



Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système  
d'AEPS dans la localité de Salbisgo - Dapoya de la province de  
Boulkiemdé de la région Centre-Ouest de Burkina Faso

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

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

-----  
Présenté et soutenu publiquement le 20 janvier 2025 par

**ASEH Ronald Ndong (20190745)**

**Encadrant 2iE :** Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU, Enseignant-chercheur en Hydraulique et Hydrologie appliquée

**Maître de stage :** M. MAY Mamadou, Chef de la Direction Technique

**Structure d'accueil du stage :** FORBAT AFRIQUE

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Angelbert Chabi BIAOU

Membres et correcteurs : M. Nestor KABORE  
M. Olivier COULIBALY

**Promotion [2024/2025]**

## *DEDICACES*

*Je dédie ce travail*

*A mon papa qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études.*

*Qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance*

*A ma maman qui a partagé avec moi tous les moments d'émotions lors de la réalisation de ce travail. Elle m'a supporté et encouragé tout au*

*long de mon parcours*

## REMERCIEMENTS

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude envers l'Institut 2iE, pour m'avoir offert l'opportunité de suivre ce parcours de formation, riche en enseignements et en expériences, qui m'a permis de développer mes compétences académiques et professionnelles.

Je remercie chaleureusement mon encadrant Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU pour ses conseils avisés, son soutien constant et ses remarques constructives, qui ont grandement contribué à l'élaboration de ce travail.

Je tiens également à remercier FORBAT AFRIQUE pour m'avoir accueilli et permis de mettre en pratique mes connaissances dans un environnement professionnel enrichissant.

Enfin, je suis profondément reconnaissant envers mon maître de stage M. MAY Mamadou, pour son encadrement attentif, sa patience et ses précieux conseils, qui ont été déterminants pour le bon déroulement de cette expérience.

À toutes ces personnes et institutions, j'adresse mes remerciements les plus sincères.

## RESUME

Dans de nombreux pays en développement en Afrique, l'accès à l'eau constitue un problème grandissant, car les sources d'eau sont fortement impactées par les changements climatiques. Avec la croissance rapide de la population, un nombre croissant de personnes se retrouve sans moyens adéquats pour accéder à l'eau potable, les infrastructures essentielles d'approvisionnement étant souvent endommagées ou inexistantes. Cette situation est particulièrement préoccupante dans plusieurs villages du Burkina Faso. Pour répondre à ces défis, le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) s'efforce d'améliorer l'accès aux services d'eau et d'assainissement dans les régions du Centre-Ouest et du Centre-Sud du Burkina Faso. Ainsi, l'objectif de ce projet est d'améliorer les conditions de vie des populations en réalisant un système d'Approvisionnement en Eau Potable (AEPS) dans le village de Sabisgo - Dapoya, situé dans la région du Centre - Ouest, avec une population actuelle d'environ 7 966 habitants et un taux de croissance annuel de 1,95 %. Sur une durée de vie de 20 ans, ce rapport vise à réaliser une étude de faisabilité technique et financière, ainsi qu'une analyse des impacts environnementaux et sociaux. Nos résultats indiquent une demande en eau de **390 m<sup>3</sup>/jour** et il faudra une conduite principale de refoulement PVC **DN140 PN16** pour transporter l'eau des forages vers un réservoir de **130 m<sup>3</sup>**, ainsi qu'un réseau de distribution composé principalement de conduites PVC PN10, DN 225, 200, 160, 125 et 63 alimentant des bornes fontaines et des branchements privés. Le coût total d'investissement pour le projet est de 373 043 023 F et le prix de vente de l'eau potable sera de **200 F** par mètre cube. La plupart des impacts environnementaux et sociaux sont mineurs et de courte durée, nécessitant seulement quelques mesures de contrôle, telles que la communication avec les autorités locales et l'intégration des habitants eux-mêmes pendant la phase d'exécution du projet pour éviter les conflits, la fourniture d'équipements de protection aux travailleurs, etc. À l'issue de ce projet, **les habitants de Salbisgo bénéficieront d'un accès en eau potable à un coût très réduit pendant au moins 20 ans, ce qui améliorera significativement leur condition de vie.**

### Mots clés :

1. AEPS
2. Dimensionnement
3. EPANET
4. PEPA – MR
5. Salbisgo - Dapoya

## ABSTRACT

In most under developed countries in Africa, water accessibility is becoming an increasing problem as water sources are being affected drastically by climate changes. With a rapid increase in the human population as well, more people lack the means to access potable water as minimum water infrastructures are either damaged or non-existent. Faced with such problems the “*Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR)*” is aimed at improving access to water services and sanitation throughout the Centre-West and Centre-South regions in Burkina Faso. Hence, this project’s objective which is to improve human lives by realising Simplified Water Supply Systems (SWSS) in rural areas in the village of Sabisgo - Dapoya in the Centre-West region of Burkina with a current population of roughly 7 966 inhabitants with an increasing rate of 1.95% annually. Based on a 20 year life span of the project, this report is aimed at carrying out the technical end financial feasibility study as well as the environmental and social impacts of the project. Our results suggest the maximum water demand of Salbisgo is **390 m<sup>3</sup>/day**, a discharge pipe of DN140 PN16 needed to transport water from the water source (borehole of 5m<sup>3</sup>/h ) to a reservoir of 130m<sup>3</sup> and a distribution pipeline comprised mainly of PN10, DN 225, 200, 160, 125 and 63 supplying drinking fountains and private embranchment. The total investment cost for the project is 373 043 023 F and in order to cover all the charges during exploitation, the selling price of portable water will be **200 F** per cubic meter. Most of the environmental and social impacts are minor and short term hence require only few control measures such as communicating with the local authorities and even incorporating the locals themselves during the execution phase of the project so as to avoid conflicts, providing protective equipment to workers, etc. Upon completion of this project, the inhabitants of Salbisgo will have easy access to portable drinking water at a very low cost for at least 20 years thereby improving their lives.

### Key words:

1. Conception
2. EPANET
3. PEPA - MR
4. Salbisgo - Dapoya
5. SWSS

## FICHE TECHNIQUE DU PROJET

<b>PROJET</b>	Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'AEPS dans la localité de Salbisgo - Dapoya de la province de Boulkiemdé de la région Centre-Ouest de Burkina Faso
<b>ZONE D'ETUDE</b>	
Pays / Région	Burkina Faso/ Centre-Ouest
Province/Commune	Boulkiemde/Ramongo
Localité	Salbisgo - Dapoya
Coordonnées géographiques de la localité	12° 12'N 2° 19'W
<b>DONNEES SOCIO-ECONOMIQUES</b>	
Population (2019)	7000
Taux d'accroissement démographique	1,95%
Horizon du projet	2044
Demande en eau à l'horizon [m3/j]	390
<b>FORAGE</b>	
Débit d'exploitation [m3/h]	5,01
Niveau dynamique [m]	30,64
Profondeur [m]	52,30
<b>CONDUITE DE REFOULEMENT</b>	
Nature	PVC, PN16
Diamètre nominal/intérieure [mm]	140/123,4
<b>CHÂTEAU D'EAU</b>	
Nature	Métallique Cylindro-conique
Capacité utile [m3]	130
Hauteur sous radier [m]	10,7
Diamètre de la cuve [m]	4,50
Longueur de la cuve [m]	8,00
<b>POMPE</b>	
Nature	Immergée
Débit [m3/h]	5,2
Puissance [kW]	2,2
Rendement	60%
<b>CHAMP PHOTOVOLTAIQUE</b>	

Nature	Monocristalline
Puissance d'un module [W]	360
Nombre de modules PV	26
Puissance crête [Wc]	9000
<b>RESEAU DE DISTRIBUTION</b>	
Nature	PVC PN10
Longueur [m]	21086
Diamètre nominal [mm]	225, 200, 160, 125, 63
<b>POINTS DE DESSERTE</b>	
Nombre de Bornes Fontaines	10
Nombre de Branchement Particulières	Non-déterminés
Débit de robinets [l/s]	3 x 0,25
<b>COÛTS DU PROJET</b>	
Coût d'investissement [FCFA]	373 043 023
Prix de Vente [FCFA/m3]	200

## LISTE DE ABBREVIATIONS

AEPC	: Approvisionnement en Eau Portable Conventionnel
AEPS	: Approvisionnement en Eau Portable Simplifiée
BAD	: Banque Africaine de Développement
BF	: Borne Fontaine
BP	: Branchement Particulier
CDR	: Coût de Revient
DN	: Diamètre Nominale
EDL	: Etat Des Lieux
FAD	: Fonds Africaine de Développement
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
NEI	: Notice d'Impact Environnemental et Social
ODD	: Objectifs de Développement Durable
PDV	: Prix de Vente
PEA	: Poste d'Eau Autonome
PEHD	: Polyéthylène Haute Densité
PEM	: Point d'Eau Moderne
PEPA-MR	: Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural
PFA	: Pression de Fonctionnement Admissible
PMA	: Pression Maximale Admissible
PN	: Pression Nominale
PN-AEP	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Portable
PVC	: Poly Vinyle Chloride
RE	: Ressources en Eau
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat

## SOMMAIRE

I. INTRODUCTION .....	1
II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL / LA ZONE D'ETUDE.....	4
II.1. Présentation de la structure d'accueil .....	4
II.2. Présentation de la zone d'étude .....	5
III. PRESENTATION DU PROJET .....	9
III.1. Contexte et justification .....	9
III.2. Etat de lieu et diagnostic .....	10
III.3. Données de base.....	12
IV. METHODOLOGIE.....	13
IV.1. Collecte de données .....	13
IV.2. Traitement de données .....	13
IV.3. Revue bibliographique .....	13
IV.4. Calcul et dimensionnement.....	14
V. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE .....	26
V.1. Introduction .....	26
V.2. Généralités .....	26
V.3. Choix de l'ouvrage de captage .....	26
V.4. Evaluation du besoin en eau .....	27
V.5. Estimation des débits en eau de dimensionnement .....	28
V.6. Dimensionnement du réseau de refoulement.....	29
V.7. Système de pompage et d'énergie .....	32
V.8. Dimensionnement hydraulique du château d'eau.....	35
V.9. Dimensionnement du réseau de distribution .....	35
V.10. Simulation sur EPANET.....	38
V.11. Pose de conduites .....	40
V.12. Ouvrages annexes .....	41
V.13. Conclusion .....	41
VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE .....	42
VI.1. Introduction.....	42
VI.2. Coût du projet .....	42
VI.3. Etude économique du projet .....	42
VI.4. Conclusion .....	45
VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONMENTAL ET SOCIAL.....	46
VII.1 Introduction.....	46
VII.2 Contexte et législation.....	46

VII.3	Identification et évaluation des impacts.....	47
VII.4	Mesures d'atténuation des impacts négatifs .....	53
VII.5	Analyse de risques .....	55
VII.6	Conclusion .....	58
VIII.	CONCLUSION .....	59
IX.	BIBLIOGRAPHIE.....	60
X.	ANNEXES.....	61
X.1.	Note de calcul du château d'eau métallique .....	61
X.2.	Caractérisation du réseau de distribution.....	62
X.3.	Devis estimatif et quantitatif.....	66
X.4.	Autres.....	80

## TABLE DE FIGURES

<i>Figure 1 : Localisation de la zone d'étude du projet</i> .....	5
<i>Figure 2 : Hydrographie de la commune de Ramongo</i> .....	7
<i>Figure 3 : Détermination du point de fonctionnement du réseau</i> .....	33
<i>Figure 4 : Tracé du réseau de distribution</i> .....	36
<i>Figure 5 : Simulation sur EPANET</i> .....	39
<i>Figure 6 : Pose de conduites de conduites moins de DN63</i> .....	40
<i>Figure 7 : Variation de la vitesse le long du réseau de distribution</i> .....	62
<i>Figure 8 : Variation de la pression de service le long du réseau de distribution</i> .....	62

## TABLE DE TABLEAU

Tableau 1 : Proposition des solutions .....	11
Tableau 2 : Caractéristiques du forage implanté .....	27
Tableau 3 : Estimation de la population à l'horizon du projet.....	27
Tableau 4 : Calcul de la consommation journalière domestique .....	28
Tableau 5 : Calcul de débit de distribution de BP .....	29
Tableau 6 : Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement .....	30
Tableau 7 : Caractéristiques de la conduite de refoulement .....	30
Tableau 8 : Tableau de dimensionnement de la colonne montante et d'exhaure .....	31
Tableau 9 : Vérification de coupe de bélier .....	31
Tableau 10 : Caractéristiques de la pompe immergée .....	34
Tableau 11 : Dimensionnement du système PV .....	34
Tableau 12 : Tableau de dimensionnement du réseau de distribution .....	37
Tableau 13 : Comparaison de la simulation EXCEL et EPANET .....	39
Tableau 14 : Coût de réalisation du projet .....	42
Tableau 15 : Charges d'exploitation du système d'AEPS .....	43
Tableau 16 : Tableau d'amortissement des immobiliers du projet.....	44
Tableau 17 : Prix de vente de l'eau dans le 05 premières années.....	45
Tableau 18 : Matrice d'identification des impacts positifs du projet lors de la phase d'installation/construction .....	49
Tableau 19 : Matrice d'identification des impacts positifs du projet lors de la phase d'exploitation/maintenance .....	50
Tableau 20 : Matrice d'identification des impacts négatifs du projet lors de la phase d'installation/construction .....	51
Tableau 21 : Matrice d'identification des impacts négatifs en phase d'exploitation/maintenance .....	52
Tableau 22 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs en phase d'installation/construction .....	53
Tableau 23 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs en phase d'exploitation/maintenance .....	54
Tableau 24 : Matrice d'évaluation de la probabilité de risques.....	55
Tableau 25 : Matrice d'évaluation de la gravité de risques .....	56
Tableau 26 : Matrice d'évaluation de la détectabilité de risques.....	56
Tableau 27 : Matrice de synthèse d'analyse des risques dans toutes les phases du projet .....	57
Tableau 28 : Calcul de la cuve métallique .....	61
Tableau 29 : Détail quantitatif est estimatif du projet .....	66
Tableau 30 : Matrice de Fecteau (1997) .....	80

## I. INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable est un défi majeur dans de nombreuses régions, particulièrement en Afrique et en Asie. Les ressources renouvelables en eau sont limitées et dans certaines régions, la gestion de l'approvisionnement en eau se heurte à des problèmes surexploitation. L'augmentation de la population, le changement climatique affectent la disponibilité en eau. Au Burkina, les événements climatiques extrêmes tels que la sécheresse et les inondations sont de plus en plus fréquentes, perturbant l'alimentation en eau potable et aggravant les pénuries. Il existe souvent des inégalités dans l'accès à l'eau potable entre les zones urbaines et rurales, ainsi que parmi les différentes couches de la population, en fonction de critères économiques, sociaux et géographiques. Ainsi, les infrastructures d'approvisionnement en eau sont vétustes ou insuffisantes dans les zones rurales, ce qui entraîne un taux d'accès global en eau très faible.

Au Burkina Faso, seulement 71,3% de la population a l'accès à l'eau potable de base en milieu rural (INO, 2023). Pour pallier ce problème, l'Etat a mis en place des politiques comme le Programme National d'Approvisionnement en Eau Portable (PN-AEP) qui a pour objectif de satisfaire de façon durable les besoins en eau potable de populations en quantité et en qualité.

Les ressources en eau renouvelables du Burkina Faso s'élèvent à 43,4 milliards de m<sup>3</sup>, dont 21,17% représentent les eaux souterraines renouvelables, soit 15,82% du total (32,43 milliards de m<sup>3</sup>) (EDL des RE au Burkina, mai 2001). Ces ressources permettent la mise en œuvre de ce programme, ainsi que d'autres initiatives, pour développer des systèmes d'approvisionnement en eau potable sur l'ensemble du territoire. Parmi ces systèmes figurent les Postes d'Eau Autonome (PEA), les Points d'Eau Autonome (PEM), et surtout les systèmes d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS), dont le Burkina Faso compte plus de 712 installations, avec un taux de fonctionnalité de 88% (INOH, 2023). En outre, la croissance rapide de la population et l'urbanisation génèrent une pression croissante sur ces infrastructures, nécessitant des solutions innovantes pour répondre à la demande. En plus, le financement des projets en eau potable reste insuffisant dans certaines localités et la gestion durable de ces ressources nécessite une gouvernance efficace, souvent défaillante.

Le village de Salbisgo – Dapoya dans la province du Boulkiemdé de la région du Centre – Ouest est confronté à ces enjeux et manque actuellement d'un système fiable

d'approvisionnement en eau potable donc il a été confié à l'entreprise FORBAT AFRIQUE la réalisation d'un système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS)

L'objectif général de cette étude est de contribuer à l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable de la zone de Salbisgo - Dapoya à travers la réalisation d'un système d'approvisionnement en eau potable. Afin d'y atteindre, nous allons :

- 1) Faire une étude diagnostique de la situation actuelle en approvisionnement en eau potable en ressortant les forces et les faiblesses du centre ;
- 2) Réaliser une étude de faisabilité technique sur les ouvrages d'approvisionnement en eau potable ;
- 3) Réaliser une étude de faisabilité financière sur les ouvrages d'approvisionnement en eau potable ;
- 4) Réaliser une étude d'impact environnemental et social sur les ouvrages d'approvisionnement en eau potable.

Ce rapport est divisé en sept (07) sections dont la Section 1 et l'Introduction

- ❖ La Section 2 va consister à présenter de la structure d'accueil où le stage s'est déroulé et également présenter la zone d'étude où le projet doit se réaliser en termes de sa situation géographique, son milieu physique, humaine et biologique.
- ❖ Dans la Section 3, le contexte et la justification du projet sera présenté suivi par l'état de lieu et le diagnostic de la localité. L'état de lieu va nous permettre de mieux identifier la problématique en eau potable de la localité tant que le diagnostic nous aidera à proposer des solutions afin de faire le choix du système d'approvisionnement en eau potable à réaliser.
- ❖ La démarche ou méthodologie suivie pour la réalisation de ce projet sera présentée dans la Section 4. Ici, il s'agit d'identifier les différentes phases traversées et de présenter les matériels et formules utilisés.
- ❖ La Section 5 englobe l'étude de faisabilité technique du système d'AEP d'où tous les ouvrages et appareils hydrauliques nécessaires pour le fonctionnement du système seront identifiés et dimensionnés.
- ❖ La Section 6 englobe l'étude de faisabilité financière du système d'AEP d'où une estimation du devis total du projet est proposée et également une évaluation de la rentabilité du projet est réalisée.

- ❖ La Section 7 va consister à la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social du projet dont les cadres législatifs du projet sont présentés et les impacts positifs et négatifs seront identifiés, évalués puis des mesures d'atténuation seront proposées.

