



**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET  
D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA  
PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN AU  
BURKINA FASO**

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

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

-----  
**Présenté et soutenu publiquement le 23 juillet 2024 par**

**Hyacinthe Kotchikpa BATCHO (N°20200751)**

Directeur de mémoire : **Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA**, Maître de Conférence (CAMES),  
Enseignant-chercheur en Eau et Assainissement Urbain.

Encadrant 2iE : **Dr. Moussa Diagne FAYE**, Enseignant-Chercheur en Hydraulique-hydrogéologie à 2iE

Maître de stage : **M. David TAPSOBA**, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique, Directeur Technique de  
Faso Ingénierie.

Structure d'accueil du stage : **Faso-Ingénierie**

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Fowe TAZEN

Membres et correcteurs :

M. Hamed ALI SAHAD

Dr. Moussa Bruno KAFANDO

**Promotion [2023/2024]**

## DEDICACES



## REMERCIEMENTS

C'est pour moi un réel plaisir de témoigner ma profonde reconnaissance et de formuler mes sincères remerciements aux personnes qui ont apporté leur soutien de près ou de loin pour contribuer à l'aboutissement de ce mémoire qui conclut un parcours de trois ans effectués au sein de l'institut 2iE.

Je tiens à remercier en premier lieu :

- ❖ L'Institut 2iE pour la formation de qualité dont j'ai bénéficié durant mon parcours académique.
- ❖ Mon directeur de mémoire **Dr. Harinaivo Anderson ANDRIANISA**, Maître de Conférence (CAMES), Enseignant-chercheur en Eau et Assainissement Urbain à 2iE qui a bien voulu accepter que ce stage se fasse sous sa supervision ;
- ❖ Mon encadreur interne **Dr. Moussa Diagne FAYE**, Enseignant-chercheur en Hydraulique-hydrogéologie à 2iE, pour ses orientations et conseils durant le stage et la rédaction de ce présent document ;
- ❖ Mon maître de stage **M. David TAPSOBA**, Ingénieur Génie Civil et Hydraulique, Directeur Technique de Faso Ingénierie.
- ❖ Le corps professoral de 2iE pour tout l'effort fourni pour ma formation.

Je tiens ensuite à adresser ma gratitude aux personnes suivantes :

- ❖ **M. Zakaria BILGO**, Directeur Général de Faso Ingénierie d'avoir accepté me prendre en stage au sein de son bureau d'étude ;
- ❖ **M. Denis OUEDRAOGO**, pour ses conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de mon stage et pendant la rédaction de ce document ;
- ❖ Tous ceux qui m'ont apporté leur contribution pendant mon séjour sur le terrain à Kouka.  
Je remercie également :
- ❖ Tous les membres de ma famille pour leur contribution de diverses manières à ma formation.
- ❖ Un merci particulier à mes parents pour leurs prières et leur soutien moral.

En fin, Je témoigne toute ma reconnaissance envers mes camarades de classe et mes promotionnaires des autres filières pour la franche collaboration tout au long du parcours. J'aimerais remercier en particulier **M. Jules KOMBATE**, **M. Illassa SAWADOGO**, **M. Eloge MBAÏTESSEM**. Que Dieu nous accorde plein de succès dans notre vie professionnelle.

## RESUME :

Kouka est une ville située dans la province des Banwa, région de la boucle du Mouhoun au Burkina Faso. Cette étude vise à améliorer significativement la qualité et la disponibilité de l'eau potable pour les habitants. Au moment de l'étude, Kouka est alimentée par **13 PMH** et **11 PM** avec une couverture de **19,7%** des besoins en eau de la population (INO, 2022). Le système d'AEPS existant est constitué d'un réseau ramifié, d'un château métallique de **50 m<sup>3</sup>**, de **5** bornes fontaines et était alimenté par un forage. Ce système est actuellement non fonctionnel. Evalué à **17285** habitants en 2019, la population de Kouka est estimée à **27020** habitants à l'horizon 2040. Avec une consommation spécifique de **40 [l/j/hab.]** pour les branchements particuliers et **25 [l/j/hab.]** pour les bornes fontaines, la demande en eau du jour de pointe est de **1338,3 [m<sup>3</sup>/j]**. La distribution sera assurée par l'ancien et un nouveau château de **120 m<sup>3</sup>**. Les châteaux seront alimentés par un forage dont le débit d'exploitation est de **130 [m<sup>3</sup>/h]** grâce à une pompe de marque **Grundfos SPP77-8-B**. Le pompage se fera pendant **18 [h/j]** avec un débit de **74,4 [m<sup>3</sup>/h]**. Le réseau d'adduction est d'une longueur de **3,5 km** et est constitué des conduites en **PEHD PN16 DN 280**. La distribution est assurée par un réseau mixte constitué des conduites en **PEHD PN10** d'un linéaire de **16 km** de diamètre allant de **DN63 mm à DN 280 mm**. La desserte se fera grâce à **12 bornes fontaines** et **1702 branchements privés**. Trois sources d'énergies seront utilisées : le solaire, la SONABEL et le groupe électrogène qui servira de source secours. Le coût du projet est estimé à **580 041 240 FCFA HT**, le coût de revient du mètre cube d'eau est de **215 FCFA** et le prix de vente proposé est de **250 FCFA / m<sup>3</sup>**. Le mode de gestion proposé est l'affermage.

## Mots Clés :

- 
- 1 – AEPS**
  - 2 – PM**
  - 3 – PMH**
  - 4 – Reseau maillé**
  - 5 – Reseau ramifié**

## **ABSTRACT**

Kouka is a town located in the Banwa province, Mouhoun loop region in Burkina Faso. This study aims to significantly improve the quality and availability of drinking water for residents. At the time of the study, Kouka is supplied by 13 PMH and 11 PM with coverage of 19.7% of the population's water needs (INO, 2022). The existing AEPS system is made up of a branched network, a 50 m<sup>3</sup> metal castle, 5 standpipes and was supplied by a borehole. This system is currently non-functional. Estimated at 17,285 inhabitants in 2019, the population of Kouka is estimated at 27,020 inhabitants by 2040. With a specific consumption of 40 [l/d/inhabitant] for private connections and 25 [l/d/inhabitant] for standpipes, the peak day water demand is 1338.3 [m<sup>3</sup>/d]. Distribution will be ensured by the old and a new 120 m<sup>3</sup> castle. The castles will be supplied by a borehole with an operating flow rate of 130 [m<sup>3</sup>/h] using a Grundfos SPP77-8-B brand pump. Pumping will be done for 18 [h/d] with a flow rate of 74.4 [m<sup>3</sup>/h]. The supply network is 3.5 km long and is made up of HDPE PN16 DN 250 pipes. Distribution is ensured by a mixed network made up of HDPE PN10 pipes with a length of 16 km in diameter ranging from DN63 mm to DN 280 mm. Service will be provided through 12 drinking fountains and 1702 private connections. Three energy sources will be used: solar, SONABEL and the generator which will serve as a backup source. The cost of the project is estimated at **580 041** FCFA excluding tax, the cost of water is set at 250 FCFA/m<sup>3</sup> and the proposed management method is leasing.

### **Key words:**

---

**1 – AEPS**

**2 - PMH**

**3 – PMH**

**4 – Mesh network**

**5 – Branched network**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>AEP</b>	:	Approvisionnement en Eau Potable
<b>AEPS</b>	:	Approvisionnement en Eau Potable Simplifié
<b>AEP-MV</b>	:	Approvisionnement en Eau Potable Multi-Village
<b>AFD</b>	:	Approche Fondée Sur les Droits Humains
<b>APD</b>	:	Avant-Projet Détaillé
<b>APS</b>	:	Avant-Projet Sommaire
<b>BF</b>	:	Borne Fontaine
<b>BP</b>	:	Branchement Privé
<b>CE</b>	:	Colonne d'Eau
<b>CSPS</b>	:	Centre de Santé et de Promotion Sociale
<b>DN</b>	:	Diamètre Nominal
<b>FI</b>	:	Faso Ingénierie
<b>GPS</b>	:	Global Positioning System
<b>HMT</b>	:	Hauteur Manométrique Totale
<b>INO</b>	:	Inventaire National des Ouvrages
<b>MEEA</b>	:	Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement
<b>MV</b>	:	Multi-Village
<b>ODD</b>	:	Objectifs du Développement Durable
<b>ONEA</b>	:	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
<b>PCD</b>	:	Plan Communal de Développement
<b>PFA</b>	:	Pression de Fonctionnement Admissible
<b>PMA</b>	:	Pression Maximale Admissible
<b>PEHD</b>	:	Polyéthylène Haute Densité
<b>PEM</b>	:	Point d'Eau Moderne
<b>PGES</b>	:	Plan de Gestion Environnemental et Social
<b>PM</b>	:	Puits Moderne
<b>PMH</b>	:	Pompe à Motricité Humaine
<b>PN</b>	:	Pression Nominale
<b>PN-AEP</b>	:	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
<b>PVC</b>	:	Polychlorure de Vinyle
<b>RGPH</b>	:	Recensement Général de la Population et de l'Habitat

<b>RI</b>	:	Réserve Incendie
<b>SAEP</b>	:	Système d'Approvisionnement en Eau Potable
<b>SONABEL</b>	:	Société Nationale d'Electricité du Burkina
<b>TTC</b>	:	Tout Taxe Compris

## SOMMAIRE

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME : .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS .....	v
SOMMAIRE.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
FICHE SIGNALITIQUE DU PROJET.....	xi
I. INTRODUCTION.....	1
II PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.....	2
II.1. Présentation de la structure d'accueil .....	2
II.2. Présentation de la zone d'étude .....	4
III. PRESENTATION DU PROJET .....	7
II.1. Contexte et justification du projet.....	7
III.2. Objectifs et résultats attendus.....	8
IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	8
IV.1 Logiciels.....	8
IV.2. Collecte des données.....	8
IV.3. Hypothèses de base et formules de dimensionnement.....	9
IV.4 Dimensionnement du réseau de distribution .....	22
IV.5 Les ouvrages annexes.....	25
IV.5 Sources d'énergie.....	26
IV.6 Dispositifs de traitement de l'eau.....	28
IV.7 Etude financière.....	29
V. ETUDE TECHNIQUE.....	29
V1. Etat des lieux et diagnostic .....	29
V.2. Estimation de la population à l'horizon du projet .....	32
V.3 Estimation des demandes et débits de dimensionnement, du nombre de BF et de BP.....	32
V.4. Résultat du dimensionnement du réservoir .....	38
V.5 Dimensionnement du réseau de distribution.....	38
V.6 Simulation du fonctionnement du réseau avec le logiciel Epanet.....	39
V.7. Dimensionnement des dispositifs du traitement de l'eau.....	39
V.8. Dimensionnement des sources d'énergie.....	40

<b>VI. ANALYSE FINANCIERE.....</b>	<b>42</b>
<b>VI.1 Estimation du coût de réalisation du projet .....</b>	<b>42</b>
<b>VI.2 Estimation du Prix du mètre cube d'eau.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.....</b>	<b>46</b>
<b>VII.1 Catégorisation du projet.....</b>	<b>46</b>
<b>VII.2 Description de la consistance des travaux.....</b>	<b>47</b>
<b>VII.3 Principaux impacts environnementaux et sociaux .....</b>	<b>47</b>
<b>VII.4 Risques liés aux activités du projet.....</b>	<b>50</b>
<b>VII.5 Plan de gestion environnementale et social du projet.....</b>	<b>51</b>
<b>VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>54</b>
<b>ANNEXES :.....</b>	<b>lv</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques du forage à exploiter.....	11
Tableau 2: Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire.....	12
Tableau 3: Formules du dimensionnement de la conduite de refoulement.....	17
Tableau 4: Répartition des coefficients de distribution suivant les heures de la journée .....	21
Tableau 5: Synthèse de l'état des lieux.....	31
Tableau 6: Estimation de la population.....	32
Tableau 7 : Besoin et de demande en eau de la population .....	33
Tableau 8: Estimation du débit de distribution .....	34
Tableau 9 : Résultat du calcul de la HMT .....	34
Tableau 10: Caractéristique de la pompe choisie.....	35
Tableau 11: Dimensionnement de la conduite d'adduction.....	37
Tableau 12: Vérification du risque de coup de bélier préjudiciable .....	38
Tableau 13 Caractéristiques géométriques de la cuve du château .....	38
Tableau 16: traitement de l'eau au chlore.....	39
Tableau 17: Dimensionnement du champ solaire .....	40
Tableau 18: Dimensionnement de l'onduleur .....	41
Tableau 19:Caractéristique du groupe électrogène .....	41
Tableau 20: Coût d'investissement du projet.....	42
Tableau 21: Volume d'eau à l'horizon du projet.....	43
Tableau 22: Dotations aux amortissements .....	44
Tableau 23: Charge d'exploitation lié du personnel .....	44
Tableau 24: Coût d'exploitation lié à l'électricité.....	45
Tableau 25: coût du mètre cube d'eau.....	45

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de Faso Ingénierie .....	3
Figure 2 : Carte de localisation de la ville de Kouka.....	4
Figure 3 : Quelques points d'eau de Kouka.....	30
Figure 4: Groupe électrogène et bâtiments de gestion du système d'AEPS existant.....	31
Figure 7: Point de fonctionnement de la pompe SP77-8-B .....	36
Figure 8 : Etat du réseau pression et vitesse.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 9: Corrélation entre vitesse calculée et vitesse Simulée.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Corrélation entre pression calculée et pression simulée.....	Erreur ! Signet non défini.

**FICHE SIGNALITIQUE DU PROJET**

Références		Données
<b>LOCALISATION</b>		
Pays		Burkina Faso
Région		Boucle de Mouhoun
Province		Banwa
Commune		Kouka
Coordonnées	Zone	30 P
	Abscisse	354812.00 m E
	Ordonnée	1317168.00 m N
<b>DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES</b>		
Taux d'accroissement (%)		2,15
Population en 2019		17285
Population en 2040		27020
Consommation spécifique BF (l/j/hbt)		25
Consommation spécifique BP (l/j/hbt)		40
Demande en eau du jour de pointe (m <sup>3</sup> /j)		1338,3
Débit de pointe horaire (l/s)		42,9
<b>FORAGE</b>		
Nombre		1
	Abscisse	353813 m E
	Ordonnée	1315828 m N
Débit d'exploitation du forage [m <sup>3</sup> /h]		130
Niveau statique		21,25
Niveau dynamique		58
Cote d'installation [m]		66
Profondeur équipée [m]		144,1
<b>ELECTROPOMPE IMMERGEE</b>		
Débit de pompage [m <sup>3</sup> /h]		74,4
HMT [m]		93,4
Type de pompe		Grundfos SP77-8-B

<b>CHATEAU</b>		
Nombre		2
Château existant	Nature/Forme	Métallique /Cylindrique
	Volume [m3]	50
Nouveau château	Nature/Forme	Métallique /Cylindrique
	Volume [m3]	120
	Hauteur sous radier [m]	13
<b>CONDUITE D'ADDUCTION</b>		
Nature		PEHD
Longueur [m]		3550
Diamètre [mm]		DN280
Pression [bar]		PN16
<b>CONDUITE DE DISTRIBUTION</b>		
Nature		PEHD
Longueur totale [m]		16004
Diamètres[mm]		DN63 à DN280
Pression [bar]		PN10
<b>POINTS DE DESSERTE</b>		
Bornes fontaines	Nombre	12 BF dont 5 anciens à réhabiliter et 7 nouveaux à construire
	Robinets	3 par BF
	Débit de chaque BF	1,5l/s
Branchement particulier		1702
<b>SOURCE D'ENERGIE</b>		
Puissance Champ solaire [KW]		57
Puissance groupe électrogène [KVA]		80
Extension de la ligne aérienne HT [KV]		33
<b>GESTION ET FINANCE</b>		
Mode de gestion		Affermage
Coût global du projet		<b>580 041 240 FCFA TTC</b>
Prix de revient du mètre cube d'eau [CFA]		215 CFA

## I. INTRODUCTION

L'eau est un élément essentiel pour la santé, le bien-être humain et le développement socio-économique. L'accès à l'eau potable est un droit fondamental pour chaque individu. Ce droit est reconnu par de nombreuses constitutions et législations nationales à travers le monde. Le Burkina Faso ne fait pas exception à cette réalité. La question d'accès à l'eau potable est donc devenue une priorité parmi les préoccupations de l'Etat. L'engagement continu du gouvernement et de ses partenaires à améliorer l'accès à l'eau potable reste un objectif prioritaire. Cet engagement se traduit bien par la mise en place d'un ensemble de stratégies et de programmes comme le PAGIRE tenu en 2013 le PN-AEPA élaboré pour l'horizon 2015, le PN-AEP 2016-2030 visant à améliorer l'accès à l'eau potable. Le PN-AEP 2016-2030 définit les objectifs, les politiques et les actions à entreprendre pour garantir un approvisionnement en eau potable sûr et durable à l'ensemble de la population à l'horizon 2030. Il intègre des aspects tels que l'amélioration de la qualité de l'eau, la gestion des ressources, la réduction des pertes d'eau, la mise en place de nouveaux réseaux ainsi que la réhabilitation et l'extension des réseaux existants. Ainsi, de nombreux efforts ont été engagés dans ce sens. Bien que des progrès aient été réalisés, des défis restent encore à relever dans plusieurs localités du pays. C'est notamment le cas de la ville de Kouka située dans la province des Banwa région de la boucle du Mouhoun. L'accès à la ressource d'eau est limité en raison de l'insuffisance d'ouvrages hydrauliques. Ce qui rend difficile l'accès à une quantité suffisante d'eau potable pour la population. Même lorsqu'elle est disponible, la qualité n'est pas toujours satisfaisante. Les populations sont donc obligées de parcourir de longues distances en quête de l'eau potable. Conscient de cela, le gouvernement a décidé grâce à l'aide internationale, la construction des systèmes d'Approvisionnement en Eau potable dans plusieurs localités des régions ci-dessus citées. Dans ce cadre, le Burkina Faso a obtenu de la coopération danoise un financement par le biais de l'Appui Budgétaire Sectoriel eau. Il a eu l'intention d'utiliser une partie de ce financement pour exécuter les travaux du lot 1 qui prend en compte la ville de Kouka. C'est donc dans ce contexte que s'inscrit le présent thème intitulé « Etude technique de réhabilitation et d'extension du système d'AEPS de la ville de Kouka dans la province des Banwa, région de la boucle du Mouhoun au Burkina Faso ». Dans ce présent document, nous présenterons d'abord un bilan de la situation existante, ensuite nous proposerons une solution pour répondre aux besoins actuels et futurs de la population en matière d'accès à l'eau potable jusqu'à l'horizon 2040 et enfin nous évaluerons le coût de réalisation du projet.

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

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

#### **II.1.1. Présentation générale de Faso Ingénierie**

Fondé en 2009 et ayant son siège au quartier Ouaga 2000 dans la ville de Ouagadougou au Burkina Faso, Faso Ingénierie est un bureau d'étude de droit burkinabé, d'Ingénieurs Conseils qui offre ses services aux Etats, aux Collectivités urbaines et rurales, aux services publics et privés. Il intervient principalement dans les aménagements hydro-agricoles, l'hydraulique urbaine et rurale, les routes et voiries, l'environnement, l'agriculture et le développement local. Faso Ingénierie accompagne ses clients tout au long du cycle de vie de leurs projets et dispose d'un personnel et des consultants permanents hautement qualifiés, qui ont la caractéristique d'être multidisciplinaires. Sa force d'intervention repose surtout sur son personnel et ses consultants permanents. Grâce à la multidisciplinarité de son personnel, et de ses consultants permanent, Faso Ingénierie a développé un système propre de management de qualité pour organiser, gérer et suivre ses prestations de services, d'études ; de maîtrise d'œuvre et d'assistance technique, lui permettant de proposer des solutions adaptées à la satisfaction de ses clients et partenaires (FI, 2019).

#### **I.1.2. Missions et objectifs**

Faso Ingénierie - SARL a pour mission de développer son expertise au service du développement. Il apporte une assistance technique aux acteurs étatiques et privés intervenant dans le champ du développement et de l'amélioration des conditions de vie des populations. Faso Ingénierie SARL intervient à toutes les étapes de développement des projets ; schéma directeur, études de faisabilité, études de conception, maîtrise d'œuvre. L'objectif de FI est de rechercher en permanence la réponse technique la mieux adaptée à un projet et à son environnement, en intégrant l'ensemble des contraintes techniques, socio-économiques environnementales et financières (FI, 2019).

#### **I.1.3. Prestations et services offerts**

Dans ses différents domaines d'expertise, Faso Ingénierie offre différents types de prestations et services. Ces prestations et services s'articulent autour des éléments suivants :

- Etude de faisabilité, identification et formulation de projets et programmes de développement durable du secteur agricole
- Etude technique d'Avant-Projet Sommaire (APS) et d'Avant-Projet Détaillé (APD) ;

- Etude préalable du milieu (topographie, socio-économie, agroéconomie, etc.) ;
- Surveillance et contrôle des travaux ;
- Analyse d'impacts environnementaux de projets et programmes de développement
- Appui conseil à la gestion des infrastructures communautaires de développement

#### II.1.4. Organigramme de Faso Ingénierie

Faso Ingénierie s'est subdivisé en des services et directions afin de bien mener les services et Prestations offertes. La structure organisationnelle et fonctionnelle de Faso Ingénierie se présente comme suit :

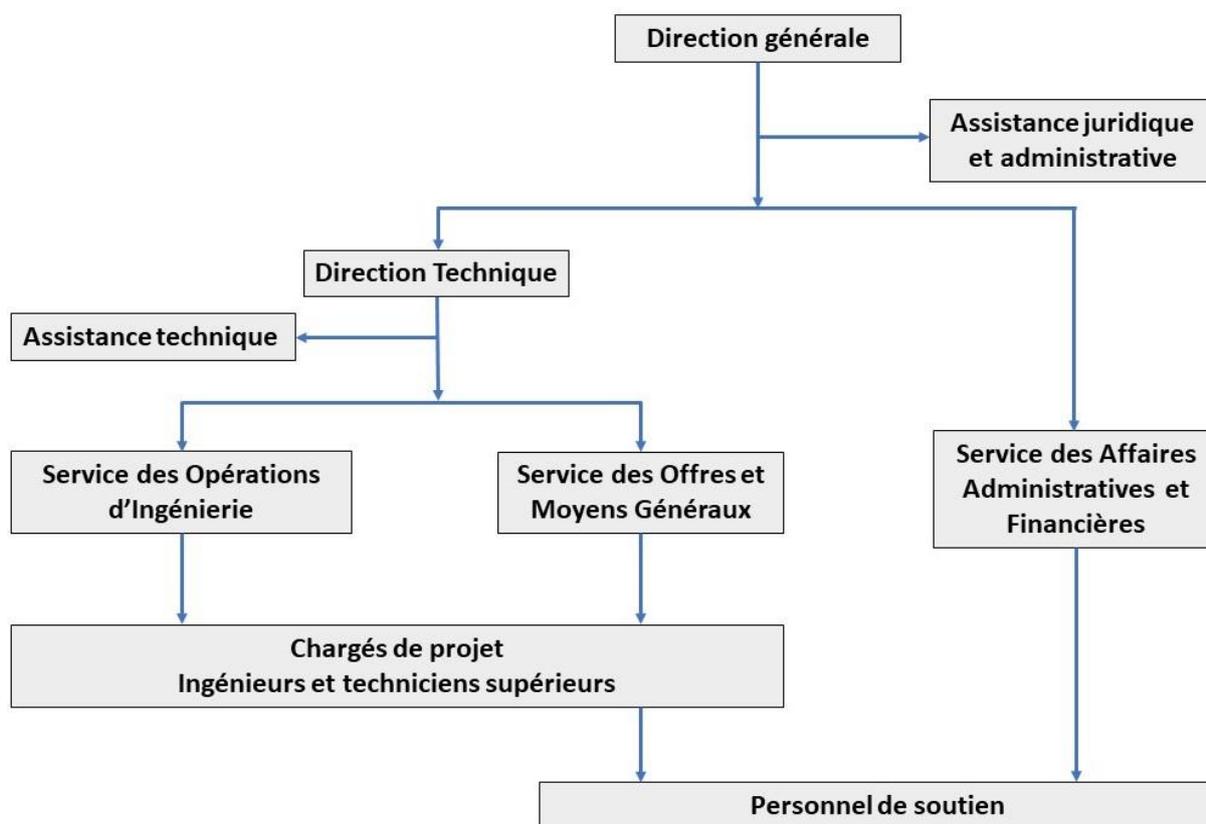


Figure 1: Organigramme de Faso Ingénierie

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

### II.2.1. Situation géographique de la zone d'étude

Kouka est une ville de la commune de Kouka dont elle est le chef-lieu. Elle est située dans la province des Banwa, région de la boucle de Mouhoun au Burkina Faso. Distant 104 km via la N9 de la ville de Bobo Dioulasso et de 459 Km de Ouagadougou, Kouka comptait 17 285 habitants en 2019. Elle est limitée au Nord par le village de Mollé, au Sud par Houna, à l'Est par Sallé et à l'Ouest par Siwi et Bouravallé. La **Figure 2** présente la localisation de la ville de Kouka

