



DREA/BM

**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**

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

**OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT**

Présenté et soutenu publiquement le 27 janvier 2021

par

Kéli Fabienne Chéryl Fatou **BADOLO** (20120026)

**Encadrant 2iE :** **Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU,**  
**Enseignant Chercheur à 2iE**

**Maître de stage :** **Monsieur Wendpanga Frank Rodrigue KABORE,**  
**Ingénieur du Génie Civil et Infrastructure Hydraulique**

Structure d'accueil du stage : Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la  
Boucle du Mouhoun

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Dr. Angelbert. C. BIAOU** (Enseignant Chercheur à 2iE)

Membres et correcteurs : **Dr Ousmane Roland YONABA** (Enseignant Chercheur à 2iE)  
: **Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU** (Enseignant Chercheur à  
2iE)

Promotion [2019/2020]

## DEDICACES

*Ce mémoire est dédié à :*

- **Mon père, Jean Claude BADOLO**, un travailleur acharné, passionné et rigoureux, pour le don de sa personne, pour mon éducation et pour tous les efforts et sacrifices consentis dans l'unique but de faire de moi, une femme battante et indépendante.
- **Ma mère, Ramata FAHO**, pour sa douceur, ses conseils et les sacrifices consentis pour mon éducation et la fierté qu'elle m'inspire de par ses innombrables qualités.
- **Mon frère Ochan Emmanuel**, pour la motivation et l'inspiration que sa présence à mes côtés me procure.
- **Ma sœur Alix Eléonore**, pour son grand amour et sa fidélité sans faille.

*Les mots ne suffiront pas pour vous exprimer ma reconnaissance et ma gratitude.*

*Je vous aime du plus profond de mon cœur.*

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie le Seigneur de m'avoir permis d'achever mon cursus scolaire au sein de l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) par la rédaction du présent mémoire de fin d'étude en master 2. Ce document n'aurait jamais vu le jour sans le concours de plusieurs personnes. Puissent-elles trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

Je voudrais adresser mes sincères remerciements à :

- ❑ Monsieur Yasseya GANAME, Ingénieur du Génie Rural et Directeur Régional de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun, pour le stage qu'il m'a accordée au sein de sa Direction ainsi que pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements ;
- ❑ Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, mon Directeur de mémoire, pour sa patience, sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements ;
- ❑ Mon maître de stage, Monsieur Wendpanga Frank Rodrigue KABORE, Ingénieur du Génie Civil et Infrastructure Hydraulique, pour son engagement à m'accompagner, sa disponibilité et ses conseils ;
- ❑ Monsieur Oscar TAMINI, Chef du service AEP, pour son soutien et ses conseils ;
- ❑ Monsieur Bakary KOURA, Responsable du Suivi des Ressources des Eau et de la Police de l'Eau, pour sa disponibilité, ses conseils et ses encouragements ;
- ❑ Tout le corps professoral de l'Institut 2iE pour la qualité de la formation reçue ;
- ❑ Monsieur Ousmane FAHO et famille pour leur accueil, leur soutien indéfectible et leur disponibilité ;
- ❑ Madame Jeanne NEBIE pour son soutien inconditionnel et sa disponibilité ;
- ❑ A tous ceux qui, de près ou de loin, ont œuvré pour l'aboutissement de ce travail et de ma formation et qui n'ont pas été cités ici ; qu'ils veuillent bien accepter l'expression de ma profonde gratitude.

Enfin, je remercie l'ensemble du personnel de la DREA/Boucle du Mouhoun pour l'accueil et le soutien dont j'ai bénéficié lors de mon passage dans ladite Direction.

## RESUME

Suite aux Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), le Gouvernement Burkinabé s'est engagé dans la vision des Objectifs du Développement Durable (ODD), qui vise un accès universel à l'eau potable, à l'assainissement et une gestion durable des ressources en eau d'ici à **2030**. Pour atteindre ces objectifs, il est programmé dans le village de **Kékaba** dans la région de la Boucle du Mouhoun, la réalisation d'un système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS). La mise en œuvre du programme est assurée par la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA-BMH). La présente étude arbore synthétiquement la conception d'un système d'adduction d'eau potable dans le village de Kékaba, commune de Ouakoye, région de la Boucle du Mouhoun. Kékaba est un village dont la population à l'horizon **2040** du projet est estimée à 3 734 habitants. Sur la base d'une consommation spécifique de **20 [l/j/hbt]** la demande en eau du jour de pointe est évaluée à **110 [m<sup>3</sup>/jr]**. Cette demande sera fournie par un forage équipé d'une pompe immergée de type Grundfos (**SP 11 – 11 : Qf = 9.85 [m<sup>3</sup>/h] ; HMT = 53 [m]**) à travers une conduite en **PVC PN16** longue **2111 [m]** qui alimente un réservoir d'eau métallique de **40 [m<sup>3</sup>]** surélevé de **10 [m]** par rapport au sol. L'alimentation en énergie de ce système de pompage se fera par un système photovoltaïque d'une capacité de **7.57 Kwc** jusqu'en 2030 et un groupe électrogène de **7.5 KVA** vient en complément de la durée de pompage à partir de cette date. Le réseau de distribution, de type maillé est long de **7272,87 [ml]** de conduites en **PVC PN10** et dessert **05 bornes fontaines** à **03 robinets** et **100 branchements particuliers**. Confié à un opérateur par un contrat d'affermage, l'ouvrage s'élève à **196 397 488 FCFA TTC**. Le coût de revient de l'eau prenant en compte des équipements dont la durée d'amortissement est inférieure ou égale à 10 ans est estimé à **377 [FCFA/m<sup>3</sup>]** avec un taux d'actualisation de **5%** et l'eau sera vendue à **500 [FCFA/m<sup>3</sup>]** afin de faire face aux fonds de renouvellement et d'extension de réseau.

## MOTS CLES

1. **AEPS**
2. **Branchements particuliers**
3. **kekaba**
4. **Réseau maillé**
5. **Réservoir**

## ABSTRACT

Following the Millennium Objectives for Development, the Burkina Faso government is committed to the sustainable development goals aiming to a global access to clean water, sanitation and sustainable management of water resources by 2030. To achieve those goals, the implementation of a simplified drinking water supply is planned in the village of **Kékaba** in the district of **la Boucle du Mouhoun**. This implementation program is ensured by the Regional Water and Sanitation Department of **la Boucle du Mouhoun** (DREA – BMH). The current study synthetically entails the designing of a drinking water supply in the village of Kékaba in Ouakoye town, district of **la Boucle du Mouhoun**. Kékaba is a village whose population is estimated to 3,734 inhabitants by 2040. Based on the specific consumption of 20 liters per inhabitant per day, the daily water demand is estimated at 110 m<sup>3</sup>/day. This demand will be provided by a water drilling with a Grundfos type of pump (SP 11 – 11 : Qf = 9.85 [m<sup>3</sup>/h] ; HMT = 53 [m]) through a PVC pipe of 2,111 m which supplies a 40 m<sup>3</sup> metallic tank which is raised up to 10 meters above the ground. The supply of the pumping system is done by a photovoltaic system of 7.57 Kwc in term of capacity until 2030 and a power generator of 7.5 KVA is added to the pumping period starting from this date. The mesh distribution network is 7,272.87 m long in PVC PN10 pipes and supplies 5 fontains with 3 taps each and 100 particular water connections. Entrusted to an operator via a leasing contract, the work is estimated to 196,397,488 CFA . The cost price of water covering the equipments whose amortization period is less or equal to 10 years is estimated to 377 FCFA/m<sup>3</sup> with a discount rate of 5%. Water will be sold at 500 FCFA/m<sup>3</sup> in order to cover renewal and network extension funds.

## KEY WORDS

1. **Simplified drinking water supply**
2. **Mesh network**
3. **Kékaba**
4. **Particular connections**
5. **Tank**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

A.B.S	: Appui Budgétaire Sectoriel
A.E.P	: Adduction d'Eau Potable
AFDH	: Approche Fondée sur les Droits Humains
A.U.E	: Association des Usagers de l'Eau
B.F	: Borne Fontaine
B.P	: Branchement Particulier
C.S.P.S	: Centre de Santé et de Promotion Sociale
DREA	: Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement
E.I.E	: Etude d'Impact sur l'Environnement
GIRE	: Gestion Intégrée des Ressources en Eau
INSD	: Institut National de la Statistique et de la Démographie
MENA	: Ministère de l'Education Nationale et de l'Alphabétisation
N.I.E	: Notice d'Impact sur l'Environnement
ODD	: Objectifs du Développement Durable
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
ONEA	: Office National de l'Eau et de l'Assainissement
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PCD	: Plan Communal de Développement
PEM	: Point d'Eau Moderne
PHA	: Programme d'Hydraulique et d'Assainissement
PN-AEP	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PMH	: Pompe à Motricité Humaine
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
PN	: Pression Nominale
PVC	: Polychlorure de Vinyle
PEHD	: Polyéthylène Haute Densité
PN-AEP	: Le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PN-AEUE	: Le Programme National d'Assainissement des Eaux usées et Excrétas
PN-GIRE	: Le Programme National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PNAH	: Le Programme National des Aménagements Hydrauliques
PGEA	: Le Programme Gouvernance du secteur Eau et Assainissement du Burkina Faso

DREA-BMH : Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun

## **SOMMAIRE**

DEDICACES .....	I
REMERCIEMENTS .....	II
RESUME .....	III
ABSTRACT .....	IV
LISTE DES ABREVIATIONS .....	V
SOMMAIRE .....	VI
LISTE DES TABLEAUX .....	VIII
LISTE DES FIGURES .....	X
FICHE SIGNALÉTIQUE DU PROJET .....	XI
I. INTRODUCTION GENERALE .....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE .....	3
II.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL .....	3
II.2. GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE .....	1
III. PRESENTATION DU PROJET .....	7
III.1. Contexte et justification .....	7
III.2. Problématique .....	7
III.3 Objectifs et résultats attendus de l'étude .....	8
III.4. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable .....	9
IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL .....	10
IV.1. Recherche documentaire .....	10
IV.2. Visites et travaux de terrain .....	10
IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire .....	11
IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses des calculs .....	11
IV.5. Évaluation des besoins en eau du village .....	15
IV.6. Méthode de dimensionnement .....	17
IV.7. Calcul du coût de revient du mètre cube d'eau .....	19
V. ETUDE TECHNIQUE DE FAISABILITE .....	22
V.1. Etudes socio-économiques .....	22
V.2. Etudes hydrauliques .....	23
V.3. Dimensionnement des installations électriques .....	38
V.4. Ouvrages annexes sur le réseau .....	42
V.5. Réservoir de stockage de l'eau .....	43
V.6 Mode de gestion des systèmes d'alimentation en eau potable .....	45

VI. COÛT DU PROJET ET PRIX DE REVIENT DU METRE CUBE D'EAU.....	49
VI.1. Coût du projet .....	49
VI.2. Prix de revient du mètre cube d'eau.....	49
VII. NOTICE D'IMPACT sur l'ENVIRONNEMENT.....	52
VII.1. Rappel des composantes et phases du projet.....	52
VII.2. Identification et évaluation des impacts.....	52
VII.3. Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).....	53
VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	59
BIBLIOGRAPHIE .....	60
LISTE DES ANNEXES .....	61

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1 :</b> Etats des lieux des forages du village de Kékaba .....	9
<b>Tableau 2 :</b> Evolution des consommations spécifiques en milieu rural .....	12
<b>Tableau 3 :</b> Localisation des points d'implantation des bornes fontaines dans le village de Kékaba .....	22
<b>Tableau 4 :</b> Evolution de la population à desservir de 2020 à 2040 dans le village de Kékaba .....	23
<b>Tableau 5 :</b> Evolution des besoins et demandes en eau du village de Kékaba de 2020 à 2040 .....	24
<b>Tableau 6 :</b> Calcul des débits d'adduction et distribution du réseau du village de Kékaba ....	25
<b>Tableau 7 :</b> Illustration des débits en route et aux nœuds des différents tronçons du réseau de distribution .....	30
<b>Tableau 8 :</b> Résultats du dimensionnement de la partie maillée du réseau de distribution du village de Kékaba. ....	32
<b>Tableau 9 :</b> Longueur des différents types de conduite du réseau maillé du village de Kékaba .....	34
<b>Tableau 10 :</b> Résultat du calcul de la colonne d'exhaure et de la colonne montante.....	35
<b>Tableau 11 :</b> Calcul de la conduite de refoulement du réseau de Kékaba par les formules empiriques.....	35
<b>Tableau 12 :</b> Détermination de la hauteur manométrique totale de la pompe alimentant le réseau de Kékaba.....	36
<b>Tableau 13 :</b> Détermination du point de fonctionnement du système de pompage .....	36
<b>Tableau 14 :</b> Caractéristiques de la pompe retenue.....	37
<b>Tableau 15 :</b> Vérification du phénomène du coup de bélier sur la conduite de refoulement ..	37
<b>Tableau 16 :</b> Détails des équipements électriques à installer dans l'armoire de commande...	41
<b>Tableau 17 :</b> Avantages et inconvénients des systèmes thermique et photovoltaïque de pompage hydraulique .....	42
<b>Tableau 18 :</b> Quelques valeurs caractéristiques du réservoir du réseau de distribution.....	44
<b>Tableau 19 :</b> Modes de gestion des services publics locaux.....	46
<b>Tableau 20 :</b> Devis estimatif du projet d'AEP du village de Kékaba dans la commune rurale de Ouarkoye .....	49
<b>Tableau 21 :</b> Exemple de calcul des annuités des amortissements de quelques investissements initiaux de l'AEP du village de Kékaba .....	50

<b>Tableau 22</b> : Calcul des charges d'exploitation du système d'AEP du village de Kékaba .....	50
<b>Tableau 23</b> : Estimation du prix de revient du m <sup>3</sup> d'eau tenant compte des amortissements et du taux d'actualisation.....	51
<b>Tableau 24</b> : Mesures d'atténuation des impacts négatifs .....	54
<b>Tableau 25</b> : Programme de surveillance environnementale .....	57
<b>Tableau 26</b> : Suivi environnemental .....	58

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Situation géographique du village de Kékaba dans la commune rurale de Ouarkoye .....	1
<b>Figure 2</b> : Evolution de la pluviométrie de 2009 à 2012 à Ouarkoye .....	3
<b>Figure 3</b> : Réseau hydrographique de la commune rurale de Ouarkoye .....	5
<b>Figure 4</b> : Réseau de distribution .....	27
<b>Figure 5</b> : Illustration du point de fonctionnement de la pompe SP 11 – 11 du système de pompage de Kékaba .....	37

## FICHE SIGNALÉTIQUE DU PROJET

Références		Données
<b>Localisation</b>		
Région/Commune/Village centre		Boucle du Mouhoun/Ouarkoye/Kékaba
Coordonnées	longitude	3°40'19.52"O
	latitude	12°11'37.28"N
<b>Données socio-économiques</b>		
Population en 2 006 (hbts)		1 667
Taux d'accroissement		2,40%
Population en 2 020 (hbts)		2 323
Population en 2 040 (hbts)		3 734
Consommation spécifique BF (l/j/hbt)		20
Consommation spécifique BP (l/j/hbt)		35
Demande en eau (production)		110 m <sup>3</sup> /j
Débit de pointe horaire (l/s)		11,1
<b>Forage</b>		
Débit d'exploitation (m <sup>3</sup> /h)		10
Cote du niveau dynamique (m)		282
<b>Electropompe</b>		
Marque		Grundfos
Nom du produit		SP 11-11
Débit (m <sup>3</sup> /h)		9.85
HMT (m)		53
Puissance nominale (kWh)		2.725
<b>Sources d'énergie mixte</b>		
Type d'énergie		Solaire photovoltaïque
Nombre de modules solaires 250Wc/24v		30
Durée maximale d'utilisation [h]		8
Type d'énergie		Thermique
Puissance active du groupe électrogène (KVA)		7.5
Durée maximale d'utilisation [h]		4
<b>Réservoir</b>		
Volume (m <sup>3</sup> )		40
Type de réservoir		Métallique
Hauteur cuve (m)		5
Diamètre cuve (m)		3,725
Hauteur sous radier (m)		10

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la  
Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

<b><i>Conduite de refoulement</i></b>	
Conduite de refoulement	PEHD DN 90 PN 16
<b><i>Conduite de distribution</i></b>	
Conduite	PVC DN 160, 90, 75, 63
Longueur totale du réseau (m)	7272,87
<b><i>Borne fontaine</i></b>	
Nombre de BF	5
Nombre de robinets par BF	3
Débit des robinets des BF [l/s]	0.5
Nombre de branchements particuliers	100
<b><i>Aspects financiers et gestion</i></b>	
Coût global du projet Fcfa	196 397 488
Coût par ml de conduite Fcfa	26 810
Prix de revient du m <sup>3</sup> Fcfa	377
Mode de gestion proposé	Affermage

## **I. INTRODUCTION GENERALE**

« L'eau c'est la vie ». Pourtant les besoins en eau des populations sont de plus en plus importants et non satisfaits. Cette problématique de l'accès à l'eau potable est au cœur des préoccupations de la communauté Internationale qui s'est engagée à la définition des Objectifs de Développement Durable (ODD) et à leur atteinte d'ici 2030. L'objectif principal est de mettre fin à l'extrême pauvreté des populations, d'améliorer la santé, de réduire les inégalités et les changements climatiques.

C'est dans ce contexte que le Gouvernement du Burkina Faso a mis en place un Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP). Ce programme a pour objectifs principaux :

- ❑ assurer un accès universel des populations aux services d'eau potable conformément à l'approche fondée sur les droits humains (AFDH) ;
- ❑ contribuer à la gestion durable des infrastructures d'AEP, dans le respect de l'accès universel au service de l'eau potable ;
- ❑ améliorer les capacités de pilotage et de gestion du sous-secteur AEP.

Pour la réalisation de ces objectifs, une délégation de crédit a été accordée à la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA-BMH) au titre de l'année 2020. Elle servira à la réalisation d'infrastructures d'Alimentation en Eau Potable et Assainissement (AEPA) en milieu rural. C'est ainsi que trois villages dont celui de Kékaba ont été retenus pour l'implantation d'adduction en eau potable. Kékaba est un village de la commune rurale de Ouarkoye.

Le problème de ces infrastructures est leur risque d'abandon par les populations bénéficiaires. Aussi, convient-il de mener préalablement une bonne étude de faisabilité qui permettra de relever les indicateurs et paramètres nécessaires pour la mise en relief des réalités socio-économiques, culturelles et techniques du projet de l'AEP de Kékaba. De manière spécifique, l'étude a pour but :

- ❑ d'estimer les besoins actuels (2020) en eau de la population de Kékaba, la projection de ces besoins à l'horizon du projet (2040) ;
- ❑ d'évaluer les ressources en eau disponibles pour satisfaire ces besoins ;
- ❑ de proposer une conception technique et de dimensionner les ouvrages du système d'AEP ;
- ❑ de proposer un mode de gestion du système ;

- ❑ de faire une notice d'impacts environnementaux et sociaux ;
- ❑ d'évaluer le coût de réalisation ;
- ❑ de faire une analyse financière de la faisabilité du projet.

Le présent mémoire d'ingénierie, après une présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude s'articulera successivement sur :

- ❑ le choix, la justification, la problématique du sujet,
- ❑ la méthodologie de travail,
- ❑ l'étude technique effectuée,
- ❑ le calcul des coûts,
- ❑ la notice d'impact environnemental.

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

### **II.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

La Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA/BMH) est située à Dédougou. Elle est une des treize (13) directions régionales du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement. La région de la boucle du Mouhoun regroupe les provinces suivantes :

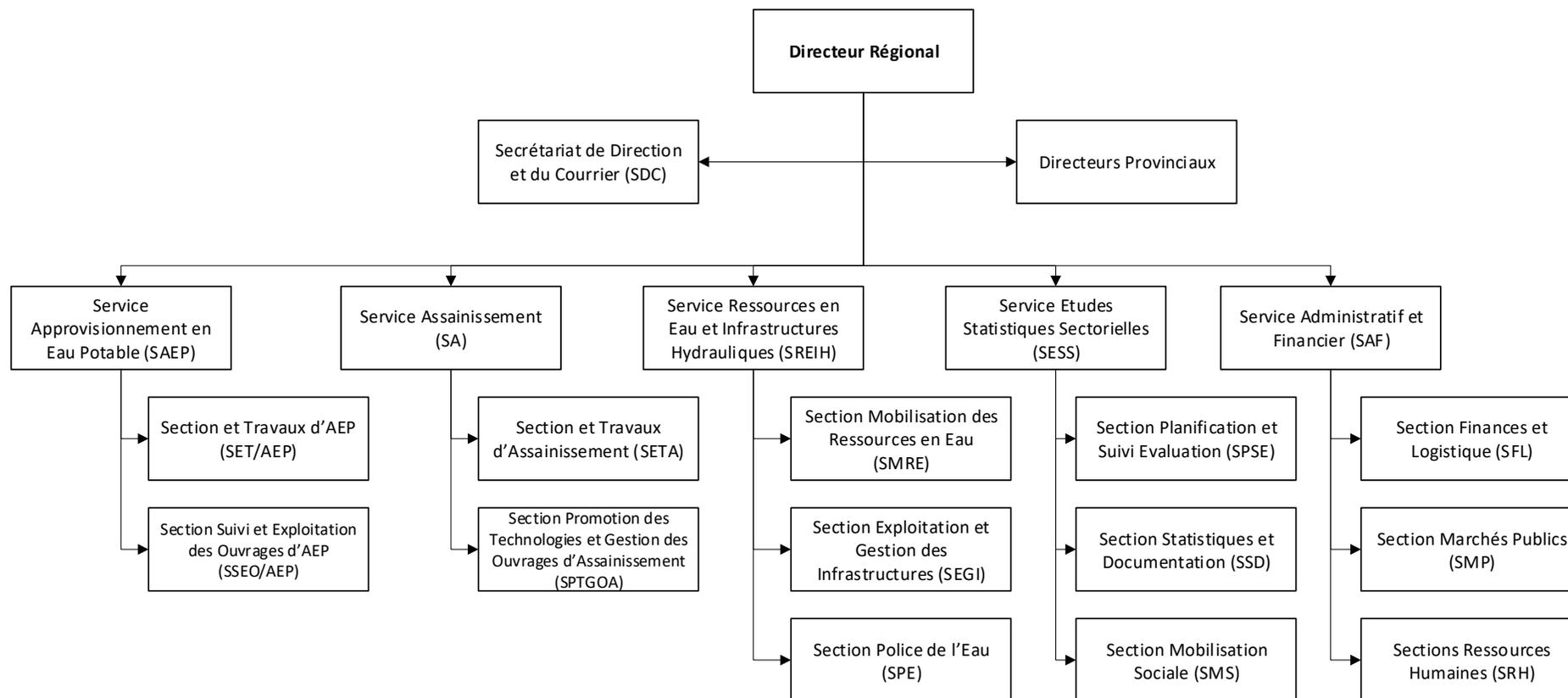
- ❑ les Balé
- ❑ les Banwa
- ❑ la Kossi
- ❑ le Mouhoun
- ❑ le Nayala
- ❑ le Sourou

Elle a pour mission de contribuer à la conception, l'élaboration, le contrôle et le suivi-évaluation de la mise en œuvre des politiques et des stratégies du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA) dans la région de la Boucle du Mouhoun. Elle comprend plusieurs services à savoir :

- ❑ Le Service Administratif et Financier (SAF),
- ❑ Le Service des Etudes et Statistiques Sectorielles (SESS),
- ❑ Le service de l'Approvisionnement en Eau Potable (SAEP),
- ❑ Le Service de l'Assainissement (SA),
- ❑ Le Service des Ressources en Eau et Infrastructures Hydrauliques (SREIH),
- ❑ Le Secrétariat de Direction et du Courrier (SDC).