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

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

**FORBAT AFRIQUE** est une entreprise de droit burkinabé, fondée en 2002 par des cadres nationaux bénéficiant d'une solide expérience dans divers secteurs. Son siège social est basé à Ouagadougou, avec une filiale ouverte en 2020 en Côte d'Ivoire.

Spécialisée dans le domaine de l'hydraulique, tant villageoise, semi-urbaine qu'urbaine, **FORBAT AFRIQUE** intervient notamment dans :

- la réalisation d'adductions d'eau potable en zones urbaines et rurales,
- la construction de forages,
- l'édification de châteaux d'eau métalliques et en béton,
- la fourniture et la pose de conduites en PVC, fonte ou PEHD,
- ainsi que l'installation d'équipements d'irrigation.

L'entreprise propose également une large gamme de produits, incluant des motopompes, des pompes immergées (verticales et horizontales), des pompes de submersion, des pompes de surface, des groupes électrogènes, ainsi que des équipements de protection individuelle (EPI), tous disponibles en stock de manière continue. En outre, **FORBAT AFRIQUE** excelle dans la construction de barrages, l'aménagement de périmètres irrigués et de bas-fonds, ainsi que dans la restauration d'environnements dégradés.

**FORBAT AFRIQUE** dispose d'une équipe qualifiée, dynamique et expérimentée, soutenue par un équipement performant et adapté aux divers types de terrains rencontrés au Burkina Faso. Sa création reflète son engagement à contribuer modestement à la résolution des problématiques liées à l'accès à l'eau potable pour les populations rurales et urbaines. Par ailleurs, l'entreprise participe activement à la lutte contre le chômage des jeunes en les intégrant dans la réalisation de nos nombreux projets.

En constante évolution, l'entreprise s'impose comme une entreprise de référence, de plus en plus présente sur les principaux marchés nationaux et internationaux. L'entreprise accorde une importance primordiale à la qualité de leurs prestations, afin de garantir la satisfaction de leur clientèle.

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

### II.2.1 Situation géographique

La présente étude est réalisée dans le village de Salbisgo, situé dans la commune de Ramongo dans la province de Boulkiemdé de la région du Centre-Ouest. Il est situé à Ouest de la commune et à 18km de Koudougou à partir duquel on y accède par la route nationale 13 sur une distance d'environ 40 kilomètres. Le village est limité :

- Au Sud par la commune de Rialo et Rogo;
- Au Nord par la commune de Koudougou ;
- A l'Ouest par la commune de Tenado;
- A l'Est par le centre de la commune de Ramongo et Sourgo.

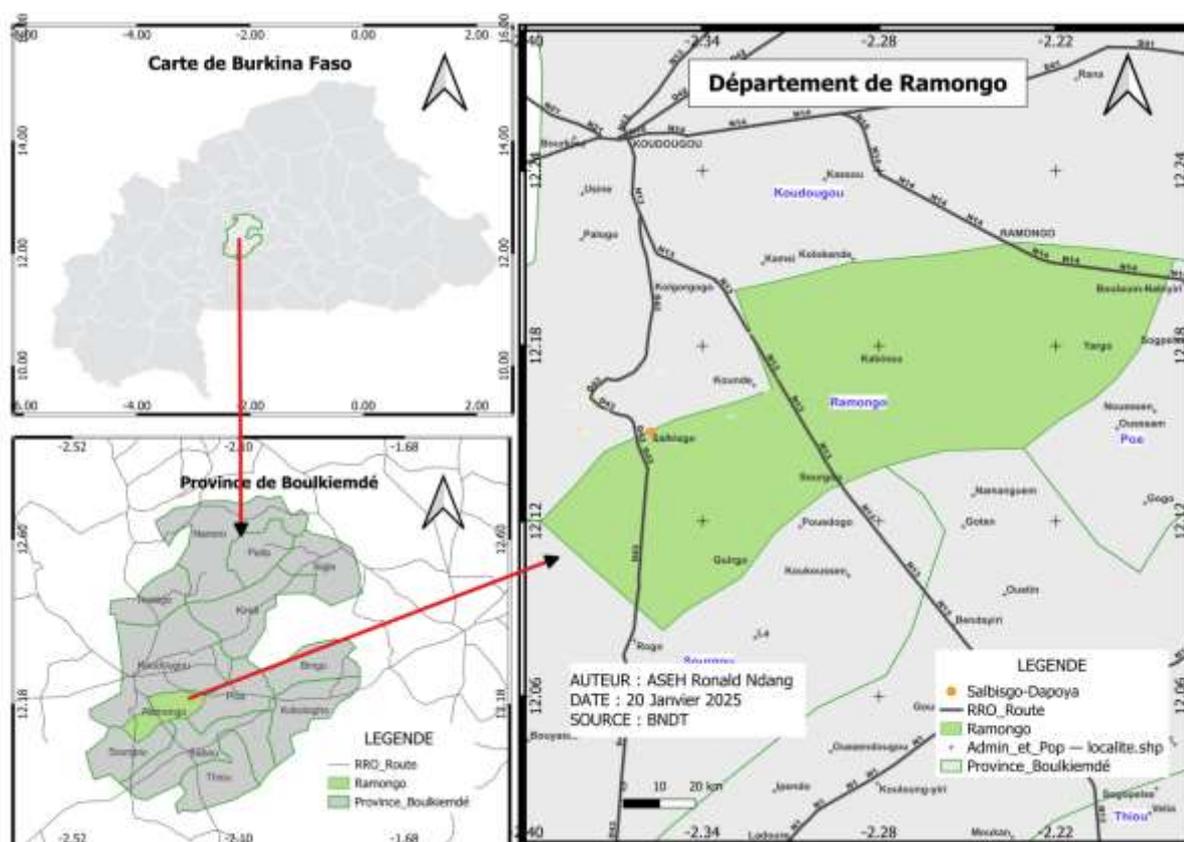


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude du projet

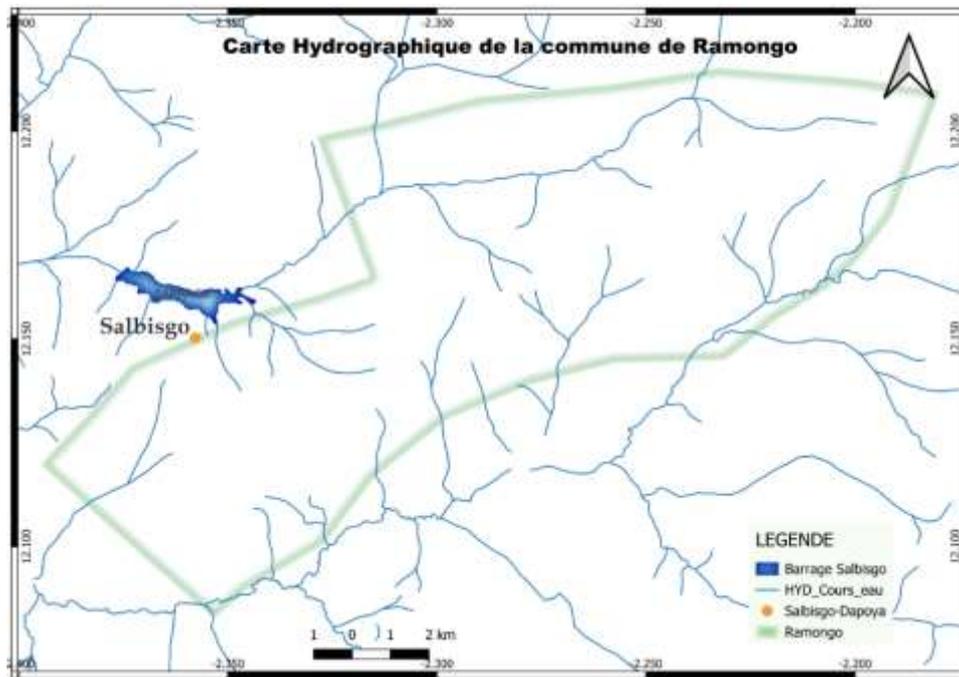
## **II.2.2 Milieu physique**

### **1) Géomorphologie.**

La province de Boulkiemdé caractérisée par une formation géologique, présente six (06) principaux types de sols, généralement pauvres avec une valeur agricole moyenne. Ces sols comprennent, par ordre d'importance : des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris, des sols peu évolués issus de l'érosion gravillonnaire, des sols ferrugineux tropicaux hydromorphes, qu'ils soient indurés ou non, ainsi que des vertisols. Le village de Salbisgo est situé sur un plateau relativement uniforme, avec une altitude moyenne d'environ 300m. Selon la classification FAO - UNESCO, les sols de cette région appartiennent à la catégorie des sols ferrugineux tropicaux lessivés, également appelés lxisols. Ces sols sont particulièrement pauvres sur le plan chimique, avec de faibles teneurs en matières organiques, en azote, en potassium échangeable et en phosphore assimilable. Leur capacité d'échange cationique est faible, variant entre 2 et 4 meq/100 g de sol, tandis que le taux de saturation diminue avec la profondeur, passant de 70 % en surface à 30-50 % en profondeur. Parallèlement, le pH du sol varie de 5,3 en surface à 4,9 en profondeur (Roose, 1981, cité par Zougmoré, 1991).

### **2) Hydrographie**

Les eaux de surface sont constituées par les cours d'eau, les plans d'eau artificiels comprenant les ouvrages de mobilisation des eaux de surface (barrages notamment). Dans la région, les eaux de surface exploitables en saison sèche sont essentiellement liées aux barrages, les cours d'eau pérennes étant rares.



*Figure 2 : Hydrographie de la commune de Ramongo*

### 3) Climat et pluviométrie

Le climat de la province du Boulkiemdé est de type subtropical influencé par la circulation atmosphérique qui prévaut au Burkina Faso. C'est le domaine climatique soudano-sahélien, caractérisé par l'alternance de deux saisons : une saison pluvieuse et une saison sèche. Le village de Salbisgo est localisé dans une région au climat tropical sec de type nord soudanien, caractérisée par une pluviométrie annuelle moyenne de 750 à 1000 mm. La saison des pluies, centrée sur le mois d'août, s'étend sur environ 4 mois, tandis que la saison sèche, dominée par le mois de janvier, dure près de 8 mois.

## II.2.3 Milieu biologique

### 1) Faune et flore

Le couvert végétal le plus dominant est la savane arbustive claire parsemée de quelques grands arbres et une strate herbacée. Au niveau des terrasses alluviales et le long des axes de drainage on note une végétation rupicole. Ce couvert végétal se compose essentiellement de ligneux avec des espèces de taille moyenne à grande. Cette végétation est clairsemée du fait de son exploitation intense pour les besoins domestiques, artisanaux, de construction, etc. Le long des cours d'eau temporaires s'est développée une savane boisée.

## **II.2.4 Milieu socio-économique**

### 1) Population

Selon le RGPH de 2019, la population de la commune de Ramongo compte 29 524 habitants pour 26370 ménages dont une moyenne de 6,67 personnes par ménage. Celle du village de Salbisgo zone du projet représente 7 966 habitants dont 60,9% de femmes. Avec un taux d'accroissement annuel moyen de la population de 2,62% dans la commune. Les jeunes, représentent 50,08% de la population et la population active représente 46,65%.

### III. PRESENTATION DU PROJET

#### III.1. Contexte et justification

Dans le but d'améliorer les conditions de vie des populations, l'accès à l'eau potable reste l'un des piliers essentiels de la politique du gouvernement burkinabè. A cet effet, des nombreux programmes ont été adoptés par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA) pour l'horizon 2030 tels que le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP), le Programme National pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PN-GIRE), le Programme National d'Aménagement Hydraulique (PN-AH). Le Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) a été adopté afin de promouvoir l'accès à l'eau potable pour tous dans les régions de Centre-Sud et Centre-Ouest couvrant sept (07) provinces notamment : le Boulkiemdé, la Sissili, le Ziro, la Sanguie, le Bazéga le Zoundwéogo et le Ganzourgou (région de Plateau Central).[14]

La PEPA-MR a pour objectif d'améliorer l'accès aux services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement dans les zones ciblées à travers trois domaines de résultats et un domaine transversal qui sont l'amélioration de l'accès à l'approvisionnement en eau potable aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural, l'accès à l'assainissement, l'amélioration de l'accès à des informations fiables sur les ressources en eau et le renforcement du capital humain du secteur de l'eau. En vue de couvrir le coût du PEPA-MR, le Burkina Faso a reçu un don et un prêt du Fonds Africain de Développement (FAD) ainsi qu'un don de l'initiative pour l'Alimentation en Eau Potable et l'Assainissement en milieu rural (IAEAR) administré par la Banque Africaine de Développement (BAD). C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude technique d'exécution pour la réalisation du système d'approvisionnement en eau potable. Le projet consiste à réaliser une étude en vue de la mise en place d'un système d'adduction d'eau potable, destiné à améliorer les conditions de vie des habitants de la localité de Salbisgo - Dapoya, située dans la province du Boulkiemdé, en exploitant les eaux souterraines.

La réalisation de ce projet permettra d'atteindre l'objectif général de la PN-AEP 2016-2030 visant à satisfaire durablement les besoins en eau potable des populations en quantité et en qualité suffisante. Le projet contribuera également à atteindre les Objectifs de

Développement Durable (ODD 6) visant à garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau.

### III.2. Etat de lieu et diagnostic

La ressource principale en eau dans la localité est le barrage de Salbisgo, exploité par la population principalement pour les cultures maraichères et l'alimentation des animaux. Donc, le barrage s'épuise en fin février rendant tout autre mode d'exploitation difficile. Par contre, il se trouve cinq (05) puits traditionnels réalisés par la population d'où ils s'alimentent en eau potable et ils sont fonctionnels le long de la journée. Voici une reformulation. Les habitants considèrent cette eau comme suffisamment propre pour la consommation, mais aucun test de laboratoire n'a été effectué pour vérifier sa potabilité conformément aux normes en vigueur. De plus, ces puits ne sont pas protégés contre les risques de contamination et finissent souvent par être pollués en raison de leur utilisation par les habitants ou des vents forts (harmattan). La présence de cinq grands puits permet à une grande partie de la population de s'approvisionner en eau sans parcourir de longues distances. Cependant, certains habitants, situés à 1 à 2 km d'un puits, rencontrent des difficultés pour accéder à l'eau. La consommation moyenne journalière en eau s'estime à 18 litres par personne. Pendant la saison sèche, tous les puits tarissent à part celui à proximité du barrage côte nord.

A la fin du diagnostic, nous avons identifié les problèmes suivants :

- La consommation spécifique des habitants (18 l/j par habitants) est inférieure à celle proposée par la DGEP au Burkina Faso pour les milieux ruraux, soit au minimum 25l/j par habitant ;
- La qualité de l'eau de puits n'est pas vérifiée afin de conformer aux normes de potabilité en eau au Burkina Faso ;
- Les puits, non protégés, sont exposés à des risques de contamination liés à leur exploitation par les habitants et aux vents.

Après l'analyse de la localité, nous avons opté pour la réalisation d'un système moderne, efficace et sécurisé pour l'approvisionnement en eau potable.

1. Poste d'Eau Autonome (PEA) : constitué d'une source d'eau, d'un débit supérieure ou égale à 5m<sup>3</sup>/h, une électropompe pour l'exhaure, un réservoir de stockage et au moins trois (03) robinets de distribution situé au pied du réservoir

2. Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (AEPS) : constitué d'une source d'eau de production d'eau potable (un forage en général de débit supérieur à 5m<sup>3</sup>/h), une électropompe pour l'exhaure, une source d'énergie, un stockage, un réseau de canalisation d'adduction et de distribution qui dessert des bornes fontaines et quelques branchements particuliers.
3. Approvisionnement en Eau Potable Conventionnel (AEPC) : constitué d'une source d'eau de production d'eau potable (eau de surface ou eau souterraine). Un système d'exhaure constitué d'électropompes, un système de potabilisation et de protection de la qualité de l'eau au cours de son transport, sa distribution et sa manipulation par les usagers, une source d'énergie pour le pompage, un ou plusieurs stockages, un réseau de canalisation de transport et de distribution, des points de livraison privés ou collectifs (bornes fontaines, branchements privés, bouches d'incendie)
4. Approvisionnement en Eau Potable Multi Villages (AEP-MV) : un système d'AEPC qui dessert plusieurs localités.

Au regard de l'état des lieux et du diagnostic réalisé sur terrain, les avantages et les inconvénients, que peut avoir les systèmes proposés sont cités dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 1 : Proposition des solutions*

Système	Avantages	Inconvénients
<b>PEA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût assez faible (moins de 2 000 000 F/an)</li> <li>• Facile à réaliser et ne demande pas beaucoup d'expertise</li> <li>• Prix de vente de l'eau faible (moins de 400 F/m<sup>3</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut desservir de 500 à 1000 personnes</li> <li>• Nécessite une maintenance régulière pour garantir la qualité de l'eau</li> <li>• Faible production de point relativement (5 à 10m<sup>3</sup>/jour)</li> <li>• Déplacement obligatoire de ménages pour s'alimenter en eau potable</li> <li>• Fort risque de contamination de l'eau</li> </ul>
<b>AEPS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte production de pointe (5 à 40 m<sup>3</sup>/jour)</li> <li>• Alimentation possible jusqu'aux ménages sans déplacement des habitants</li> <li>• Faible risque de contamination de l'eau</li> <li>• Coût assez moyen (moins de 10 000 000 F/an)</li> <li>• Prix de vente moyen (environ 500 F/m<sup>3</sup>)</li> <li>• Consommation énergétique moyenne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut desservir de 500 à 2000 personnes</li> <li>• Nécessite des canalisations</li> <li>• Nécessite de l'expertise dans sa réalisation</li> </ul>
<b>AEPC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte production de pointe (20 à 300</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût de réalisation très élevé</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>m3/jour)</li> <li>Peut desservir de 2000 à 10 000 personnes</li> <li>Alimentation possible jusqu'aux ménages sans déplacement</li> <li>Faible risque de contamination de l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite souvent une eau de surface comme source d'alimentation</li> <li>Consommation énergétique élevée</li> </ul>
<b>AEP-MV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Très forte production de pointe (100 à 200 m3/jour)</li> <li>Peut desservir de 5 000 à 200 000 personnes</li> <li>Alimentation possible jusqu'aux ménages sans déplacement</li> <li>Faible risque de contamination de l'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût de réalisation très élevé</li> <li>Seulement une localité est prévue pour l'alimentation</li> </ul>

Source : IRC, Mars 2012 [2] ; WSP, Délégation de la gestion du service d'eau en milieu rural et semi urbaine, Octobre 2010

D'après les systèmes proposés, les systèmes d'AEPC et d'AEP-MV sembleraient les meilleurs car ils peuvent alimenter suffisamment la zone d'étude. Néanmoins, le coût de réalisation est très élevé dus à la nécessité de plusieurs appareils hydrauliques (hors canalisations) qui peut par la suite augmenter le prix de vente de l'eau. En plus, le besoin de ces appareils hydrauliques n'existe pas comme le système de potabilisation et de protection de la qualité de l'eau au cours de son transport puisque nous prévoyons utiliser l'eau souterraine comme source d'eau. Par contre, le système d'AEPS a un coût de réalisation assez moyen, et offre la possibilité d'alimenter les habitants à travers des branchements (prives et des bornes fontaines). Les bornes fontaines peuvent être mieux et facilement disposées par rapport aux puits existants sur tout le village afin d'assurer que tout habitant va se déplacer le moins que possible pour s'alimenter en eau potable. Le risque de contamination possible est réduit car la distribution ne se fait pas directement à la source d'eau.

