



**ETUDES AVANT-PROJET DETAILLE POUR LA  
REALISATION DU SYSTEME D'ADDUCTION D'EAU  
POTABLE SIMPLIFIE DE KANGOUNADENIE DANS LA  
COMMUNE DE TIEFORA, REGION DES CASCADES -  
BURKINA FASO**

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

GRADE DE MASTER

SPECIALITE : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

-----

Présenté et soutenu publiquement le 02/07/2019 par :

**Tabgniga Mathurin DOULKOM N° : 20100947**

Travaux dirigés par :

**M. Moussa Diagne FAYE**

Assistant de l'enseignement et de la recherche en Hydraulique, 2iE

**W. Rodrigue WALBEOGO**

Ingénieur en Hydraulique, SERAT SA ; Structure d'accueil du stage : **SERAT SA**

Jury d'évaluation du stage :

Président du jury :

**Dr. Lawani MOUNIROU**

Membres et Correcteurs :

**Mr. Moussa OUEDRAOGO**

**Mr. Roland YONABA**

**Promotion [2018/2019]**

## DEDICACES

Je dédie ce mémoire au Seigneur Dieu tout puissant qui est à l'origine de toute chose, aux membres de ma famille, à ma fiancée, à mes amis et connaissances pour leurs soutiens multiformes.

## REMERCIEMENTS

Notre travail s'est déroulé sous l'encadrement de nos illustres enseignants de 2iE dont les enseignements nous ont été très précieux. Ainsi, notre considération et notre reconnaissance vont à :

Tout le corps professoral, l'administration du 2iE et tous les condisciples de la promotion Master2 IRH 2018-2019

M. Moussa Diagne FAYE, Assistant d'enseignement et de recherche, notre Directeur de mémoire qui nous a encadré tout au long de cette étude ; pour sa disponibilité malgré ses responsabilités et ses occupations, et surtout pour l'enseignement reçu ;

Ce document a également été rendu possible grâce à un accompagnement et une bonne collaboration de toute l'équipe du cabinet SERAT, malgré les occupations pressantes des uns et des autres. Ainsi, nous tenons à remercier en particulier :

M. KAFANDO Saïdou, Ingénieur du Génie Rural, Directeur Général de SERAT SA qui a bien voulu nous a accepté, en qualité de stagiaire au sein de sa structure ;

M. DAOUARI Aziz, Ingénieur en Génie civil, Directeur Technique de SERAT pour ses conseils précieux ;

M. WALBEOGO Rodrigue, Ingénieur en Hydraulique, Chargé des études et notre Encadreur au sein de la structure, pour l'assistance et les conseils tout le long de l'élaboration de notre mémoire.

L'ensemble du personnel du bureau SERAT pour l'accueil chaleureux et les multiples conseils qu'ils m'ont prodigués.

Nous remercions Mr POUNDOUBE Francis, Ingénieur à GRETEC qui a bien voulu nous recommander à SERAT ;

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leur soutien pour la rédaction de ce mémoire.

## RESUME

Situé dans la commune de Tiéfora au Burkina Faso, Kangounadénie est un village confronté à des problèmes d'accès à l'eau potable. Afin de résoudre ce problème, une étude a été commanditée par la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement des Cascades pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable simplifié. Les résultats de cette étude que nous avons menée montrent qu'à l'horizon du projet en 2035, le système permettra de couvrir les besoins d'une population estimée à 7739 habitants. Il sera alimenté à partir d'un forage situé au centre du village avec un débit d'exploitation estimé à 9 m<sup>3</sup>/h pour satisfaire un besoin journalier de 165 m<sup>3</sup>. La distribution se fera à partir d'un réservoir métallique et cylindrique d'une capacité de 50 m<sup>3</sup> sous une hauteur de 11m. Le réseau est constitué de conduites en PVC sur une longueur totale de 5147 m avec des diamètres allant de 63 à 200 mm. La desserte en eau se fera essentiellement à partir de 12 bornes fontaines et de 170 branchements particuliers à l'horizon du projet avec une pression minimale de service de 5 mCE. Sur le plan énergétique, la station de pompage sera alimentée par un système hybride à savoir une source thermique à partir d'un groupe électrogène d'une puissance de 15 KVA et un système solaire composé de 24 panneaux solaires. Le coût total de la réalisation du système d'adduction en eau potable est estimé à 158 984 406 F CFA. Le prix du m<sup>3</sup> d'eau sera fixé à 500 F CFA à la demande des autorités communales, l'exploitation se fera par un contrat d'affermage. A travers ce contrat, l'exploitant assurera la continuité du service, préservera le patrimoine et participera au renouvellement d'une partie des équipements selon les conditions préétablies.

### **Mots clés :**

- 1. Burkina Faso**
- 2. Kangounadénie ;**
- 3. Conception ;**
- 4. Dimensionnement ;**
- 5. Adduction d'eau potable.**

## ABSTRACT

Located in the commune of Tiéfora in Burkina Faso, Kangounadénie is a village facing problems of access to drinking water. In order to solve this problem, a study was commissioned by the Regional Water and Sanitation Department of Cascades for the implementation of a simplified drinking water supply system. The results of this study, which we have conducted, show that, by the time the project is in 2035, the system will cover the needs of an estimated population of 7739 inhabitants. It will be fed from a borehole located in the center of the village with an estimated operating flow of  $9 \text{ m}^3 / \text{h}$  to satisfy a daily requirement of  $165 \text{ m}^3$ . The adduction will be made from a metal and cylindrical tank with a capacity of  $50 \text{ m}^3$ . The network consists of PVC pipes over a total length of 5147 m with diameters ranging from 63 to 200 mm. The water supply will be mainly from 12 fountain and 170 special connections at the project horizon with a minimum operating pressure of 5 mCE. On the energy plan, the pumping station will be powered by a hybrid system namely a thermal source from a generator and a solar system. The total cost of constructing the drinking water supply system is estimated at 158 984 406CFA francs. The price of the  $\text{m}^3$  of water will be fixed at 500 F CFA at the request of the communal authorities, the exploitation will be done by a contract of leasing. Through this contract, the operator will ensure the continuity of the service, preserve the heritage and participate in the renewal of part of the equipment according to the pre-established conditions.

Keywords :

1. Burkina Faso
2. Kangounadénie;
3. Design;
4. Dimensioning;
5. Drinking water supply;

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>2iE</b>	Institut International de l'Eau et l'Environnement
<b>SERAT</b>	Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique
<b>ADAE</b>	Association pour le Développement des Adductions d'Eau potable
<b>AEPS</b>	Approvisionnement en Eau Potable Simplifié
<b>BD-INO</b>	Base de Données de l'Inventaire National des Ouvrages
<b>BF</b>	Borne Fontaine
<b>BP</b>	Branchement privé
<b>CSPS</b>	Centre de Santé et de Promotion Sociale
<b>DN</b>	Diamètre Nominal
<b>DREA_CAS</b>	Direction Régionale de l'eau et de l'assainissement des Cascades
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>HMT</b>	Hauteur Manométrique Totale
<b>MEA</b>	Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
<b>ODD</b>	Objectifs du Développement Durable
<b>OMD</b>	Objectifs du Millénaire pour le Développement
<b>ONEA</b>	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
<b>PCD_AEPA</b>	Plan Communal de Développement Sectoriel en Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
<b>PEA</b>	Poste d'Eau Autonome
<b>PEHD</b>	Polyéthylène Haute Densité
<b>PN</b>	Pression Nominale
<b>PN 6-10-16</b>	Pression Nominale 6 bars, 10 bars, 16 bars
<b>PN-AEP</b>	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
<b>PN-AEPA</b>	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
<b>PVC</b>	Polychlorure de Vinyle
<b>RGPH</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SONABEL</b>	Société Nationale Burkinabé d'Electricité

## SOMMAIRE

<b>DEDICACES</b> .....	i
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	ii
RESUME .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS .....	v
<b>SOMMAIRE</b> .....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
<b>I) INTRODUCTION</b> .....	11
<b>II) PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE</b> .....	12
<b>II.1. Présentation de la structure d'accueil</b> .....	12
<b>II.1.1 Contexte de création</b> .....	12
<b>II.1.2 Domaine d'intervention</b> .....	12
<b>II.1.3 Mission et vision stratégique</b> .....	13
<b>II.2. Présentation de la zone d'étude</b> .....	13
<b>II.2.1 Localisation de la zone d'étude</b> .....	13
<b>II.2.2 Présentation du cadre physique</b> .....	15
<b>II.2.3 Présentation du cadre humain</b> .....	16
<b>II.2.4 Présentation des caractéristiques socio-économiques</b> .....	17
<b>III) PRESENTATION DU PROJET</b> .....	18
<b>III.1. Problématique du projet</b> .....	18
<b>III.2. Objectifs du projet</b> .....	18
<b>III.3. Etat des lieux</b> .....	19
<b>III.4. Donnée de base</b> .....	20
<b>III.4.1. Collecte documentaire</b> .....	20
<b>III.4.2. Donnée démographiques</b> .....	21
<b>III.4.3. Données topographiques</b> .....	21
<b>III.4.4. Ressource en Eau</b> .....	21
<b>IV) METHODOLOGIE DE CONCEPTION</b> .....	22
<b>IV.1. Critères de conception</b> .....	22
<b>IV.2 Horizon du projet</b> .....	22
<b>IV.3 Estimation du nombre d'habitant</b> .....	22
<b>IV.3. Déserte en eau</b> .....	23
<b>IV.4. Estimation des besoins en eau de la population</b> .....	23
<b>IV.4.1. Consommation Spécifique</b> .....	23
<b>IV.4.2 Variation de la demande</b> .....	24
<b>IV.4.3 Rendement du système d'adduction –distribution</b> .....	24
<b>IV.4.4 Le besoin moyen journalier</b> .....	25
<b>IV.4.5 La demande de production du jour de pointe</b> .....	25

IV.4.6	Le débit moyen horaire .....	25
IV.4.7	Débit de pointe horaire .....	25
IV.4.8	Débit horaire de refoulement.....	26
IV.5.	Conception des ouvrages et dimensionnement .....	26
IV.5.1	Système de pompage et la source d'énergie .....	26
IV.5.2.	Dimensionnement des installations .....	27
•	Choix des conduites .....	28
IV.5.4	Réseau d'adduction .....	29
IV.5.5	Réseau de distribution .....	31
V.	RESULTATS DE L'ETUDE TECHNIQUE .....	34
	Figure 5: plan du réseau.....	34
V.1.	Résultat de l'évaluation des besoins en eau.....	35
V.1.1	Evolution du nombre de consommateur.....	35
V.1.2	Estimation des besoins en eau.....	35
V.2	Résultat de l'évaluation de la Capacité de la ressource .....	37
V.3.	Résultat du dimensionnement du réservoir .....	37
V.4.	Résultat du dimensionnement du réseau d'adduction .....	38
V.4.1.	Diamètre des conduites .....	38
V.4.2.	Etude de la station de pompage .....	39
V.4.3.	Etude du coup de Bélier .....	41
V.5	Résultat du dimensionnement du réseau de distribution .....	42
V.6.	Résultat du dimensionnement des sources d'énergie.....	46
V.6.1.	Groupe électrogène .....	46
V.6.1.	Système solaire.....	46
V.7.	Equipement annexe.....	47
V.7.1	Vannes de sectionnement.....	47
V.7.2	Ventouses .....	47
V.7.3	Vidange.....	47
V.7.5	Bornes fontaines .....	47
V.7.6	Bornes de signalisation.....	48
V.7.7	Local technique et câblage électrique.....	48
V.8.	Résultat de l'analyse financière .....	48
V.8.1	Coût du projet.....	48
V.8.2	Estimation du prix de vente de l'eau .....	49
V.8.3	Calcul de rentabilité .....	50
V.9	Traitement de l'eau.....	53
V.9.1	Procédé de traitement .....	53
V.10	Mode de gestion de l'AEPS .....	54
V.10.1	Rappel sur le cadre institutionnel de gestion du service de l'eau.....	54
V.10.2	Mode de gestion recommandé pour l'AEPS .....	55
VI.	DISCUSSION ET ANALYSE .....	56

<b>CONCLUSION</b> .....	60
<b>RECOMMANDATIONS</b> .....	61
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	I
<b>ANNEXES</b> .....	II

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Population des quartiers desservis par l'AEPS.....	17
Tableau 2: Forages de Kangounadénie .....	19
Tableau 3: Tableau synoptique des points d'eau et des usages associés .....	20
Tableau 4: Localisation de la ressource en eau .....	21
Tableau 5: Consommation spécifique en milieu rural .....	23
Tableau 6: Capacité utile de château d'eau .....	27
Tableau 7: Evolution du nombre de consommateur .....	35
Tableau 9: Capacité de la ressource et temps de pompage .....	37
Tableau 10: Caractéristique du réservoir .....	38
Tableau 11: Dimensionnement de la conduite d'exhaure.....	38
Tableau 12: Dimensionnement de la conduite d'adduction .....	38
Tableau 14: calcul HMT .....	39
Tableau 15: Caractéristiques du groupe électropompe. ....	39
Tableau 16: Détermination du point de fonctionnement.....	40
Tableau 17: Point de fonctionnement de la pompe.....	40
Tableau 13: Coup de bélier .....	41
Tableau 18: Débit de soutirage .....	42
Tableau 19: Débit dans les tronçons .....	43
Tableau 20: Pression aux nœuds .....	44
Tableau 21: Diamètre nominal distribution .....	45
Tableau 22: Conduite BF .....	46
Tableau 23: puissance requise groupe électrogène .....	46
Tableau 24: coût du projet.....	49
Tableau 25: Analyse financière.....	52
Tableau 27: Avantages et inconvénients des modes de gestion des services publics locaux .....	54

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de SERAT.....	13
Figure 2: Carte de localisation du site de l'AEPS .....	14
Figure 3: Evolution de la population de Kongounadénie.....	16
Figure 4: Détermination des coefficients de pointe .....	24
Figure 5: plan du réseau .....	34
Figure 6: Point de fonctionnement.....	40
Figure 7: Analyse des besoins de consommation du jour de pointe .....	56
Figure 8: Répartition des débits .....	57
Figure 9: Débit des tronçons à partir de EPANET.....	43
Figure 10: Analyse des pressions aux nœuds.....	57
Figure 11: Pressions aux nœuds à partir de EPANET .....	58
Figure 12: Analyse des vitesses dans les tronçons.....	59
Figure 13: vitesse dans les tronçons à partir de EPANET .....	59

## I) INTRODUCTION

Le BURKINA FASO est confronté à des problèmes d'approvisionnement en eau potable de ses populations, surtout celles vivant en milieu rural. C'est dans cette optique que le gouvernement avait adopté le 14 Décembre 2006 le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) à l'horizon 2015. Il concrétisait l'approche programme retenue pour l'atteinte des OMD (Objectifs du Millénaire pour le Développement) qui visait à réduire de moitié d'ici 2015 la proportion de personnes, en milieu urbain et rural, n'ayant pas un accès adéquat à l'eau potable et à l'assainissement en 2005, selon les critères, normes et indicateurs adoptés en la matière.

Ce programme est arrivé à terme en 2015 avec l'avènement du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) qui court sur la période 2016-2030. Le PN-AEP a pour objectif de satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité. Il vise à contribuer à la réalisation des Objectifs du Développement Durable (ODD) notamment l'objectif 6 qui consiste à « Garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Un des objectifs spécifiques du PN-AEP est d'assurer un accès universel des populations aux services d'eau potable conformément à l'approche fondée sur les droits humains (AFDH).

Ces orientations sont confirmées par le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) à son Axe 3 qui consiste à “dynamiser les secteurs porteurs pour l'économie et les emplois” à travers le renforcement “des capacités de mobilisation et de gestion intégrée des ressources en eau”.

En milieu rural, l'atteinte de ces objectifs passe d'une part, par la création d'infrastructures hydrauliques permettant d'accroître l'accès à l'eau potable et d'autre part, la mise en place d'un système de gestion efficace des ouvrages réalisés pour garantir leur durabilité.

Selon l'INO, le taux d'accès en eau potable en 2018 était de 58,9% dans la région des Cascades contre une moyenne nationale de 67,3%. A Kangounadéni, village de la commune de Tiéfora, ce taux qui est largement en deçà de la moyenne nationale et régionale est estimé 49,5%. Le village comptait 2 518 habitants selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) en 2006. Au regard du nombre d'habitants et du faible taux d'accès à l'eau potable, il est impératif d'avoir une infrastructure d'alimentation en eau potable adéquate qui viendra compléter ce taux à 100%.

C'est en s'inscrivant dans cette optique que la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement des Cascades, à travers les fonds transférés dans le cadre de l'Appui Budgétaire Sectoriel (ABS), a commandité cette étude pour doter à terme le village de Kangounadéni dans la

commune de Tiéfora d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) afin de contribuer à l'atteinte des objectifs énoncés ci-dessus.

## **II) PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE**

### **II.1. Présentation de la structure d'accueil**

#### **II.1.1 Contexte de création**

La Société d'Etudes, de Réalisations et d'Assistance Technique (SERAT) a été créée en 2006 dans un contexte marqué par la raréfaction des ressources financières et le désengagement de l'État des secteurs où les opérateurs privés peuvent apporter leur expertise pour améliorer l'efficacité des programmes d'investissement. SERAT est un bureau d'études privé de droit burkinabè, composé d'Ingénieurs et de Techniciens jouissant de plusieurs années d'expérience dans les domaines de l'ingénierie.

Le bureau repose sur un noyau de cadres permanents appuyés par des techniciens et des Consultants extérieurs ayant acquis une grande expérience dans la préparation, la formulation, la réalisation, la coordination d'études ainsi que le pilotage et le contrôle des travaux.

#### **II.1.2 Domaine d'intervention**

**SERAT** a été constitué pour répondre aux besoins de conseil et d'expertise dans divers domaines :

- Aménagements hydro-agricoles, Barrages et retenues d'eau ;
- Génie civil (Bâtiment et Travaux publics) ;
- Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement ;
- Études environnementales ;
- Projets agro-sylvo-pastoraux ;
- Energies renouvelables ;
- Expertise immobilière
- Préservation et aménagement du milieu naturel (Défense et restauration des sols, agro-foresterie, ...),
- Conception, Réalisation et Gestion de la mise en décharge contrôlée des ordures ménagères.

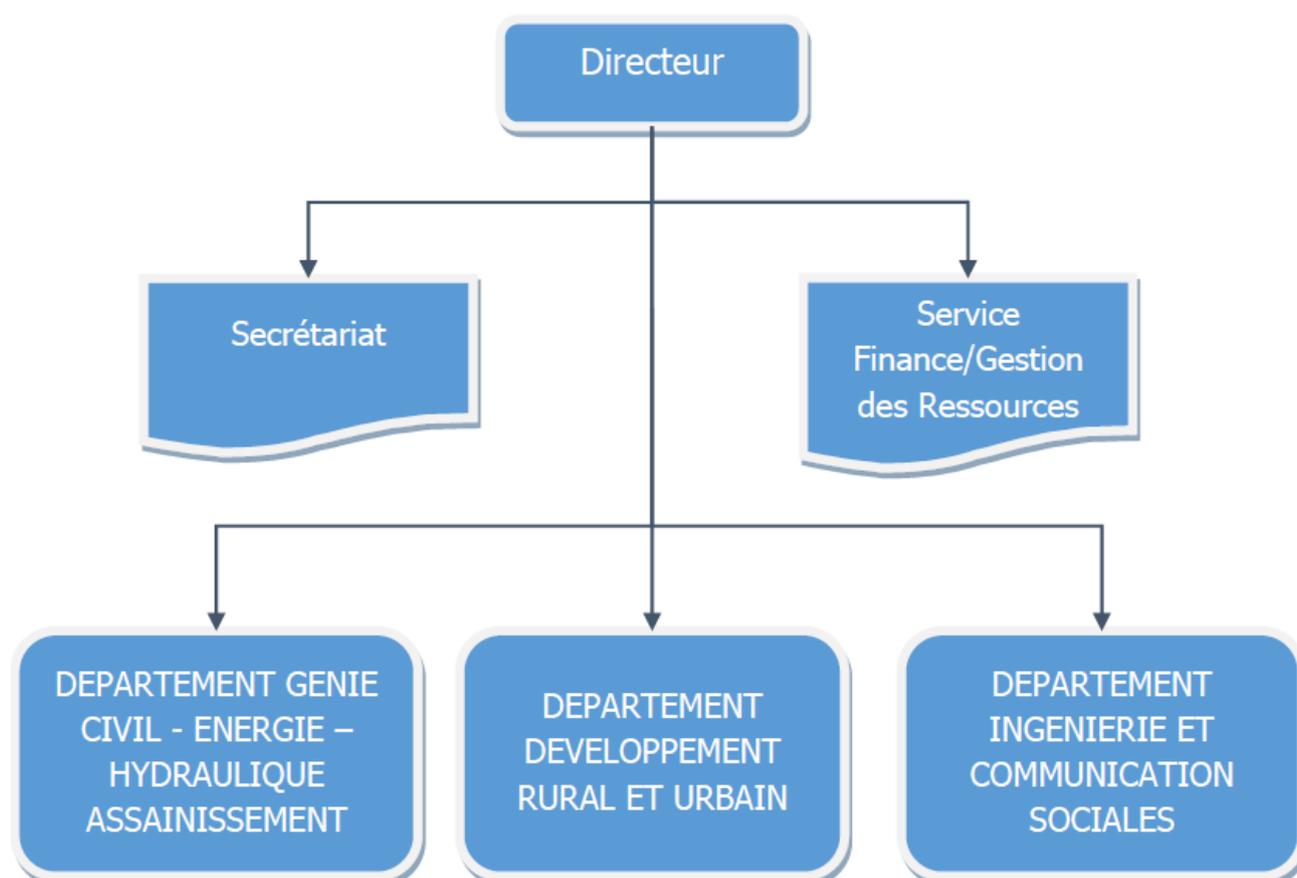
### II.1.3 Mission et vision stratégique

La vision stratégique de SERAT est « d'être un bureau d'études de référence au Burkina Faso, engagé pour des prestations de qualité en matière d'études, de conseil et d'assistance technique au service du client »

SERAT s'est assignée pour mission de contribuer activement à l'émergence d'un développement durable au Burkina Faso et en Afrique en apportant son expertise dans ses domaines d'intervention.