L'organigramme de la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun se présente comme suit :

Organigramme de la direction Régionale de l'eau et de l'assainissement



## II.2. GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE

Situé dans la commune rurale de Ouarkoye, province du Mouhoun, le village de Kékaba est à environ 55 km de Dédougou, chef-lieu de la région de la Boucle du Mouhoun.

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

Kékaba se trouve à 12 km de Ouarkoye, chef-lieu de la commune de Ouarkoye. On y accède à partir de Dédougou en empruntant la Route Nationale n°10 (RN10) reliant Dédougou et Bobo-Dioulasso sur une distance de 48 km jusqu'au village de Békuy. De ce village, une piste en terre longue de 7 km permet d'accéder au village de Kékaba. À partir de Ouagadougou, la localité de Kékaba est à environ 285 km à l'Ouest, en passant par Dédougou. Le village est limité par :

- ❑ A l'Est par les villages de Poundou et de Kamako,
- ❑ A l'Ouest par les villages de Monkuy et de Koena,
- ❑ Au Sud par les villages de Bekuy, de Miana et de Samakuy,
- ❑ Au Nord par le village de Doudou.

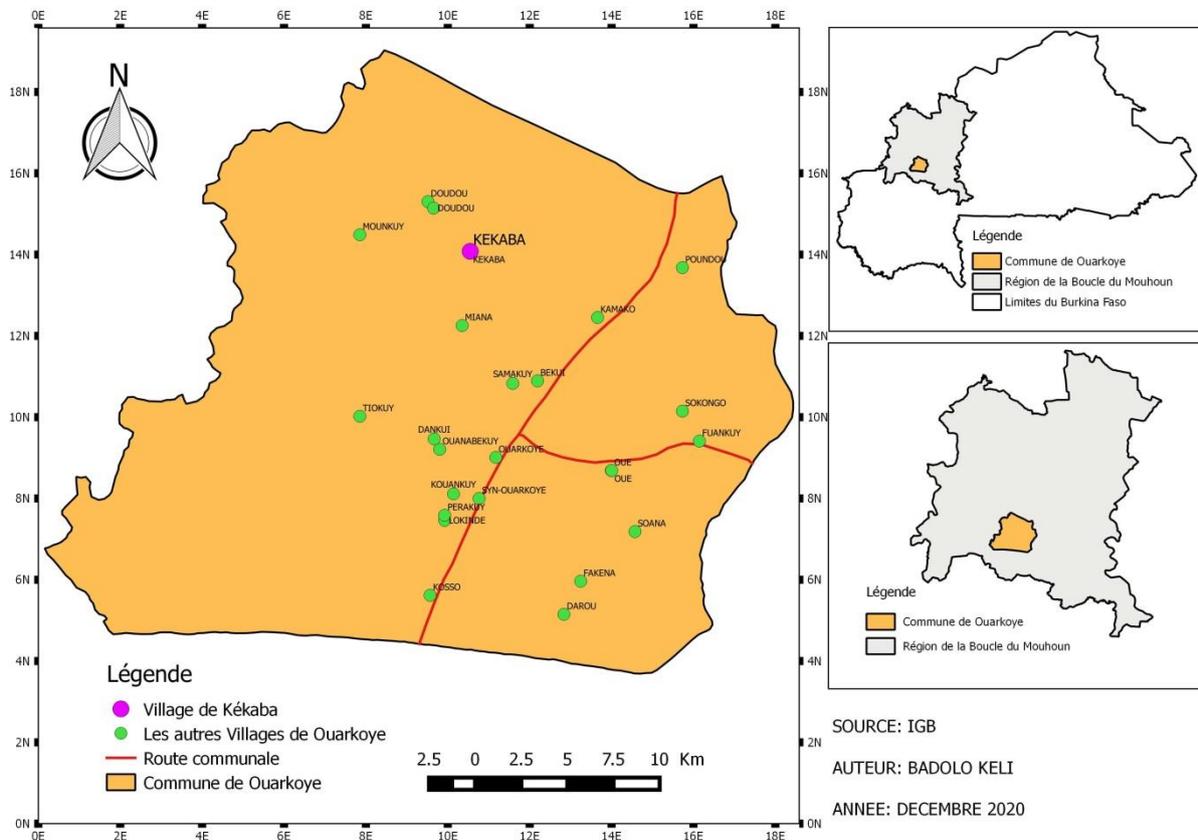


Figure 1 : Situation géographique du village de Kékaba dans la commune rurale de Ouarkoye

## **II.2.2 Caractéristiques physico naturelles**

### *II.2.2.1. Relief et sols*

Le relief de la commune rurale de Ouarkoye est à l'instar de celui du Burkina Faso, caractérisé par sa monotonie qui est cependant rompue à certains endroits par quelques collines et buttes cuirassées dont l'altitude moyenne est de 280 [m]. Ces élévations de terrains garnies de cailloux et de graviers, sont des zones de pâturage en saison pluvieuse et de prélèvement de bois de chauffe et de bois d'œuvre en saison sèche. La commune présente de vastes plateaux entrecoupés par les cours d'eau et des plaines (PCD de la commune rurale de Ouarkoye).

Les potentialités agronomiques de la commune rurale de Ouarkoye sont relativement importantes ; environ 75 % des terres sont riches ou moyennement. Les terres situées dans la partie Est de la commune sont les plus pauvres à cause de leur occupation ancienne par rapport aux terres situées dans la partie Ouest.

On rencontre principalement trois types de sols : Sols d'érosion sur matériaux gravillonnaires, sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes.

### *II.2.2.2. Climat et pluviométrie*

La zone d'étude est située dans la région de la Boucle du Mouhoun dont la classification du régime climatique selon Jean Rodier<sup>1</sup> est tropical pur. Ainsi, la commune rurale de Ouarkoye, bénéficie d'une pluviométrie annuelle allant souvent jusqu'à 1 000 [mm]. Entre 2000 et 2007, une moyenne annuelle de 800,3 [mm] de pluie répartie sur 60 jours en moyenne a été enregistrée à la station de Ouarkoye. Cette période a connu des précipitations irrégulières et les hauteurs d'eau recueillies ont varié considérablement d'une année à une autre ; la meilleure pluviométrie, 1090 [mm] a été enregistrée en 2003.

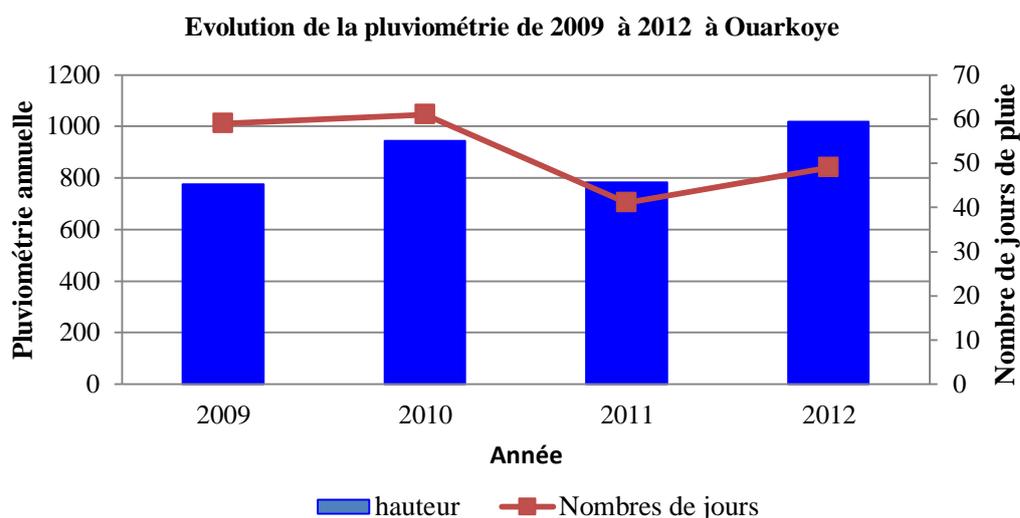
L'année se caractérise par l'alternance de deux saisons :

- ❑ une saison sèche de novembre à mai avec de fortes températures dépassant parfois 40°C. L'harmattan est le vent dominant à cette période ;
- ❑ une saison pluvieuse de juin à octobre marquée par le souffle de la mousson avec des températures douces autour de 28°C.

---

<sup>1</sup> Jean RODIER dans sa thèse sur les « Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'Ouest du Congo » (1964).

Entre 2000 et 2007, la moyenne annuelle était de 800,3 [mm] de pluie répartie sur 60 jours en moyenne et a été enregistrée à la station de Ouarkoye. Pour la période allant de 2009 à 2012, la moyenne annuelle était de 881 mm soit une légère hausse d'environ 80 mm par rapport à la période précédente. Les précipitations sont irrégulières et les hauteurs d'eau recueillies varient considérablement d'une année à une autre (*cf. figure n°2*).



**Source :** UAT / Ouarkoye Mai 2013

**Figure 2 :** Evolution de la pluviométrie de 2009 à 2012 à Ouarkoye

### *II.2.2.3. Végétation et faune*

Les savanes arbustive et arborée sont les formations végétales dominantes dans la commune rurale de Ouarkoye. Les zones les plus denses se situent vers le fleuve Mouhoun avec des savanes arborées et quelques forêts galeries. Dans les champs et les anciennes jachères, la formation type est la savane parc où les arbres dits utiles (nééré, karité, raisin tamarinier, etc.) sont épargnés. On note les efforts de protection consentis par le service local de l'environnement et du développement durable à travers la réglementation de la coupe du bois, la mise en défens des superficies (Darou, Pouankuy, Kosso) et les reboisements avec la participation des communautés et d'autres partenaires œuvrant dans ce domaine. Mais ces actions demeurent limitées et l'ensemble de la végétation continue d'être menacée. Ainsi, les superficies des formations végétales de la commune diminuent à un rythme inquiétant à cause :

- de la pression démographique, de l'occupation anarchique à des fins agricoles, du surpâturage, de l'exploitation anarchique du bois ;

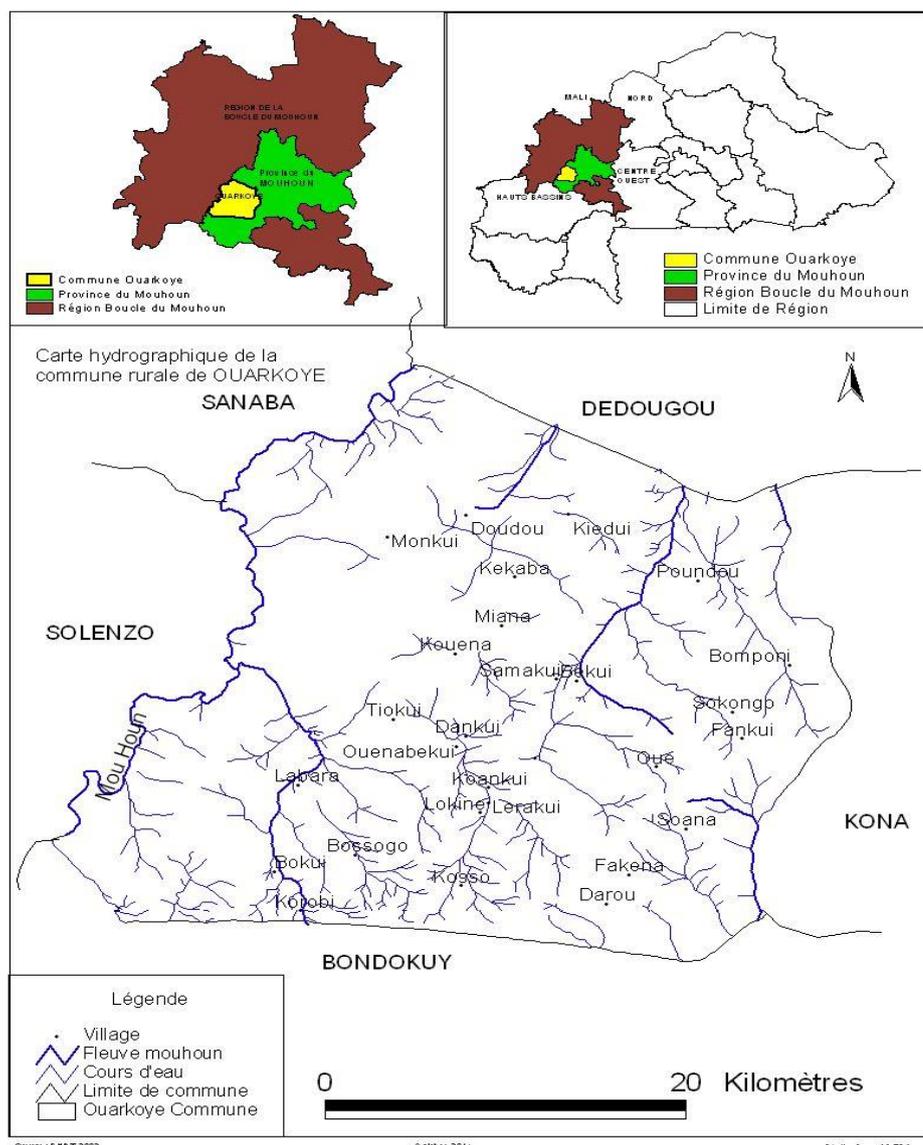
- des feux de brousse et de la sécheresse de 1972.

La faune a connu une forte perturbation de son biotope naturel par les activités anthropiques et des aléas climatiques. On y rencontre des perdrix, des pintades sauvages, des rats, des porcs épics, des lièvres, des singes, des biches, des phacochères, des caïmans, des hippopotames et périodiquement le passage d'éléphants.

#### *II.2.2.4. Hydrologie*

Le réseau hydrographique est dense surtout dans la partie occidentale de la commune. Les principaux cours d'eau sont le Mouhoun et son affluent le Vouhoun. Le Mouhoun et le Vouhoun ont un écoulement permanent, ce qui n'est pas le cas des autres cours d'eau qui tarissent en saison sèche à partir de février. Leurs régimes fluviaux sont irréguliers : les hautes eaux se situent en mi-hivernage avec de forts débits entraînant souvent des crues dans certaines zones comme à Monkuy et Tuokuy, alors qu'en fin septembre, s'amorcent les basses eaux avec de faibles débits et même des étiages en saison sèche dans les petits cours d'eau. Ces cours d'eau permettent aux populations riveraines de pratiquer le maraichage, la pêche et sont des sources d'abreuvement pour le cheptel animalier. Dans tous les cas, la commune rurale de Ouarkoye même étant drainée par le Mouhoun et son affluent le Vouhoun, n'arrive pas à s'auto-suffire en ressources hydriques naturelles qui sont insuffisantes par rapport à l'importance des activités agro-pastorales (cf. figure 3).

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**



**Figure 3 :** Réseau hydrographique de la commune rurale de Ouarkoye

## II.2.3. Contexte socio-économique

### II.2.3.1. Démographie

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat effectué en 2006 par l'Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina (INSD), la population du village de Kékaba était de 1 667 habitants avec 831 hommes et 836 femmes. Ainsi, sur la base d'un taux d'accroissement provincial de 2.4%, la population actuelle (2020) du village peut être estimée à 2 323 habitants.

La population est composée des groupes ethniques suivants : Les bwabas, les dafings, les mossis et les peulhs. Les langues parlées sont : le bwamou, le dioula, le mooré et le fulfuldé. Les religions sont l'Islam, le Christianisme et l'Animisme.

#### *II.2.3.2. Activités socio-économiques*

Les activités socio-économiques de la commune rurale de Ouarkoye sont :

**L'agriculture** qui représente la principale activité économique des populations dans la commune. Elle est de type extensif et marquée par la disparition progressive des jachères. Les outils utilisés pour les travaux champêtres sont traditionnels avec des rendements moyens malgré les bonnes conditions climatiques et de terres assez fertiles.

Les principales spéculations produites sont :

- ❑ Pour la production vivrière : le sorgho, le maïs et le mil. Ces produits généralement destinés à l'autoconsommation sont également commercialisés en cas de surplus ;
- ❑ Pour les cultures de rente : ce sont des produits destinés exclusivement à la vente. On a ainsi le coton et le sésame ;
- ❑ Pour la production maraichère : l'oignon, les tomates, le gombo.

**L'élevage** qui vient en second plan après l'agriculture comme activité économique. Le système d'élevage dominant est de type extensif transhumant et sédentaire avec pour principale source d'alimentation, le pâturage naturel. Les principales espèces rencontrées sont les bovins, les ovins, les caprins, les porcins et la volaille.

**Le commerce** qui est la troisième source de revenu pour les populations. Il mobilise aussi bien les hommes que les femmes. Des initiatives économiques diverses mais de faible envergure se développent. Ce fait constitue ainsi un embryon pour une économie locale relativement peu dynamique. La structure de l'économie est composée de petits commerces, de moulins à grains, d'artisanats, de cabarets, de petits restaurants de rue, de revendeurs d'hydrocarbures, des boutiques. Il y a aussi la commercialisation des produits de rente, des produits vivriers (céréales, légumes...), des produits de l'élevage, qui animent la vie économique locale. Les céréales occupent une place de choix dans le commerce.

### III. PRESENTATION DU PROJET

#### III.1. Contexte et justification

Dans la continuité du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) qui a pris fin en décembre 2015, le gouvernement du Burkina Faso a adopté les cinq (5) programmes suivants à échéance 2030 :

- ❑ Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) ;
- ❑ Programme National d'Assainissement des Eaux usées et Excrétas (PN-AEUE) ;
- ❑ Programme National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PN-GIRE) ;
- ❑ Programme National des Aménagements Hydrauliques (PNAH) ;
- ❑ Programme Gouvernance du secteur Eau et Assainissement du Burkina Faso (PGEA).

Ces programmes<sup>5</sup> programmes nationales s'inscrivent dans le cadre des Objectifs de Développement Durable (ODD) adoptés en 2015 par les Nations Unies et visent notamment l'atteinte de objectif 6 relatif à l'eau et à l'assainissement à savoir « *garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau* ».

Au plan national, ces programmes cadrent avec le nouveau référentiel de développement à savoir le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) adopté en Juillet 2016 précisément pour ce qui concerne son axe stratégique 2.5.

Le PN-AEP ambitionne à l'horizon 2030 d'augmenter conséquemment la proportion de la population rurale desservie par Bornes Fontaines (BF) et par Branchements Particuliers (BP). Cela passe nécessairement par le développement d'infrastructures d'approvisionnement en eau potable adaptées. C'est dans cette optique que la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA-BMH) bénéficie chaque année d'une délégation de crédits pour mener des activités permettant la réalisation d'infrastructures d'AEP.

#### III.2. Problématique

Au Burkina Faso, l'approvisionnement en eau potable en milieu rural et semi-urbain est assuré principalement par des puits modernes, des forages et des bornes fontaines. Ces

différents ouvrages ont permis de faire passer le taux d'accès à l'eau potable de 52 % à 65 % en milieu rural (PN-AEP, 2016). Toutefois, en tenant compte du taux de fonctionnalité de ces différents ouvrages, il y a lieu de réhabiliter certains ouvrages ou de réaliser d'autres. Ainsi, la réhabilitation et/ou la construction de nouveaux systèmes d'AEP devra permettre d'augmenter le taux d'accès des populations rurales aux services de base : eau potable, hygiène et assainissement pour l'amélioration des conditions de vie des bénéficiaires.

### **III.3 Objectifs et résultats attendus de l'étude**

#### **III.3.1. Objectif global**

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions d'accès à l'Eau Potable par la conception d'un AEP pour la population de KEKABA.

#### **III.3.2. Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- ❑ faire le diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village de Kékaba ;
- ❑ réaliser une étude de faisabilité technique pour la réalisation du système d'adduction d'eau potable (SAEP) sur la base d'une investigation socio-économique préalable ;
- ❑ réaliser une étude de rentabilité financière ;
- ❑ réaliser une notice d'impact environnemental.

#### **III.3.3. Résultats attendus de l'étude**

A l'issue de cette étude, les résultats escomptés sont :

- ❑ les points d'eau et leur état de fonctionnement sont connus ;
- ❑ les besoins en eau de consommation des populations sont évalués ;
- ❑ un système viable d'approvisionnement en eau potable est conçu et dimensionné pour le village ;
- ❑ les plans du réseau d'adduction et de distribution sont réalisés ;
- ❑ les pièces sont dessinées et les caractéristiques des ouvrages à mettre en place sont disponibles ;
- ❑ un système de gestion est retenu pour la pérennisation des équipements ;
- ❑ l'estimation du coût du projet est réalisée ;
- ❑ les impacts environnementaux et socio-économiques du projet sont identifiés.

### III.4. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable

L'inventaire des points d'eau à partir de la base de données INO 2019 et les données recueillies sur le terrain ont permis de dénombrer sept (07) forages (dont 06 fonctionnels) et trois (03) puits modernes permanents. Pour le présent projet d'AEP, c'est un forage à gros débit réalisé en février 2020 avec un débit estimé à 15 m<sup>3</sup>/h à la foration qui sera utilisé comme ressource en eau.

Une différenciation est faite en fonction des utilisations du forage : usages communautaires ou institutionnels. Cependant lors des enquêtes, il ressort que certains forages institutionnels sont également utilisés par la population. Le tableau 1 suivant fait un état des lieux des forages et puits permanents du village de Kékaba.

**Tableau 1 :** Etats des lieux des forages du village de Kékaba

Village	Nombre total forages	Nombre forages fonctionnels	Nombre forages en panne	Nombre puits permanents
Kékaba	7	6	1	3

Source : Enquêtes socio-économique 2020

L'analyse des données du tableau en termes de sources d'approvisionnement en eau potable de la population (2323 habitants) à desservir en 2040, montre que le village est insuffisamment équipé. Le ratio actuel du nombre d'habitants/forage est de l'ordre de 330 habitants/forage. Selon les données de l'INO 2019, le taux d'accès à l'eau potable était de l'ordre de 84.2% à Kékaba.

## **IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL**

Pour l'atteinte des objectifs fixés, une démarche méthodologique s'articulant autour des principales phases suivantes a été adoptée :

- ❑ la recherche documentaire,
- ❑ les visites et travaux de terrain,
- ❑ le traitement des données et la rédaction du mémoire.

### **IV.1. Recherche documentaire**

Cette phase a commencé par l'analyse des termes de référence (TDR) afin d'avoir une compréhension précise de la problématique et du travail demandé. Elle a permis également d'avoir une meilleure compréhension des enjeux et de prendre en compte les attentes. Après l'analyse des TDR, il a été procédé à la collecte des données, la consultation et l'analyse des documents techniques disponibles.

Cette collecte a été faite auprès de la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement. D'autres recherches supplémentaires ont été effectuées à la bibliothèque de 2iE ainsi que sur internet ; ce qui a permis la lecture de plusieurs documents en rapport avec le thème de l'étude. La collecte d'autres documents et données pouvant intéresser l'étude s'est poursuivie sur le terrain auprès des populations des zones cibles.

### **IV.2. Visites et travaux de terrain**

Ils se sont déroulés en plusieurs étapes :

- ❑ une prise de contact,
- ❑ un levé topographique.

