 000	3 000 000
6.4	Amenagement terrain	ff	1	2 500 000	2 500 000
	Sous total 6				20 500 000
7	PGES	ff	1	3 000 000	3 000 000

N° DES PRIX	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
8	Surveillance et contrôle des travaux (3%)	ff	1	16 691 250	16 691 250
	Sous total 7				16 691 250

Coûts d'investissement	Total(FCFA)	Total (Euro)
Coûts GENERAUX	20000000	40000
Captage d'eau brute	24480000	48960
Système de refoulement	81258500	162517
Stockage	271500000	543000
RESEAU DE DISTRIBUTION	138636500	277273
Batiment d'exploitation	20500000	41000
PGES	3000000	6000
Total	559375000	1118750
Surveillance et contrôle des travaux (3%)	16781250	33563
TOTAL GENERAL	579156250	1158313

▪ **Calcul de l'amortissement**

Désignation	Durée de vie (ans)	Coût	Amortissement annuel
Conduites (adduction et distribution)	25	219895000	8795800
Réservoir de stockage	25	271500000	10860000
Forage	10	24480000	2448000
Groupe électropompe du refoulement	7	7600000	1085714
Groupe électrogène	7	2000000	285714
Bâtiment d'exploitation	15	20500000	1366667
Total amortissement			24841895

▪ **Détermination du prix de revient de l'eau**

Investissement	580000000
Amortissement [FCFA/ans]	24841895
Charge d'exploitation [3%]	0.03
	17400000
Production annuelle [m3/an]	347476
Prix de revient moyen de l'eau [FCFA/m3]	122

Annexe 20: Tarif ONEA



ONEA
Office national de l'eau
et de l'assainissement

TARIFS EAU ET ASSAINISSEMENT 2018



afaq
ISO 9001
Qualité
AFNOR CERTIFICATION

L'ONEA met en œuvre sa politique tarifaire 2014-2018 adoptée en Conseil des ministres le 24 juillet 2014. La structure de cette politique tarifaire tient compte de la mise en œuvre du volet urbain du Programme national d'approvisionnement en eau potable (PN-AEP) et du Programme national d'assainissement des eaux usées et excréta (PN-AEUE) dont l'ONEA est responsable.

Les tarifs sont étudiés pour que les gros consommateurs subventionnent l'accès à l'eau potable des petits consommateurs (mécanisme appelé subvention croisée) et que les grands centres financent et soutiennent les petits centres déficitaires (mécanisme appelé péréquation).

Cette politique tarifaire se fonde sur les principes suivants :

- l'équilibre financier de l'Office pour la continuité des services d'eau ;
- la péréquation des prix pour que les centres rentables subventionnent ceux qui sont déficitaires ;
- la subvention croisée pour que les gros consommateurs subventionnent les petits consommateurs ;
- l'équité pour rendre l'eau potable accessible aux couches sociales défavorisées.

Ces tarifs sont applicables à partir des consommations du mois de juillet 2018 (factures transmises aux clients en septembre 2018).

Les tarifs eau et assainissement 2018

Branchements	Bornes fontaines/Poste d'eau autonome/Eau brute
Catégories particuliers et retraités : tarif ménage	<i>Particuliers s'approvisionnant directement aux bornes fontaines et postes d'eau autonome</i>
• Tranche de 0 à 8 m ³188 FCFA/m ³	• Le seau de 20 litres.....5 FCFA
• Tranche de 9 m ³ à 15 m ³463 FCFA/m ³	• La bassine de 40 litres.....10 FCFA
• Tranche de 16 m ³ à 25 m ³ 663 FCFA/m ³	• Le fût de 220 litres.....60 FCFA
• Tranche de plus de 25 m ³1104 FCFA/m ³	
• Redevance service des abonnés...1 000 FCFA/facture	Bornes-fontaines : 188 FCFA/m³ (sans limitation de plafond)
• Redevance assainissement autonome.....21 FCFA/m ³	• Redevance assainissement (sans limitation de plafond) : 10 FCFA/m ³
• Redevance assainissement collectif60 FCFA/m ³	
TVA : 18% (redevance, redevance assainissement autonome, redevance assainissement collectif et consommation eau >50 m ³)	Postes d'eau autonome : 95 FCFA/m³ (sans limitation de plafond)
Catégorie grands maisons, industries, communes, collectivités, administrations : tarif société	• Redevance assainissement (sans limitation de plafond) : 10 FCFA/m ³
• Tarif unique (sans tranche).....1 104 FCFA/m ³	
• Redevance service des abonnés...1 000 FCFA/facture	Eau brute : 439 FCFA/m³ (sans limitation de plafond)
• Redevance assainissement autonome.....21 FCFA/m ³	• Redevance assainissement (sans limitation de plafond) : 52 FCFA/m ³
• Redevance assainissement collectif90 FCFA/m ³	
TVA de 18% sans abattement	<i>N.B. : La redevance assainissement collectif concerne tous les clients rattachés au réseau d'égout et la redevance assainissement autonome concerne ceux non rattachés, c'est-à-dire situés dans la zone non desservie par le réseau d'égout.</i>

1

Source: ONEA