### *Organigramme*

Figure 1: Organigramme de SERAT



## II.2. Présentation de la zone d'étude

### II.2.1 Localisation de la zone d'étude

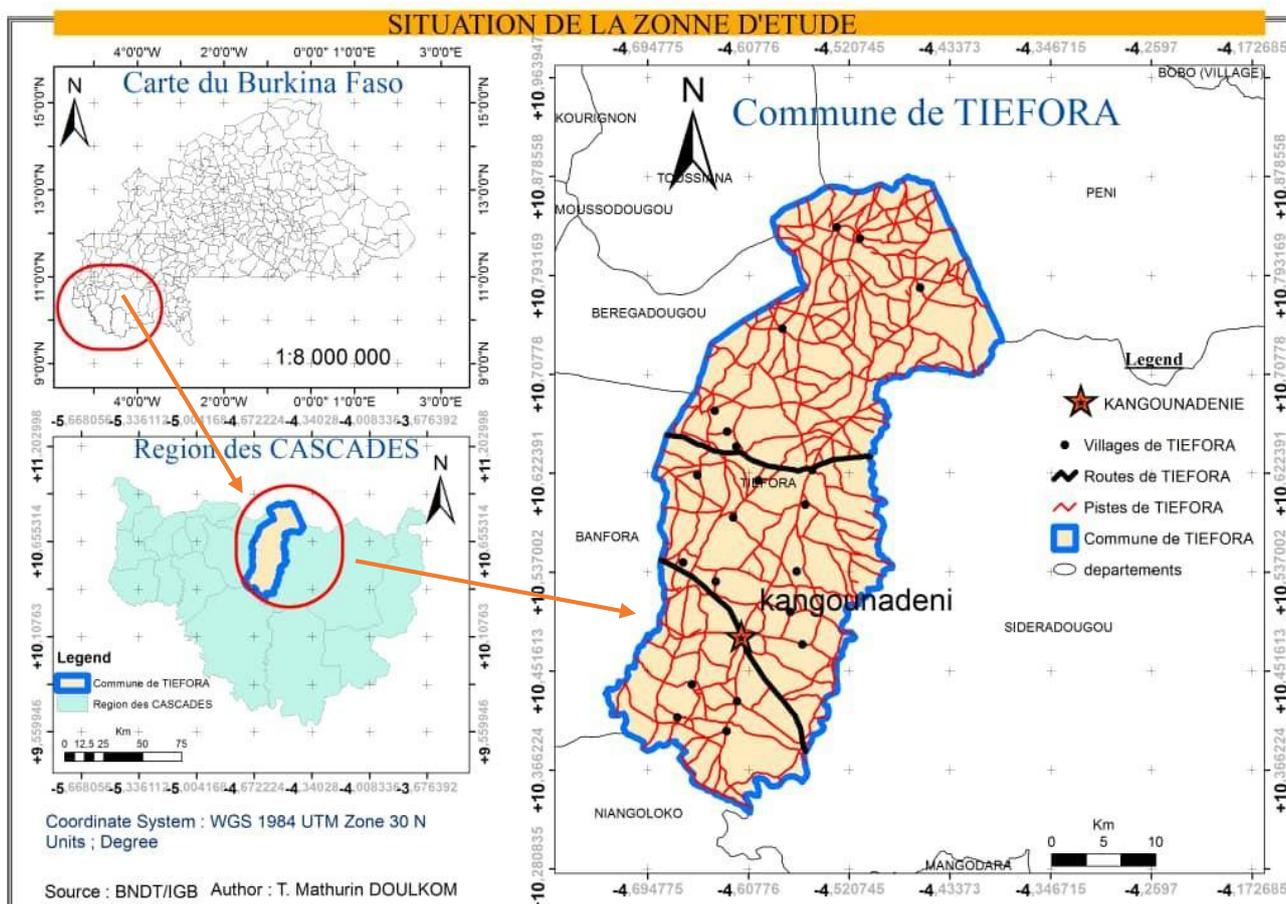
La commune de TIEFORA est localisée dans la province de la Comoé, région des Cascades au Burkina Faso. Elle est distante de 17 km de Banfora. La commune rurale de Tiéfora est traversée par la route nationale N°11 qui mène directement à Gaoua.

La commune est limitée :

- Au Nord-Ouest par la commune rurale de Toussiana
- Au Sud-Ouest par la commune rurale de Niangoloko
- A l'Est par les communes rurales de Sidéradougou ;
- A l'Ouest par la commune urbaine de Banfora et la commune rurale de Béréradougou.

Kangounadéni (également appelée Kankounadéni) est un village situé dans la commune rurale de Tiéfora. Il est situé à 17 km de Banfora sur l'axe Banfora-Mangodara et à 467 km de la capitale Ouagadougou. Pour s'y rendre, on emprunte la route nationale numéro 1 (RN1) jusqu'à Bobo Dioulasso avant d'emprunter la RN 2 jusqu'à Banfora (sur 85 Km). Ensuite, on emprunte la route départementale reliant Banfora à Mangodara sur 17 Km pour atteindre le village de Kangounadéni. Il est composé de quatre (04) quartiers groupés : Kangounadéni I (Belle-ville, Centre, Kôokô, Loubara) Kanwagouan, Niampigra, N'tiguinagouan et Tiadiara. En plus de ces quartiers, on enregistre aussi huit hameaux de culture plus ou moins éloignés des quartiers que sont Kogodian (8km), Kangounadéni 2 (22 km), Téfoin (5 km) et Nadrigban (22 km).

Figure 2: Carte de localisation du site de l'AEPS



## II.2.2 Présentation du cadre physique

### Climat et pluviométrie

Toute la province de la Comoé est soumise à un climat de type Sud Soudanien. La commune de Tiéfora qui se trouve à l'intérieur de cette zone lui confère le même type de climat. Selon le PCD AEPA, elle se caractérise par deux types de saisons :

- ❖ Une saison hivernale qui dure environ (06) mois avec une hauteur de pluie comprise entre 700 et 1 100 mm/an. Toutefois, on note une mauvaise répartition spatio-temporelle de ces précipitations, ce qui a des conséquences néfastes sur les rendements agricoles ;
- ❖ Une saison sèche, plus longue qui se caractérise par l'harmattan, un vent sec et froid qui souffle du nord - est vers le sud - ouest. Ce vent décape les sols.

### Réseau hydrographique

La commune appartient à deux (02) bassins versants : la Bougouriba et la Comoé. La partie ouest de la commune est parcourue par les nombreux affluents de la Comoé dont les plus importants sont le Sinlo et la Koflandé.

En outre, on dénombre de petites rivières saisonnières et de petites mares exploitées pour l'abreuvement des animaux dispersés sur toute l'étendue du territoire communal. La commune dispose d'un barrage construit en 1962 et se trouve très ensablé à cause des nombreuses activités qui sont menées aux abords sans protection majeure des berges.

### Sols

Selon la topo - séquence et la granulométrie, il existe plusieurs types de sols sur le terroir de Tiéfora. Ils évoluent des sols à valeur agronomique nulle aux sols à valeur agronomique moyenne. Ce sont :

- ❖ *Les sols sablo-gravillonnaires* qui sont difficilement exploitables et selon les producteurs. Les cultures les plus implantées sont : sorgho, maïs, arachides, coton, et le sésame. Ces sols se trouvent généralement sur les pentes et en hauteur.
- ❖ *Les sols hydromorphes* sont glissants, collant et lourd pour le travail. Il est exploité pour le riz, le maïs, le sorgho et les cultures maraîchères. Ce type de sols se trouve dans les bas-fonds.
- ❖ *Les sols sableux* ont la composante granulométrique essentielle constituée le sable. Le mil, le voandzou, le niébé, le sésame, le fonio, et l'arachide sont les cultures implantées.

Selon les producteurs, la commune possède environ 5 000 ha de bas-fonds aménageables pour la pratique des cultures de contre-saison, notamment les cultures maraîchères et l'intensification du riz.

### II.2.3 Présentation du cadre humain

Selon le dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) en 2006, le village comptait 2 518 habitants dont 46,03% de femmes, soit 1 158. La projection en 2020 sur la base d'un taux d'accroissement de 4,6% (tiré du PCD AEPA de la commune de Tiéfora), donne un effectif de 3942 habitants. Si la tendance se maintient, les projections pour les trois quinquennats suivants donnent les résultats présentés dans le graphe suivant :

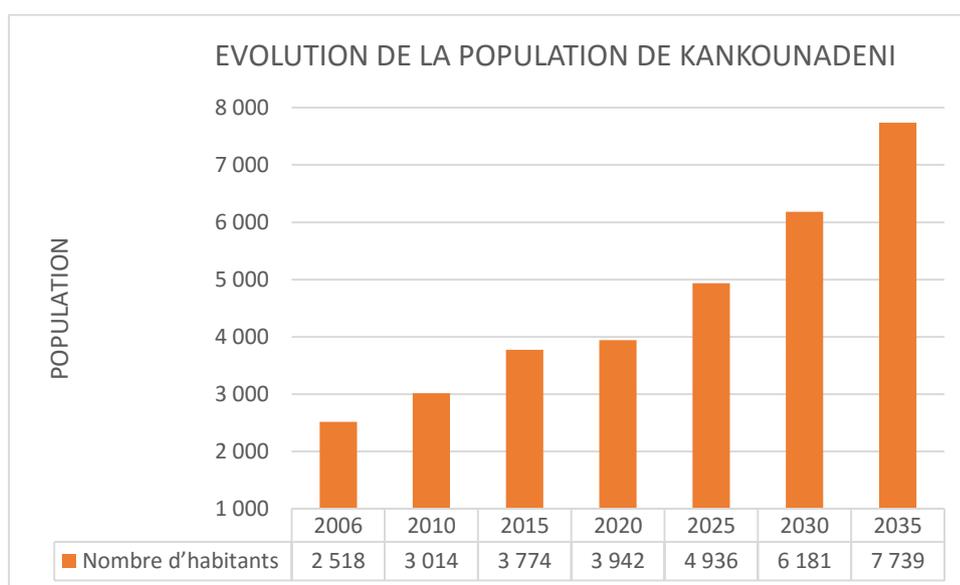


Figure 3: Evolution de la population de Kongounadéni

Source : PCD\_AEPA de Tiéfora

Au regard de l'éloignement des hameaux de culture des autres quartiers du village et selon le souhait des populations exprimé lors de l'assemblée générale, il est raisonnable de limiter la population bénéficiaire du système d'adduction d'eau potable à Kangoubadéni I et des hameaux de culture qui sont à moins de 5 kilomètres du Centre. Les autres hameaux de culture plus distants ainsi que les villages environnants tels que Boussara, Nanegra, Wentiara et Tankara, pourront être pris en compte dans la vision d'une AEPS multi villages. La population de Kangounadéni I et des huit (08) hameaux de culture concernée par le projet d'AEPS était de 2100 habitants en 2006. Avec un taux d'accroissement de 4,6% (taux communal), elle est estimée en 2035 à **7739** habitants en utilisant la formule d'accroissement géométrique. Elle est répartie comme suit :

Tableau 1: Population des quartiers desservis par l'AEPS

N°	Nom quartiers	population 2006	population projetée 2020	population projetée 2035
1	Kangounadéni I	420	788	1548
2	Kanwagouan	420	788	1548
3	Niampigra	420	788	1548
4	N'tiguinagouan	420	788	1548
5	Tiadiara	420	788	1548
<b>TOTAL</b>		<b>2 100</b>	<b>3942</b>	<b>7739</b>

Source : INO\_DREA\_Cascades

## II.2.4 Présentation des caractéristiques socio-économiques

Sur le plan de l'eau potable, le village dispose au total de dix 10 forages, tous fonctionnels. Au niveau des infrastructures et équipements collectifs, on dénombre :

- un centre de santé et de promotion sociale (CSPS),
- deux (02) écoles primaires publiques,
- un collège d'enseignement général public,
- un centre d'éducation de base non formel,
- un centre d'alphabétisation.

Aussi, on y trouve une mosquée et deux églises (protestante et catholique). Quant aux infrastructures économiques on note essentiellement le marché qui constitue le lieu des échanges entre les différents acteurs économiques, une plateforme multifonctionnelle gérée par le groupement des femmes et un centre de collecte de lait.

La principale activité de production est l'agriculture suivie de l'élevage. Il existe également des activités de commerce et de maraîchage.

- *L'élevage* : Les populations du village, en raison des facteurs climatiques favorables pratiquent aussi l'élevage de grands ruminants comme de petits ruminants. Les difficultés principales de la production pastorale se situent au niveau de l'alimentation mais surtout de l'abreuvement.
- *Le petit commerce* : il concerne essentiellement les produits manufacturés et autres, autour de quelques boutiques et étals du marché du village. Il est pratiqué essentiellement par des jeunes.

En outre, il faut noter que les femmes sont organisées en groupement et mènent des activités génératrices de revenus (production et commercialisation de soubala).

## III) PRESENTATION DU PROJET

### III.1. Problématique du projet

Le dernier recensement effectué par le ministère en charge de l'eau au Burkina Faso a montré que les besoins en eau potable ne sont pas satisfaits dans les communes rurales en général et particulièrement dans la région des Cascades. Le manque d'infrastructures d'alimentation en eau potable constitue un handicap sérieux pour l'accès à l'eau potable. Par ailleurs, la pénurie chronique en eau potable pendant les mois de période sèche de l'année handicape sérieusement les femmes et ne permet pas de dégager du temps pour s'investir dans les activités génératrices de revenus dans la lutte contre la pauvreté. Face à cette injustice, et dans le but d'assurer durablement l'alimentation en eau potable de la région des Cascades, il a été décidé de mener une étude avant-projet détaillée en vue de la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable simplifiée au profit de la commune de Tiéfora.

C'est dans cette perspective que le gouvernement du Burkina Faso a obtenu des bailleurs de fond une délégation de crédit accordée à la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement des Cascades pour l'étude et la réalisation d'infrastructures d'approvisionnement en Eau potable. Le bureau d'étude SERAT a ainsi été recruté pour mener cette étude.

Notre mission sera de proposer une étude avant-projet détaillée du système d'adduction d'eau potable de la commune de Tiéfora, région des cascades qui contribuera de façon significative à l'amélioration du niveau de desserte en eau potable en quantité et en qualité suffisante. La présente étude s'inscrit dans ce cadre et a pour objet d'évaluer la faisabilité et la viabilité socioéconomiques de l'AEPS de Kangounadéni. Il s'agit donc d'accommoder le projet aux attentes, au vécu des communautés de la zone du projet tout en prenant en considération les expériences similaires au Burkina Faso.

### III.2. Objectifs du projet

L'objectif global de cette étude est l'amélioration de la desserte en eau des habitants de la commune de Tiéfora dans la région des Cascades.

Cet objectif se décline en objectifs spécifiques définis comme suit :

- ✚ Faire un état des lieux de l'approvisionnement en eau potable de la commune de Tiéfora
- ✚ Faire une étude socio-économique afin de procéder au dénombrement et à l'analyse de l'organisation de la population, d'analyser la demande solvable, de faire l'inventaire des activités de la population, l'inventaire des équipements et infrastructures collectifs,

l'analyse de la structuration de la population pour la répartition des points de branchement (bornes fontaines et branchements privés) ;

- ✚ Evaluer les consommations et les besoins en eau potable à l'horizon du projet ;
- ✚ Dimensionner la conduite de refoulement et les conduites de distribution ;
- ✚ Procéder au choix du type de pompe ;
- ✚ Déterminer les caractéristiques du réservoir ;
- ✚ Déterminer les équipements annexes ;
- ✚ Fournir les plans de réseau et des équipements ;
- ✚ Faire le métré et fournir le devis quantitatif.

### III.3. Etat des lieux

Les sources d'approvisionnement en eau identifiées selon les enquêtes effectuées auprès des ménages dans la zone du projet sont nombreuses : mares, puits temporaires, puits modernes, forage équipé de pompe à motricité humaine. Selon les usages faits de ces différentes sources d'eau, on distingue en saison des pluies, que les infrastructures prioritairement destinées à l'alimentation en eau potable sont les forages et les puits modernes et que celles réservées aux autres activités notamment l'abreuvement des animaux sont les eaux de surface et puits traditionnels.

La situation des ouvrages d'approvisionnement en eau potable dans la zone du projet est comme indiquée dans le tableau qui suit : on dénombre au total dix forages équipés de pompe à motricité humaine fonctionnels, dont trois seulement se situent au niveau des quartiers du centre du village (un forage communautaire, un pour l'école primaire, et un pour le CSPS).

Tableau 2: Forages de Kangounadéni

Nom Quartier	Année de réalisation	Propriété	TYPE_POMPE	fonctionnalité
Q-Belle ville	2017	communautaire	Vergnet	fonctionnel
KANGOUNADENI 2	2015	communautaire	Vergnet	fonctionnel
belle -ville	2016	institutionnel	India	fonctionnel
Q-Kogodjan	2015	communautaire	India	fonctionnel
Q-N'tiguinagouan	2003	communautaire	Vergnet	fonctionnel
Q-Kanwangouan	1983	communautaire	Vergnet	fonctionnel
Q-Belle ville	2017	communautaire	India	fonctionnel
Q-Kankounadéni I	1988	institutionnel	India Mark2	fonctionnel
Q-Kankounadéni I	1983	communautaire	Vergnet	fonctionnel
Q-Niampigra	1990	communautaire	Vergnet	fonctionnel

Source : INOH\_DREA-Cas 2017

Tous les forages de la zone d'étude sont fonctionnels. Malgré ce nombre, les besoins des populations ne sont pas comblés. A cela s'ajoutent les besoins pour l'abreuvement des animaux surtout en saison sèche.

#### **Préférences par rapport aux sources d'eau existantes**

Des données collectées, il ressort trois principaux facteurs déterminant le choix des sources d'eau de façon générale dans les usages des populations de la zone :

- Il y a d'abord l'usage auquel la ressource est destinée. Selon qu'il s'agisse de l'alimentation, de l'abreuvement, de la lessive, les individus utilisent des sources différentes. Le tableau ci-dessous reprend les principales sources d'eau présentes dans la zone du projet et les usages qui en sont fait.

Tableau 3: Tableau synoptique des points d'eau et des usages associés

Type de source	Usages principaux	Usages secondaires
<b>Forage</b>	Alimentation en eau potable : boisson et cuisine	Abreuvement des animaux, lessive, construction
<b>Puits modernes</b>	Alimentation en eau potable, abreuvement des animaux	Construction, maraichage
<b>Puits temporaires dans les bas-fonds</b>	Alimentation en eau potable, fabrication de briques	Maraichage, lessive, toilettes

Source : enquête de l'étude

Le second facteur important est l'accessibilité financière. L'accès à l'eau des forages étant partout payé quel que soit le mode, il s'en suit qu'il est concurrencé par les autres sources notamment pour ce qui est des usages autres que l'alimentation humaine.

Enfin, il y a également la proximité géographique : on fréquente un point d'eau parce qu'il est proche de son domicile.

### **III.4. Donnée de base**

La démarche méthodologique suivante a été adoptée :

#### **III.4.1. Collecte documentaire**

Il a été procédé à la consultation et à la collecte des documents techniques existants. Cette collecte a été faite auprès de la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP), de la DREA-Cascades, des services déconcentrés et décentralisés locaux ainsi que des différents partenaires intervenants dans le domaine de l'eau dans la localité de Kangounadéni.

Les données collectées ont permis d'évaluer la capacité globale des ressources en eau et d'apprécier la pertinence de la réalisation du système d'AEPS.

### III.4.2. Donnée démographiques

L'évolution de la population est déterminée à partir des chiffres officiels du recensement général de la population et de l'habitat de 2006 (RGPH 2006) et du taux de croissance moyen de la commune.

La population totale du village de Kangounadéni selon le RGPH-2006 était de 2 518 habitants dont 1158 femmes représentant 46 % de la population. Le PCD – AEPA de TIEFORA, indique une population de 3942 habitants en 2020 avec un taux d'accroissement communal de 4,6%.

### III.4.3. Données topographiques

Sur le terrain, des levés topographiques ont été menés. Ces travaux ont consisté à :

- Matérialiser sur le terrain la position des bornes fontaines (BF) et vérifier que celles-ci ne se retrouvent pas dans des domaines privés ;
- Matérialiser sur le terrain la position du château d'eau ;
- Réaliser l'état des lieux (zones d'habitations) ;
- Lever les axes du réseau à partir du château d'eau, des bornes fontaines, du forage et de tous les points particuliers du réseau ;
- Effectuer le traitement des données collectées sur le terrain.

### III.4.4. Ressource en Eau

La ressource en eau qui sera exploitée pour alimenter le système est constituée d'un forage déjà réalisé.

Le tableau ci-dessous donne la localisation exacte du site.

Tableau 4: Localisation de la ressource en eau

Village	Quartier	Paramètres		Coordonnées GPS		Observations
		Site	Prof.	Latitude	Longitude	
Kangounadéni	Belle ville	SE1	80	N10°28'47,7"	W04°36'40,7"	Forage déjà réalisé, 9m <sup>3</sup> /h obtenu

## IV) METHODOLOGIE DE CONCEPTION

### IV.1. Critères de conception

La réalisation du système d'AEPS a pour objectif de relever le niveau de service en eau potable d'hygiène et d'assainissement. Cependant, ce système de desserte, pour être durable doit intégrer dès sa conception les critères de coûts de maintenance et d'exploitation.

Pour ce faire, les options principales sont alors de :

- ✓ Adapter autant que possible le système à la demande en le dimensionnant en fonction d'une consommation spécifique réaliste.
- ✓ Assurer une desserte en eau à partir de Bornes Fontaines « BF » et de Branchements Privés « BP » pour atteindre toutes les catégories de consommateurs.
- ✓ Assurer une capacité de distribution suffisante en tenant compte de l'évolution des consommations spécifiques et des facteurs de pointe ;
- ✓ Garantir une meilleure qualité de service afin d'éviter que les populations ne retournent à leurs anciennes sources d'approvisionnement en eau ;
- ✓ Explorer les différentes sources d'énergie et proposer la meilleure en termes d'adaptabilité au contexte socioculturel, de durabilité, de viabilité et d'efficacité.

Les études socio-économiques ont été menées par le Bureau SERAT et ont permis de collecter les données socio-économiques qui ont servi de base à la réalisation de cette étude. Il en est de même pour les études topographiques qui ont permis d'avoir les différentes côtes et coordonnées indispensables à la conception de ce projet.

### IV.2 Horizon du projet

Le système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) est dimensionné pour répondre aux besoins en eau potable à l'horizon 2030 pour une durée de vie de 15 ans et en considérant 2020 comme année de sa réalisation. Les ouvrages qui composent l'AEPS doivent être conçus et réalisés pour être fonctionnel sur cette période (2020-2035).

### IV.3 Estimation du nombre d'habitant

Pour l'évolution de la population de 2007 à 2035, la formule ci-après de Thomas MALTHUS a été utilisée suivant un modèle de progression géométrique.

$$P_n = P_0 (1 + t_x)^n$$

$P_n$  = Population à l'année projetée,  $P_0$  = Population à l'année de référence,  $t_x$  = Taux d'accroissement de la population,  $n$  = Nombre d'années.

### IV.3. Déserte en eau

Les normes du PN-AEPA stipulent que le nombre de personnes s'alimentant à un forage ne doit pas être supérieur à 300 et la distance maximale à parcourir en milieu rural pour accéder à un PEM ne doit pas excéder 1 000 m. Le village de Kangounadéni compte 10 forages équipés de PMH.

$$T_{PMH}(\%) = \frac{N_{forage} \times 300}{Population\ Totale} \times 100$$

Suivant la viabilité des systèmes d'adduction d'eau potable en milieu rural il a été constaté qu'après réalisation d'un réseau, les populations ont tendance à s'approvisionner de préférence au niveau des bornes fontaines au détriment des forages.

Ainsi pour un fonctionnement efficient de notre réseau nous ne considérons pas ce taux qui viendra diminuer la population de manière à ne pas faire face à une pénurie d'eau à l'horizon du projet. Nous considérons que le système doit assurer un taux de desserte de 100% d'ici l'horizon du projet ce qui concorde au PN-AEP 2015-2030 qui vise l'accès à l'eau potable pour tous.

### IV.4. Estimation des besoins en eau de la population

#### IV.4.1. Consommation Spécifique

La consommation spécifique est un paramètre très important dans l'évaluation des besoins en eau de de la population. Elle est déterminée sur la base des données statistiques de la localité faisant l'objet du projet. En l'absence de données statistiques sur la localité du projet, on peut procéder par une comparaison avec des localités similaires en termes de niveau de vie, du climat et pour lesquelles, les données statistiques sont disponibles.

Le PN-AEP2016-2030, référentiel du Burkina pour les questions d'AEP, donne l'évolution de la consommation spécifique en fonction des paliers pour les années 2015, 2020, 2025 et 2030, comme suit dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: Consommation spécifique en milieu rural

Horizon	Consommation PEM	Consommation BF	Consommation BP
année	l/hbt/jr		
2015	8	8	10
2020	10	10	15
2025	12	12	20
2030	15	15	20

Source : MEA, PN-AEP2016-2030

#### IV.4.2 Variation de la demande

La demande en eau varie suivant les saisons de l'année, des jours dans le mois et suivant les heures de la journée. Il existe donc plusieurs coefficients qui permettent de prendre en compte toutes ces variations dans l'évaluation de la demande en eau. Le tableau ci-dessous présente les différentes valeurs de ces coefficients.