Un levé topographique (nivellement) a été effectué afin de tracer le réseau. Les matériels utilisés sont :

- le niveau et ses accessoires (trépied, mires) ;
- le GPS pour prendre les coordonnées géographiques ;
- les logiciels Autocad, Covadis, Excel ont été utilisés pour le traitement des données topographiques.

A l'issue des travaux de terrain, les points essentiels autour desquels le système d'AEP sera conçu, c'est-à-dire le point de captage (forage), les points de desserte (bornes fontaines ) ainsi que l'emplacement du château d'eau sont connus et matérialisés.

### **IV.3. Traitement des données et rédaction du mémoire**

Cette phase a consisté à l'analyse, au traitement et à la compilation de toutes les informations recueillies aussi bien sur le terrain que dans la documentation. Le présent mémoire technique est le résultat de cette dernière étape de travail. A la fin du stage, une restitution du travail a été organisée pour apporter d'éventuels amendements.

### **IV.4. Méthodes de conception du système : hypothèses des calculs**

#### **IV.4.1. Planification**

L'approche adoptée dans cette étude est de type stratégique ou encore approche par la demande. Cette méthode consiste à concevoir le système d'AEP de manière à répondre à la demande en eau des populations dans l'immédiat et dans le court ou moyen terme. Cette approche permet de :

- ❑ éviter un surdimensionnement des installations qui engendrerait des coûts élevés pour la réalisation du projet ;
- ❑ mieux maîtriser les variations de la demande en eau dues à l'accroissement du nombre d'usagers et à l'élévation du niveau de vie et du confort ;
- ❑ assurer une bonne durée de vie du système.

#### **IV.4.2. Durée du projet**

Le système d'AEP, comme tout projet de réalisation en ingénierie, sera dimensionné pour une durée donnée. Dans notre projet, l'horizon retenu pour le dimensionnement du système sera l'année 2040 soit une durée de vingt (20) ans à compter de 2021, l'année de réalisation du projet. Cette durée est déterminée en tenant compte de :

- ❑ la durée de vie des différents éléments constitutifs du système (tuyaux, compteurs, vannes, pompes, etc.) ;
- ❑ l'évolution des situations démographiques, sociales et économiques de la localité.

#### **IV.4.3 Résultats de l'analyse de la consommation spécifique des études socioéconomiques.**

Les enquêtes socio-économiques ont concerné un échantillon de 60 ménages. La taille moyenne d'un ménage est de 7 personnes. Selon les résultats, le bidon de 20 litres est le récipient le plus utilisé pour le transport de l'eau aussi bien en saison sèche qu'en saison des

pluies. Ces résultats ont montré une consommation totale journalière des ménages enquêtés au niveau des PMH selon les saisons comme suit :

- ❑ saison sèche : six mètres cubes (06 m<sup>3</sup>) soit une consommation journalière moyenne par ménage de 100 litres ;
- ❑ saison pluvieuse : quatre mètres cubes (04 m<sup>3</sup>) soit une consommation journalière moyenne par ménage de 66.67 litres.

Les études socio-économiques réalisées dans la localité de Kékaba conduisent donc à une consommation spécifique de 14.3 l/hab./jour en saison sèche, la période la plus défavorable.

Toutefois, cette consommation de 14.3 l/hab./jour est à relativiser car ayant été obtenue sur la base d'une analyse des consommations à partir des forages. C'est dire donc que cette consommation ne reflète pas la consommation spécifique du futur réseau AEP, laquelle serait vraisemblablement tirée à la hausse à cause de l'augmentation du niveau de service.

#### *IV.4.3.1. Consommation spécifique requise par le décret*

Le décret n°2019-204/PRE/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS portant définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable, fixe les consommations spécifiques en milieu rural comme suit : 20 l/jour/pers au niveau des PEM, 25 l/jour/pers au niveau des bornes fontaines et 40 l/jour/pers au niveau des branchements particuliers.

#### *IV.4.3.2. Consommation spécifique requise par le PN-AEP*

Selon le PN-AEP qui constitue le nouveau référentiel, les consommations spécifiques retenues à l'horizon 2030 sont : 15 l/jour/pers au niveau des bornes fontaines et 20 l/jour/pers au niveau des branchements particuliers.

**Tableau 2** : Evolution des consommations spécifiques en milieu rural

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

Source : (Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable 2016-2030)

#### *IV.4.3.3. Choix de la consommation spécifique du projet*

A partir des analyses faites des consommations spécifiques, celles obtenues à partir des enquêtes socio-économiques concernent uniquement les forages. La consommation spécifique est nettement en deçà de la consommation spécifique requise par le décret n°2019204/PRE/PM/MEA/MINEFID/ MATDC/MS pour ces mêmes points d'eau.

Etant donné l'horizon du PN-AEP fixé à 2030 et l'horizon du projet fixé à 2040, les consommations spécifiques pourraient être supérieures à celles requises dans le document du PN-AEP à l'horizon 2040. C'est pourquoi, nous avons retenu pour le futur AEP les consommations spécifiques suivantes : **20 l/jour/hbt au niveau du bornes fontaines** et **35 l/jour/hbt au niveau des branchements particuliers**. Ces consommations retenues, sans s'écarter de celles du PN-AEP (tableau 2), sont proches de celles contenues dans le décret.

#### **IV.4.4. Taux de desserte**

Dans l'optique de permettre un accès permanent à l'eau potable aux populations, les besoins en eau seront estimés à partir d'une analyse intégrant les données socio- économiques. Les perspectives de développement de la zone, la mise en œuvre d'un certain nombre de mesures incitatives encourageant la consommation de l'eau potable, ainsi que les nombreuses expériences existantes.

Pour atteindre les objectifs du PN-AEP, à savoir un taux d'accès en eau potable de 100% à l'horizon du projet, il faudra répartir : 80% pour le futur réseau AEP et 20% pour les PEM (forages). Il faut rappeler que le taux d'accès actuel est de 84.2% uniquement couvert par les PEM.

#### **IV.4.5. Coefficient de pointe journalière**

Il permet d'évaluer la production de pointe journalière et sert au dimensionnement des ouvrages de captage et de stockage. En zone sahélienne, la pointe journalière est enregistrée durant les périodes chaudes de l'année. En milieu rural, les pointes de consommation sont souvent enregistrées les jours de marché des périodes chaudes de l'année.

Pour ce projet, il sera retenu un coefficient de pointe journalière de **1,2**. (*Source : Guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rural. 2010*).

#### IV.4.6. Coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire (Kph) renseigne sur la demande en eau de l'heure de pointe journalière afin de tenir compte des situations exceptionnelles dans le dimensionnement. Il varie de 1.5 pour une grande ville (de plus de 200 000 habitants) à 3 ou 2.5 pour une petite localité (de moins de 10 000 habitants). Il peut être raisonnablement approché à partir de la formule suivante :

$$C_{ph} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{mh}}}$$

Avec :  $Q_{mh}$  : débit moyen horaire de distribution en [m<sup>3</sup>/h].

Dans cette étude, en raison de la taille et des habitudes de prélèvement d'eau de la population (très tôt le matin et vers 16 h l'après-midi), notre choix s'est porté sur la valeur **3**.

#### IV.4.7. Rendement du réseau

Il rend compte des pertes en eau dans le processus de mobilisation des eaux de la source aux points de distribution. Ainsi, on distingue les pertes d'adduction et de distribution. En raison de la taille et de la nature du système (AEPS avec traitement sommaire au chlore) le rendement global du réseau varie de 95% dans les premières années et peut parfois atteindre 90% à l'horizon du projet. Il est à noter que ces valeurs avoisinent celles enregistrées par l'ONEA dans les centres similaires.

$$\eta_g = 90\%$$

#### IV.4.8. Vitesse et pression

Assurer un bon fonctionnement du réseau de distribution revient à faire transiter le débit d'eau avec une vitesse comprise entre  $V_{min}$  et  $V_{max}$ , les vitesses minimale et maximale.

Dans les conditions les plus défavorables (pointe horaire), les vitesses admises doivent être comprises entre  **$V_{min} = 0,2$  à  $0,3$  [m/s] et  $V_{max} = 1,00$  à  $1,2$  [m/s]** pour les conduites en **PVC** (Ouédraogo, 2005).

Quant à la pression de service, elle doit être déterminée pour assurer un prélèvement sans effort particulier et pendant une durée acceptable. Cela passe par l'adoption d'un minimum de pression de service à tous les nœuds et en situation de pointe. La valeur minimale de **10**

[mCE] est recommandée au niveau des AEP classiques. (Yonaba, 2015) Les données considérées seront ainsi pour les pressions de service,  $P_{ser} = 10$  [mCE] pour les branchements privés et  $P_{ser} = 5$  [mCE] pour les bornes fontaines.

#### IV.4.9. Pertes de charge

Les pertes de charges constituent une dissipation de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement due à sa viscosité et aux frottements contre la paroi lorsqu'il s'écoule au travers d'une conduite. On distingue les pertes de charge linéaires dues aux frottements sur la longueur et les pertes de charges provoquées par les singularités présentes dans le réseau et sur les conduites. Pour calculer nos pertes de charges, nous allons utiliser la formule de William Hazen parce qu'elle permet de surestimer les pertes et de prévoir une marge de sécurité.

$$\Delta H_t = 1,05 \times 10,666 \times \frac{Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} \times D_{int}^{4,871}} \times L$$

Avec :

- $\Delta H_t$  : pertes de charges totales en m ;
- $L$  et  $D$  : longueur et diamètre intérieur de la conduite en m ;
- 5 % : Coefficient de pertes de charge singulières ;
- $Q$  : débit transporté par le tronçon en m<sup>3</sup>/s ;
- $C$  :  $C_{HW}$  est le coefficient de Hazen-Williams (**150 pour le PVC-PEHD**)

### IV.5. Évaluation des besoins en eau du village

#### IV.5.1. Estimation de la population à l'horizon du projet

La population est un paramètre très important à prendre en compte dans la conception et le dimensionnement des infrastructures d'alimentation en eau potable. Dans le cadre de cette étude, la population a été évaluée sur la base des données issues du RGPH de 2006.

La population à l'horizon du projet est estimée selon la formule suivante :

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

Avec :

- $P_n$  : population à l'horizon du projet ;
- $P_0$  : population de l'année de référence ;

- $\alpha$  : taux d'accroissement de la population qui est de 2.4% (supposé constant dans la période de l'étude) ;
- $n$  : nombre d'années entre l'année de référence et l'année de projection ;

La réalisation et la mise en place des installations seront effectuées en 2021 pour une durée de 20 ans. L'évolution de la population de Kékaba a été estimée avec un taux d'accroissement annuel de **2,40 % (taux provincial) ce qui donnera 3 734 habitants. en 2040.**

#### **IV.5.2. Évaluation des besoins domestiques**

L'estimation des besoins moyens journaliers en eau à l'horizon du projet est donnée par la formule suivante :

$$B_{mj} = P_n \times C_s \times T_d$$

Avec :

- $B_{mj}$  : Besoin moyen journalier ( $m^3/j$ ) ;
- $P_n$  : Population à l'échéance du projet (hbt) ;
- $C_s$  : Consommation spécifique (l/j/hbt) ;
- $T_d$  : taux de desserte à l'horizon du projet

#### **IV.5.3. Évaluation des besoins en eau des édifices publics**

Ils sont généralement considérés pour satisfaire les besoins des services publics comme par exemple le marché, la mairie, les écoles, les centres de santé, etc...Tous ces différents services seront connectés au besoin et dans la mesure du possible à travers des branchements particuliers. Pour ce projet, les besoins des édifices publics ont été estimés à 10 % des besoins domestiques .

$$B_{ep} = 10\% \times B_{mj}$$

Avec :

- $B_{ep}$  : Besoin des édifices publics ( $m^3/j$ ) ;

$B_{mj}$  : Besoin moyen journalier ( $m^3/j$ )

#### **IV.5.4. Besoins totaux**

Les besoins moyens journaliers globaux sont calculés en faisant la somme des besoins domestiques et des besoins sociaux.

$$B_{mt} = B_{mj} + B_{ep}$$

- $B_{mt}$  : Besoin moyen globaux ( $m^3/j$ ) ;
- $B_{mj}$  : Besoin moyen journalier ( $m^3/j$ ) ;
- $B_{ep}$  : Besoin des édifices publics ( $m^3/j$ ) ;

## IV.6. Méthode de dimensionnement

### IV.6.1 Calcul des débits

Le débit d'adduction est calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_{add} = \frac{B_{mt} * K_{pj}}{t_p * \eta r}$$

Avec :

- $B_{mt}$  : Besoin moyen globaux ( $m^3$ ) ;
- $K_{pj}$  : Coefficient de pointe journalier ;
- $t_p$  : Temps de pompage (heures) ;
- $\eta r$  : Rendement du réseau ;
- $Q_{add}$  : Débit d'adduction ( $m^3/h$ ) ;

Le débit de pointe horaire de distribution est calculé en tenant compte du débit total des bornes fontaines lorsque tous les robinets sont fonctionnels et du débit de pointe de distribution des branchements privés. En effet, les **Bornes Fontaines (BF)** choisies sont de **type ONEA**. Elles sont munies de **3 robinets de puisage 0.5 l/s chacun** et construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage. Une goutlotte permet de collecter les eaux de ruissellement et de les rejeter dans un puisard. Ainsi, le débit total de chaque borne fontaine est de 1.5 [l/s]. Le débit total de pointe horaire de toutes les bornes fontaines est donné par la formule suivante :

$$Q_{ph_{BF}} = n * 1.5$$

Où n est le nombre total de bornes fontaines.

La durée de la distribution est de 12 [h/j] à savoir de 6h à 18h. Le débit de pointe horaire des branchements privés est calculé à partir de la formule ci-dessous :

$$Q_{ph_{BP}} = \frac{C_{s_{BP}} * P_{t_{BP}} (1 + 10\%) * K_{pj}}{12 * \eta r * 3600} * K_{ph}$$

- $C_{s_{BP}}$  : Consommation spécifique des branchements privés [l/j/hbt] ;
- $\eta r$  : Rendement du réseau ;

- 
- $P_{t\_BP}$  : Population totale desservie par les branchements privés [l/j/hbt] ;
- $K_{ph}$  : Coefficient de pointe horaire ;
- **10%** : Pourcentage des besoins annexes ;

Le débit total de pointe horaire de distribution est donné par la formule suivante :

$$Q_{ph\_t} = Q_{ph\_BF} + Q_{Ph\_BP}$$

#### IV.6.2. Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

Le rôle de la conduite de refoulement est de permettre le transfert de l'eau du forage au réservoir. L'aspect économique sera pris en compte pour le dimensionnement de cette conduite. Le diamètre de la conduite de refoulement est déterminé selon les formules suivantes :

- Bresse :  $D_{th} = 1.5 * \sqrt{Q_{expl}}$  ;
- Bresse modifié :  $D_{th} = 0.83 * \sqrt[3]{Q_{expl}}$  ;
- Munier :  $D_{th} = (1 + 0.02n) * \sqrt{Q_{expl}}$  ;
- Bedjaoui :  $D_{th} = 1.27 * \sqrt{Q_{expl}}$  ;

Avec :

- $D_{th}$  : diamètre intérieur théorique en m
- $Q_{expl}$  : débit d'exploitation en m<sup>3</sup>/s ;

La vitesse dans la conduite de refoulement sera calculée de la manière suivante :

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

La conduite à retenir est celle qui répond à la fois aux conditions de Flamant et celles de GLS.

L'expression des deux conditions est illustrée par les équations ci-dessous :

❑ **Condition de Flamant :**

$$V (m/s) \leq D(m) + 0.6$$

❑ **Condition GLS :**

$$V (m/s) \leq \left( \frac{D_{int}(mm)}{50} \right)^{0.25}$$

### IV.6.3. Etude du phénomène de coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique qui provoque une oscillation de la pression (surpression ou dépression) dans la conduite de refoulement. Il peut être causé par une coupure d'énergie accidentelle qui provoquera un arrêt brusque de la pompe. La formule de Joukovski-Allievi nous permet d'évaluer l'amplitude du phénomène du coup de bélier :

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

Avec :

- $\Delta P$  : variation de la pression (m) ;
- $C$  et  $U_0$  : célérité de l'onde de choc et vitesse moyenne de l'écoulement en (m/s) ;
- $g$  : pesanteur = 9.81 m/s<sup>2</sup> ;
- $k$  : module de Young pour ( $k = 33$  pour les plastiques) ;
- $D$  et  $e$  : diamètre intérieur et épaisseur de la conduite (m) ;

La protection anti bélier est nécessaire dès que la pression (P) du régime permanent additionné à la variation de pression ( $\Delta P$ ) dépasse la pression maximale admissible.

$$P + \Delta P \geq PMA$$

De façon pratique, un dispositif anti-bélier est prévu dès que :

$$P + \Delta P \geq 1.2 \times PFA$$

- $PFA$  : pression de fonctionnement admissible : pression qu'un composant peut supporter en fonctionnement normal : pour une conduite neuve,  $PFA \approx PN$  ;
- $PN$  : pression nominale ;
- $PMA$  : pression maximale admissible : pression qu'un composant peut supporter en cas de coup de bélier :  $PMA \approx 1.2 PFA$ , avec  $PMA = HMT + \Delta P$

### IV.7. Calcul du coût de revient du mètre cube d'eau

Traditionnellement, les coûts de réalisation des conduites d'adduction et de distribution du réservoir de stockage sont subventionnés et ne sont pas pris en compte dans l'évaluation du prix de revient du mètre cube d'eau pompée. Ainsi, pour le calcul du prix de revient du mètre cube d'eau pompée, on fera les hypothèses suivantes :

❑ **Investissement initial**

- coûts du Forage équipé, du groupe électropompe, du groupe électrogène, de l'installation du système photovoltaïque ;
- coûts des ouvrages de génie civil.

❑ **Période d'amortissement**

- forage : 10 ans
- groupe électropompe du refoulement : 7 ans
- modules du système photovoltaïque : 25 ans
- groupe électrogène : 7 ans
- bâtiment (local du groupe) : 15 ans

❑ **Charges d'exploitation (Entretien, Maintenance et pièce de rechange)**

- conduites (adduction et distribution) : 1 à 3 % du coût d'investissement
- réservoir de stockage : 0.5 à 1.5 % du coût d'investissement
- groupe électropompe du refoulement : 5 % du coût d'investissement
- groupe électrogène : 5 % du coût d'investissement
- frais de fontainier (forfait) : 40 000 FCFA/mois/fontainier
- frais du chef de centre : 60 000 FCFA/mois
- gasoil : 525 FCFA / litre
- prix du kg du chlore : 1 500 FCFA
- consommation spécifique maximum : 0.33 litre / kWh
- chloration (g de chlore par m<sup>3</sup>) : 2 à 3
- huiles : 5 % des coûts de gasoil
- surveillance et contrôle de la qualité de l'eau : 200 000 F/an

La grille tarifaire se fera dans un premier temps sans subvention de l'investissement initial, puis avec subvention. Le taux d'actualisation est égal à 5%.

La détermination du prix du mètre cube d'eau produite s'obtient par les opérations suivantes :

**1) Calcul des annuités des amortissements des différents équipements du réseau**

- ❑ annuité sans taux d'actualisation :  $a = \frac{S_0}{N}$  où  $S_0$  est le montant initial et  $N$  la durée d'amortissement
- ❑ annuité avec taux d'actualisation :  $a = \frac{\alpha \times S_0}{\left(1 - \frac{1}{(1+\alpha)^N}\right)}$  où  $\alpha$  est le taux d'actualisation

## 2) Calcul des charges d'exploitation

Les charges d'exploitation sont liées à la quantité d'eau produite annuellement. Cependant, le prix de revient du mètre cube d'eau est calculé par rapport au volume d'eau facturée et non produite.

- population :  $P_n = P_0 (1+t)^n$  ;
- volume Eau facturée :  $V_{EF}^i = \text{Besoin journalier moyen} \times 365$
- volume Eau produite :  $V_{EP}^i = \frac{V_{EF}^i}{\text{rendement}}$
- coût annuel de la chloration :  $\text{Masse}_{\text{chlore}} / m^3 \times \text{prix}_{\text{kg}_{\text{chlore}}} \times V_{EP}^i$
- coût annuel de l'énergie :  $\text{Litre}_{\text{gasoil}} / m^3 \times \text{prix}_{\text{gasoil}} \times V_{EP}^i$
- salaire + charges sociales :  $\text{Salaire}_{\text{mensuel}} \times 12 \times (1 + \% \text{charges}_{\text{sociales}})$
- entretien réseau :  $\text{Coût}_{\text{initial}_{\text{réseau}}} \times \% \text{entretien}_{\text{réseau}}$
- entretien groupe électrogène :  
 $\text{Coût}_{\text{initial}_{\text{groupe}_{\text{électrogène}}}} \times \% \text{entretien}_{\text{groupe}_{\text{électro}}}$
- entretien électropompe :  
 $\text{Coût}_{\text{initial}_{\text{groupe}_{\text{électropompe}}}} \times \% \text{entretien}_{\text{groupe}_{\text{électropompe}}}$
- surveillance contrôle qualité : Coût annuel de surveillance et de contrôle

**Le prix de revient est fourni par les relations suivantes :**

- prix de revient sans amortissement :

$$PR_1 = \frac{\text{Total}_{\text{charge}_{\text{exp loi}}}}{V_{EF}^i}$$

- prix de revient avec amortissement des ouvrages et équipements moins de 10 ans :

$$PR_2 = \frac{\text{Total}_{\text{charge}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{amor}_{(-10 \text{ ans})}}}{V_{EF}^i}$$

- prix de revient avec tous les amortissements sans actualisation :

$$PR_3 = \frac{\text{Total}_{\text{charge}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{tous}_{\text{amortissement}}}}{V_{EF}^i}$$

- PR avec tous les amortissements et taux d'actualisation :

$$PR_4 = \frac{\text{Total}_{\text{charge}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{tous}_{\text{amortissement}_{\text{avec}_{\text{Act}}}}}}{V_{EF}^i}$$

## V. ETUDE TECHNIQUE DE FAISABILITE

L'étude technique consiste à évaluer la ressource en eau, à dimensionner le réseau d'adduction et de distribution et enfin à proposer une source d'énergie à moindre coût.

### V.1. Etudes socio-économiques

L'objectif de cette étude est de s'assurer qu'il y a une forte adhésion au projet de tous les acteurs locaux. Cela se fait par des séances d'animation au cours desquelles l'animateur informe et sensibilise la population sur les points essentiels du projet. L'accent sera également mis sur le choix des lieux d'implantation des bornes fontaines au niveau des différents quartiers de chaque village. A l'issue de ces séances d'animation, le village concerné a adhéré au projet sans restriction et a proposé des lieux pour l'implantation des BF.

Aussi, plusieurs particuliers ont montré leur intérêt pour un Branchement Privé (BP).

A ce sujet, il a été porté à leur connaissance, que les ménages désireux d'avoir un branchement privé pourront en bénéficier selon les critères minimums suivants :

- la disponibilité et la suffisance de la ressource en eau ;
- le domicile à au moins 50 m d'une canalisation secondaire ou tertiaire ;
- la solvabilité du ménage demandeur pour pouvoir s'acquitter des frais de branchement (150 000f) et des factures futures liées à la consommation d'eau.