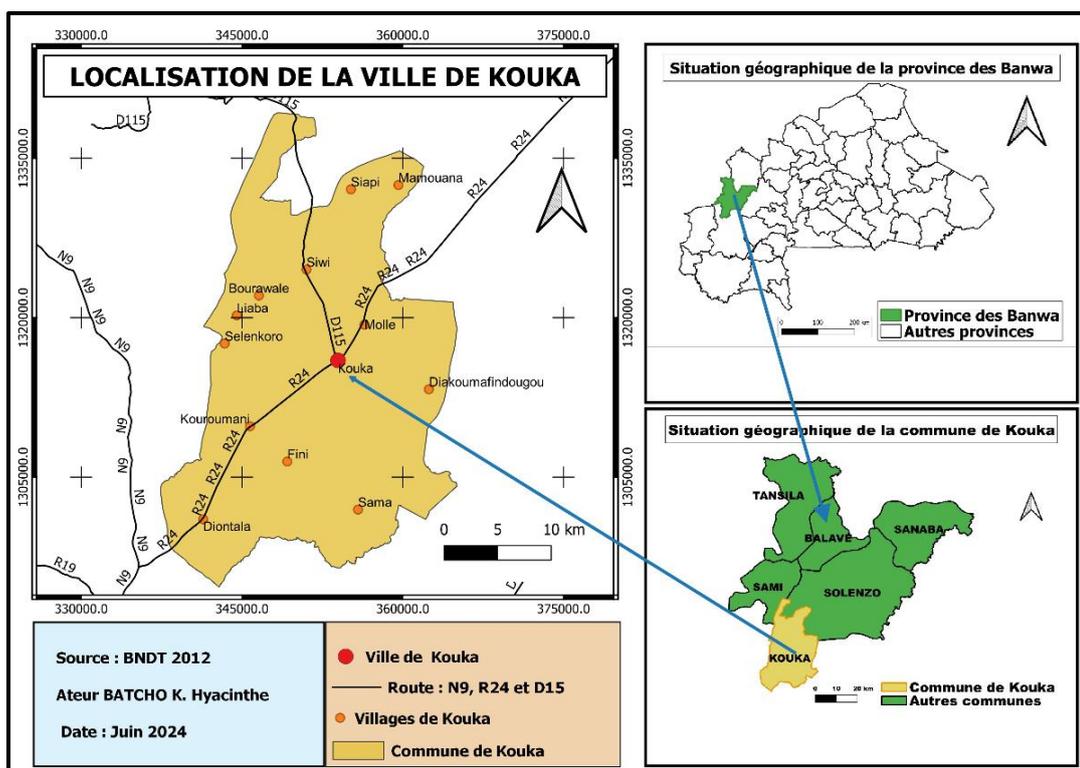


Figure 2 : Carte de localisation de la ville de Kouka

### II.2.2. Milieu physique

#### ❖ Le climat

La commune de Kouka est située dans la zone climatique nord-soudanienne. Les précipitations varient entre 500 mm et 900 mm par an. Elles sont irrégulières et mal réparties. La zone est caractérisée par l'alternance entre deux (2) saisons, animées par deux (2) vents dominants. On identifie une saison pluvieuse allant de mai à octobre annoncée par la mousson et une saison sèche allant de novembre à avril marquée par le harmattan. Les températures varient entre 18°C et 40°C (MEFP, 2022)

### ❖ Les ressources en terre

On distingue quatre (04) types de sols dans la commune de Kouka :

- Les sols sableux qu'on trouve au nord-ouest de la commune. Ces sols sont favorables à toutes les cultures. Cependant, après deux ou trois (03) campagnes agricoles consécutives, ils sont envahis par le striga (plante qui pousse au pied des plantes céréalières et les empêche de produire).
- Les sols gravillonnaires, moyennement riches qu'on rencontre généralement entre les collines vers le Sud-Ouest de Kouka. Ils sont également favorables à toutes les cultures.
- Les sols sablo-argileux, assez riches qu'on retrouve du centre au sud de la commune. Toutes les cultures y sont pratiquées.
- Les sols argileux, très riches. Ce sont les sols de bas-fonds. Ils sont inondables. On les rencontre surtout au sud de la commune. On y cultive beaucoup du riz et pendant la saison sèche on y pratique le maraîchage. (PCD, 2015)

### ❖ Le réseau hydrographique et les ressources en eau.

Le réseau hydrographique est constitué de nombreux cours d'eau et des mares qui sont pour la plupart tarissables du fait de l'ensablement. Il existe cependant une importante rivière qui est intarissable par endroits. Il s'agit du Téré. Sa végétation est composée de forêts-galeries (le long des cours d'eau) et des jachères. Le problème d'eau de boisson pour les hommes se pose en termes d'insuffisance d'ouvrages hydrauliques modernes. En outre, beaucoup de puits traditionnels tarissent à partir du mois de mars. De même, pour l'abreuvement des animaux, cela est également assez difficile puisque les cours d'eau permanents (Kii et Téré) sont très boueux en saison sèche avec un risque d'embourbement des animaux.

### II.2.3. Le milieu humain

Plusieurs groupes ethniques sont présents et cohabitent ensemble à Kouka parlant ainsi plusieurs langues. Les langues parlées, en tant que moyen de communication et d'échange constituent un élément de rapprochement entre individus, groupes de personnes, communautés, nations etc. Les langues constituent un élément clé de la culture et aident à interagir avec d'autres personnes et à élargir la connaissance. Le groupe ethnique majoritaire est le Bobofing (les autochtones). Les autres groupes ethniques rencontrés sont : le Mossi, le Samo, le Dafing, le Peulh, le Sénoufo, le Bwaba, le Gourounsi et le Bambara. Au regard du nombre de groupes ethniques, le constat qui se fait est qu'il y a plus de migrants que d'autochtones. Cela s'explique

par le fait que Kouka est une zone disposant des terres fertiles et favorables à l'agriculture. Il est donc une zone de très forte immigration. (PCD, 2015)

#### **II.2.4. Les activités socio-économiques**

##### **❖ L'agriculture**

L'agriculture est la principale activité économique à Kouka. Elle est de type extensif et prend en compte plusieurs cultures. La culture du coton est fortement pratiquée car le coton procure un revenu monétaire important. En plus du coton, il y a les cultures céréalières dont les plus dominantes sont le maïs, le sorgho, le mil et le riz. On y rencontre également la culture de l'arachide et du niébé. Le maraîchage occupe également une place importante dans l'agriculture à Kouka. Mais du fait de l'absence de grands aménagements hydro-agricoles, il se fait essentiellement aux abords des cours d'eau en saison sèche. Les principaux produits cultivés sont : la tomate, le chou, l'oignon, l'aubergine, le gombo, l'oseille. On y retrouve également des fruits comme la banane et les pastèques vers la fin de la saison sèche. (PCD, 2015)

##### **❖ L'élevage**

L'élevage est très développé à Kouka. Les espèces les plus importantes sont les bovins, les petits ruminants (moutons, chèvres), les porcins et les volailles. Cependant, il y a un problème de cohabitation entre éleveurs et agriculteurs, problème lié à l'occupation des terres. Pour les éleveurs, la difficulté réside dans le manque d'un grand espace pastoral. Pour les agriculteurs, il y a un non-respect des pistes à bétail matérialisées d'où les dévastations des champs entraînant des conflits entre eux.

##### **❖ Le commerce**

Le commerce est une activité assez importante à Kouka. Il porte sur le commerce général et le commerce des produits agricoles. Il est favorisé par la présence de deux marchés. Le grand marché animé tous les vendredis et le petit marché animé tous les jours de la semaine. Il existe beaucoup de petits commerçants surtout ambulants qui vont de marché en marché pour exposer leurs produits ou pour s'approvisionner à leurs tours. (PCD, 2015)

##### **❖ Les activités diverses**

Elles constituent les activités secondaires pratiquées. Il s'agit de l'artisanat, de la pêche etc.

### III. PRESENTATION DU PROJET

#### II.1. Contexte et justification du projet

Au Burkina Faso comme dans d'autres pays sahéliens, la problématique de l'accès à la ressource en eau pour la consommation et les services d'assainissement garantissant un cadre de vie sain et propre reste un défi majeur à relever. C'est pourquoi le gouvernement burkinabé a fait de l'accès à l'eau potable, l'une de ses priorités majeures. Malgré les efforts fournis, le taux d'accès à l'eau potable était encore de 65% en fin 2015 en milieu rural. Ce taux de couverture est bien en deçà des 76% visés en 2015 dans le cadre des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) et du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PN-AEPA). Cette situation s'explique par plusieurs facteurs dont la faible disponibilité de la ressource en eau dans certaines zones exigeant des solutions de type multi-villages, voire intercommunales. Les autorités nationales avec l'appui des partenaires techniques et financiers ont alors élaboré de nouveaux référentiels du secteur dont le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable PN-AEP (2016-2030). Le PN AEP (2016-2030) constitue ainsi l'outil de référence et d'orientation par lequel les autorités nationales, dans la dynamique du nouveau référentiel mondial d'accès à l'eau potable, visent l'atteinte des Objectifs du Développement Durable (ODD) dans le secteur de l'eau à l'horizon 2030. L'objectif général poursuivi est de garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable. Mais aussi d'assurer une forte implication et responsabilisation des acteurs dans la gestion des ouvrages et des équipements conformément à l'Approche Fondée sur les Droits Humains (AFDH) adoptée par le Burkina Faso. Pour plus d'efficacité dans la poursuite de ces objectifs, L'approche « multi-localités » est mise au cœur des nouvelles orientations en matière d'approvisionnement en eau potable adoptées par le gouvernement. C'est dans ce cadre que le projet d'AEP-ML Kouka-Est qui comprend 38 localités a été initié. Ce projet prend également en compte la réhabilitation et en cas de nécessité l'extension des systèmes d'AEPS existants. La ville de Kouka dispose déjà d'un système d'AEPS non fonctionnel. C'est dans ce contexte qu'elle bénéficie de la réhabilitation et de l'extension de son système d'AEPS. Cette réhabilitation contribuera à l'optimisation de la desserte en eau potable de la ville. L'étude technique de réhabilitation et d'extension de ce système d'AEPS fera l'objet de cette étude.

### III.2. Objectifs et résultats attendus

#### ❖ Objectif général

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la desserte en eau dans la ville de Kouka.

#### ❖ Objectifs spécifiques

De façon spécifique, il s'agira de :

- faire le diagnostic du réseau existant afin de recenser d'éventuels dysfonctionnements;
- faire l'étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) du système d'AEPS de la ville de Kouka
- faire une proposition de réhabilitation et d'extension du réseau existant.

#### ❖ Résultats attendus

- Le diagnostic du réseau existant est fait.
- L'étude d'Avant-Projet Sommaire (APS) du système l'AEPS de Kouka est faite.
- Une proposition est faite pour la réhabilitation et l'extension du réseau existant.

## IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

### IV.1 Logiciels

- **Google Earth** : pour faire des délimitations et repérer des points
- **AutoCAD 2020** : Pour la conception des plans des ouvrages
- **Mobile Topographer** : pour la prise des coordonnées.
- **Epanet** : Pour la simulation du réseau.
- **QGIS** : pour réaliser les cartes
- **Word** : pour la rédaction du mémoire
- **Excel** : pour faire les calculs

### IV.2. Collecte des données

La collecte des données s'est déroulée en deux phases essentielles. Il s'agit de la recherche documentaire et la visite du terrain. La visite du terrain s'est déroulée dans un contexte sécuritaire très difficile compte tenu de la situation géographique de la zone d'étude. Cette situation n'a pas permis d'avoir toutes les données nécessaires afin de faire le dimensionnement complète du réseau de distribution.

### ❖ Recherche documentaire

Elle a été la première phase de la collecte des données. Elle a d'abord permis d'avoir une idée générale du projet, de prendre connaissance des résultats des études préalables effectuées dans ce sens et ensuite de collecter les informations de base disponibles sur le projet. C'était le moment de collecter des informations sûres :

- la démographie et le taux d'accroissement de la population ;
- les ratios de consommation pour l'évaluation des besoins en eau
- les informations sur la ressource en eau disponible pour le projet
- les données topographiques de la zone d'études ;
- les informations relatives à la zone (climat, hydrographie, géologie)

### ❖ Etat des lieux.

L'état des lieux a consisté à évaluer la situation de l'approvisionnement en eau potable de la ville. Cette étape a permis d'analyser l'état actuel des ouvrages existants, la qualité du service offert par ces ouvrages et les besoins de la population. De façon plus précise, il a consisté à :

- faire un inventaire des PMH et des PM de la ville,
- faire une identification des ouvrages du système d'AEPS existant et à évaluer leur état,
- faire un diagnostic du réseau existant.

## IV.3. Hypothèses de base et formules de dimensionnement

### IV.3.1 Hypothèses de base

#### IV.3.1.1 Planification de la desserte en eau

Le PN-AEP (2016-2030) ambitionne de faire évoluer le taux d'accès de 65% en 2015 à 100% en 2030 en milieu rural avec des objectifs intermédiaires à atteindre (MEA, 2016). Pour rester objectif et réaliste le taux de desserte ainsi que le type de service resteront conformes aux propositions du PN-AEP (2016-2030). C'est ainsi qu'à l'horizon 2040, 70 % de la population de Kouka sera desservie par les branchements particuliers et 20% par les bornes fontaines. Le reste de la population sera desservi par les PMH existantes. Le tableau de l'**annexe 2** présente les cibles intermédiaires et finales retenues pour l'accès à l'eau potable à l'horizon 2040.

#### IV. 3.1.2 Consommation spécifique

La consommation spécifique dépend du niveau de vie de la population, du type de service et également de la disponibilité de la ressource en eau. C'est pourquoi ce paramètre important peut varier d'un milieu à un autre. Cependant il existe certaines valeurs au plan national

auxquelles on peut faire référence en l'absence de données. Toutefois une étude spécifique à la zone d'étude est nécessaire. Et paraît plus précise.

➤ **Les orientations du PN-AEP (2016-2030)**

Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030, prévoit une consommation spécifique variable en fonction des points de desserte. Ainsi, au niveau des BF la consommation spécifique est de 8 [l/j/hab.] en 2015. Cette consommation évoluera de façon progressive jusqu'à 15 [l/j/hab.] en 2030. Quant à la desserte au niveau des BP, la consommation spécifique est de 10 [l/j/hab.] en 2015 et de 20 [l/j/hab.] en 2030 ; le tableau 2 de l'ANNEXE 1 nous présente les consommations spécifiques proposées par le PN-AEP 2016-2030 ainsi que leurs évolutions.

➤ **Les orientations du décret 2019 portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable**

Le décret portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable publié par le ministère de l'eau et de l'assainissement en 2019 fixe les valeurs de la consommation spécifique selon le niveau de service et le milieu. En milieu rural, la consommation spécifique est fixée à 25 [l/j/hab.] au niveau des bornes fontaines et à 40 [l/j/hab.] au niveau des branchements particuliers.

➤ **Valeurs fixées par les études socio-économiques**

Les études Socio-économiques menées dans le cadre du projet d'Alimentation en Eau Potable Multi village de Kouka Est ont retenu pour les grands centres comme Kouka un ratio moyen de 28 [l/j/hab.] à l'horizon 2040 (toutes consommations confondues, domestiques et non domestiques) (COWI, 2020). Cette conclusion de l'étude s'est basée non seulement sur les enquêtes au niveau des ménages mais aussi des données de l'ONEA.

➤ **Consommations spécifiques retenues**

Dans le cadre de ce projet, il s'agit de dimensionner de façon durable les ouvrages afin de mieux satisfaire les besoins de la population en eau potable mais aussi d'optimiser autant que possible et de façon réaliste les investissements tout en restant dans la logique des prévisions nationales en matière d'accès à l'eau potable. C'est pourquoi il est retenu pour le dimensionnement des ouvrages, les consommations spécifiques définies par le **décret N° 2019-024/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et**

**indicateurs d'accès à l'eau potable.** La consommation spécifique au niveau des BF sera prise égale à **25 [l/j/hab.]** et celle des BP sera prise égale à **40 [l/j/hab.]**

#### IV.3.1.3 Disponibilité de la ressource en eau pour la réalisation du projet

La mobilisation de la ressource en eau est toujours le point principal de départ de tout projet d'alimentation en eau, d'où son importance. Ainsi une campagne de recherche géophysique de forage à « très gros débit » a été menée dans la zone d'étude depuis 2018. Cette activité a permis de mettre en exergue un champ captant constitué de plusieurs forages dont celui de Kouka. Les caractéristiques du forage sont résumées dans le Tableau 1

**Tableau 1: Caractéristiques du forage à exploiter**

Coordonnée UTM	Date de réalisation	Profondeur équipée [m]	Diamètre d'équipement en pouce	Débit foration [m3/h]	Niveau statique [m]	Niveau dynamique [m]	Débit d'exploitation [m3/h]	Côte pompe [m]
353871 E 1314685 N	02/12/19	144,1	10" de 0 à 41,56 m et 8" de 41,56 à 144,1 m	200	21,25	58	130	66

Source (COWI, 2020)

Sur le plan de la qualité, les résultats d'analyse d'eau du laboratoire de l'ONEA, en septembre 2020, permettent de s'assurer que l'eau produite est « conforme aux normes de potabilité en vigueur au Burkina Faso ». Cependant, avant la distribution, l'eau subira une désinfection au chlore afin de prévenir une contamination éventuelle.

#### IV.3.1.4. Les coefficients de pointe utilisés

- **Coefficient de pointe saisonnière.**

Le coefficient de pointe saisonnière est le rapport de la consommation journalière moyenne calculée sur l'année et de la consommation journalière moyenne de la période de pointe (ZOUNGRANA, 2003) et varie en fonction du milieu. Ainsi, il est de 1,1 en zone tropicale humide où la ressource en eau est abondante, la température stable et égale à 1,2 en zone sahélienne où l'on assiste à une forte chaleur et à un tarissement cyclique de la ressource. Dans le cadre de cette étude, le coefficient de pointe saisonnière utilisé est de 1,2 compte tenu de la situation de la zone d'étude.

- **Coefficient de pointe journalière**

Le coefficient de pointe journalière exprime le retour de façon cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Les pointes de consommations se situent aux jours de grande lessive et de repos hebdomadaires. Le coefficient de pointe journalière est indépendant de la saison. Il varie entre **1,05** et **1,15** (ZOUNGRANA, 2003).

- **Coefficient de pointe horaire**

Le coefficient de pointe horaire traduit les habitudes de la population par rapport à l'usage de l'eau au cours de la journée. Il permet d'évaluer le débit à fournir aux usagers à l'heure de pointe. Il varie en fonction du nombre d'habitants à desservir mais peut être évalué par la formule empirique dite du « Génie Rural »

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} \quad \left| \begin{array}{l} Q_{mh} [m^3/h] : \text{le débit moyen horaire.} \\ C_{ph} [m^3/h] : \text{Coefficient de point horaire} \end{array} \right.$$

La littérature propose des valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire. Elles varient en fonction de la taille de la population à desservir. Le Tableau 2 nous présente les valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire.

**Tableau 2: Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire**

Population(hbts)	Cph
< 10 000	2,5 à 3
10000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
2000000	1,5

Dans le cadre de cette étude, la valeur du coefficient de pointe horaire  $C_{ph}$  calculées donne : 1,97. Compte tenu de la taille de la population et des valeurs indicatives sur le coefficient de pointe horaire, la valeur retenue est 2.

#### IV.3.1.5 Rendement du réseau

L'objectif défini par le PN-AEP 2016-2030 pour le rendement des réseaux est d'atteindre et maintenir un rendement de 83% jusqu'en 2030 et ce, en tenant compte du linéaire de réseau qui s'ajoutera (MEA, Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable, 2016). Dans le cadre de notre étude, nous fixons un rendement de 90% à l'horizon du projet.

#### **IV. 3.1.6. Les bornes fontaines**

Chaque borne fontaine sera munie de trois robinets d'un débit de 0,5 l/s chacun soit un débit total de 1,5 l/s par borne fontaine (BF). La distance maximale que doit parcourir un abonné pour se s'approvisionner sera de l'ordre de 500m. Cet objectif n'est parfois pas atteint compte tenu des contraintes du terrain. Chaque borne fontaine sera construite sous un hangar en tôle et sera placée dans un lieu public.

#### **IV.3.1.7 Choix de la nature des conduites.**

Tout le réseau sera en PEHD. La conduite d'adduction sera une conduite de PN16 et le réseau de distribution sera en PN10. Le choix est porté sur le PEHD du fait de ses avantages, il s'est aujourd'hui imposé dans le domaine de la tuyauterie. En effet, les conduites en PEHD sont malléables et résistantes aux chocs. De plus le PEHD est parfait pour la conduite des fluides (ARTIS, 2022). Les conduites en PEHD sont flexibles, s'adaptent très facilement aux contraintes du terrain et ont une longue durée de vie

#### **IV.3.1.8 Condition de vitesse et de pression dans le réseau**

Pour éviter le dépôt des particules dans les conduites et aussi pour éviter la corrosion, la vitesse d'écoulement ne doit pas être trop faible ni trop forte. Elle doit être comprise entre une valeur minimale et une valeur maximale. La valeur minimale recommandée est  $v_{\min} = 0,3\text{m/s}$  et la valeur maximale est  $v_{\max} = 1,5\text{m/s}$ . Pour la pression, elle doit être suffisante pour assurer un prélèvement d'eau normalement sans effort particulier dans la période de pointe et cela en tenant compte du consommateur le plus défavorisé. La pression minimale de service au niveau des branchements privés est de 10 mCE et de 5 mCE pour les bornes fontaines.

### **IV. 3.2. Formules et méthodes de calcul.**

#### **IV.3.2.1 Evaluation des besoins et de la demande en eau**

L'évaluation de la demande et des besoins en eau nécessite une estimation de l'effectif de la population et des différents besoins en eau suivant l'usage et la période de l'année.

##### **➤ Estimation de l'effectif de la population à l'horizon du projet**

L'effectif de la population à desservir est un paramètre incontournable dans l'évaluation de la demande et des besoins en eau. Il fait partie aussi des bases nécessaires pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques en matière d'AEP. Dans le cadre de cette étude, l'évaluation de l'effectif de la population s'est basée sur les données du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2019. Le taux d'accroissement utilisé est de 2,15%

et représente le taux d'accroissement régional de la zone d'étude. L'utilisation du taux régional est préférée du fait de l'insécurité qui touche la zone d'étude et qui rendrait moins fiable le taux provincial et communal. La population en 2019 est de 17 285 habitants. L'effectif de la population à l'horizon du projet est donné par la formule suivante.

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

$P_n$  : Population à l'horizon du projet  
 $P_0$  : Population de l'année de référence  
 $\alpha$  : Taux d'accroissement de la population  
 $n$  : nombre d'année entre l'année de référence et l'année de projection du projet

### ➤ Détermination des besoins domestiques

L'effectif de la population, le taux de desserte et le niveau de vie de la population permettent de déterminer les besoins domestiques. Etant donné que la consommation spécifique au niveau des bornes fontaines (BF) diffère de celle des branchements privés (BP), les besoins moyens journaliers au niveau des ménages sont donnés par la somme des besoins domestiques prélevés au niveau des BF et les besoins domestiques des BP :

- **Au niveau des BF**

Les besoins domestiques prélevés au niveau des bornes fontaines seront donnés par la formule suivant :

$$B_{bf} = P_n * T_{bf} * C_{bf}$$

$B_{bf}[m^3/j]$  : Besoin domestiques au niveau des BF  
 $P_n$  : Population à l'horizon du projet  
 $T_{bf}[\%]$  : Taux de desserte au niveau des BF  
 $C_{bf}[L/j/hab.]$  : Consommation spécifique retenues pour

- **Au niveau des BP**

Les besoins domestiques prélevés au niveau des branchements privés seront donnés par la formule suivante :

$$B_{bp} = P_n * T_{bp} * C_{bp}$$

$B_{bp}[m^3/j]$  : Besoin domestiques au niveau des branchements privés  
 $P_n$  : Population à l'horizon du projet  
 $T_{bp}[\%]$  : Taux de desserte au niveau des branchements privés  
 $C_s[l/j/hab.]$  : Consommation spécifique

- **Besoins domestiques totaux**

Les besoins domestiques seront donnés par la somme des besoins domestiques prélevés au niveau des BF et ceux prélevés au niveau des BP

$$B_d = B_{bf} + B_{bp}$$

- **Détermination des besoins annexes (Ecoles, centre de santé, abattoir, mosquées, etc.)**

$B_a = 10\% * B_d$  |  $B_a [m^3/j]$ : Besoins annexes à l'horizon du projet (le santé, des mosquées et églises, des marchés, la mairie et autres. Les besoins en eau de l'ensemble de ces lieux n'étant pas facilement déterminable seront pris égale à 10% des besoins domestiques.