Figure 4: Détermination des coefficients de pointe

Variation	Formules	Valeurs recommandées selon les contextes	Valeur retenue
Coefficient de pointe saisonnier (Cps)	$C_{ps} = \frac{D_{jmp}}{D_{jm}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>1,10 en zone tropicale humide (ressource en eau abondante, température stable)</li> <li>1,20 en zone sahélienne (forte chaleur, tarissement cyclique de la ressource)</li> </ul>	1.15
Coefficient de pointe journalier (Cpj)	$C_{pj} = \frac{D_{jp}}{D_{jmp}}$	Évolue entre 1,05 et 1,15	1.10
Parmi ces deux coefficients nous ne considérons que le coefficient de pointe journalier afin de ne pas faire une surestimation dans l'évaluation de nos besoins			

Le coefficient de pointe horaire (Cph) exprime le comportement des usagers d'eau au cours de la journée. Ce coefficient est généralement pris entre 2, 5 et 3 pour les villes de moins de 10 000 habitants. Il est obtenu à partir de la formule empirique suivante :

$$C_{ph} = 1,5 + \left( \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh} \left( \frac{m^3}{h} \right)}} \right)$$

#### IV.4.3 Rendement du système d'adduction –distribution

Les statistiques montrent que les pertes dans les systèmes d'adduction d'eau potable simplifiés sont généralement minimales les premières années et s'accroissent avec le vieillissement du réseau. Dans la présente étude, nous prendrons une valeur de 5% pour les cinq (5) premières années et 10 % au-delà de cette période.

Période	2020-2025	2025-2030	2030-2035
Pertes	5%	7,5%	10%

#### IV.4.4 Le besoin moyen journalier

Il permet d'évaluer l'évolution de la demande et de prévoir les sources potentielles nécessaires à la mise en place du système. Il est fonction de deux (02) paramètres essentiels que sont la consommation spécifique moyenne journalière et la population.

$$B_{mj} = \frac{C_s}{1000} \times P$$

- ✚  $B_{mj}$  : Besoins moyens journaliers en m<sup>3</sup>/jr
- ✚  $C_s$  : Consommation spécifique en l/hbt/jr
- ✚  $P$  : Nombre d'habitant

#### IV.4.5 La demande de production du jour de pointe

Il s'agit de la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation en eau de la population pendant le jour de pointe en tenant compte des pertes dans le réseau de distribution. Elle se calcule à partir de la formule suivante :

$$B_{jp} = \frac{B_{jm} \times C_{pj}}{n}$$

- ✚  $B_{jp}$  : Demande de production du jour de pointe (m<sup>3</sup>/h)
- ✚  $B_{jm}$  : Besoins moyens journaliers en m<sup>3</sup>/jr
- ✚  $C_{pj}$  : Coefficient de pointe journalier
- ✚  $n$  : Rendement du réseau

#### IV.4.6 Le débit moyen horaire

Il s'agit du débit du jour de pointe en tenant compte du temps de distribution. Le temps de distribution par les bornes fontaines est différent de celui par les branchements particuliers.

$$Q_{mh} = \frac{B_{jp}}{T}$$

- ✚  $Q_{mh}$  : Débit moyen horaire (m<sup>3</sup>/h) et
- ✚  $T$  : Durée de distribution en h

#### IV.4.7 Débit de pointe horaire

Il s'agit de la quantité d'eau par unité de temps nécessaire à l'approvisionnement en eau des habitants durant la période de haute consommation au cours de la journée. Il permet de tenir compte de la

condition la plus défavorable dans l'estimation des besoins en eau. Il se calcul à partir de la formule suivante :

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times C_{ph}$$

- ✚  $Q_{ph}$ : Débit moyen horaire en m<sup>3</sup>/h
- ✚  $C_{ph}$  : Coefficient de pointe horaire.

#### IV.4.8 Débit horaire de refoulement

Il s'agit du volume d'eau à prélever au forage par heure afin de satisfaire le besoin de production. Il s'obtient par la formule suivante :

$$Q_{ref} = \frac{B_{jp}}{n_a \times T}$$

- ✚  $Q_{ref}$  : Débit horaire de refoulement en m<sup>3</sup>/h ;
- ✚  $B_{jp}$  : Besoin de pointe journalier en m<sup>3</sup>/h
- ✚  $n_a$  : Rendement du réseau d'adduction.

### IV.5. Conception des ouvrages et dimensionnement

#### IV.5.1 Système de pompage et la source d'énergie

La pompe d'exhaure sera de type immergé centrifuge et sera déterminée en fonction de la hauteur manométrique totale et du débit d'exploitation du forage.

Le moteur sera de type asynchrone triphasé avec enroulement en cuivre enrobé de résine pour l'isolation électrique et l'étanchéité.

Trois sources d'énergie peuvent être utilisées pour le pompage :

- ✓ L'énergie solaire. Elle sera privilégiée pour le pompage de l'eau nécessaire au fonctionnement du système compte tenu de sa disponibilité et de son coût d'exploitation moindre par rapport aux autres sources d'énergie. Ses contraintes, sont liées au temps de pompage (durée maximum 8 h)

- $P_C = \frac{E_{elec}}{Ensoleillement \times (1 - pertes)}$  \*

- ✓ L'énergie thermique (groupe électrogène propre à l'AEPS) ;

$P_{Groupe} = \frac{U \times I_d \times \sqrt{3}}{1000}$	Avec : $I_d$ : Intensité de démarrage (A); $I_d = I_N \times 2,2$ U : Tension en V
--	--

- ✓ La Plate-forme multifonctionnelle,

Dans notre cas la plate-forme multifonctionnelle est en panne donc cette option est à écarter. La source d'énergie prioritaire est le solaire. Une combinaison sera faite avec le thermique pour allonger le temps de pompage en fonction de l'évolution des besoins.

#### IV.5.2. Dimensionnement des installations

##### Choix du réservoir

Le réservoir est de type métallique étanche et de forme cylindrique. Le réservoir est dimensionné pour équilibrer les fluctuations journalières de la consommation. Ce type de réservoir est généralement utilisé dans les petits centres équipés de systèmes d'AEPS. Les coûts d'investissements de ce type de réservoir sont relativement moins élevés par rapport à ceux des réservoirs en béton armé pour les faibles volumes de stockage. De plus, sa mise en œuvre demande moins de temps que le réservoir en béton.

Pour la détermination de la capacité du château d'eau nous admettrons des valeurs forfaitaires de réservoir issu des statiques de centre AEP, Burkina Faso.

Tableau 6: Capacité utile de château d'eau

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

##### Dimensionnement des BF

Selon les normes du PN AEP, une borne fontaine doit alimenter une population de 500 habitant. Au regard donc de la population à desservir, le nombre de bornes fontaine évoluera au fil des années pour atteindre 12 à l'horizon du projet.

Le type de bornes fontaines choisi sont celui couramment utilisé par l'ONEA. Elles sont munies de 3 robinets de puisage et construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage. Une goulotte 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. Le débit de chaque borne fontaine sera calculé grâce à la formule suivante :

$$Q_{BF} = N_{rob/BF} \times q_s(rob)$$

### **Les branchements privés**

Conformément aux objectifs du PN AEP à l'horizon du projet en 2035, au total 1703 habitants soit 22% de la population seront desservis par les branchements privés (soit 170 BP). Le réseau sera dimensionné pour supporter le raccordement d'éventuels branchements privés pour atteindre l'objectif visé en termes de taux de desserte.

### **Choix des conduites**

Les conduites du réseau seront en **PVC** compte tenu de leur disponibilité sur le marché, de leur facilité à l'exploitation et des raisons budgétaires. La pression nominale de 10 bars (PN10) est adoptée pour le réseau de distribution où les pressions sont généralement peu élevées (distribution gravitaire terrain peu accidenté).

La pression nominale de 16 bars (PN16) est adoptée pour les réseaux de refoulement compte tenu des surpressions engendrées par le phénomène des coups de béliers suite aux arrêts brusques des pompes qui pourraient survenir au cours de l'exploitation.

La conduite d'exhaure sera en PEHD PN 16.

### **Condition de vitesse et de pression**

La vitesse d'écoulement doit être comprise entre des valeurs minimale ( $U_{min}$ ) et maximale ( $U_{max}$ ). En effet :

- $U_{min}$  permet de garantir l'auto curage de la conduite, donc d'éviter des dépôts. Elle est de l'ordre de 0.3m/s.
- $U_{max}$  est liée à l'érosion du matériau de revêtement de la conduite et est une des données dite constructeur. Pour les PVC,  $U_{max}$  (m/s)  $\approx$  1,00 à 1,20

Quant à la pression de service, elle doit être déterminée pour assurer un prélèvement sans effort particulier et pendant une durée acceptable. Cela passe par l'adoption d'un minimum de pression de service à tous les noeuds et en situation de pointe. La valeur contractuelle en AEPS est de  $P_{ser} = 5mCE$ .

Nous prendrons ainsi, 10 m CE pour les pressions dans le réseau secondaire afin de pouvoir garantir une pression de service de 5mCE, et les vitesses seront comprises entre 0,3 et 1 m/s dans nos calculs.

### ✚ Pertes de charges linéaires et singulières

Il existe plusieurs formules qui permettent de déterminer les pertes de charge. Dans le cadre de cette étude, nous avons opter pour la formule de **William – Hazen** qui prend en compte le coefficient de résistance, la nature et la rugosité des parois de la canalisation. La formule de **William – Hazen** fait une approximation par excès des pertes de charge et permet donc au réseau de pouvoir satisfaire la demande même dans le cas le plus défavorable.

$$\Delta H_L = \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,871}} \times L$$

- $\Delta H$  : pertes de charges linéaire en m
- $C_{HW}$  : Coefficient de William Hazen égal à 150 pour le PVC
- $Q$  : débit transité en  $m^3/s$
- $D$  : diamètre intérieur de la conduite en m
- $L$  : longueur de la conduite en m

Les pertes de charge singulières sont dues aux modifications brusques de l'écoulement dans les pièces. Les pertes de charge singulières sont fonction du débit, du diamètre de la conduite et de la nature de la singularité. Cependant, au regard de la taille et des singularités de notre réseau, les pertes de charges singulières seront prises égales à 5% des pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_S = 5\% \times \Delta H_L$$

#### IV.5.4 Réseau d'adduction

##### ✚ Diamètre de refoulement

Il existe différentes formules qui permettent de calculer le diamètre de la conduite de refoulement. La formule utilisée doit également respecter la condition selon **GLS** et la condition de **Flamant**.

- condition selon **GLS** :  $V_{(m/s)} \leq \left(\frac{D_{ret}(mm)}{50}\right)^{0,25}$

Pour dimensionner la conduite de refoulement, nous avons utilisé les formules suivantes :

- Formule de MUNIER

$$D_{th}(m) = (1 + 0,02 \times T_p) \times \sqrt{Q(m^3/s)} \text{ Avec } T_p \text{ [h] est le temps de pompage.}$$

- Formule de BRESSE

$$D_{th}(m) = 1,5 \times \sqrt{Q(m^3/s)}$$

- Formule de BONIN

$$D_{th}(m) = \sqrt{Q(m^3/s)}$$

- Formule de Bedjaoui

$$D_{th}(m) = 1,27 \times \sqrt{Q(m^3/s)}$$

### ✚ Etude du phénomène de coup de bélier

La protection contre le bélier s'avère théoriquement nécessaire lorsque la pression du régime permanent adjointe aux effets du bélier hydraulique dépassent la pression maximale admissible  $P + \Delta P \geq PMA$

En pratique, par mesure de sécurité, on prévoira un dispositif anti-bélier dès que  $P + \Delta P \geq PFA$

- ❖ **PN**: Pression Nominale
- ❖ **PFA**: Pression de Fonctionnement Admissible : pression qu'un composant peut supporter en fonctionnement normal :  $PFA \approx PN$
- ❖ **PMA**: Pression Maximale Admissible : pression qu'un composant peut supporter en cas de bélier hydraulique :  $PMA \approx 1,2PFA$  avec  $PMA = HMT + \Delta P$

$$\Delta P = \frac{C \times V}{g}$$

- ✚ C : Célérité en m/s
- ✚ V : Vitesse du fluide en m/s
- ✚ g : pesanteur = 9,81 m/s

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \times \frac{D}{e}}}$$

- ✚ k : Module de Young pour PVC
- ✚ e : Epaisseur de la conduite en m
- ✚ D : Diamètre de la conduite en m

#### IV.5.5 Réseau de distribution

##### Calcul des débits de soutirage

Pour calculer le débit de soutirage, nous avons utilisé l'approche suivante : nous avons d'abord soustrait la somme des débits des bornes fontaine de l'ensemble du débit du réseau de distribution ( $Q_{ph}$ ). Ce débit est ensuite divisé par la longueur totale du réseau de distribution pour obtenir un débit spécifique linéaire  $qs$  (l/s/ml). Ce débit linéaire trouvé est multiplié par la longueur de chaque tronçon pour trouver son débit en route ( $Q_{re}(l/s) = qs * L$ ). Chaque tronçon étant constitué de deux nœuds, le débit partiel à chaque nœud  $Q_n(l/s)$  sera donc la moitié du débit du tronçon auquel il appartient. Pour trouver enfin le débit total à chaque nœud, nous avons fait la somme des débits partiels de chaque nœud en ajoutant les débits des bornes fontaine les plus proches du nœud. Ces débits, nous les avons appelés  $Q_{n2}(l/s)$ .

##### Le débit transitant

A partir des débits soutirage, les débits transitant sont répartis en respectant la loi des nœuds. Le débit initial de calcul de chaque tronçon comporte deux éléments : le débit transité par le tronçon pour desservir la demande du nœud situé à son aval ; le débit desservi par le tronçon lui-même qui peut prendre deux formes, soit une répartition de ce débit entre les deux nœuds, soit un service en route. Dans tous les cas, la loi des nœuds qui exprime le principe de conservation de la matière doit être respecté :  $\Sigma \text{débits entrants} = \Sigma \text{débits sortants}$ . Cette répartition a été réalisée avec le logiciel Epanet.

##### Diamètre théorique

La formule utilisée pour le calcul des diamètres des conduites de distribution est celle dite de continuité qui s'exprime par  $Q = S \times V$  avec  $Q$  le débit dans la conduite,  $S$  la section de la conduite choisie circulaire et  $V$  la vitesse de l'eau dans la conduite.

Le diamètre intérieur théorique de la conduite est alors donné par la formule de ci-dessous :

$$D_{in} = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

- $D_{in}$  : diamètre intérieur de la conduite exprimé en m
- $Q$  : est le débit passant dans la conduite en  $m^3/s$
- $V$  : est la vitesse de l'eau dans la conduite égale à 1m/s

Des ajustements sont faits pour choisir le diamètre commercial le plus approprié tout en respectant les conditions de vitesse et de pression.

### Calcul des mailles

Nous avons fait le choix d'un réseau maillé pour les raisons suivantes :

- Il permet d'alimenter un tronçon par au moins deux canalisations, d'où une sécurité d'alimentation
- Il permet une augmentation des capacités des transferts du réseau (à débit égal, les pertes de charge diminuent).
- En plus, avec l'avènement des AEP multi-villages, le ministère en charge de l'eau potable recommande fortement les réseaux maillés pour faciliter leur connexion éventuelle à un nouveau réseau.

Pour le calcul des mailles, nous avons fait un dimensionnement par la méthode d'aval vers l'amont. Pour la détermination des débits réels au niveau de la partie maillée de notre réseau, nous avons utilisé la méthode d'égalisation des charges de Hardy Cross. Nous avons arrêté les itérations lorsque, pour toutes les mailles :  $|\Delta q| \leq 0,001 \text{ l/s}$ .

### Calcul des pressions aux nœuds et calage de la cote du réservoir

En partant de l'altitude du terrain naturelle à la cote minimale exploitable du réservoir  $Z_{r \text{ min}}$ , on détermine hauteur au  $H_{\text{amont}}$  au noeud N°1 comme suit :

$$H_{\text{amont}}(m) = Z_{r \text{ min}} - \frac{10,67 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,871}} \times L$$

Avec :

- Q : débit de pointe horaire du réseau ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- D : diamètre de la conduite primaire(m) (Réservoir au Noeud N°1)
- L : longueur de la conduite primaire (m)

Par la suite on détermine les Hauteur des nœuds aval comme suit :

$$H_{\text{aval}}(m) = H_{\text{amont}}(m) - \Delta H_i(m)$$

Les pressions aux différents nœuds sont calculées comme suit :

$$P_{\text{aval}}(m) = H_{\text{aval}}(m) - Z_{\text{aval}}(m) - \frac{V(m/s)}{2 \times g}$$

$$P_{\text{aval}}(\text{bar}) = \frac{P_{\text{aval}}(m) \times g \times 10^3}{10^5}$$

Les calculs précédant nous donnent des pressions faibles au niveau de certains nœuds. Pour optimiser le réseau nous avons utilisé la fonction solveur de MS-Excel en faisant varier la pression au nœud N°1 pour obtenir une pression minimale de **10mCE** aux nœuds le plus Défavorable. La Cote du radier du réservoir est donc la cote minimale au premier nœud plus les pertes de charge dans les conduites primaires. L'élévation du réservoir sera donc la différence entre la cote du réservoir (Hauteur de la tour) et la cote TN du réservoir.

## V. RESULTATS DE L'ETUDE TECHNIQUE

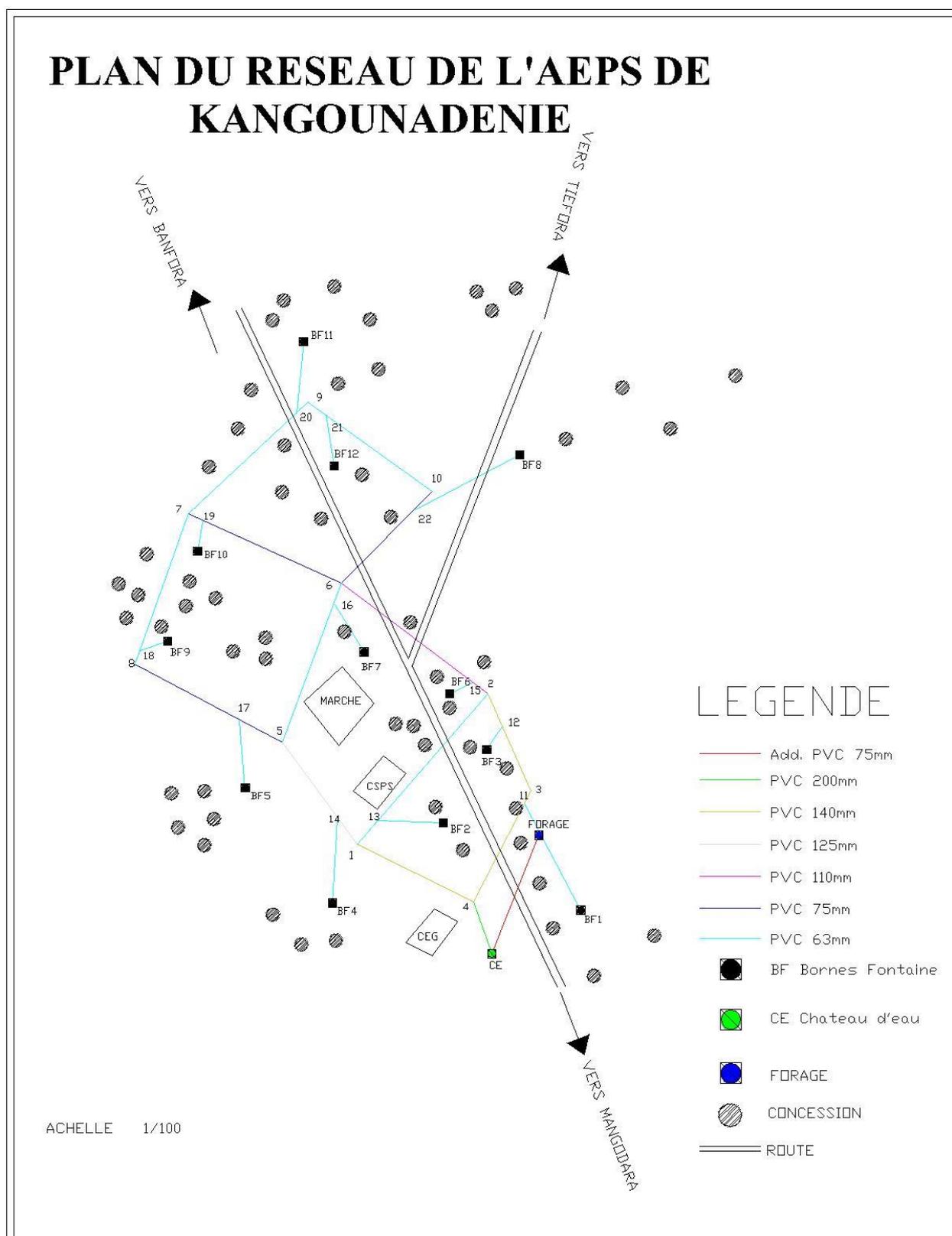


Figure 5: plan du réseau

## V.1. Résultat de l'évaluation des besoins en eau

L'adduction d'eau potable simplifiée sera réalisée pour satisfaire les besoins en eau des populations pour une durée de vie de 15 conformément aux termes de référence de l'étude. Pour des raisons de planification, en considérant 2020 comme année de réalisation, alors notre système sera dimensionné de sorte à pouvoir satisfaire aux besoins des habitants de Kangounadénie à l'horizon 2030.

### V.1.1 Evolution du nombre de consommateur

L'AEPS est composé de 12 borne fontaine et de plusieurs branchements particuliers qui évolueront au fil des années jusqu'à l'horizon du projet. L'évolution du nombre d'habitant et des personnes desservies par les bornes fontaines et les branchements particuliers est consignées dans le tableau suivant :

Tableau 7: Evolution du nombre de consommateur

Année	2006	2020	2025	2030	2035
Population Totale	2518	3942	4936	6181	7739
Nombre de personnes desservies par les BF	-	3075	3850	4821	6037
Pourcentage de personnes desservies par les BF		78%	78%	78%	78%
Nombre de BF	-	6	8	10	12
Nombre de personnes desservies par les BP	-	867	1086	1360	1703
Pourcentage de personnes desservies par les BP	-	22%	22%	22%	22%
Nombre de BP	-	87	109	136	170

A l'horizon du projet, 78% de la population seront desservis à partir des borne fontaines et le reste par les branchements particuliers.

### V.1.2 Estimation des besoins en eau

Le tableau ci-dessous fait le bilan de l'ensemble des besoins en eau de la population, les points de desserte étant les bornes fontaine (BF) et les branchements particuliers (BP).

Tableau 8: Demande en eau

Année	Unité	2020	2025	2030	2035
Population Totale	hab	3942	4936	6181	7739
Nombre de personnes desservies par les BP (22%)	hab	867	1086	1360	1703
Nombre de personnes desservies par les BF	hab	3075	3850	4821	6037
Nombre de BF	U	6	8	10	12
Nombre de BP	U	87	109	136	170
consommation spécifique BF	l/jr /hab	8	10	12	15
consommation spécifique BP	l/jr /hab	10	15	15	20
Besoin humain BF	m <sup>3</sup> /j	24,60	38,50	57,85	90,55
Besoin humain BP	m <sup>3</sup> /j	8,67	16,29	20,40	34,05
Besoin humain total	m <sup>3</sup> /j	33,27	54,79	78,25	124,60
Besoins en eau socio-économiques (10%)	m <sup>3</sup> /j	3,33	5,48	7,82	12,46
Besoins en eau total moyens	m <sup>3</sup> /j	36,60	60,27	86,07	137,06
Pertes sur le réseau de distribution (10%)	%	5	7,5	10	10
	m <sup>3</sup> /j	1,83	4,52	8,61	13,71
Besoins de production	m <sup>3</sup> /j	38,43	64,79	94,68	149,85
Besoins de production du jour de de Pointe	coéf.	1,1	1,1	1,1	1,1
	m <sup>3</sup> /j	42,27	71,27	104,15	164,84
Débit moyen horaire de production	m <sup>3</sup> /h	1,76	2,97	4,34	6,91
Coefficient de pointe horaire	Coef	3,00	2,95	2,70	2,45
Débit de pointe horaire de distribution	m <sup>3</sup> /h	5,28	8,76	11,72	24,43
<b>REPARTITION</b>					
BORNES FONTAINES	%	78	78	78	78
	l/s	2,06	3,42	4,57	9,53
	u	6	8	10	12
	l/s/BF	0,34	0,43	0,46	0,55
BRANCHEMENTS PARTICULIERS	%	22	22	22	22
	l/s	1,16	1,93	2,58	5,37

## V.2 Résultat de l'évaluation de la Capacité de la ressource

Il existe un forage déjà réalisé dont le débit d'exploitation est de 9 m<sup>3</sup>/h. Mais pour des raisons de sécurité, nous avons considéré un débit d'exploitation de 8,5 m<sup>3</sup>/h dans la détermination de la capacité de la ressource. Sur le plan énergétique, nous envisagerons l'utilisation alternée du solaire et de la thermique tout en ayant un temps de pompage continu inférieur ou égal à 20H pour éviter le colmatage de l'ouvrage. Ainsi, pour satisfaire les besoins en eau des habitants, un seul forage est nécessaire avec un temps de pompage allant 4h à 20h à l'horizon du projet.