#### □ Implantation des bornes fontaines

A l'issue d'une assemblée générale avec les responsables du village de Kékaba (sages et CVD et autres personnes ressources), les quartiers suivants illustrés par le tableau 3 ont été retenus pour l'implantation d'une borne fontaine.

**Tableau 3 :** Localisation des points d'implantation des bornes fontaines dans le village de Kékaba

Nombre de bornes fontaines	Quartier	Coordonnées	
1	Nassurlaye	N : 12°11'26.5'' W : 003°40'34.3''	Ouedraogo Moussa
1	Bralola	N : 12°11'22.1'' W : 003°40'47.3''	Boni Lassina
1	Kenoya	N : 12°11'10.2'' W : 003°40'46''	Dao Issa
1	Wassanwa	N : 12°11'15.9'' W : 003°40'52.9''	Boni Hamidou
1	Flakin	N : 12°11'48.5'' W : 003°40'51.4''	Sangaré Hamidou

Source : Choix participatif en assemblée générale, juin 2020.

□ **Analyse physico- chimique de l'eau**

Les caractéristiques de ce forage et les résultats de l'analyse physico-chimique sont respectivement consignés dans les tableaux et de l'annexe. Il ressort de cette analyse que l'eau du forage est de bonne qualité et peut être mise en consommation.

## **V.2. Etudes hydrauliques**

### **V.2.1. Evaluation des consommateurs à l'horizon 2040**

Les informations issues du RGPH (2006) ont permis d'estimer la population à l'horizon du projet. Le taux d'accroissement retenu est de 2.4%. Le tableau 4 présente l'évolution de la population totale du village de Kékaba et celle qui sera desservie par le nouveau réseau à mettre en place.

**Tableau 4 :** Evolution de la population à desservir de 2020 à 2040 dans le village de Kékaba

		<b>Unité</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>
Désignation	Population totale	Hbt	2323	2615	2945	3315	3733
	Taux total de desserte	%	39%	55%	82%	83%	80%
	Population desservie	Hbt	900	1450	2400	2750	3000

### **V.2.2. Evaluation des besoins et demandes en eau du village de Kékaba**

Sur la base des paramètres mentionnés dans les hypothèses de calcul, les résultats de l'estimation des besoins et demandes en eau en provenance du nouveau réseau à mettre en place sont mentionnés dans le tableau 5. On peut lire dans le tableau 3 qu'à l'horizon du projet, il y aura cinq (05) bornes fontaines qui alimenteront 2000 personnes à raison de 400 habitants par borne fontaine. Le taux de desserte des bornes fontaines est de 53.6 %. Dans le même tableau, on peut lire qu'il y aura 100 branchements privés qui alimenteront 1000 personnes à raison de 10 habitants par branchement privé. Le taux de desserte des branchements privés sera alors de 26.8%. Ainsi, en 2040, le taux de desserte du village de Kékaba sera de 80.4 %. La demande en eau du jour de pointe est estimée 110 [m<sup>3</sup>/j].

**Tableau 5 :** Evolution des besoins et demandes en eau du village de Kékaba de 2020 à 2040

		Unité	2020	2025	2030	2035	2040
Borne fontaine	Nombre réel de bornes fontaines à installer	U	2	3	5	5	5
	Nombre de personnes par BF	Hbt	400	400	400	400	400
	Population desservie par les BF	Hbt	800	1200	2000	2000	2000
	Taux de dessert des BF	%	34%	46%	68%	60%	53.6%
	Consommation spécifique des BF	l/jr/bht	20	20	20	20	20
	Consommation journalière moyenne des BF	m <sup>3</sup> /j	16.0	24.0	40.0	40.0	40.0
	Branchements particuliers	Nombre réel de branchements particuliers à installer	U	10.0	25.0	40.0	75.0
Nombre de personnes par BP selon PNAEP		Hbt	10	10	10	10	10
Population desservie par les BP		Hbt	100	250	400	750	1000
Taux de dessert des BP		%	4%	10%	14%	23%	26.8%
Consommation spécifique des BP		l/jr/bht	35	35	35	35	35
Consommation journalière moyenne des BP		m <sup>3</sup> /j	3.5	8.8	14.0	26.3	35.0
Besoins et demandes	Besoins journaliers domestiques	m <sup>3</sup> /j	19.5	32.8	54.0	66.3	75.0
	Taux des besoins annexes	%	10%	10%	10%	10%	10%
	Besoins non domestiques	m <sup>3</sup> /j	2.0	3.3	5.4	6.6	7.5
	Besoins moyens journaliers	m <sup>3</sup> /j	21.5	36.0	59.4	72.9	82.5
	Coefficient de pointe journalier K <sub>pj</sub>		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Besoins du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	25.7	43.2	71.3	87.5	99.0
	Rendement global du réseau	%	95%	94%	93%	92%	90%
	Demande du jour de pointe	m <sup>3</sup> /j	27.1	46.0	76.6	95.1	110.0

### V.2.3 Calcul des débits d'adduction et de distribution

Le forage retenu pour l'alimentation du nouveau système à mettre en place a un débit d'exploitation de 10 [m<sup>3</sup>/h]. Nous avons aussi fixé un temps de pompage maximal inférieur à 16 heures selon les recommandations issues des essais de pompage.

Le réseau de distribution sera dimensionné pour le cas le plus défavorable. Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau 5. On peut lire dans le tableau 6, qu'avec le débit de 10 [m<sup>3</sup>/h] du seul forage, 11 heures de pompage suffisent pour satisfaire la demande du jour de pointe. On peut donc faire un couplage énergie solaire et énergie thermique pour l'alimentation de la pompe du forage. Quant au débit de pointe horaire de distribution, sa

valeur en 2040 sera de 11.1 [l/s] avec 7.5 [l/s] pour les bornes fontaines et 3.6 [l/s] pour les branchements privés.

**Tableau 6 :** Calcul des débits d'adduction et distribution du réseau du village de Kékaba

		Unité	2020	2025	2030	2035	2040
Réseau d'adduction	Temps théorique maximal de pompage	H	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	Débit théorique de pompage	m <sup>3</sup> /h	1.8	3.1	5.1	6.3	7.3
	Débit théorique de forage	m <sup>3</sup> /h	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
	Nombre de forage de 10 [m <sup>3</sup> /h]	U	1	1	1	1	1
	Temps réel de pompage	H	2.7	4.6	7.7	9.5	11.0
Réseau de distribution (BF)	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12
	Nombre de Robinets de 0.5 l/s par BF		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Débit réel de chaque borne fontaine	l/s	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	Débit réel de pointe horaire des BF	l/s	<b>3.0</b>	<b>4.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>	<b>7.5</b>
Réseau de distribution (BP)	Temps de distribution	H	12	12	12	12	12
	Débit moyen horaire des BP	m <sup>3</sup> /h	0.4	1.0	1.7	3.1	4.3
	Kph		3	3	3	3	3
	Débit de pointe horaire	m <sup>3</sup> /h	1.2	3.1	5.0	9.4	12.8
l/s		<b>0.3</b>	<b>0.9</b>	<b>1.4</b>	<b>2.6</b>	<b>3.56</b>	
Réseau de distribution	Débit de pointe horaire du réseau de distribution	m <sup>3</sup> /h	12.0	19.3	32.0	36.4	39.8
		l/s	<b>3.3</b>	<b>5.4</b>	<b>8.9</b>	<b>10.1</b>	<b>11.1</b>

#### V.2.4. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution d'eau se compose :

- ❑ des conduites de distribution ;
- ❑ des points de desserte (bornes fontaines et branchements publics) ;
- ❑ des dispositifs assurant la sécurisation et un bon fonctionnement des installations (regards, dispositif de ventouse, de vidange, etc...) ;

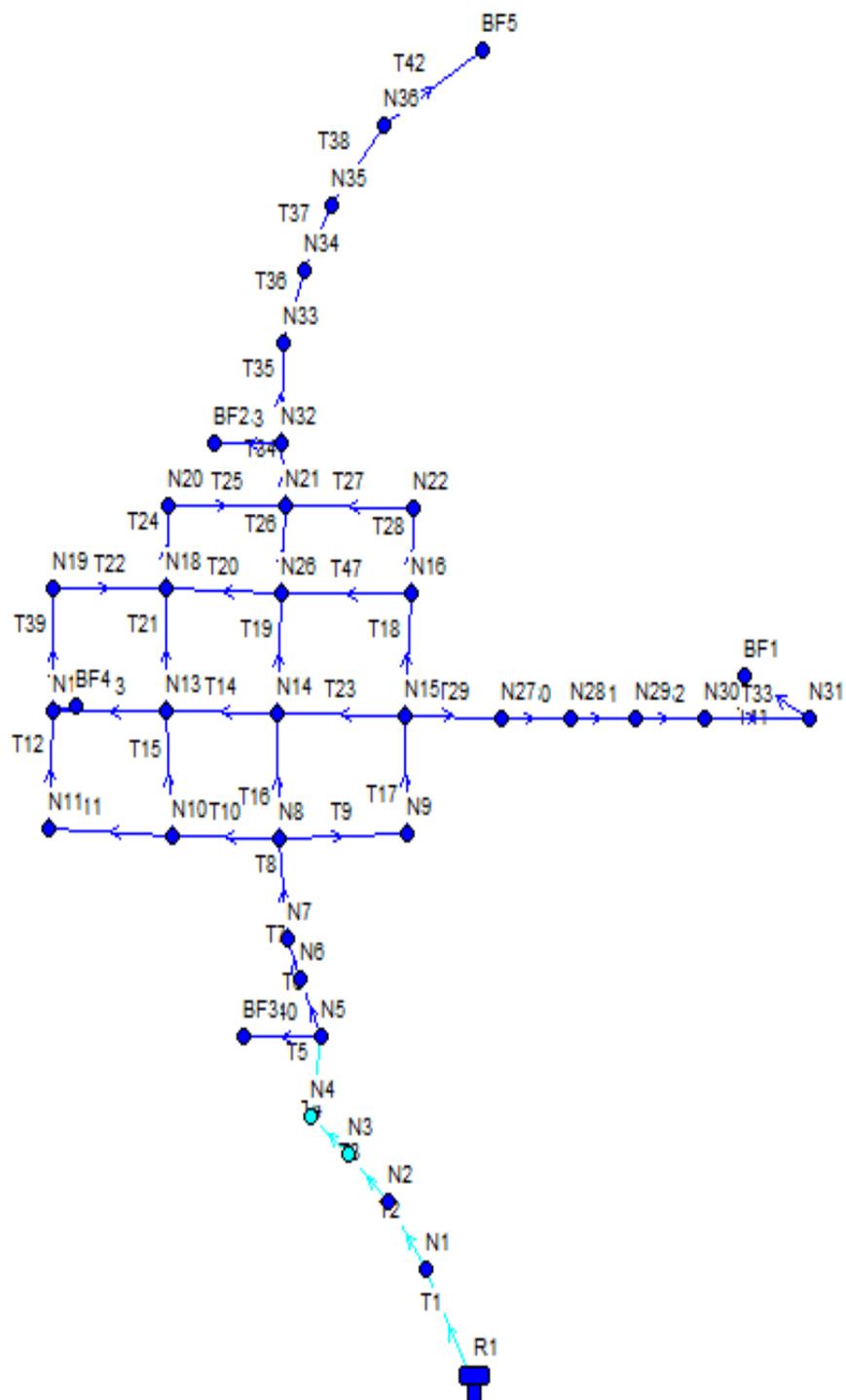
##### V.2.4.1. Tracé du réseau

Le tracé du réseau est établi après avoir positionné sur le plan topographique l'emplacement des différents points de desserte (BF et BP) adoptés lors des missions d'intermédiation sociale

et confirmés par les études techniques de terrain. En outre, ce tracé tient compte du site d'implantation du forage et de l'emplacement du château d'eau. Il a été pris en compte dans le tracé, la densité de la population afin de faciliter les branchements privés au réseau à moyen et long terme.

Le type de réseau retenu pour ce projet est de type maillé. Il est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées. Bien que son coût soit élevé, il reste préférable au réseau ramifié. Dans le cas d'une fuite dans une conduite, on peut la réparer sans faire couper l'alimentation du village en suivant son tracé. Le mode de distribution retenue est de type gravitaire c'est-à-dire le réservoir sera placé à un point de façon à dominer le réseau et à assurer une pression de service minimale au point le plus défavorable (le point le plus haut ou le plus éloigné).

Figure 4 : Réseau de distribution



#### V.2.4.2. Points de desserte

Les points de desserte sont constitués de bornes fontaines et de branchements particuliers. Le nombre et la répartition spatiale des bornes fontaines sont fonction de la taille du village (population) et aussi en fonction de l'avis des populations.

En moyenne, il a été prévu une borne fontaine pour 400 habitants.

Les bornes fontaines disposent en outre de :

- une bouche à clé placée après le collier de prise pour le raccordement à la conduite de distribution ;
- une vanne d'arrêt ;
- un compteur d'eau ;
- trois robinets de puisage ;

#### V.2.4.3. Calcul du débit des tronçons du réseau

Nous avons divisé le réseau en 8 mailles. Pour le calcul des débits dans les différentes mailles, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

##### □ Débit spécifique :

Pour pouvoir utiliser le concept du débit spécifique, nous supposons que les habitants sont répartis uniformément tous le long du réseau, le débit spécifique est donné par la relation suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{t\_BP}}{\sum L_i}$$

$Q_{sp}$  : débit spécifique (l/s ml).

$Q_{t\_BP}$  : débit de pointe horaire des branchements privés

$\sum L_i$  : somme des longueurs des tronçons du réseau secondaire (m).

##### □ Débits de route

Il se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon du réseau.

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

$Q_{rte}$  : Débits prélevés sur le tronçon (l/s).

$Q_{sp}$  : débit spécifique (l/s ml).

$L_i$  : longueur du tronçon (m)

□ Les débits aux nœuds

Le débit à chaque nœud est la somme des moitiés des débits consommés en route et associés au nœud auquel s'ajoute le débit d'une BF si le nœud alimente une borne fontaine.

$$Q_{nd\_i} = \sum_{i=1}^j \frac{Q_{rte}^i}{2} + Q_{BF}$$

Le tableau 7 présente le calcul des débits en route et ceux de chaque nœud.

**Tableau 7 :** Illustration des débits en route et aux nœuds des différents tronçons du réseau de distribution

Nœud amont	Nœud aval	Nom Du tronçon	Longueur du tronçon	Qrte [l/s]	Qrte/2
8	14	8_14	67,39	0,119	059
14	15	14_15	103,98	0,183	0,092
15	9	15_9	69,55	0,123	0,061
9	8	9_8	102,10	0,180	0,090
8	10	8_10	140,72	0,248	0,124
10	13	10_13	69,35	0,122	0,061
13	14	13_14	142,87	0,252	0,126
10	11	10_11	100,20	0,177	0,088
11	12	11_12	68,78	0,121	0,061
12	13	12_13	111,56	0,197	0,098
19	18	19_18	113,14	0,200	0,100
18	13	18_13	66,67	0,118	0,059
12	19	12_19	68,26	0,120	0,060
18	26	18_26	141,46	0,249	0,125
26	14	26_14	59,46	0,105	0,052
26	16	26_16	104,55	0,184	0,092
16	15	16_15	67,18	0,118	0,059
21	22	21_22	104,60	0,184	0,092
22	16	22_16	60,30	0,106	0,053
21	26	21_26	59,46	0,105	0,052
18	20	18_20	58,27	0,103	0,051
20	21	20_21	141,68	0,250	0,125

#### V.2.4.4. Dimensionnement des conduites de distribution

Les diamètres des conduites de distribution seront déterminés par la formule de continuité suivante :

$$Q = V * S$$

De cette formule découle de celle du diamètre intérieur :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} D_{int}: \text{diamètre intérieur en m;} \\ V: \text{vitesse de l'eau dans la conduite en m/s,} \\ Q: \text{débit traversant la conduite en m}^3/\text{s;} \end{array} \right.$

De façon pratique, des ajustements sont effectués pour le choix des diamètres commerciaux tout en respectant les conditions de vitesse et de pression minimale sans oublier de minimiser les pertes de charge.

#### *V.2.4.5. Calage de la hauteur sous radier*

La hauteur sous radier est fixée de sorte à assurer la pression minimale de service au point le plus défavorisé du réseau. Elle est donnée par la formule suivante :

$$\begin{aligned} \text{Côte minimale exploitable} &= \text{pression de service} + \text{côte TN} + \sum pdc \\ \text{Hauteur sous radier} &= \text{maximun côte minimale exploitable} - \text{côte TN réservoir} \end{aligned}$$

#### *V.2.4.6. Détermination de la pression au point de desserte*

Elle s'exprime en mètre et est donnée par la formule suivante :

$$\text{Pression} = \text{maximun côte minimale exploitable} - \text{côte TN} - \sum \Delta H$$

*V.2.4.7. Résultats du dimensionnement de la partie maillée du réseau de distribution par la méthode de HARDY-CROSS*

Les résultats de la partie maillée du réseau de distribution du village de Kékaba sont illustrés par le tableau 8.

**Tableau 8** : Résultats du dimensionnement de la partie maillée du réseau de distribution du village de Kékaba.

N° Maille	Nom du Tronçon	D [m]	L [m]	Q [m <sup>3</sup> /s]	V [m/s]	$al / D^m$	$\Delta Hi$	$\Delta Hi / Qi$	$\delta q$ [m <sup>3</sup> /s]	$Q + \delta q$	$H_{amont}$	$H_{aval}$	Zaval [m]	Paval [m]	DN
1	8_14	0.081	67	0.004	0.71	13,555	0.44	119.92	-2.0E-11	0.004	314.8	314.4	299.58	14.8	90
	14_15	0.068	104	0.001	0.39	50,946	0.28	199.30	-2.0E-11	0.001	314.4	314.1	299.88	14.2	75
	15_9	0.081	70	-0.003	-0.54	13,990	-0.28	98.30	-2.0E-11	-0.003	314.1	314.4	299.46	14.9	90
	9_8	0.081	102	-0.003	-0.57	20,537	-0.45	150.92	-2.0E-11	-0.003	314.4	314.8	299.3	15.5	90
							0.00	568.45							
2	8_10	0.081	141	0.003	0.51	28,305	0.51	190.15	-5.5E-11	0.003	314.8	314.3	298.79	15.5	90
	10_13	0.068	69	0.001	0.34	33,979	0.14	117.01	-5.5E-11	0.001	314.3	314.2	298.65	15.5	75
	13_14	0.068	143	-0.001	-0.28	70,000	-0.21	205.62	-5.5E-11	-0.001	314.2	314.4	299.58	14.8	75
	14_8	0.081	67	-0.004	-0.71	13,555	-0.44	119.92	-5.5E-11	-0.004	314.4	314.8	299.3	15.5	90
							0.00	632.69							
3	10_11	0.068	100	0.001	0.32	49,094	0.19	164.10	-2.4E-11	0.001	314.3	314.1	298.32	15.8	75
	11_12	0.068	69	0.001	0.28	33,699	0.10	100.32	-2.4E-11	0.001	314.1	314.0	298.5	15.5	75
	12_13	0.068	112	-0.001	-0.27	54,660	-0.15	156.50	-2.4E-11	-0.001	314.0	314.2	298.65	15.5	75
	13_10	0.068	69	-0.001	-0.34	33,979	-0.14	117.01	-2.4E-11	-0.001	314.2	314.3	298.79	15.5	75
							0.00	537.93							
4	19_18	0.057	113	0.000	0.05	129,048	0.01	62.79	-6.1E-11	0.000	314.0	314.0	298.59	15.4	63
	18_13	0.057	67	-0.001	-0.35	76,044	-0.18	202.84	-6.1E-11	-0.001	314.0	314.2	298.65	15.5	63
	13_12	0.068	112	0.001	0.27	54,660	0.15	156.50	-6.1E-11	0.001	314.2	314.0	298.5	15.5	75
	12_19	0.057	68	0.000	0.11	77,858	0.02	77.30	-6.1E-11	0.000	314.0	314.0	298.14	15.9	63
							0.00	499.43							
5	18_26	0.057	141	0.000	-0.10	161,350	-0.04	142.90	-3.6E-11	0.000	314.0	314.0	299.03	15.0	63
	26_14	0.068	59	-0.002	-0.60	29,133	-0.35	163.97	-3.6E-11	-0.002	314.0	314.4	299.58	14.8	75
	14_13	0.068	143	0.001	0.28	70,000	0.21	205.62	-3.6E-11	0.001	314.4	314.2	298.65	15.5	75

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

	13_18	0.057	67	0.001	0.35	76,044	0.18	202.84	-3.6E-11	0.001	314.2	314.0	298.59	15.4	63
							0.00	715.33							
6	26_16	0.057	105	0.000	-0.01	119,251	0.00	20.07	-3.8E-11	0.000	314.0	314.0	299.47	14.6	63
	16_15	0.057	67	-0.001	-0.50	76,626	-0.35	273.98	-3.8E-11	-0.001	314.0	314.4	299.88	14.5	63
	15_14	0.068	104	0.000	-0.05	50,946	-0.01	33.97	-3.8E-11	0.000	314.4	314.4	299.58	14.8	75
	14_26	0.068	59	0.002	0.60	29,133	0.35	163.97	-3.8E-11	0.002	314.4	314.0	299.03	15.0	75
							0.00	491.99							
7	21_22	0.057	105	-0.001	-0.35	119,308	-0.28	313.48	-6.3E-12	-0.001	313.6	313.8	299.1	14.7	63
	22_16	0.057	60	-0.001	-0.40	68,779	-0.21	205.75	-6.3E-12	-0.001	313.8	314.0	299.47	14.6	63
	16_26	0.057	105	0.000	0.01	119,251	0.00	20.07	-6.3E-12	0.000	314.0	314.0	299.03	15.0	63
	26_21	0.057	59	0.002	0.64	67,821	0.49	299.85	-6.3E-12	0.002	314.0	313.6	298.901	14.7	63
							0.00	839.14							
8	21_26	0.057	59	-0.002	-0.64	67,821	-0.49	299.85	-1.9E-11	-0.002	313.6	314.0	299.03	15.0	63
	26_18	0.057	141	0.000	0.10	161,350	0.04	142.90	-1.9E-11	0.000	314.0	314.0	298.59	15.4	63
	18_20	0.057	58	0.001	0.37	66,463	0.17	183.00	-1.9E-11	0.001	314.0	313.8	298.4	15.4	63
	20_21	0.057	142	0.001	0.30	161,601	0.28	372.30	-1.9E-11	0.001	313.8	313.6	298.901	14.7	63
							0.00	998.05							

Cette partie du réseau de distribution est composée essentiellement des conduites en PVC PN10. Les longueurs de chaque type de diamètre sont mentionnées dans le tableau 9.