- **Besoins en eau total**

Les besoins totaux résultent de la somme des besoins domestiques et des besoins annexes

$$B_T = B_d + B_a \quad | \quad B_T [m^3/j]: \text{Besoins en eau global de la population à l'horizon}$$

### IV.3.2.2 Evaluation des débits

- ❖ **Débit d'adduction**

Le débit d'adduction dépendant fortement des besoins en eau mais aussi du temps de pompages. Il est évalué à l'aide de la formule suivante :

$$Q_{add} = \frac{B_g * C_{pj}}{T_p * \eta_r}$$

$Q_{add} [m^3/h]$  : Débit d'adduction  
 $T_p [h]$  : Temps de pompage  
 $B_g [m^3]$  : Besoin journalier moyen global  
 $\eta_r [\%]$  : Rendement du réseau  
 $C_{pj} [ ]$  : Coefficient de pointe journalière

- ❖ **Débit de distribution**

Le débit de pointe de la distribution tient compte des débits de pointes au niveau des BF et des débits de pointe au niveau des BP. Il résulte de la somme de ces deux débits.

- **Débit de pointe au niveau des BF.**

Le débit de pointe au niveau des BF est atteint lorsque toutes les BF fonctionnent simultanément avec leur débit maximal c'est-à-dire 1,5l/s. Le débit de pointe des BF est donné par :

$$Q_{phbf=1,5*n} \left| \begin{array}{l} Q_{phbf} [l/s] : \text{Débit de pointe au niveau des BF} \\ n : \text{nombre total de BF} \end{array} \right.$$

➤ **Débit de pointe au niveau des BP.**

Au niveau des BP, la durée de distribution est 24h. Pour le dimensionnement, les besoins annexes seront considérés comme des besoins au niveau des BP. Le débit de pointe est alors :

$$Q_{phbp} = \frac{(B_p + B_a) * C_{pj} * C_{ph}}{24 * 3,6 * \eta_r}$$

$Q_{phbp} [l/s]$ : Débit de pointe horaire des BP	$C_{ps}$ : Coefficient de pointe saisonnière
$C_{pj}$ : Coefficient de point journalier	$B_p [m^3/j]$ : besoins en au niveau des BP
$C_{ph}$ : Coefficient de pointe horaire	$B_a [m^3/j]$ : besoins en eau annexe

➤ **Débit de pointe du dimensionnement.**

Le débit de pointe du dimensionnement du réseau de distribution est la somme des débits de pointe horaire au niveau des BP et au niveau des BF.

$$Q_{ph} = Q_{phbf} + Q_{phbp} \left| \begin{array}{l} Q_{ph} [l/s] : \text{Débit de pointe horaire au du dimensionnement} \\ Q_{phbp} [l/s] : \text{Débit de point horaire des branchements privés} \\ Q_{phbf} [l/s] : \text{Débit de point horaire des bornes fontaines} \end{array} \right.$$

**IV.3.2.3 Dimensionnement de la conduite d'adduction**

Plusieurs approches permettent de déterminer le diamètre intérieur théorique de la conduite de refoulement. Les formules utilisées sont présentées da

**Tableau 3** qui suit

**Tableau 3: Formules du dimensionnement de la conduite de refoulement**

Auteurs	Formules
Bresse	$D_{th} = 1,5 * (Q)^{1/2}$
Bresse modifié	$D_{th} = 0,8 * (Q)^{1/3}$
Munier (1961)	$D_{th} = (1 + 0,02 * n) * (Q)^{1/2}$
Bonnin	$D_{th} = (Q)^{1/2}$
Achour et Bedjaoui	$D_{th} = 1,27 * (Q)^{1/2}$

<p><b>Condition de Flamant : <math>V(m/s) \leq D(m) + 0,6</math></b></p> <p><b>V(m/s)</b> : vitesse de l'eau à l'intérieur de la conduite</p> <p><b>D(m)</b> : Diamètre intérieur choisis</p>	<p><b><math>D_{th}</math> [m]</b>: Diamètre théorique</p> <p><b><math>Q</math> [<math>m^3/s</math>]</b>: Débit de refoulement</p> <p><b>n</b> : Nombre d'heure de pompage.</p>
---	--

La vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite sera calculée par la formule qui suit :

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

**V[m/s]** : vitesse d'écoulement de l'eau à l'intérieur de la conduite  
**D[m/s]** : diamètre intérieur choisis  
**Q [ $m^3/s$ ]**: Débit de refoulement

#### IV. 3.2.4 Dimensionnement et choix de la pompe

Le choix de la pompe est fait sur la base de deux paramètres essentiels : la hauteur manométrique totale (HMT) et le débit de refoulement. Nous avons opté pour la gamme des pompes Grundfos. Suite au calcul de la **HMT** et du débit **Q** de refoulement de la pompe, une projection du point (**Q** ; **HMT**) est faite sur la courbe de performance correspondante afin de choisir la pompe la plus proche.

#### ❖ Calcul de la HMT

La hauteur manométrique totale (HMT) est la pression que la pompe devra imprimer à l'eau pour assurer son transfert du forage au réservoir. Il s'agit de l'énergie nécessaire que la pompe doit fournir pour vaincre les charges dans les conduites jusqu'au réservoir de stockage. Elle est déterminée grâce à la formule qui suit :

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H$$

<b>HMT[m]</b> : hauteur manométrique totale
<b><math>H_{géo}</math> [m]</b> : Hauteur géométrique de refoulement
<b><math>\sum \Delta H</math> [m]</b> : Somme des pertes de charge totale

➤ **Calcul de la hauteur géométrique**

Elle représente la différence d'altitude entre le niveau dynamique du forage et la cote de surverse d'eau dans le réservoir. Elle est donnée par la formule suivante :

$$H_{géo} = Z_s - Z_{ND}$$

<b><math>H_{géo}</math></b> : Hauteur géométrique
<b><math>Z_s</math></b> : Côte de surverse d'eau au niveau du réservoir
<b><math>Z_{ND}</math></b> : Côte du niveau dynamique de l'eau dans le forage

➤ **Calcul des pertes de charge.**

On distingue deux types de perte de charge : les pertes de charges linéaires et les pertes de charges singulières. Les pertes de charges singulières seront estimées à 10% des pertes de charge linéaires. Plusieurs formules permettent de déterminer ces pertes de charge. La formule utilisée est celle de Hazen-Williams

$$\Delta H(m) = \frac{10,66 \times Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D^{4,871}} \times L$$

<b><math>Q</math> [m<sup>3</sup>/s]</b> : débit (m <sup>3</sup> /s) d'eau circulant dans la conduite
<b><math>C_{HW}</math> [m<sup>1/3</sup>/s]</b> : Rugosité de la conduite
<b><math>D</math> [m]</b> : Diamètre intérieur de la conduite en (m)
<b><math>L</math> [m]</b> : Longueur de la conduite en (m)

❖ **Puissance hydraulique de la pompe**

La puissance hydraulique que devra fournir la pompe pour déplacer la masse d'eau est donnée par la formule suivante :

$$P_H = \rho * Q * g * H_{MH}$$

<b><math>P_H</math> [w]</b> : Puissance hydraulique de la pompe
<b><math>\rho</math> [kg/m<sup>3</sup>]</b> : Masse volumiques de l'eau
<b><math>g</math> [m/s<sup>2</sup>]</b> : Accélération de la pesanteur

❖ **Puissance mécanique absorbée par la pompe**

La puissance mécanique de la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P_p = \frac{P_H}{\eta_p}$$

<b><math>P_p</math> [W]</b> : Puissance mécanique absorbée par la pompe
<b><math>P_H</math> [W]</b> : Puissance hydraulique de la pompe.
<b><math>\eta_p</math></b> : Rendement de la pompe

❖ **Puissance électrique absorbé par la pompe.**

La puissance électrique absorbée par le moteur de la pompe est donnée par :

$$P_E = \frac{P_P}{\eta_M}$$

$P_P [W]$  : Puissance mécanique absorbée par la pompe  
 $P_E$  : Puissance électrique absorbée par la pompe.  
 $\eta_M$  : Rendement du moteur

**IV.3.2.5 Etude du coup de bélier : vérification de la nécessité d'un dispositif anti-bélier**

On appelle coups de bélier les variations de pression provoquées par une prompt modification du régime d'un liquide s'écoulant à l'intérieur d'une canalisation (MOUNIROU, 2018). Il peut être causé par la fermeture instantanée d'une vanne située au bout d'une conduite gravitaire ou par l'arrêt brutal d'une pompe alimentant une conduite de refoulement. Un coup de bélier est capable d'endommager les pompes ou d'entraîner la rupture des conduites. C'est un phénomène qu'on ne peut pas supprimer mais qu'il faut contrôler et atténuer les effets grâce à l'installation de dispositifs de protection anti-bélier. Comme ouvrage anti-bélier, on peut noter : vanne à fermeture lente ; ballon anti-bélier ; soupape anti-bélier ; volant d'inertie.

❖ **Calcul de la célérité des ondes provoquées par le coup de bélier**

La vitesse de propagation des ondes (célérité) provoquées par le coup de bélier sera calculée par la formule d'Allievi dont l'expression est :

$$c = \sqrt{\frac{1}{\rho \left( \frac{1}{\epsilon} + \frac{D}{Ee} \right)}}$$

$c [m/s]$  : Célérité de l'onde  
 $\epsilon [N/m^2]$  : Elasticité de l'eau  
 $E [N/m^2]$  : Elasticité du matériau  
 $e [m]$  : Epaisseur de la conduite  
 $D [m]$  : Diamètre intérieur de la conduite  
 $\rho [kg/m^3]$  : Masse volumique de l'eau

❖ **Calcul de la variation de pression**

La variation de pression est donnée par la formule de Nikolai Egorovich Joukovski dont l'expression est :

$$\Delta P = \pm \frac{cV_o}{g}$$

$\Delta P [m]$  : variation de pression due au coup de bélier.  
 $c [m/s]$  : Vitesse de l'écoulement de l'eau dans la conduite.  
 $g [m/s^2]$  : accélération de la pesanteur

### ❖ Calcul de la surpression maximale

La surpression est donnée par la formule suivante :

$$\Delta P_{\max} = HMT + \Delta P \quad \left| \begin{array}{l} \Delta P_{\max}[m] : \text{Surpression maximale.} \\ \Delta P[m] : \text{Variation de pression due au coup de bélier.} \end{array} \right.$$

Dans le cas d'une surpression il y a nécessité d'installer un dispositif anti-bélier lorsque la surpression est supérieure ou égale à la pression maximale admissible (PMA) c'est dire si :

$$\Delta P_{\max} \geq PMA \quad \text{ou} \quad \Delta P_{\max} \geq 1,2 * PFA$$

$$\left| \begin{array}{l} \Delta P_{\max}[m] : \text{Surpression maximale.} \\ PMA [m] : \text{Pression maximale admissible. } PMA \approx 1,2PFA \\ PFA[m] : \text{Pression de fonctionnement admissible.} \\ PN [m] : \text{Pression nominale. } PN \approx PFA \text{ pour une conduite neuve.} \end{array} \right.$$

### ❖ Calcul de la dépression

La dépression est donnée par la formule suivante :

$$\Delta P_{\min} = HMT - \Delta P \quad \left| \begin{array}{l} \Delta P_{\min}[m] : \text{Dépression minimale.} \\ \Delta P[m] : \text{Variation de pression due au coup de bélier} \end{array} \right.$$

Dans le cas d'une dépression, il est nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier lorsque la dépression est inférieure à la pression atmosphérique. C'est-à-dire si

$$\Delta P_{\min} \leq P_{atm}$$

alors le coup de bélier est préjudiciable. Il faut donc installer un dispositif anti-bélier.

#### IV.3.2.6. Dimensionnement du réservoir

Le château est un ouvrage de stockage. Ce stockage sert de tampon entre la somme des volumes mobilisés au cours de la journée et la distribution journalière par l'accumulation du surplus d'eau aux heures de faible consommation et sa restitution pendant les heures de forte consommation. Le volume d'eau stockée permet de maintenir une pression dans l'ensemble du réseau. Il aide à la sécurisation du système de distribution, et à la continuité du service. Dans le cas de cette étude, le château choisi est de type métallique et de forme cylindrique. Ce choix

se justifie par l'existence d'un château du même type encore exploitable, la facilité de mise en œuvre et le faible coût d'investissement par rapport au château en béton armé.

➤ **Détermination du volume du château**

Il existe plusieurs méthodes pour estimer le volume du réservoir : la méthode analytique, la méthode graphique et la méthode simplifiée. La méthode utilisée dans le cadre de cette étude est la méthode analytique. Cette méthode consiste à déterminer les excès ( $\Delta V^+$ ) et les insuffisances ( $\Delta V^-$ ) d'eau pendant les différentes heures de la journée en fonction des coefficients horaires qui varient suivant les différentes heures de desserte et l'importance de la population. Pour une petite ville comme Kouka les coefficients de distribution sont répartis comme indiqué dans le **Tableau 4**. Ce tableau est extrait du tableau de l'**annexe 10**.

**Tableau 4: Répartition des coefficients de distribution suivant les heures de la journée**

Intervalle de la journée	Coefficient	Intervalle de la journée	Coefficient
00h à 2h	2,7	13h à 14h	4,4
2h à 3h	2,4	14h à 15h	3,7
3h à 4h	2,7	15h à 16h	5,7
4h à 5h	1	16h à 17h	8,4
5 à 6h	0,7	17h à 18h	9,8
6 h à 7h	5,7	18h à 19	4,7
7h à 8h	7,7	19h à 20h	2,7
8h à 9h	9,1	20h à 21h	2,4
9h à 11h	5,7	21h à 23h	1
11h à 12h	4,4	23h à 0h	0,7
12 h à 13h	5		

Source : (ZOUNGRANA, 2003)

Pour chaque intervalle de la journée, le débit moyen journalier est multiplié par le coefficient correspondant afin de déterminer le débit d'eau distribué. Ainsi le débit multiplié par la durée de l'intervalle de la journée permet d'obtenir le volume d'eau distribué sur 24h. On calcule ensuite le volume distribué cumulé et le volume entrant cumulé. Une différence entre les volumes cumulés permet de déterminer les excès d'eau pendant les périodes de faible consommation et les déficits pendant les périodes de forte consommation. La réserve de

distribution est donnée par la somme de l'excès maximal et la valeur absolue du déficit maximal.

$$V_R = \Delta V^+ + |\Delta V^-|$$

#### IV.4 Dimensionnement du réseau de distribution

Pour le réseau de distribution, plusieurs possibilités se présentent. Il peut être ramifié, maillé ou mixte.

##### ❖ Le réseau ramifié

Un réseau ramifié, est un type de réseau où les conduites principales se ramifient en conduites secondaires et tertiaires formant une structure arborescente. Sa conception est relativement plus simple, avec des branches distinctes pour desservir différentes zones. Dans la conception d'un réseau ramifié, on a moins de conduites et de raccordement nécessaires par rapport à un réseau maillé, réduisant les coûts de construction. Cependant dès qu'il y a de problème sur un tronçon, tous ceux qui se trouvent en aval de ce tronçon ne sont plus desservi ce qui limite la sécurité dans la distribution de l'eau.

##### ❖ Le réseau maillé

Un réseau maillé est un type de réseau où les conduites sont interconnectées entre elles. Dans un tel réseau on a plusieurs chemins possibles pour l'acheminement de l'eau d'un point à un autre. Si une conduite est endommagée l'eau peut être redirigée par d'autres conduites, minimisant les interruptions de service. Cependant, la mise en place d'un réseau maillé nécessite plus de conduites et de raccordement ce qui augmente les coûts de construction. Mais Bien qu'il soit plus coûteux que le réseau ramifié, il assure mieux la sécurité dans la distribution.

##### ❖ Le réseau mixte

Un réseau mixte combine les caractéristiques des réseaux maillés et ramifiés pour optimiser les avantages des deux systèmes. Dans ce type de réseau on retrouve une partie maillée et aussi des ramifications. Ce type de réseau est conçu pour améliorer la fiabilité, la flexibilité et l'efficacité de la distribution tout en optimisant le coût de construction

#### IV.4.2 Calcul des débits du dimensionnement des tronçons

##### ➤ Débit spécifique

Pour calculer le débit spécifique, il sera tenu compte uniquement des débits des branchements privés en supposant que la population est uniformément répartie. Ce débit est donné par la formule suivante.

$$Q_{sp} = \frac{Q_{tBP}}{\sum L_i} \quad \left| \begin{array}{l} Q_{sp} \text{ [L/s.ml]} : \text{Débit spécifique} \\ Q_{tBP} \text{ [L/s.ml]} : \text{Débit de pointe horaire des au niveau des branchements} \\ \text{privés} \end{array} \right.$$

➤ **Débit en route**

Le débit en route est considéré comme étant le débit nécessaire pour couvrir les besoins sur un tronçon. Ce débit est calculé en supposant que les besoins sont uniformément repartis tout au long du tronçon. Il est obtenu grâce à la formule suivante :

$$Q_r = L_i \times Q_{sp}$$

$Q_r$  [l/s] : Débit prélevé le long du tronçon

$L_i$  [m] : Longueur du tronçon

$Q_{sp}$  [L/s.ml] : Débit spécifique

➤ **Débit aux noeuds**

Le débit au niveau de chaque nœud est obtenu en faisant la moitié des sommes des débits en route associés au nœud et du débit d'une borne fontaine s'il y a de borne fontaine au nœud considéré. Ce débit est obtenu grâce à la relation suivante :

$$Q_{ni} = Q_{BF} + \frac{1}{2} \sum Q_{ri} \quad \left| \begin{array}{l} Q_{ni} \text{ [l/s]} : \text{Débit au nœud } i \\ Q_{BF} \text{ [l/s]} : \text{Débit de pointe d'un BF} \\ Q_{ri} \text{ [l/s]} : \text{Débit en route du tronçon} \end{array} \right.$$

➤ **Dimensionnement des conduites de distribution.**

Les diamètres des conduites de distribution doivent tenir compte des conditions de vitesse :  $0,30 < \text{vitesse} < 1,50$  m/s. Dans le calcul, la vitesse sera prise égale à 1m/s. Ainsi, le calcul des diamètres est fait à l'aide de la formule suivante :

$$D_{th} = \left( \frac{4 * Q}{\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \left| \begin{array}{l} D_{th} \text{ [m]} : \text{Diamètre théorique calculé} \\ Q \text{ [m}^3 \text{/s]} : \text{Débit d'eau dans la conduite} \end{array} \right.$$

➤ **Calcul de la ligne de charge**

Le calcul de la ligne de charge consiste à déterminer la cote piézométrique minimale nécessaire en tête du réseau pour garantir les débits et pressions de service aux différents nœuds. Cette cote sera la cote du radier réservoir.

• **Côte piézométrique minimale imposée au niveau de chaque nœud**

La cote piézométrique au niveau d'un nœud  $i$  quelconque est donnée par

$$Z_{im}^i = P_{ser} + Z_{TN}^i + \sum \Delta H$$

$Z_{im}^i [m]$ : Côte piézométrique au niveau du nœud $i$
$P_{ser} [m]$ : Pression de service.
$Z_{TN}^i [m]$ : Côte du terrain naturel au nœud $i$
$\sum \Delta H [m]$ : Somme des pertes de charge calculées tronçon par tronçon jusqu'au nœud $i$

• **Côte minimale du radier du réservoir**

La cote minimale du radier doit permettre de satisfaire les débits et les pressions au niveau de tous les nœuds. Elle représente alors le maximum des Cote piézométrique des différents nœuds. Elle est donnée par la formule suivante :

$$Z_{min} = Max(Z_{im}^i)$$

$Z_{min} [m]$ : Cote minimale du radier du réservoir
$Z_{im}^i [m]$ : Côte piézométrique au niveau du nœud $i$

➤ **Calcul de la pression réelle au niveau de chaque nœud.**

La pression réelle au niveau de chaque nœud dépend de la cote minimale du radier, des pertes de charges sur les traçons allant du réservoir au nœud considéré et aussi de l'altitude du terrain naturel au nœud considéré. Elle est donnée par la formule suivante

$$P_{ri} = Z_{min} - Z_{TN}^i - \sum \Delta H$$

$Z_{min} [m]$ : Côte du radier du réservoir
$P_{ri} [m]$ : Pression réelle au nœud $i$
$Z_{TN}^i [m]$ : Côte du terrain naturel au nœud $i$
$\sum \Delta H [m]$ : Somme des pertes de charges calculées sur les tronçons jusqu'au nœud $i$

### ❖ Dimensionnement des bornes fontaines.

Le nombre de BF est calculé en tenant compte du nombre d'habitant à desservir par BF. Chaque BF doit desservir au maximum 500 personnes. Elles seront disposées de sorte que la distance maximale à parcourir par un habitant quelconque pour se servir soit de 500 mC.

#### ➤ Détermination du nombre de BF.

Le nombre de BF nécessaire est déterminé grâce à la formule suivante

$$N_{BF} = \frac{\text{Nombre d'habitant à desservir par BF en 2040}}{500}$$

$N_{BF}$  : Nombre de bonne fontaine

#### ➤ Détermination du débit d'une BF

Le débit d'une BF sera égal à la somme des débits des robinets qui le constituent. Dans le cadre de ce projet, chaque BF sera muni de trois (03) robinets. Chaque robinet aura un débit de 0,5l/s. Chaque BF aura un débit de 1,5l/s

### ❖ Pose des conduites

Les conduites du réseau seront enterrées afin de les protéger contre les intempéries et aussi éviter l'encombrement de l'espace. Elles seront autant que possible placées le long des voies de communication existantes. La profondeur et la largeur des fouilles qui serviront à la pose des conduites sont données par les formule suivantes :

$$\begin{array}{l} H_{min} \geq 0,5 m + D_{ex} \\ l_{min} \geq 0,4 m + D_{ex} \end{array} \left| \begin{array}{l} H_{min} : \text{Profondeur minimale de la fouille} \\ l_{min} : \text{Largeur minimale de la fouille} \\ D_{ex} : \text{Diamètre extérieur de la conduite} \end{array} \right.$$

## IV.5 Les ouvrages annexes

### ❖ Ouvrages annexes

En plus des conduites, le réseau de distribution contient d'autres équipements. Ces derniers assurent la protection et la régulation du réseau. Ils facilitent les interventions sur le réseau en cas de défaillance ou au moment de l'entretien du réseau. Il s'agit des vannes de sectionnement, des vidanges, des ventouses, des regards.

➤ **Les vidanges**

Les vidanges sont placées au niveau des points bas (topographie). Ce sont des ouvrages de protection du réseau. Elles permettent de vider les conduites en cas de réparation ou d'entretien.

➤ **Les ventouses**

Les ventouses sont des ouvrages qui permettent d'évacuer l'air des conduites. Elles sont placées aux niveaux des points de plus haute côte du réseau. Chaque ventouse sera placée dans un regard en béton armé muni d'une ouverture à l'extérieur afin de ventiler le regard.

➤ **Les vannes de sectionnement**

Les vannes de sectionnement sont des ouvrages qui permettent d'isoler une partie du réseau en cas d'intervention technique. Elles facilitent ainsi l'exploitation du réseau. Elles seront implantées en tête des conduites principales et secondaires. L'emplacement de ces ouvrages est matérialisé sur le plan du réseau

➤ **Les regards**

Les regards sont des ouvrages de protection des équipements de robinetterie comme les vannes, les ventouses, les vidanges. Ils permettent aussi d'identifier l'emplacement de ces ouvrages.