Tableau 8: Capacité de la ressource et temps de pompage

Désignation	Unité	Horizon			
		2020	2025	2030	2035
Besoins de production du jour de de Pointe	m <sup>3</sup> /j	36,60	66,30	94,68	164,84
Nombre de forage	U	1	1	1	1
Débit au point de fonctionnement	m <sup>3</sup> /h	8,5	8,5	8,5	8,5
Temps de pompage	h	4	8	11	20

## V.3. Résultat du dimensionnement du réservoir

Le château d'eau constitue dans le système AEP un tampon entre la production et la consommation. Pour un pompage solaire, la capacité du château est de 30% de la consommation du jour de pointe. Nous retiendrons une capacité utile de 50 m<sup>3</sup> représentant environ 30% de la demande de pointe journalière à l'horizon du projet.

Le type de château d'eau projeté est métallique et constitué d'une cuve cylindrique avec des fonds bombés, portée par trois poteaux cylindriques ancrés par l'intermédiaire de platines sur des semelles en béton armé. Pour les cuves de châteaux d'eau, il est proposé un revêtement intérieur de peinture alimentaire à base d'époxy ou de fibre de verre, pour empêcher le contact eau/acier et assurer une bonne inertie chimique vis-à-vis des agents corrosifs contenus dans l'eau. Ce type de produit est à base de résine et est de grade alimentaire.

Les caractéristiques du château sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9: Caractéristique du réservoir

Paramètres	Unités	Données
Coordonnées géographiques relevées au GPS	UTM	X=323543 ; Y=1158654
Côte Terrain naturel au droit du réservoir : $Z_{TN}$	m	306
Besoins journaliers de production au jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	164,84
Volume théorique du réservoir calculé : 50% des besoins	m <sup>3</sup>	49,45
Volume adopté pour le réservoir	m <sup>3</sup>	51
Hauteur Radier du réservoir	m	11
Hauteur de la Cuve du réservoir	m	5
Diamètre de la cuve du réservoir	m	3,6
Côte trop plein	m	322

## V.4. Résultat du dimensionnement du réseau d'adduction

### V.4.1. Diamètre des conduites

- La conduite d'exhaure sera en PEHD PN16 avec un diamètre nominal de 63mm. Le tableau suivant présente les résultats du dimensionnement :

Tableau 10: Dimensionnement de la conduite d'exhaure

TRONCONS	Longueur L (m)	Débit Q (m <sup>3</sup> /h)	Dth Exh (m)	DNret_Asp (mm)
F1_I	292,56	8,5	0,053	63

- Plusieurs formules ont été utilisées pour dimensionner la conduite la conduite d'adduction. Cependant la formule utilisée doit respecter la condition selon **GLS** et la condition de **Flamant**. La formule de BEDJAOUI a été retenue parce qu'elle respecte non seulement les deux conditions citées plus haut, mais en plus elle minimise les pertes de charge dans la conduite. La conduite retenue est en PVC PN16 avec un diamètre nominal de 75 mm

Tableau 11: Dimensionnement de la conduite d'adduction

TRONCON	FORMULE	Longueur m)	Uref (m/s)	DN_ref (mm)	pdc (m)	CONDITION GLS	
						V(m/s)	Condition
F1_I	BEDJAOUI	292,56	0,695	75	2,50	1,06	vérifiée
F1_I	BRESSE	292,56	0,695	75	2,50	1,06	vérifiée
F1_I	BRESSE MODIFIE	292,56	0,323	110	0,39	1,17	vérifiée
F1_I	MUNIER	292,56	0,695	75	2,50	1,06	vérifiée

## V.4.2. Etude de la station de pompage

### HMT

Le choix de la pompe a été fait sur la base des caractéristiques du forage indiqué par les travaux hydrogéologiques, des données topographiques (altimétrie) et de la cote de calage du château d'eau. Les paramètres essentiels pris en compte sont la hauteur manométrique totale (HMT) et le débit d'exploitation du forage. Le calcul de la HMT est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 12: calcul HMT

Données : cote N.D max (m) : 240.02 ; Cote TP CE (m) ; 322 ; Hgéom.(m) : 82.17 ; Q re foul(m<sup>3</sup>/s) : 0.0022.

Tronçons	Cote ND (m)	Cote CE (m)	Cote FO (m)	Hgéom (m)	Longueur (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Dret Exh (m)	Dret ref (m)	Jexh (m)	J_cumulé (m)	HMT (m)
Exhore	240,02	322	295,02	81,98	55,00	0,0022	0,0638		0,68	3,04	<b>85,02</b>
Refoulement					292,56	0,0022		0,0514	2,36		

### Choix de la pompe

Notre choix va se porter sur la pompe électrique centrifuge immergée avec les caractéristiques suivantes : débit Q= 8,5 m<sup>3</sup>/h, HMT= 85,02 m. Avantages des pompes centrifuges par rapport aux pompes volumétriques :

- couple de démarrage faible,
- débit important pour de profondeurs moyennes,

Le choix du moteur se porte sur le moteur asynchrone triphasé pour sa fiabilité qui ne nécessite peu d'entretien, et dispose d'un bon rendement. Le moteur électrique triphasé a une utilisation presque universelle. Son enroulement est en cuivre enrobé de résine assurant l'isolation électrique et l'étanchéité.

La marque Grundfos une pompe **SP 7-27 – 98699183** pourrait satisfaire pour l'exploitation de la ressource. Les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13: Caractéristiques du groupe électropompe.

Marque pompe	Type de moteur	Q <sub>pompe</sub> (m <sup>3</sup> /s)	HMT <sub>calcul</sub> (m)	HMT <sub>pompe</sub> (m)	R <sub>moteur</sub> (%)	P <sub>utile</sub> (kW)	P <sub>adsorbée</sub> (kW)	I (A)	Cosφ
SP 7-27	MS4000	8,797	85,02	85,99	0,75	4	4	9,66	0,75

### Point de fonctionnement

La courbe caractéristique de la pompe fournie par le constructeur est utilisée conjointement avec la courbe caractéristique du réseau  $H = H_{géo} + J$  en fonction du débit où J représente les pertes de charges totales (pertes de charge linéaire et singulière dans le réseau). L'intersection de la courbe du réseau avec la courbe caractéristique de la pompe donne le point de fonctionnement.

Tableau 14: Détermination du point de fonctionnement

POMPE SP 7-27 – 98699183	Q(m <sup>3</sup> /h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	HMT(m)	168,2	164,7	162,4	161,3	156,1	148,6	137,0	123,8	104,8	82,4
	η(%)	0	25	43	55	60	65	69	70	68	60
Courbe caractéristique de la conduite	H (m)	81,98	82,81	84,11	84,97	87,07	89,68	92,78	96,34	100,37	104,85

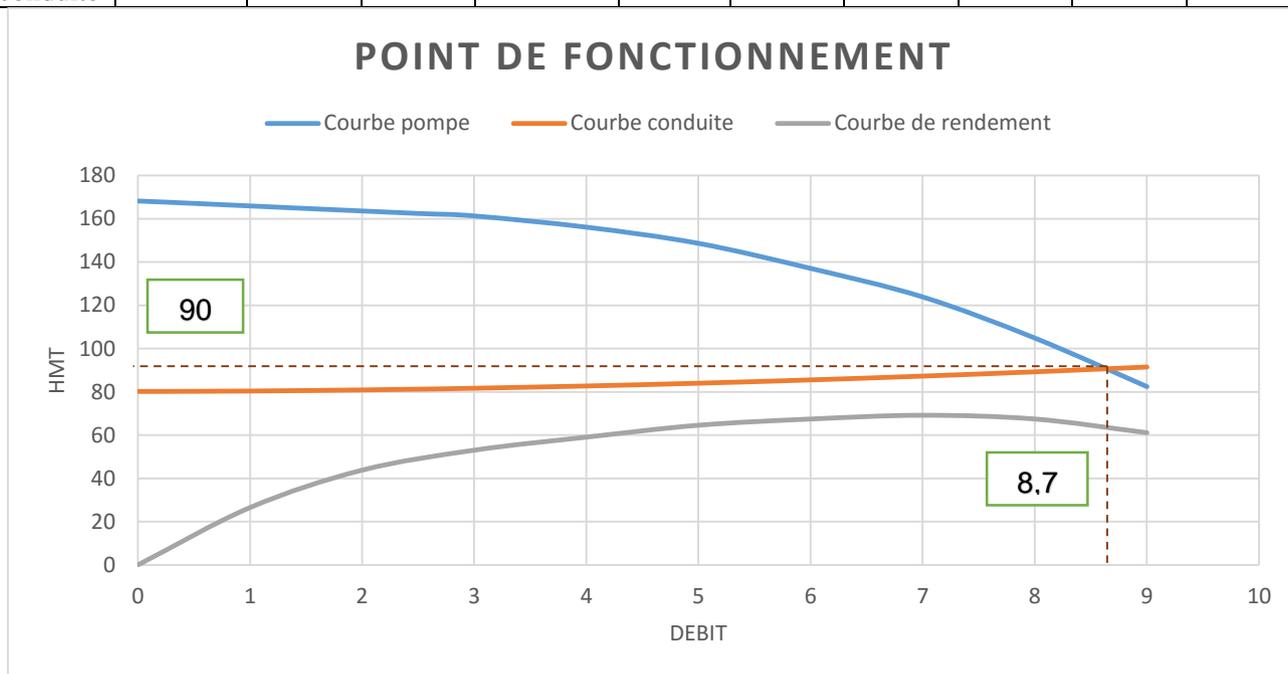


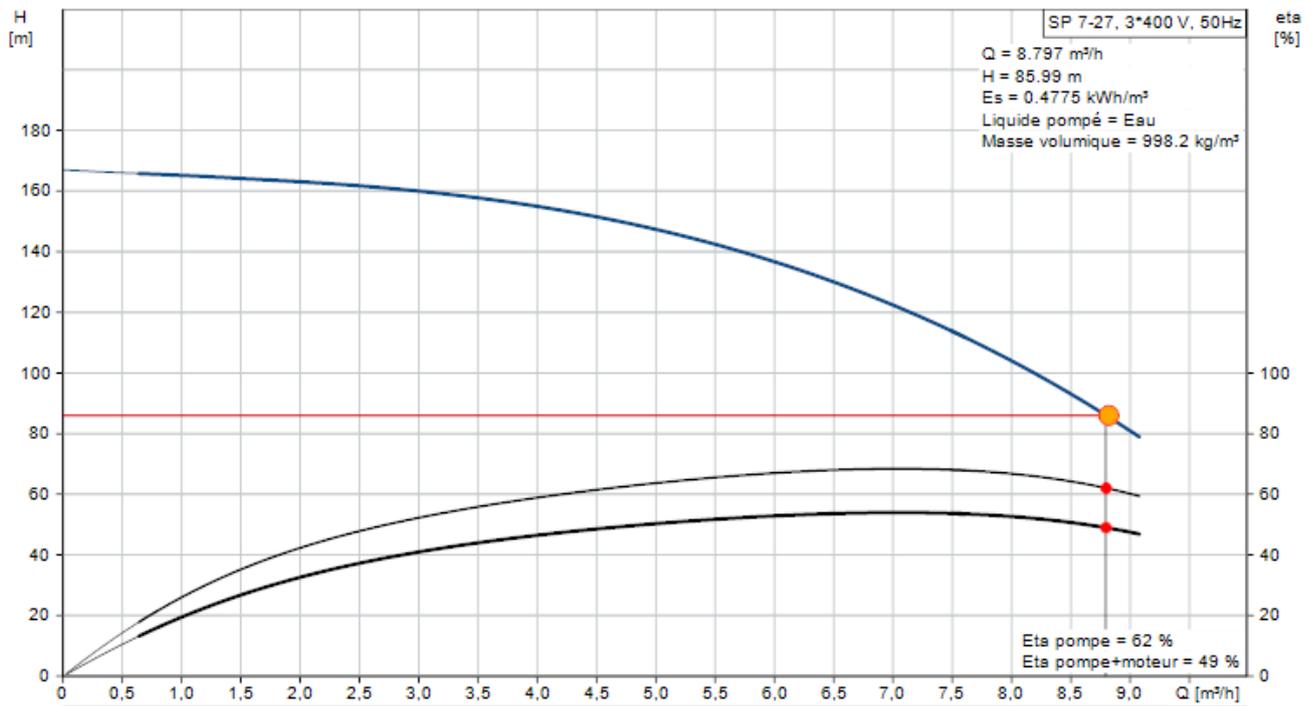
Figure 5: Point de fonctionnement

Tableau 15: Point de fonctionnement de la pompe

Q (m <sup>3</sup> /h)	8,7
HTM (m)	90
SP 7-27 - 98699183	
Q (m <sup>3</sup> /h)	8,797
HTM (m)	836
ECART DEBIT en %	1

En fonctionnement normale notre pompe débitera un débit de 8,7 m<sup>3</sup>/h pour une HMT de 90 m.

### Courbe de rendement de la pompe



### V.4.3. Etude du coup de Béliet

Le tableau ci-dessous présente les données de calcul, la chronologie des différentes étapes ainsi que les résultats de calcul du phénomène de coup de béliet.

<b>Données</b>	Module de Young pour PVC	33
	Diamètre standard Dst Int(m)	0,0638
	DN (mm)	75
	Épaisseur conduite e(m)	0,0056
	V0 (m/s)	0,7
	g (m/s²)	9,81
	Longueur refoulement (m): Forage-Château d'eau	292,56
	Pression Nominale en (m)	160

### Surpression

Tableau 16: Coup de béliet

V <sub>0</sub> (m/s)	g (m/s²)	C (m/s)	ΔP (m)	HMT (m)	HMT+ΔP	PMA(m)
0,70	9,81	480,52	34,05	83,66	121,45	192,00

$HMT + \Delta P = 119,26 \text{ m} < PMA = 192 \text{ m}$  : donc pas de suppression dans la conduite de refoulement.

#### Dépression

HMT -  $\Delta P = 49,55 \text{ m} < 10,33$ . Donc pas de dépression dans la conduite de refoulement

### Conclusion

Les calculs montrent qu'il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite de refoulement. Cela confirme le bon choix de la classe de PVC utilisé (PN16).

## V.5 Résultat du dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution est dimensionné pour satisfaire le mieux possible les différents besoins exprimés dans les quartiers. Le réseau retenu est issu de la confrontation de l'ensemble des données techniques avec les désirs des populations, exprimés au travers des enquêtes de l'animation sur le terrain (mise en œuvre de l'approche participative). Il intègre les données socio-économiques, telles que les pôles de développement des centres, la répartition de l'habitat et les paramètres physiques, dont le relief et la topographie

#### Débit de soutirage au nœuds du réseau de distribution

La détermination des débits prélevés dans les différents nœuds nous donne le résultat renseigné dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17: Débit de soutirage

Nœuds	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Qntotal(l/s)	1,14	1,59	3,3	3,15	2,64	3,47	2,76	2,02	2,52	1,81

#### Répartition des débits dans réseau maillé

La répartition des débits dans les tronçons a été faite suivant la loi nœuds de des mailles ( $\sum$ débit entrant =  $\sum$ débit sortant). Une simulation faite à partir du logiciel EPANET nous donne le résultat présenté ci-dessous

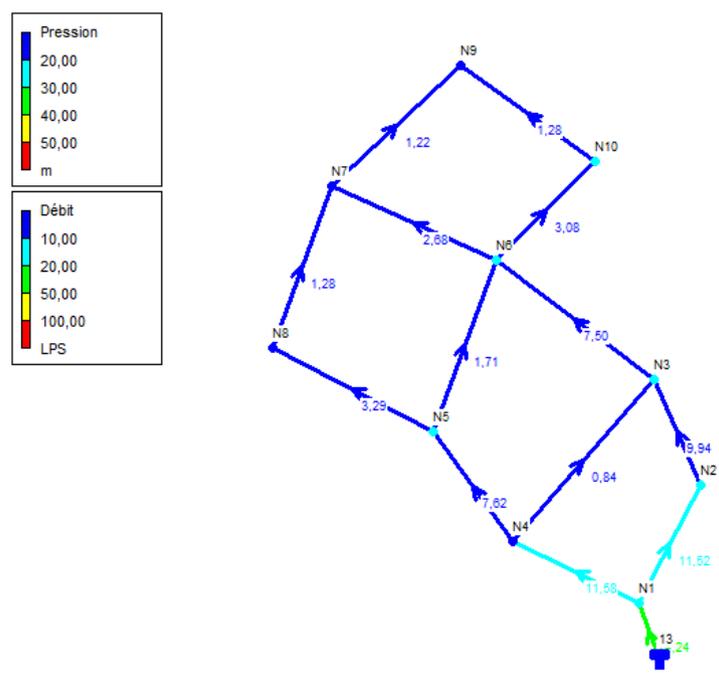


Figure 7: Débit des tronçons à partir de EPANET

Tableau 18: Débit dans les tronçons

N° Maille	Tronçons	Q (l/s)
I	1_2	9,98
	2_3	8,4
	4_3	2,34
	1_4	13,12
II	4_3	2,34
	3_6	7,47
	4_5	7,65
	5_6	1,82
III	5_6	1,82
	6_7	2,87
	5_8	3,21
	8_7	1,2
IV	6_7	2,87
	7_9	1,33
	10_9	1,16
	6_10	2,96

### 🔧 Résultat du dimensionnement du réseau de distribution

Les résultats du dimensionnement du réseau de distribution sont consignés dans le tableau ci-dessous

Tableau 19: Pression aux nœuds

No Maille	Nom de tronçon	Dint_ret (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	ΔHi (m)	ΔHi/Qi	δq (m <sup>3</sup> /s)	Q + δq (m <sup>3</sup> /s)	Hamont (m)	Haval (m)	Zaval (m)	Paval (m)	Paval (bar)
I	1_2	0,1266	241,37	0,0115	0,9153	1,5271	132,5440	1,7E-15	0,011521285	316,11	314,59	295,88	18,67	1,83
	2_3	0,1266	206,64	0,0099	0,7897	0,9948	100,0722	1,7E-15	0,009941285	314,59	313,59	286,56	27,01	2,65
	4_3	0,057	386,62	-0,0008	-0,3274	-0,9248	1106,9744	1,7E-15	-0,000835474	314,52	313,59	286,56	27,03	2,65
	1_4	0,1266	250,12	-0,0116	-0,9198	-1,5971	137,9320	1,7E-15	-0,011578715	316,11	314,52	298,58	15,90	1,56
						0,0000	1477,5227							
II	4_3	0,057	386,62	0,0008	0,3274	0,9248	1106,9744	1,4E-15	0,000835474	314,52	313,59	286,56	27,03	2,65
	3_6	0,0994	354,07	0,0075	0,9674	3,2915	438,4684	1,4E-15	0,00750676	313,59	310,30	288,75	21,50	2,11
	4_5	0,113	245,21	-0,0076	-0,7591	-1,2528	164,5595	1,4E-15	-0,00761324	314,52	313,26	295,28	17,96	1,76
	5_6	0,057	329,51	-0,0017	-0,6693	-2,9635	1735,0633	1,4E-15	-0,001708004	313,26	310,30	288,75	21,53	2,11
						0,0000	3445,0656							
III	5_6	0,057	329,51	0,0017	0,6693	2,9635	1735,0633	7,2E-16	0,001708004	313,26	310,30	288,75	21,53	2,11
	6_7	0,0678	324,1	0,0027	0,7370	2,8454	1069,3332	7,2E-16	0,002660877	310,30	307,46	297,07	10,36	1,02
	5_8	0,0678	323,16	-0,0033	-0,9099	-4,1919	1275,9841	7,2E-16	-0,003285237	313,26	309,07	298,83	10,20	1,00
	8_7	0,057	308,87	-0,0013	-0,4997	-1,6169	1267,9596	7,2E-16	-0,001275237	309,07	307,46	297,07	10,37	1,02
						0,0000	5348,3402							
IV	6_7	0,0678	324,1	-0,0027	-0,7579	-2,9962	1095,0406	0	-0,002736114	310,30	307,46	297,07	10,36	1,02
	7_9	0,057	317,14	-0,0012	-0,4687	-1,4745	1232,7629	0	-0,001196114	307,46	305,98	292,81	13,16	1,29
	10_9	0,057	294,35	0,0013	0,5071	1,5829	1223,3922	0	0,001293886	307,41	305,98	292,81	13,16	1,29
	6_10	0,0678	248,79	0,0031	0,8569	2,8878	933,3735	0	0,003093886	310,30	307,41	289,27	18,11	1,78
						0,0000	4484,5692							

### Diamètre nominal retenu dans le réseau maillé

Tableau 20: Diamètre nominal distribution

Maille	Nom de tronçons	L (m)	DN (m)
I	1_2	241,37	140
	2_3	206,64	140
	4_3	386,62	63
	1_4	250,12	140
II	4_3	386,62	63
	3_6	354,07	110
	4_5	245,21	125
	5_6	329,51	63
III	5_6	329,51	63
	6_7	324,1	75
	5_8	323,16	75
	8_7	308,87	63
IV	6_7	324,1	75
	7_9	317,14	63
	10_9	294,35	63
	6_10	248,79	75

### Dimensionnement des conduites des bornes fontaines

L'estimation des débits nous donne un débit de 0,7 l/s pour chaque bornes fontaine. Toutes les bornes fontaine sont composées de trois robinet 3/4 et pour le dimensionnement, nous allons considérer un débit spécifique de 0,42 l/s par robinet, soit 1,26 l/s par bornes fontaine.

Tableau 21: Conduite BF

Tronçons	Dret_int (m)	DN (m)	L (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	V (m/s)	ΔHi (m)	ΣΔHi (m)	Hamont (m)	Haval (m)	Zaval (m)	Paval (m)	Paval (bar)
2-BF1	0,057	63	200,3	0,00129	0,5	1,07	2,60	314,59	313,52	295,45	18,05	1,77
4-BF2	0,057	63	171,27	0,00129	0,5	0,92	1,84	314,52	313,60	297,49	16,10	1,58
3-BF3	0,057	63	108,65	0,00129	0,5	0,58	1,51	313,59	313,01	290,60	22,39	2,20
4-BF4	0,057	63	122,58	0,00129	0,5	0,66	1,58	314,52	313,86	298,63	15,22	1,49
5-BF5	0,057	63	113,74	0,00129	0,5	0,61	1,86	313,26	312,66	302,08	10,57	1,04
3-BF6	0,057	63	73,199	0,00129	0,5	0,39	1,32	313,59	313,20	290,60	22,58	2,22
6-BF7	0,057	63	140,92	0,00129	0,5	0,75	3,72	310,30	309,55	292,73	16,80	1,65
10-BF8	0,057	63	183,81	0,00129	0,5	0,98	2,57	307,41	306,43	285,69	20,73	2,03
8-BF9	0,057	63	57,657	0,00129	0,5	0,31	1,89	309,07	308,76	300,85	7,90	0,77
7-BF10	0,057	63	73,948	0,00129	0,5	0,40	2,01	307,46	307,06	296,58	10,46	1,03
9-BF11	0,057	63	102,23	0,00129	0,5	0,55	2,13	305,98	305,43	295,93	9,50	0,93
9-BF12	0,057	63	133,5	0,00129	0,5	0,23	3,12	305,98	305,75	293,61	12,13	1,19

## V.6. Résultat du dimensionnement des sources d'énergie

### V.6.1. Groupe électrogène

Afin de permettre l'alimentation en énergie de la pompe, il sera nécessaire d'avoir un groupe dont la puissance requise est de 12,47 KVA. Les données sont consignées dans le tableau ci-dessous.