**Tableau 9 :** Longueur des différents types de conduite du réseau maillé du village de Kékaba

<b>Diamètres des conduites</b>	<b>Réseau de distribution(m)</b>
DN 63 PN10	2728,25
DN 75 PN10	1039
DN 90 PN10	380
DN 160 PN10	1014,62
	5161,87

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

- côte minimale exploitable du réservoir : **317.56 m** ;
- hauteur sous radier retenue : **10 m** ;
- pression maximale : **15.87 m** ;
- pression minimale : **14.2 m** ;
- vitesse maximale : **0.71 m/s** ;
- vitesse minimale : **0.01 m/s** ;

### **V.2.5. Dimensionnement du réseau d'adduction**

#### *V.2.5.1. Colonne d'exhaure de la pompe*

Il existe plusieurs catégories de tuyaux partant du tube taraudé de la pompe à la sortie du forage. Les principaux sont :

- l'acier galvanisé ;
- le Wellmaster ;
- le Foraduc ;

L'acier galvanisé est sensible à la corrosion et le Wellmaster a un problème d'étanchéité au fil du temps. Le Foraduc est le plus cher et le mieux adapté. Il sera retenu pour ce cas, le tuyau en Foraduc. Ses avantages sont les suivantes :

- remplace toutes les conduites rigides, lourdes, encombrantes à raccords filetés manchonnés, brides ou raccords mécaniques par un flexible en longueur continue unitaire maximum de 200 m ;
- augmente de 8 à 9% le débit admissible pour un diamètre correspondant en conduite métallique ;
- associe les économies de transport et de manutention du fait de son caractère aplatisable et de son poids réduit : 0,8Kg/m pour le 2" – 3,13Kg/m pour le 6"

*V.2.5.2. Colonne montante au niveau du réservoir*

La colonne montante au niveau du réservoir est généralement en acier galva PN 16 bars. Il en est de même pour les conduites de trop plein, de vidange et de distribution qui descendent du réservoir au sol. Le diamètre de la colonne d'exhaure et de la colonne montante au niveau du réservoir est calculé à partir de la formule suivante :

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

Avec V : vitesse ascensionnelle prise égale à 2 [m/s] dans le forage et 1 [m/s] au niveau de la colonne montante.

**Tableau 10** : Résultat du calcul de la colonne d'exhaure et de la colonne montante

Désignation	Résultats		
	Diamètre théorique (mm)	Conduite retenu (mm)	Diamètre Nominal retenu (mm)
Colonne d'exhaure de la pompe	42.05	53/51	51
Colonne montante réservoir	59.5	76/66	65

*V.2.5.3. Conduite de refoulement*

A l'aide des formules empiriques mentionnées plus haut, nous avons déterminé le diamètre de refoulement qui permet de satisfaire aux deux conditions de vitesse économique. Les résultats obtenus pour le calcul sont consignés dans le tableau 11.

**Tableau 11** : Calcul de la conduite de refoulement du réseau de Kékaba par les formules empiriques

Calcul d'une conduite de refoulement	Qp [m <sup>3</sup> /h]	Temps pompage [h]	Hg [m]	φ <sub>th</sub> [mm]	φ <sub>ret</sub> [mm]	V [m/s]	Cond Flamant	Cond GLS
Méthode de Bresse	10,0	11	40,2	79,1	73,6	0,65	OK	OK
Méthode de Bresse modifié				112,5	90,0	0,44	OK	OK
Méthode de Munier				64,3	73,6	0,65	OK	OK
Méthode de Bonnin				52,7	61,4	0,94	KO	OK
Méthode de Bedjaoui				66,9	61,4	0,94	KO	OK

On s'aperçoit que c'est la conduite PEHD 90/73.6 PN16 qui est le plus petit diamètre qui vérifie les deux conditions de vitesse économique.

*V.2.5.4. Calcul de la HMT et choix de la pompe*

Le choix de la pompe se fait en fonction des paramètres suivants :

- les caractéristiques du forage,
- les données topographiques,
- la côte de calage du réservoir.

Les paramètres essentiels qui sont pris en compte pour le choix de la pompe sont la hauteur manométrique totale (HMT) et le débit d'exploitation du forage. Au point de fonctionnement de la pompe, la hauteur manométrique totale est calculée par la formule suivante :

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H$$

$$H_{géo} = \text{côte de déversement réservoir} - \text{côte du niveau dynamique du forage}$$

Le calcul de la HMT est résumé dans le tableau 12 suivant.

**Tableau 12 :** Détermination de la hauteur manométrique totale de la pompe alimentant le réseau de Kékaba

Qp [m <sup>3</sup> /h]	Zref [m]	Cote dy [m]	Hg [m]	φret [mm]	L ref [m]	ΔH [m]	HMT [m]
10	321,56	281,4	40,2	<b>73,6</b>	2 111	13,5	53,7

A partir du débit d'exploitation de la pompe, nous avons choisi dans le catalogue du constructeur GRUNDFOS, deux modèles de pompe immergée à savoir SP 9 - 13 et SP 11 - 11. Il s'est avéré que le modèle SP 11 – 11 a le meilleur rendement.

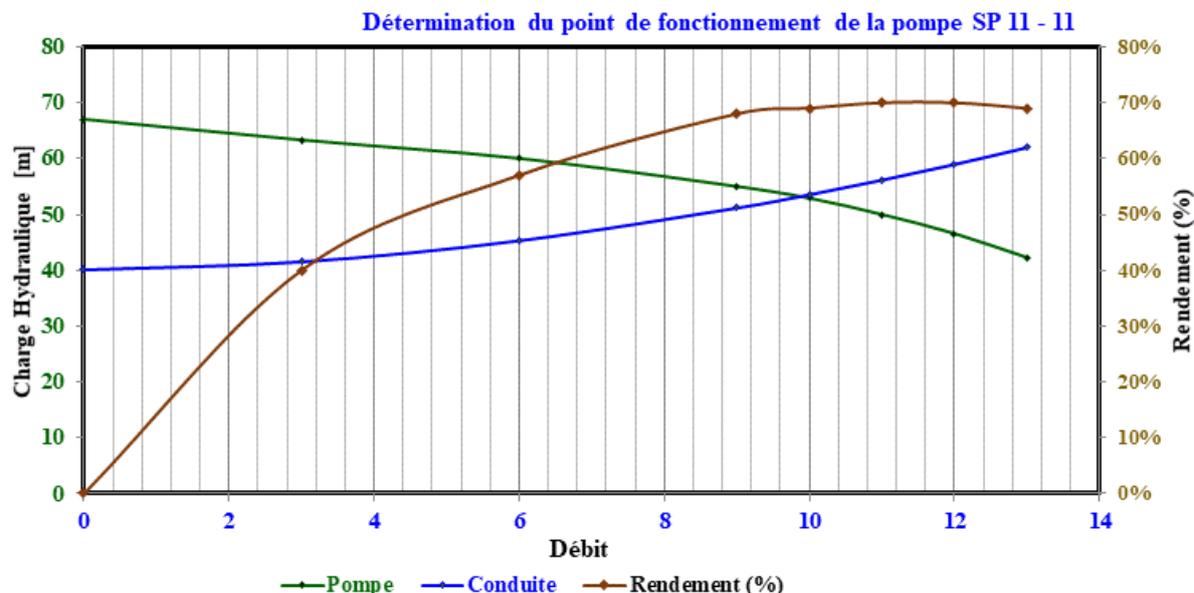
A partir de la courbe caractéristique de la pompe SP 11 – 11, nous avons déterminé le point de fonctionnement de la pompe. Le tableau 13 ci-dessous présente les valeurs utiles pour la détermination du point de fonctionnement du système de pompage.

**Tableau 13 :** Détermination du point de fonctionnement du système de pompage

Q [m <sup>3</sup> /h]	0	3	6	9	10	11	12	13
HMT [m]	67	63.3	60	55	52.9	50	46.58	42.3
H réseau [m]	40.16	41.61	45.38	51.23	53.61	56.21	59.01	62.02
η(%)	0	40%	57%	68%	69%	70%	70%	69%

On peut remarquer que sur le graphique 3, au point de fonctionnement, on obtient :

$$Q_f = 9.85 \text{ [m}^3\text{/h]} - HMT = 53 \text{ [m]} - \eta = 69 \%$$



**Figure 5 :** Illustration du point de fonctionnement de la pompe SP 11 – 11 du système de pompage de Kékaba

Ainsi, les caractéristiques de la pompe et du moteur au point de fonctionnement sont illustrées par le tableau 14.

**Tableau 14 :** Caractéristiques de la pompe retenue

Qp [m³/h]	HMT [m]	N [tr/min]	Type moteur	U [V]	$\eta_p$ (%)	$\eta_g$ (%)	Pt [kW]	In [A]	Id (%)	Cos Phi
9.85	53	2900	MS402	3 x 380	68.50%	52.20%	2.711	5.50	440	80%

#### V.2.5.5. Etude des coups de bélier

Nous avons étudié le phénomène de coup de bélier afin de voir s'il est nécessaire de prévoir un dispositif anti-bélier. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 15.

**Tableau 15 :** Vérification du phénomène du coup de bélier sur la conduite de refoulement

$\phi_{ret}$ [mm]	V [m/s]	$\epsilon$ [GPa]	E [GPa]	ep [mm]	c [m/s]	$\Delta P$ [m]	Hmax	Hmin	Hmax / PN
73,6	0,65	2	0.93	8,20	313,9	20,89	54,1	12,29	0,34

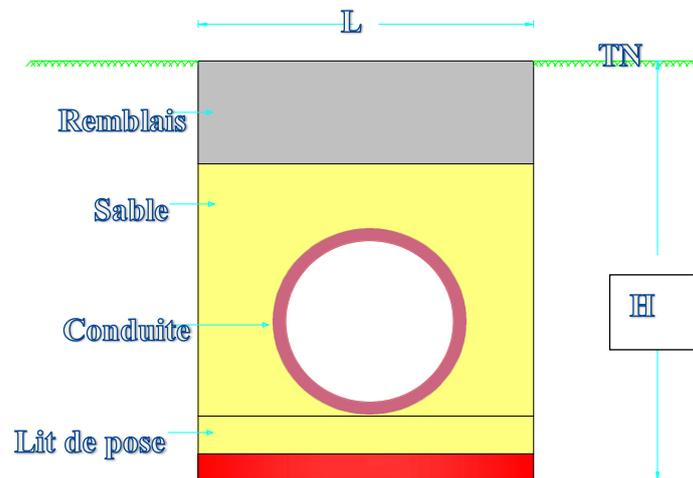
On constate donc que la pression maximale obtenue pendant la phase transitoire (5,4 bars) est inférieure à la pression nominale de canalisation qui est de **16 bars**. Une conduite PN10 pourrait être installée sans risque de coup de bélier. Cette conduite ne nécessite donc pas une protection particulière contre le coup de bélier. La présence d'une ventouse au niveau de la tête de forage suffit largement à résorber les variations de pression. En plus de la ventouse en

tête de forage, nous retiendrons la mise en place de quelques ventouses supplémentaires sur le tronçon de refoulement long de 2111 ml.

**Conclusion** : Au regard des calculs, il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite d'adduction.

#### *V.2.5.6 Mode de pose des conduites*

De façon générale, il est recommandé d'enterrer les conduites le long des voies de circulation pour une meilleure accessibilité en cas de travaux de maintenance. Afin de protéger le tuyau une fois à l'intérieur du trou, une couche de sable de 10 cm est prévue de part et d'autre de la conduite. La profondeur et la largeur minimale du tuyau sont déterminées par la formule suivante :



$$H \text{ min} \geq 0,8\text{m} + \text{Dext}$$

$$L \text{ min} \geq 0,4\text{m} + \text{Dext}$$

Où :

- H min : Profondeur minimale de la tranchée
- L min : Largeur minimale de la tranchée
- Dext : Diamètre extérieur de la conduite

Il sera retenu une hauteur H de **1 m** et une largeur L de **0.60**.

### **V.3. Dimensionnement des installations électriques**

L'alimentation du système de pompage sera mixte. De 2020 jusqu'à 2030, la durée d'adduction estimée est de 7.7 [h]. L'énergie solaire pourrait être utilisée avec un temps de pompage de 8 h (8 h à 16h). La durée de refoulement est de 11 h en 2040. Ainsi, l'énergie

thermique (groupe électrogène) sera utilisée pendant 5 h en complément de l'énergie photovoltaïque. Cela permet de disposer de l'eau dans le réservoir chaque soir pour une utilisation très tôt le matin avant la mise en marche du système solaire.

### **V.3.1. Dimensionnement du groupe électrogène**

La puissance apparente du groupe électrogène est donnée par la formule suivante :

$$P_{app} = \text{Max}\left(2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pompe} * \eta_{moteur} * \cos \varphi} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos \varphi}{1000} \times 1.25\right)$$

$$P_{app} = \text{Max}\left(\frac{2 \times 9.81 \times 9.85 \times 53}{3600 \times 0.522 \times 0.80} ; 2 \times \frac{\sqrt{3} \times 385 \times 5.5 \times 0.8}{1000} \times 1.25\right)$$

$$P_{app} = \text{Max}(6.81 ; 7.24)$$

Nous retiendrons un groupe électrogène de **7.5 KVA**

### **V.3.2. Dimensionnement du système solaire photovoltaïque**

Le champ solaire sera placé dans un endroit bien dégagé où les panneaux photovoltaïques recevront le maximum de rayons solaires. Les plaques solaires photovoltaïques seront installées sur une plateforme d'une hauteur minimale de 3 mètres. La plateforme sera entourée d'un enclos grillagé. La station photovoltaïque disposera d'un ensemble de modules photovoltaïques, d'une boîte de raccordement, d'un régulateur de charge, d'un onduleur, d'une batterie d'accumulateurs et de divers accessoires.

L'énergie nécessaire pour déplacer une certaine quantité d'eau d'un niveau à un autre est celle réellement transmise à l'eau par l'électropompe.

L'énergie électrique journalière  $E_j$  produite par le générateur photovoltaïque est égal

$$E_j = \frac{\rho * g * Q_j * HMT}{3600 * \eta_{pompe-moteur}}$$

Avec :

- $\rho$  : masse volumique de l'eau (1000 kg/m<sup>3</sup>) ;
- $g$  : accélération de la pesanteur (9.81 m/s<sup>2</sup>) ;
- $Q_j$  : débit journalier (m<sup>3</sup>) ;

- $\eta_{pompe-moteur}$  : rendement pompe moteur ;

$$E_j = \frac{1000 \times 9.81 \times 9.85 \times 8 \times 53}{3600 \times 0.522} = 21\,802.1 \text{ Wc}$$

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

$$P_c = \frac{E_j \times 0.001}{kp * \eta_{onduleur} \times \eta_{bat} \times Ei} = \frac{21\,802.1 \times 0.001}{0.8 \times 0.9 \times 0.8 \times 5} = 7.57 \text{ Kwc}$$

- $P_c$  : puissance crête (Kwc) ;  $E_j$  : besoin énergétique (Kw) ;
- $Ei$  : ensoleillement journalier, il varie de 4.5 à 6 Kwh/m<sup>2</sup>/j ; pour le dimensionnement, il sera retenu une moyenne de 5 Kwh/m<sup>2</sup>/j.
- $kp$  : rendement du générateur photovoltaïque (80%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque des AEP) ;
- $\eta_{onduleur}$  : rendement onduleur (90%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque) ;
- $\eta_{bat}$  : rendement batterie (80%), (valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque) ;

Si nous prenons des modules dont la puissance est de **250 Wc**, le nombre de module est :

$$Nombre_{module} = \frac{P_c \times 1000}{250} = \frac{7.57 \times 1000}{250} = 30$$

Pour l'installation, on retiendra **10 modules en série**, il s'ensuit que le nombre de branches de modules en **parallèles sera de 3**.

#### ❑ **Orientation et inclinaison des panneaux**

Le générateur solaire ne fonctionnera correctement que si certaines conditions d'emplacement et de positionnement sont respectées. Le champ solaire doit être orienté plein sud. L'inclinaison du champ par rapport au sol doit être égale à la latitude des lieux. La localité de Kékaba se trouve dans une zone de latitude 13°, nous retiendrons un angle d'inclinaison de 15° afin de faciliter le nettoyage des panneaux et l'écoulement des eaux de pluie.

#### ❑ **Protection, régulation et asservissement de l'électropompe**

L'électropompe et les équipements électriques divers seront protégés et mis en service à partir d'un tableau électrique spécialement équipé qui sera installé dans un local technique où sera installé le groupe électrogène.

Le tableau électrique contiendra tous les équipements de commande, de protection, d'asservissement et de régulation. Il sera câblé selon les règles de l'art conformément aux schémas et à la nomenclature exigée. Les équipements électriques de l'armoire sont présentés dans le tableau 16.

**Tableau 16 :** Détails des équipements électriques à installer dans l'armoire de commande

Nom de l'équipement	Nombre
Interrupteur général de coupure à commande extérieure latérale	1
Disjoncteur général de tête 4 x 20A/300mA tétra polaire	1
Parafoudre BT tétra polaire protégé par un	1
Disjoncteur tétra polaire	1
Relais général de protection contre le manque ou l'inversion de phase	1
Bouton poussoir marche arrêt pour l'électropompe ;	1
Disjoncteur moteur de calibre adapté	1
Contacteur adapté pour la mise en service de l'électropompe	1
Relais manque eau	1
DPN de 3 A pour le circuit de commande	1
DPN de 3 A pour la protection du voltmètre	1
DPN 10 A pour le circuit éclairage du local	1
Disjoncteur 4x16 A pour le circuit des prises de courant	1
Bouton poussoir test de l'électropompe,	1
Bouton poussoir test des voyants	1
Voyant orange présence tension	1
Voyant vert marche électropompe	1
Voyant rouge défaut thermique pour l'électropompe	1
Voyant rouge défaut manque eau forage	1
Voyant rouge défaut surpression	1
Voyant rouge défaut secteur	1
Ronfleur pour la signalisation niveau haut château	1
Voltmètre 500V avec 1 commutateur à 7 positions	1

### **V.3.3. Analyse comparative des deux sources d'énergie**

Quelques avantages et inconvénients des deux sources d'énergie sont illustrés dans le tableau 17.

**Tableau 17 :** Avantages et inconvénients des systèmes thermique et photovoltaïque de pompage hydraulique

Type d'énergie	Avantages	Inconvénients
Thermique	<ul style="list-style-type: none"><li>- pompage au besoin (souple) ;</li><li>- investissement initial avantageux ;</li><li>- pose facile ;</li><li>- occupe peu d'espace ;</li><li>- adapté au gros besoin ;</li><li>- indépendant de la présence du soleil.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- maintenance coûteuse,</li><li>- coût de fonctionnement élevé,</li><li>- nuisance et pollution,</li><li>- courte durée de vie.</li></ul>
Solaire	<ul style="list-style-type: none"><li>- faible coût de fonctionnement,</li><li>- moins polluants,</li><li>- longue durée de vie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- dépendant de l'ensoleillement,</li><li>- occupation d'espace,</li><li>- coût d'investissement initial élevé,</li><li>- vol possible des panneaux solaires.</li></ul>

**Conclusion :** Ces deux (2) sources d'énergies seront utilisées.

#### **V.4. Ouvrages annexes sur le réseau**

Ce sont des pièces hydrauliques installées sur le réseau afin d'assurer la sécurité et le bon fonctionnement des installations. Pour cela, le réseau de distribution d'eau sera équipé de regards abritant les pièces hydrauliques suivantes :

- ❑ **Les vannes de sectionnement :** elles permettront d'isoler des tronçons afin d'exécuter les travaux de maintenance. Les vannes seront sous bouche à clé en fonte de diamètre correspondant au diamètre de la conduite sur laquelle elles seront placées ;
- ❑ **Les ventouses :** elles permettent de chasser l'air des conduites pendant la phase de mise en service et d'exploitation. Elles sont dimensionnées en fonction de la pression de service et du diamètre de la conduite. Les ventouses sont placées à des points hauts sur le réseau de distribution et sur la tête de forage ;
- ❑ **Les vidanges :** elles permettent de nettoyer le réseau des dépôts occasionnés par des faibles vitesses pendant la phase d'exploitation ou d'interruption des services. Les vidanges sont placées aux points bas et aux extrémités du réseau. Elles sont choisies en fonction du diamètre de la canalisation.

La pose de chaque pièce spéciale (vanne, ventouse, vidange) est sujette à la réalisation des butées de protection.

## V.5. Réservoir de stockage de l'eau

Le réservoir joue le rôle de régulateur entre le débit fourni par la pompe (refoulement) et le prélèvement aux différents points de distribution. Il stocke ainsi le surplus d'eau pompée pendant les moments de faible consommation afin de le libérer pendant les moments de forte consommation. Il facilite également le traitement de l'eau.

- ❑ Le réservoir doit être posé à un endroit ayant la côte du terrain naturel la plus élevée afin de dominer le terrain et de réduire la hauteur sous radier ;
- ❑ Il doit être situé à proximité du forage afin de réduire la longueur de la conduite d'adduction.

### V.5.1. Détermination de la capacité utile du réservoir

Une capacité de stockage tampon est nécessaire pour combler la différence entre la production d'eau par jour et la consommation en eau des usagers. Le réservoir choisi est de type métallique étanche et de forme cylindrique car les réservoirs cylindriques soudés sont couramment utilisés pour stocker l'eau dans les petits centres équipés de systèmes d'AEP. Leur coût d'investissement est relativement moins élevé par rapport à ceux des réservoirs en béton armé pour les faibles volumes de stockage.

En effet, pour l'alimentation en eau des petites collectivités, le volume de stockage du réservoir de distribution peut être estimé entre 30 et 40% de la demande de pointe journalière.

$$Cu = 35\% * Bj$$

$$Cu = 35\% * 110 = 38.5 \text{ m}^3$$

**Finalement nous retiendrons un volume de 40 m<sup>3</sup>.**

Le réservoir que nous proposons ici est de type métallique et de forme cylindrique. Ce choix s'est basé sur les critères suivants :

- ❑ coût d'investissement moindre par rapport au réservoir en béton,
- ❑ entretien facile,
- ❑ résistance aux intempéries climatiques.

Les dimensions du réservoir sont illustrées dans le tableau 18 ci-dessous :

**Tableau 18** : Quelques valeurs caractéristiques du réservoir du réseau de distribution

Caractéristiques	Unité	Valeur
Côte Terrain naturel : ZTN	m	307.56
Demande de pointe journalière	(m <sup>3</sup> /j)	110
Volume calculé : 35 % Dj	(m <sup>3</sup> )	38.5
Volume adopté	(m <sup>3</sup> )	40
Hauteur radier	m	10
Hauteur totale cuve	m	5
Diamètre cuve	m	3,25

Pour le traitement (désinfection) de l'eau distribuée, il sera proposé une chloration directe manuelle, régulière et périodique avec des pastilles de chlore au niveau du château d'eau. Cette option a l'avantage d'éviter les dispositifs de pompage et de préparation de solution et autres charges y relatives. Le désinfectant utilisé pour le traitement de l'eau du réseau sera le chlore. Celui-ci a besoin d'un temps de contact minimum de 2 heures pour l'efficacité de son action. Afin de s'assurer que l'effet de celui-ci soit effectif, le temps de contact est calculé et vérifié.

#### ❑ Vérification du temps minimal de contact

Le temps minimal de contact du chlore doit être supérieur ou égale à 2 heures. Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$T_c = \frac{C_u}{Q_{dist}}$$

Avec :

- $C_u$  : Capacité utile du réservoir (m<sup>3</sup>)
- $Q_{dist}$  : débit de pointe distribution ;

$$T_c = \frac{C_u}{Q_{dist}} = \frac{40}{39.8} = 1 < 2 \text{ heures, Condition non vérifiée.}$$

Malgré que le temps de contact ne soit pas vérifié, elle n'a aucun incident sur la qualité de l'eau de consommation.