➤ **Le manomètre**

Il permet de mesurer la pression dans les conduites. C'est un instrument d'aide à l'identification des fuites. Il permet donc de détecter les défaillances au niveau des conduites.

➤ **Clapet anti retour**

C'est un instrument qui empêche le retour de l'eau dans le sens contraire au sens normal de circulation. Il sera installé au niveau de la conduite de refoulement et au niveau du château

#### **IV.5 Sources d'énergie**

Il existe au moins trois possibilités accessibles pour la source d'énergie. La ville de Kouka étant reliée au réseau électrique de la SONABEL, il est possible d'utiliser l'énergie thermique, l'énergie solaire, ou l'énergie de la SONABEL. Pour plus de sécurité en matière d'énergie, les trois sources seront utilisées. L'énergie solaire sera utilisée pendant la journée, l'énergie de la SONABEL la nuit et l'énergie thermique en cas de nécessité.

### ❖ Dimensionnement des panneaux solaire

Le principe de l'alimentation sera au fil du soleil sans stockage. La pompe utilisera l'énergie solaire lorsque la lumière du jour sera suffisante pour fournir la puissance nécessaire.

$$Pc = \frac{g \times Q_{pj} \times HMT \times \rho \times T_{ens}}{3600 \times R_{p,m} \times R_g \times R_{ond} \times E_i}$$

**Q<sub>pj</sub>** : Débit journalier du jour de pointe

**ρ** : masse volumique de l'eau (1000 kg/m<sup>3</sup>)

**g** : pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

**HMT** : Hauteur Manométrique Total (m)

**R<sub>p,m</sub>** : rendement pompe + moteur

**R<sub>g</sub>** : rendement générateur

**R<sub>ond</sub>** : rendement onduleur

**E<sub>i</sub>** : ensoleillement minimal 5,5 KWh/m<sup>2</sup>/j(7)

**T<sub>ens</sub>** : Temps d'ensoleillement

Le nombre de panneaux solaires est :

$$N_p = \frac{P_c}{P_u}$$

Pu : puissance unitaire d'un module PV  
 Pc : Puissance du champ solaire  
 Np : Nombre de panneaux

### ❖ Dimensionnement de l'onduleur

L'onduleur est un appareil électronique qui permet de convertir le courant continu de l'énergie photovoltaïque issue des panneaux solaires en courant alternatif (CC/CA). La puissance de l'onduleur est donnée par la formule suivante :

$$P_{ond} = \frac{P_{mp} \times K}{R_{mp} \times \cos\phi}$$

**P<sub>ond</sub> [Wc]** : Puissance de l'onduleur  
**R<sub>mp</sub>** : Rendement de la pompe  
**cosφ** : Facteur de puissance = 0,8  
**K** : coefficient de correction = 1,05  
**P<sub>mp</sub> [Wc]** : puissance de la pompe

### ➤ Dimensionnement du groupe électrogène

Pour les besoins en Energie, un groupe électrogène sera prévu pour être utilisé en cas de nécessité. La formule pour la détermination de la puissance apparente en (KVA) du groupe électrogène est la suivante :

$$P_{ap} = \text{Max} \left( 2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pm} \times \cos\phi} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos\phi}{1000} \times 1,25 \right)$$

**Q [m<sup>3</sup>/s]**: débit pompé (m<sup>3</sup>/s)

**U[V]** : tension

**$\eta_{pm}$**  : rendement pompe – moteur

**$I_n$ [A]** : courant nominal

**$\cos\phi$**  : facteur de puissance

**HMT[m]** : Hauteur manométrique de la pompe

### IV.6 Dispositifs de traitement de l'eau.

L'eau utilisée pour le présent projet est de l'eau souterraine. Il s'agit d'une eau naturellement claire et limpide. En raison de sa situation protégée, l'eau souterraine est moins susceptible d'être contaminée et de transmettre des maladies comparativement à l'eau de surface. Cependant, comme la qualité de l'eau peut se dégrader au contact des équipements et au cours de son transport nous prévoyons une désinfection au chlore. Ce traitement simple permettra de maintenir et d'améliorer la potabilité de l'eau jusqu'au consommateur. Le choix du chlore se justifie par l'efficacité de son pouvoir rémanent pour la protection contre les pollutions futures et son accessibilité locale à un prix abordable. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour assurer la chloration. Parmi ces dernières on peut noter l'utilisation des pompes doseuses, les injecteurs venturi ou l'utilisation des pastilles de chlore. Nous proposons ici l'utilisation d'une pompe doseuse. Pour cela, un équipement comprenant une pompe doseuse et un bac pour contenir la solution de traitement sera installé. La solution de chlore sera directement injectée sur la conduite de refoulement à une dose de 1,5 mg/l. La solution mère sera préparée avec une concentration de 10 g/l.

### ➤ Estimation de la masse du chlore au jour de pointe à l'horizon du projet

La masse du chlore nécessaire pour la désinfection de l'eau au jours de pointe à l'horizon du projet peut être déterminée par l'expression suivante :

$$mchl = D * D_{jp} \left\{ \begin{array}{l} mchl[kg/j] : \text{masse du chlore au jours de pointe} \\ D[mg/l] : \text{Dose du chlore pour le traitement} \\ D_{...}[m3/l] : \text{demande en eau du iour de pointe} \end{array} \right.$$

### ❖ Dimensionnement de la pompe doseuse et des bacs contenant la solution de chlore

Il est important de déterminer le débit de la pompe doseuse et le Volume des BAC. Ainsi, le débit de la pompe doseuse est donné par :

$$q_p = \frac{d * Q}{C} \quad q_p = \frac{d * Q}{C}$$

$q_p [l/h]$  : débit d'injection de la solution de chlore

$d [mg/l]$  : Dose de traitement

$C [g/l]$  : Concentration de la solution mère

$V [l]$  : Volume du BAC

$Q [m^3/h]$  : débit d'eau traitée

$T [h]$  : Temps de traitement

### IV.7 Etude financière

Après l'étude technique, il est important de faire une analyse financière du projet. Cette analyse prend en compte le coût global du projet et le prix de revient du mètre cube d'eau. Elle a pour objectif d'étudier les conditions de rentabilité des investissements et la recherche d'un équilibre entre la viabilité du système et la fourniture d'eau à moindre coût à la population. Ainsi, après l'évaluation du coût global du projet, il sera question de calculer la dotation aux amortissements et aux renouvellements, le volume d'eau produit et facturé, les charges du personnel et d'entretien en vue d'aboutir à l'estimation du prix de revient de l'eau qui sera fournie. Le prix de revient de l'eau étant connu, la population pourra contribuer aux charges liées au fonctionnement du système. L'estimation du prix de revient de l'eau se fera grâce à la formule suivante :

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

$P_r [FCFA/m^3]$  : Prix de revient du mètre cube d'eau

$A [FCFA]$  : Amortissement des équipements

$V [m^3]$  : Volume d'eau à l'échéance du projet ;

$C [FCFA]$  : Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages

## V. ETUDE TECHNIQUE

### V1. Etat des lieux et diagnostic

#### ❖ Bilans des points d'eau

L'alimentation en eau potable de la ville de Kouka est essentiellement basée sur les pompes à motricité humaine et les puits modernes. La base de données de l'INO 2022 et les travaux de terrain ont permis de dénombrer au total 21 forages équipés de pompes dont 15 forages équipés de pompes fonctionnelles et 6 forages équipés de pompes en panne. Notons que deux des

forages équipés de pompes fonctionnelles ne sont pas encore en service. A cela s'ajoutent 11 puits modernes fonctionnels. L'ensemble des forages et puits déjà en service permettent d'assurer l'alimentation en eau potable de Kouka à un taux de 19,7 %. (MEA, Inventaire National des Ouvrages, 2022). Le tableau de l'annexe 3 nous renseigne plus sur les forages et puits de Kouka. Les images suivantes présentent quelques PMH de Kouka. Sur la figure 2, il s'agit d'une PMH non fonctionnelle et sur la figure 3, il s'agit d'une PMH fonctionnelle



Image A



Image B



Figure 3 : Quelques points d'eau de Kouka



Image C



Image D

La **Figure 3** présente quelques ouvrages hydrauliques de Kouka. Sur l'image A, il s'agit d'une pompe à motricité humaine (PMH) encore fonctionnelle. L'image B présente une PMH non fonctionnelle. L'image C et D présentent respectivement le forage et le château du système d'AEPS existant.

#### ➤ Bilan sur le système d'AEPS existant

Construit entre 2009 et 2010, le système d'AEPS de la ville de Kouka est constitué d'un forage équipé d'une pompe immergée, de 5 bornes fontaines, d'un château d'eau métallique d'une capacité de 50m<sup>3</sup>, d'un réseau d'adduction et d'un réseau de distribution. Le réseau d'adduction est constitué de conduites en PVC, PN16, DN110 et le réseau de distribution est constitué de conduites en PVC PN10 de diamètre allant de 63mm à 90mm. Le système était alimenté par un groupe électrogène qui n'est plus fonctionnel à ce jour. Le mode de gestion était l'affermage et était assuré par l'entreprise ACTROCE. Le bidon de 20 litres était vendu à 10 FCFA soit 500 FCFA le mètre cube. Le système d'AEPS de la ville de Kouka n'est pas fonctionnel à cause

de la vétusté des ouvrages. Cependant, les ouvrages du système existent toujours. Il s'agit du forage, du château, des bornes fontaines, du local technique et des bâtiments. Les images suivantes nous montrent certains de ces ouvrages.

Les images A et B de la **Figure 4** présente respectivement le groupe électrogène et le local de gestion du système d'AEPS existant.



**Figure 4: Groupe électrogène et local de gestion du système d'AEPS existant**

**Tableau 5: Synthèse de l'état des lieux**

Désignation	Description
Période de construction	Entre 2009 et 2010
Éléments constitutifs du système	- 1 forage équipé d'une pompe immergée - 5 bornes fontaines. - 1 Château métallique de capacité 50 m <sup>3</sup> - 1 réseau d'adduction et 1 réseau de distribution
Réseau de distribution	- Type ramifié. - Conduite en PVC PN10 DN 63 et DN 90.
Réseau d'adduction	- Conduite en PVC PN 16 ; DN110.
Alimentation en énergie	Groupes électrogènes.
Local de gestion	- 1 bâtiment constitué de deux pièces - une maisonnette pour le groupe électrogène - Une toilette
Prix de vente	500 FCFA /m <sup>3</sup>
Mode de gestion	Affermage et assuré par l'entreprise ACTROCE

## ➤ Ouvrage à réhabiliter et extension du réseau

Suite à l'état des lieux, il ressort qu'il faut :

- la réhabilitation des bornes fontaines existantes ;
- construction de nouvelles bornes fontaines ;
- la réhabilitation du local de gestion du réseau ;
- réhabilitation du château existant;
- l'extension du réseau dans de nouvelles zones ;
- constructions de nouveaux bâtiments.

## V.2. Estimation de la population à l'horizon du projet

Les données issues du RGPH 2019 ont permis d'avoir comme données de base la population à l'année 2019 et le taux d'accroissement. Ces données sont respectivement de 17285 et de 2,15%. Compte tenu de la situation sécuritaire de la zone d'étude, le taux d'accroissement utilisé est le taux régional. L'usage de ces données et les différentes hypothèses de base sur le taux de couverture ont permis d'avoir les résultats présentés dans le **Tableau 6**

**Tableau 6: Estimation de la population**

Horizon	Unité	2025	2030	2035	2040
Population totale	Hbt	19639	21842	24294	27020
Population totale desservie	Hbt	11047	17474	20165	22967
Population totale desservie par BF	Hbt	5539	5243	5588	5945
Population totale desservie par BP	Hbt	5539	12232	14577	17023

Les résultats du Tableau 6 montrent qu'à l'horizon du projet, la population totale de la ville de Kouka sera de 27020 habitants. Au nombre de ces derniers, 5945 habitants seront desservis par les bornes fontaines et 17023 habitants par les branchements particuliers

## V.3 Estimation des demandes et débits de dimensionnement, du nombre de BF et de BP

### V.3.1 Estimation de la demande à différents horizons

Suite à l'estimation de la population, les besoins et demandes ont été évalués sur la base des hypothèses retenues. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau 7

**Tableau 7 : Besoin et demande en eau de la population**

Désignation	Horizon	Unité	2025	2030	2035	2040
Borne fontaine	Consommation spécifique	l/j/per	25	25	25	25
	Consommation journalière moyenne de la population à desservir par BF	m <sup>3</sup> /j	138,5	131,1	139,7	148,6
Branchements particuliers	Consommation spécifique	l/j/per	40	40	40	40
	Consommation journalière moyenne de la population à desservir par BP	m <sup>3</sup> /j	221,6	489,3	583,1	680,9
Besoins et demandes	Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	360,1	620,4	722,8	829,5
	Besoins annexe	m <sup>3</sup> /j	36	62	72,3	83
	Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	396,1	682,4	795,1	912,5
	Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	522,9	900,8	1049,5	1204,5
	Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	550,4	958,3	1140,8	1338,3

Le résultat de l'évaluation des besoins et demandes en eau montre qu'en 2040, il faut 1204,5 m<sup>3</sup> d'eau au jours de pointe pour couvrir les besoins de la population. Mais en tenant compte des pertes d'eau dans le réseau, il faudra fournir 1338,3 m<sup>3</sup> d'eau depuis le forage afin que ce besoin soit satisfait.

### V.3.2 Estimation des débits à différents horizons

Afin de faire un dimensionnement optimal, pour satisfaire les besoins à toute heure du jour, les débits de distribution ont été évalués au niveau des BF et des BP. Ces débits ont permis d'obtenir le débit de point horaire. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau 8

**Tableau 8: Estimation du débit de distribution**

Désignation		Unité	2025	2030	2035	2040
Réseau d'adduction	Débit de pompage	m <sup>3</sup> /h	23,5	53,2	63,4	74,4
Distribution par BF	Débit de pointe horaire des BF	l/s	18	16,5	18	18
		m <sup>3</sup> /h	64,8	59,4	64,8	64,8
Nombre de BF		12	11	12	12	12
Distribution par BP	Débit de pointe horaire des BP	m <sup>3</sup> /h	26,8	61,3	74,9	89,6
		l/s	7,4	17	20,8	24,9
Nombre de BP			554	1223	1458	1702
Réseau de distribution	Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	91,6	120,7	139,7	154,4
		l/s	25,4	33,5	38,8	42,9

Le Tableau 8, montre que le débit de pompage à l'horizon du projet est de  $74,4 m^3/h$ . Le débit de pointe horaire permettant de satisfaire les besoins est de  $154,4 m^3/h$  soit  $42,9 l/s$ . Ce débit sera distribué grâce à 12 BF et 1702 BP.

### V.3.3 Dimensionnement et choix de la pompe.

#### ➤ Calcul de la HMT

Le Tableau 9 présente les résultats du calcul de la HMT. Le Débit et la HMT de ce tableau interviendra dans le choix de la Pompe.

**Tableau 9 : Résultat du calcul de la HMT**

Désignation	Signe et unité	Unité
Débit d'adduction Q(m <sup>3</sup> /h)	Q(m <sup>3</sup> /h)	74,4
Longueur de la conduite de refoulement	Lr (m)	3550
Rugosité de la conduite	Ks	150
Diamètre intérieur	Dint	258,4
Perte charge Totale	$\Delta H(m)$	7,04
Hauteur géométrique	Hg	86,38
Hauteur Manométrique Totale	HMT(m)	93,42

Le **Tableau 9** montre que pour un débit de  $74,4 \text{ m}^3$  transité par une conduite de DN 280, de diamètre intérieur 258,4 mm la HMT de la pompe à choisir est de 93,42 m.

➤ **Caractéristiques de la pompe choisie**

Après détermination des différents paramètres, les caractéristiques de la pompe choisie sont résumées dans le **Tableau 10**.

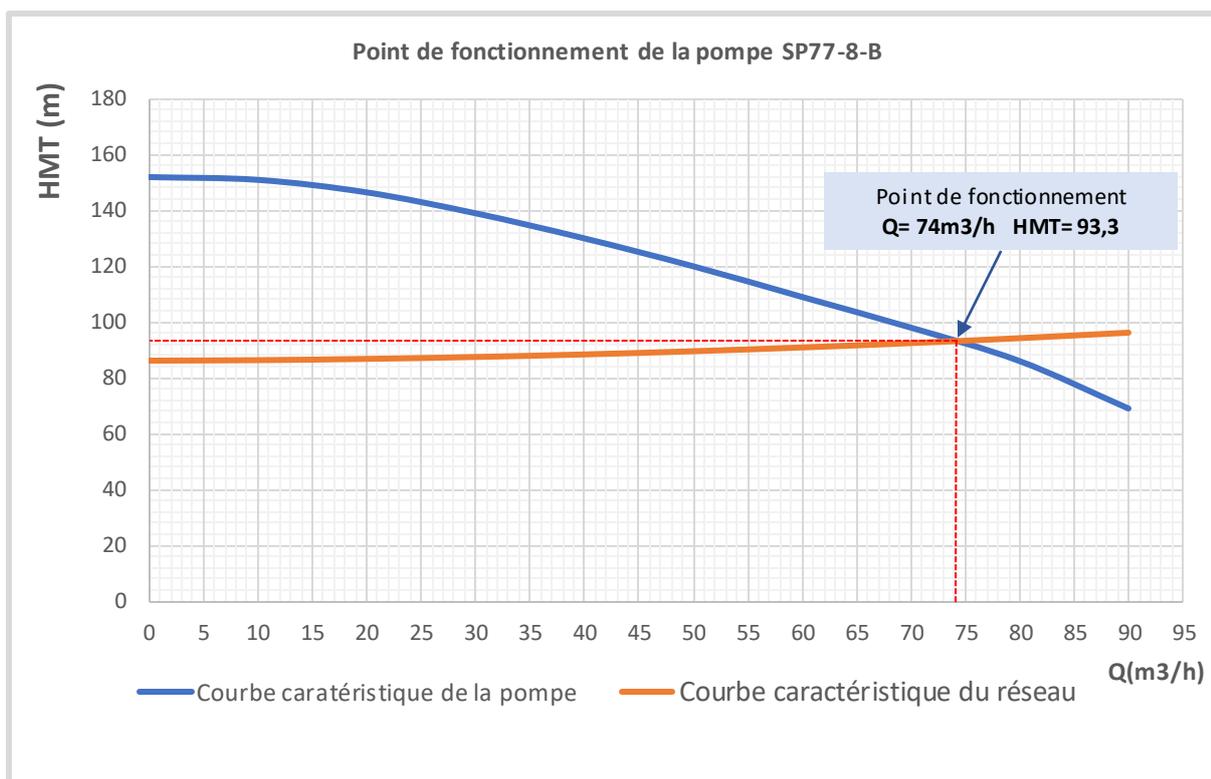
**Tableau 10: Caractéristique de la pompe choisie**

Désignation	Valeur
Type de pompe	GRUNDFOS SP77-8-B
Matériaux	Acier inoxydable
Débit nominal Q[m <sup>3</sup> /H]	77
Hauteur nominale [m]	92
Débit calculé réel Q[m <sup>3</sup> /H]	74,26
Hauteur réelle [m]	93,85
Poids net [Kg]	127
Fréquence [Hz]	50
Tension (V)	Triphasé 380-400-415
Rendement de la pompe [%]	75,3
Type du moteur	MS 6000
Puissance du moteur [KW]	26
Diamètre du moteur (Pouce)	6"
Rendement pompe moteur	62,9

L'analyse du **Tableau 10** montre que la pompe choisie est de marque Grundfos. Il s'agit de la SP77-8-B dont le débit nominal est de  $77 \text{ m}^3/h$  à avec une HMT de 92 m. Sa puissance est de 26 KW et a un rendement de 75,3 %. Cependant, en fonctionnement réel elle est capable de fournir un débit de  $74,26 \text{ m}^3/h$  à une hauteur de 93,85 m. Ces caractéristiques montrent qu'il s'agit bien d'une pompe capable de répondre aux besoins ce projet. Notons que le choix est porté sur la marque GRUNDFOS car il s'agit d'une bonne marque reconnue et dispose des produits résistants, fiables et populaires dans le domaine des pompes. La fiche technique de **l'annexe 5** nous donne plus de détail sur la pompe choisie.

### ➤ Détermination graphique du point de fonctionnement du système

Le point de fonctionnement du système est donné par l'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe et celle du réseau. La courbe caractéristique de la pompe représente ses possibilités de fonctionnement et est fournie par le fabricant. Quant à la courbe caractéristique du réseau, elle représente l'évolution des pertes de charges en fonction du débit.



**Figure 5: Point de fonctionnement de la pompe SP77-8-B**

Le graphique montre qu'au point de fonctionnement de la pompe, on a un débit de  $74 \text{ m}^3/\text{h}$  avec une HMT de 93,3 m. Ces valeurs graphiques se rapprochent bien des valeurs fournies par le fabricant de la pompe.

### V.3.4 Dimensionnement de la conduite d'adduction.

Le Tableau 11 présente le résultat du dimensionnement de la conduite d'adduction. Cinq (05) différentes formules ont été utilisées pour calculer le diamètre de cette conduite.

**Tableau 11: Dimensionnement de la conduite d'adduction**

Formules	Débit (m <sup>3</sup> /h)	DN (mm)	Dint (mm)	V (m/s)	Con_Flamant	
					V(m/s)	Vérification
Bresse	74,4	280	229,2	0,5	0,83	Vérifiée
Bresse modifié		280	229,2	0,5	0,83	Vérifiée
Munier		250	204,4	0,63	0,8	Vérifiée
Bonnin		180	158,6	1,05	0,76	Non
Achour et Bedjaoui		250	204,4	0,63	0,8	Vérifiée

Les résultats du Tableau 11 montrent que deux (02) différents diamètres sont adaptés. Il s'agit des DN250 et DN280. Le choix du plus petit diamètre nous permet d'économiser au moment de l'investissement mais son coût d'exploitation sera plus élevé que celui d'un diamètre plus grand. Vu la durée du projet, il est préférable de chercher à minimiser le coût d'exploitation. Cela revient donc à minimiser les pertes de charges. Ainsi, bien qu'il soit plus coûteux au moment de l'investissement, nous retenons le plus grand diamètre afin de minimiser les pertes de charge. D'où le diamètre choisi est le DN280.

### V.3.5. Vérification du risque de coup de bélier préjudiciable.

Il est toujours nécessaire de faire une vérification du risque du coup de bélier afin de prévoir ou non des dispositifs de protection des installations lorsque le coup de bélier est préjudiciable. Le résultat des calculs issus de cette vérification se présente dans le tableau 12.

**Tableau 12: Vérification du risque de coup de bélier préjudiciable**

Diamètre	D[mm]	204,4/250
Célérité de l'onde	C[m/s]	533,7
Variation de pression	$\Delta P$ [m]	34,3
Pression maximale	$P_{max}$ [m]	<b>127,72</b>
Pression minimale	$P_{min}$ [m]	<b>59,12</b>
Pression nominale	PN[m]	160
Pression maximale admissible	PMA[m]	192

L'analyse des résultats du Tableau 12 montre que la pression maximale susceptible d'être atteinte est de 127,72 m. alors que la pression maximale admissible de la conduite est de 192m. On constate que  $PMA > P_{max}$ . Il n'y a donc pas de risque de coup de bélier préjudiciable par suppression. De même, on a  $P_{min} > 0$ . Alors le risque de coup de bélier par dépression n'est pas préjudiciable. En conclusion, il n'y a pas de risque de coup de bélier préjudiciable. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier.

#### V.4. Résultat du dimensionnement du réservoir

Le volume total du château nécessaire est de 164 m<sup>3</sup>. Alors que le château existant est de 50 m<sup>3</sup>. Il faudra alors un complément 114 m<sup>3</sup>. Ainsi nous retenons un volume de 120 m<sup>3</sup> p.

**Tableau 13 Caractéristiques géométriques de la cuve du château**

Caractéristiques géométriques du château		
<b>Volume</b>	V[m <sup>3</sup> ]	120
<b>Hauteur de la cuve</b>	H[m]	6,4
<b>Diamètre</b>	D[m]	5
<b>Rayon</b>	R[m]	2,5

A travers le Tableau 13, le volume du château est de 120 m<sup>3</sup>. La hauteur de la partie cylindrique est de 6,3 m avec un diamètre de 5m. La hauteur est prise avec une revanche de 20cm. Notons qu'il s'agit ici des caractéristiques du château qui sera construit en complément du château existant dont le volume fait 50m<sup>3</sup>.