En conclusion, nous avons opté pour la réalisation d'une AEPS pour alimenter tous les habitants de Salbisgo

### III.3. Données de base

La population actuelle à desservir est de 7 966 habitants et le taux de croissance démographique pour la région de Centre-Ouest est de 2,62%.

## IV. METHODOLOGIE

Dans cette section, nous allons décrire la démarche globale suivie afin d'atteindre les objectifs de l'étude. Cela commence depuis le diagnostic et collecte de données de terrain jusqu'à la rédaction du rapport de la dit étude.

### IV.1. Collecte de données

Cette phase a consisté à collecter toutes les données possibles de la localité. Les différents matériels utilisés au terrain sont :

#### 1) GPS

- Enregistrer les coordonnées géographiques de point d'installation des bornes fontaines ;
- Enregistrer les coordonnées géographiques des points d'installation des ouvrages comme le forage et le château d'eau

#### 2) Fiche d'enquête

- Identifier les points favorables pour l'installation des bornes fontaines
- Mener un diagnostic sur la possibilité de la réalisation d'un système d'AEP.

#### 3) Niveau topographique ou théodolite

- Faire les levées topographiques sur les points et chemins possibles d'installation des ouvrages

### IV.2. Traitement de données

Cette phase du projet a consisté a traiter les données collectées avec des logiciels.

- QGIS pour identifier les chemins possibles pour la trace des réseaux de refoulement et de distribution
- AutoCAD pour facilement manipuler le réseau de refoulement et de distribution
- EpaCAD pour convertir le fichier AutoCAD a un fichier lisible sur EPANET

### IV.3. Recherche documentaire

Après le traitement des données, nous avons procédé à une revue bibliographique visant à déterminer comment utiliser ces informations pour mener à bien l'étude technique et financière. Nous avons consulté des documents sur l'étude technique d'un AEPS et sur les

normes et lois règlementaires en AEP au Burkina, comme le PN-AEP, le décret 2019. Les différents rapports sur l'étude technique d'un AEP nous ont servi pour établir une méthodologie de calcul des ouvrages hydrauliques

#### IV.4. Calcul et dimensionnement

Cette étape a consisté à utiliser les données traitées pour réaliser l'intégralité de l'étude technique et financière. Le calcul et dimensionnement des différents ouvrages du système d'AEPS se sont faits principalement avec Microsoft Excel et EPANET.

Microsoft Excel nous a permis de:

- Calculer les besoins en eau dans la zone d'étude à l'horizon du projet;
- Dimensionner le réseau de refoulement;
- Dimensionner la capacité du château d'eau métallique;
- Dimensionner le réseau de distribution
- Calculer le coût du projet et le prix de vente de l'eau

EPANET nous a permis de vérifier et valider le dimensionnement du réseau de distribution

##### IV.4.1. Hypothèses du projet

Les hypothèses générales sur lesquelles vont s'appuyer la conception du projet sont les suivantes :

- 1) La conception du projet, c'est à dire le dimensionnement et les calculs hydrauliques de différents ouvrages du système d'AEPS seront exécutés à l'horizon, soit 2044;
- 2) Le taux de croissance démographique de la zone d'étude est estimée à partir de la population de Salbisgo de 2005 soit 5 447 habitants (*4<sup>e</sup> RGP 2006, INSD*) et celle de 2019 soit 7 000 habitants (*5<sup>e</sup> RGPH 2019, INSD*) ;

$$\alpha = \left( \frac{P_{2019}}{P_{2005}} \right)^{\frac{1}{2019-2006}} - 1 = \left( \frac{7\ 000}{5\ 447} \right)^{\frac{1}{13}} - 1$$

$$\alpha = 1,95\%$$

- 3) Le taux de desserte de la population par le système d'AEP à l'horizon du projet est de 80%, soit 24% pour les BF et 56% pour le BP (*PN AEP 2016-2030, page 18*);
- 4) L'approvisionnement en eau s'effectuera à partir des BF et BP. Les BF desservent 500 personnes (*PN AEP 2016-2030, page 21*).

- 5) Les consommations spécifiques aux bornes fontaines et aux branchements particuliers sont de 25 litres/jour/habitant et 40 litres/jour/habitant respectivement (*Décret N°2019 portant définitions des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable*) ;
- 6) La pression minimale de service aux points de desserte est de 10 mètres de Colonne d'Eau (*Décret N°2019 portant définitions des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable*)

#### IV.4.2. Estimation de la population à l'horizon

Sachant que la durée du projet (l'horizon) est de 20 ans, il faut que le système soit toujours capable d'approvisionner les habitants. Donc, il est impératif d'estimer la population à l'horizon à partir de l'année de réalisation du projet (2024). La population à l'horizon 2044 s'estime par le modèle de croissance géométrique suivant :

$$P_{2044} = P_{2024}(1 + \alpha)^n$$

$P_{2044}$  : population de l'année 2044

$P_{2024}$  : population de l'année 2024

$\alpha$  : taux d'accroissement de la population

$n$  : horizon du projet (20 ans)

La population de l'année 2024 est inconnue, donc on se basera sur la population de 2019 qui est de 7000 habitants (5<sup>e</sup> RGPH 2019, INSD) puis estimer celle de 2024 et 2044. Le taux d'accroissement démographique est de 1,95%.

#### IV.4.3. Estimation du besoin en eau

Le besoin en eau se détermine sur la base de la consommation spécifique des habitants. Selon le *Décret N°2019 portant définitions des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable*, la consommation spécifique  $C_s$  est définie en fonction du niveau de service (borne fontaine et branchement particulier) et du milieu (urbain et rural). Dans notre cas, le système est en milieu rural donc :

- La consommation spécifique aux bornes fontaines est de 25 litres/jour/habitant ;
- La consommation spécifique de branchement particulier est de 40 litres/jour/habitant
- Le taux de branchement des BF est de 24% et celui des BP est de 56%.

La consommation journalière en eau se calcule par :

$$C_j = \text{Population desservie} \times C_s$$

La consommation journalière annexe,  $C_{sp}$  est estimée à 10% de la consommation journalière domestique

$$C_{sp} = 10\% \times (C_{j,BP} + C_{j,BF})$$

Avec :

$C_{j,BF}$  : Consommation journalière de BF

$C_{j,BP}$  : Consommation journalière de BP

On en déduit la demande en eau journalière moyenne :

$$D_{jm} = C_j + C_{sp}$$

La demande en eau peut varier en fonction du coefficient de pointe choisit. Il faut tenir compte de la variation journalière ainsi le coefficient de pointe journalier  $C_{pj}$  :

Donc la demande journalière moyenne de pointe  $D_{jmp}$  s'exprime par :

$$D_{jmp} = C_{pj} \times D_{jm}$$

#### IV.4.4. Calcul des debits de dimensionnement

##### 1) Débit de production

Ce débit correspond au volume d'eau que doit être fourni par les forages pendant un temps  $T_p$  afin de satisfaire le besoin et compenser les pertes d'eau en distribution. Les pertes d'eau dans le réseau proviennent essentiellement aux fuites sur le réseau, équipements défectueux, manque d'entretien et de maintenance, etc. La valeur admissible est généralement comprise entre 10% et 20%. Pour ce projet, nous prenons une perte en eau de 10% soit  $\eta_r = 90\%$

$$Q_{prod} = \frac{D_{jmp}}{\eta_r T_p}$$

##### 2) Débit de distribution

Le débit de distribution calé sur la pointe horaire est exprimé en fonction de la demande journalière moyenne de pointe  $D_{jmp}$ , du temps de distribution  $T_d$  égal à 16 heures et du coefficient de pointe horaire  $C_{ph}$

$$Q_{dist} = \frac{D_{jmp}}{\eta_r T_d} C_{ph}$$

Le coefficient de pointe horaire se calcul par la formule empirique dite du « Génie Rural » (France)

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh} [m^3/h]}}$$

#### IV.4.5. Dimensionnement du réseau d'adduction – refoulement

Le réseau de refoulement se réfère à la partie du système d'AEPS située entre le système de pompage (pompe immergée) et l'ouvrage de stockage (réservoir). Le système mis en place est le refoulement simple (aucune distribution en route n'est réalisée sur la conduite de refoulement). Le refoulement de l'eau au réservoir est assuré par trois (03) conduites notamment :

- La conduite de refoulement qui est la partie principale du refoulement et est posée sur le sol ;
- La colonne d'exhaure du forage qui connecte la pompe à la conduite de refoulement et ;
- La colonne montante qui connecte la conduite de refoulement du sol en montant au plein du réservoir.

##### 1) Calcul de pertes de charges de refoulement

✚ **Les pertes de charge linéaires** dus au frottement du fluide contre la paroi interne de la conduite, sur une longueur  $L$  s'obtiennent à partir de la formule de Manning – Strickler

$$\Delta H_L = \frac{10,29 Q^2 L}{K_s^2 D^{16/3}}$$

$Q$  : débit transitant la conduite ou le débit d'adduction [ $m^3/s$ ]

$L$  : longueur de la conduite [m]

$D$  : diamètre intérieure de la conduite [m]

$K_s$  : coefficient de Manning (= 120 pour les conduites PVC et 33 pour les conduites PE)

- ✚ **Les pertes de charges singulières** dues au fait de singularités (variation brusque du diamètre, changement de direction, robinetterie, etc.) sont estimées à 5% les pertes de charges linéaires.

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

- ✚ **Les pertes de charges totales** correspondent à la somme de pertes de charges linéaires et singulières

$$\Delta H = 1,05 \frac{10,29 Q^2 L}{K_S^2 D^{16/3}}$$

## 2) Dimensionnement de la conduite de refoulement

Le dimensionnement de la conduite revient à déterminer le diamètre économique qui permettra l'écoulement de l'eau à une vitesse admissible. Plusieurs formules empiriques permettent de déterminer le diamètre économique de la conduite. Ces formules sont notamment :

Bresse :  $D [m] = 1,5 \sqrt{Q [m^3/s]}$

Bresse modifié :  $D [m] = 1,5 Q^{1/3} [m^3/s]$

Munier (1961) :  $D [m] = (1 + 0,02n) \sqrt{Q [m^3/s]}$  , n = nombre d'heure de pompage par jour

Bedjaoui :  $D [m] = 1,27 \sqrt{Q [m^3/s]}$

La vitesse d'écoulement  $V$  est donnée par la formule de continuité :

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

La vitesse admissible de l'écoulement est donnée par la condition de Flamant :

$$V [m/s] \leq 0,6 + D [m]$$

## 3) Dimensionnement de la colonne d'exhaure et montante

Les longueurs des colonnes d'exhaure et montante dépendent du niveau dynamique du forage et de la hauteur trop plein du réservoir respectivement. La pompe est calée à 5m au-dessous du niveau dynamique du forage (soit 35,64m de profondeur du forage). Les colonnes

d'exhaure et montante sont en PEHD car son poids léger permet une manipulation simple, l'installation et le relevage rapide.

Le diamètre des colonnes se calcule par :

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4Q_e}{\pi V}}$$

$Q_e$  : débit d'exploitation du forage

$V$  : vitesse d'écoulement dans la conduite principale de refoulement

#### IV.4.6. Détermination de la HMT

La Hauteur Manométrique Totale (HMT) correspond à la différence de pression de l'aspiration le refoulement de la pompe. Elle est déterminée par la relation suivante :

$$HMT = H_g + \Delta H_T$$

$H_g$  : Hauteur géométrique [m]

$\Delta H_T$  : Perte de charge totale de refoulement [m]

- ❖ La **hauteur géométrique** correspond à la différence entre la cote trop plein du réservoir  $Z_R$  (cote de surverse) et la cote du niveau dynamique du forage  $Z_{ND}$ . Le niveau dynamique (ND) du forage vaut 30,64m (*Tableau 2*) tant que le forage est à la cote ( $Z_{TN}$ ) de 285,87m. Donc, la cote du niveau dynamique est donnée par :

$$Z_{ND} = Z_{TN} - ND$$

Ainsi, la hauteur géométrique s'exprime par :

$$H_g = Z_R - Z_{ND}$$

- ❖ La **perte de charge totale** correspond à la somme de pertes de charges du réseau de refoulement (conduite de refoulement + colonne montante + colonne exhaure)

#### IV.4.7. Evaluation du coup de bélier

A part les conduites, des appareils hydrauliques tels que des vannes et des pompes sont nécessaires pour s'assurer le processus de refoulement. La mise en marche/arrêt brusque

d'une pompe ou l'ouverture/fermeture brusque d'une vanne peut provoquer une modification brusque du régime d'écoulement (de permanent au transitoire) dans la conduite. Ceci résulte à une variation de pression qui consiste en une alternance de surpression et de dépression qui se propagent dans la conduite. Ce phénomène de variation de pression s'appelle coup de bélier et sa maîtrise est obligatoire afin d'éviter la rupture de la conduite et la détérioration d'appareils. Le calcul de coup de bélier se fait comme suit :

- ❖ La célérité des ondes est déterminée sur la base du matériau :

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

$k$  : module de Young (= 33)

$D$  : diamètre intérieur de la conduite [mm]

$e$  : épaisseur de la conduite [mm]

- ❖ Vitesse d'écoulement uniforme

$$V_0 = \frac{4Q_p}{\pi D^2}$$

- ❖ Variation de pression

$$\Delta P = c \frac{V_0}{g}$$

On définit

- ❖ **La Pression Nominale (PN)** qui est une valeur donnée par le fabricant de la conduite
- ❖ **La Pression de Fonctionnement Admissible (PFA)** qui correspond à la pression interne qu'un composant (une conduite) peut supporter en toute sécurité de façon continue en régime permanent :  $PFA \approx PN$
- ❖ **La Pression Maximale Admissible (PMA)** qui correspond à la pression interne maximale que le composant (la conduite) peut supporter de façon sûre en service :  $PMA \approx 1,2PFA$

Théoriquement, la protection contre le coup de bélier est nécessaire lorsque la pression maximale en régime transitoire  $P_{max}$  dépasse la pression maximale admissible.

$$P_{max} = P(HMT) + \Delta P \geq PMA$$

Mais pratiquement, pour de raisons de sécurité, la protection est prévue lorsque :

$$P + \Delta P \geq PFA$$

#### IV.4.8. Consommation énergétique de la pompe

La puissance absorbée par la pompe,  $P_A$  est donnée par :

$$P_A[kW] = \frac{\rho \times g \times Q_p[m^3/s] \times H_p[m]}{1000 \times \eta_p}$$

$\rho$  : poids volumique de l'eau (=1000 kg/m<sup>3</sup>)

$Q_p$  : débit de point de fonctionnement

$H_p$  : HMT de la pompe

$\eta_p$  : rendement de la pompe

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

$$P = \frac{P_A}{\eta_{moteur}}$$

Le principe du dimensionnement du système PV est de s'assurer qu'en tout moment de pompage, l'énergie produite par les modules PV (en tenant compte de pertes électriques et de pertes du groupe électropompe) dépasse l'énergie hydraulique nécessaire au relevage de la nappe au réservoir de stockage.