#### ❑ Vérification du temps de séjour

Pour que le chlore soit efficace pour la désinfection de l'eau, le temps maximal de séjour est de 48 heures, soit 2 jours. Le temps maximal de séjour se calcule de la manière suivante :

$$T_s = \frac{C_u}{Q_{moy}}$$

Avec  $Q_{moy}$  : le débit moyen horaire ;

$$T_s = \frac{C_u}{Q_{pj}} = 2.3h < 48 \text{ heures, donc la condition est vérifiée}$$

## V.6 Mode de gestion des systèmes d'alimentation en eau potable

Différents modes de gestion pour les systèmes AEP existent au Burkina Faso. Cette gestion consiste à transférer ou non certaines responsabilités aux collectivités locales. Le tableau 19 fait ressortir les modes de gestion ainsi que leurs avantages et inconvénients en rapport direct avec la capacité de la commune. De façon générale, ce guide propose cinq (5) modes de gestion qui sont : la régie directe, la gérance, la régie intéressée, l'affermage et la concession.

**Tableau 19 : Modes de gestion des services publics locaux**

<b>Mode de gestion</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>
<b>La régie directe</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 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
	Personnel détaché du reste du personnel municipal		
	Dividendes politiques		

<b>Mode de gestion</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>	<b>Condition de mise en œuvre</b>
<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 procédures d'acquisition	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	

Source : Guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso ; 2019

Selon le Guide pratique sur la délégation du service public en matière d'eau potable en milieu rural au Burkina Faso élaboré 2019, le contrat-type qui semble convenir est l'affermage.

Pour conclure, nous allons retenir le mode de gestion par **affermage**.

## VI. COÛT DU PROJET ET PRIX DE REVIENT DU METRE CUBE D'EAU

### VI.1. Coût du projet

Le coût des travaux y compris le suivi et le contrôle pour la réalisation du projet d'AEP du village de Kékaba dans la commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun s'élève à la somme de 196 397 488 FCFA TTC. Le détail des calculs est illustré par le tableau 20.

**Tableau 20** : Devis estimatif du projet d'AEP du village de Kékaba dans la commune rurale de Ouarkoye

N°	Désignation	Prix total (FCFA)
1	Frais généraux du chantier	5 800 000
2	Station de pompage	22 640 000
3	Conduite de refoulement	22 390 500
4	Construction et équipement du château d'eau	27 200 000
5	Fourniture et pose des conduites de distribution	35 581 395
6	Ouvrages annexes	39 610 000
7	Essais et autres	5 291 009
	<b>SOUS TOTAL HTVA</b>	<b>158 512 904</b>
	ETUDE, SUIVI ET CONTRÔLE DES TRAVAUX (5%)	7 925 645
	<b>TOTAL HTVA</b>	<b>166 438 549</b>
	TVA 18 %	29 958 939
	<b>TOTAL GENERAL TTC</b>	<b>196 397 488</b>

### VI.2. Prix de revient du mètre cube d'eau

Le prix de revient du mètre cube d'eau tient compte des charges d'exploitation et des annuités des amortissements des différents investissements initiaux. Ainsi, on procèdera aux calculs de chaque terme.

#### 1) Calcul des annuités des amortissements des différents équipements du réseau

Le tableau 21 illustre le montant des annuités des investissements initiaux considérés.

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

**Tableau 21 :** Exemple de calcul des annuités des amortissements de quelques investissements initiaux de l'AEP du village de Kékaba

Désignation	Montant	Durée	Annuité sans actualisation	Annuité avec actualisation
Forage équipé	6 000 000	10	600 000	777 027
Groupe électropompe	3 500 000	7	500 000	604 869
Groupe électrogène	6 000 000	7	857 143	1 036 919
Ouvrages de génie civil	9 000 000	15	600000	867 081
Système photovoltaïque	15 000000	25	600 000	1 064 287

**2) Calcul des charges d'exploitation**

Les charges d'exploitation tiennent compte des quantités d'eau produite ainsi que des quantités d'eau consommées. Les salaires des fontainiers ainsi que le prix de la surveillance de la qualité de l'eau sont pris en compte. Le détail des calculs est présenté dans le tableau 22.

**Tableau 22 :** Calcul des charges d'exploitation du système d'AEP du village de Kékaba

Désignation	Années			
	2025	2030	2035	2040
Volume Eau Facturée [m <sup>3</sup> ]	15 779.0	26 017.2	31 919.3	36 135.0
Volume Eau produite [m <sup>3</sup> ]	16 786.1	27 975.5	34 694.8	40 150.0
Coût annuel de la chloration	62 948	104 908	130 106	150 563
Coût annuel de l'énergie	0	0	1 456 483	2 809 149
Salaires + charges sociales	2 160 000	3 120 000	3 120 000	3 120 000
Entretien du réseau	684 068	1 368 137	2 052 205	2 052 205
Entretien réservoir	160 480	320 960	481 440	481 440
Entretien du groupe électrogène	0	0	300 000	300 000
Surveillance contrôle de la qualité	200 000	200 000	200 000	200 000
Entretien groupe électropompe	175 000	175 000	175 000	175 000
<b>Total charges d'exploitation</b>	<b>3 442 496</b>	<b>5 289 005</b>	<b>7 915 233</b>	<b>9 288 356</b>

**3) Calcul du prix de revient du m<sup>3</sup>**

Le tableau 23 présente la synthèse du prix de revient du mètre cube produit.

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la  
Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

**Tableau 23 :** Estimation du prix de revient du m<sup>3</sup> d'eau tenant compte des amortissements et du taux d'actualisation

<b>Désignation</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>	<b>2040</b>
Annuité (<=10 ans) sans Actualisation	1 100 000	1 100 000	1 957 143	1 957 143
Annuité (<=10 ans) avec Actualisation	1 381 897	1 381 897	2 418 816	2 418 816
Annuité totale sans Actualisation	2 300 000	2 300 000	3 157 143	3 157 143
Annuité totale avec Actualisation	3 313 264	3 313 264	4 350 183	4 350 183
Charges d'exploitaon/m3	218	203	248	257
Prix de revient avec Amortissement (<=10 ans) et sans actualisation	288	246	309	311
Prix de revient avec Amortissement (<=10 ans) et actualisation	306	256	324	324
Prix de revient avec Amortissement	364	292	347	344
<b>Prix de revient avec Amortissement et Actualisation</b>	<b>428</b>	<b>331</b>	<b>384</b>	<b>377</b>

On s'aperçoit que pour une même hypothèse de calcul, le prix de revient décroît lorsque les quantités d'eau facturées augmentent. De même, pour les mêmes quantités d'eau facturées, le prix de revient augmente selon qu'on tienne compte des amortissements et/ou du taux d'actualisation. Généralement, dans l'estimation du prix de revient du mètre cube d'eau, on s'abstient de prendre en compte les équipements de plus de 30 ans de durée de vie. On prend en compte les équipements dont la durée d'amortissement est inférieure ou égale à 10 ans afin de provisionner leurs fonds de renouvellements. Ainsi, le prix de revient à l'horizon du projet est estimé à **377 FCFA** tenant compte de l'amortissement des équipements de moins de 10 ans, du système photovoltaïque et du taux d'actualisation. En fixant une marge bénéficiaire et du fond de renouvellement pour les extensions futures, on pourra déterminer avec une marge raisonnable le prix de vente du mètre cube.

Il convient de signifier que le prix de vente retenu dans ce projet est de **500 F/m<sup>3</sup>**. Ce prix est raisonnable et permet d'assurer une bonne gestion financière pour l'exploitant du réseau. La barrique de **200 litres à 100 FCFA**, la bassine de **30 litres à 15 FCFA**, le bidon de **20 litres à 10 FCFA** et le sceau de **5 litres à 5 FCFA**.

## **VII. NOTICE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

Face aux problèmes environnementaux dont le Burkina Faso est de plus en plus confronté, les autorités ont mis en place un cadre institutionnel et juridique qui a permis d'élaborer des textes législatifs et réglementaires qui visent le respect de l'environnement et des principes du développement durable. Parmi ces textes, figure :

La loi N° 005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso prévoit l'Etude d'Impact sur l'Environnement (E.I.E) et la Notice d'Impact sur l'Environnement (N.I.E) comme outils d'intégration des préoccupations d'environnement dans les projets et plans de développement.

La notice d'impact sur l'environnement est une étude d'impact simplifiée mais répondant aux mêmes préoccupations que l'étude détaillée. Elle détermine de façon précoce, des enjeux environnementaux dans le cycle de vie des projets, propose des mesures d'atténuation et de bonification ou le cas échéant de compensation des impacts. Elle aide le promoteur à concevoir un projet respectueux du milieu récepteur sans remettre en cause sa faisabilité technique et économique.

### **VII.1. Rappel des composantes et phases du projet**

Le projet de réalisation de l'AEP de Kékaba comprend deux grandes composantes que sont l'eau potable et l'assainissement. Les travaux menés dans le cadre du projet s'articulent autour de ces deux composantes. Afin de mener à bien ces travaux, le projet sera exécuté suivant trois (03) phases : la phase de prospection, la phase de réalisation et la phase d'exploitation.

### **VII.2. Identification et évaluation des impacts**

L'évaluation des impacts potentiels fait ressortir des impacts positifs et négatifs sur l'environnement biophysique et humain en phase de construction et d'exploitation de la mini-AEP.

#### **□ Impacts négatifs**

Les impacts négatifs sont entre autres :

- la perturbation de la structure du sol et sa pollution par les déchets,
- la destruction de la végétation dans l'emprise des travaux,

- la perturbation de la quiétude de la faune sauvage,
- les risques de blessure.

□ **Impacts positifs**

Les impacts positifs concernent surtout :

- Le recrutement de la main d'œuvre ;
- l'augmentation des points d'eau ;
- l'amélioration des conditions de vie des populations ;
- l'amélioration de la santé et du bien-être de la population ;
- la diminution de la prévalence des maladies d'origine hydriques et une baisse des dépenses liée à la santé.

### **VII.3. Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES)**

Ce programme expose l'ensemble des mesures à mettre en œuvre pour atténuer les impacts négatifs et ou de bonifier les impacts positifs des travaux. Ainsi, il décrit les éléments ci-dessous :

- la phase de mise en œuvre des travaux,
- les éléments du milieu qui seront impactés,
- les impacts des travaux par phase de mise en œuvre.

Les mesures d'atténuation sont présentées dans le tableau 24.

**Tableau 24** : Mesures d'atténuation des impacts négatifs

<b>Domaines d'application</b>	<b>Mesures d'atténuation</b>
Installations de chantiers	Elaboration et mise en place d'un plan d'installation approprié permettant la réduction des nuisances sonores, les atteintes au cadre de vie (dégradations et destructions diverses) et les désagréments induits avant le démarrage des chantiers.
Sécurité	Mise en place : <ul style="list-style-type: none"><li>- d'une signalisation visible des différents accès aux sites de travaux, couplée d'une signalisation adaptée informant le public des travaux, des déviations et des dangers de croisement des chantiers ;</li><li>- de panneaux d'information du public et d'interdiction de l'accès au chantier ;</li><li>- de panneaux de limitation de vitesse sur le chantier.</li></ul>
Implication des populations	- tenue de séances de formation pour une meilleure implication des populations.
Comportements durant les travaux	<ul style="list-style-type: none"><li>- mise en place d'un règlement interne des installations de chantiers mentionnant spécifiquement les règles de sécurité et les consignes de préservation de l'environnement ;</li><li>- respect des procédures d'hygiène et de sécurité ;</li><li>- mise en place des affiches de sensibilisation du personnel au respect des us et coutumes des populations et des relations humaines d'une manière générale ;</li><li>- installation des équipements techniques pour l'assainissement des eaux usées et effluents de chantiers et l'élimination des déchets solides (de chantier) ;</li><li>- interdiction de la consommation d'alcool pendant les heures de travail ;</li><li>- sensibilisation des populations à l'hygiène de la petite alimentation (vente d'aliments sur les chantiers) ;</li><li>- dotation du personnel d'équipements adéquats de protection (masques anti-poussière et anti - fumée, gants, bottes, casques...) et suivi de leur utilisation effective.</li></ul>
Gestion du déboisement	<ul style="list-style-type: none"><li>- réalisation d'un déboisement contrôlé consistant à marquer les arbres à conserver en vue de limiter l'abattage des arbres au strict minimum ;</li><li>- réalisation d'un choix judicieux des tracés des déviations provisoires et des sites de construction des infrastructures afin de limiter le maximum possible le déboisement ;</li></ul>

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

Installations des chantiers des ouvrages d'assainissement	<ul style="list-style-type: none"><li>- traitement des eaux usées provenant des divers équipements sanitaires des bureaux, vestiaires et ateliers par la mise en place de fosses septiques ;</li><li>- gestion des déchets solides par la mise en place de réceptacles pour les recevoir ;</li><li>- remise en état de tous sites en fin de travaux.</li></ul>
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"><li>- réglage correct des différents moteurs (machines et engins) pour permettre une bonne combustion du carburant et corriger les émissions de gaz.</li></ul>
Santé publique, assainissement et hygiène	<ul style="list-style-type: none"><li>- aménagement d'une salle de premiers soins médicaux ;</li><li>- approvisionnement de la main d'œuvre en eau potable ;</li><li>- mise en place d'un plan de surveillance médicale et d'information du personnel sur les IST et le VIH/SIDA ;</li><li>- tenue de séances de sensibilisation sur le SIDA et les IST ;</li><li>- sensibilisation des populations sur l'adoption de comportements respectueux ;</li><li>- sensibilisation des populations sur les conséquences de la consommation des boissons frelatées.</li></ul>
Végétation naturelle	<ul style="list-style-type: none"><li>- enlèvement de tous les déchets végétaux et évacuation vers des zones pour brûlures ;</li><li>- plantations et entretien d'arbres utiles sur les sites concernés.</li></ul>

□ **Mesures de bonification des impacts positifs**

Afin d'améliorer les impacts positifs et d'amplifier les avantages socio-économiques et sanitaires qu'ils occasionnent, plusieurs mesures de bonifications seront suggérées. Parmi celles-ci, nous avons :

- la multiplication des campagnes de promotion d'hygiène afin de déclencher des changements de comportements qualitatifs des populations bénéficiaires en matière d'habitudes hygiéniques ;
- la sensibilisation des populations par des messages développés sur les changements de comportements et d'attitudes en matière de consommation d'eau et une bonne gestion de la ressource ;
- le renforcement du recrutement de la main d'œuvre dans le village de Kékaba ;
- la création de comités de suivi et de gestion des ouvrages d'assainissement ;
- un dialogue permanent ;
- une démarche participative.

□ **Programme de surveillance environnementale**

Ce programme a pour principal objectif de s'assurer que les actions d'atténuation et de bonification seront mises en œuvre dans les meilleures conditions au cours de l'exécution et de l'exploitation du projet. Ces conditions sont le respect des mesures environnementales et sociales proposées, des lois et règlements régissant les évaluations environnementales au Burkina Faso et des politiques de sauvegarde de la Banque Mondiale.

Le bilan des mesures environnementales et sociales spécifiques requises pour atténuer ces impacts sont consignés dans le tableau 25 ci-après. Le respect de ces mesures pourra assurer la bonne mise en œuvre du projet.

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la  
Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

**Tableau 25** : Programme de surveillance environnementale

Mesures d'atténuation	Indicateurs	Fréquence de mesure	Responsable	Moyen de vérification
Réglage correct des différents moteurs (machines et engins) pour corriger les émissions de gaz et arrosage systématique de la piste d'accès et des emprises des zones de circulation des engins	Emissions de gaz et arrosage systématique de la piste d'accès et des emprises des zones de circulation des engins  Types et degré des pollutions et nuisances enregistrés au cours des phases d'installations des chantiers et de travaux	Quotidien	Bureau de contrôle	Rapport d'incident
Mise en place de panneaux de limitation de vitesse sur le chantier, d'interdiction d'accès au chantier et de plans de déviation	Types et nombre d'incidents enregistrés au cours des phases d'installations des chantiers et de travaux	Hebdomadaire	Entreprise	Rapport d'incident
Remise en état de tous sites en fin de travaux	Nombre de tranchées ouvertes et remises en état	Fin des travaux	Bureau de contrôle	Procès-verbaux de réception définitive
Respect des procédures d'hygiène et de sécurité, installation des équipements techniques pour l'assainissement des eaux usées et effluents de chantiers et l'élimination des déchets solides (de chantier)	Ombre de sites de travaux où les déchets solides et liquides ont été bien gérés et nombre de poubelles installées	Mensuel	Entreprise	Rapport de chantier
Réalisation d'un déboisement contrôlé Réalisation d'un choix judicieux des tracés des déviations provisoires et des sites de construction des infrastructures	Nombre d'arbres abattus	Fin des travaux	Bureau de contrôle	Procès-verbaux de réception définitive
Réalisation de plantations d'embellissement et d'ombrage sur les sites concernés en vue de compenser les déboisements consécutifs aux travaux.	Nombre d'arbres plantés et nombre d'espaces verts créés	Fin des travaux	Bureau de contrôle	Procès-verbaux de réception définitive
Renforcer le recrutement de la main d'œuvre dans le village	Nombre d'ouvriers recrutés au sein de la population locale	Mensuel	Entreprise	Rapport de chantier
Mise en place d'un plan de surveillance médicale et d'information du personnel sur les IST et le VIH/SIDA et mise en évidence de diverses affiches de sensibilisation de leur transmission.	Nombre d'ouvriers sensibilisés sur les IST/SIDA et nombre d'affiches réalisées et de préservatifs offerts	Hebdomadaire	Entreprise	Rapport de chantier

□ Programme de suivi environnemental

Le programme de suivi environnemental permet d'évaluer l'exactitude des impacts et l'efficacité des mesures d'atténuation et de bonification à mettre en œuvre. Il permet aussi d'envisager des mesures correctives au besoin. L'évaluation et l'analyse des impacts du projet ont permis de définir les paramètres de suivi dans le tableau 26 ci-dessous :

**Tableau 26** : Suivi environnemental

<b>Impacts</b>	<b>Paramètres de suivi</b>	<b>Indicateurs</b>	<b>Fréquence de mesure</b>	<b>Responsables</b>	<b>Moyens de vérification</b>
<b>Hygiène</b>	Habitudes culturelles observées	Séances de formation réalisées	Trimestriel	Bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de formation
<b>Gestion de la ressource en eau</b>	Quantité d'eau gaspillée	Nombre de personnes formées	Trimestriel	Bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de formation
<b>Qualité de l'eau fournie</b>	Analyses physicochimiques, organoleptiques et bactériologiques	Taux de présence des bactéries et valeurs des différents paramètres (pH, température, turbidité, etc.)	Mensuel	Laboratoires, gestionnaire et ministère de la santé	Fiches d'analyse
<b>Maladies hydriques</b>	Cas de maladies enregistrés	Nombre de personnes malades	Trimestriel	Ministère de la santé, Commission de la Banque mondiale et bureau de suivi d'exécution des mesures d'atténuation	Rapport de santé des Centres de santé et Centres Hospitaliers Régionaux

## VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le projet de conception d'un système d'AEP dans le village de Kékaba financé par le budget de l'Etat Burkinabè a pour objectif majeur d'accroître durablement l'accès à l'eau potable et de développer l'assainissement autonome dans la province. Toutefois, les impacts environnementaux négatifs qui ont été identifiés et qui sont pour la plupart temporaires seront pris en considération par des programmes de surveillance et de suivi environnementaux du projet en vue d'y remédier. A ceux-ci s'ajouteront des mesures de consolidation des impacts positifs du projet. Ce projet constitue donc une véritable amorce au développement de la région de la boucle du Mouhoun.

En effet, le système d'AEP du projet desservira le village de Kékaba et ses 3734 habitants à l'horizon 2040 au travers de cinq (05) bornes fontaines (3 robinets de 0.5[l/s]) et cent (100) branchements privés pour 2040. L'eau du réseau sera pompée à partir d'un forage de 10m<sup>3</sup>/h pour satisfaire aux 110 [m<sup>3</sup> /jr] constituant les besoins de la population.

Avec un coût global de 196 397 488 FCFA TTC, le réseau est constitué d'un réservoir métallique cylindrique de 40[m<sup>3</sup>] et de 7 27287 [m] de conduites PVC. Ce réseau sera géré par un fermier.

Il faut notifier que l'adhésion de la population au projet est parfaite. C'est la raison pour laquelle des programmes de suivi et de surveillance ont été élaborés afin de permettre leur inclusion dans l'utilisation et la gestion des ouvrages qui seront installés.

Afin d'assurer une bonne mise en œuvre des différentes phases du projet, quelques recommandations sont formulées parmi lesquelles :

- ❑ la promotion de branchements privés pour une meilleure rentabilisation de l'ouvrage ;
- ❑ la mise en place minutieuse des équipements d'exhaure pour un bon débit d'exploitation des forages ;
- ❑ la réalisation d'analyses périodiques de l'eau du stockage ;
- ❑ la multiplication des campagnes de promotion d'hygiène afin de déclencher des changements de comportements qualitatifs des populations bénéficiaires en matière d'habitudes hygiéniques ;
- ❑ la mise en place d'une cellule de sensibilisation sur les avantages de la consommation de l'eau potable.

## BIBLIOGRAPHIE

### Ouvrages et articles

- ❑ **Béga Urbain OUEDRAOGO**. 2005. Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP. Ouagadougou : 2iE, 2005.
- ❑ **Dénis ZOUNGRANA**. 2008. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE, 2008.
- ❑ **Dr Lawani Adjadi MOUNIROU**. 2018. Cours sur le dimensionnement des pompes et stations de pompage. Ouagadougou : 2iE, 2018.
- ❑ **Ousmane Roland YONABA**. 2014. Ouvrages constitutifs des systèmes d'AEP. Ouagadougou : 2iE, 2014.
- ❑ **Corneille Candide GBOYOU**. 2020. « conception d'un système d'adduction en eau potable dans la localité de BORO commune de Pà, Province des BALE » (BURKINA FASO) : 2020.
- ❑ **Hassane HAROUNA OUMAROU KORE**. 2020. « Etude d'avant-projet détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages à Yama, dans la commune rurale de Badaguichiri, département de Illéla, région de Tahoua au Niger » 2020
- ❑ Le Plan Communal de Développement (PCD) de la commune rurale de Ouarkoye (2015-2019) ;
- ❑ Le Plan Communal de Développement Sectoriel Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement de Ouarkoye (2018-2022) ;
- ❑ Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement de la Boucle du Mouhoun (DREA/BM)
- ❑ L'Inventaire National des Ouvrages d'AEP (INO). 2019.
- ❑ Ministère de l'Eau et de l'Assainissement, Programme National de l'Eau et de l'Assainissement, Horizon 2030, Ouagadougou. 2016.
- ❑ INSD. (2017). Rapport sur les projections démographiques des communes du Burkina Faso de 2007 à 2020. Ouagadougou ;

### Site internet

<https://fr.grundfos.com/products.html> consulté en novembre 2020.