#### V.5 Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement complète du réseau de distribution n'est pas fait dans le cadre de cette étude du fait du manque de donnée. Au moment de la collecte des données, la zone d'études est

fortement touchée par la crise sécuritaire dont souffre le pays. C'est ainsi que les dimensionnements se limitent au réseau de refoulement et au château. Ainsi le profil en long et le carnet des nœuds et le dimensionnement du réseau de distribution ne seront pas présentés dans le présent document.

#### **V.6 Simulation du fonctionnement du réseau avec le logiciel Epanet**

Après le dimensionnement, une simulation du réseau sera faite avec le logiciel Epanet afin de s'assurer du fonctionnement du réseau en situation réelle. Toutefois d'autres logiciels peuvent être utilisés pour faire cette simulation.

#### **V.7. Dimensionnement des dispositifs du traitement de l'eau**

L'eau utilisée pour le présent projet est de l'eau souterraine. Il s'agit d'une eau naturellement claire et limpide. En raison de sa situation protégée, l'eau souterraine est moins susceptible d'être contaminée et de transmettre des maladies comparativement à l'eau de surface. Cependant comme la qualité de l'eau peut se dégrader au contact des équipements et au cours de son transport nous prévoyons une désinfection au chlore. Ce traitement simple permettra de maintenir et d'améliorer la potabilité de l'eau jusqu'au consommateur. Le choix du chlore se justifie par l'efficacité de son pouvoir rémanent pour la protection contre les pollutions futures et son accessibilité local à un prix abordable. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour assurer la chloration. Parmi ces dernières on peut noter l'utilisation des pompes doseuses, les injecteurs venturi ou l'utilisation des pastilles de chlore. Nous proposons ici l'utilisation d'une pompe doseuse. Pour cela, un équipement comprenant une pompe doseuse et un bac pour contenir la solution de traitement sera installé.

**Tableau 14: traitement de l'eau au chlore**

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
Débit d'eau traité	m <sup>3</sup> /h	74,4
Débit d'injection de la solution mère	l/h	9
Dose de traitement	mg/l	1,2
Concentration de la solution mère	g/l	10
Temps de fonctionnement par jour	h	18
Volume du BAC	L	2x100

Le Tableau 14 montre que pour l'injection de la solution de chlore, il faut un débit de 9l/h. Tenant compte du temps de fonctionnement journalier des installations, il faut deux bacs de 100L y compris la revanche. Ainsi, la solution de chlore sera préparée deux fois par jour et chaque bac servir pendant 9h de temps par jour.

### **V.8. Dimensionnement des sources d'énergie**

Dans ce qui suit, il sera question de la présentation des résultats du dimensionnement des sources d'énergie. Deux résultats principaux seront présentés ici.

#### **V.8.1 Dimensionnement de l'énergie solaire**

##### **➤ Détermination De la puissance du champ solaire et du nombre de panneau solaire**

Connaissant avec précision les caractéristiques de la pompe, le nombre module de panneau solaire nécessaire pour la faire fonctionner durant les heures de pompages est déterminé.

**Tableau 15: Dimensionnement du champ solaire**

<b>Désignation</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
Temps d'ensoleillement	T[h]	7
Rendement moteur +Pompe	$\eta$ [%]	62,9
HMT	M	93,3
Débit d'adduction	Q[m <sup>3</sup> /h]	74
Rendement générateur	$\eta_g$ [%]	85
Rendement onduleur	$\eta_o$ [%]	90
Ensoleillement moyen	$E_i$ [Kwh/m <sup>2</sup> /j]	5,5
Puissance crête	$P_c$ [wc]	57179
Puissance unitaire d'un module de panneau	$P_u$	300
Nombre de panneaux calculé	$N_p$ [U]	191
Nombre de panneaux retenus	$N$ [U]	200

A l'issue des calculs 191 panneaux solaires seront nécessaires pour le fonctionnement de la pompe. Le nombre final de panneaux retenu est de 200 soit 9 panneaux supplémentaires. Le surplus servira pour les besoins énergétiques des autres appareils électriques.

❖ Dimensionnement de l'onduleur

Tableau 16: Dimensionnement de l'onduleur

Désignation	Unité	Valeur
Puissance de la pompe	Pp[WC]	26000
Coefficient de correction	K	1,1
Rendement de la pompe	Rmp	0,629
cosφ	-	0,8
Pond calculée	Pond[W]	56836
Puissance retenue	Pr[Kw]	60

D'après les calculs, il faut un onduleur dont la puissance est de 56836 W. Nous retiendrons donc un onduleur de puissance 60000 W soit 60 KW

V.8.2 Dimensionnement du groupe électrogène

Tableau 17: Caractéristique du groupe électrogène

Désignation	Unité	Valeur
Débit de pompage	Q[m/h]	74
Auteur manométrique totale	HMT[m]	93,3
Rendement moteur +pompe	η[%]	62,9
Cos phi		0,85
Tension	U(V)	400
In courant nominal	I(A)	55,5
Cos phi	-	0,85
Puissance calculée	KVA	70,94
Puissance retenue	KVA	80

Le résultat du dimensionnement montre qu'il faut un groupe électrogène de 70,94 KVA. Nous retenons un groupe électrogène de 80 KVA.

## VI. ANALYSE FINANCIERE

### VI.1 Estimation du coût de réalisation du projet

L'estimation du coût du projet s'est basée sur les devis récents des travaux similaires, sur le renseignement auprès des fabricants et fournisseurs. Le détail de l'étude des prix se trouve au niveau de l'annexe 9. Le coût global de réalisation du projet d'alimentation en eau potable de Kouka s'élève à **cinq cent soixante-dix-neuf millions six cent cinquante-huit mille deux cent quarante franc (579 658 240)** hors taxe. Le **Tableau 18** résume les différents coûts d'investissement.

**Tableau 18: Coût d'investissement du projet**

N°	DESIGNATION	MONTANT (FCFA)
1	FRAIS GENERAUX DU CHANTIER	7 600 000
2	REABILITATION DES OUVRAGES EXISTANTS	12 433 500
3	OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENT D'EXHAURE	67 512 840
4	TUYAUTERIE ET EQUIPEMENT DE ROBINETERIE	260159500
5	CHATEAU METALIQUE, BORNE FONTAINE ET EQUIPEMENT DE TRARIEMENT	74 900 000
6	ENERGIE (Solaire, thermique et SONABEL)	112 605 400
7	CONSTRUCTION DES LOCAUX DIVERS	41 980 000
8	MISE EN ŒUVRE DU PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (PGES)	2 850 000
<b>TOTAL HORS TVA</b>		<b>580 041 240</b>

## VI.2 Estimation du Prix du mètre cube d'eau

### VI.2.1 Estimation du volume d'eau produit et facturée

Il s'agit d'estimer le volume total d'eau produit et vendu tout le long du projet. Ces volumes sont obtenus en calculant le volume d'eau produit et facturé sur chaque année puis la somme des volumes annuels jusqu'à l'horizon du projet. Le Tableau 19 nous présente ces volumes.

**Tableau 19: Volume d'eau à l'horizon du projet**

Année	2025	2030	2035	2040
Volume d'eau produit ( $m^3$ )	144577	1164752	2527480	4105813
Volume d'eau facturé en ( $m^3$ )	137348	1099954	2369673	3802460
Volume d'eau total produit à l'horizon du projet en 2040 en ( $m^3$ )	4105813			
Volume d'eau total facturé à l'horizon du projet en 2024 en ( $m^3$ )	3 802 460			

Après estimation, le volume d'eau facturé à l'horizon 2040 est de : 3802460  $m^3$ .

### VI.2.2 Dotation aux amortissements

Les équipements constitutifs du système d'alimentation en eau potable s'amortissent progressivement au fil du temps. C'est ainsi que le Ministère de l'Eau et de l'Assainissement a prévu à travers le guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso la répartition des charges de renouvellement des équipements entre le maître d'ouvrage et l'opérateur privé en fonction de la durée de vie des équipements au cours de l'exploitation du système. Ainsi, les dotations aux amortissements constituées par les fermiers alimentent annuellement un fonds de renouvellement. Ce fonds finance le renouvellement de tous les équipements dont la durée de vie est inférieure à 15 ans (MEA, 2019). Dans le cadre de ce projet, les dotations aux amortissements sont présentées dans le tableau ci-après

**Tableau 20: Dotations aux amortissements**

Equipement	Durée de vie [an]	Coût de l'investissement [F CFA]	Amortissement [FCFA/an]
Pompe immergée	10	15 000 000	1 500 000
Borne fontaine	15	14 000 000	933 330
Ouvrage de génie civil	10	44 001 000	2 933 400
Groupe électrogène	10	25 000 000	2 500 000
Pompe doseuse	5	5 000 000	1 000 000
Total amortissement annuel		8 866 730	
Total amortissement à l'horizon du projet		133 000 950	

### VI.2.3 Charge du personnel

Les charges du personnel sont relatives au paiement des salaires fixés sur la base du service et le degré d'occupation conformément à la grille salariale proposée par l'Agence des Travaux d'Infrastructure du Burkina Faso.

**Tableau 21: Charge d'exploitation lié du personnel**

Agents	Durée du projet [an]	Nombre [pers]	Montant mensuel [FCFA]	Montant annuel [FCFA]	Montant total [FCFA]
Chef du centre	15	1	250 000	3 000 000	45 000 000
Cassier /secrétaire		1	150 000	1 800 000	27 000 000
Plombier		2	100 000	2 400 000	36 000 000
Fontainiers		13	80 000	12 480 000	187 200 000
Gardien		2	75 000	1 800 000	27 000 000
<b>TOTAL</b>		19	655 000	21 480 000	322 200 000

#### VI.2.4 Charge d'exploitation liée à l'électricité.

Les charges d'exploitation liées à l'électricité sont constituées des coûts de l'énergie fournie par la SONABEL et de l'énergie fournie par le groupe électrogène. Le système fonctionnera en moyenne pendant 9h par jour avec la SONABEL, 7h avec le solaire et 2h avec le groupe électrogène. Le coût d'exploitation en matière d'énergie se présente dans le tableau suivant.

**Tableau 22: Coût d'exploitation lié à l'électricité**

Source d'énergie	Temps de fonctionnement journalier en heure	Coût d'exploitation en FCFA
SONABEL	9	149 472 000
Groupe électrogène	2	114 975 000
Solaire	7	0
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>264447 000</b>

#### VI.2.5. Coût du traitement de l'eau

Partant d'une dose de traitement de 1,2mg/l et du volume total d'eau produit à l'horizon du projet, le coût total du traitement de l'eau est estimé à **92 385 000 FCFA**

#### VI.2.6 Frais d'entretien et de maintenance du réseau

Pour assurer un bon fonctionnement du système, il sera organisé de façon périodique la maintenance des installations. De même, des dispositions seront prises afin que les pannes éventuelles soient résolues le plus rapidement possible. Les frais prévus à cet effet sont pris de façon forfaitaire égal à 2% du coût de réalisation du projet et s'élèvent à 11 600 825 FCFA

#### VI.2.7 du prix de revient du mètre cube d'eau

**Tableau 23: coût du mètre cube d'eau**

Désignation	Coût
Amortissement (A)	133 000 950
Charges d'exploitation et entretien (C)	680 981 062
Volume d'eau produite (V)	3 802 460
Prix de revient du m <sup>3</sup> d'eau [FCFA]	215
Prix de vente proposé pour le m <sup>3</sup> d'eau	250

Suite à l'étude financière, il ressort que le prix de revient du mètre cube d'eau est de 215 FCFA. Nous proposons 250 FCFA comme prix de vente du mètre cube d'eau. Cette proposition est faible par rapport au prix fixé par l'ONEA qui est de 500 FCFA en milieu rural. Le faible coût de revient du mètre cube d'eau peut être justifié par deux raisons principales. La première raison est le fait qu'il s'agit d'un projet qui est exonéré des taxes. La deuxième raison est l'existence de certains ouvrages qui sont à réhabiliter en non à construire. Le coût de réhabilitation étant assez faible par rapport à celui de la construction. Toutefois, la décision finale relative au prix de vente de l'eau revient aux autorités.

### **Proposition d'un mode de gestion du système d'AEP de Kouka**

La durée de vie d'un projet bien réalisé réside dans son mode de gestion et une bonne gestion garantie sans doute une longue durée de vie. Au Burkina Faso, il existe plusieurs modes de gestion des systèmes d'AEPS. Cette gestion consiste à attribuer ou non l'intégralité ou une partie des responsabilités aux collectivités locales. Notons que l'état des lieux montre que le système d'AEPS existant à Kouka était géré par l'affermage. Or le dysfonctionnement du système actuel n'est pas lié à la gestion. De plus comme il est notifié dans le PN-AEP 2016-2030, le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement du Burkina Faso à travers le guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso encourage la gestion d'un tel système par les opérateurs privés. Ainsi comme mode de gestion, nous proposons la gestion par affermage.

## **VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL.**

La réalisation de tout projet quelle que soit sa nature et son envergure, a d'impacts sur le milieu récepteur. Il convient donc d'analyser à l'avance les bienfaits et les méfaits du projet sur ce milieu afin de décider de la nécessité ou non de réaliser le projet. En cas de la réalisation du projet, cette étape permet de définir les moyens possibles permettant d'atténuer les impacts négatifs et maximiser les positifs. La première étape de cette étude est la catégorisation du projet.

### **VII.1 Catégorisation du projet.**

Conformément au Guide général de réalisation des études et notices d'impact sur l'environnement au Burkina Faso, le projet, est classé dans la catégorie B et requiert la réalisation d'une Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES).

## **VII.2 Description de la consistance des travaux**

Les travaux de réhabilitation et d'extension du système d'AEPS de la ville de Kouka s'inscrivent dans le cadre de la mise en œuvre du programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et (PN-AEP) établi par le Gouvernement du Burkina Faso et a pour but de contribuer à l'atteinte des objectifs du Secteur d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP) des Objectifs de Développement Durable (ODD).

De façon concrète, il s'agira de réaliser des travaux qui se présentent comme suit :

- Réhabilitation des bornes fontaines existantes
- Réhabilitation du locale de gestion
- Construction de nouvelles bornes fontaines
- Fourniture et pose de conduite
- Réhabilitation du château existant et installation d'un nouveau château
- Construction des Ouvrages annexes

L'ensemble des travaux d'implantation, d'installation du chantier, de terrassements (nettoyage et défrichage) impliquent des impacts environnementaux sur le milieu naturel en place. L'interaction directe des populations riveraines et l'entreprise qui sera chargée de l'exécution méritent une attention particulière. Notamment leurs besoins d'accès aux emplois non-qualifiés.

## **VII.3 Principaux impacts environnementaux et sociaux**

Pendant toutes les phases de chantier (la phase préparatoire, phase des travaux et de fin du chantier), la réalisation des travaux va nécessiter : des travaux d'installations de chantier ; la présence des travailleurs venus d'ailleurs, des transports de matériaux de construction ; L'utilisation des produits contaminants (ciment, carburant,) la production des déchets. Ces différentes activités occasionneront inévitablement des impacts sur l'environnement biophysique et humain. La nature et la gravité des impacts qui seront occasionnés dépendront des facteurs comme le mode de réalisation des travaux, les caractéristiques et sensibilités des sites des travaux, des méthodes de gestion et de contrôle des travaux, etc.

### **VII.3.1 Impacts du projet en phase préparatoire ou de démarcage**

- **Impacts positifs**
  - **Sur le milieu biophysique**

Aucun impact positif significatif n'est à prévoir sur les composantes du milieu naturel (air, sol, faune, flore, ressource en eau, etc.) pendant la phase de préparation

- **Sur le milieu humain**

Avec le démarrage du chantier, on pourrait assister au développement de l'emploi local favorisé par le recrutement de journaliers, particulièrement à pour les travaux manuels ou d'exécution de fouilles. Les activités comme la vente de produits alimentaires, de jus locaux généralement pratiquées par les femmes dans la ville connaîtront un léger développement du fait du personnel de chantier venu d'ailleurs qui constitue de nouveaux clients disposant de revenus conséquents. La réalisation des travaux nécessitera un déploiement du personnel ce qui va nécessiter la location de maison d'habitation constituant une source de revenu pour les propriétaires.

- **Impacts négatifs**

- **Sur le milieu biophysique**

Pollution sonore et atmosphérique dues aux bruits générés par les camions et engins des travaux et manutention des équipements ; la destruction du couvert végétal, la perturbation de la faune locale et modification du mode d'écoulement des eaux pluviales due au nettoyage et défrichage de surface.

- **Sur le milieu humain**

Les nuisances sonores, perturbation des activités des occupants ou exploitants de la zone d'installation du chantier Des risques de conflits et de bouleversements des rapports sociaux au niveau local lors du recrutement de la main-d'œuvre. Des conflits liés aux fonciers.

### **VII.3.2 Impacts du Projet en phase de construction**

- **Impacts positifs**

- **Sur le milieu biophysique**

Aucun impact positif significatif n'est à prévoir sur les composantes du milieu naturel (air, sol, faune, flore, ressource en eau, etc.) pendant la phase de construction des ouvrages.

- **Sur le milieu humain**

Pendant la phase de construction, les différentes activités de fouilles pour la pose des canalisations, de maçonnerie etc. qui n'exigent pas de qualification favoriseront l'emploi direct de quelques jeunes. Concernant les emplois indirects, la présence des employés pourra favoriser le développement circonstanciel des activités génératrices de revenu à travers l'installation de petits commerces et de services de restauration. La location de logement pour le personnel venu d'ailleurs constitue aussi un gain en revenus pour les propriétaires immobiliers. La rencontre

entre le personnel du chantier venu d'ailleurs et les populations locales crée un brassage social et culturel. Toutes les parties pourraient bénéficier des interrelations réciproques que cela implique dans le cadre du vivre ensemble.

➤ **Impacts négatifs**

• **Sur le milieu biophysique**

Le décapage et la mise à nu des sols dans les zones des travaux exposeront ceux-ci aux effets de l'érosion. Ce qui pourrait engendrer des ravinelements à certains endroits. Les travaux de fouille et le déchargement des graviers et sable vont entraîner l'envol de poussière contribuant à la détérioration de la qualité de l'air, plus marqué en saison sèche qu'en saison des pluies. Ces impacts seront ressentis dans la zone stricte du projet et sur les lieux d'approvisionnement en matériaux.

• **Sur le milieu humain**

Les itinéraires de pose des conduites longent et/ou traversent des zones de travaux d'autres personnes et des voies routières utilisées par les populations riveraines. Pendant les travaux de pose des conduites, le trafic routier existant sur ces voies connaîtra une légère perturbation. Le chantier générera des déchets qui pourraient être abandonnés dans des zones de dépôts non autorisés, et particulièrement sur les itinéraires des conduites. Il s'agit de matériaux d'excavation (terres issues des opérations de décaissement et de déblai), des déchets ordinaires issus des activités de chantier. Ces déchets pourraient détériorer temporairement la qualité de l'esthétique paysagère et du cadre de vie sur le site des ouvrages et le long des itinéraires des travaux.

### **VII.3.3 Impacts potentiels du projet en phase de fin de chantier et d'exploitation**

➤ **Impacts positifs**

• **Sur le milieu biophysique**

Rétablissement progressive du milieu perturbé par les travaux.

• **Sur le milieu humain**

La réalisation du projet sera bénéfique pour la population. Il y aura la Création d'emplois de fontainiers et de revendeurs d'eau sous forme d'emplois durables par la mise en place des bornes fontaines. Le renforcement de l'économie locale par la réinjection des sommes perçues

par les manœuvres dans l'économie sous forme d'investissement. Diminution des déplacements des femmes et enfants pour la recherche de l'eau. La Baisse importante des maladies d'origine hydrique et des dépenses en soins de santé du fait de l'accroissement des taux d'accès à l'eau potable et l'adoption par les populations de pratiques d'hygiène appropriées. Renforcement de la pratique d'une hygiène corporelle et alimentaire convenables du fait de la disponibilité de l'eau potable à travers la mise en place de bornes fontaines et des branchement privés.

➤ **Impacts négatifs**

• **Sur le milieu biophysique**

Le milieu physique sera négativement impacté dans le cas de la non remise en état adéquat des sites ayant reçu des travaux et de la non application des différentes dispositions du PGES. A cela s'ajoute le risque de constitution de nids de moustiques et de pollution du sol par production de boues en cas de mauvais entretien des points d'eau.

• **Sur le milieu humain**

On peut noter la perte d'emploi pour le personnel non qualifié recruté spécialement dans le cadre du projet. L'arrêt de petits commerces créés aux alentours des chantiers. Une augmentation des eaux usées au niveau des ménages et la prolifération des moustiques et du paludisme.

#### **VII.4 Risques liés aux activités du projet**

Les tranchés créés lors des travaux de fouille peuvent ne pas être fermés aussitôt. Par inattention, les populations, surtout les enfants pourront faire des chutes et se blesser. Il peut y avoir également des risques d'intoxication. Ces risques pourraient provenir de la réutilisation des emballages vides des ciments car par ignorance, les populations ont tendance à réutiliser les emballages vides des ciments et d'autres récipients ayant contenu des produits dangereux pour y servir des aliments. Cette situation si elle advient peut provoquer l'intoxication de la population à court, moyen ou long terme. La présence du personnel étranger à la zone des travaux peut engendrer des conflits dus aux cas d'adultère, d'accidents de circulation et autres habitudes non tolérées. Les risques de transmission potentielle des IST et du VIH-SIDA sont à considérer pour les populations riveraines des travaux, compte tenu de la présence des ouvriers célibataires ou déplacés de leur environnement familial. Du fait de la situation du projet dans une zone marquée par l'insécurité, le personnel du chantier peut être victimes des actes de vandalisme de la part des individus mal intentionnés.

## VII.5 Plan de gestion environnementale et social du projet

### VII.5.1 Phase d'installation du chantier et d'exécution des travaux

- **Mesure pour la bonification des impacts positifs**

Les mesures de bonification permettent d'accroître l'importance ou la valeur des impacts positifs d'un projet. Elles portent entre autres sur la recherche des voies et moyens pour permettre aux populations d'améliorer leurs revenus et leur qualité de vie. Ainsi Pendant la phase de préparation et de mise en œuvre du projet, il sera privilégié le recrutement de la main-d'œuvre locale surtout pour les emplois non qualifiés et permettre aux femmes d'avoir des emplois aux seins de la main-d'œuvre recrutée. Les entreprises et associations locales seront privilégiées pour l'achat des biens et services. Le personnel sera également sensibilisé au respect des règles de vie en communauté afin de favoriser un brassage social et culturel.

- **Mesure d'atténuation des impacts négatifs lors de l'installation et d'exécution des travaux.**

Avant l'installation du chantier l'entreprise chargé de l'exécution des travaux devra élaborer et mettre en place un plan d'installation du chantier. Le site d'installation doit être décidé en collaboration avec les autorités locales. Pendant la réalisation des travaux, il y aura la mise en place d'une signalisation visible marquant des zones des travaux en cours, des panneaux pour signaler les déviations, des panneaux d'interdiction de l'accès au chantier surtout les zones à risque, et des panneaux de limitation des vitesses pour la régulation de la circulation. En ce qui concerne la végétation, il y aura une limitation stricte du déboisement. Seuls les arbres incontournables seront abattus. Ces arbres seront identifiés et marqués. Un reboisement sera fait afin de remplacer les arbres qui seront abattus. .

### VII.5.2. Phase exploitation du chantier

- **Mesure pour la bonification des impacts positifs**

Pendant la phase d'exploitation, il sera organisé de temps en temps des séances de sensibilisation pour encourager et inciter d'avantage la population à l'usage de l'eau potable et aussi à prendre soin des ouvrages. Un accent particulier sera mis sur les pratiques de l'hygiène et de l'assainissement autour des points d'eau.