$P_{Groupe} = \frac{U \times I_d \times \sqrt{3}}{1000}$	Avec : $I_d$ : Intensité de démarrage (A); $I_d = I_N \times 2,2$ U : Tension en V
--	--

Tableau 22: puissance requise groupe électrogène

Q (m <sup>3</sup> /h)	HMT <sub>calcul</sub> (m)	HMT <sub>pompe</sub> (m)	I (A)	Cosφ	Puissance requise pour groupe électrogène Pr (KVA)
8,7	85,02	85,99	9,66	0,75	14,72

### V.6.1. Système solaire

L'énergie électrique nécessaire pour 6 heures de pompage, soit 49,8 m<sup>3</sup> se calcule ainsi :

$$E_{étec} = \frac{Ch \times Q \times H}{\mu}$$

- μ rendement général du groupe électropompe = 0,75,
- Ch constante hydraulique = 2,725,
- Q besoin en eau dans la journée = 49,8 m<sup>3</sup>,

- HMT=85,02m

Le dimensionnement nous donne le résultat suivant

- + Eelec= 15383,52 j
- + Puissance crête  $Wc = Eelec / (Ensoleillement \times (1 - pertes))$  Avec ensoleillement minimal = 6 heures, Les pertes sont estimées à 20%.  $Wc = 3273,98123$
- + **Wc choisi = 3 300 W**
- + **Taux de surdimensionnement = 7 %**
- + Wc unitaire par panneau = 150 W,
- + Nombre de panneaux =  $3\ 300 / 150 = 22$  **panneaux de 150 W et nous retiendrons 24 panneaux.**
- + Type d'association = 2x12

## V.7. Equipement annexe

### V.7.1 Vannes de sectionnement

Les Vannes de sectionnement seront des vannes sous bouche à clé en fonte de diamètre correspondant à la conduite sur laquelle ils sont placés. Ils seront protégés par une dalle massif en Béton de  $30 \times 30 \times 10$  muni d'un couvercle en fonte.

### V.7.2 Ventouses

Les ventouses doivent permettre de réaliser automatiquement les trois opérations suivantes :

- Évacuation de l'air pendant le remplissage des canalisations,
- Rentrée de l'air pendant la vidange,
- Purge de l'air chaque fois qu'une poche d'air tend à se créer.

Les ventouses sont du type à une boule de diamètre minimum DN 40 et sans robinet. Le corps de la ventouse sera en fonte et les flotteurs seront revêtus de caoutchouc.

### V.7.3 Vidange

Les vidanges doivent permettre la vidange d'un tronçon de réseau, au bas duquel elles sont placées.

Elles sont raccordées à la conduite principale par un té PVC suivi d'une réduction si la conduite principale a un diamètre supérieur à 63 mm, ou par un coude PVC dans le cas des vidanges en bout de réseau.

### V.7.5 Bornes fontaines

Chaque borne-fontaine est constituée d'un dallage rectangulaire, légèrement surélevé par rapport à une aire de propreté revêtue de dimensions plus importantes, légèrement armée en HA6

espacement 20 cm. Au centre de l'aire de propreté, des voiles en béton armé, de section rectangulaire, faisant à la fois office de siège (pour le compteur et le robinet d'arrêt) et magasin, supporte les trois (3) robinets de puisage avec chacun débit spécifique de 0,42 l/s. Un couvercle métallique muni d'un cadenas est posé en partie supérieure de la construction en béton.

Des sillons réalisés dans le dallage permettent d'amener les eaux perdues au niveau des robinets de puisage vers un regard collecteur situé en la limite du dallage d'où ces eaux sont envoyées à travers un tuyau PVC évacuation DN 90 dans un puisard situé à 5 m environ.

Quatre poteaux placés aux angles du dallage supportent une toiture formant ensemble l'abri de la borne-fontaine.

L'ensemble des tuyaux galva et pièces spéciales (robinet d'arrêt, compteur) seront en 1". Seuls les robinets de puisage seront en laiton 3/4" pour faciliter leur remplacement par l'exploitant.

#### **V.7.6 Bornes de signalisation**

Des bornes de signalisation, en forme de tronc de pyramide, en béton de classe B, sera confectionné et posé par l'entreprise de façon à permettre de suivre le passage de la conduite enterrée. Elles seront disposées aux différents nœuds du réseau et aux changements de direction, aux endroits indiqués par l'Ingénieur-conseil. Le numéro du nœud sera inscrit dans le béton sur au moins deux faces de la borne.

On trouvera en annexe, le plan de ces bornes.

#### **V.7.7 Local technique et câblage électrique**

C'est un local destiné à accueillir un petit bureau pour l'exploitant et dans lequel sont installées les installations de comptage, les armoires de commande et de régulation (cf. annexe).

Il comportera une fondation en semelle filante et des poteaux en béton armé. Les murs seront en agglos creux de 0,15 m d'épaisseur enduits sur les deux faces. La couverture en tôle sera fixée sur une charpente en IPN. Les ouvertures seront métalliques persiennées à lames fixes pour la porte et orientables pour les fenêtres. Le dallage au sol sera en béton armé avec des aciers sous forme de treillis. Le local technique sera construit ensemble avec bloc y compris le local gardien.

### **V.8. Résultat de l'analyse financière**

#### **V.8.1 Coût du projet**

Une estimation des investissements a été effectuée sur la base d'un devis quantitatif des travaux de réalisation de l'AEPS. Le coût total du projet est estimé à **168 223 806 FCFA TTC**. Le

récapitulatif du coût des investissements à réaliser dans le cadre de ce projet est consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23: coût du projet

No	Désignation	MONTANT (FCFA TTC)
0	01. INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX	3 000 000
I	CANALISATION - TERRASSEMENT	27 856 550
II	PIECES SPECIALES	11 030 000
III	TERRASSEMENT	15 833 648
IV	BORNE FONTAINE - CHÂTEAU D'EAU	42 600 000
V	SYSTÈME DE POMPAGE	14 700 000
VI	FINITION ET DIVERS	4900 000
VII	EQUIPEMENTS ANNEXES	13 050 000
VIII	ESSAIS DE POMPAGE DU FORAGE GROS DEBIT POSITIF	750 000
IX	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANIQUES	5 842 350
	IMPREVUS DIVERS (installation de chantier, repli, plans d'exécution, plans de récolement, protection de l'environnement, etc...)	3 000 000
<b>MONTANT TOTAL HORS TVA</b>		<b>134 732 548</b>
<b>MONTANT DE LA TVA</b>		<b>24 251 854</b>
<b>MONTANT TOTAL FCFA TTC</b>		<b>158 984 406</b>

### V.8.2 Estimation du prix de vente de l'eau

Après une analyse de la solvabilité de la ressource en eau il en ressort que l'ensemble des ménages sont favorable à l'idée de payer l'eau au volume prélevé. Mais néanmoins le prix du mètre cube doit être fixe en fonction de leur leurs pouvoir d'achat tout en permettant à l'exploitant de supporter les fonctionnements et un retour sur investissement a l'horizon du projet.

Ainsi le prix du mètre cube d'eau est calculé à travers la formule suivante :  $P_r = \frac{I+A+C}{V}$

Pr : Prix de revient

I : coût TTC des installations (F CFA)

A : Amortissement

V : Volume d'eau a l'échéance du projet

C : Charge d'exploitation et d'entretien du système

#### Calcul de l'amortissement

Ces sont des dépenses de renouvellement et de réhabilitation des équipements. Pour notre projet ceux à considérer sont la pompe et les installations solaires. Les dotations sont fixées en fonction de la performance de l'équipement et sur la base d'une décroissance de sa valeur Dans le

temps. Ainsi, l'amortissement annuel d'un actif est le rapport de son prix d'achat sur sa durée de vie théorique. Le tableau suivant représente les amortissements des différents équipements de notre réseau.

Équipement	Durée théorique	Prix d'achat	Amortissement	
			1 an	15 ans
Pompe	10	2470000	1 470 000	118 134 824
Installation solaire	25	1120000	720 000	
Canalisation PVC	10	2785655	2 785 655	
Château d'eau	20	1500000	1 500 000	
<b>TOTAL</b>			<b>7875655</b>	

#### ◆ Les charges d'exploitations

Elles seront prises égales à 0,5% du cout total du p<rojet. Elles englobent : le salaire du personnel ; l'achat des pastilles de chlore ainsi que les frais d'entretien. Pour notre projet elles s'élèvent à 841 119 FCFA.

#### ◆ Volume d'eau a l'horizon du projet

La production d'eau a l'échéance du projet est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Production (P)} = 165 \text{ m}^3 / \text{jour} * 365 \text{ jours} * 15 = \mathbf{903\ 375 \text{ m}^3}$$

$$P_r = \frac{168\ 223\ 806 + 118\ 134\ 824 + 841\ 119}{903\ 375} = 318 \text{ FCFA}$$

Ainsi, le prix du mètre cube d'eau calculé est de **350 FCFA**. Ce prix intègre les coûts d'investissement comme indiqué par la formule de sa détermination. Cependant ce prix ne sera pas appliqué car le conseil municipal a pris un arrêté qui fixe le prix de l'eau à 500 F CFA le mètre cube.

### V.8. 3 Calcul de rentabilité

Hypothèses de base :

- La durée de vie du projet est de 15 ans.
- le renouvellement des équipements est de 10 Ans
- Nous retenons que pour la gestion de l'AEPS le gestionnaire ne supporte que les charges d'exploitation et de renouvellement suivant les objectifs de la réforme sur la gestion des ouvrages hydrauliques
- Le m<sup>3</sup> d'eau sera vendu à 500 FCFA sur arrêté communal

- Le responsable aura un salaire mensuel de 100 000 F CFA
- Les gestionnaires des bornes fontaines auront un salaire mensuel de 25 000 F CFA

Tout le projet est subventionné au départ c'est-à-dire l'Etat Burkinabé supporte entièrement la réalisation du projet soit par une subvention de l'Etat soit par un financement d'un partenaire financier

Tableau 24: Analyse financière

Année	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Recettes d'exploitation ou CA	7346954	9105348	10571855	11058161	11566836	12098910	14434066	15098033	15792542	16518999	17278873	21414338	24042020	25147953	26304758	30081475
Charges d'exploitation y compris BFR	2314287	2437374	2540030	2574071	2609679	2646924	2810385	2856862	2905478	2956330	3009521	3299004	3482941	3560357	3641333	3905703
Excédent Brut d'Exploitation (EBE)	0	6667974	8031825	8484089	8957157	9451987	11623681	12241170	12887064	13562669	14269352	18115334	20559078	21587596	22663425	26175772
Investissements + Renouvellements	168223806	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952
Dotation aux amortissements Am	0	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952	6728952
Résultat Brut d'Exploitation RBE	-168223806	-60979	1302873	1755137	2228205	2723034	4894729	5512218	6158112	6833717	7540400	11386382	13830126	14858644	15934473	19446820
Impôts Is (%)	-	-	390862	526541	668462	816910	1468419	1653665	1847434	2050115	2262120	3415915	4149038	4457593	4780342	5834046
Résultat Net d'Exploitation RBN	-168223806	-60979	912011	1228596	1559744	1906124	3426310	3858553	4310678	4783602	5278280	7970467	9681088	10401051	11154131	13612774
Flux de Trésorerie FT	-168223806	6667974	7640963	7957548	8288696	8635076	10155262	10587505	11039631	11512554	12007232	14699420	16410041	17130003	17883083	20341726
Flux financiers cumulés	-168223806	-161555833	-153914869	-145957321	-137668625	-129033549	-118878286	-108290782	-97251151	-85738597	-73731365	-59031946	-42621905	-25491902	-7608819	12732907

## **Délai de récupération : 14 ans**

Le résultat de l'analyse financière nous montre que le projet de réalisation de l'AEPS de Kougounadéni s'avère intéressant dans la mesure où les bénéficiaires ne supportent que les charges d'exploitation et de renouvellement ; mieux surtout avec le système d'alimentation solaire. Nous recommandons au Maître d'Ouvrage (la Mairie) de veiller à ce que le concessionnaire (opérateur ou AUE), lui fournisse des rapports de fonctionnement technique et financier de la gestion de l'AEPS afin d'anticiper sur d'éventuelles mesures visant à améliorer la gestion technique et économique de l'AEPS.

## **V.9 Traitement de l'eau**

### **V.9.1 Procédé de traitement**

L'eau de forage est en générale de très bonne qualité et ne demande pas de traitement spécifique.

Cependant, suivant l'évolution de la qualité de celle-ci, une adaptation pourrait intervenir si nécessaire. Néanmoins nous avons prévu un traitement de désinfection au chlore dont la mise en œuvre doit se faire même au cas où l'eau est déjà potable au pompage. Cela permet de maintenir cette eau potable pendant tout le processus de transport jusqu'au consommateur, étant donné que cette eau entre en contact avec un ensemble d'équipements. Cela peut se faire suivant deux possibilités :

- utilisation de pastilles de chlore ;
- utilisation de pompes doseuses.

L'utilisation des pompes doseuses assure un niveau de service élevé. Elle présente cependant l'inconvénient d'être difficilement exploitable du fait qu'elle requiert un certain niveau de connaissance de la part des exploitants tant pour ce qui est de la préparation des solutions de chlore que pour ce qui est de la manipulation des installations. A cela s'ajoutent les coûts d'investissement pour leur acquisition, leur installation et leurs charges de fonctionnement.

La pastille de chlore quant à elle présente beaucoup d'avantages. Son mode d'utilisation est simple et accessible à tout exploitant ; son prix est relativement faible et elle ne nécessite aucune consommation d'énergie. Son inconvénient majeur réside dans le fait que l'homogénéité de la diffusion n'est pas assurée étant donné que les mécanismes de dissolution de ces pastilles ne sont pas très bien maîtrisés et que cette diffusion se passe dans le château et non dans une conduite en charge.

Au regard de ce qui précède, notre choix s'est porté sur les pastilles de chlore en tenant compte du niveau de service demandé pour les centres secondaires et des avantages qu'elles présentent sur le

plan financier. Cependant il serait impératif que le suivi des analyses d'eau en bout de réseau soit rigoureux ce qui permettrait un ajustement progressif des doses pour éviter les grands écarts.

## V.10 Mode de gestion de l'AEPS

### V.10.1 Rappel sur le cadre institutionnel de gestion du service de l'eau

La gestion de l'eau fait partie des domaines transférés par l'Etat aux collectivités territoriales au Burkina Faso. Pour ce faire, Il revient au maître d'ouvrage (commune) de faire le choix définitif du mode de gestion. Différents types de gestion pour les AEPS existent au Burkina Faso. Ces types de gestion consistent à transférer ou non certaines responsabilités aux collectivités locales. Le tableau ci-dessous fait ressortir les modes de gestion existants ainsi que leurs avantages et inconvénients en rapport direct avec la capacité du maître d'ouvrage (ici la commune).

Tableau 25: Avantages et inconvénients des modes de gestion des services publics locaux

	Types de gestion	Avantages	Inconvénients	observations
<b>Gestion directe</b>	Régie directe	- absence de formalité pour sa création - nouveau service municipal avec des ressources budgétaires directes	nécessite du personnel technique et des gestionnaires communaux budget communal important pour la maîtrise d'ouvrage	peu réaliste pour les petites communes au regard du niveau d'investissement
	Régie autonome	gestion séparée du budget communal souplesse	- nécessite des gestionnaires compétents pour la gestion séparée - gestion saine pour éviter des déficits	peu réaliste pour la lourdeur de la gestion
	Régie personnalisée	plus grande autonomie de gestion avec un contrôle suivi pour permettre d'éviter les dérapages	nécessite une organisation solide des ressources humaines, techniques et des gestionnaires	peu réaliste avec la lourdeur de la gestion

<b>Gestion Déléguée</b>	Concession	faible engagement financier de la commune revenu d'impôt pour le budget communal	laisser-faire total qui peut pénaliser le niveau de service à atteindre	difficulté à trouver des opérateurs privés tels que financièrement et techniquement prévus
	Affermage	propriété du patrimoine conservée par la commune qui reste maître d'ouvrage	nécessite de bons fermiers, bons gestionnaires pour la gestion durable et rentable des équipements	applicable avec les mesures conservatoires de suivi
	Régie intéressée	- souplesse du mode - intéressement aux résultats - contrôle de la collectivité sur l'entreprise	faible capacité à assurer un contrôle de proximité	applicable par les petites communes moyennant une bonne organisation pour le contrôle

### V.10.2 Mode de gestion recommandé pour l'AEPS

Le mode de gestion souhaité et recommandé pour l'AEPS de Kangounadéni est l'affermage. En effet, au regard de la faiblesse des ressources humaines qualifiées de la commune, la gestion par affermage du système peut permettre d'obtenir une plus grande autonomie de gestion avec un suivi contrôle tout en évitant les dérapages de gestion. Ainsi, pour atteindre de bons résultats, il y a donc une nécessité de choisir le meilleur fermier, ayant une organisation solide, des ressources humaines compétentes et une assise financière certaine qui saurait se charger de la gestion de ces ouvrages.

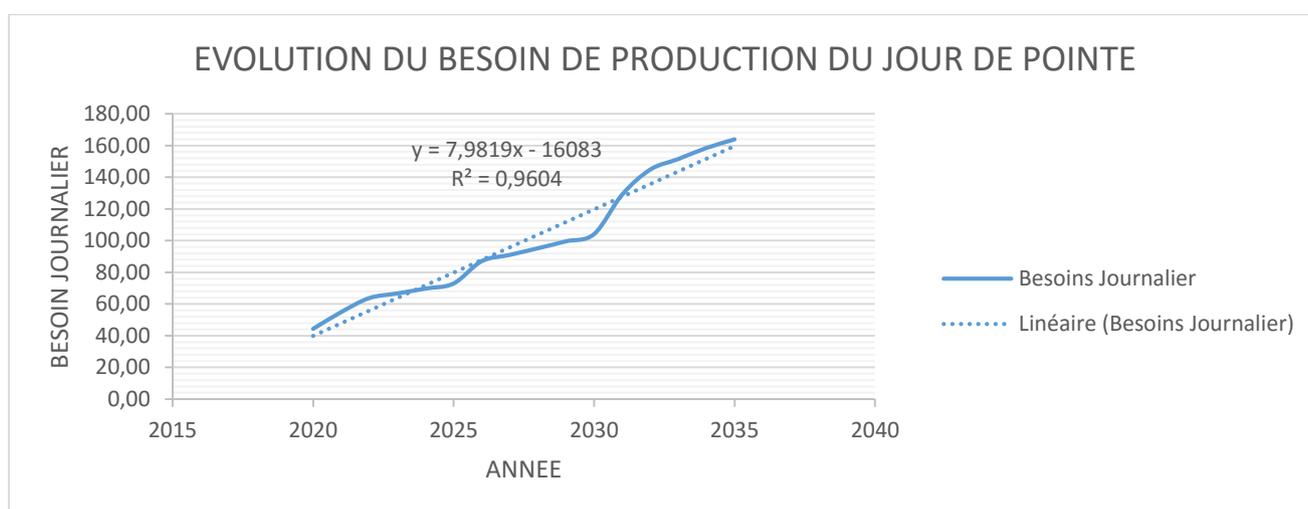
Cependant, pour le type de gestion, le fermier choisi doit avoir un dispositif en personnel fondé sur l'expérience dans le domaine des AEPS. Ce personnel doit être composé d'un responsable de la gestion ou chef de centre, des fontainiers à recruter sur place pour la vente de l'eau et l'encaissement des recettes au niveau des bornes fontaines (BF), d'un gardien chargé de la sécurité des installations et de leur entretien. A ce personnel de gestion, il faut adjoindre également une équipe technique mobilisable en temps partiel sur le terrain composé essentiellement d'un électromécanicien, de plombiers, d'aides plombiers et de manœuvres qualifiés.

## VI. DISCUSSION ET ANALYSE

### 📊 Analyse des besoins de production du jour de pointe

Conformément à l'esprit des termes de référence, les besoins en eau ont été estimés à partir d'une analyse intégrant les résultats des enquêtes socio-économiques, les perspectives de développement urbain et démographique de l'agglomération urbaine, la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures incitatives encourageant la consommation de l'eau potable, ainsi que les nombreuses expériences existantes. La courbe de l'évolution des besoins de production journalière est croissante jusqu'à l'horizon du projet. Cette croissance s'explique par non seulement une augmentation du nombre de consommateur mais aussi par une évolution croissante des besoins spécifiques. Ainsi, à l'horizon 2035, pour satisfaire les besoins en eau, il faudra une production journalière de 164,84 m<sup>3</sup>.

Figure 8: Analyse des besoins de consommation du jour de pointe



### 📊 Discussion sur les débits des BF et des BP

Pour satisfaire les besoins en eau des habitants de Kanounadénie, nous auront à l'horizon du projet 12 bornes fontaines et 170 branchements particuliers. Conformément aux objectifs du PN-AEP en milieu rural, à l'horizon 2030, 54% de la population seront alimentés à partir des BP et le reste à partir des BF. Mais les enquêtes socio-économiques réalisées nous ont conduit à redéfinir les objectifs au regard des réalités que nous impose le terrain. En effet, le faible revenu des habitants ne permet pas d'avoir un nombre conséquent de branchement privé. Ainsi, en se basant sur les résultats des enquêtes et des besoins exprimés par les ménages, 78% de la population sera desservi à partir de BF et 22% par les BP.

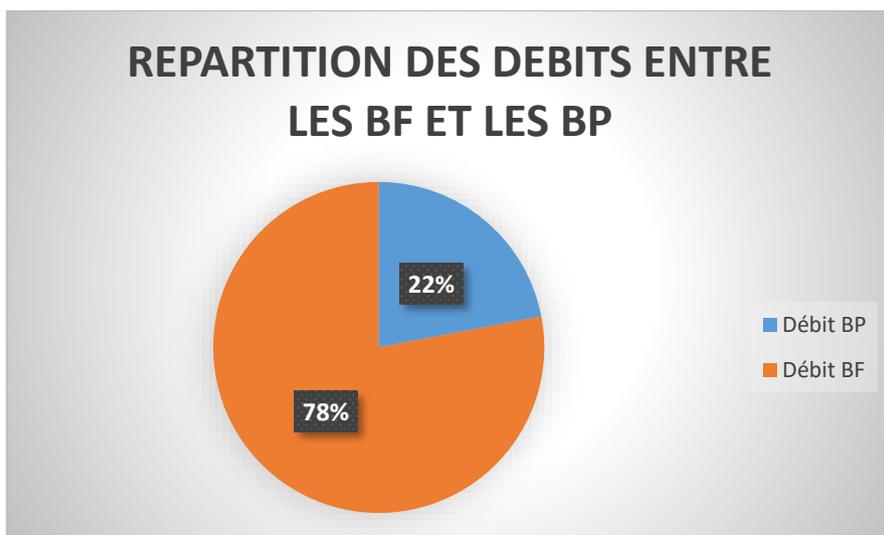


Figure 9: Répartition des débits

### Discussion sur les pressions obtenus dans les différents nœuds

Pour garantir une pression de service de 5mCE, un calcul itératif a été effectué dans le but d'avoir une pression minimale de 10mCE dans le réseau secondaire. Ainsi, la plus faible pression est observée au niveau du nœud N8 (10mCE) et la plus grande pression au nœud N3.