[https://www.unv.org/sites/default/files/UNV%20QA%20on%20SDGs\\_web\\_F.pdf](https://www.unv.org/sites/default/files/UNV%20QA%20on%20SDGs_web_F.pdf)

(Les objectifs du Développement durable) consulté le 2/012/2020

## LISTE DES ANNEXES

Annexe N° 1 : Analyse physico-chimique du forage .....	62
Annexe N° 2 : Analyse bactériologique du forage .....	63
Annexe N° 3 : Schéma d'une tête de forage .....	64
Annexe N° 4 : Plan du château d'eau de Kékaba .....	66
Annexe N° 5 : Plan d'une borne fontaine .....	68
Annexe N° 6 : Plan du regard au pied du château (by – pass) .....	70
Annexe N° 7 : Schéma type d'un branchement privé .....	72
Annexe N° 8 : Regard ventouse et regard vidange .....	74
Annexe N° 9 : Profil en long (distribution 1) .....	76
Annexe N° 10 : Profil en long (distribution 2) .....	77
Annexe N° 11 : Profil en long (distribution 3) .....	79
Annexe N° 12 : Vérification des résultats obtenus par Hardy Cross avec le logiciel EPANET	81
Annexe N° 13 : Présentation du devis détaillé .....	83

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

*Annexe N° 1 : Analyse physico-chimique du forage*



# LABORATOIRE AINA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.  
 Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels  
 Fabrication et de vente de produits d'endroits : - Eau déminéralisée.  
 01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39  
 Mail : labs.aina@fasenet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BP OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V  
 Compte BSIIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 02040230001 2 96 CODE SWIFT : BSAHBF8F  
 Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boulboul, Forêt 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 17/06/2020

### RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°: 2184/2020  
 Date de prélèvement :  
 Date de réception : 16/06/2020  
 Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu: Pvc: MOUHOUN Com: OUARKOYE  
 VIII: KEBABA Qr: KEBABA  
 Identité du demandeur: SAIRA INTERNATIONAL

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	NORMES DE QUALITE OMS POUR EAU POTABLE EN VIGUEUR AU BURKINA FASO
Température			
pH	°C	31.1	
Conductivité électrique à 20°C		6.45	
Turbidité	µS/cm	141.1	
Titre alcalimétrique (TA)	NTU	2.01	5
Titre alcalimétrique complet (TAC)	°N	0	
Dureté totale (TH)	°N	8.3	
Dureté Calcique	°N	8.9	50
Résidu Sec à 105°C	°N	5.9	
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	mg/l	133.71	1000
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	mg/l	23.8	
Sodium (Na <sup>+</sup> )	mg/l	9.6	
Potassium (K <sup>+</sup> )	mg/l	1.7	200
Fer total (Fe)	mg/l	1.40	
Manganèse (Mn <sup>2+</sup> )	mg/l	0.02	0.3
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	mg/l	0.001	0.5
Arsenic As	mg/l	0.01	1.5
Carbonates (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	µg/l	<1	10
Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	0	
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	101.7	
Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/l	1.38	250
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	12.0	250
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	0.003	3
Orthophosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l	0.44	50
Phosphore (P)	mg/l	2.32	
Fluor	mg/l	0.76	
Zinc (Zn)	mg/l	0.04	1.5
Selsité	mg/l	0.03	
Couleur vraie (UCV)	mg/l	83.9	3
Goût (appréciation)	PCU	0.0	
Odeur (appréciation)		acceptable	

Conclusion : Eau conforme aux normes physico chimiques pour les paramètres analysés.



LE CHÉF DU LABORATOIRE  
Dr Ibrahim OUEDRAOGO

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la  
Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

*Annexe N° 2 : Analyse bactériologique du forage*



**LABORATOIRE AINA Suarl**

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.  
Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels  
Fabrication et de vente de produits d'entretien : - Eau déminéralisée.  
01 BP 858 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39  
Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OJA 2009 M 1622 IFU N°00021261V  
Compte BIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBP  
Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Basibasis, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le 17/06/2020

**RESULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'EAU**

Analyse n°: 2184/2020  
Date de prélèvement :  
Date de réception : 15/06/2020  
Identité du préleveur : SAIRA INTERNATIONAL

Lieu : Pvice : MOUHOUN Com : QUARKOYE  
Vill : KEBABA Qt : KEBABA  
Identité du demandeur : SAIRA INTERNATIONAL

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

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

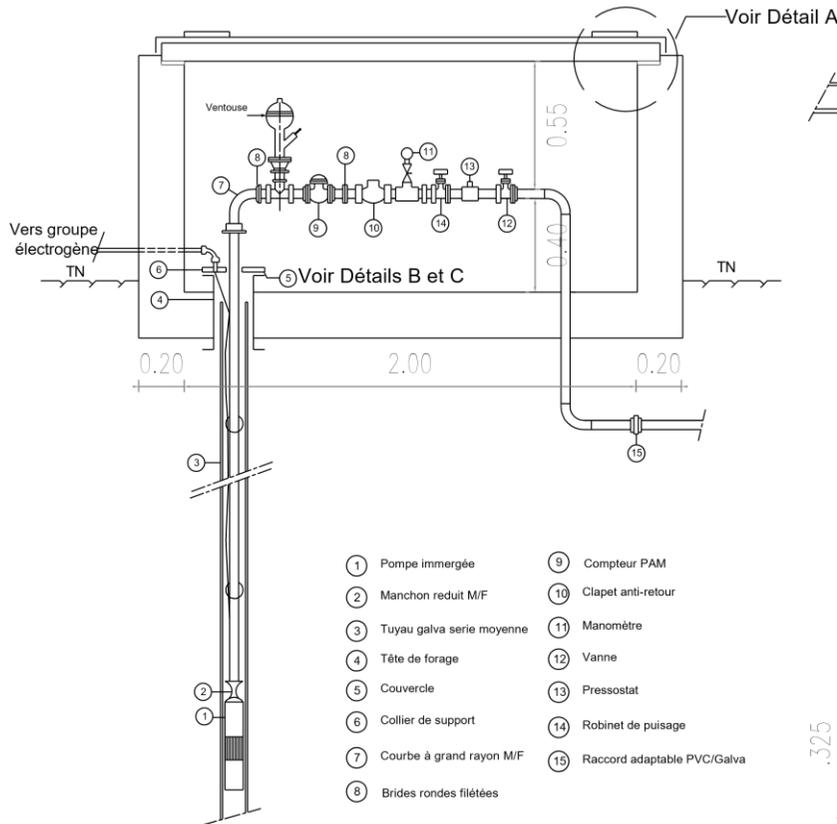
LE CHEF DU LABORATOIRE

Dr Ibrahim QUEDRAOGO

*Annexe N° 3 : Schéma d'une tête de forage*

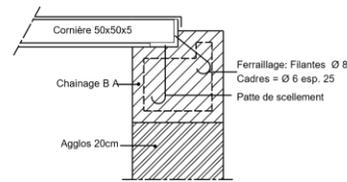
**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

**COUPE A A 1/200**

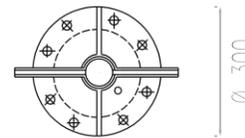


- |                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| ① Pompe immergée            | ⑨ Compteur PAM                |
| ② Manchon réduit M/F        | ⑩ Clapet anti-retour          |
| ③ Tuyau galva serie moyenne | ⑪ Manomètre                   |
| ④ Tête de forage            | ⑫ Vanne                       |
| ⑤ Couvercle                 | ⑬ Pressostat                  |
| ⑥ Collier de support        | ⑭ Robinet de puisage          |
| ⑦ Courbe à grand rayon M/F  | ⑮ Raccord adaptable PVC/Galva |
| ⑧ Brides rondes filétées    |                               |

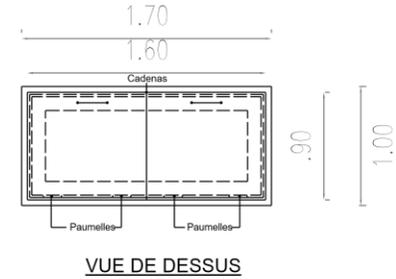
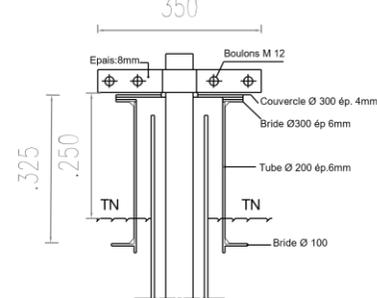
**DETAIL A**



**DETAIL B 1/100**



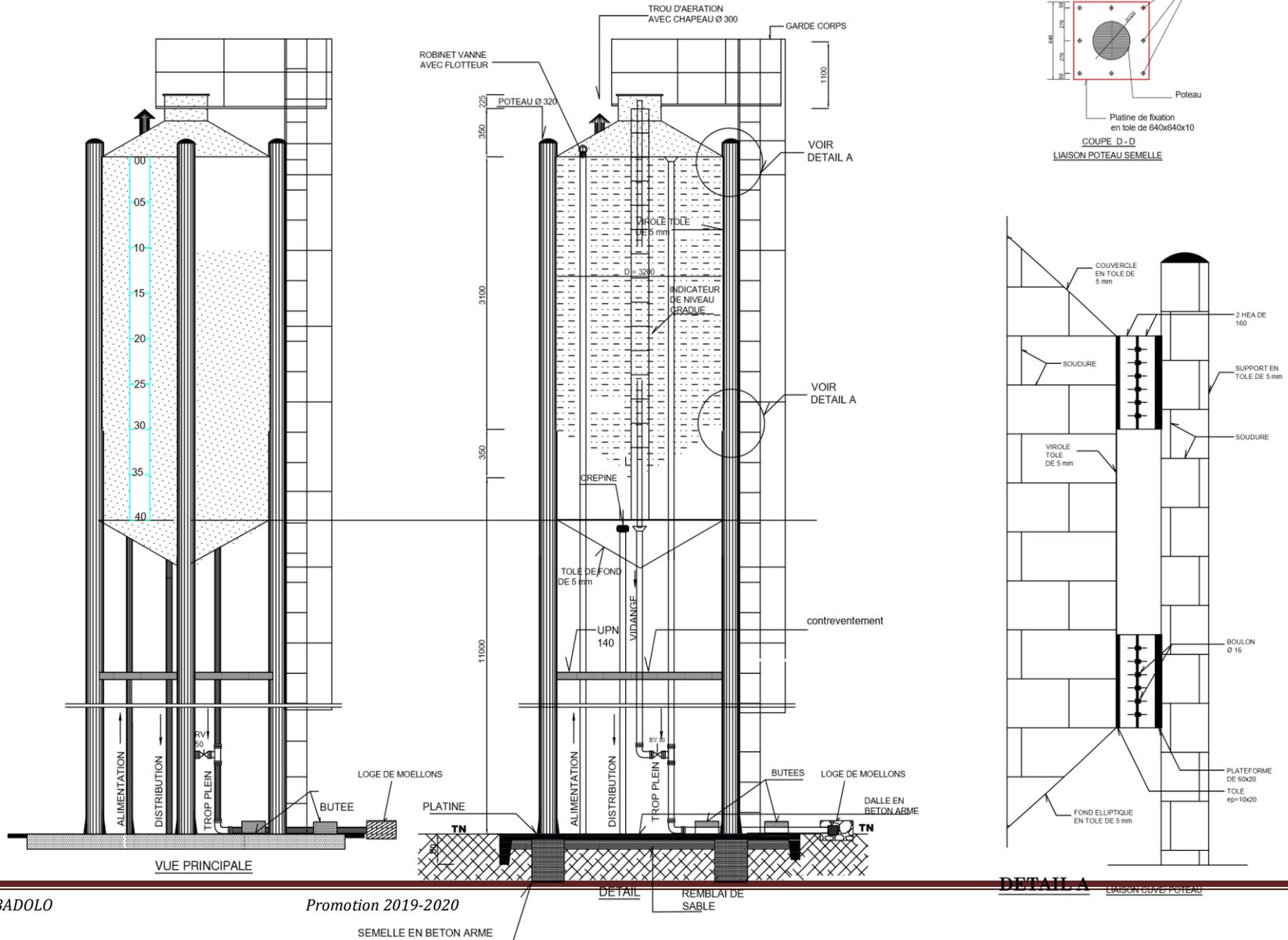
**DETAIL C 1/100**



<p>2EC</p> <p>11 BP 54 Ouagadougou 11</p> <p>Tel : (+226) 25 18 14 99</p> <p>E-mail : 2ec@ecmci-re.com</p>	<p>GREEN-DIC</p> <p>07 BP 5369 Ouagadougou 07</p> <p>Tel : (+226) 70 33 05 99</p> <p>E-mail : green.dic2018@gmail.com</p>	<p>DIRECTION REGIONALE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (DREA-BMH)</p> <p>Promotion 2019-2020</p> <p>AEF</p> <p>DANS LA REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN</p>	<p align="center">ETUDES DE L'AEF DE KEKEBA</p> <p>PHASE: APD</p>						
<p align="center">TETE DE FORAGE</p>				<p>IND. _____</p> <p>DATE _____</p> <p>DESINÉ PAR _____</p> <p>VERIFIÉ PAR _____</p>	<p>1 DIFFUSION</p> <p>NATURE DE MODIFICATION _____</p>	<p>PROV _____</p> <p>STATUT _____</p>			
				<p>PLAN N° 1/10</p>	<p>Echelle: _____</p>	<p>FORMAT: A3</p>	<p>INDICE A</p>	<p>AOUT 2020</p>	

*Annexe N° 4 : Plan du château d'eau de Kékaba*

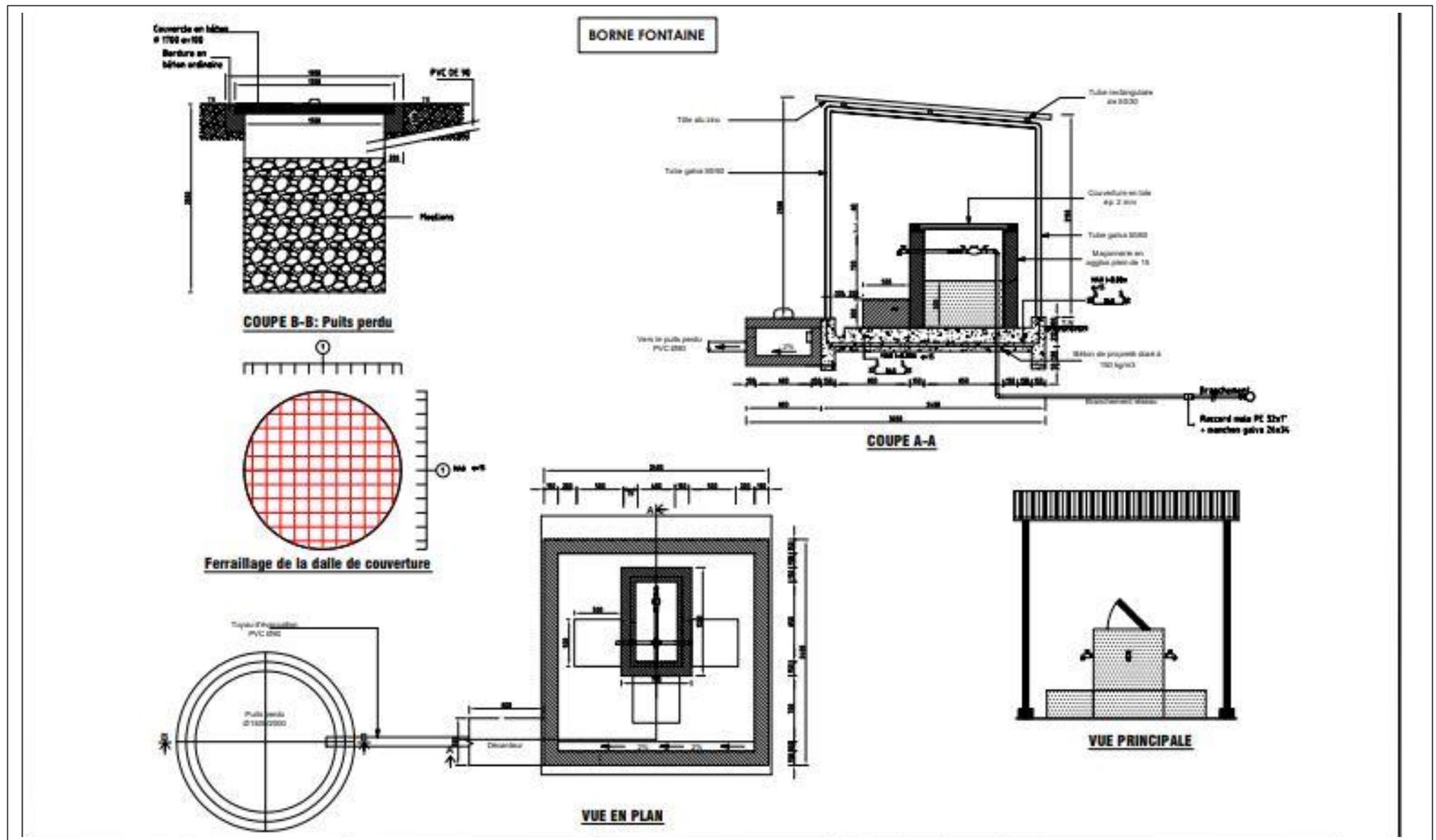
**CHATEAU D'EAU DE 40m<sup>3</sup>**



Kéli Fabienne BADOLO

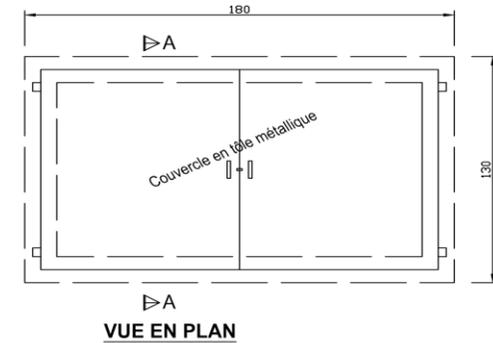
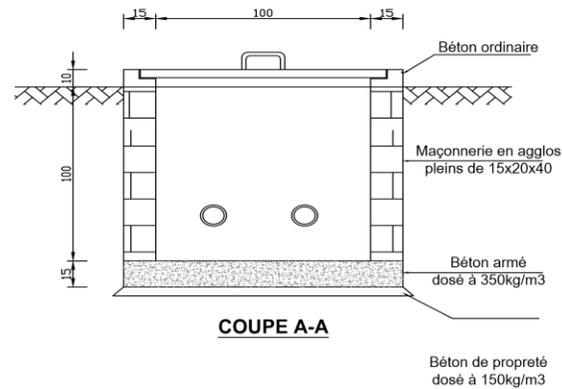
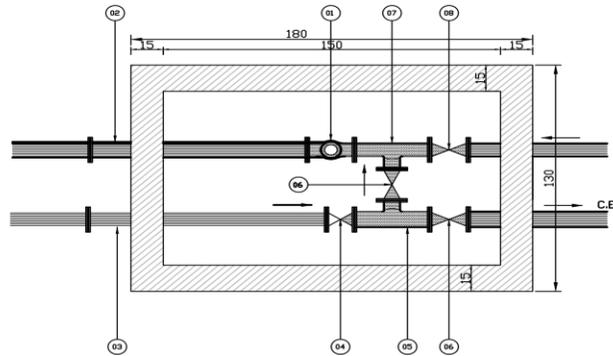
Promotion 2019-2020

*Annexe N° 5 : Plan d'une borne fontaine*



*Annexe N° 6 : Plan du regard au pied du château (by – pass)*

**REGARD BY PASS**



**COUPE A-A**

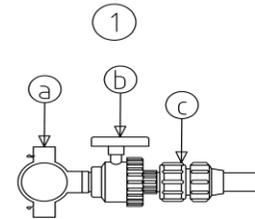
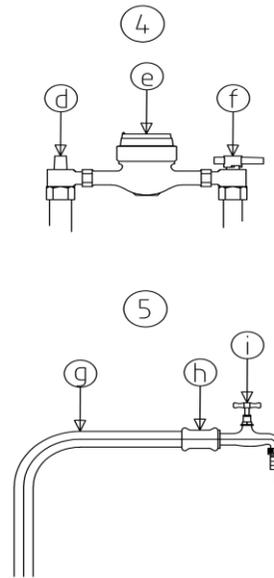
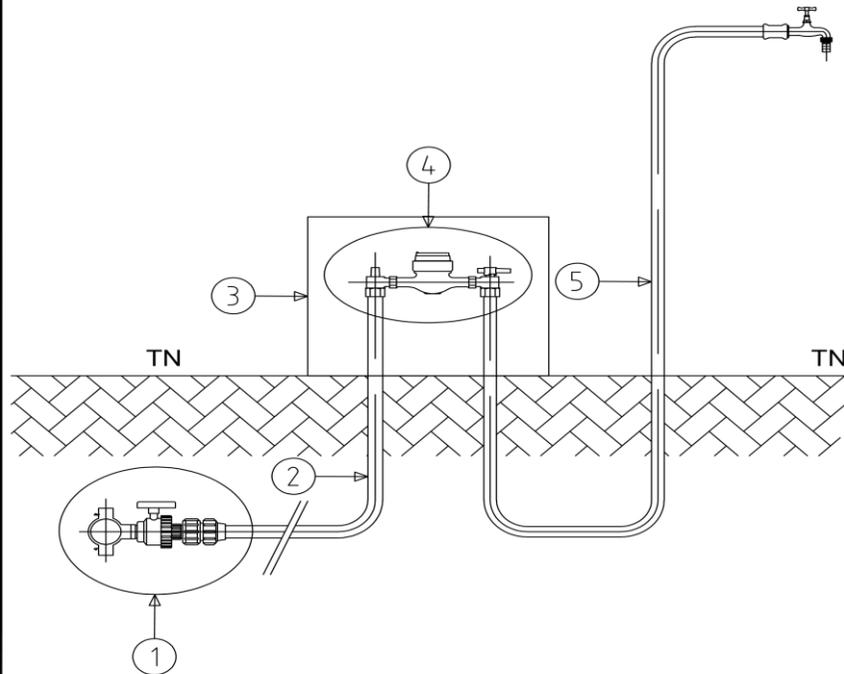
**VUE EN PLAN**

	MINISTRE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (MEA)	kekaba							
	DIRECTION REGIONALE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (DREA-BMH)	PHASE: APD							
	ETUDES D'AVANT-PROJET DETAILLE (APD) DE REALISATION DE SYSTEMES D'ADDOCTION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS) AU PROFIT DE LA DIRECTION REGIONALE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (DREA-BMH)	REGARD BY PASS VUE EN PLAN - COUPE A-A							
			A	12/17	O. SANGOM	Z. BELEM	A. OUEDR.		DEF
			Ind.	Date	Dessiné par	Vérifié par	Approuvé par	NATURE MODIFICATIONS	STATUT
			PLAN N°	02				Echelle: AUCUNE	FORMAT: A3
								INDICE A	déc 2017