La puissance crête  $P_C$  correspond à la puissance que peut délivrer une installation PV dans des conditions d'ensoleillement optimales :

$$P_C = 2,725 \frac{Q_j \times H_p}{K_p \times H_i \times \eta_{moteur} \times \eta_p}$$

$K_p$  : comprise entre 0,7 et 0,8

$H_i$  : irradiation moyenne du mois le plus défavorable [kWh/m<sup>2</sup>.j]

Le nombre de modules  $N$  nécessaires pour fournir une puissance supérieure ou égale à la puissance crête est donné par :

$$N \geq \frac{P_c}{P_{module}}$$

Le module PV utilisé dans ce projet est le module PV Vitron Energy de puissance  $P_{module} = 360W$

#### IV.4.9. Dimensionnement du réservoir

Le dimensionnement hydraulique du réservoir peut se faire par trois (03) méthodes ;

- i. Méthode graphique
- ii. Méthode tableau
- iii. Méthode de calcul forfaitaire :

En absences des données sur les consommations habituelles (précisément les consommations horaires) des habitants, les deux (02) premières méthodes ne seront pas possible, donc nous allons utiliser la méthode forfaitaire qui estime la capacité utile du réservoir  $C_u$  comme étant égale à 30% la consommation journalière maximale  $D_{jmp}$

$$C_u = 0,3 \times D_{jmp}$$

#### IV.4.10. Temps de contact de désinfectant

Le traitement de l'eau se fait dans le réservoir d'où il va falloir un temps de contact entre l'agent désinfectant et l'eau contenue dans le réservoir. Dans ce projet, l'agent désinfectant utilisé est le chlore sous forme de l'eau de javel dont le temps minimal de contact est de 2 heures. En plus, il est impératif que la capacité utile du réservoir n'autorise pas un temps de séjour qui permette la volatilisation du désinfectant. La capacité du réservoir est valide si :

- Il permet un temps de contact  $T_s$  supérieur ou égale au temps de contact minimal  $T_{s,min}$  du chlore, **soit 2 heures** ;
- Il permet un temps de contact  $T_s$  inférieur ou égale au temps de volatilisation  $T_{volatilisation}$  du chlore, **soit 48 heures** ;

En général :

$$T_{s,min} \leq T_s \leq T_{volatilisation}$$

Le temps de contact du désinfectant se calcule par :

$$T_s = \frac{C_u}{D_{jm}}$$

#### IV.4.11. Dimensionnement des conduites de distribution

Le dimensionnement du réseau de distribution est basé sur les hypothèses suivantes :

- Les conduites du réseau sont de type PVC PN10 dû à sa rigidité et sa résistance à la chaleur. Le réseau généralement ne génère pas des fortes pressions donc nous prenons la PN10;
- Le débit ponctuel au niveau de BF est fixé à 0,75l/s tant que le débit ponctuel de BP est exprimé en fonction de débit linéique du réseau ;
- Les branchements particuliers sont toujours possible sur les conduites alimentant des BF donc un débit de soutirage s'ajoutera sur les dites conduites. En fait dans la réalisation du projet, les BF ne seront pas alimentées directement par les conduites en PVC mais plutôt par de conduites en PEHD raccordées aux derniers;
- La vitesse d'écoulement est comprise entre **0,3 et 1,2 m/s** afin d'éviter les dépôts de sédiments, des fuites et coup de bélier dans les conduites;
- La pression de service est comprise entre **10 et 100 mCE**

Pour tout tronçon ou conduite, on calcule :

##### 1) Le débit transitant ou débit fictif

Le débit de BP étant inconnu, nous allons introduire la notion de débit linéique de service en route  $q$  uniformément reparti sur le long du réseau.

$$q = \frac{Q_{BP}}{\sum L}$$

$Q_{BP}$  : débit de distribution de BP [l/s]

$\sum L$  : longueur totale du réseau [m]

Le débit en route ou de soutirage représente le débit qui peut être consommé par les ménages (sur BP) sur un tronçon  $i$  donné. Il est calculé par;

$$Q_s = q \times L_i$$

Le débit fictif ou le débit transitant une conduite est la somme du débit de soutirage de la dite conduite et le débit en aval du réseau.

$$Q_f = 0,55Q_S + Q_{aval}$$

## 2) Le diamètre des conduites

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4Q_f}{\pi U_{hyp}}}$$

$Q_f$  : débit fictif [m<sup>3</sup>/s]

$U_{hyp}$  : vitesse d'hypothèse de l'écoulement (= 1m/s)

Le diamètre théorique permet de choisir le diamètre nominal et intérieur commercial  $D_N$

## 3) Vitesse réelle d'écoulement

$$U_r = \frac{4Q_f}{\pi D_N^2}$$

## 4) Les Pertes de charges de distribution par la formule de Darcy – Weishbach (1775)

$$\Delta H = \frac{\lambda L U_r^2}{D_N 2g}$$

Le coefficient  $\lambda$  s'exprime en fonction de la rugosité relative et le nombre de Reynolds

$$\lambda = f(K, Re)$$

- Rugosité relative :  $K = \frac{k}{D}$
- Nombre de Reynolds :  $Re = \frac{U_r \times D}{\mu}$

Avec  $k$  la rugosité de la conduite (= 0,015mm) et  $\mu$  la viscosité de l'eau (= 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s)

## 5) Côte sous radier correspond au maximum de la charge minimale imposée au réservoir par chaque point de desserte

$$Z_{radier} = \max(Z_{min})$$

Avec

$$Z_{min} = P_{ser} + Z_{TN} + \sum \Delta H$$

$P_{ser}$  : pression minimale de service au point de desserte (= 1bar soit 10mCE)

$Z_{TN}$  : cote du terrain naturel de points de desserte [m]

$\sum \Delta H$  : somme de pertes de charges du point de desserte au réservoir [m]

#### 6) Pression dynamique au point de desserte

$$P_{dyn} = Z_{radier} - Z_{TN} - \sum \Delta H$$

## V. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

### V.1. Introduction

Un système d'AEP consiste à un ensemble des ouvrages et des réseaux participant à la mise à disposition de l'eau propre de quantité et de qualité suffisante aux consommateurs. Ces ouvrages existent pour le captage, le traitement, le pompage et le stockage de l'eau tant que les réseaux refoulent et distribuent cette eau aux consommateurs. L'objectif de cette étude technique est de dimensionner tous les ouvrages et appareils hydrauliques constituant ce système d'AEP. Afin de dimensionner ces ouvrages, il faut estimer les besoins en eau à l'horizon du projet. Cela nous permettra de dimensionner le système d'AEPS de l'aval jusqu'à l'amont.

### V.2. Généralités

La définition d'un système d'AEP dit qu'il est constitué d'un ensemble des ouvrages qui sont notamment des:

- 1) **Ouvrages de captage** : qui sont essentiellement la source d'eau comme un puits, forage, pris en rivière.
- 2) **Ouvrages de traitement** : tels qu'un décanteur, clarificateur, désinfecteur pour le traitement des eaux de surface. Un désinfecteur est souvent suffisant pour les eaux souterraines sauf dans le cas exceptionnel où les eaux contiennent assez de métaux lourds (fer, manganèse, arsenic, etc.) d'où il faudra mettre en place un traitement spécifique.
- 3) **Ouvrages de pompage** tels que des pompes, ballons anti-bélier, etc.
- 4) **Ouvrages de stockage** comme bâches, château d'eau (métallique ou en béton armé)
- 5) **Ouvrages d'adduction et de distribution** constitués de canalisations, bornes fontaines (BF), branchements particuliers (BP), robinetteries et des appareils hydrauliques (ventouse, vanne, compteur, clapets, etc.).

### V.3. Choix de l'ouvrage de captage

L'ouvrage de captage réalisé est un forage où l'eau est exhaurée par une électropompe immergée dont le débit et la hauteur manométrique seront déterminés en fonction de la des caractéristiques (hauteur du chateur d'eau et du débit, etc.) du forage présentées dans le tableau 2.

*Tableau 2 : Caractéristiques du forage implanté*

<b>DESIGNATION</b>	<b>VALEUR</b>
Coordonnées géographiques	X : 568687,65 Y : 1343350,75
Diamètre du forage [mm]	125
Profondeur équipée [m]	52,30
Niveau statique, NS [m]	11,58
Débit d'exploitation, [m <sup>3</sup> /h]	5,01
Niveau dynamique, ND [m]	30,64

#### V.4. Evaluation du besoin en eau

L'estimation du besoin en eau demande tout d'abord l'estimation de la population à desservir à l'horizon du projet dont les résultats sont présentés dans le *Tableau 3*.

*Tableau 3 : Estimation de la population à l'horizon du projet*

<b>DESIGNATION</b>	<b>VALEUR</b>
Population de l'année 2019 (habitants)	7 000
Taux d'accroissement démographique	1,95%
Horizon (ans)	20
Population de l'année 2024 (habitants)	7 709
<b>Population de l'année 2044 (habitants)</b>	<b>11 340</b>

A partir de consommations spécifiques fixées par les normes du Burkina, la consommation journalière domestique en eau se présente dans le *Tableau 4* ci –dessous :

Tableau 4 : Calcul de la consommation journalière domestique

DESIGNATION	NIVEAU DE SERVICE	
	BF	BP
Consommation spécifique (l/jour/habitant)	25	40
Taux de branchement	24%	56%
Bénéficiaire (habitant)	2 722	6 350
Consommation journalière [l/jour]	68 038	254 008
Consommation journalière domestique, $C_j$ [m3/jour]	<b>322</b>	
Consommation journalière de services et édifices publiques, $C_{sp}$ [m3/jour]	<b>32,2</b>	
Demande en eau journalière moyenne, $D_{jm}$ [m3/jour]	<b>354</b>	

Pour un coefficient de pointe journalier de 1,10 la demande en eau journalière moyenne est donc :

$$D_{jmp} = 390 \text{ [m}^3\text{/j]}$$

#### V.5. Estimation des débits en eau de dimensionnement

Pour un temps de pompage,  $T_p$  de 16 heures et un rendement du réseau,  $\eta_r$  de 90%, on déduit le débit de production ou d'adduction du réseau.

$$Q_{prod} = 27 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Pour le moment, on se dispose d'un seul forage de débit 5,01m3/h (initialement un PMH) récupéré (Tableau 2) à partir d'une école primaire. A l'horizon du projet, il faudra ajouter des forages pour atteindre le débit d'adduction.

Le débit de distribution de bornes fontaines et de branchements particuliers ne sont pas le même donc les calculs se sont fait séparément. Le Tableau 5 présente les résultats sur le calcul de distribution de BP

Tableau 5 : Calcul de débit de distribution de BP

DESIGNATION	VALEUR
Consommation moyenne journalière [m3/jour]	254,01
Temps de distribution (H)	16
Consommation moyenne horaire [m3/h]	15,88
Coefficient de pointe horaire	2,13
Consommation de pointe horaire [m3/h]	33,77
Coefficient de pointe journalière	1,10
Débit de distribution [m3/h]	2,58
<b>Débit de distribution [l/s]</b>	<b>11,47</b>

Les dix (10) BF sont constituées de trois (03) robinets chacun de débit de 0,25 l/s. Donc, le débit de distribution par BF est de **0,75 l/s**. En plus, deux (02) BP ont été ajoutés au niveau du CEG et de CSPS. Donc le débit total de distribution du réseau sera :

$$Q_{dist} = 11,47 + (10 \times 0,75) + (2 \times 0,25)$$

$$Q_{dist} = \mathbf{19,47 [l/s]}$$

#### V.6. Dimensionnement du réseau de refoulement

Le réseau de refoulement est constitué de la conduite principale de refoulement et de la colonne montant et exhaure. Les résultats du dimensionnement de la conduite principal sont dans le Tableau 6 ci-dessous :

*Tableau 6 : Détermination du diamètre économique de la conduite de refoulement*

FORMULE	Qexpl [m <sup>3</sup> /h]	Dth [mm]	DN [mm]	Dint [mm]	V [m/s]	ΔH [m]	Condition de flamant	Vérification
<b>Bresse</b>	27,00	129,90	<b>140</b>	<b>123,4</b>	<b>0,49</b>	1,75	0,74	Vérifié
<b>Bresse modifié</b>	27,00	162,47	<b>160</b>	<b>141</b>	<b>0,37</b>	0,86	0,76	Vérifié
<b>Munier</b>	27,00	114,32	<b>110</b>	<b>96,8</b>	<b>0,79</b>	6,34	0,71	Non vérifié
<b>Bedjaoui</b>	27,00	109,99	<b>110</b>	<b>96,8</b>	<b>0,79</b>	6,34	0,71	Non vérifié

Nous allons retenir le diamètre DN140 obtenu par la formule de Bresse malgré une perte de charge plus élevée que celle de Bresse modifiée dû à des raisons économiques.

*Tableau 7 : Caractéristiques de la conduite de refoulement*

DESIGNATION	VALEUR
Nature	PVC
Pression nominale [bar]	16
Débit d'écoulement [m <sup>3</sup> /h]	30
Vitesse d'écoulement [m/s]	0,49
Coefficient de Manning	120
Longueur [m]	1160
Diamètre extérieure/intérieure [mm]	140/123,4

La vitesse d'écoulement de l'eau dans les colonnes montante et d'exhaure est de 0,49m/s. Pour des considérations techniques, la colonne montante sera dimensionnée sur la base du débit d'adduction (27m<sup>3</sup>/h, afin de l'harmoniser avec la conduite de refoulement), tandis que la colonne d'exhaure sera dimensionnée sur la base du débit d'exploitation (5m<sup>3</sup>/h). Les résultats du dimensionnement de la colonne montante au réservoir et de la colonne d'exhaure du forage réalisé sont présentés dans le *Tableau 8*

Tableau 8 : Tableau de dimensionnement de la colonne montante et d'exhaure

DESIGNATION	Longueur [m]	Dth [mm]	Dint [mm]	DN [mm]	$\Delta H$ [m]
Colonne montante	18,7*	131,63	114,6	140	0,08
Colonne d'exhaure	35,64	53,38	51,4	63	13,92

\*voir la section V.9.1

Donc nous allons retenir des conduites en PE PN16 de type DN63 pour la colonne d'exhaure et DN 140 pour la colonne montante.

### V.6.1. Protection de coup de bélier

Les résultats obtenus lors d'évaluation du coup de bélier du réseau de refoulement sont présentés dans le Tableau 9

Tableau 9 : Vérification de coupe de bélier

DESIGNATION	VALEUR
Diamètre intérieure, $D$ [mm]	140
Epaisseur de la conduite, $e$ [mm]	8,7
Coefficient de rugosité, $k$	33
Célérité des ondes, $c$ [m/s]	137,7
Variation de pression, $\Delta P$ [m]	6,84
Pression nominale de la conduite, $PN$ [m]	160
Pression de fonctionnement admissible, $PFA$ [m]	160
Pression maximale admissible, $PMA$ [m]	192
Hauteur manométrique totale, $P$ [m]*	84,98
Pression maximale, $P_{max}$ [m]	91,82

\* voir la section V.7.1

Nous pouvons constater que la valeur de  $P_{max}$  est strictement inférieure à la  $PMA$  ou bien à la  $PFA$ , d'où de coup de bélier.

## V.7. Système de pompage et d'énergie

### V.7.1. Détermination de la HMT

La hauteur manométrique totale (HMT) est la somme de la hauteur géométrique et la somme de pertes de charge du refoulement. La hauteur géométrique  $H_g$  est de **71,87 [m]** tant que la perte de charge totale  $\Delta H_T$  est de **13,10 [m]**. Donc, on déduit la HMT :

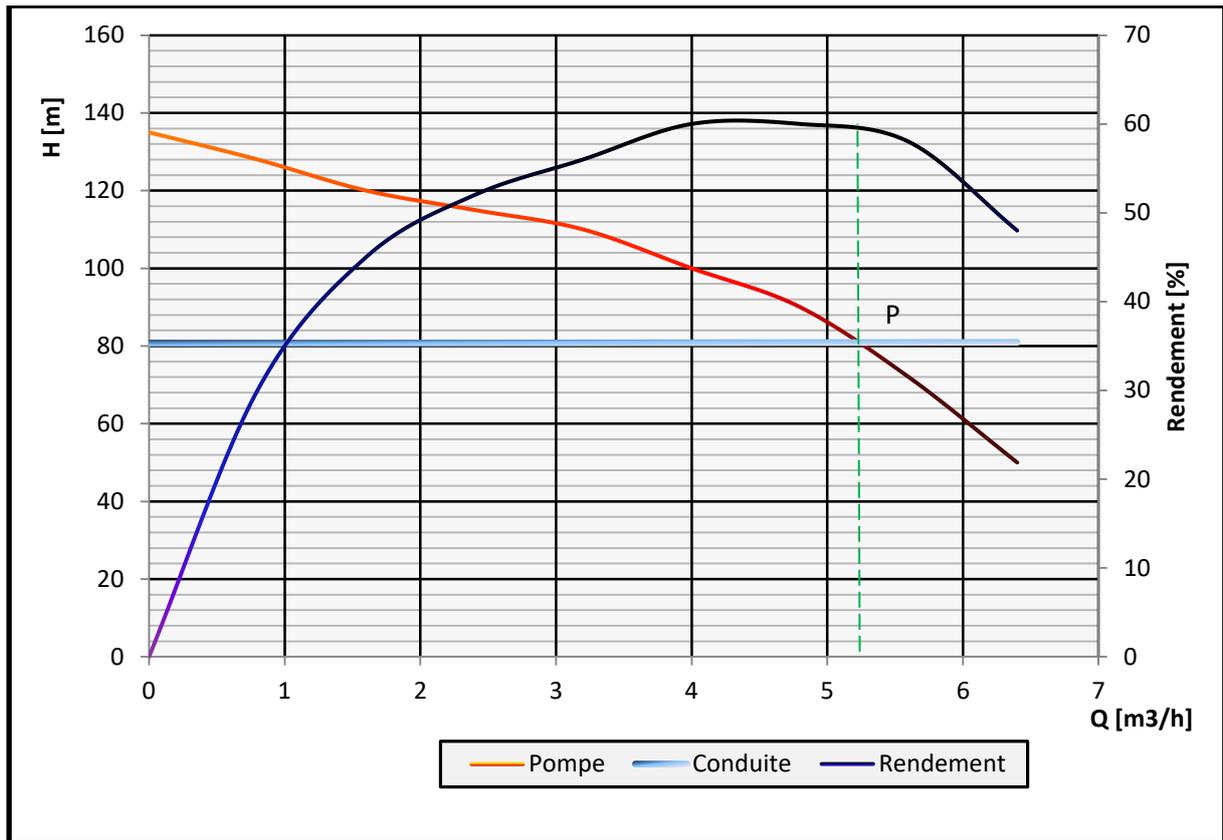
$$HMT = 84,98 [m]$$

### V.7.2. Détermination du point de fonctionnement du réseau

Le point de fonctionnement d'une pompe refoulant dans une conduite est le point d'intersection de la courbe caractéristique hydraulique de la pompe et celle du réseau et qui donne le débit d'installation et la HMT de la pompe.

<b>Q [m<sup>3</sup>/h]</b>	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4
<b>H [m]</b>	135	128	120	115	110	100	90	72	50
<b>HMT [m]</b>	80,75	80,75	80,76	80,77	80,80	80,82	80,86	80,90	80,94
<b>Rendement [%]</b>	0	30	45	52	56	60	60	58	48

La courbe caractéristique de la pompe est la courbe  $HMT = f(Q)$  tant que celle du réseau est la courbe  $H = f(Q)$ .



*Figure 3 : Détermination du point de fonctionnement du réseau*

Au point de fonctionnement du réseau P, on a :

$Q_p$ [ $m^3/h$ ]	5,2
$H_p$ [m]	84,2

### V.7.3. Consommation énergétique du système de pompage

La station de pompage sera alimentée par un système photovoltaïque et par la SONABEL, soit un système hybride. Le champ PV sera fonctionnel dans la journée pendant 6 heures de temps (le temps d'ensoleillement estimé au Burkina Faso) tant que le transformateur sera actif pendant 10 heures

Les caractéristiques de la pompe sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Caractéristiques de la pompe immergée

<b>DESIGNATION</b>	<b>VALEUR</b>
Type	SP5A-21
Moteur	MS 4000R
<b>Débit de fonctionnement</b>	<b>5,20 [m3/h]</b>
<b>HMT de fonctionnement</b>	<b>84,2 [m]</b>
<b>Puissance standard</b>	<b>2,2 kW</b>
Tension	3 x 230V
<b>Rendement de la pompe</b>	<b>60%</b>
<b>Rendement du moteur</b>	<b>72%</b>
Diamètre / Longueur	95/576 [mm]

Les résultats du dimensionnement du système photovoltaïque (PV) sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 11 : Dimensionnement du système PV

<b>DESIGNATION</b>	<b>VALEUR</b>
Débit de pointe, Q [m3/h]	5,2
HMT de pointe, H [m]	84,2
<b>Puissance absorbée, <math>P_A</math> [kW]</b>	<b>1,86</b>
<b>Puissance totale de la pompe, P [kW]</b>	<b>2,59</b>
Irradiation moyenne, $H_i$ [kWh/m2j]	5,5
<b>Puissance crête minimale, <math>P_C</math> [Wc]</b>	<b>8750</b>
Puissance d'un module PV [W]	360
<b>Nombre de modules, N</b>	<b>26</b>
<b>Puissance crête, <math>P_c</math> [Wc]</b>	<b>9000</b>

La puissance du transformateur s'exprime par :

$$P = 2 \times \frac{\rho \times g \times Q_p [m^3/h] \times H_p [m]}{3600 \times \eta_p \times \eta_m \times \cos \varphi}$$

$$P = 5,37 \text{ KVA}$$

Nous retenons un transformateur de puissance **5,5 kVA**

### V.8. Dimensionnement hydraulique du château d'eau

Le type d'ouvrage de stockage proposé dans ce projet est un château d'eau métallique. Le château d'eau joue un rôle tampon entre l'offre et la demande :

- Quand l'offre est plus élevée que la demande, le surplus est stocké dans le réservoir ;
- Quand la demande dépasse l'offre, le complément est apporté par le réservoir.