- **Mesure d'atténuation des impacts négatif**

A la fin du chantier, les mesure de réparations entamées lors de la phase d'exécutions seront poursuivies et achevés. Les activités à mener dans ce sens sont présentés en **annexe 6**

## VIII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.

L'étude technique de réhabilitation et d'extension du système d'AEPS de Kouka, a permis de faire l'état des lieux de la situation d'accès à l'eau potable de la ville, d'évaluer les besoins en eau actuels et futurs de la population et de dimensionner les ouvrages pour répondre à ces besoins. L'état des lieux révèle que la ville de Kouka est essentiellement alimentée par les PMH et les puits PM. Ces Ouvrages assurent une couverture des besoins en eau à 19,7% selon les statistiques de INO 2022. L'évaluation de la population basée sur les données démographiques estime la population de Kouka à 27020 habitants à l'horizon du projet. Pour satisfaire les besoins en eau de cette population en prenant comme consommation spécifiques les valeurs proposées par le décret 2019 relatif aux consommations spécifiques, il faudra fournir 1338,3 m<sup>3</sup> d'eau par jour. En plus de la distribution par les branchements particuliers, 12 bornes fontaines munies chacune de trois robinets débitant au total 1,5 l/s seront installés où les populations pourront s'approvisionner. La distribution est gravitaire et sera assurée par deux châteaux métalliques : le château existant de 50 m<sup>3</sup> et un château de capacité 120 m<sup>3</sup> à construire. La source d'eau est un forage à gros débit. Les châteaux seront approvisionnés à un débit de 74,4 m<sup>3</sup>/h grâce à une pompe immergée de marque Grundfos pendant 18h par jour à l'horizon du projet. Le système est constitué d'un linéaire total 19,5 kilomètres de conduite avec 3,5 kilomètres au refoulement et 16 kilomètres à la distribution. Les conduites seront en PEHD. La Distribution est assurée par des conduites PN10 avec des diamètres variants de DN63 à DN280 et le refoulement se fera à l'aide d'une conduite PN16 DN280. Les sources d'énergie sont : le solaire (7h/j), le groupe électrogène (2h) et l'énergide de la SONABEL (9h/j). Le coût total d'investissement du projet est de **580 041 240 FCFA HT**. Le prix de revient du mètre cube d'eau est de 215 FCFA et le mode de gestion proposé est l'affermage. La réalisation de ce projet aura plusieurs impacts positifs significatifs, tant sur le plan social, économique qu'environnemental. Ainsi, les habitants de Kouka bénéficieront désormais d'un approvisionnement en eau potable de façon continue et suffisante. Avec les points d'eau désormais plus proches, les femmes et les enfants pourront consacrer plus de temps à d'autres activités que la recherche de l'eau. Un accès fiable à une eau potable de qualité de façon permanente permettra aux habitants de maintenir une meilleure hygiène personnelle et domestique. Cela réduira l'incidence des maladies liées à l'eau, telles que la diarrhée, le choléra et la typhoïde. Cependant, lors de la réalisation et l'exploitation du projet, quelques impacts négatifs mineurs peuvent être enregistrés. Des mesures seront donc prises afin de limiter ces impacts et dans le cas échéant réparer les dommages qui seront causés.

## RECOMMANDATIONS

- ❖ Mettre en place un programme de maintenance préventive de l'ensemble du réseau.
- ❖ Mettre en place une équipe d'intervention rapide en cas de panne afin d'assurer la continuité dans le service de fourniture d'eau à la population
- ❖ S'assurer régulièrement que les installations de traitement fonctionnent correctement
- ❖ Sensibiliser la population sur l'usage responsable et économique de l'eau.
- ❖ Sensibiliser la population à signaler toute anomalie constatée sur la qualité de l'eau ou une panne éventuelle au niveau du réseau comme les fuites par exemple.
- ❖ Former les fontainiers sur les bonnes pratiques d'hygiène et d'assainissement autour des bornes fontaines.

## BIBLIOGRAPHIE

- ZOUNGRANA, D. (2003). *Cours d'Approvisionnement en Eau Potable*. Ecole Inter - Etats Ingénieurs de l'Équipement Rural ( E.I.E.R).
- ARTIS. (2022). Les caractéristiques des conduites en PEHD. *Naitre*.
- BADOLO, K. (2021). *ETUDE DE FAISABILITE D'UN SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DANS LE VILLAGE DE KEKABA, DANS LA COMMUNE RURALE DE OUARKOYE, REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN*. 2iE. Consulté le 2023
- COWI. (2020). *Rapport d'étude technique de l'APD de l'AEP MV de Ko*
- FI. (2019). *PRESENTATION DE FASO INGENIERIE*.
- INO. (2022). *Résultat\_INO\_2022 version finale*.
- Lawani, M. A. (2018). *ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage*. Institut 2iE.
- MEA. (2016). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030 (PN-AEP 2016-2030)*.
- MEA. (2016, Mai). Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable.
- MEA. (2019, Mars). Décret N° 2019-024/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable. Ouagadougou, Burkina Faso.
- MEA. (2019). *Guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso*.
- MEA. (2022). *Inventaire National des Ouvrages*. DGEP/MEEA.
- MEFP. (2022). *Etude d'impact environnemental et social du sous projet d'aménagement du Bas-fond de Sallé dans la commune de Kouka, province des Banwa, région de la boucle de Mouhoun*.
- MOUNIROU, L. A. (2018). *ESSENTIEL de Pompes et Stations de Pompage*. 2iE.
- MOUSSA, M. (2002). *Alimentation en eau potable*. Ecole nationale d'ingénieurs de Tunis.
- ZOUNGRANA, D. (2003, Novembre). *Cours d'Approvisionnement en Eau potable*. Groupe des écoles EIER-ETSHER. Consulté le 2023
- ZOUNGRANA, D. (2003). *Cours d'Approvisionnement en eau potable*. EIER

**ANNEXES :**

**ANNEXE 1 : Consommation spécifique du PN-AEP 2016-2030 et du décret 2019**

Tateau 1 Valeur des consommations spécifiques fixées par le décret 2019

<b>Critère d'accès au service potable</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Unité</b>	<b>Milieu Urbain 1</b>	<b>Milieu Urbain 2</b>	<b>Milieu rural</b>
	<b>Risque pour la santé</b>	-	<b>Faible</b>	<b>Faible</b>	<b>Faible</b>
Niveau de service : Borne fontaine ou Poste d'Eau Autonome	Nombre de ménages/point de livraison	U	60	60	60
	Consommation spécifique	Litre /jour /personne	25	25	25
	Distance maximale par rapport au lieu d'habitation	Mètre	500	500	500
	Temps de collecte de l'eau (aller-retour incluant le temps d'attente)	Minute	Moins de 30	Moins de 30	Moins de 30
	Risque pour la santé	-	Faible	Faible	Faible
Niveau de service : Branchement particulier	Nombre de ménages/point de livraison	U	1,2	1,4	1,5
	Consommation spécifique	Litre /jour /personne	60	50	40
	Distance maximale par rapport au lieu d'habitation	Mètre	0	0	0
	Risque pour la santé	-	Très faible	Très faible	Très faible

**Source :** (MEA, Décret N° 2019-024/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, 2019)

Tableau 2 : Evolution des consommations spécifiques selon le PN-AEP (2016-2030)

Horizon (année)	Consommation spécifique PEM [l/jour/pers.]	Consommation spécifique BF [l/jour/pers.]	Consommation spécifique BP [l/jour/pers.]
2015	8	8	10
2020	10	10	15
2025	12	12	20
2030	15	15	20

Tableau 2 : consommations spécifiques du PN-AEP 2016-2030

Source : (MEA, Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable, 2016)

**ANNEXE 2 : Cible intermédiaire et finale de la déserte en eau à l'horizon du projet**

Horizon (année)	Taux d'accès en %	Population desservie			
		Par SAEP			Par PEM
		Desservie par BP en %	Desservie par BF en %	Total desservis par SAEP	
2025	88	28,2 %	28,2 %	56,4 %	43,6 %
2030	100	56 %	24 %	80 %	20 %
<b>2035</b>	<b>100</b>	<b>63 %</b>	<b>22 %</b>	<b>85%</b>	<b>15 %</b>
<b>2040</b>	<b>100</b>	<b>70%</b>	<b>20%</b>	<b>90 %</b>	<b>10 %</b>

Source : (MEA, Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030 (PN-AEP 2016-2030), 2016)

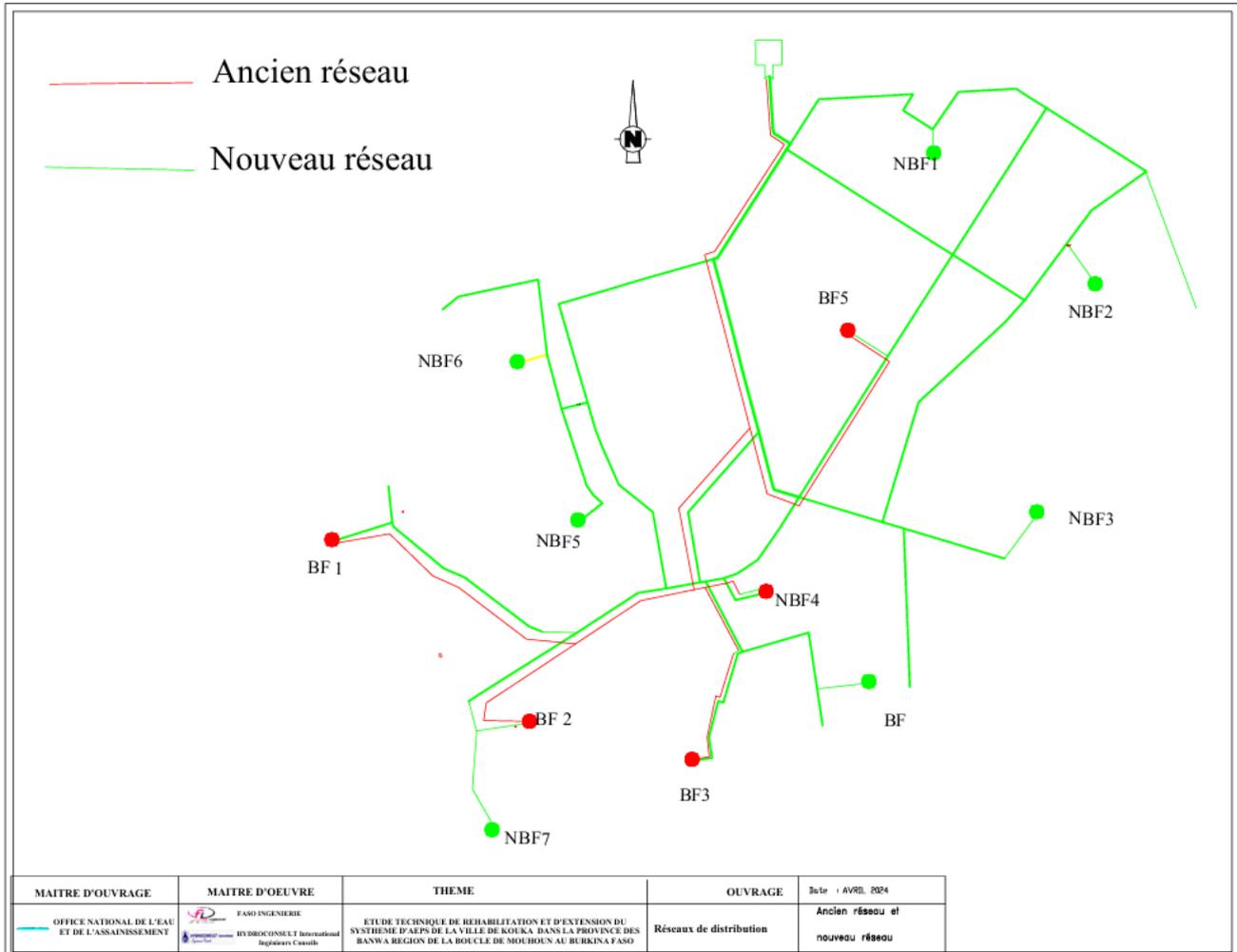
**ANNEXE 3 : Bilan des points d'eau et schéma du réseau d'AEPS de Kouka**

**Tableau 1 : Bilan sur les points d'eau de kouka.**

Ouvrages	Forages communautaires Équipés de pompe		Forage dans les écoles, équipé de pompe		Forages équipés non encore en service	Puits modernes fonctionnels
	Fonctionnelles	En panne	Fonctionnelles	En panne		
Nombre	6	4	7	2	2	11

**Source :** résultat (MEA, Inventaire National des Ouvrages, 2022) et données collectées sur le terrain

**Schéma du réseau existant et du nouveau réseau**



**ANNEXE 4 : Evaluation des besoins en eau**

Désignation	Horizon	Unité	2025	2030	2035	2040
	Population totale	Hbt	19639	21842	24294	27020
Taux de desserte total	%	56,25	80	83	85	
Taux de desserte des BF	%	28,2	24	23	22	
Population totale desservie par les BF	Hbt	5539	5243	5588	5945	
Consommation spécifique au niveau des BF	l/j/per	25	25	25	25	
Consommation journalière moyenne	m <sup>3</sup> /j	138,5	131,1	139,7	148,6	
Nombre de personnes par BF	Hbt	500	500	500	500	
Nombre de BF nécessaire	U	12	11	12	12	
Nombre de personnes réelle par BF	Hbt	462	477	466	496	
Taux de desserte des BP	%	28,2	56	60	63	
Population totale desservie par les BP	Hbt	5539	12232	14577	17023	
Consommation spécifique au niveau des BP	l/j/per	40	40	40	40	
Consommation journalière moyenne des BP	m <sup>3</sup> /j	221,6	489,3	583,1	680,9	
Nombre de personnes par BP	Hbt	10	10	10	10	
Nombre de BP nécessaires	U	554	1223	1458	1702	
Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	360,1	620,4	722,8	829,5	
Taux des besoins annexes	%	10	10	10	10	
Besoins annexe	m <sup>3</sup> /j	36	62	72,3	83	
Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	396,1	682,4	795,1	912,5	
Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup>	522,9	900,8	1050	1204,5	
Rendement du réseau	%	95	94	92	90	
Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	550,4	958,3	1141	1338,3	
Temps de pompage	H	18	18	18	18	
Débit de pompage	m <sup>3</sup> /h	30,6	53,2	63,4	74,4	
Temps de distribution	H	12	12	12	12	
Nombre de robinet de 0,5 l/s par BF	U	3	3	3	3	
Débit d'un robinet de chaque BF	l/s	0,5	0,5	0,5	0,5	
Débit de pointe horaire des BF	l/s	18	16,5	18	18	
	m <sup>3</sup> /h	64,8	59,4	64,8	64,8	
Temps de distribution	H	24	24	24	24	
Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	26,8	61,3	74,9	89,6	
	l/s	7,4	17	20,8	24,9	
Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	91,6	120,7	139,7	154,4	
	l/s	25,4	33,5	38,8	42,9	

**Annexe 5 : Fiche technique de la pompe**

		<p><b>Nom Société:</b>  <b>Créé par:</b>  <b>Téléphone:</b></p>
		<p><b>Date:</b> 07/01/2024</p>
Quantité	Description	
1	<p><b>SP 77-8B</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p align="center"><small>Note ! La photo produit peut différer du produit réel</small></p> <p>Référence: <b>16A019C8</b></p> <p>Pompe immergée, convient au pompage d'eau propre. La pompe peut être installée à la verticale ou à l'horizontale. Tous les composants sont en acier inoxydable, EN 1.4301 (AISI 304), pour une grande résistance à la corrosion. Cette pompe est homologuée pour la délivrance d'eau potable.</p> <p>La pompe est équipée d'un moteur 26 kW MS6000 avec étanchéité par protection anti-sable, garnitures mécaniques, lubrification à l'eau des paliers et une membrane de compensation du volume. Le moteur est à rotor noyé et offre une bonne stabilité mécanique et un haut rendement.</p> <p>Le moteur est équipé d'un capteur Grundfos Tempcon qui, associé à des communications par voie électrique et un panneau de commande MP204, permet de contrôler la température.</p> <p>Le moteur permet un démarrage direct.</p> <p>Liquide:                  Liquide pompé: Eau                  Plage température liquide: -15 .. 40 °C</p> <p>Technique:                  Vitesse de la pompe sur laquelle sont basées les données de la pompe: 2900 mn-1                  Débit calculé réel: 74,26 m³/h                  Débit nominal: 77 m³/h                  Point de fonctionnement réel de la pompe: 93,85 m                  Hauteur nominale: 92 m                  Garniture mécanique pour moteur: CER/CARNBR                  Certifications: CE,EAC,UKCA,SEPRO,MOROCCO                  Certifications pour l'eau potable: ACS,DM174                  Tolérance courbe: ISO9906:2012 3B                  Version moteur: T40                  Clapet anti-retour: OUI</p> <p>Matériaux:                  Pompe: Stainless steel                  EN 1.4301                  AISI 304                  Roue: Acier inox,                  EN 1.4301                  AISI 304                  Moteur: Acier inoxydable                  DIN W.-Nr. 1.4301                  AISI 304</p> <p>Installation:                  Pression ambiante maximum: 60 bar                  Pression maximale de service: 60 bar                  Pression de sortie maximale autorisée: 15,4 bar                  Type raccordement: Rp                  Taille du raccordement: 5 inch</p>	

		<b>Nom Société:</b>
		<b>Créé par:</b>
		<b>Téléphone:</b>
		<b>Date:</b> 07/01/2024
Quantité	Description	
1	<p>Motor diameter: 6 inch  Diamètre de forage minimum: 188 mm</p> <p>Donnée électrique:  Type moteur: MS6000  Conception de la bride moteur: Grundfos  Puissance nominale - P2: 26 kW  Puissance (P2) requise par pompe: 26 kW  Fréquence d'alimentation: 50 Hz  Tension nominale: 3 x 380-400-415 V  Courant nominal: 58.0-55.5-55.0 A  Intensité démarrage: 480-530-560 %  Cos phi - facteur de puissance: 0.87-0.85-0.82  Vitesse nominale: 2850-2870-2880 mn-1  Méthode de démarrage: DOL  Indice de protection (IEC 34-5): IP68  Classe d'isolement (IEC 85): F  Capteur de température intégré: Y  Longueur du câble: 5 m  Type de câble: FLAT  No moteur: 78195519  Enroulements: Enamelled</p> <p>Autres:  Poids net: 127 kg  Poids brut: 162 kg  Volume d'expédition: 0.295 m3  Pays d'origine: DK  Code douanier: 84137029  Certifications environnementales: WEEE</p>	

**Annexe 6 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs**

<b>Impacts négatif</b>	<b>Activités compensatoires</b>	<b>Coût [FCFA]</b>
Risque d'accident sur le chantier	Sensibiliser et faire respecter les consignes de sécurité sur le chantier, mettre des panneaux de signalisation	350000
Destruction de la flore et des habitats naturels des animaux	Planter des arbres	6 750 00
Pollution du sol, de l'air et de l'eau par les déchets solides ou liquides	Prévoir des moyens de collecte et de gestion des déchets	250 000
Erosion du sol et modification du coefficient d'infiltration dans la zone de grande de fouille	Faire une protection par drainage des eaux	800 000
Possibilité d'apparition et de propagation de maladies respiratoires	Arroser les zones susceptibles de dégager de forte poussière	250 000
Risque de contamination des IST et MST (VIH, hépatite, etc.)	Mener des séances de Sensibilisation des ouvriers et la population et dont de préservatif aux ouvriers	325 000
Possibilité de de pollution sonores	Respecter les heures de repos pour les travaux effectuer avec les engins et utiliser des engins moins bruyants	-
Possibilité de conflit domanial et de conflits entre les populations ou les travailleurs	Mener des actions de sensibilisation, d'éducation et de communication à l'endroit de la population et du personnel.	200 000
<b>Total</b>		<b>2 850 000</b>

**Annexe 7 : Modes de gestion des systèmes d'AEP au Burkina Faso**

<b>Mode de gestion</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>
	Création d'emploi	Tous les risques pèsent sur la commune	Réalisation d'une étude de faisabilité
	Maîtrise de l'exploitation des ouvrages	Augmentation des charges de travail	Personnel qualifié et compétent
	Proximité de service	Risque d'influence politique sur les décisions	Délibération du conseil municipal
	Fluidité dans les décisions	Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens	Disponibilité d'infrastructures et de moyens de travail
	Valorisation de l'expertise locale		Existence d'un fonds de roulement
	Moins de charges		Fonctionnalité des installations
	Dividendes politiques		
<b>La régie autonome</b>	Création d'emplois	Tous les risques pèsent sur la commune	Réalisation d'une étude de faisabilité
	Maîtrise de l'exploitation des ouvrages	Augmentation des charges des travaux	Personnel qualifié et compétent
	Proximité de service	Risque d'influence politique sur les décisions	Délibération du conseil municipal
	Fluidité dans les décisions	Lourdeur dans les procédures d'acquisition des biens	Disponibilité d'infrastructures et de moyens de travail
	Valorisation de l'expertise locale		Existence d'un fonds de roulement
	Moins de charges		Fonctionnalité des installations

<b>Mode de gestion</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>
	Personnel détaché du reste du personnel municipal		
	Dividendes politiques		
<b>Affermage</b>	Moins de charges et de risques	Maîtrise d'ouvrage non assurée pleinement	Réaliser une étude de faisabilité
	Moins de lourdeurs dans les	Possibilité de rupture du contrat par le fermier	Appel à la concurrence pour le choix du fermier
	Disponibilité du personnel qualifié	Partage des bénéfices éventuels	Inventaire des installations
	Qualité du service garantie	Compétence et probité du fermier ne sont pas assurées	Obtenir une délibération du conseil municipal
			Disposer de capacités pour contrôler la gestion technique et financière
<b>Concession</b>	Les réalisations reviennent à la fin à la commune	Les retombées ne sont perçues qu'à la fin de la concession	Avoir l'autorisation du conseil municipal
	Décharge totale de la commune	Les infrastructures laissées à la fin sont généralement hors d'usage	Trouver un opérateur privé ou public qualifié dans le domaine
	Perception de taxes pour la commune	Faible développement de l'expertise communale	Signer un contrat
	Aucun investissement de la part de la commune	Le concessionnaire privilégie la rentabilité au détriment du social	
	Le concessionnaire est libre de ses initiatives	La commune reste responsable et redevable face aux citoyens	

Annexe 8 : Grille tarifaire de la SONBEL

**SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU BURKINA**

DEPANNAGE  
80 00 11 30 (N° Gratuit)

Société d'Etat au capital de 63 308 270 000 Francs CFA  
Siège social : 55, Avenue de la Nation  
01 B.P. 54 Ouagadougou 01  
Tél. : (226) 25 30 61 00 / 02 / 03 / 04 / Fax : (226) 25 31 03 40  
Site web : www.sonabel.bf

DEPANNAGE  
80 00 11 30 (N° Gratuit)



**Grille tarifaire applicable à partir du 1er octobre 2023**

Arrêté n° 2023 ..... /MEMC/MEFP/MDICAPME du.....