*Annexe N° 7 : Schéma type d'un branchement privé*

**SCHEMA TYPE DE BRANCHEMENT 25 A 32 POUR PRISE REALISEE EN CHARGE**

- Conduite en PVC ≤ 125 mm

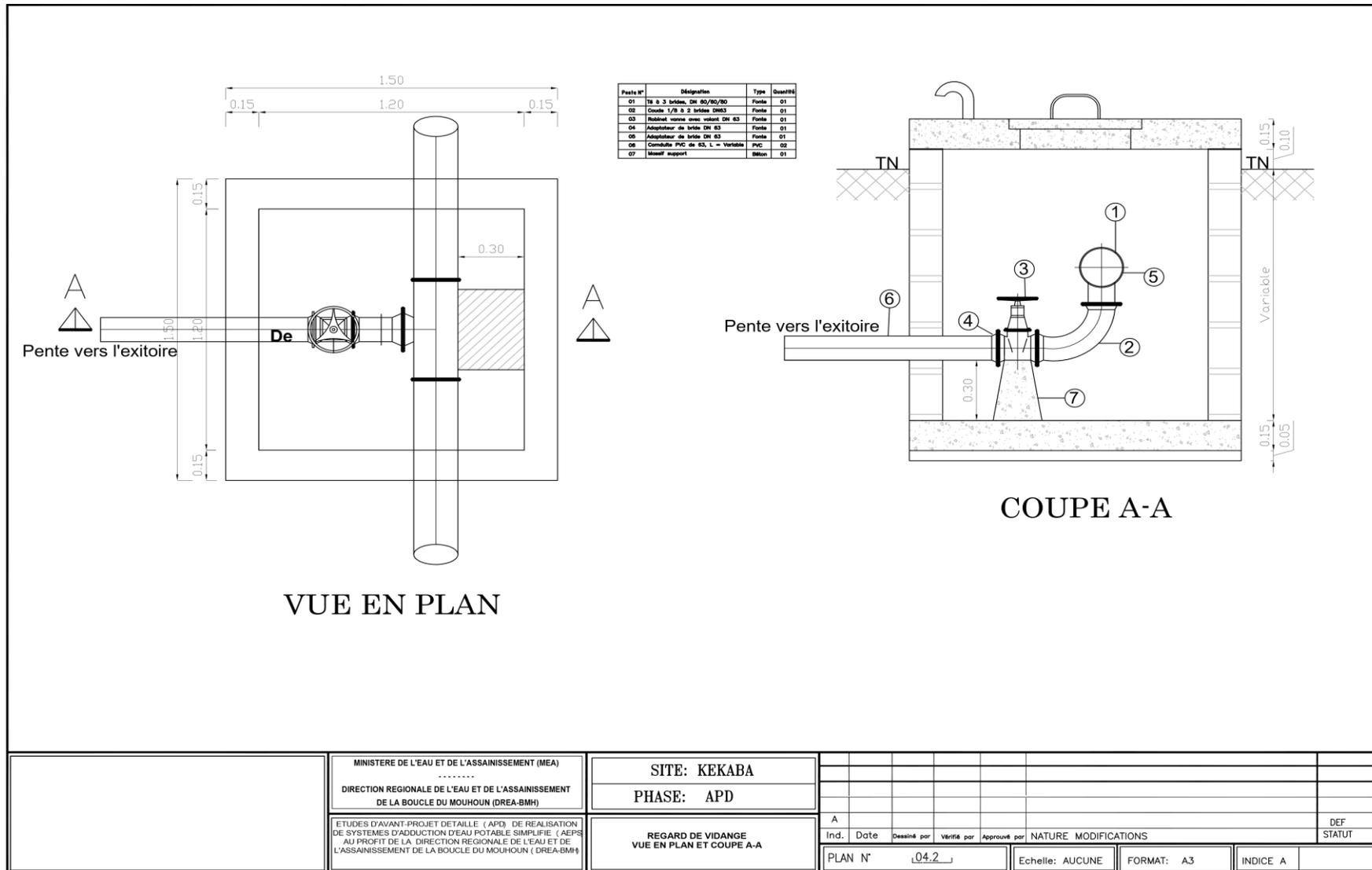


**CONSTITUTION DU BRANCHEMENT**

- 1) a- Collier de prise en polypropylène  
b- Robinet vanne à boisseau sphérique en PVC  
c- Raccord en polypropylène à compression pour PE
- 2) - Tube PE  $\phi$  25 ou 32 mm
- 3) - Regard de comptage en béton préfabriqué
- 4) d- Robinet équerre inviolable avant compteur  
e- Compteur de vitesse type B à 20 cm du terrain naturel  
- Clapet de non retour inséré dans le compteur  
f- Robinet équerre après compteur
- 5) g- Lyre en acier galvanisé avec robinet de puisage à potence  
h- Manchon de raccordement 20/27  
i- Robinet situé à 80 cm du sol

MINISTRE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT (MEA) ..... DIRECTION REGIONALE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (DREA-BMH)	SITE: KEKABA PHASE: APD							
	ETUDES D'AVANT-PROJET DETAILLE (APD) DE REALISATION DE SYSTEMES D'ADDOCTION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS AU PROFIT DE LA DIRECTION REGIONALE DE L'EAU ET DE L'ASSAINISSEMENT DE LA BOUCLE DU MOUHOUN (DREA-BMH)	SCHAMA TYPE DE BRANCHEMENT 25 A 32 POUR PRISE REALISEE EN CHARGE	Ind.	Date	Dessiné par	Vérifié par	Approuvé par	NATURE MODIFICATIONS
		PLAN N°	06		Echelle: AUCUNE	FORMAT: A3	INDICE A	

*Annexe N° 8 : Regard ventouse et regard vidange*



**Annexe N° 9 : Profil en long (distribution 1)**



Profil dessiné par Covadis

Profil n°: 1

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

CHATEAU



N1



PC : 300.00 m

Numéro de profils en travers	P1	P2	P3	P4
Altitudes TN	306.56	305.47	303.24	302.41
Altitudes Projet	306.56	304.47	302.24	301.41
Ecart TN - Projet	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances partielles TN		45.28	65.29	53.14
Distances cumulées TN	0.00	45.28	110.57	163.71
Distances partielles Projet		45.28	65.29	53.14
Distances cumulées Projet	0.00	45.28	110.57	163.71
Pentes et rampes		PENTE L = 45.28 m P = -4.63 %	PENTE L = 65.29 m P = -3.41 %	PENTE L = 53.14 m P = -1.56 %
Alignements droits et courbes		DROITE L = 45.28 m	DROITE L = 65.29 m	DROITE L = 53.14 m

*Annexe N° 10 : Profil en long (distribution 2)*

# Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun

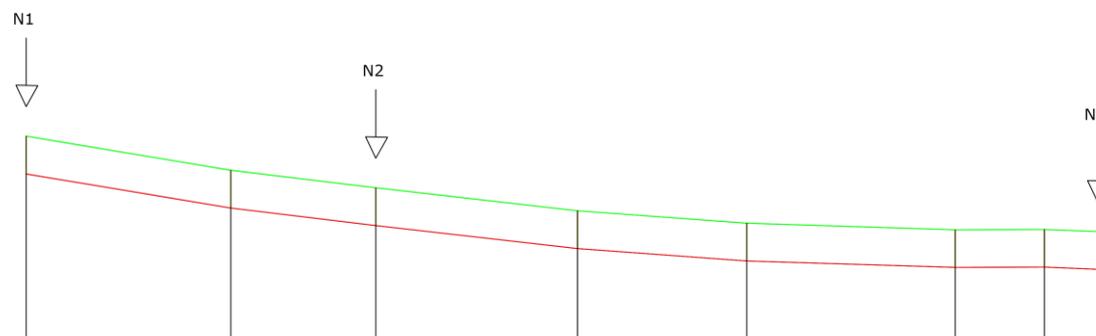


Profil dessiné par Covadis

Profil n°: 1

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100



PC : 297.00 m

Numéro de profils en travers	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Altitudes TN	301.41	301.51	301.04	300.44	300.11	299.94	299.89
Altitudes Projet	301.41	300.51	300.04	299.44	299.11	298.94	298.89
Ecart TN - Projet	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances partielles TN		53.17	37.63	52.38	43.90	54.16	36.96
Distances cumulées TN	0.00	53.17	90.81	143.19	187.09	241.25	278.22
Distances partielles Projet		53.17	37.63	52.38	43.90	54.16	36.96
Distances cumulées Projet	0.00	53.17	90.81	143.19	187.09	241.25	278.22
Pentes et rampes		PENTE L = 53.17 m P = -1.70 %	PENTE L = 37.63 m P = -1.24 %	PENTE L = 52.38 m P = -1.16 %	PENTE L = 43.90 m P = -0.75 %	PENTE L = 54.16 m P = -0.32 %	RAMPE L = 23.13 m P = 0.03 % PENTE L = 13.83 m P = -0.41 %
Alignements droits et courbes		DROITE L = 53.17 m	DROITE L = 37.63 m	DROITE L = 52.38 m	DROITE L = 43.90 m	DROITE L = 54.16 m	DROITE L = 36.96 m

*Annexe N° 11 : Profil en long (distribution 3)*

# Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun



Profil dessiné par Covadis

Profil n°: 1

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100



PC : 297.00 m

Numéro de profils en travers	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Altitudes TN	298.86	298.72	298.68	298.68	298.65	298.43
Altitudes Projet	298.86	298.72	298.68	298.68	298.65	298.43
Ecart TN - Projet	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Distances partielles TN		29.94	65.95	55.31	43.99	38.06
Distances cumulées TN	0.00	29.94	95.90	151.20	195.19	233.25
Distances partielles Projet		29.94	65.95	55.31	43.99	38.06
Distances cumulées Projet	0.00	29.94	95.90	151.20	195.19	233.25
Pentes et rampes		PENTE L = 29.94 m P = -0.56 %	PENTE L = 65.95 m P = -0.05 %	L = 55.31 m	PENTE L = 43.99 m P = -0.09 %	PENTE L = 38.06 m P = -0.56 %
Alignements droits et courbes		DROITE L = 29.94 m	DROITE L = 65.95 m	DROITE L = 55.31 m	DROITE L = 43.99 m	DROITE L = 38.06 m

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la  
Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

*Annexe N° 12 : Vérification des résultats obtenus par Hardy Cross avec le logiciel EPANET*

**État des pressions dans le réseau**

	<b>Altitude</b>	<b>Charge</b>	<b>Pression</b>
<b>ID Noeud</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Noeud N1	302,413	321,07	18,66
Noeud N2	301,045	320,8	19,75
Noeud N3	299,88	320,23	20,35
Noeud N4	299,429	319,53	20,11
Noeud N5	299,292	319,01	19,72
Noeud N6	299,431	318,89	19,46
Noeud N7	299,515	318,79	19,27
Noeud N8	299,34	318,63	19,29
Noeud N9	299,46	318,07	18,61
Noeud N11	298,32	317,59	19,27
Noeud N12	298,5	317,46	18,96
Noeud N13	298,657	317,5	18,85
Noeud N14	299,58	317,71	18,13
Noeud N15	299,876	317,73	17,86
Noeud N16	299,47	317,48	18,01
Noeud N26	299,03	317,46	18,43
Noeud N18	298,59	317,44	18,85
Noeud N19	298,148	317,45	19,3
Noeud N20	298,464	317,38	18,92
Noeud N21	298,901	317,28	18,38
Noeud N22	299,1	317,42	18,32
Noeud N32	298,758	317	18,25
Noeud N27	300,14	317,15	17,01
Noeud N28	300,139	316,91	16,77
Noeud N29	300,21	316,33	16,12
Noeud N30	299,95	315,65	15,7
Noeud N31	300,197	315,21	15,01
Noeud N33	298,769	316,81	18,04
Noeud N34	298,591	315,33	16,74
Noeud N35	298,128	313,86	15,74
Noeud N36	297,98	311,88	13,9
Noeud BF3	299,122	318,48	19,36
Noeud BF1	300,318	314,68	14,36
Noeud BF5	297,48	311,35	13,87
Noeud BF2	298	316,47	18,47
Noeud N10	298,795	317,82	19,02
Noeud BF4	298,401	316,59	18,19
Réservoir R1	317,56	321,56	4

État des vitesses dans le réseau

	<b>Longueur</b>	<b>Diamètre</b>	<b>Débit</b>	<b>Vitesse</b>
<b>ID Arc</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>
Tuyau T2	90,8	144,6	11,22	0,68
Tuyau T3	187,4	144,6	11,22	0,68
Tuyau T4	233,24	144,6	11,22	0,68
Tuyau T5	173,99	144,6	11,22	0,68
Tuyau T6	53,8	144,6	9,72	0,59
Tuyau T7	43,69	144,6	9,72	0,59
Tuyau T8	68	144,6	9,72	0,59
Tuyau T9	102,102	81,4	3,42	0,66
Tuyau T12	68,78	67,8	1,18	0,33
Tuyau T17	69,55	81,4	-3,22	0,62
Tuyau T19	59,46	67,8	-1,85	0,51
Tuyau T20	141,46	57	0,2	0,08
Tuyau T21	66,37	81,4	-1,38	0,27
Tuyau T22	113,14	57	-0,15	0,06
Tuyau T24	58,27	81,4	1,3	0,25
Tuyau T25	141,68	81,4	1,13	0,22
Tuyau T26	59,46	67,8	-1,52	0,42
Tuyau T28	60,3	67,8	-0,77	0,21
Tuyau T29	86,67	57	1,5	0,59
Tuyau T30	36,2	57	1,5	0,59
Tuyau T31	86,18	57	1,5	0,59
Tuyau T32	100,11	57	1,5	0,59
Tuyau T34	26,84	67,8	3	0,83
Tuyau T35	29,45	57	1,5	0,59
Tuyau T36	218,49	57	1,5	0,59
Tuyau T37	218,54	57	1,5	0,59
Tuyau T38	295,19	57	1,5	0,59
Tuyau T39	68,26	67,8	-0,31	0,09
Tuyau T41	300	75	-1,5	0,34
Tuyau T42	300	75	1,5	0,34
Tuyau T43	300	75	1,5	0,34
Tuyau T1	163,7	144,6	11,22	0,68
Tuyau T16	300	81,4	-2,5	0,48
Tuyau T13	111,56	81,4	0,85	0,16
Tuyau T14	142,87	57	-0,66	0,26
Tuyau T23	104,55	67,8	-0,34	0,09
Tuyau T10	140,72	81,4	3,52	0,68
Tuyau T11	100,2	67,8	1,33	0,37
Tuyau T15	69,35	67,8	1,92	0,53
Tuyau T33	65,85	57	1,5	0,59
Tuyau T18	141,46	67,8	1,17	0,32
Tuyau T47	104,55	57	0,19	0,08
Tuyau T27	104,6	57	0,63	0,25
Tuyau T44	300	67,8	1,5	0,42
Tuyau T40	300	75	1,5	0,34

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

Annexe N° 13 : Présentation du devis détaillé

**DEVIS ESTIMATIF POUR LA REALISATION D'UN PROJET D'AEP DANS LE VILLAGE DE KEKABA, DANS LA COMMUNE RURALE DE OUARKOYE, REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN**

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total (fcfa)
<b>1</b>	<b>FRAIS GENERAUX DU CHANTIER</b>				
1.1	Installation et replis de chantier	FF	1	5 000 000	5 000 000
1.2	Etudes d'exécution de l'ensemble du projet et établissement de dossier des ouvrages à exécuter	FF	1	400 000	400 000
1.3	Etablissement de plans de récolement	FF	1	400 000	400 000
	<b>SOUS TOTAL I</b>			<b>5 800 000</b>	<b>5 800 000</b>
<b>2</b>	<b>FORAGE</b>				
2.1	Génie Civil du regard tête de forage suivant le plan	U		300 000	300 000
2.2	Fourniture et installation de pièces pour équipement de la tête de forage: tuyau inox, clapet anti retour, ventouse, compteur, vanne d'isolement manomètre et le robinet de purge y compris raccords à la pompe et au réseau de tuyaux PVC	U		850 000	850 000
	<b>SOUS TOTAL II</b>			<b>1 150 000</b>	<b>1 150 000</b>
<b>3</b>	<b>CONDUITE DE REFOULEMENT</b>				
3.1	Fourniture et pose de conduite de refoulement PVC DN 90 PN 16 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement, équipements de robinetterie)	ML	2111	6 500	13 721 500
3.2	Pose de lit de sable (ep. 10 cm), grillage avertisseur bleu, remblai	FF	2111	1 500	3 166 500
3.3	Tranché pour la pose de canalisation de 0,8 de profondeur et 0,6 de largeur	FF	2111	2 500	5 277 500
3.4	Raccordement à la colonne d'alimentation du réservoir (fourniture et pose)	FF	1	225 000	225 000
	<b>SOUS TOTAL III</b>			<b>22 390 500</b>	<b>22 390 500</b>
<b>4</b>	<b>STATION DE POMPAGE</b>				
4.1	Fourniture et installation d'un groupe électrogène de 7,5KV <sub>a</sub> , 3P+N 230/400 V, non insonorisé à démarrage électrique (avec possibilité de démarrage manuel manivelle), y compris les pièces de rechanges et outillages	U	1	6 000 000	6 000 000
4.2	Construction et équipement d'une station solaire d'une puissance de 7,57 kW <sub>c</sub> (Plateforme conformément au plan, 30 plaques solaires de 250 W <sub>c</sub> , 1 convertisseur sortie triphasée, inverseur de source solaire/GE, boîte de raccordement, pièces de de raccordement, y compris pièces de rechange et outillages spécifiques et toute sujétion)	U	1	10 000 000	10 000 000
4.3	Fourniture, pose et raccordement d'une cuve journalière de 250 litres équipés de pompe manuelle type JARRY, y compris toutes suggestions	U	1	250 000	250 000
4.4	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec 1 pelle y compris toutes suggestions	U	1	100 000	100 000

## Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun

4.5	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique étanche d'automatisme équipé pour alimentation, la commande et l'avertissement de l'électropompe immergée du forage, y compris toutes suggestions	U	1	500 000	500 000
4.6	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil et d'un robinet flotteur pour l'asservissement de la surpression au forage, y compris toute suggestion	U	1	90 000	90 000
4.7	Fourniture et installation de pièces pour équipement de la tête de forage: tuyau inox, clapet anti retour, ventouse, compteur, vanne d'isolement manomètre et le robinet de purge y compris raccords à la pompe et au réseau de tuyaux PVC	U	1	750 000	750 000
4.8	Fourniture et installation de pompe immergée triphasée: Débit 10 m <sup>3</sup> /h, HMT mini 50 m y compris câble immergé section 4 x 6 mm <sup>2</sup> câble 3 x 1,5 mm <sup>2</sup> et sonde de niveau et accessoires de montage	U	1	3 500 000	3 500 000
4.9	Fourniture et pose de tuyau d'exhaure	U	1	150 000	150 000
4.10	Fourniture et pose de système de protection des installations	U	1	150 000	150 000
	<b>SOUS TOTAL IV</b>			<b>21 490 000</b>	<b>21 490 000</b>
<b>5</b>	<b>CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DU CHATEAU D'EAU</b>				
5.1	Etudes géotechniques pour fondation du château d'eau	FF	1	850 000	850 000
5.2	Construction et montage d'un Réservoir métallique de 10m hauteur sous cuve d'une capacité de 40 m <sup>3</sup> y compris les dispositifs d'accès, l'ensemble de vidange, trop plein etc., l'ensemble des pièces de raccordement, béton armé dosé à 350 Kg/m <sup>3</sup> pour semelle	U	1	25 000 000	25 000 000
5.3	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne d'alimentation	FF	1	100 000	100 000
5.4	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne de distribution	FF	1	100 000	100 000
5.5	Fourniture et pose d'équipements complet pour Regard By pass (compteur, vannes, anti retour et pièces d'adaptation et de pose en fonte,...)	FF	1	600 000	600 000
5.6	Fourniture et pose d'un système de chloration (diffuseur, pastilles aux dérivés chlorés)	U	1	150 000	150 000
5.7	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau, type robinet flotteur au droit du château d'eau	U	1	100 000	100 000
5.8	Construction de Regard By-pass au pied du château	U	1	300 000	300 000
	<b>SOUS TOTAL V</b>		<b>1</b>	<b>27 200 000</b>	<b>27 200 000</b>
<b>6</b>	<b>FOURNITURE ET POSE DES CONDUITES DE DISTRIBUTION</b>				
6.1	Tranché, déblai et remblai pour tout type de terrain	ML	5161,87	2 500	12 904 675
6.2	Fourniture et pose de conduite DN 63 PN 10 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement, équipements de robinetterie)	ML	2728,25	2 500	6 820 625
6.3	Fourniture et pose de conduite DN 75 PN 10 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement, équipements de robinetterie)	ML	1039	2 500	2 597 500

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

6.4	Fourniture et pose de conduite DN 90 PN 10 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement, équipements de robinetterie)	ML	380	2 500	950 000
6.5	Fourniture et pose de conduite DN 160PN 10 y compris toutes sujétions (pièces spéciales de raccordement, équipements de robinetterie)	ML	1014,62	4 500	4 565 790
6.6	Fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, remblai et toutes suggestions	ML	5161,87	1 500	7 742 805
<b>SOUS TOTAL VI</b>					<b>35 581 395</b>
<b>7</b>	<b>OUVRAGES ANNEXES</b>				
7.1	Aménagement de terrain, construction d'un mur de clôture 15 m x 15 m en briques latéritiques taillées de hauteur avec portail de 3 m	U		3 000 000	3 000 000
7.2	Génie civil du local groupe électrogène y compris tous les équipements (électriques)	FF	1	1 500 000	1 500 000
7.3	Construction du local exploitation (bureau, magasin)	FF	1	2 000 000	2 000 000
7.4	Equipement pour bureau (1 bureau, 3 chaises et 1 armoire métallique)	U	1	350 000	350 000
7.5	Construction de latrine/douche	FF	1	1 000 000	1 000 000
7.5	Construction d'une BF à 3 robinets, 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, vannette de sectionnement et toutes suggestions	U	5	850 000	4 250 000
7.6	Fourniture et la pose des équipements de robinetterie, de raccordement, des coudes, des téés, des adaptateurs, des cônes réducteurs, des robinets vannes, des bouches à clés et toute sujétion au niveau des nœuds	ens	1	4 750 000	4 750 000
7.7	Ventouse sur conduite en PVC DN 63 y compris la réalisation du regard, la fourniture et la pose de robinetterie, de pièces de raccordement et toute sujétion	U	1	300 000	300 000
7.10	Vidange sur conduite DN 63 y compris la réalisation du regard, la fourniture et la pose de bouche à clé, de robinetterie vanne, et toute sujétion	U	2	200 000	400 000
7.11	Fourniture et pose de bouches à clef pour robinets vannes (tabernacle, tube allongé, tête de bouche et carré de béton)	ens	1	1 000 000	1 000 000
7.11	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du réseau	FF	1	200 000	200 000
7.12	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du matériel électromécanique	FF	1	200 000	200 000
7.13	Branchements particuliers Branchements situés à moins de 50 m du réseau selon les normes appliquées par l'ONEA y compris raccordement au réseau, la fourniture et la pose de la robinetterie, des bouches à clé, le regard y compris toute sujétion	FF	100	200 000	20 000 000
7.14	Béton pour la réalisation de bornes de repérage sur le tracé des canalisations sur chaque 50 m. Les bornes seront en béton moulé, de 40 cm de hauteur de section carrée 28 cm de côté à la base et 15 cm au sommet et peint de couleur bleue	m3	2,5	120 000	300 000

**Etude de faisabilité d'un système d'alimentation en eau potable dans le village de Kékaba, dans la Commune rurale de Ouarkoye, Région de la Boucle du Mouhoun**

7.15	Béton pour la réalisation de butées	m3	3	120 000	360 000
<b>SOUS TOTAL VIII</b>					<b>39 610 000</b>
8	<b>ESSAIS ET AUTRES</b>				
8.1	Epreuves de débit de conduites et essai partiel et général du réseau	ML	7272,87	400	2 909 148
8.2	Essai d'étanchéité du château	FF	1	200 000	200 000
8.3	Rinçage et désinfection du réseau	ML	7272,87	300	2 181 861
<b>SOUS TOTAL IX</b>					<b>5 291 009</b>
<b>SOUS TOTAL HTVA</b>					158 512 904
<b>Etude suivi et contrôle des travaux (5%)</b>					7 925 645
<b>TOTAL GENERAL HTVA</b>					166 438 549
<b>TVA (18%)</b>					29 958 939
<b>TOTAL GENERAL TTC</b>					196 397 488