Il assure l'écoulement gravitaire dans le réseau de distribution. Il permet enfin, d'avoir un temps de contact nécessaire pour les désinfectants comme le chlore. Il doit être situé dans un endroit où il y a moins des contraintes environnementales, et au niveau d'un point haut pour minimiser sa hauteur d'élévation lors de la construction tout en garantissant la pression minimale de service requise à tous les nœuds.

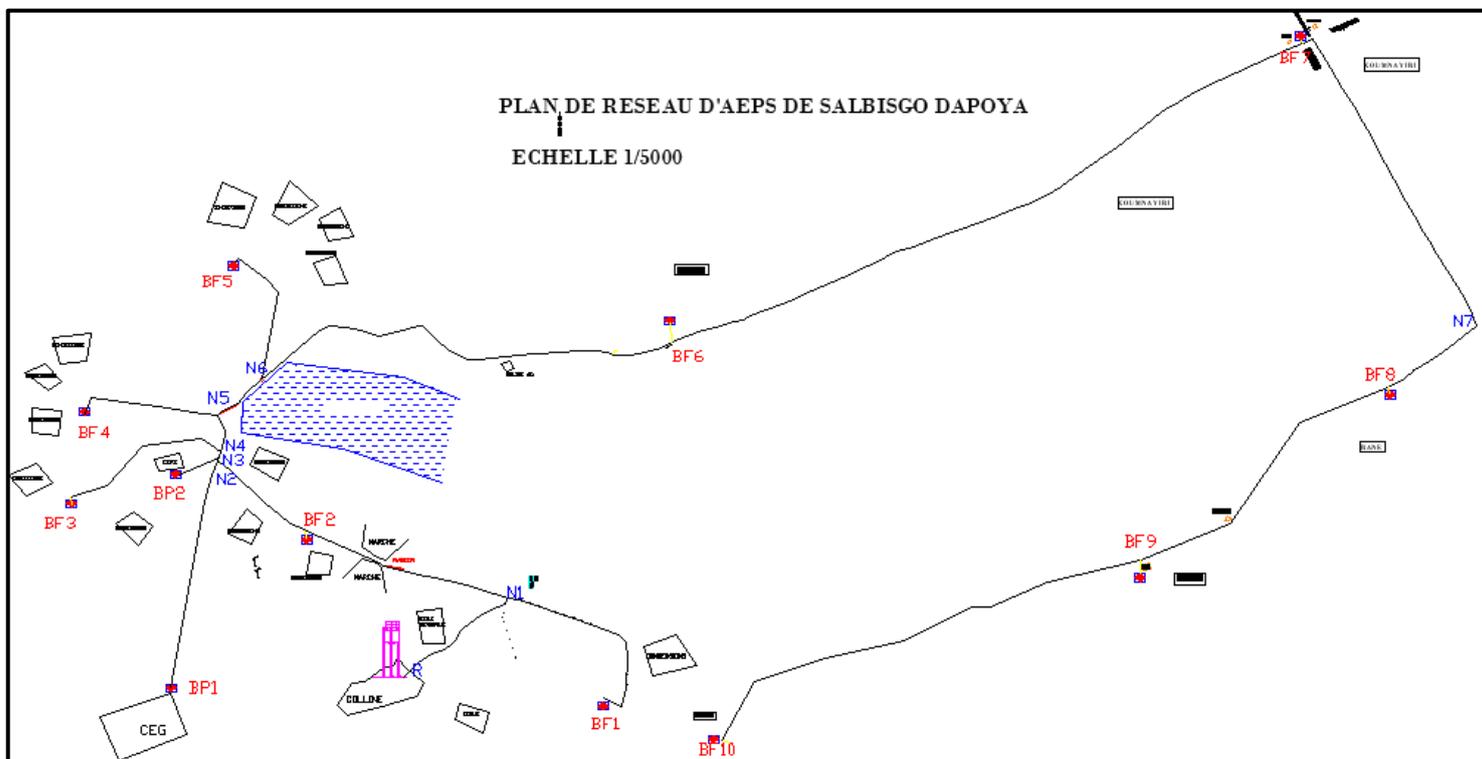
La capacité utile du réservoir est de **130 m<sup>3</sup>** et permet un temps de désinfection de **7,4 heures**. Le temps de contact est dans la plage de valeurs admissibles dont la capacité du réservoir déterminée permettra la désinfection de l'eau tout au long du réseau.

### V.9. Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution correspond à l'ensemble de canalisations, robinetteries et appareils hydrauliques, couvrant l'ensemble de la zone à desservir qui assure l'alimentation continue en tout moment à travers des points de desserte (BP et BF).

### V.9.1. Tracé du réseau de distribution

Les BF sont installées dans les zones où les concessions se regroupent pour faciliter l'accès.



*Figure 4 : Tracé du réseau de distribution*

Tableau 12 : Tableau de dimensionnement du réseau de distribution

Tronçon	Longueur [m]	Débit en route, Qr [l/s]	Débit en aval, Qa [l/s]	Debit fictif, Qf [l/s]	Diamètre théorique, Dth [mm]	Diamètre nominal, DN [mm]	Diamètre intérieure, Dint [mm]	Vitesse réelle, Ur [m/s]	Rugosité relative, k/D	Nombre de Reynolds	$\lambda$	$\Delta H_{DW}$ [m]	$\Sigma \Delta H$ [m]	$Z_{TN}$ [m]	Charge minimale imposée, $Z_{min}$ [m]	Pression dynamique, EXCEL $P_{dyn}$ [m]
R - N1	731,9	0,398	19,07	19,29	156,71	225	203,4	0,59	7,37E-05	120735,341	0,018	1,146	1,146	288,67	299,82	29,28
N1 - BF1	1047	0,569	0,75	1,06	36,79	63	57	0,42	2,63E-04	23748,039	0,025	4,135	5,281	284,88	300,16	28,94
N1 - BF2	1171	0,637	17,11	17,46	149,11	225	203,4	0,54	7,37E-05	109312,428	0,018	1,531	2,677	287,13	297,56	31,54
BF2 - N2	608,2	0,331	16,03	16,21	143,68	225	203,4	0,50	7,37E-05	101493,564	0,018	0,695	3,373	286,09	299,46	29,64
N2 - BP1	1272	0,692	0,25	0,63	28,33	50	45,2	0,39	3,32E-04	17758,867	0,027	6,050	9,423	285,03	304,45	24,65
N2 - N3	11,94	0,006	15,08	15,09	138,60	225	203,4	0,46	7,37E-05	94441,697	0,019	0,012	3,385	285,76	299,14	29,96
N3 - BP2	237,9	0,129	0,25	0,32	20,22	40	36,2	0,31	4,14E-04	11295,710	0,031	0,997	4,382	284,86	299,24	29,86
N3 - N4	37,52	0,020	14,68	14,69	136,79	225	203,4	0,45	7,37E-05	91987,101	0,019	0,036	3,421	284,94	298,36	30,74
N4 - BF3	945,3	0,514	0,75	1,03	36,26	63	57	0,40	2,63E-04	23068,593	0,026	3,546	6,966	284,79	301,76	27,34
N4 - N5	212,5	0,116	13,30	13,37	130,46	225	203,4	0,41	7,37E-05	83678,664	0,019	0,171	3,592	282,22	295,81	33,29
N5 - BF4	696,6	0,379	0,75	0,96	34,93	63	57	0,38	2,63E-04	21407,057	0,026	2,288	5,880	282,52	298,40	30,70
N5 - N6	314,8	0,171	12,00	12,10	124,11	200	180,8	0,47	8,30E-05	85199,069	0,019	0,375	3,967	280,71	294,68	34,42
N6 - BF5	794,3	0,432	0,75	0,99	35,46	63	57	0,39	2,63E-04	22059,779	0,026	2,752	6,719	289,07	305,79	23,31
N6 - BF6	2423	1,318	9,50	10,23	114,12	200	180,8	0,40	8,30E-05	72036,969	0,020	2,130	6,097	288,61	304,71	24,39
BF6 - BF7	3831	2,083	6,67	7,82	99,76	160	144,6	0,48	1,04E-04	68831,379	0,020	6,093	12,191	287,78	309,97	19,13
BF7 - N7	1861	1,012	4,91	5,47	83,42	160	144,6	0,33	1,04E-04	48128,402	0,021	1,557	13,748	295,26	319,01	10,09
N7 - BF8	592,2	0,322	4,59	4,76	77,89	125	113	0,48	1,33E-04	53682,882	0,021	1,269	15,017	291,04	316,06	13,04
BF8 - BF9	1711	0,930	2,91	3,42	65,97	125	113	0,34	1,33E-04	38518,761	0,023	2,024	17,041	288,47	315,51	13,59
BF9 - BF10	2587	1,407	0,75	1,52	44,05	75	67,8	0,42	2,21E-04	28614,843	0,024	8,425	25,466	283,34	318,81	10,29

La cote sous radier  $Z_{radier}$  est 319,01 m soit une hauteur sous radier  $H_{radier}$  de 10,70m. La hauteur de la partie cuve du château d'eau est de 8m donc la hauteur trop plein du réservoir est de 18,7m que nous allons arrondir à 17m.

## V.10. Simulation sur EPANET

### V.10.1. Présentation du logiciel

EPANET est un simulateur numérique largement utilisé pour analyser le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution. Il permet de modéliser de manière précise les écoulements, les pertes de charge et la dispersion des contaminants dans des réseaux complexes, composés de tuyaux, de nœuds, de pompes et de réservoirs.

EPANET est un outil indispensable pour analyser et optimiser les réseaux de distribution d'eau. Il permet de simuler de nombreux scénarios, tels que la définition de plans de prélèvement d'échantillons, le calage de modèles hydrauliques, l'évaluation de la qualité de l'eau (chlore résiduel) et l'estimation de l'exposition des consommateurs à des contaminants. EPANET offre une aide à la recherche de stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme par exemple:

- utilisation en alternance des différentes ressources du système,
- modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs,
- préciser l'usage des stations de chloration (ou autres traitements) en réseau,
- planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations.

EPANET offre un environnement intégré qui permet l'édition des données du réseau, l'exécution de simulations hydrauliques et qualitatives, ainsi que l'affichage des résultats sous divers formats, tels que des cartes avec codes couleurs, des tableaux ou des graphiques.

### V.10.2. Démarche et résultats de la simulation

Après avoir dimensionné le réseau de distribution sur Excel (*Tableau 12*) la simulation sur EPANET a consisté à reproduire le tracé du réseau, tout en assurant que les longueurs de tronçons et les côtes des nœuds sont conservées. La vérification du dimensionnement s'est faite tout simplement en remplaçant les diamètres de conduites et la hauteur du réservoir d'EPANET par ceux d'EXCEL et en assurant que les conditions de vitesse et pression sont respectées.

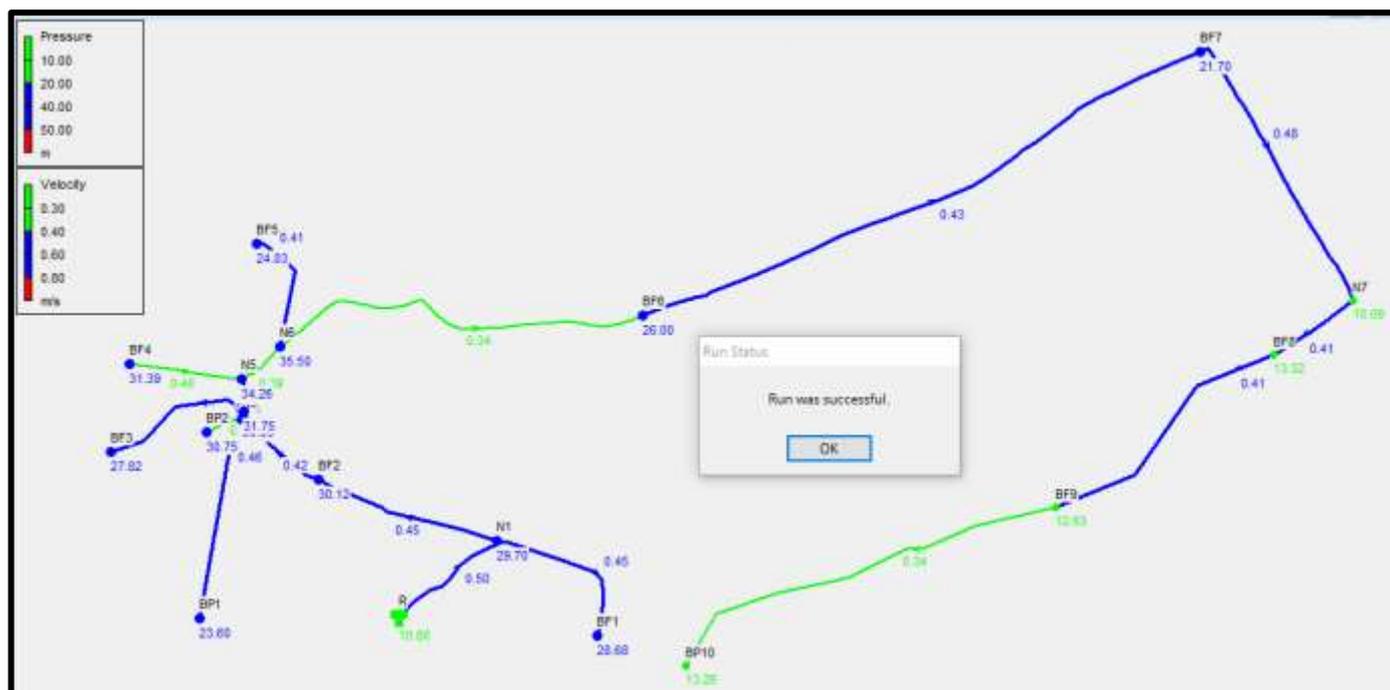


Figure 5 : Simulation sur EPANET

Les résultats obtenus après la simulation sont présentés et comparés à ceux de la simulation Excel, dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : Comparaison de la simulation EXCEL et EPANET

Tronçon	Debit fictive, Qf [l/s]	Diamètre nominal/intérieur, [mm]	Vitesse réelle, Ur [m/s]		Pression de service, [mCE]	
			EXCEL	EPANET	EXCEL	EPANET
<b>R - N1</b>	16,15	225/203,4	0,59	0,59	29,28	29,28
<b>N1 - BF1</b>	1,15	63/57	0,42	0,42	28,94	28,94
<b>N1 - BF2</b>	14,71	225/203,4	0,54	0,54	31,54	29,38
<b>BF2 - N2</b>	13,51	225/203,4	0,50	0,50	29,64	29,75
<b>N2 - BP1</b>	0,74	50/45,2	0,39	0,39	24,65	24,73
<b>N2 - N3</b>	12,53	225/203,4	0,46	0,46	29,96	30,07
<b>N3 - BP2</b>	0,34	40/36,2	0,31	0,31	29,86	29,97
<b>N3 - N4</b>	12,19	225/203,4	0,45	0,45	30,74	30,85
<b>N4 - BF3</b>	1,12	63/57	0,40	0,40	27,34	27,46
<b>N4 - N5</b>	11,06	225/203,4	0,41	0,41	33,29	33,4
<b>N5 - BF4</b>	1,02	63/57	0,38	0,38	30,70	30,84
<b>N5 - N6</b>	9,96	200/180,8	0,47	0,47	34,42	34,54
<b>N6 - BF5</b>	1,06	63/57	0,39	0,39	23,31	23,41
<b>N6 - BF6</b>	8,78	200/180,8	0,40	0,40	24,39	24,52

<b>BF6 - BF7</b>	7,09	160/144,6	0,48	0,48	19,13	19,24
<b>BF7 - N7</b>	4,86	160/144,6	0,33	0,33	10,09	10,20
<b>N7 - BF8</b>	4,14	125/113	0,48	0,48	13,04	13,15
<b>BF8 - BF9</b>	3,16	125/113	0,34	0,34	13,59	13,70
<b>BF9 - BF10</b>	1,75	75/67,8	0,42	0,42	10,29	10,41

La vitesse d'écoulement dans les conduites est identique tant que l'erreur de pression de service entre les deux simulations est de  $\pm 0,2 m$ . Donc, nous pouvons dire que la simulation faite sur EXCEL est bonne.

### V.11. Pose de conduites

Les recommandations suivantes sont utilisées pour la pose de conduites :

$$\begin{cases} l \geq D[m] + 0,4 \text{ à } 0,6 \\ h \geq D[m] + 0,5 \text{ à } 0,8 \end{cases}$$

Dans les zones rocheuses du réseau, une couche de sable est posée au sol avant de poser la conduite afin d'éviter les vibrations entre la roche et la conduite qui peut par la suite causer des fissures de la conduite. La conduite est ensuite recouverte par le remblai provenant de fouille. Les conduites de diamètre nominal inférieures à DN63 seront posées comme montré dans la figure suivante :

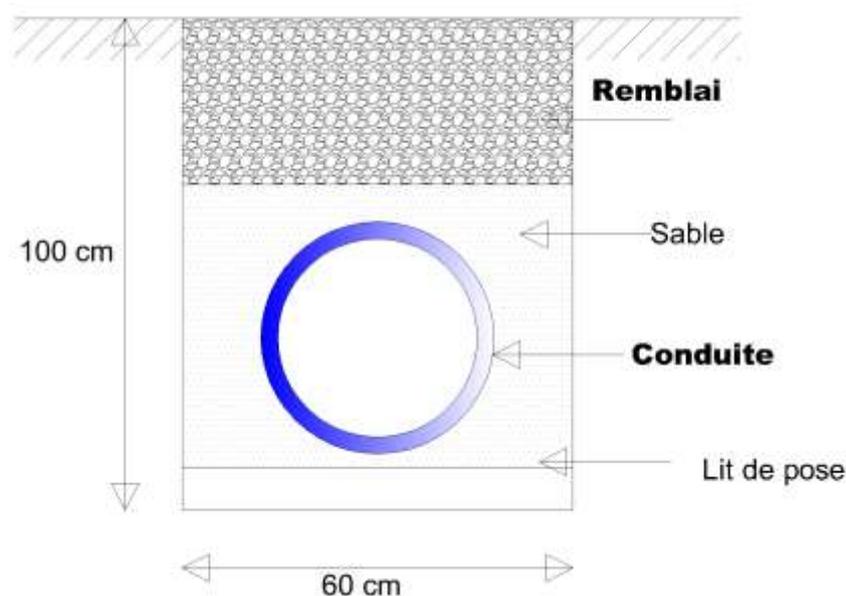


Figure 6 : Pose de conduites de conduites moins de DN63

## V.12. Ouvrages annexes

Le réseau de distribution ne consiste pas seulement des canalisations mais aussi des appareils hydrauliques qui permettent le raccordement des conduites et d'éviter les dysfonctionnements le long du réseau. Nous avons notamment :

- 1) **Ventouses** qui permettent de dégager l'air dans les canalisations. Ils seront installés aux points hauts du réseau de distribution. Par exemple entre les points BF6 et BF7 de côte 290,35m.
- 2) **Clapet anti-retour** pour empêcher le retour de l'eau dans le mauvais sens d'écoulement ainsi de permettre que l'eau s'écoulera dans un seul sens.
- 3) **Vidanges** qui ont pour but de purger/nettoyer les conduites susceptibles à des dépôts solides donc elles seront installées aux points bas du réseau. Pa exemple entre BF9 et BF10 de côte 283,38m.