TENSION	Catégories et tranches tarifaires	FACTURATION DES CONSOMMATIONS				FRAIS D'ABONNEMENT TTC				
		Tarifs du kWh (F CFA)			Redevance mensuelle (F CFA)	Prime fixe mensuelle (F CFA)	Prépayé (F CFA)	Postpayé (F CFA)		
B A S E	MONOPHASE 2 FILS	Tarif type A (monophasé social)	Tranche 1 (0 à 75 kWh)	Tranche 2 (76 à 100 kWh)	Tranche 3 (plus de 100 kWh)	1 132	0	1 229	3 375 + K	
		1A à 3A	75	128	138					
		Tarif type B1 (monophasé normal)	Tranche 1 (0 à 50 kWh)	Tranche 2 (51 à 200 kWh)	Tranche 3 (plus de 200 kWh)	457	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
		5A - 15A	96	102	109					
		20A - 30A	96	102	109	764	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
		Tarif type B2 (monophasé spécial)	Tranche unique			457	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
	5A - 15A	160								
	20A - 30A	160			764	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K		
	T E N S I O N	TRIPHASE 4 FILS	Tarif type C1 (triphasé normal)	Tranche 1 (0 à 50 kWh)	Tranche 2 (51 à 200 kWh)	Tranche 3 (plus de 200 kWh)	1 228	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K
			10A - 15A	96	108	114				
			20A - 30A	96	108	114	1 373	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K
			Tarif type C2 (triphasé spécial)	Tranche unique			1 228	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K
10A - 15A			160							
20A - 30A			160			1 373	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K	
B T	POSTES HORAIRES	Tarif type D	Heures pleines (00h00 - 17h00)	Heures de pointe (17h00 - 24h00)		8 538	2 882 par kW		PS x 100 x 130 + K	
		Tarif type D1 Non industriel	88	165						
		Tarif type D2 Industriel	75	140		7 115	2 402 par kW		PS x 100 x 118 + K	
		Tarif type D3 Spécial	160	160		8 538	2 882 par kW		PS x 100 x 160 + K	
M O Y E N N E	MOYENNE TENSION (MT)	Tarif type E	Heures pleines (00h00 - 17h00)	Heures de pointe (17h00 - 24h00)		8 538	5 903 par kW		PS x 100 x 118 + K	
		Tarif type E1 Non industriel	64	139						
		Tarif type E2 Industriel	54	118		7 115	5 366 par kW		PS x 100 x 118 + K	
		Tarif type E3 Spécial	160	160		8 538	5 903 par kW		PS x 100 x 160 + K	
I N D U S T R I E S	EXTRACTIVES ET HAUTE TENSION (HT)	Tarif type G	Heures pleines (00h00 - 10h00)	Heures de pointe (10h00 - 24h00)		7 115	5 366 par kW		PS x 100 x 155 + K	
		Tarif type G	70	140						
E C L A I R A G E	PUBLIC	Tarif type F	Tarif unique			381	- PS = Puissance Souscrite et K = Frais de police + impôts et taxes - Pour la tarification à postes horaires BT, MT et HT : Pénalisation si Cos phi < 0,93 - L'administration est dispensée du versement de l'avance sur consommation			
		5A - 15A mono	122							
		20A et plus mono	122			637				
		10A - 15A triphasé	122			1 022				
20A et plus triphasé	122			1 144						

NB : le tarif spécial est appliqué aux postes d'abonnement qui sont prises en charge par les banques et autres établissements financiers, les sociétés d'assurances, les compagnies de télécommunications, les institutions internationales, les ambassades et autres entités diplomatiques et les industries du

**ENSEMBLE AU SERVICE D'UNE GRANDE AMBITION**

**Annexe 9 : Etude financière**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
<b>1</b>	<b>FRAIS GENERAUX DU CHANTIER</b>				
1.1	Installation et replis de chantier	ff	1	5000000	5000000
1.2	Elaboration de dossier d'exécution et document de récolement	ff	1	600000	600000
1.3	Essai de fonctionnement général du réseau	ff	1	2000000	2000000
	<b>SOUS TOTAL 1</b>			<b>7600000</b>	<b>7600000</b>
<b>2</b>	<b>REHABILITATION DES OUVRAGES EXISTANTS</b>				
2.1	<b>Château existant</b>				
2.1.1	Fourniture et application de la peinture anti rouille sur les parois extérieures, et de la peinture (alimentaire) sur les parois intérieures en contact avec l'eau y compris toutes sujétions	ff	1	1250000	1250000
2.1.2	Démontage du château, fourniture et pose de nouveau poteaux métalliques de section ronde, de diamètre 48cm et épaisseur minimale de tôle 5mm y compris application de la peinture aluminium	ff	1	6500000	6500000
2.1.3	Réparation de l'échelle de lecture du niveau d'eau	ff	1	150000	150000
2.1.4	Fourniture et pose de tuyauterie en Galva renforcé DN100 Pour emplacement de la colonne montante (refoulement et distribution) y compris raccord	ml	40	42500	1700000
2.1.5	Fourniture et pose de tuyauterie en Galva renforcé DN80 Pour colonne montante (Vidange +trop plein) y compris raccord	ml	25	32500	812500
2.2	<b>Bornes fontaines</b>				
2.2.1	Réalisation de nouveaux hangars pour borne fontaine, y compris toutes sujétions	u	5	125000	625000
2.2.2	Fourniture et la pose de robinets de puisage en laiton brut DN 20x27 mm pour sortie de bornes fontaines	u	15	7500	112500
2.2.4	Réalisation de nouveaux puisards muni des mallettes, pour borne fontaine, y compris toutes sujétions	u	5	80000	400000

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
2.2.5	Nettoyage et application de la peinture glycéro (métallique) sur le couvercle de chaque BF	u	5	15000	75000
2.3	<b>Locale bureau et locale magasin</b>				0
2.3.1	Nettoyage et correction des fissure sur les murs (intérieur et extérieur), y compris toutes sujétions	ff	1	200000	200000
2.3.2	Nettoyage et application de la peinture vinylique (sur mur intérieur) à l'ensemble du bâtiment.	m2	107	3000	321000
2.3.3	Démontage, fourniture et pose de nouvelle serrure, y compris toutes sujétions	u	3	15000	45000
2.3.4	Nettoyage à l'intérieur du bâtiment, y compris toutes sujétions	ff	1	30000	30000
2.3.5	Traitement anti-termites y compris toutes sujétions		1	45000	45000
2.4	<b>Latrine -douche</b>				0
2.4.1	Démontage et correction du système de fixation des portes et application de la peinture glycéro (métallique), y compris toute sujétions	u	2	35000	70000
2.5	<b>Clôture</b>				
2.5.1	Démontage et correction du système de fixation du portail, application de la peinture glycéro (métallique), fourniture et démontage, fourniture et pose de nouvelle serrure pour le portail y compris toutes sujétions	U	1	97500	97500
	<b>SOUS TOTAL 2</b>				12433500,00
3	<b>OUVRAGE DE CAPTAGE ET EQUIPEMENT D'EXHAURE</b>				
3.1	Réalisation d'un forage positif à gros débit de 250 m de profondeur au plus et équipé en 10 à 14 pouces y compris implantation, développement, essais de pompage par palier de longue durée prélèvement et analyses des eaux (analyses physico-chimiques complètes et bactériologique de l'eau du forage)	ft	1	35000000	35000000
3.4	Fourniture, pose et raccordement d'électropompe immergée SP-8-B d'un débit de 74,4 m <sup>3</sup> et d'une HMT 93,4 m DE y compris câble de sécurité en acier inox et toutes sujétions.	u	1	15000000	15000000

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
3.2	Construction du regard tête de forage et aménagement des alentours du forage y compris toutes sujétion	ens	1	1500000	1500000
3.3	Equipement complet du regard de tête de forage (pièce et raccord en fonte ductile/acier inox de diamètre DN 100 mini, ventouse, compteur pressostat, manomètre clapet A/R vanne corde support) et toute sujétion	ens	1	6500000	6500000
3.4	Fourniture et installation d'une armoire de commande de l'électropompe de forage y compris toute sujétion	ens	1	5676340	5676340
3.5	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 4x35 mm <sup>2</sup> entre l'inverseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe	ml	30	15400	462000
3.6	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 4x25 mm <sup>2</sup> entre le coffret de protection et le Pui de forage	ml	50	11110	555500
3.7	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique U1000 R02V de 4x25 mm <sup>2</sup> entre sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toute sujétion	ml	45	14300	643500
3.8	Fourniture et pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4X25 mm <sup>2</sup> pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage y compris toute sujétion	ml	50	14300	715000
3.9	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique U1000 R02V de 3x1,5 mm <sup>2</sup> pour l'asservissement et la surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage	ml	20	1650	33000
3.10	Fourniture, pose et raccordement de câbles électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5 mm <sup>2</sup> des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toute sujétion	ml	150	1650	247500

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
3.11	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipé de borne de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage, y compris toute sujétion	u	1	108000	108000
3.12	Fourniture et pose d'un avertisseur sonore y compris toute sujétion (blocage, marche à sec)	u	1	165000	165000
3.13	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau	u	3	29000	87000
3.14	Puits de terre équipé à la terre pour champ des panneaux solaire	u	1	500000	500000
3.15	Fourniture et pose d'un inverseur de source (Réseau SONABEL/PV), y compris toutes sujétions	u	1	25000	25000
3.16	Fourreaux pour câble souterraine de basse tension BT U 1000 R2V diamètre ø63 grillage avertisseur y compris accessoires et raccordement	ml	100	1300	130000
3.17	Câble blindé pour transmission de données FTP ohms diamètre 0,55 mm EN50288 type AW G24 ou équivalent	ml	100	1650	165000
	<b>SOUS TOTAL 3</b>				<b>67512840</b>
<b>4</b>	<b>TUYAUTERIE ET EQUIPEMENT DE ROBINETERIE (vanne, vidange, ventouse, compteur)</b>				
4.1	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE < 200 mm en terrain de toute nature	ml	15467	1800	27840600
4.2	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD 200 mm ≤ DE ≤ 280 mm en terrain de toute nature	ml	4087	2200	8991400
4.3	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 63 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur)	ml	2532	5100	12913200
4.4	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 75 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	4276	6500	27794000

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
4.5	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 90 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	3753	7300	27396900
4.6	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 110 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	861	8200	7060200
4.7	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 125 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur)	ml	1203	9500	11428500
4.8	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 140 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	2197	10000	21970000
4.9	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 160 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	645	11000	7095000
4.10	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 200 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	429	13900	5963100
4.11	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 225 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	22	15500	341000
4.12	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 280 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	86	17000	1462000
4.13	Fourniture et pose de conduite PEHD DE 250 PN16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	3550	17500	62125000
4.14	Rinçage, désinfection et essai de pression des conduites y compris toutes sujétions	ml	16004	150	2400600
4.15	Protection de conduite contre l'érosion (protection type 1) y compris toutes sujétions	ml	120	14500	1740000
4.16	Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement (Coude, Té, cône réducteur, collier de prise en charge ...)	ens	1	550000	550000
4.17	Réalisation de branchements particuliers institutionnels	u	20	105000	2100000

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
4.18	Fonçage sous route aménagée non bitumée y compris toutes sujétions de pose de tuyauterie et regards latérales	ml	90	50000	4500000
4.19	Equipement complet regard by-pas adduction/distribution (Compteur, vanne clapet anti retour, pièce et raccord en fonte ductile	u			800000
4.20	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 280	u	1	590000	590000
4.21	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 140	u	3	280000	840000
4.22	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 125	u	2	220000	440000
4.23	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 110	u	3	130000	390000
4.24	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 90	u	7	120000	840000
4.25	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 75	u	4	105000	420000
4.26	Robinet-vanne à bride sur PEHD DE 63	u	7	80000	560000
4.27	Dispositif de vidange sur conduite PEHD DE125	u	1	350000	350000
4.28	Dispositif de vidange sur conduite PEHD DE 90	u	3	255000	765000
4.29	Dispositif de vidange sur conduite PEHD DE 63	u	4	235000	940000
4.30	Ventouse sur conduite PEHD DE 280	u	1	1100000	1100000
4.31	Ventouse sur conduite PEHD DE 160	u	1	515000	515000
4.32	Ventouse sur conduite PEHD DE 140	u	1	430000	430000
4.33	Ventouse sur conduite PEHD DE 90	u	1	245000	245000
4.34	Ventouse sur conduite PEHD DE 63	u	4	220000	880000
4.35	Construction de regard pour (Vanne, vidange, ventouse...)	u	20	640000	12800000
4.36	Fourniture, et pose de bouche d'incendie DN 100 mm, à une pression de 1 bar (compris accessoire de pose : vanne coude, tube de remontée et bride combinée	u	2	1450000	2900000
	<b>SOUS TOTAL 4</b>				260159500
5	CHATEAU METALIQUE, BORNE FONTAINE ET EQUIPEMENT DE TRARIEMENT				0

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
5.1	Fourniture et pose d'un château métallique de 120 m <sup>3</sup> , hauteur sous radier : 13 m, y compris différentes colonnes (alimentation, distribution, vidange et trop plein, ...), les équipements du by-pass (clapet anti retour, compteur, vannes), échelle de lecture y compris toute sujétion.	ens	1	55000000	55000000
5.2	Etude géotechnique du site du château	ff	1	900000	900000
	Poste de coloration (table électrique, 2 pompes doseuse, 2 agitateurs et deux bacs de préparation et toute sujétion)	ens	1	5000000	5000000
5.3	Construction et branchement de BF à 3 robinets de débit 1,5 L/S, fourniture et pose de hangar y compris l'ensemble de la tuyauterie, pièces de raccords, compteur, vanne et robinetterie, massif en béton, puits perdu, prise en charge sur la conduite de distribution et toutes sujétions.	ens	7	2000000	14000000
	<b>SOUS TOTAL 5</b>				<b>74900000</b>
6	<b>ENERGIE (Solaire, thermique et SONABEL)</b>				
6.1	<b>Energie solaire</b>				
6.1.1	Fourniture, pose et essai des panneaux solaires mono cristallin de 300 WC 24 V y compris support et toutes suggestions de pose et de raccords	u	200	250000	50000000
6.1.2	Fourniture, pose, raccordement et essai d'un onduleur Triphasé Solar 60 kVA 50KTLX-G3	u	1	4000000	4000000
6.1.3	Fourniture, pose et raccordement d'un parafoudre DC 800V, y compris toute sujétion	u	1	250000	250000
6.1.4	Fourniture, pose et raccordement d'un coupe circuit CC pour la partie continu compris toute sujétion	u	1	50000	50000
6.1.5	Fourniture, pose et raccordement d'une protection contre les surcharges Côté Continu (Disjoncteur DC), y compris toute sujétion	u	1	120000	120000
	<b>SOUS TOLAL 6.1</b>				<b>54420000</b>
6.2	<b>Energie thermique (groupe électrogène)</b>				

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
6.2.1	Fourniture, pose et mis en service d'un groupe électrogène diesel insonorisé d'une puissance de 80 KVA de marque Kohler à démarrage automatique avec possibilité de démarrage automatique, avec inverseur de source automatique y compris toutes sujétion	u	1	19000000	19000000
6.2.2	Fourniture, pose et raccordement d'une cuve de 1000L en tôle inoxydable pour servir de réservoir externe y compris toutes sujétions	u	1	1000000	1000000
6.2.3	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6 mm <sup>2</sup> sur chemin de câble pour l'alimentation de l'armoire électrique à partir du groupe électrogène, y compris toutes sujétions	u	20	1200	24000
	<b>SOUS TOLAL 6.2</b>				<b>26024000</b>
<b>6.3</b>	<b>SONABEL</b>				
6.3.1	Extension de la ligne aérienne HT 33KV	km	0,6	23724000	14234400
6.3.2	Liaison HT cellule protection, transformateur - transformateur par câble unipolaire à isolement sec, à champ radial	ens	1	922700	922700
6.3.3	Transformateur triphasé 33Kv/400-230v-160 H61	u	1	6111500	6111500
6.3.4	Potence pour transformateur	u	1	215300	215300
6.3.5	Déclencheur type 7	u	1	807600	807600
6.3.6	Disjoncteur haut de poteau +commande	u	1	984200	984200
6.3.7	Accessoire de fixation et de raccordement	ens	1	461300	461300
6.3.8	Liaison électrique BT Local SONABEL 4x35 m <sup>2</sup>	ml	70	23900	1673000
6.3.9	Tableau complet comptage et protection	ens	1	1845400	1845400
6.3.10	Compensation en amont du comptage par batterie de condensateur de puissance 5 Kvar 400V y compris protection par disjoncteur 3x16 A câble et tout autre sujétion	ens	1	4306000	4306000
6.3.11	Mise à la terre par câble cuivre de 29mm <sup>2</sup>	ens	1	300000	300000
6.3.12	Fourniture et pose d'un extincteur + support de fixation	u	2	150000	300000
	<b>SOUS TOLAL 6.3</b>				<b>32161400</b>

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO**

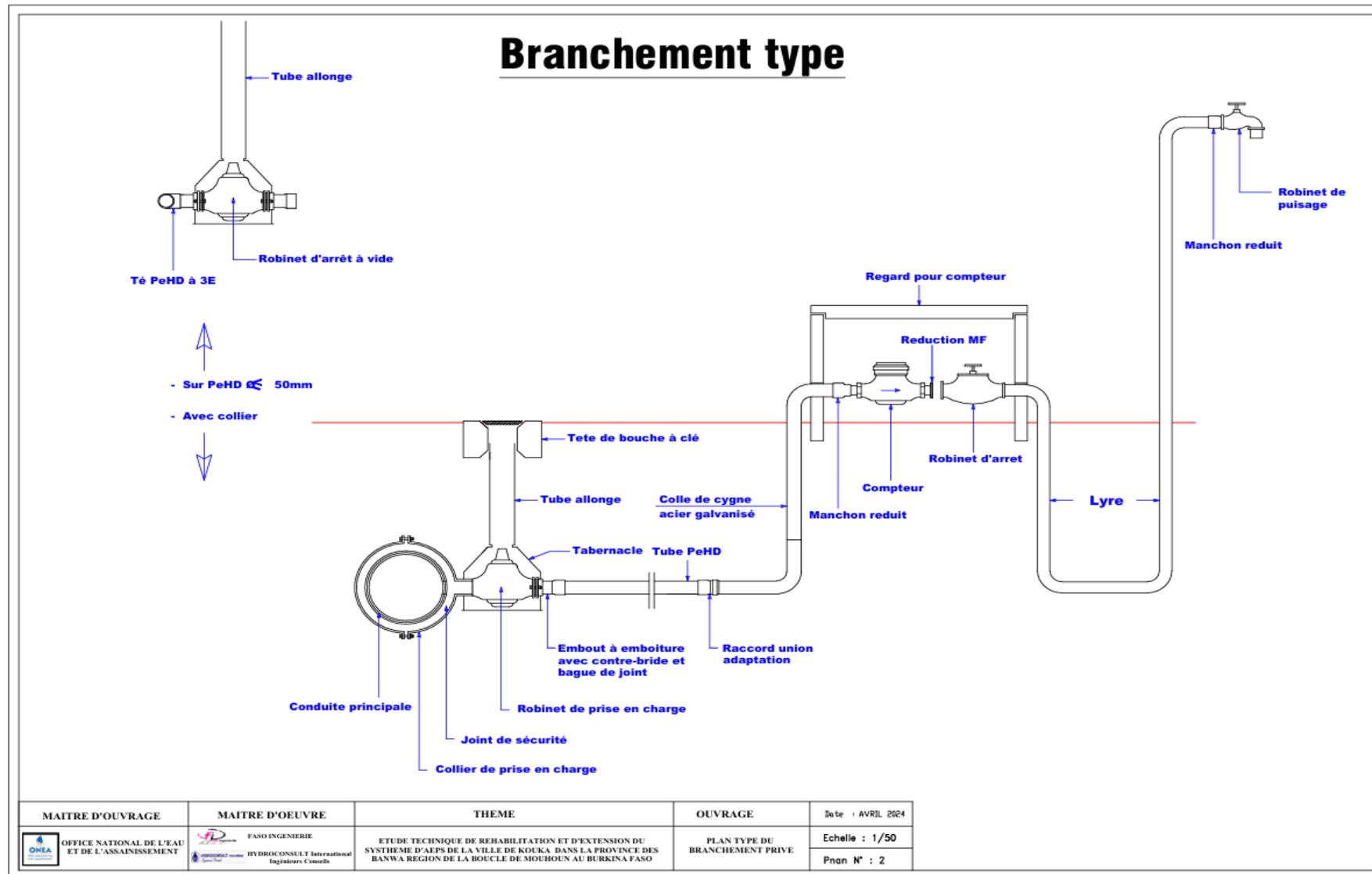
<b>N°</b>	<b>DESIGNATION</b>	<b>UNITE</b>	<b>QTE</b>	<b>P.U [FCFA ]</b>	<b>PT [FCFA]</b>
	<b>SOUS TOLAL 6</b>				<b>112605400</b>
<b>7</b>	<b>CONSTRUCTION DES LOCAUX</b>				
7.1	Aménagement d'une clôture grillagée d'une longueur de 417 mètres pour l'ensemble (tête de forage, local technique locale gardien latrine VIP-douche et champ photovoltaïque), y compris toute sujétion	ml	417	40000	16680000
7.2	Aménagement d'une clôture grillagée d'une longueur de 120 mètres pour le site du château métallique y compris toute sujétion	ml	120	40000	4800000
7.3	Construction du local technique pouvant contenir le compteur, l'extincteur et l'armoire électrique y compris les installation électrique l'appareillage intérieur et toute sujétions	u	1	4500000	4500000
7.4	Construction du locale groupe électrogène pouvant contenir le groupe électrogène et un extincteur y compris les installations électriques, appareillages intérieurs et toutes sujétions.	u	1	4000000	4000000
7.5	Construction du local gardien, fourniture et pose des accessoires, appareillage électrique filerie, lampes interrupteur prise etc.) pour électrification du local, y compris toute sujétion	u	1	2500000	2500000
7.6	Construction d'un ensemble latrine VIP-douche avec un regard et puisard, fourniture et pose des accessoires, appareillage électrique (filerie, lampe, interrupteur, prises etc.) pour électrification y compris toute sujétion	u	1	2000000	2000000
7.7	Construction d'un local de dosage en chlore, fourniture et pose d'accessoires, appareillage électrique (filerie, lampe interrupteur prise ; etc.) pour électrification du locale, fourniture et pose de dispositif de mise en hauteur du bac mélangeur et du bac supportant la pompe doseuse y compris toute sujétion	u	1	7500000	7500000
	<b>SOUS TOTAL 7</b>				<b>41980000</b>
8	Mise en œuvre du Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)	ff	1	2850000	2850000
	<b>SOUS TOLAL 8</b>				<b>2850000</b>
	<b>TOTAL HORS TVA</b>				<b>580041240</b>

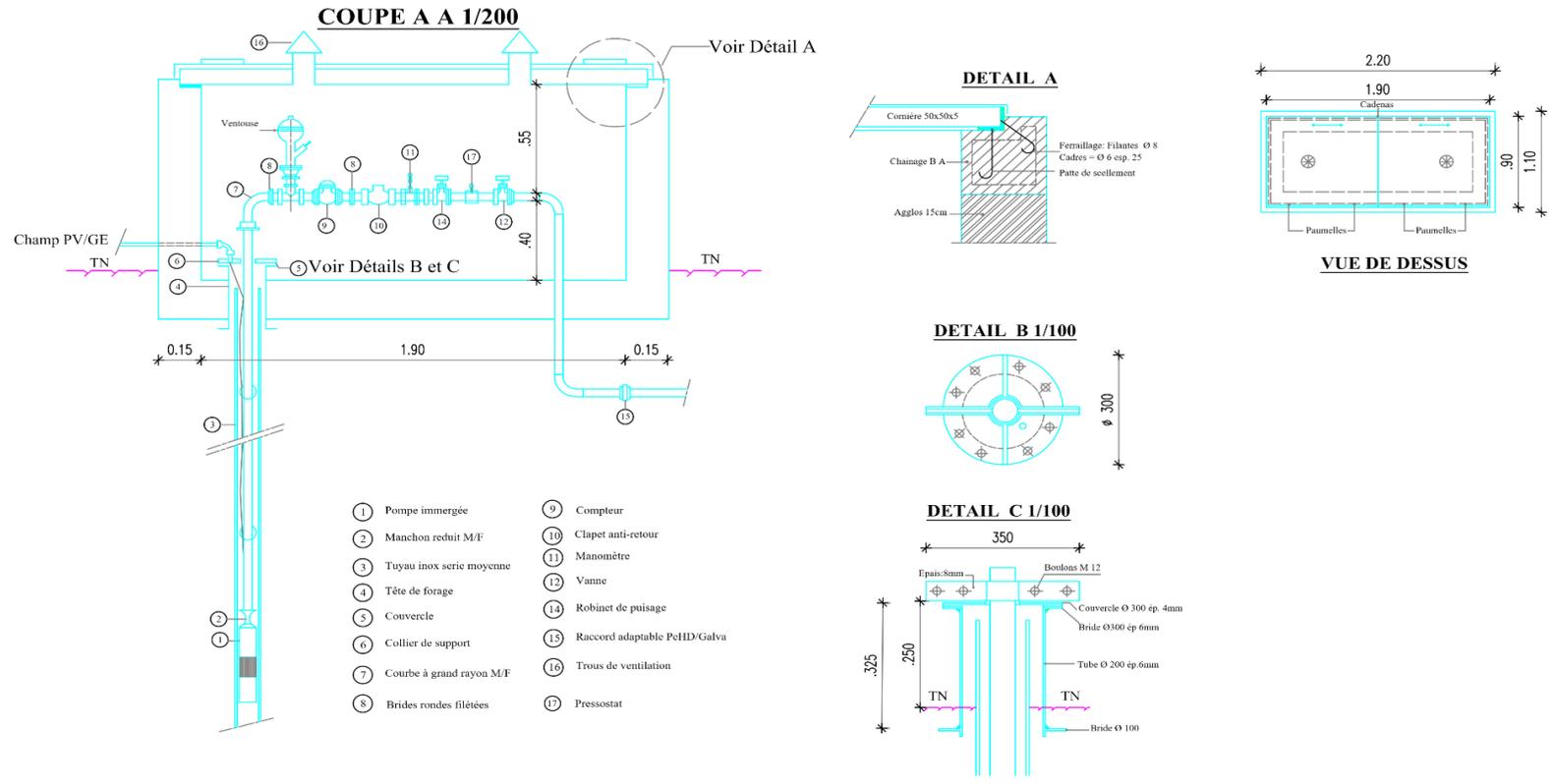
Annexe 10 : Coefficient de distribution

Ville	Bobo-Dioulasso	Koudougou	Dédougou	Boromo
Population (Hab.)	650000	80000	40000	150000
Période (H)				
0 à 1	2.5	0.9	2.7	0
1 à 2	2	1.1	2.7	0
2 à 3	2	1.6	2.4	0.6
3 à 4	1.5	1.1	2.7	5.3
4 à 5	1	1.8	1	6.7
5 à 6	4.5	3.1	0.7	6.7
6 à 7	7	8.6	5.7	15.3
7 à 8	7.7	8.2	7.7	8
8 à 9	6.3	6	9.1	7.3
9 à 10	6	5.6	5.7	5.3
10 à 11	4	7	5.7	4
11 à 12	4	3.4	4.4	3.2
12 à 13	5	4.8	5	2.7
13 à 14	6	4.8	4.4	3.2
14 à 15	5	5.7	3.7	3.2
15 à 16	4	6.3	5.7	5.3
16 à 17	3.5	6.5	8.4	7.3
17 à 18	4	7.5	9.8	8.7
18 à 19	5	4.8	4.7	3.2
19 à 20	6	5.1	2.7	2
20 à 21	3.5	2	2.4	0.5
21 à 22	3.5	1.4	1	0.5
22 à 23	3	2.1	1	0
23 à 0	2.5	0.6	0.7	0