Pour vérifier la fiabilité de nos résultats, une simulation a été faite à partir du logiciel EPANET. Le résultat de la simulation donne des résultats similaires à celui des calculs effectués, ce qui nous permet de confirmer que notre réseau pourra garantir une pression de service suffisante.

Figure 6: Analyse des pressions aux nœuds

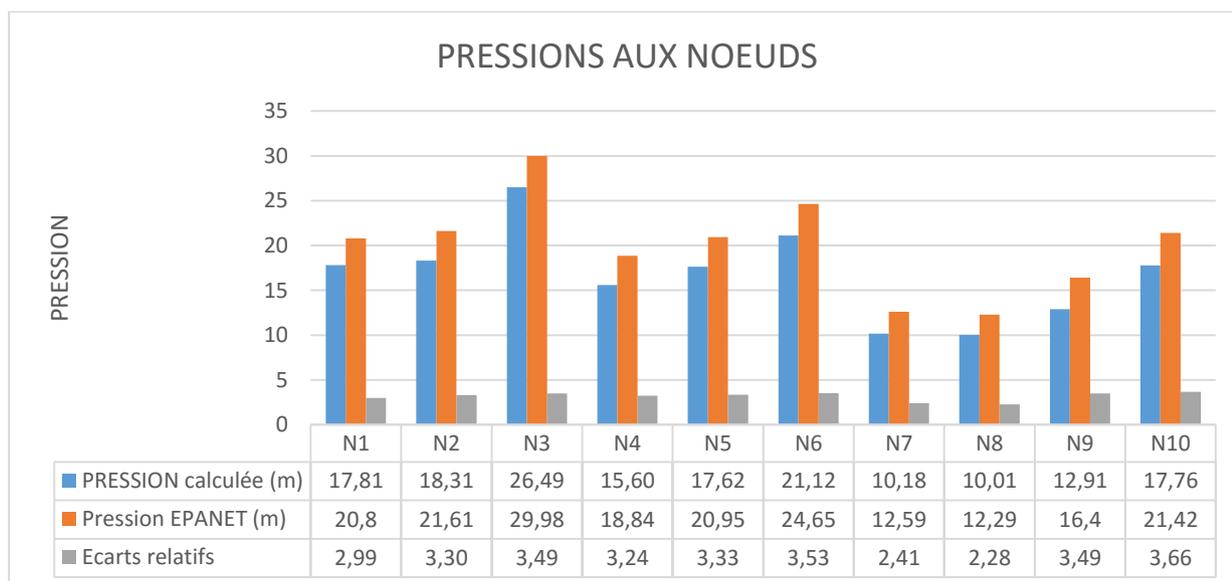


Figure 7: Analyse des pressions aux nœuds

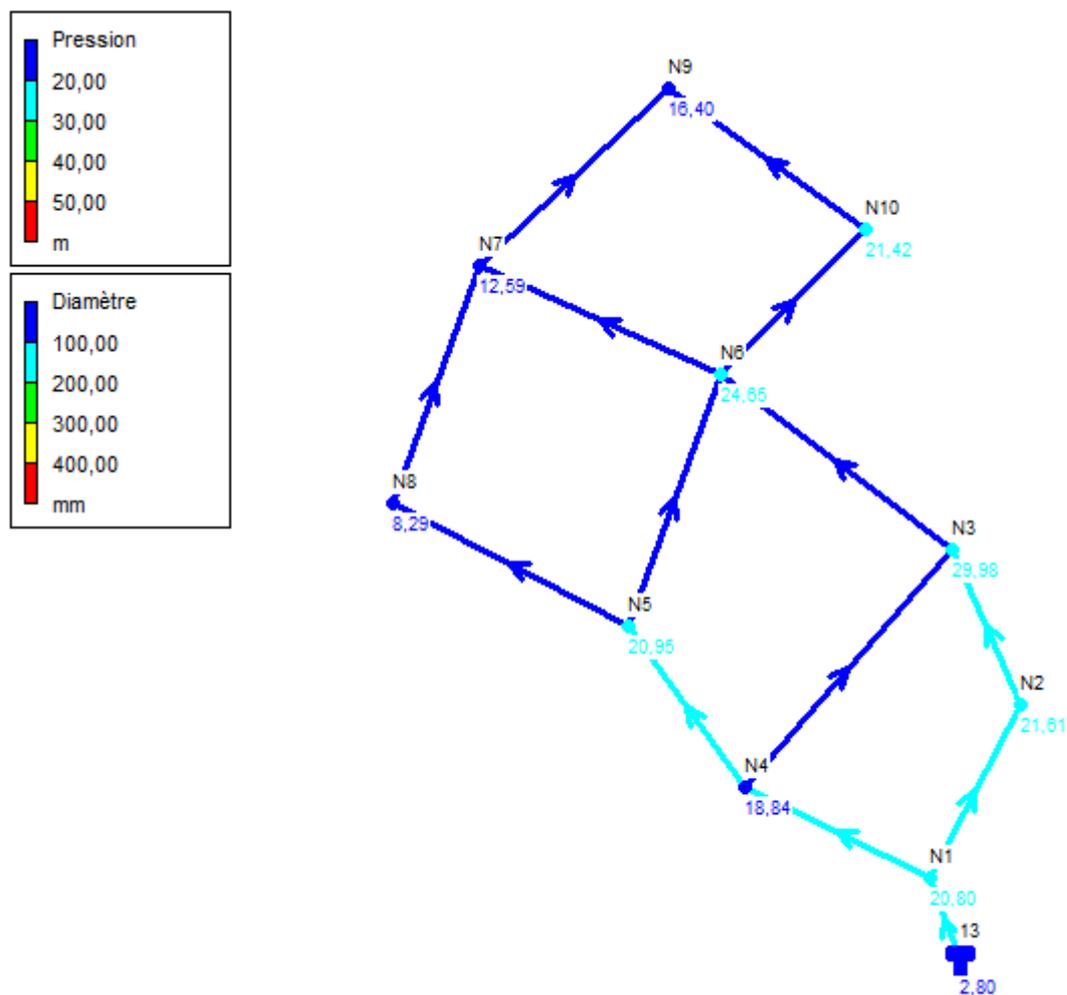


Figure 8: Pressions aux nœuds à partir de EPANET

### 🚰 Analyse des vitesses dans les tronçons

Les vitesses de circulation de l'eau dans les conduites vont de 0,5 à 0,71 m/s. Ces vitesses sont dans une fourchette raisonnable et permettent non seulement de garantir l'auto curage de la conduite, donc d'éviter des dépôts mais aussi d'éviter l'érosion du matériau de revêtement de la conduite.

Les vitesses calculées et obtenues à partir de la simulation EPANET sont presque identiques. Les résultats sont présentés dans le graphe ci-dessous.

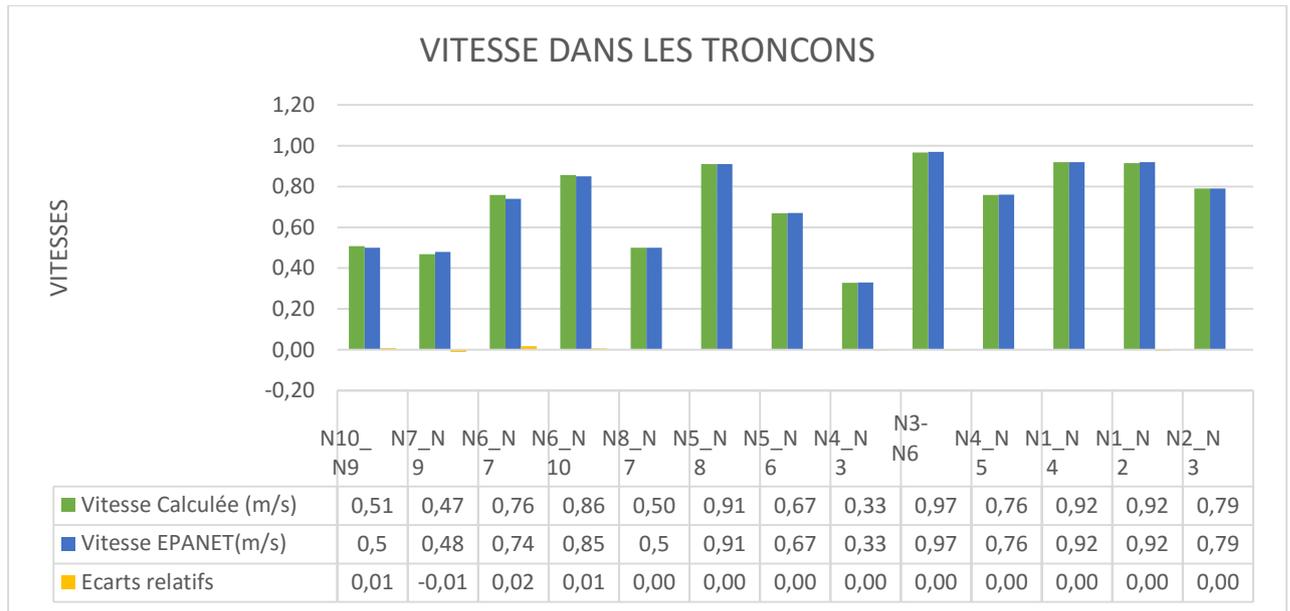


Figure 9: Analyse des vitesses dans les tronçons

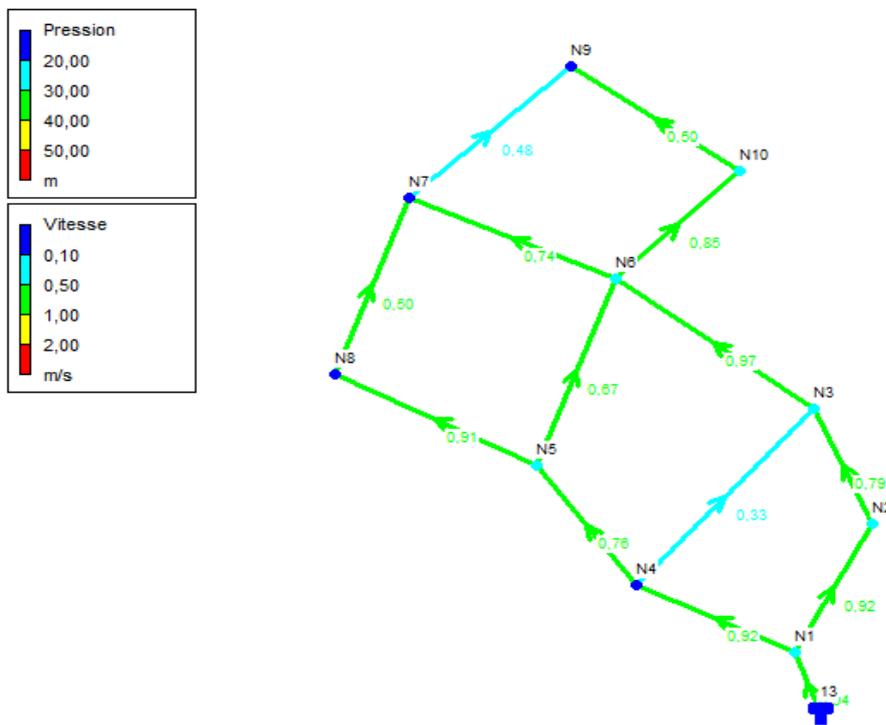


Figure 10: vitesse dans les tronçons à partir de EPANET

## CONCLUSION

Pour une demande en eau de 164,84 m<sup>3</sup>/j à l'horizon 2035, l'AEPS de Kangounadéni comportera ainsi un réseau de 5,147 km linéaires de conduites, un château d'eau de 50 m<sup>3</sup>, 12 Bornes Fontaines et 170 branchements privés pour satisfaire l'ensemble des besoins des consommateurs.

L'analyse financière montre que suivant l'orientation adoptée dans le calcul de la rentabilité du projet, un prix de vente de 500 FCFA / m<sup>3</sup> couvre largement les frais de fonctionnement du système et de renouvellement du système.

Cette infrastructure permettra de détourner les usagers des PMH progressivement vers le service de l'AEPS, comme voulu par les commanditaires du projet. Elle coûtera le montant total TTC de 158 984 406 F CFA et le délai d'exécution (prévisionnel) de l'AEPS est de 4 mois.

L'étude socioéconomique a fait ressortir pour le village de Kangounadéni, une situation actuelle de l'approvisionnement en eau potable reposant sur les sources d'eau telles que des forages équipés de pompes à motricité humaine et quelques puits essentiellement.

De même, elle a révélé que le projet de réalisation du système d'AEPS présente une faisabilité sociale satisfaisante au regard des considérations suivantes :

- l'adhésion des populations et leur prédisposition à accompagner le projet ;
- l'existence de revenus substantiels au niveau des ménages, des structures associatives et des gros consommateurs potentiels ;
- les habitudes déjà acquises dans l'achat de l'eau et la bonne fréquentation des forages par les populations.

Kangounadéni attend un service d'eau de qualité pour améliorer son niveau d'équipement en infrastructures et sécuriser ainsi son service de desserte. Ces différentes raisons militent en faveur de la réalisation du présent projet d'adduction d'eau potable.

La ressource en eau disponible permet de répondre à ces objectifs avec la réalisation du système d'approvisionnement en eau potable qui permettra de proposer des branchements particuliers aux ménages disposant de la surface financière, aux services administratifs et aux opérateurs économiques de la place et des bornes fontaines aux couches moins nanties.

Les différents paramètres techniques du dimensionnement nous rassurent sur la viabilité du projet dans la mesure où aucune spécification technique ne peut entraver la réalisation de l'AEPS.

## RECOMMANDATIONS

Au-delà de l'aspect financier, la valeur économique des projets d'AEPS est indéniable car l'eau est le moteur du développement économique. Pour une bonne mise en œuvre du projet, nous formulons les recommandations suivantes :

- ❖ Accompagner les campagnes de sensibilisations des actions promotionnelles de branchements privés ce qui permettra de « booster » la consommation et donc de rentabiliser d'avantage les installations.
- ❖ L'entreprise adjudicataire du marché de mener une étude d'actualisation afin de tenir compte de tous les paramètres nouveaux dans la réalisation du projet.
- ❖ Le bureau de contrôle chargé de suivre les travaux devra s'assurer que la réalisation se fasse en conformité avec les études techniques et suivant les règles de l'art.
- ❖ Pour s'assurer d'une bonne gestion de l'ouvrage, le gestionnaire doit être recruté et le contrat d'affermage doit être signé avant la fin des travaux afin de permettre aux bénéficiaires d'avoir un service de qualité dès la réception technique de l'ouvrage
- ❖ Mener des campagnes de sensibilisation sur la nécessité d'économiser la ressource en eau.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Plan Communal de Développement (PCD) de TIEFORA 2014-2019, .
- FAYE Moussa Diagne, 2019. COURS AEP\_FAYE v1.0.1.2
- YONABA O. Roland, 2015. Cours d'adduction en eau potable : calcul des ouvrages constitutifs des réseaux d'AEP.
- MOUNIROU A Lawani (2018). Essentiel de pompes et stations de pompage- Janvier.
- OUEDRAOGO Bèga, 2005. Cours 2iE d'approvisionnement en eau potable.
- ZOUNGRANA Denis, 2003. Cours 2iE d'approvisionnement en eau potable.
- INSD, 2006. Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Burkina Faso, 2006.
- Ministère de l'Eau et de l'Assainissement, Direction Générale des Ressources en Eau, Inventaire National des Ouvrages (INO), 2018.
- Ministère de l'eau et de l'Assainissement. Programme National d'Approvisionnement En Eau potable et d'Assainissement 2016 - 2030. Burkina Faso. 2016.
- SERAT, Rapport étude socio-économique.
- SAVADOGO Abdoul Aziz, 2019. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2, « Etude Avant-Projet Détailé de la réalisation d'un système d'adduction en eau potable simplifié au profit du centre de Kossilci dans la commune de Kayao - Burkina Faso », 2019.
- OUEDRAOGO Souleymane, 2018. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2, « Etudes d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'une AEPS a Bossora dans la commune de Satiri (province du Houet au Burkina Faso) ». 2018

## ANNEXES

### DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

No	Désignation	Unité	Quantité	P.U.(FCFA TTC)	P.T(FCFA TTC)
<b>01. INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX</b>					
0.1	Installation de chantier , Amenée et repli du matériels	ff	1	2 000 000	2 000 000
0.2	Elaboration de dossier d'exécution et de recollement	ff	1	1 000 000	1 000 000
<b>Total 01</b>					<b>3 000 000</b>
<b>I. Canalisation</b>					
1.	FOURNITURE ET POSE DE CANALISATION y compris protection au niveau des traversées de cours d'eau et de zones impropres. Le refoulement devant être équipé des pièces spéciales de protection et de raccordement (ventouses, vidanges, etc...)				
1.1.	PVC DE 63 PN10	ml	3118	3 000	9 354 882
1.2.	PVC DE 75 PN10	ml	896	4 000	3 584 200
1.3.	PVC DE 110 PN10	ml	354	6 500	2 301 455
1.4.	PVC DE 125 PN10	ml	245	7 000	1 716 470
1.5.	PVC DE 140 PN10	ml	698	8 000	5 585 040
1.6.	PVC DE 200 PN10	ml	200	10 000	2 000 000
1.7.	PVC DE 75 PN16	ml	293	6 500	1 901 640
	PEHD DE 63 PN16	ml	60	4 000	240 000
1.8.	Grillage avertisseur	ml	5864	200	1 172 863
<b>TOTAL I</b>					<b>27 856 550</b>

<b>II. Pièces spéciales</b>					
2.1	Fourniture d'équipements de robinetterie	ensemble		300 000	300 000
2.2	Fourniture d'accessoires	ensemble		200 000	200 000
2.3	Dispositifs de Ventouses	ensemble		1 000 000	1 000 000
2.4	Té fonte égal à brides, à emboitement standard ou express	ensemble		250 000	250 000
2.5	Coude fonte 1/4 à brides, à emboitement standard ou express	ensemble		150 000	150 000
2.6	Coude fonte 1/8 à brides, à emboitement standard ou express	ensemble		100 000	100 000
2.7	Coude fonte 1/16 à brides, à emboitement standard ou express	ensemble		70 000	70 000
2.8	Cône fonte à brides, à emboitement standard ou express	ensemble		70 000	70 000
2.9	Pièces de raccordement en fonte (BU, BE, adaptateur à brides, à emboitement, ...)	ensemble		100 000	100 000
2.10	Branchement d'une borne fontaine y compris tous les accessoires de branchement suivant le plan joint	ensemble	12	80 000	960 000

TOTAL II					<b>3 200 000</b>
<b>III. Terrassement</b>					
3.1.	Déblais, remblais y compris lit de sable et pose	ml	5 864	2 700	15 833 648
TOTAL III					<b>15 833 648</b>

<b>IV. Borne fontaine - château d'eau</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA TTC)	P.T.(FCFA TTC)
4.1	BORNE FONTAINE Borne fontaine à 3 robinets	Ensemble	12	1 050 000	12 600 000
4.2	CHÂTEAU D'EAU Fourniture et pose d'un château d'eau métallique de 85 m <sup>3</sup> de capacité	Ensemble	1	30 000 000	30 000 000
TOTAL IV					<b>42 600 000</b>

<b>V. Système de pompage</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA TTC)	P.T.(FCFA TTC)
5.	POMPE et ouvrages de captage Fourniture et pose d'un système de pompage comprenant :-Pièces de rechange pour 3 ans de fonctionnement	Forfait	1	3 200 000	3 200 000
6.	Fourniture et pose de champ solaire	Forfait	1	8 500 000	8 500 000
7.	Convertisseur de 6 KW	Forfait	1	1 500 000	1 500 000
8.	Onduleurs 10 KVA	Forfait	1	1 500 000	1 500 000
TOTAL V					<b>14 700 000</b>

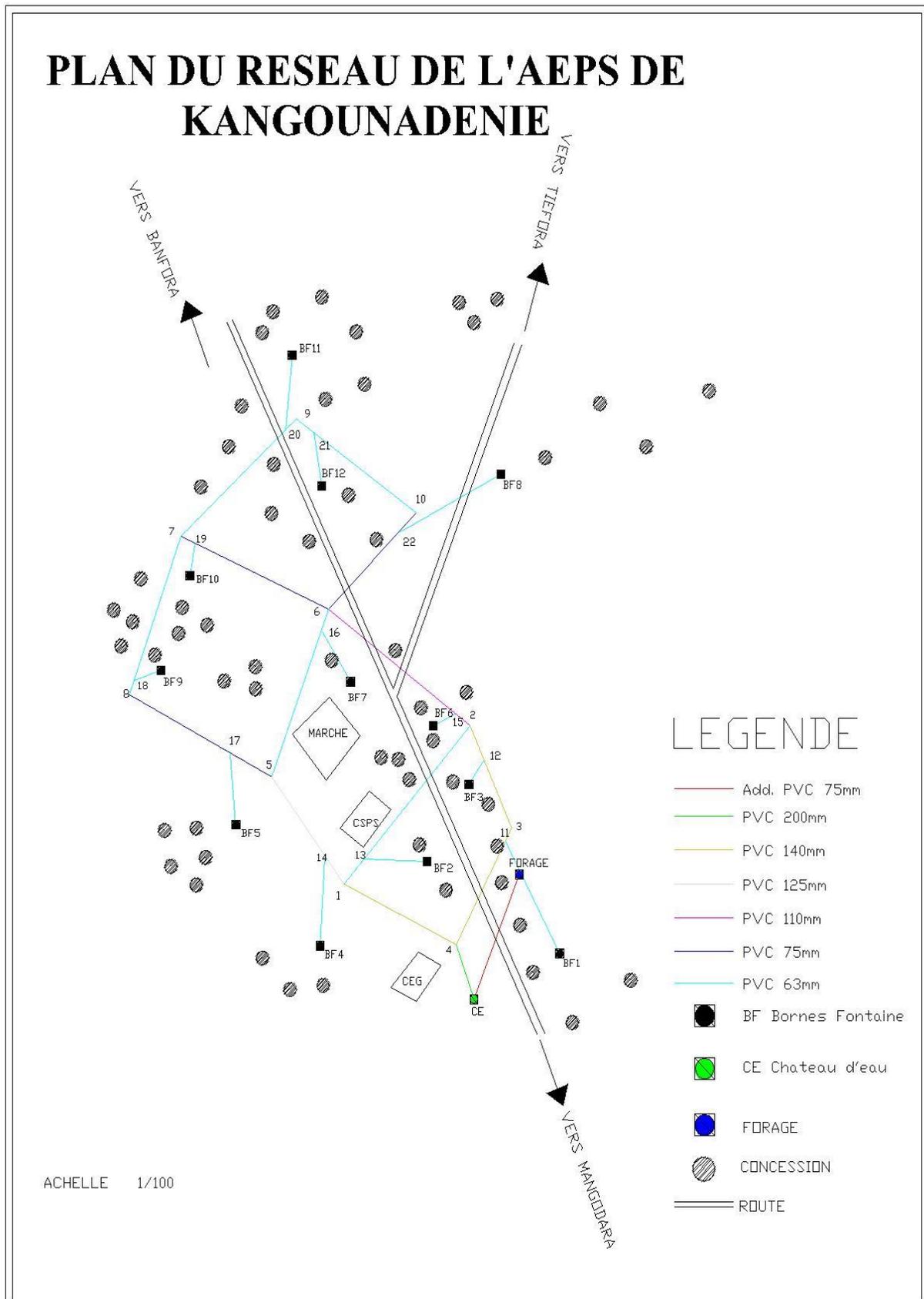
<b>VI. Finition et divers</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA TTC)	P.T.(FCFA TTC)
6.	FINITION ET DIVERS				
6.1.	Epreuve de conduite	Forfait	1	1 100 000	1 100 000
6.2.	Essai général du réseau	Forfait	1	1 300 000	1 300 000
6.3.	Désinfection du réseau	Forfait	1	2 500 000	2 500 000
TOTAL VI					<b>4 900 000</b>