## V.13. Conclusion

Après avoir estimé la population à desservir à l'horizon du projet (2044) soit 11 340 habitants, nous avons estimé que la besoin en eau journalière est de 390 m<sup>3</sup>/j. L'ouvrage de captage d'eau est un forage dont il nous en faudra six (06) de débit minimum 5m<sup>3</sup>/h pour satisfaire la population à l'horizon du projet. Le réseau de refoulement est caractérisé par une conduite en PVC PN16 DN140 alimentant un château d'eau de 130 m<sup>3</sup>. Le réseau de distribution est constitué des conduites en PVC PN10 des diamètres DN225, DN200, DN125 et DN63.

## VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE

### VI.1. Introduction

L'étude de faisabilité financière vise à vérifier la viabilité du projet en traduisant tous les éléments. L'objectif de cette étude est d'estimer le coût d'investissement du projet et le prix de vente de l'eau aux ménages afin de couvrir les charges d'exploitation du système d'AEPS.

### VI.2. Coût du projet

Le coût de réalisation du projet se présente dans le *Tableau 14* et le devis estimatif et quantitatif se trouve dans l'Annexe (*Tableau 29*)

*Tableau 14 : Coût de réalisation du projet*

N	ELEMENTS	PRIX TOTAL (FCFA)
1	BASE DE L'ENTREPRENEUR ET GENERALITES	10 500 000
2	EXHAURE / REFOULEMENT	74 608 500
3	CHÂTEAU D'EAU DE 150 m3	26 100 000
4	RESEAU DE DISTRIBUTION	159 144 700
5	CONSTRUCTION DE LOCAUX DIVERS	33 825 000
TOTAL HORS TVA FCFA		<b>316 138 155</b>
TVA (18%)		<b>56 904 868</b>
TOTAL TTC FCFA		<b>373 043 023</b>

### VI.3. Etude économique du projet

L'étude économique du projet consiste à estimer les charges d'exploitations nécessaires pour le fonctionnement du projet (salaires, charge d'entretien, consommables, etc.) afin d'estimer le prix de vente de l'eau.

#### VI.3.1. Charges totales d'exploitation

Les charges d'exploitations sont les charges indispensables pour le bon fonctionnement des différentes activités du projet en phase de fonctionnement. On distingue principalement :

- Les frais énergétiques (carburant pour le groupe électrogène) ;

- Les consommables (lubrifiants pour les équipements électromécaniques, produits chimiques pour le traitement de l'eau, etc.) ;
- Les frais d'entretien, de réparation et d'achat de pièces de rechanges ;
- Les charges de suivi technique et financier ;
- Les frais de renouvellement des investissements ;

*Tableau 15 : Charges d'exploitation du système d'AEPS*

ELEMENTS	Montant Annuelle (FCFA)	Montant total (FCFA)
Salaires	3 500 000	70 000 000
Entretien des pièces mécaniques	4 658 093	107 679 083
Frais d'électricité	4 658 093	107 679 083
Chloration	100 000	2 000 000
Lubrifiants	200 000	4 000 000
<b>TOTAL</b>	<b>14 567 908</b>	<b>291 358 166</b>

### VI.3.2. Amortissements

L'amortissement est la constatation comptable d'un amoindrissement de la valeur d'une immobilisation, qui se déprécie de façon certaine et irréversible avec le temps, l'usage ou en raison du changement de techniques, de l'évolution des marchés ou de tout autre cause.

Le taux d'amortissement est donné par :

$$\tau = \frac{100}{\text{Duree de vie (n) en ans}} \times 100$$

La valeur finale est calculée par :

$$VF = VI \times \tau$$

Avec  $VI$  la valeur initiale.

*Tableau 16 : Tableau d'amortissement des immobiliers du projet*

Elément	Valeur Initiale, VI (FCFA)	Durée de vie (ans)	Taux d'amortissement	Valeur Finale, VF (FCFA)
Forage/Exhaure	4 687 500	5	20%	937 500
Pompe/électricité	26 779 688	5	20%	5 355 938
Installations de traitement	78 125	5	20%	15 625
Appareils hydrauliques	362 500	20	5%	18 125
Château d'eau	15 000 000	20	5%	750 000
Tuyauteries	6 024 250	20	5%	301 213
Robinetteries (BF et BP)	9 487 500	20	5%	474 375
<b>TOTAL</b>				<b>7 852 775</b>

### VI.3.3. Coût de revient et prix de vente

Le coût de revient encore appelé prix de revient équivaut la somme de l'ensemble des charges (charges directes et indirectes) rapportée à la quantité produite. Il prend en compte plusieurs éléments à savoir le prix d'achat de matières premières, frais accessoires, coût de service approvisionnement, main d'œuvre, machines, etc. Pour les calculs, il sera donc question de prendre en compte la production et les charges d'exploitation totale de la durée du projet (20 ans) ainsi que les amortissements des équipements.

$$CDR = \frac{\text{Charges d'exploitation totale} + \text{Amortissement}}{\text{Production totale (PR)}}$$

La production totale  $PR_T$  se calcule pour un pas de 4 ans par :

$$PR_T = \sum_{2024}^{2040} \frac{1}{2} (PR_n + PR_{n+4}) \times 4$$

Le CDR nous permet de déterminer le prix minimal de vente (PDV) de l'eau de sorte que l'entreprise puisse rentrer dans ses frais.

*Tableau 17 : Prix de vente de l'eau dans le 05 premières années*

Eléments	VALEUR
Charges d'exploitation (FCFA)	291 358 166
Amortissements (FCFA)	7 852 775
Production totale (m3)	233 3165
CDR (FCFA/m3)	163
<b>PDV (FCFA/m3)</b>	<b>200</b>

Le prix de vente de l'eau est fixé à partir du coût de revient et nous voyons que ce prix s'élève à 200 FCFA/m<sup>3</sup> soit : 10 F pour 20L d'eau. Ce prix restera pratiquement constant jusqu'à l'horizon du projet même si les charges d'exploitations augmentent

#### VI.4. Conclusion

L'étude financière nous a permis d'estimer le coût d'investissement pour la réalisation du projet et le prix de vente de l'eau propre afin de couvrir les charges d'exploitations en phase de fonctionnement du projet. Le coût d'investissement se lève à environ 373 043 023 FCFA et le prix de vente de l'eau est de 200 FCFA par m<sup>3</sup>.

## VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

### VII.1 Introduction

Les études d'impacts environnementales et sociales sont devenues obligatoires préalablement à la réalisation d'ouvrages qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel, pourraient porter atteinte à ce dernier. Conformément au *Guide général de réalisation des études et notices d'impact sur l'environnement du Burkina Faso*, ce projet et de **Catégorie C** dans le secteur d'activité d'Eau, cela exige la réalisation d'un Notice d'Impact Environnemental et Sociale (NIES). L'objectif de cette NIES est de conformer ce projet d'AEPS aux exigences des textes en matière d'environnement tant sur le plan national que celles du bailleur. Dans cette section, nous allons présenter les contextes législatifs qui encadrent cette étude, suivi par l'identification et l'évaluation des impacts probables que peut entraîner sur les milieux susceptibles puis proposer des mesures d'atténuation ou de bonification de ces impacts.

### VII.2 Contexte et législation

L'approvisionnement en eau potable au Burkina Faso est régi par un ensemble de lois, de politiques et d'institutions qui encadrent la gestion.

#### A. Cadre politique

Les différents politiques concernés sont notamment :

- La politique Nationale en matière d'Environnement (PNE)
- Le plan National de Développement Durable au Burkina Faso (PNDD)
- Le plan National de Développement Économique et Social 2021-2025(PNDES II)
- La politique Nationale en matière de Gestion des Ressources en Eau
- La stratégie nationale de gestion du service public de l'eau potable en milieu rural
- Les Plans Communaux de Développement (PCD)

#### B. Cadre juridique

Le cadre juridique du projet est composé du cadre national du Burkina et de politiques opérationnelles de la BAD.

##### 1. Cadre juridique national

Le cadre juridique du projet s'agit de :

- La loi n°006-2013/AN du 2 avril 2013 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso
- Le décret n°2007-832/PRES/PM/MEE du 24 décembre 2007
- La loi n°0022-2005/AN du 24 mai 2005, portant code de l'hygiène publique
- le décret n° 98-323 du 28 juillet 1998 portant Réglementation de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains

## **2. Système de Sauvegardes Intégré (SSI) de la BAD**

Les politiques opérationnelles de la BAD sont notamment :

- Politiques de Sauvegarde opérationnelle de la BAD
- Politique de diffusion et d'accès à l'information (2012) ;
- La politique de la Banque en matière de réduction de la pauvreté (2001) ;
- Politique de la banque en matière de gestion intégrée des ressources en eau (2000)

### **C. Cadre institutionnel**

Les institutions concernées sont notamment :

- Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement (MEEA)
- Ministère de l'Economie Verte et du Changement Climatique (MEVCC)
- Ministère de la Santé
- Municipalités et Collectivités Locales

## **VII.3 Identification et évaluation des impacts**

Les impacts menés par ce projet touchent globalement trois (03) milieux notamment :

- Le milieu physique constitué du sol, de l'eau et de l'air ;
- Le milieu biologique constitué de la faune et de la flore ;
- Le milieu humain constitué de la santé, sécurité, emploi, économie, etc.

Ces composantes sont ceux qui sont plus susceptibles et affectées par les activités sources d'impact. Ces activités sont réparties en deux (02) phase : la phase d'installation/ construction et la phase d'exploitation/maintenance. La liaison des activités sources d'impacts à des

composantes de l'environnement affectées permet d'identifier les impacts. L'outil d'évaluation utilisé ici est **la matrice de Fecteau** qui présente sous forme d'un tableau à deux entrées qui recense d'une part les activités du projet à différentes phases et les composants du milieu physique, biologique et humain, puis mesure l'impact sur la base des méthodes logiques pour en donner une valeur d'appréciation. Elle permettra sur la base de certains indicateurs de déterminer l'importance des risques ou interactions sur l'environnement. L'activité source de l'impact et l'élément de l'environnement potentiellement affecté par le projet ;

Les trois (03) critères d'évaluation sont notamment :

- i. La durée de l'impact : longue (supérieur à 10 ans) ; moyenne (1 à 10 ans) ; courte (inférieur à un (1) an).
- ii. L'intensité de l'impact : forte (l'activité affecte lourdement l'intégrité de la composante ou son utilisation et compromet sa pérennité) ; moyenne (l'activité affecte sensiblement l'intégrité de la composante ou son utilisation, mais sans compromettre sa pérennité) ; faible (l'activité affecte peu l'intégrité de la composante ou son utilisation).
- iii. La portée de l'impact : régionale (à plus de 10km du site de projet) ; locale (à moins de 10km du site de projet) ; ponctuelle (au niveau du site de projet) ;

Les trois (03) critères d'importance sont notamment :

- i. Majeur : dommages irréparables sur les systèmes écologiques. Dégradation des milieux récepteurs ou impact très positif sur l'environnement socio-économique.
- ii. Modéré : dommages réparables sur les systèmes écologiques. Dégradation partielle des milieux récepteurs ou impact relativement positif sur l'environnement socio-économique.
- iii. Mineur : dommages observés sans toutefois affecter les milieux récepteurs ou impact mineur sur l'environnement socio-économique.

### VII.3.1 Impacts positifs du projet

Tableau 18 : Matrice d'identification des impacts positifs du projet lors de la phase d'installation/construction

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts positifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'installation/construction	Présence des employés et du chantier	Economie	Création de l'emploi et de la richesse du à l'augmentation des activités économiques autour du chantier. Les salaires versées aux employés et aux manœuvres, seront par voie de conséquences reversées dans l'économie locale sous forme de consommation, d'impôts et d'épargne et donc permettront de réduire la pauvreté (ODD).	Moyenne	Ponctuelle	Courte	<b>Moyenne</b>
		Commerce	Amélioration des conditions de vie de femmes détenant des restaurants qui seront plus sollicités par les employés	Moyenne	Ponctuelle	Courte	<b>Moyenne</b>
	Approvisionnement du chantier	Economie	Augmentation de la capacité économique des opérateurs (sous-traitants, notamment) de la commune et de la région par l'approvisionnement du chantier en matériaux (sable, ciment, fer etc.)	Moyenne	Locale	Courte	<b>Moyenne</b>
		Economie	Augmentation de l'assiette fiscale de l'Etat par l'achat ou l'importation des matériaux et des équipements qui entraînera des versements de taxes d'importation	Moyenne	Locale	Courte	<b>Moyenne</b>
	Recherche des agrégats pour la construction et d'achat de matériaux sur le marché local	Economie	Augmentation des recettes communales à travers le versement de taxes fiscales. L'utilisation des matériaux d'emprunt (pierre, sable, gravier, latérite) ou d'achat de matériaux sur le marché local (ciment, bois traité, acier, etc.) pour le besoin des travaux obligerait le payement des taxes communaux.	Moyenne	Locale	Moyenne	<b>Moyenne</b>

Tableau 19 : Matrice d'identification des impacts positifs du projet lors de la phase d'exploitation/maintenance

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts positifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'exploitation/maintenance	Recrutement des personnels	Population	Création d'emploi pour la gestion des ouvrages hydrauliques. Recrutement du personnel pour l'exploitation des sites. Nous estimons que plusieurs emplois permanents qui seront créés.	Moyenne	Locale	Longue	<b>Moyenne</b>
	Réalisation de l'AEPS	Population	Approvisionnement en eau potable de bonne qualité et en quantité suffisante à tout moment et a coût faible.	Forte	Locale	Longue	<b>Majeure</b>
		Sante	Approvisionnement en eau potable répondant aux normes de potabilité au Burkina Faso. La zone d'étude aura à leur disposition une eau libre de tout contaminant pouvant entrainer des maladies hydriques	Forte	Locale	Longue	<b>Majeure</b>
	Réhabilitation	Emploi	Opportunité d'affaires pour les entreprises du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) chargé de réhabilité les sites, les bureaux d'étude et de contrôle, technique, etc.	Moyenne	Locale	Moyenne	<b>Moyenne</b>

### VII.3.2 Impacts négatifs du projet

Tableau 20 : Matrice d'identification des impacts négatifs du projet lors de la phase d'installation/construction

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'installation/ construction	Acquisition du site, installation du chantier, recrutement des personnels	Social	Risques de conflits sociaux en cas d'occupation de terrains privés (exploitation de zone d'emprunt etc.) et le non recrutement des manœuvres locaux	Faible	Ponctuelle	Longue	<b>Mineure</b>
	Travaux de terrassement, déversement des huiles, circulation des engins	Sol	Pollution des sols dus aux déversements accidentels des hydrocarbures provenant des engins Erosion des sols par le fonçage et ouverture des tranches pour la pose de conduites	Faible	Ponctuelle	Moyenne	<b>Mineure</b>
		Air	Pollutions atmosphériques temporaires dû aux soulèvements de poussière Nuisances olfactives, sanitaires du aux émissions de gaz à effet de serre liés aux fumées échappées des engins non entretenir	Moyenne	Ponctuelle	Courte	<b>Mineure</b>
		Eau	Risque de pollution des eaux souterraines et de surface	Faible	Ponctuelle	Courte	<b>Mineure</b>
		Traffic	Perturbation de la circulation routière dans la zone	Faible	Ponctuelle	Courte	<b>Mineure</b>
		Sécurité	Accidents et blessures des ouvriers lors de la manipulation des matériels de terrassement	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	<b>Moyenne</b>
	Réalisation de la maçonnerie	Eau	Perte d'eau dans les retenues d'eau de la commune	Moyenne	Locale	Courte	<b>Moyenne</b>

Tableau 21 : Matrice d'identification des impacts négatifs en phase d'exploitation/maintenance

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Evaluation			
				Intensité	Portée	Durée	Importance
Phase d'exploitation/maintenance	Présence et exploitation des installations	Sol	Pollution du sol par les déversements des hydrocarbures ou d'autre polluant provenant des appareils électromécaniques (pompes et moteurs).	Faible	Ponctuelle	Courte	<b>Mineure</b>
		Sante	Maladies hydriques du au développement des algues, des moustiques et des autres vecteurs pathogènes des eaux stagnants surtout aux alentours de BF	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	<b>Moyenne</b>
	Fonctionnement du système d'AEPS	Sol, air et eau	Pollution du sol, de l'air et de l'eau par les déchets solides (papier, encre, etc.) générés par la mise en œuvre des services administratif	Forte	Ponctuelle	Moyenne	<b>Majeure</b>
	Fonctionnement des toilettes	Sol, air et eau	Pollution de l'air, sol et l'eau par les déchets solides et liquides	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	<b>Moyenne</b>
	Gestion des déchets et eaux usées	Eau	Risque de pollution des eaux par les hydrocarbures (fuel, huiles). Pollution des eaux par l'entraînement d'hydrocarbures lors des inondations	Moyenne	Ponctuelle	Moyenne	<b>Moyenne</b>
	Réhabilitation ou démentiellement des infrastructures des sites	Sante	Pollution suite à la production des déchets solides, liquides et gazeux pendant la démolition du centre	Moyenne	Ponctuelle	Courte	<b>Mineure</b>