Source : (ZOUNGRANA, 2003)

## Annexe 11 : Eléments graphiques





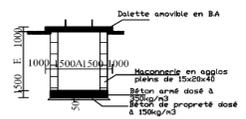
MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	THEME	OUVRAGE	Date : AVRIL 2024
<b>OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT</b>	<b>FASO INGENIERIE</b> <b>HYDROCONSULT International Ingénieurs Conseils</b>	<b>ETUDE TECHNIQUE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO</b>	<b>AMENAGEMENT ET EQUIPEMENT DE LA TETE DE FORAGE</b>	<b>Echelle : 1/100</b>
				<b>Plan N° : 3</b>

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLEDEMOUHOUNAU BURKINA FASO**

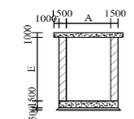
**TABLEAU DES DIMENSIONS**

Désignation	A (Cm)	B (Cm)	C (Cm)	D (Cm)	E (Cm)
Pour vidange	85	120	115	160	140
Pour vanne	85	120	115	160	140
Pour ventouse	85	120	115	160	140

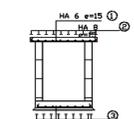
Barre	Lg	Forme	esp
1	11HA6	6 135° 145 135°	15
2	10HAB	12 135° 165 135°	14,5
3	11HA6	6 135° 110 135°	15
4	11HAB	12 135° 165 135°	14
5	11HA6	6 135° 165 135°	14
6	10HA6	6 135° 170 135°	14
7	11HAB	12 135° 140 135°	15



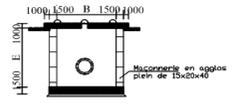
COUPE 1-1



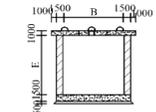
COFFRAGE COUPE 1-1



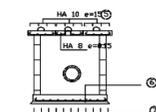
FERRAILLAGE COUPE 1-1



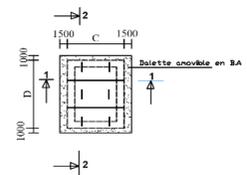
COUPE 2-2



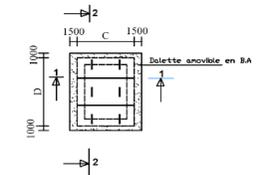
COFFRAGE COUPE 2-2



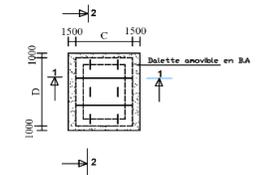
FERRAILLAGE COUPE 2-2



VUE EN PLAN REGARD



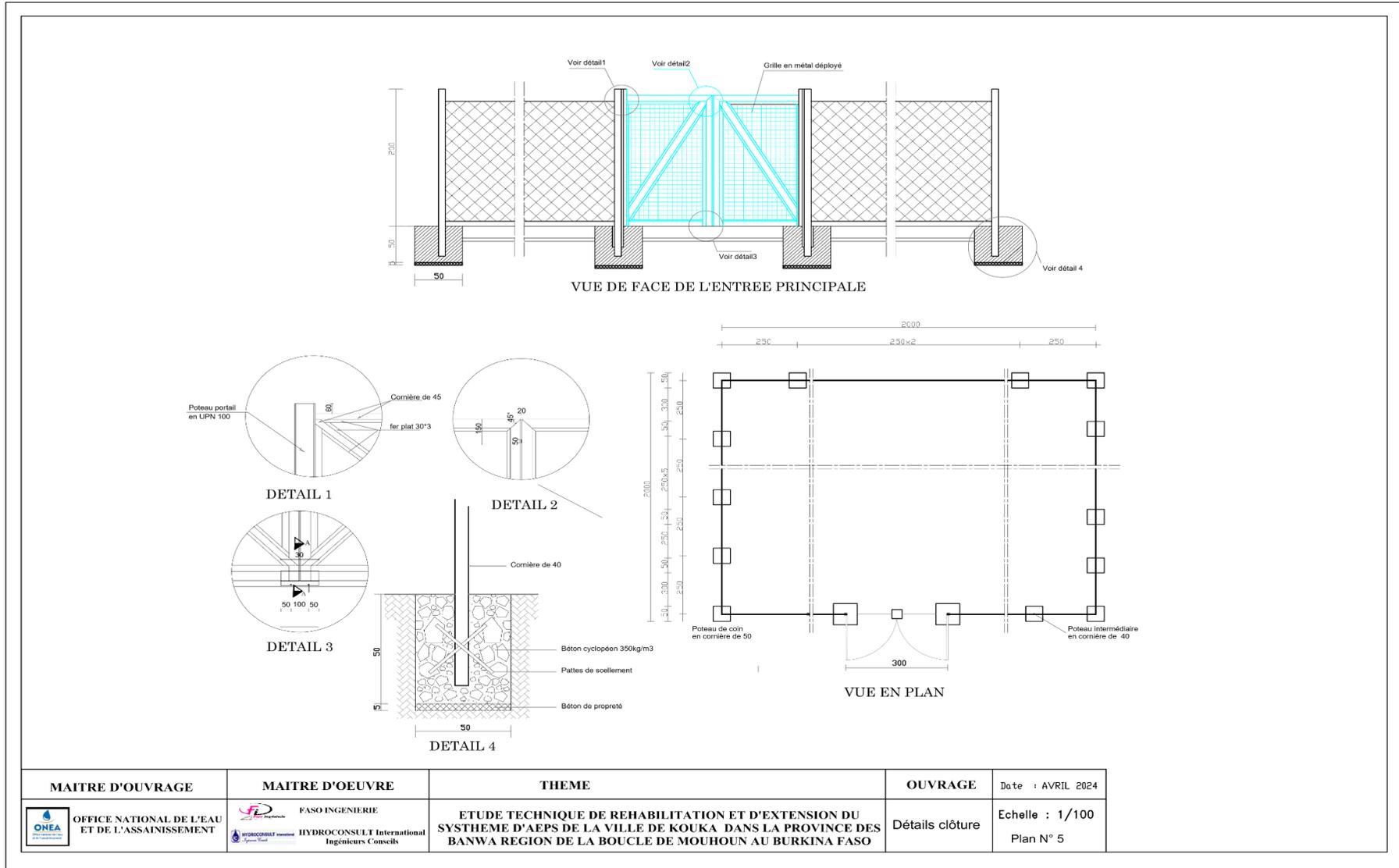
VUE EN PLAN REGARD



VUE EN PLAN REGARD

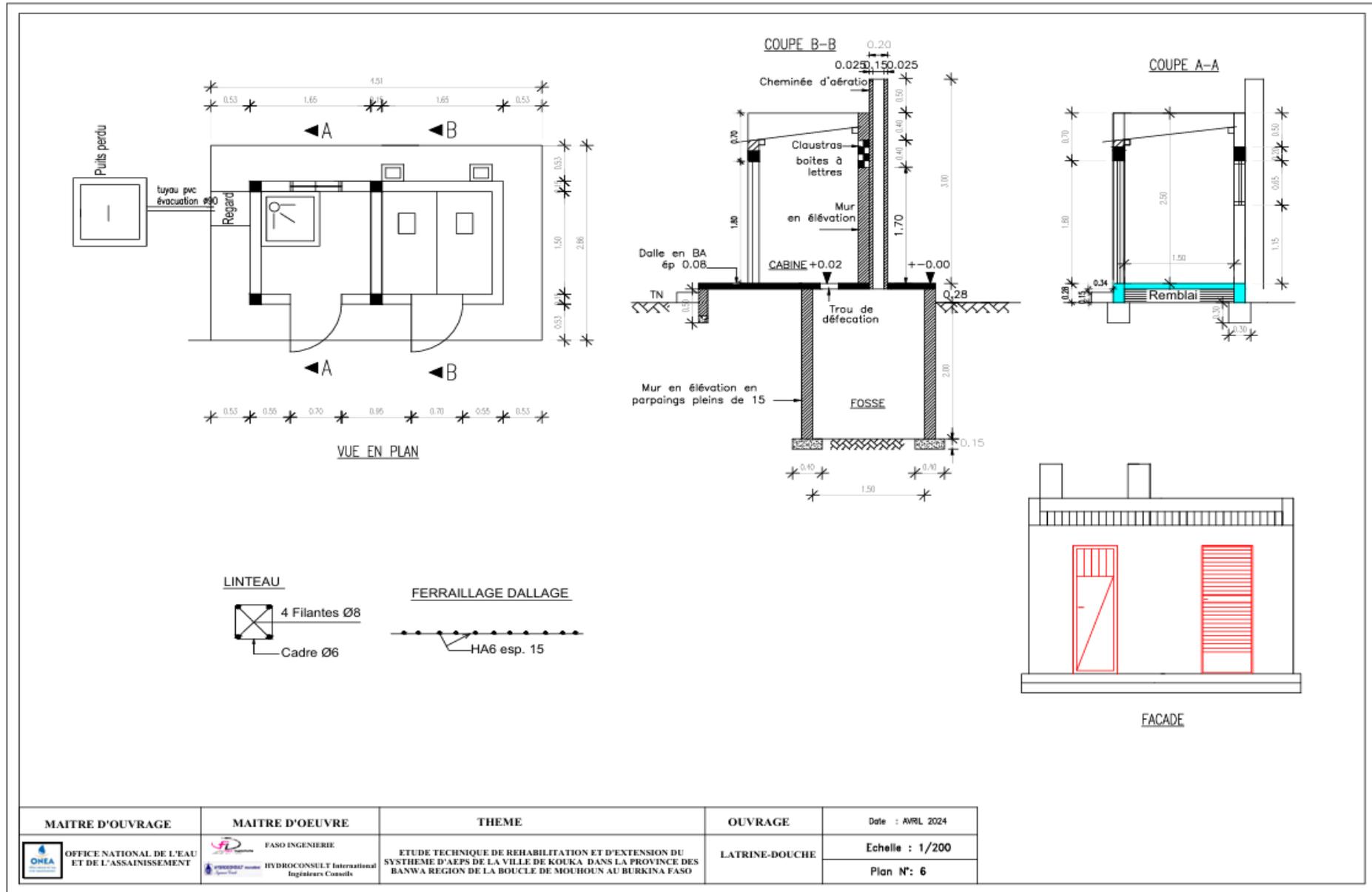
MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	THEME	OUVRAGE	Date : AVRIL 2024
OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT	FASO INGENIERIE HYDROCONSULT International Ingénieurs Conseils	ETUDE TECHNIQUE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO	REGARDS DE VANNE, DE VENTOUSE ET DE VIDANGE	Echelle : 1/100 Plan N° : 4

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLEDEMOUHOUN AU BURKINA FASO**



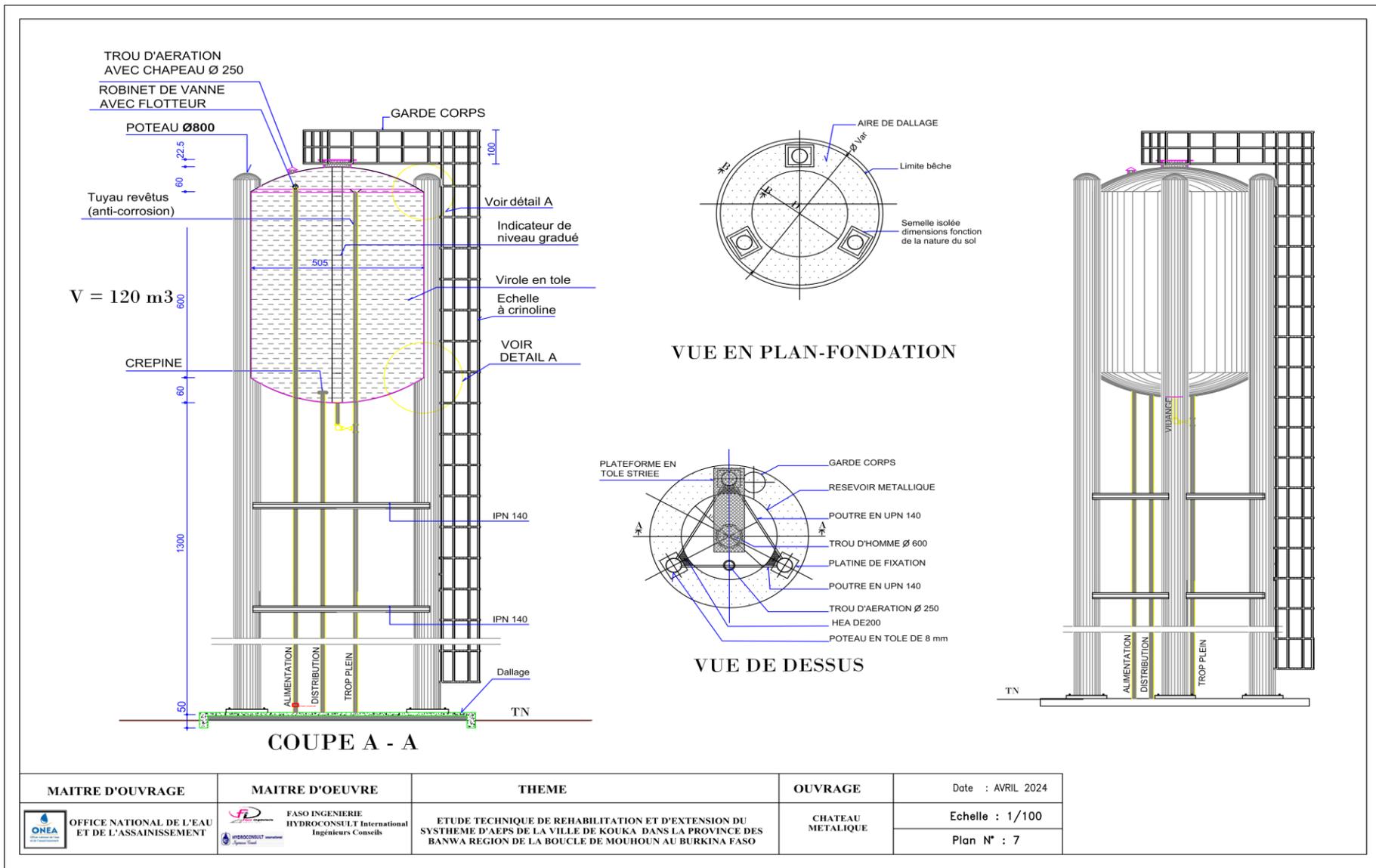
MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	THEME	OUVRAGE	Date : AVRIL 2024
 <b>OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT</b>	 <b>FASO INGENIERIE</b>  <b>HYDROCONSULT International</b> Ingenieurs Conseils	<b>ETUDE TECHNIQUE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO</b>	Détails clôture	Echelle : 1/100 Plan N° 5

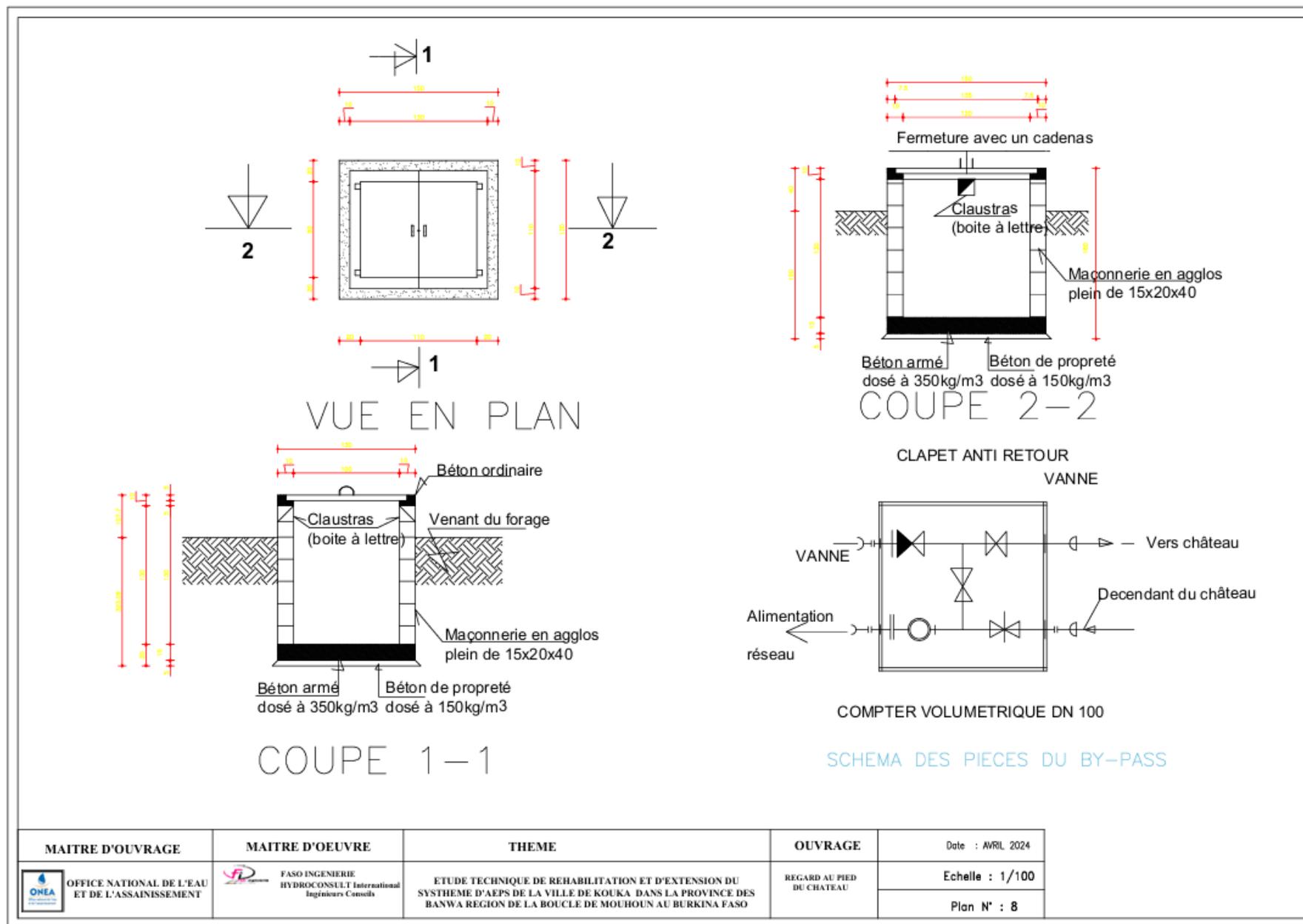
**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLEDEMOUHOUN AU BURKINA FASO**

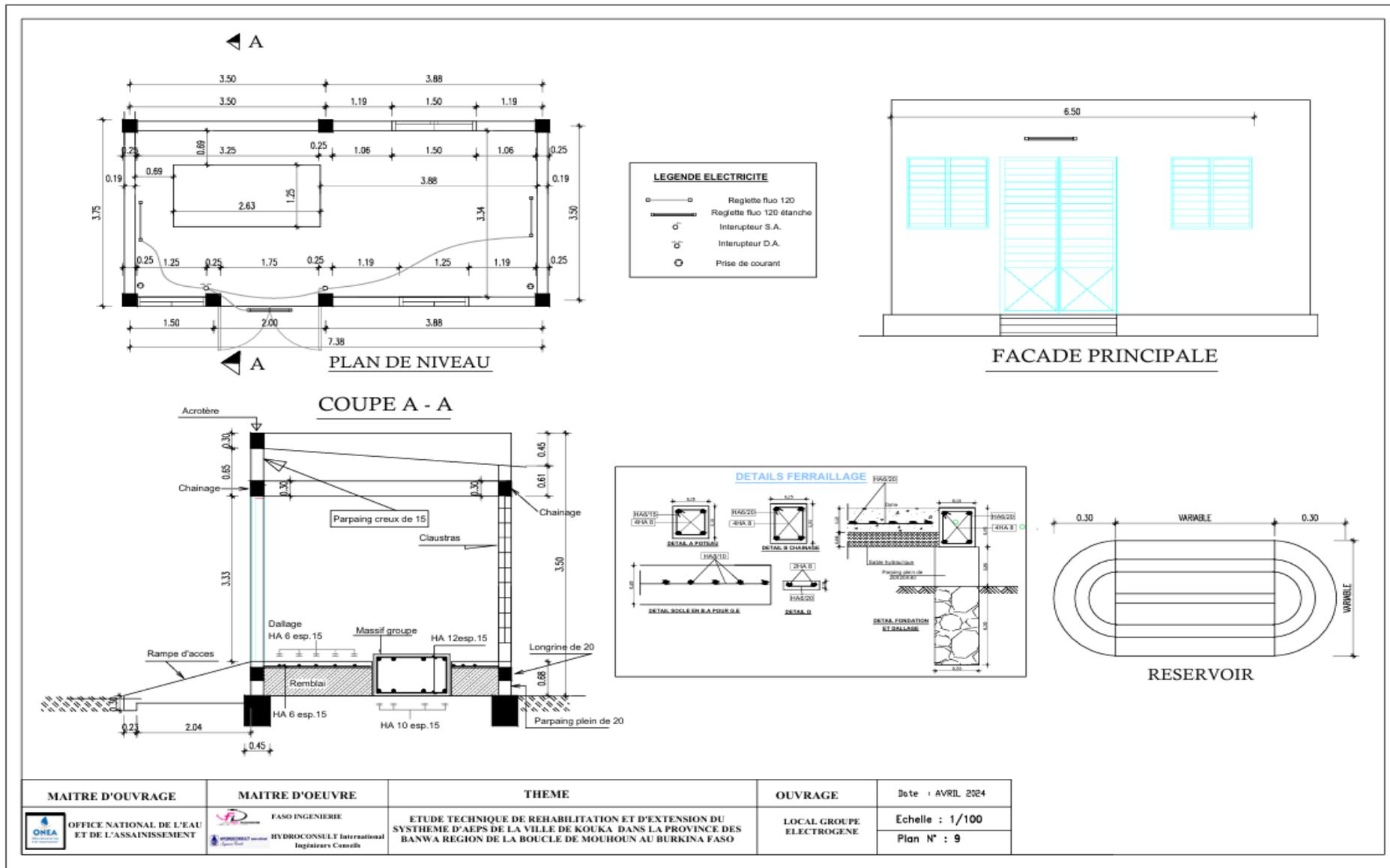


MAITRE D'OUVRAGE	MAITRE D'OEUVRE	THEME	OUVRAGE	Date : AVRIL 2024
 <b>OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT</b>	 <b>FASO INGENIERIE</b>  <b>HYDROCONSULT International</b> <small>Ingénieurs Conseils</small>	<b>ETUDE TECHNIQUE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLE DE MOUHOUN AU BURKINA FASO</b>	<b>LATRINE-DOUCHE</b>	<b>Echelle : 1/200</b>
				<b>Plan N°: 6</b>

**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLEDEMOUHOUNAU BURKINA FASO**







**ETUDE D'AVANT PROJET SOMMAIRE DE REHABILITATION ET D'EXTENSION DU SYSTEME D'AEPS DE LA VILLE DE KOUKA DANS LA PROVINCE DES BANWA REGION DE LA BOUCLEDEMOUHOUNAU BURKINA FASO**