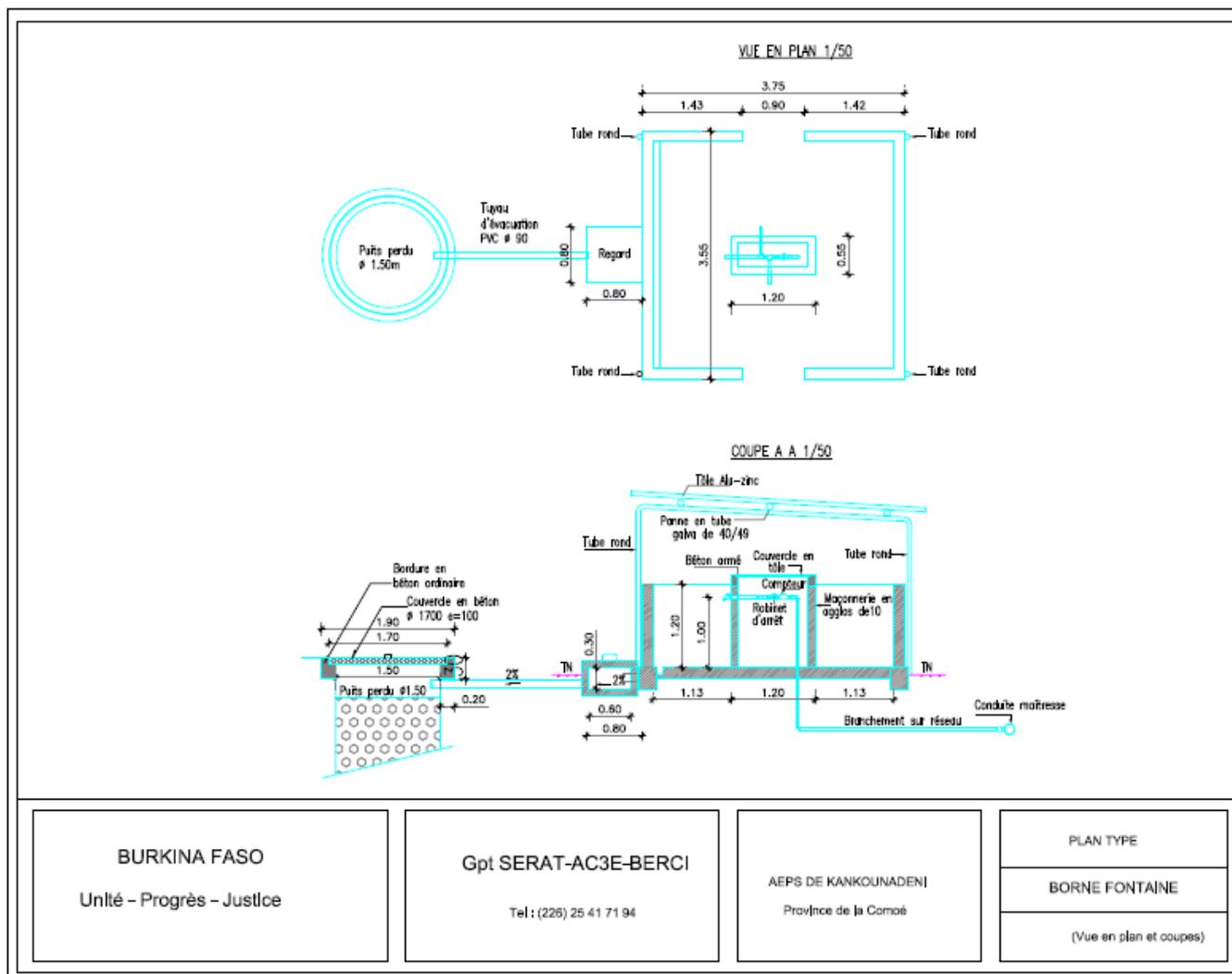
<b>VII. Equipements annexes</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA TTC)	P.T.(FCFA TTC)
7.1	1. Le local pour le coffret et les commandes électriques 2. Le local de groupe électrogène avec les différents aménagements,	Forfait	1	1 950 000	1 950 000
7.2	Le bureau pour l'exploitant avec équipement complet:	Forfait	1	6 100 000	6 100 000
7.3	Douche VIP pour le personnel et	Forfait	1	1 000 000	1 000 000

	les visiteurs éventuels conformes au plan.				
7.4	Latrines VIP ventilées équipé	Forfait	2	1 000 000	2 000 000
7.5	Clôture grillagé avec Portillon de 1,20m Porte double battant 3,50m.Hauteurs portes, portails et grillage 1,6m Périmètre:200 m	Forfait	1	2 000 000	2 000 000
	<b>TOTAL VII</b>				<b>13 050 000</b>
<b>VIII . Forage gros débit</b>					
No	Désignation	Unité	Quantité	P.U (FCFA TTC)	P.T.(FCFA TTC)
8.1	(Soufflage, essais de pompage longue durée, développement, analyse chimique) du forage existant	Forfait	1	750 000	750 000
	<b>TOTAL VIII</b>				<b>750 000</b>
<b>IX . Equipements électromécaniques</b>					
9.1	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme équipée conformément au descriptif pour l'alimentation, la commande la temporisation au démarrage	u	1	2 500 000	2 500 000
9.3	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 5 x 6 mm <sup>2</sup> entre l'inverseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe	m	15	5 310	79 650
9.4	cable de terre Ø 29 mm <sup>2</sup>	m	50	2 950	147 500
9.5	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 5x6mm <sup>2</sup> enterré sous PVC	m	45	5 310	238 950
9.6	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x4 mm <sup>2</sup> tête de forage, y compris toute sujétion	m	80	4 956	396 480
9.7	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm <sup>2</sup> pour l'asservissement suppression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	10	1 652	16 520
9.8	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm <sup>2</sup> des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	m	200	2 124	424 800
9.9	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipé de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage y compris toute sujétion	u	1	289 100	289 100
9.10	Fourniture et pose d'un avertisseur sonore, y compris toute sujétion (blocage, marche à sec, plein château)	u	1	53 100	53 100
9.11	Fourniture, pose et raccordement de sonde de	u	3	26 550	79 650

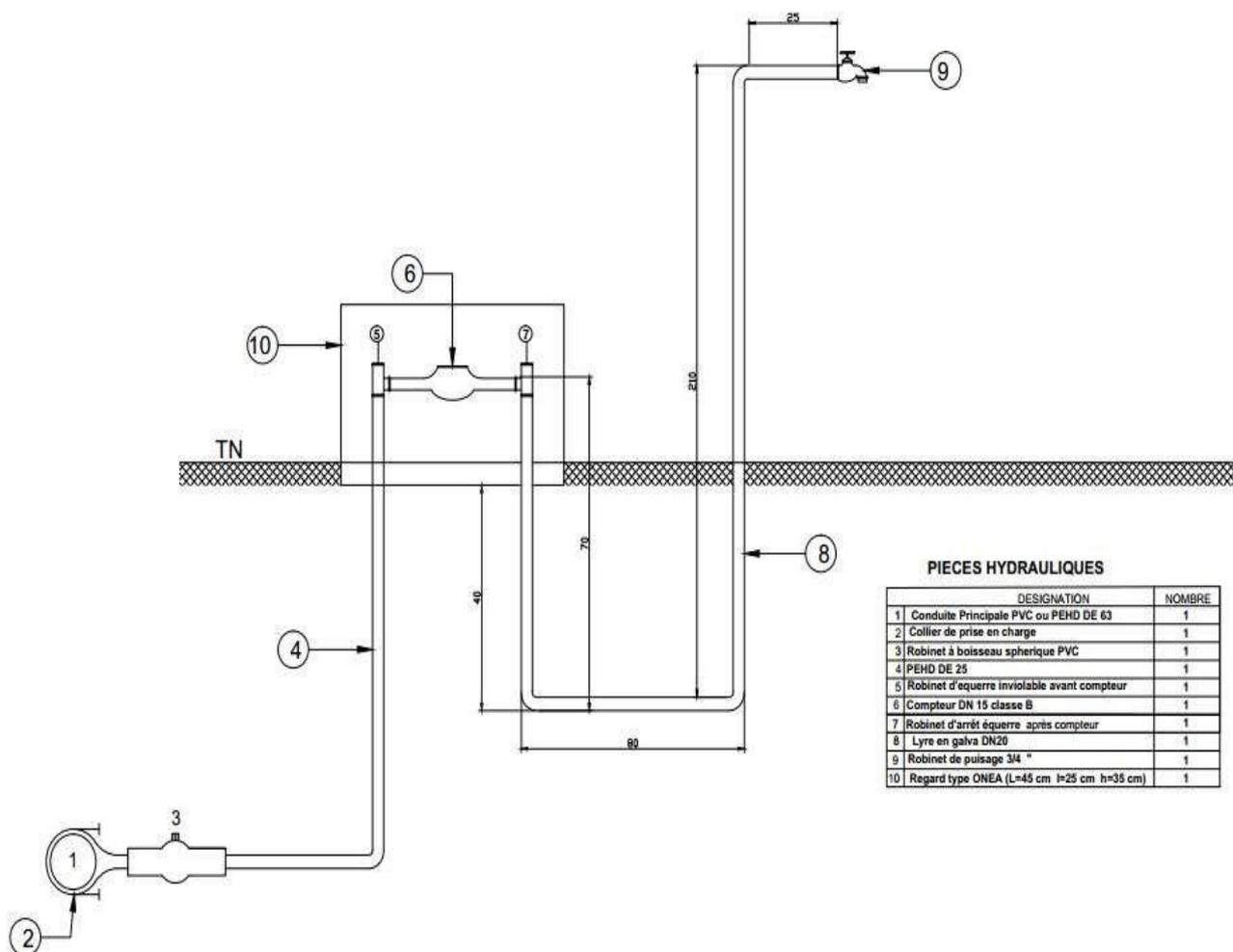
	détection de niveau				
9.12	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toute sujétion	u	1	265 500	265 500
9.13	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujétion	u	1	265 500	265 500
9.14	Fourniture et installation de valve à flotteur, pose de câble enterré de 3X2,5 mm <sup>2</sup> , grillage avertisseur, longueur 165 m.	ens.	1	702 100	702 100
9.15	Installation électrique d'éclairage des locaux, câbles 3 x 2,5mm <sup>2</sup> et canalisations, prises, réglettes et toute sujétion	ens.	1	383 500	383 500
	<b>TOTAL IX</b>				<b>5 842 350</b>

<b>X. RECAPITULATIF</b>		
No	Désignation	MONTANT (FCFA TTC)
0	01. INSTALLATION DE CHANTIER - FRAIS GENERAUX	3 000 000
I	CANALISATION - TERRASSEMENT	27 856 550
II	PIECES SPECIALES	11 030 000
III	TERRASSEMENT	15 833 648
IV	BORNE FONTAINE - CHÂTEAU D'EAU	42 600 000
V	SYSTÈME DE POMPAGE	14 700 000
VI	FINITION ET DIVERS	4 900 000
VII	EQUIPEMENTS ANNEXES	13 050 000
VIII	ESSAIS DE POMPAGE DU FORAGE GROS DEBIT POSITIF	750 000
IX	EQUIPEMENTS ELECTROMECHANQUES	5 842 350
	IMPREVUS DIVERS (installation de chantier, repli, plans d'exécution, plans de récolement, protection de l'environnement, etc...)	3 000 000
<b>MONTANT TOTAL HORS TVA</b>		<b>134 732 548</b>
<b>MONTANT DE LA TVA</b>		<b>24 251 854</b>
<b>MONTANT TOTAL FCFA TTC</b>		<b>158 984 406</b>





## Branchement Type



PIECES HYDRAULIQUES

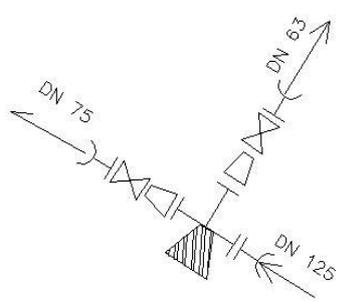
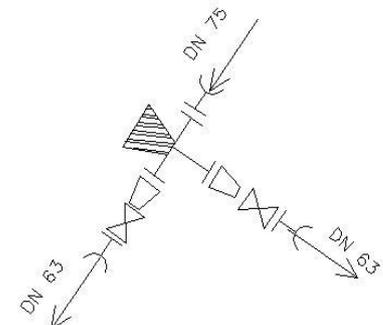
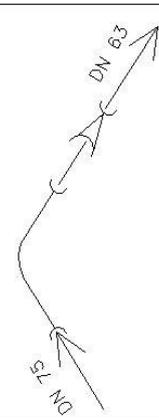
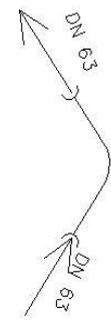
	DESIGNATION	NOMBRE
1	Conduite Principale PVC ou PEHD DE 63	1
2	Collier de prise en charge	1
3	Robinet à boisseau spherique PVC	1
4	PEHD DE 25	1
5	Robinet d'equerre inviolable avant compteur	1
6	Compteur DN 15 classe B	1
7	Robinet d'arrêt equerre après compteur	1
8	Lyre en galva DN20	1
9	Robinet de puisage 3/4 "	1
10	Regard type ONEA (L=45 cm l=25 cm h=35 cm)	1

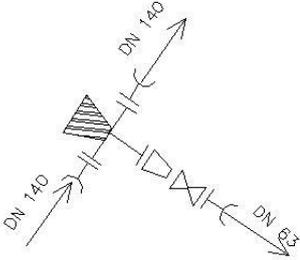
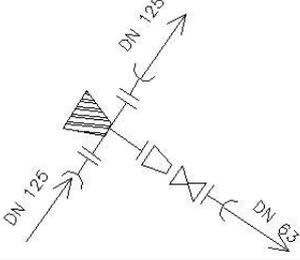
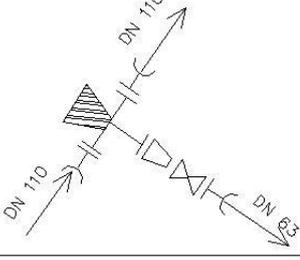
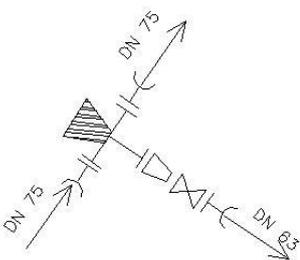
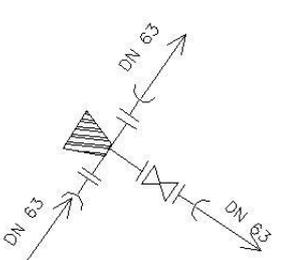
PIECES HYDRAULIQUES

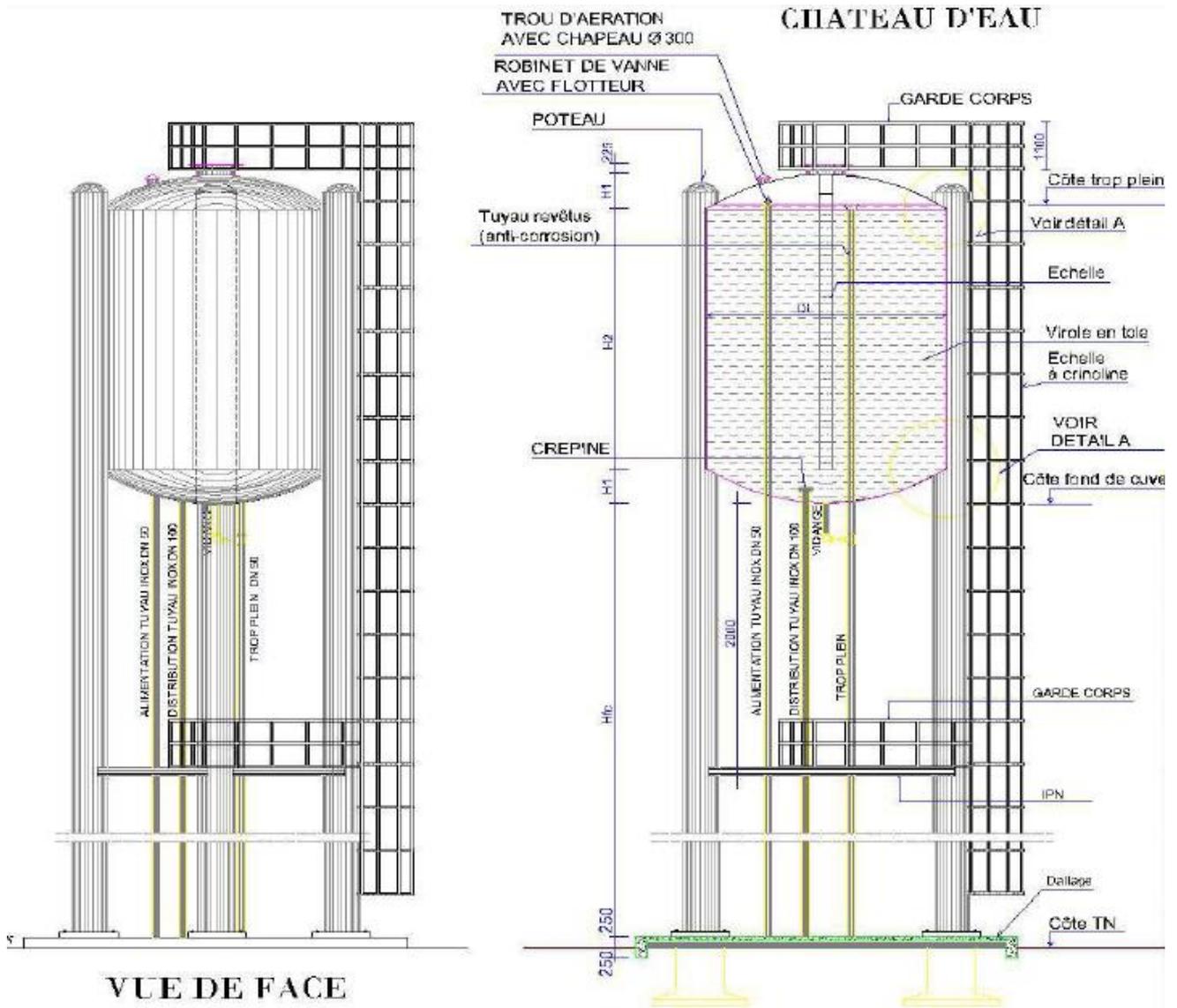
	DESIGNATION	NOMBRE
1	Conduite Principale PVC ou PEHD DE 63	1
2	Collier de prise en charge	1
3	Robinet à boisseau spherique PVC	1
4	PEHD DE 25	1
5	Robinet d'equerre inviolable avant compteur	1
6	Compteur DN 15 classe B	1
7	Robinet d'arrêt equerre après compteur	1
8	Lyre en galva DN20	1
9	Robinet de puisage 3/4 "	1
10	Regard type ONEA (L=45 cm l=25 cm h=35 cm)	1

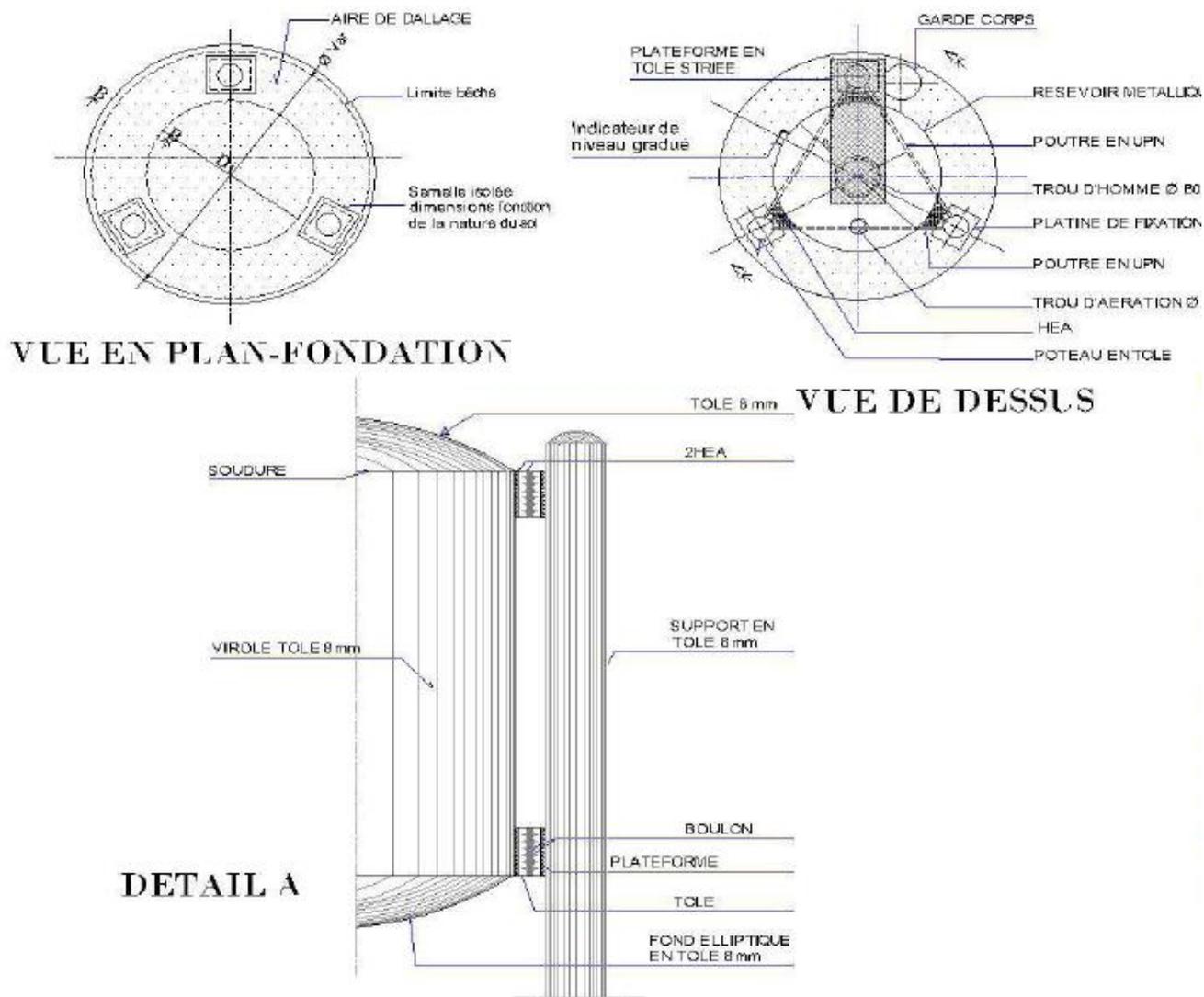
### Schéma des nœuds

<p>N1</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Té 90° a bride Fonte DN150mm
	1	Robinet Vanne DN125 mm
	1	Robinet Vanne DN60 mm
	1	Reducteur DN150/125mm
	1	Reducteur DN150/60mm
	1	Adaptateur à Bride DN63
	1	Adaptateur à Bride DN140
	1	Adaptateur à Bride DN125
	1	Butée
<p>N2</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Té 90° a bride Fonte DN150mm
	1	Robinet Vanne DN150 mm
	1	Robinet Vanne DN60 mm
	1	Reducteur DN150/100mm
	1	Reducteur DN150/60mm
	1	Adaptateur à Bride DN63
	1	Adaptateur à Bride DN110
	1	Adaptateur à Bride DN140
	1	Butée
<p>N3</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Coude PVC à emboiture DN 125
<p>N4</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Té 90° a bride Fonte DN200mm
	2	Robinet Vanne DN150 mm
	2	Reducteur DN200/125mm
	2	Adaptateur à Bride DN140
	1	Adaptateur à Bride DN200
	1	Butée