## VII.4 Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Tableau 22 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs en phase d'installation/construction

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Mesures d'atténuation
Phase d'installation/ construction	Acquisition du site, installation du chantier, recrutement des personnels	Social	Risques de conflits sociaux en cas d'occupation de terrains privés (exploitation de zone d'emprunt etc.) et le non recrutement des personnes locales	Demander l'avis de la mairie et de la communauté sur le choix du site Employer les manouvres locaux
	Travaux de terrassement, déversement des huiles, circulation des engins	Sol	Pollution des sols dus aux déversements accidentels des hydrocarbures provenant des engins Erosion des sols par le fonçage et ouverture des tranches pour la pose de conduites	Mettre en place de bacs de récupération Mettre en place un plan de remise de l'état de sol
		Air	Pollutions atmosphériques temporaires dû aux soulèvements de poussière Nuisances olfactives, sanitaires du aux émissions de gaz à effet de serre liés aux fumées échappées des engins non entretenir	Respecter les heures de travail et communiquer régulièrement avec la communauté. Limiter la vitesse de circulation Mettre en place une bâche de protection de camions transportant des matériaux
		Eau	Risque de pollution des eaux souterraines et de surface	
		Traffic	Perturbation de la circulation routière dans la zone	Planifier la circulation des engins pendant les travaux
		Sécurité, Santee	Accidents et blessures des ouvriers lors de la manipulation des matériels de terrassement et à la population lors de la circulation des engins	Mettre en disposition des EPI a tous les manœuvres Prévoir des panneaux de signalisation dans les zones sensibles
	Réalisation de la maçonnerie	Eau	Perte d'eau dans les retenues d'eau de la commune	Prévoir un plan d'alimentation du site

Tableau 23 : Mesures d'atténuation des impacts négatifs en phase d'exploitation/maintenance

Phase du projet	Activité source d'impact	Milieu affecté	Impacts négatifs	Mesures d'atténuation
Phase d'exploitation/maintenance	Présence et exploitation des installations	Sol	Pollution du sol par les déversements des hydrocarbures ou d'autre polluant provenant des appareils électromécaniques (pompes et moteurs).	Mettre en place de bacs de récupération
		Sante	Maladies hydriques du au développement des algues, des moustiques et des autres vecteurs pathogènes des eaux stagnants surtout aux alentours de BF	Assurer l'entretien des équipements
	Fonctionnement du système d'AEPS	Sol, air et eau	Pollution du sol, de l'air et de l'eau par les déchets solides (papier, encre, etc.) générés par la mise en œuvre des services administratif	Installer de filtres de fumés sur les appareils électromécaniques Prioriser l'utilisation de l'énergie propre Mettre en place un système de récupération de déchets solides
	Fonctionnement des toilettes	Sol, air et eau	Pollution de l'air, sol et l'eau par les déchets solides et liquides	Mettre en place un système de gestion de déchets
	Gestion des déchets et eaux usées	Eau	Risque de pollution des eaux par les hydrocarbures (fuel, huiles). Pollution des eaux par l'entraînement d'hydrocarbures lors des inondations	Récupérer les déchets hydrocarbures après l'utilisation
	Réhabilitation ou démentiellement des infrastructures des sites	Sante	Pollution suite à la production des déchets solides, liquides et gazeux pendant la démolition du centre	Récupérer les déchets et faire une décharge contrôlée

## VII.5 Analyse de risques

L'évaluation des risques est une opération indispensable qui concerne principalement la prévention. Un risque d'accident doit être connu avant de prendre de mesures de préventions. L'analyse d'un risque consiste à catégoriser le risque, évaluer le risque sur une échelle définie (souvent de 1 à 10), mettre en place des mesures de préventions et identifier le responsable de la gestion du risque.

Les critères d'évaluation sont :

- i. Gravité (G) : mesure d'importance du risque
- ii. Probabilité (P) : la fréquence d'apparition du risque
- iii. Détectabilité (D) : capacité opérationnelle à détecter le risque entrant
- iv. Criticité (C) : produit de la gravite, probabilité et la détectabilité

Si  $C \geq 125$ , le risque est non acceptable et faudra mettre en place de mesures préventives

Si  $C < 125$ , le risque est acceptable et maitrisé donc pas de plan d'action

*Tableau 24 : Matrice d'évaluation de la probabilité de risques*

Valeur de P	Probabilité
1 – 2	Très faible
	La possibilité qu'un risque se produise est très faible par comparaison aux situations analogues rencontrées par le passé.
3 – 4	Faible
	Faible chance que le risque se manifeste
5 – 6	Moyenne
	Le risque est vraisemblable, il peut se manifester
7 – 8	Fréquente
	Le risque peut se manifester souvent
9 – 10	Elevée
	Le risque a toutes les chances de se manifester

*Tableau 25 : Matrice d'évaluation de la gravité de risques*

Valeur de I	Gravite (impact)
1 – 2	Risque mineur. Le client ne s'en aperçoit pas.
3 – 4	Risque mineur, mais ne provoquant qu'une gêne légère
5 – 6	Risque qui mécontente le client elle le met le client mal à l'aise
7 – 8	Risque grave pour l'entreprise et/ou peut engendrer des réclamations client
9 – 10	Risque très grave pour l'entreprise et/ou le client et pénalité réglementaire

*Tableau 26 : Matrice d'évaluation de la détectabilité de risques*

Valeur de D	Détectabilité
1 – 2	Très faible probabilité de ne pas détecter le dysfonctionnement
3 – 4	Faible probabilité de ne pas détecter le dysfonctionnement
5 – 6	Probabilité moyenne de ne pas détecter le dysfonctionnement
7 – 8	Probabilité élevée de ne pas détecter le dysfonctionnement
9 – 10	Probabilité très élevée de ne pas détecter le dysfonctionnement.

Tableau 27 : Matrice de synthèse d'analyse des risques dans toutes les phases du projet

Phase de projet	Activités	Risques	Critères d'évaluation			Criticité	Mesures préventives	Responsable
			Gravite	Probabilité	Défectabilité			
Phase d'installation/ construction	Installation générale du chantier	Risque de bruits et des vibrations	4	5	6	<b>120</b>	-	-
	Travaux de terrassement, circulation des engins	Blessures, brulures des personnels du aux accidents	9	6	9	<b>648</b>	Sensibiliser les manœuvres et faire les visites techniques périodiques. Attribuer à tous les manœuvres des EPI	Entreprise bureau de contrôle (Responsable QHSE, Chef du chantier)
	Fuites ou déversement des hydrocarbures	Contamination du sol par les composants chimiques	7	6	8	<b>336</b>	Mettre en place de bacs de récupération	Entreprise bureau de contrôle
	Libération de l'emprise	Dégradation du couvert végétal	4	5	5	<b>100</b>	-	-
Phase d'exploitation/ maintenance	Fonctionnement du system d'AEPS	Risque sanitaire pour les humaines et animaux	8	8	8	<b>512</b>	Mettre en place un site de stockage de déchets solides et liquides.	Population locale, Responsable d'entretien

## VII.6 Conclusion

Selon les lois règlementaires du Burkina Faso, ce projet est de catégorie B, ainsi subi à un Notice d'Impact Environnemental et Social. La réalisation de la notice d'impact permet d'identifier et d'évaluer les impacts négatifs et positifs que peut amener ce projet le milieu humaine et biophysique ainsi de proposer des mesures d'atténuation permettant de compenser les composants ayant subir ces impacts. Les composants affectés par une activité source d'impact sont identifiés lors de la visite du terrain pendant la phase préparatoire du projet et peuvent varier ou augmenter lors de la phase de construction et d'exploitation (de même pour les activités sources d'impact) donc il faudra prévoir un budget pour les atténuer.

## VIII. CONCLUSION

Dans le but d'améliorer la condition de vies de la population de Salbisgo – Dapoya, ce projet a été structure sur la réalisation d'un système d'approvisionnement en eau portable simplifié (AEPS). Ce rapport est consacré à la réalisation de l'étude de faisabilité technique, l'étude de faisabilité financière et l'étude d'impact environnemental et social. L'étude technique nous a permis d'estimer le besoin en eau à l'horizon du projet, soit 20 ans et à partir de cela, dimensionner les ouvrages et appareils hydrauliques constituant le système. Nous avons dimensionné le réseau de refoulement, le château d'eau et le réseau de distribution. La population à l'horizon du projet est estimée à 11 340 habitants sur un taux d'accroissement démographique de 1,95% et nous avons estime un besoin en eau de 425 m<sup>3</sup> par jour. Nous avons estimé qu'il faudrait installer six (06) forages de débit minimum 5m<sup>3</sup>/h à l'horizon afin de satisfaire cette besoin.

Nous avons caractérisé le réseau de refoulement de type PVC PN16 DN140, une pompe immerge de type SP5A – 21 et un château d'eau métallique de capacité 130m<sup>3</sup>. Le système d'alimentation énergétique est hybride nécessitant 25 modules PV de 360W est un transformateur de 5,5kVA. Apres avoir dimensionné le réseau de distribution sur Excel et le vérifié sur Epanet, nous avons retenu des conduites de type PVC PN10 DN225, 200, 160, 125 et 63. En plus, nous avons établi le bordereau de prix-détails ainsi estimée le coût d'investissement à 373 043 023 FCFA et un prix de vente de l'eau à 200FCFA/m<sup>3</sup> pendant 20 ans.

## IX. BIBLIOGRAPHIE

- [1] H. SIGUE et Y. KONDITAMDE, « Etude de faisabilité de politique de gestion des eaux de surface partagées dans le Boulkiemde », INERA, Burkina Faso, avr. 2011.
- [2] P. Christelle et B. Richard, « Le coût des systèmes d'approvisionnement en eau potable au Burkina Faso : une application de l'approche des coûts à long terme », IRC, mars 2012.
- [3] INSD, « Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso », Aout 2022.
- [4] D. L. Nicolas, « Les postes d'eau Autonome, avantages et inconvénients », nov. 2023.
- [5] S. OUEDRAOGO, « Etudes d'Avant-Projet Détaillée pour la réalisation d'une AEPS à Bossora dans la commune de Satiri (province du Houet au Burkina Faso) », 2IE, Ouagadougou, juin 2018.
- [6] A. ABDOULAYE, « Conception et dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la cité des forces vives de Tenkodogo, dans la région du centre-est, Burkina Faso », 2IE, Ouagadougou, Mémoire fin d'étude, 2019.
- [7] O. KAMTA JIONNANG, « Conception et dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable simplifié dans la commune de Kobaoua, Burkina Faso », 2IE, Ouagadougou, Mémoire fin d'étude, 2019.
- [8] O. SAWADOGO, « Notice d'Impact Environnemental et Social du Projet de réalisation des systèmes d'adduction d'eau potable simplifiée des localités de Gourcy (commune de Nandiala), Ouoro (Sourgo), Sakoinzé (Kokologho); province du Boulkiemdé, Région du Centre Ouest au profit du Projet d'Appui aux Services d'Eau Potable et d'Assainissement pour le renforcement de la Résilience (PASEPA-2R) », DGEP, Burkina Faso, NIES, juill. 2022.
- [9] S. W. L. YANDA, « Projet de réalisation de systèmes d'adduction d'eau potable simplifiés dans les communes de Gao, Bakata et Sapouy, province du Ziro, région du centre-ouest », DGEP/MEA, NIES, juill. 2022.
- [10] « Programme régional d'approvisionnement en eau potable PR-AEP 2022-2030 REGION DU CENTRE-OUEST », DREA/ONEA, sept. 2022.
- [11] A. SOUMAILA HAROUNA, « ETUDE TECHNIQUE D'UN RESERVOIR EN BETON ARME (R16) SUR TOUR DE 2000 m3, POUR LE RENFORCEMENT DU RESEAU D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE A NIAMEY AU NIGER », 2IE, Niger, Mémoire fin d'étude, janv. 2018.
- [12] J. de D. H. ZONGO, « Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) dans les Régions du Centre-Sud et du Centre-Ouest », DGEP/MEA, Burkina Faso, NIES, oct. 2019.
- [13] E. YONI, « Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) dans les Régions du Centre-Sud et du Centre-Ouest (Province de la Sissili) », DGEP/MEA, Burkina Faso, NIES/EIES, oct. 2019.
- [14] E. YONI, « Projet d'Eau Potable et d'Assainissement en Milieu Rural (PEPA-MR) dans les Régions du Centre-Sud et du Centre-Ouest - Centres de Tiougou et de Tuiré », DGEP/MEA, Burkina Faso, NIES, oct. 2019. [En ligne]. Disponible sur: [https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/16/AFDB-P-BF-E00-016\\_asiS17S.pdf](https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/16/AFDB-P-BF-E00-016_asiS17S.pdf)

## X. ANNEXES

### X.1. Note de calcul du château d'eau métallique

*Tableau 28 : Calcul de la cuve métallique*

DESIGNATION	FORMULE	VALEUR
<b>Partie cylindrique</b>		
Hauteur [m]	H	8,00 m
Diamètre [m]	D	4,50 m
Volume [m3]	$V_{cylindre} = \frac{\pi D^2 H}{4}$	127,17m3
<b>Calottes inférieure et supérieure</b>		
Corde fixe [m]	c	4,60 m
Fleche fixe [m]	f	0,80 m
Rayon [m]	$r = \frac{c^2}{8f} + \frac{f}{2}$	3,56 m
Volume [m3]	$V_{calotte} = \frac{\pi f^2 (3r - f)}{3}$	6,626 m3
Volume total de la cuve [m3]	$V_{cuve} = V_{cylindre} + V_{calotte}$	133,76 m3
<b>Tôle</b>		
Hauteur d'eau [m]	$H_e$	8,8 m
Poids volumique du l'eau [kg/m3]	$\rho_e$	1000 kg/m3
Coefficient de Rankine	$C_R$	10
Coefficient a	a	3
Epaisseur de la tôle [mm]	$e = \frac{\rho_e \times H_e \times D \times 10^{-3}}{C_R} + a$	8 mm

## X.2. Caractérisation du réseau de distribution

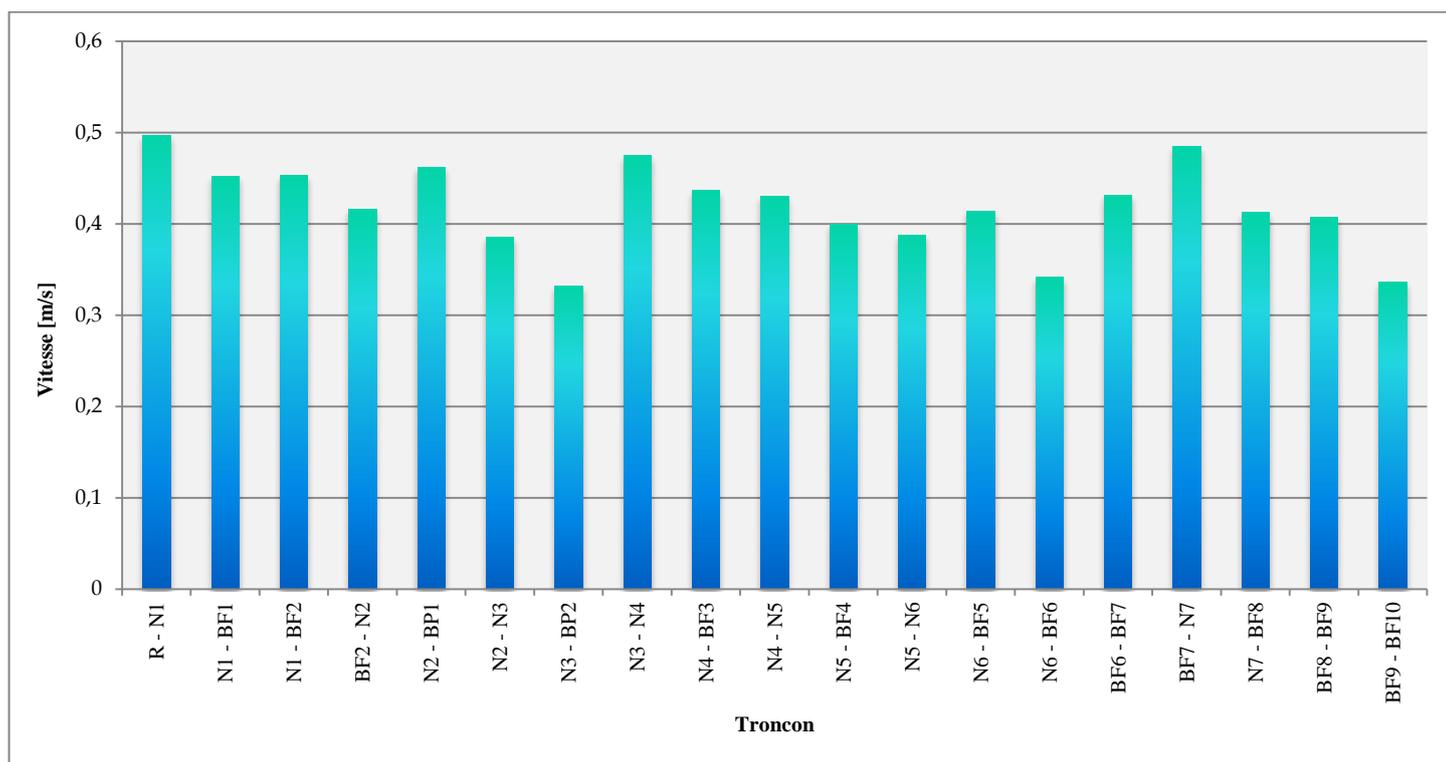


Figure 7 : Variation de la vitesse le long du réseau de distribution

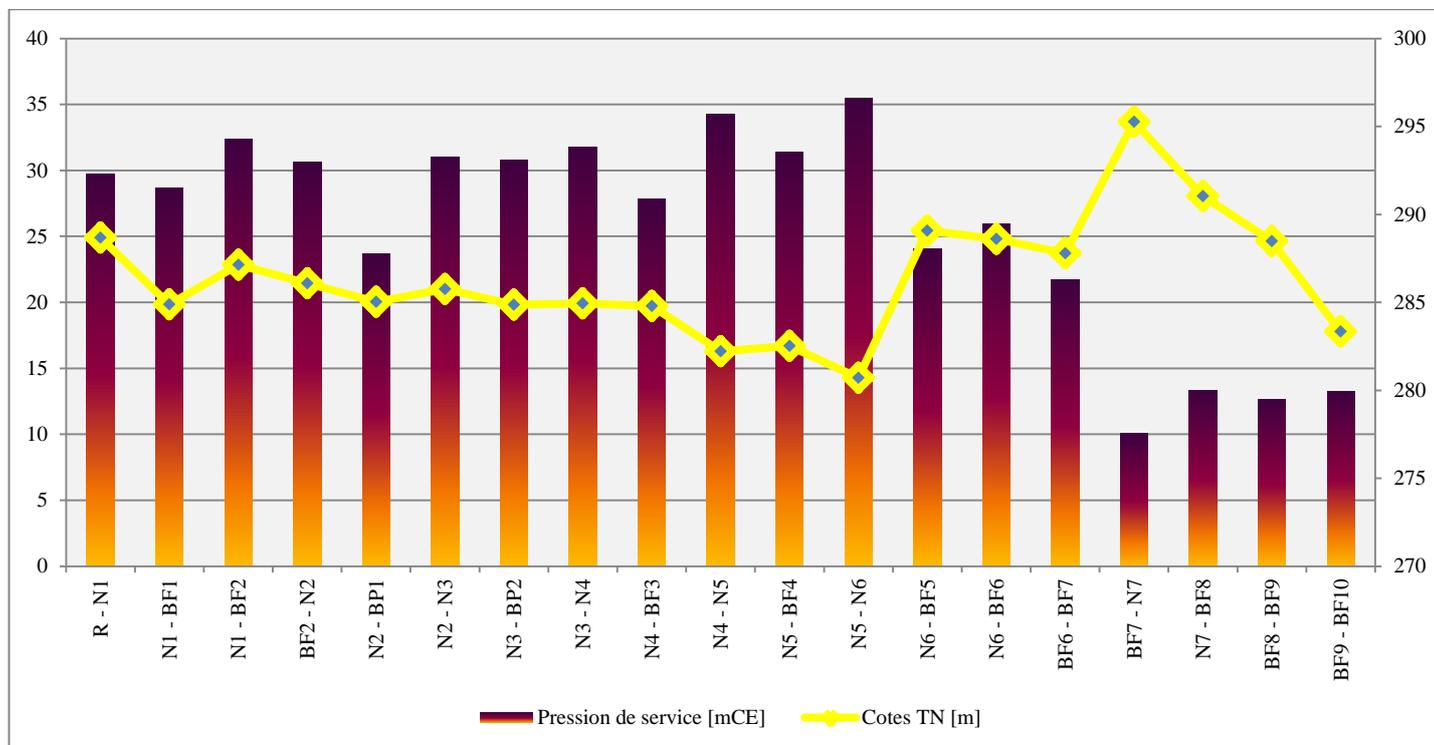
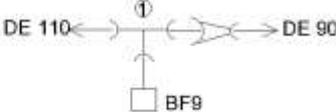
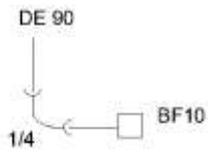