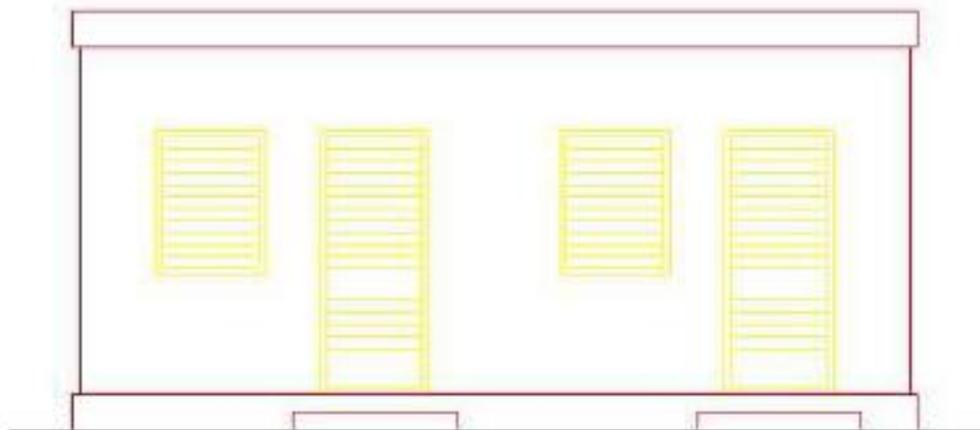
 <p>N5</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Té 90° a bride Fonte DN125mm
	1	Robinet Vanne DN60 mm
	1	Reducteur DN150/80mm
	1	Reducteur DN150/60mm
	1	Adaptateur à Bride DN63
	1	Adaptateur à Bride DN75
	1	Adaptateur à Bride DN125
	1	Butée
	1	Robinet Vanne DN80 mm
 <p>N7</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Té 90° a bride Fonte DN75mm
	2	Robinet Vanne DN60 mm
	2	Reducteur DN80/60mm
	2	Adaptateur à Bride DN60
	1	Adaptateur à Bride DN80
	1	Butée
 <p>N8 et 10</p>	Nombre	Dénomination/ Références
	1	Coude PVC à emboiture DN 75
	1	Cone à deux emboitement DN75/63mm
 <p>N9</p>	Nombre	Dénomination/ Références
		Coude PVC à emboiture DN 63

<p>N11 et 12</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Dénomination/ Références</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Té 90° a bride Fonte DN140mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Robinet Vanne DN60 mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Reducteur DN140/60mm</td></tr> <tr><td>1</td><td>Adaptateur à Bride DN63</td></tr> <tr><td>2</td><td>Adaptateur à Bride DN140</td></tr> <tr><td>1</td><td>Butée</td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Dénomination/ Références	1	Té 90° a bride Fonte DN140mm	2	Robinet Vanne DN60 mm	2	Reducteur DN140/60mm	1	Adaptateur à Bride DN63	2	Adaptateur à Bride DN140	1	Butée
Nombre	Dénomination/ Références														
1	Té 90° a bride Fonte DN140mm														
2	Robinet Vanne DN60 mm														
2	Reducteur DN140/60mm														
1	Adaptateur à Bride DN63														
2	Adaptateur à Bride DN140														
1	Butée														
<p>N14</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Dénomination/ Références</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Té 90° a bride Fonte DN125mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Robinet Vanne DN60 mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Reducteur DN125/60mm</td></tr> <tr><td>1</td><td>Adaptateur à Bride DN63</td></tr> <tr><td>2</td><td>Adaptateur à Bride DN125</td></tr> <tr><td>1</td><td>Butée</td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Dénomination/ Références	1	Té 90° a bride Fonte DN125mm	2	Robinet Vanne DN60 mm	2	Reducteur DN125/60mm	1	Adaptateur à Bride DN63	2	Adaptateur à Bride DN125	1	Butée
Nombre	Dénomination/ Références														
1	Té 90° a bride Fonte DN125mm														
2	Robinet Vanne DN60 mm														
2	Reducteur DN125/60mm														
1	Adaptateur à Bride DN63														
2	Adaptateur à Bride DN125														
1	Butée														
<p>N15</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Dénomination/ Références</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Té 90° a bride Fonte DN110mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Robinet Vanne DN60 mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Reducteur DN110/60mm</td></tr> <tr><td>1</td><td>Adaptateur à Bride DN63</td></tr> <tr><td>2</td><td>Adaptateur à Bride DN110</td></tr> <tr><td>1</td><td>Butée</td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Dénomination/ Références	1	Té 90° a bride Fonte DN110mm	2	Robinet Vanne DN60 mm	2	Reducteur DN110/60mm	1	Adaptateur à Bride DN63	2	Adaptateur à Bride DN110	1	Butée
Nombre	Dénomination/ Références														
1	Té 90° a bride Fonte DN110mm														
2	Robinet Vanne DN60 mm														
2	Reducteur DN110/60mm														
1	Adaptateur à Bride DN63														
2	Adaptateur à Bride DN110														
1	Butée														
<p>N17; 19 et 22</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Dénomination/ Références</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Té 90° a bride Fonte DN75mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Robinet Vanne DN60 mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Reducteur DN80/60mm</td></tr> <tr><td>1</td><td>Adaptateur à Bride DN63</td></tr> <tr><td>2</td><td>Adaptateur à Bride DN75</td></tr> <tr><td>1</td><td>Butée</td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Dénomination/ Références	1	Té 90° a bride Fonte DN75mm	2	Robinet Vanne DN60 mm	2	Reducteur DN80/60mm	1	Adaptateur à Bride DN63	2	Adaptateur à Bride DN75	1	Butée
Nombre	Dénomination/ Références														
1	Té 90° a bride Fonte DN75mm														
2	Robinet Vanne DN60 mm														
2	Reducteur DN80/60mm														
1	Adaptateur à Bride DN63														
2	Adaptateur à Bride DN75														
1	Butée														
<p>N13; 16; 18; 20; 21</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Dénomination/ Références</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Té 90° a bride Fonte DN63mm</td></tr> <tr><td>2</td><td>Robinet Vanne DN60 mm</td></tr> <tr><td>3</td><td>Adaptateur à Bride DN63</td></tr> <tr><td>1</td><td>Butée</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Nombre	Dénomination/ Références	1	Té 90° a bride Fonte DN63mm	2	Robinet Vanne DN60 mm	3	Adaptateur à Bride DN63	1	Butée				
Nombre	Dénomination/ Références														
1	Té 90° a bride Fonte DN63mm														
2	Robinet Vanne DN60 mm														
3	Adaptateur à Bride DN63														
1	Butée														

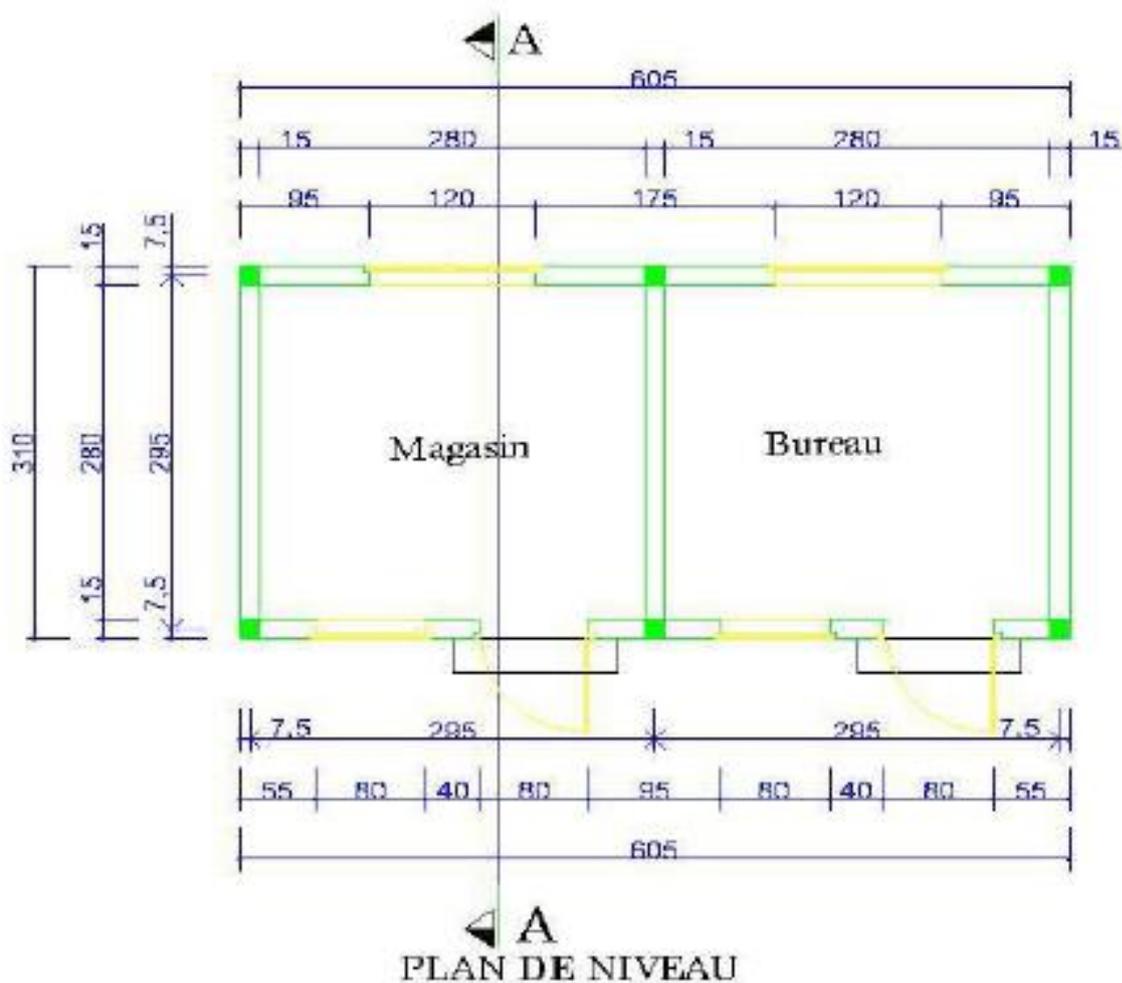




### Local + Magasin



FACADE PRINCIPALE





## Données d'envoi

PROJET: _____	ETIQUETTE UNITÉ: _____	QUANTITÉ: _____
REPRÉSENTANT: _____	TYPE DE SERVICE: _____	DATE: _____
INGÉNIEUR: DOULKOM T Mathurin	SOU MIS PAR: _____	DATE: _____
ENTREPRENEUR: _____	APPROUVÉ PAR: _____	DATE: _____
	COMMANDE N°: _____	DATE: _____

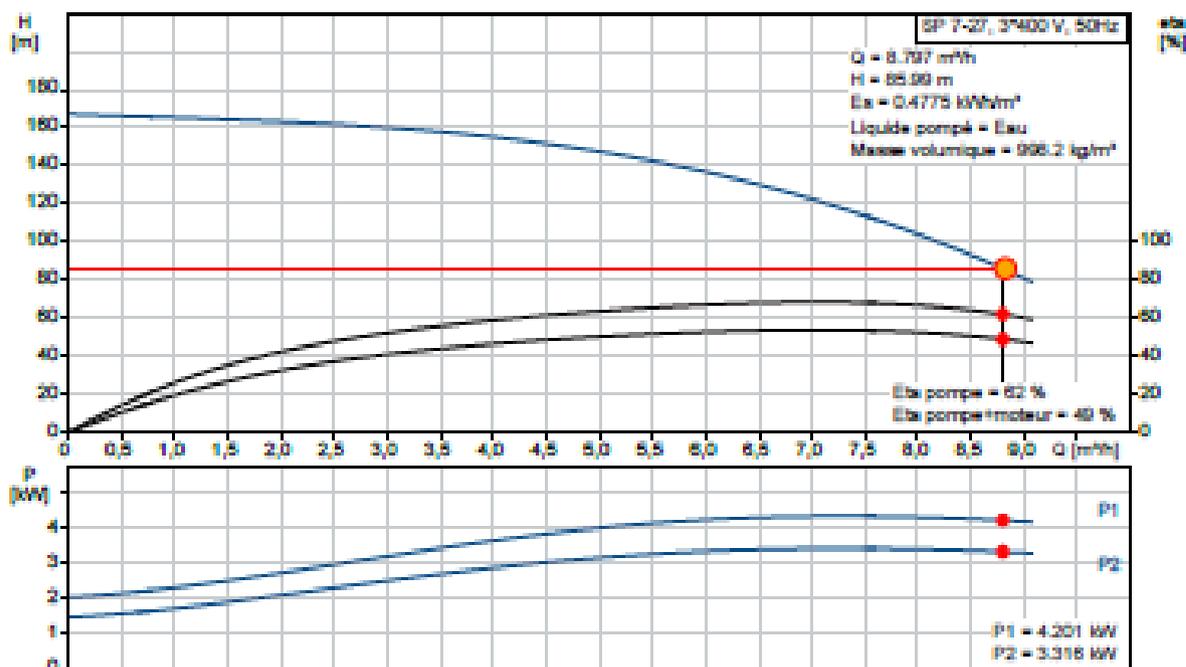


### SP 7-27

Les Grundfos SP sont des pompes de forage immergées conçues pour le pompage des eaux souterraines. Les pompes Grundfos SP sont toutes des pompes en acier inoxydable, disponibles en 3 qualités de matériaux. Elles conviennent aux forages de 4" à 6" et de 8" à 10". Les moteurs sont disponibles en 0,37-250 kW.

Note: La photo produit peut différer du produit réel

Conditions de service		Données pompe		Données moteur	
Débit:	8.797 m³/h	Certifications:	CE, EAC	Puissance nominale - P2:	4 kW
Pression:	85.99 m	Référence produit:	Sur demande	Tension nominale:	380-400-415 V
Rendement:	49 %			Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Liquide:	Eau			Indice protection:	IP68
Température:	_____			Classe d'isolement:	F
NPSH requis:	_____			Protection moteur:	AUCUN
Viscosité:	_____			Protection thermique:	externe
Densité:	_____			Type moteur:	M34000

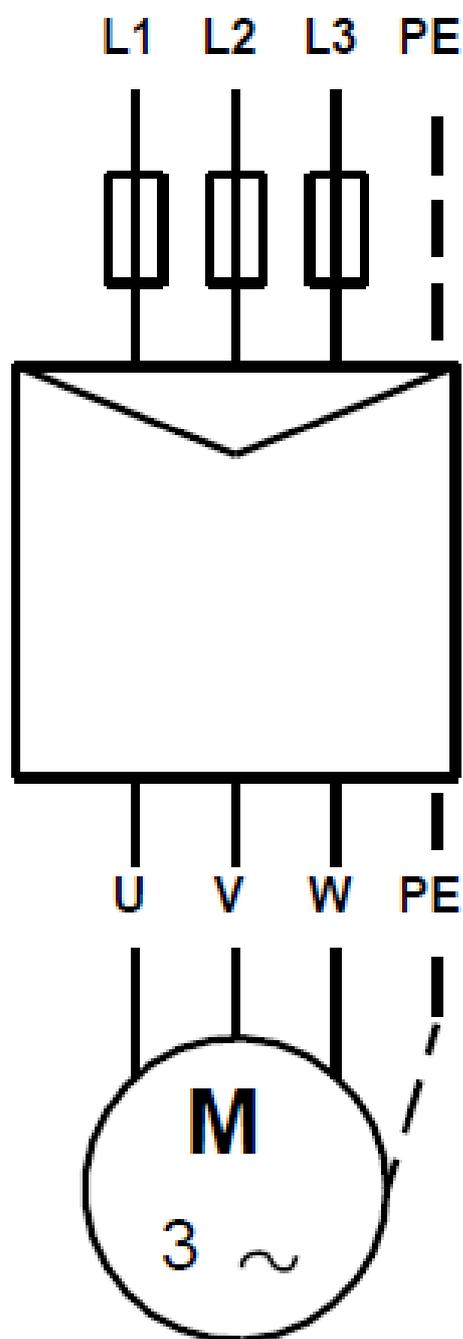




Nom Société:  
Créé par:  
Téléphone:

Date: 11/07/2019

Sur demande SP 7-27 50 Hz



Note ! Toutes les unités sont en [mm] sauf précision contraire.



**Nom Société:**  
**Créé par:**  
**Téléphone:**

**Date:** 11/07/2019

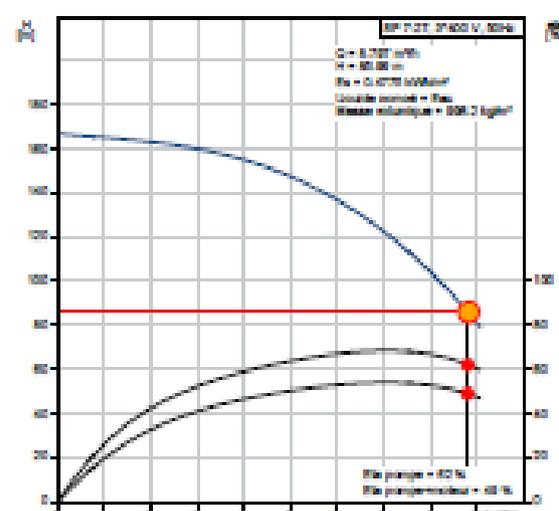
---

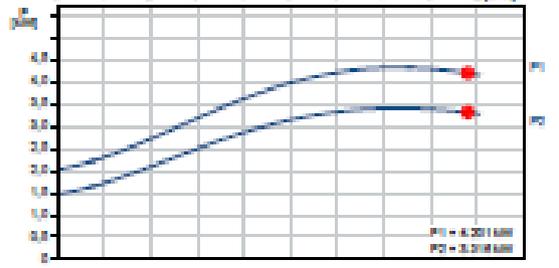
## Sur demande SP 7-27 50 Hz

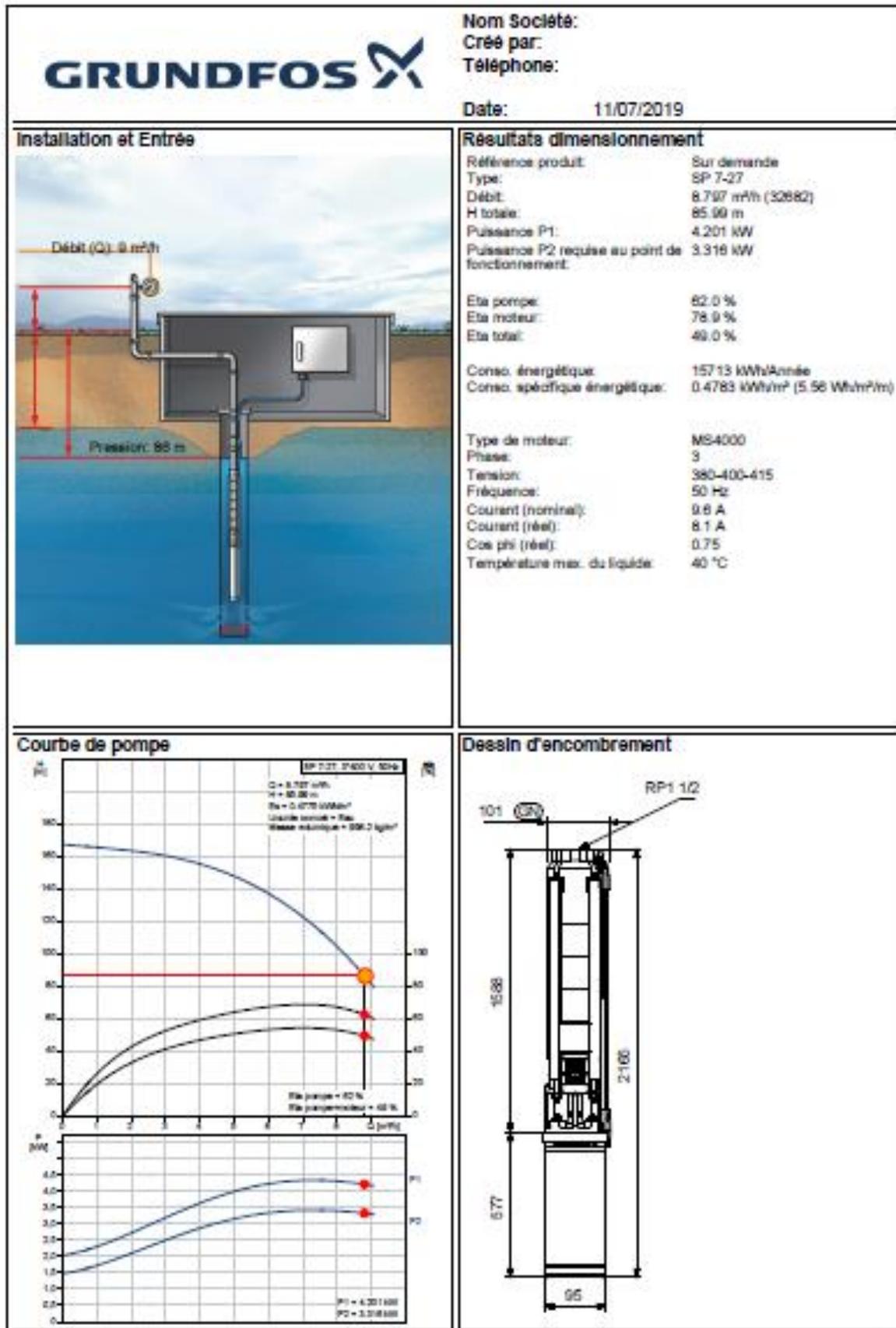
Entrée		
<b>Général</b>		
Application	Eaux souterraines	
Type d'installation	Forage	
Installation	Installation dans forage, pas de réservoir	
Débit	9 m³/h	
Pression	88 m	
Livraison rapide demandée	Non	
<b>Vos besoins</b>		
Régulation de vitesse	Non	
Température maxi de l'eau	15 °C	
Sur-débit autorisée	30 %	
Plage débit inf. autorisée	5 %	
Nbre de points de fonctionnement	1	
<b>Editer le Profil de Charge</b>		
Profil de charge	Plaine charge	
Jours fonctionnement par an	365 d	
Heures de fonctionnement par jour (tarif réduit)	10 h	
<b>Configuration</b>		
Matériau de la pompe	GG 0.6025 ou 1.4301 (AISI 304)	
Sélection moteur	Moteur standard Grundfos	
<b>Conditions de fonctionnement</b>		
Fréquence	50 Hz	
Phase	1 ou 3	
Tension	1 x 230 ou 3 x 400 V	
Type démarrage triphasé	Démarrage direct	
Prix de l'énergie (Tarif de pointe)	0.15 EUR/kWh	
Prix de l'énergie (Tarif moyen)	0.10 EUR/kWh	
Prix de l'énergie (Tarif réduit)	0.05 EUR/kWh	
Augmentation du prix de l'énergie	6 %	
Période de calcul	10 années	
<b>Changement Profil</b>		
	1	
Débit	98	%
Pression	101	%
P1	4.208	kW
Eta total	40.3	%
Temps	3734	h/a
Conso. énergétique	15713	kWh/Année
Quantité	1	

Résultat de dimensionnement	
Type	SP 7-27
Quantité* Moteur	1 * 4 kW,
Débit	8.797 m³/h (-2%)
H totale	85.99 m
Puissance P1	4.201 kW
Puissance P2 requise au point de fonctionnement	3.318 kW
Courant (nominal)	9.6 A
Courant (réel)	8.1 A
cos phi (réel)	0.75
Eta pompe	62.0 %
Eta moteur	78.0 %
Eta total	49.0 % =Eta pompe * Eta moteur
Débit total	30882 m³/an
Conso. spécifique énergétique	0.4783 kWh/m³
	5.58 kWh/m³/an
Conso. énergétique	15713 kWh/Année
Prix	2.899.00 EUR
Coût global (LCC)	13562 EUR /10Années

Faites attention que le débit est plus que 2.3 % au dessous du point de fonctionnement demandé.  
Pertes dans le câble non incluses !







Logiciel Grundfos WinCAPS [2019.03.001]

13/18