Figure 8 : Variation de la pression de service le long du réseau de distribution

CARNET DE NOEUDS DE SALBISCO - PAGE (1/3)				
Noeud	SCHEMA	NOMENCLATURE	Quantité	Matériaux
N1		① - Coude 1/4 ② - Reduction en PVC DE 200/63	1 1	PVC PVC
N2		① - Té égal 90° DN 200 ② - Reduction en PVC DE 200/50	1 1	PVC PVC
N3		① - Té égal 90° DN 200 ② - Reduction en PVC DE 200/32	1 1	PVC PVC
N4		① - Té égal 90° DN 200 ② - Reduction en PVC DE 200/63	1 1	PVC PVC
N5		① - Té égal 90° DN 200 ② - Reduction en PVC DE 200/63	1 1	PVC PVC
N6		① - Té culotte PVC 200 x160 x160 ② - Reduction en PVC DE 200/63	1 1	PVC PVC
N7		① - Coude 1/4	1	PVC

CARNET DE NOEUDS DE SALBISCO - PAGE (2/3)				
Noeud	SCHEMA	NOMENCLATURE	Quantité	Matériaux
BF1		① - Coude 1/4	1	PVC
BF2		① - Té égal 90° DN 200	1	PVC
BF3 BF4		① - Coude 1/4	1	PVC
BF5		① - Coude 1/4	1	PVC
BF6		① - Té égal 90° DN 200	1	PVC
BF7		① - Reduction en PVC DE 160/125	1	PVC
BF8		① - Reduction en PVC DE 125/110	1	PVC

CARNET DE NOEUDS DE SALBISCO - PAGE (3/3)				
Noeud	SCHEMA	NOMENCLATURE	Quantité	Matériaux
BF9		① - Reduction en PVC DE 110/75	1	PVC
BF10		① - Coude 1/4	1	PVC

### X.3. Devis estimatif et quantitatif

Tableau 29 : Détail quantitatif est estimatif du projet

	ELEMENTS	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE (FCFA)	PRIX TOTAL (FCFA)
<b>1</b>	<b>BASE DE L'ENTREPRENEUR ET GENERALITES</b>				
1.1	Installation et Repli de la base de l'Entrepreneur	forfait	1	6 000 000	6 000 000
1.2	Frais de fonctionnement des installations de base	forfait	1	1 500 000	1 500 000
1.3	Réalisation de dossiers d'exécution et de plans de recollement de l'ensemble du réseau	u	2	1 500 000	3 000 000
	<i>Sous total 1</i>				<b>10 500 000</b>
<b>2</b>	<b>EXHAURE / REFOULEMENT</b>				
<b>2.1</b>	<b>EXHAURE</b>				
2.1.1	Réalisation d'un forage positif de type F1 (débit supérieur à 0,7 m <sup>3</sup> /h, margelle adapté à la Pompe et superstructure à construire) pour PMH en remplacement du forage du CEG, y compris toutes sujétions.	u	1	7 500 000	7 500 000
2.1.2	Développement du forage existant (CEG), y compris toutes sujétions.	forfait	1	750 000	750 000
2.1.3	Essais de pompage du forage existant (CEG), y compris toutes sujétions.	forfait	1	750 000	750 000
2.1.4	Analyse de l'eau (analyse physico-chimique et bactériologique) pour les 2 forages	forfait	2	240 000	480 000
2.1.5	Analyse de l'eau de la BF la plus éloignée du réseau en fin des travaux, y compris toutes sujétions.	u	1		-
2.1.6	Développement, essais de pompage pour le forage en remplacement, y compris toutes sujétions	Ens	1	1 500 000	1 500 000
2.1.7	Construction de la margelle et installation de l'ancienne PMH et accessoires, y compris toutes autres sujétions.	Ens	1	1 200 000	1 200 000
2.1.8	Construction de la superstructure pour le forage en remplacement, y compris toutes sujétions.	u	1	7 500 000	7 500 000

2.1.9	Reprise des essais de pompage de l'ancien forage (palier +longue durée)	u	1	2 600 000	2 600 000
2.1.10	Génie civil tête de forage, y compris toutes sujétions.	u	1	300 000	300 000
<b>2.2</b>	<b>POMPE-ELECTRICITE</b>				
2.2.1	Extension ligne électrique MT au local compteur SONABEL, y compris toutes sujétions.	m	1020	18 000	18 360 000
2.2.2	Transformateur MT/BT sur poteau 50 KVA, y compris toutes sujétions.	u	1	4 200 000	4 200 000
2.2.3	Abonnement électrique triphasé 25 A, y compris toutes sujétions.	u	1	600 000	600 000
2.2.4	Fourniture et pose d'un inverseur de source (Réseau SONABEL/PV), y compris toutes sujétions	u	1	7 500 000	7 500 000
2.2.5	Convertisseur C/A triphasé 380V avec recherche de MPPT, y compris toutes sujétions.	u	1	1 200 000	1 200 000
2.2.6	Achat et installation de l'armoire électrique d'automatisme équipée conformément au descriptif pour l'alimentation, la commande et l'asservissement d'une électropompe immergée, y compris toutes sujétions.	u	1	1 800 000	1 800 000
2.2.7	Achat et installation d'électropompes immergées de 5,0 m <sup>3</sup> /h HMT 86 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétions.	u	1	3 000 000	3 000 000
2.2.8	Achat et installation : un ensemble de panneaux photovoltaïques de puissance 4,2 KWc, kit de raccordement, cadre en alu des panneaux PV, câbles de liaison et supports métalliques et toutes sujétions.	ens	1	3 600 000	3 600 000
2.2.9	Achat et installation de câble électrique 2 x 10 mm <sup>2</sup> enterré entre la boîte de dérivation des panneaux PV et le convertisseur, y compris toutes sujétions.	m	40	3 600	144 000
2.2.10	Achat et installation de câble électrique 5 x 6 mm <sup>2</sup> entre le convertisseur et le coffret (armoire) de protection de l'électropompe, y compris toutes sujétions.	m	80	4 900	392 000
2.2.11	Achat et installation d'un câble électrique U1000 R02V de 5x6mm <sup>2</sup> enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toutes sujétions.	m	70	5 200	364 000
2.2.12	Achat et installation de câble électrique 4 x 4 mm <sup>2</sup> entre le coffret de protection et le puit de forage, y compris toutes sujétions.	m	70	4 600	322 000

2.2.13	Achat, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x2,5 mm <sup>2</sup> pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions.	m	90	3 200	288 000
2.2.14	Achat et installation d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm <sup>2</sup> pour l'asservissement surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions.	m	10	2 750	27 500
2.2.15	Achat et installation des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm <sup>2</sup> des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions.	m	200	1 200	240 000
2.2.16	Achat et installation d'une boîte de raccordement pour le raccordement de l'électropompe au câble de puissance, y compris toutes sujétions.	u	1	30 000	30 000
2.2.17	Achat et installation d'un coffret étanche équipé de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage y compris toutes sujétions.	u	1	25 000	25 000
2.2.18	Achat et installation de sonde de détection de niveau, y compris toutes sujétions.	u	3	15 000	45 000
2.2.19	Achat, pose et raccordement d'un avertisseur sonore, y compris toutes sujétions.	u	1	35 000	35 000
2.2.20	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toutes sujétions.	u	1	145 000	145 000
2.2.21	Achat et pose d'un extincteur et support de fixation, y compris toutes sujétions.	u	1	125 000	125 000
2.2.22	Eclairage du champ solaire, 1 batterie 12V, 120 AH, 1 chargeur de batterie, 1 limiteur de décharge, 1 inter crépusculaire, un luminaire 11 w et toutes sujétions.	ens.	1	30 000	30 000
2.2.23	Installation électrique d'éclairage, câbles et canalisations, prises, réglettes et toutes sujétions.	ens.	1	375 000	375 000
<b>2.3</b>	<b>TUYAUTERIES ET DIVERS</b>				
2.3.1	Achat et installation de pièces conformes au plan pour l'équipement de la tête de forage: tuyau galva, Clapet anti retour, y compris raccords à la pompe (foraduc) et au réseau de tuyaux PVC,...	ens	1	1 000 000	1 000 000

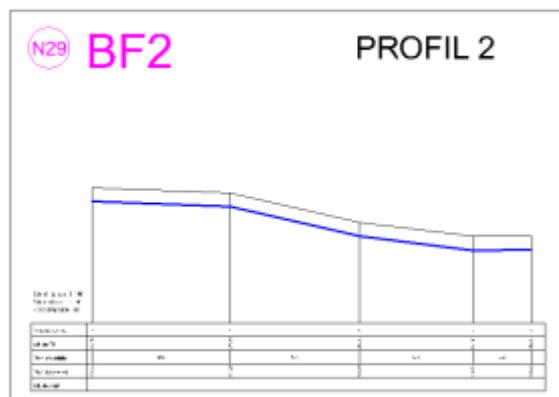
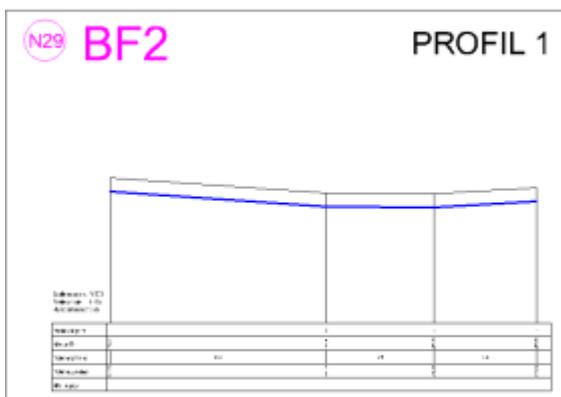
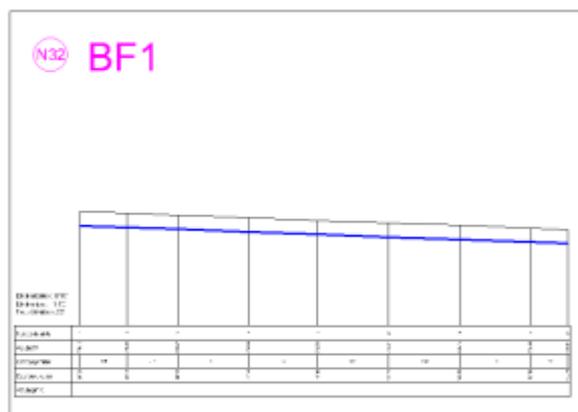
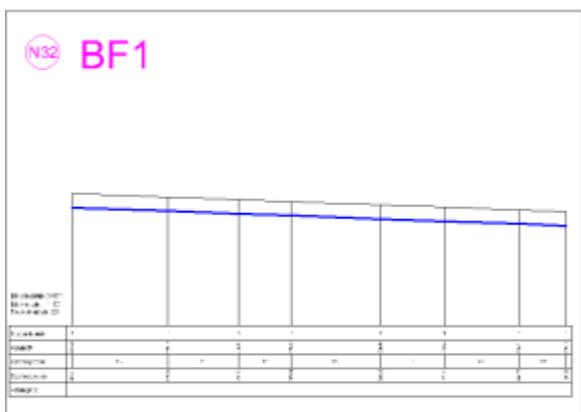
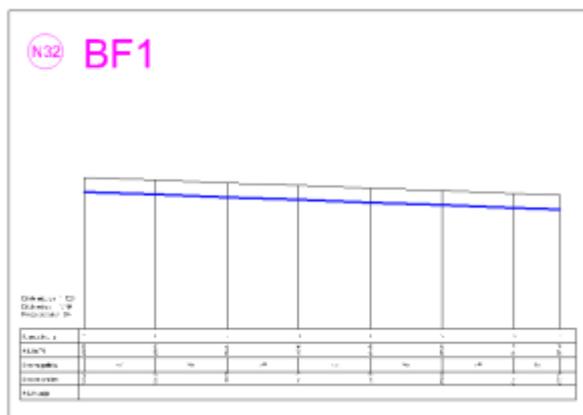
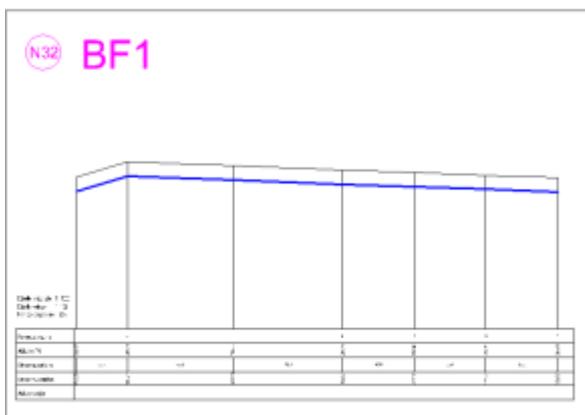
2.3.2	Excavation et remblai pour pose de tuyau PVC DE63 mm tout terrain confondu	m	1160	1 450	1 682 000
2.3.3	Achat et pose de tuyau PVC DE63 PN16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	1160	3 750	4 350 000
2.3.4	Achat et pose de pièces annexes de raccordement (coudes, etc.)	ens	1	1 000 000	1 000 000
2.3.5	Mise en place de bornes de repérage de la conduite de refoulement	ff	1	3 000	3 000
2.3.6	Essais de pression	m	1160	300	348 000
2.3.7	Mise en place de butées en béton	m <sup>3</sup>	1	450 000	450 000
2.3.8	Rinçage et désinfection.	m	1160	300	348 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>74 608 500</b>
<b>3</b>	<b>CHÂTEAU D'EAU DE 150 m<sup>3</sup>, hfc=8m</b>				
3.1	Études géotechniques	ff	1	1 800 000	1 800 000
3.2	Fabrication et pose de la cuve métallique + tour, toutes sujétions comprises (équipements de robinetterie intérieurs: crépines; et extérieurs : clapet anti retour, robinet vanne; échelle de lecture, peinture anti rouille et peinture alimentaire intérieure, peinture extérieure, désinfection, divers,...).	ens	1	24 000 000	24 000 000
3.3	Construction d'un regard au pied du château (by pass).	u	1	300 000	300 000
	<b>Sous total 3</b>				<b>26 100 000</b>
<b>4</b>	<b>RESEAU DE DISTRIBUTION</b>				
<b>4.1</b>	<b>Tuyauterie</b>				
4.1.1	Excavation et remblai pour pose de tuyau PVC DN<=63 mm en terrain de toute nature	m	4993,1	1 450	7 239 995
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 225 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	2523,04	10 500	26 491 920
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 200 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	2987,82	8 000	23 902 560
	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 160 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	3831	7 500	28 732 500

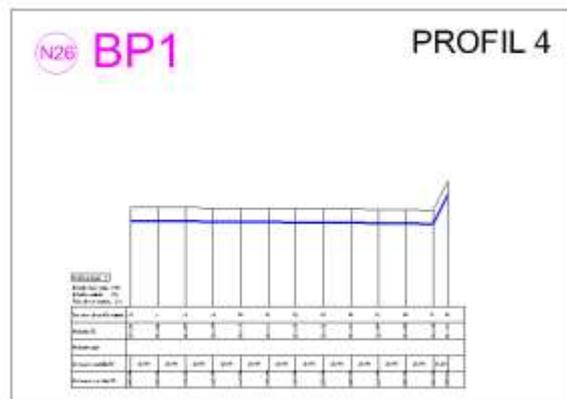
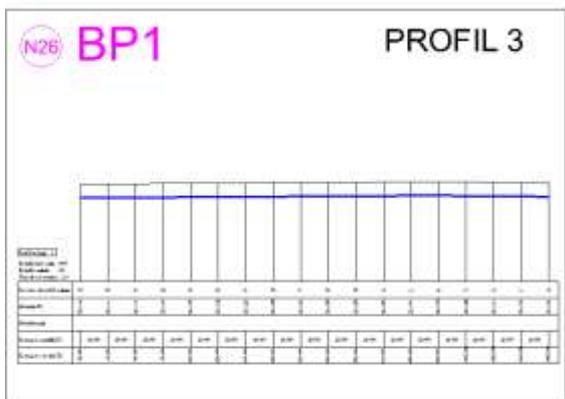
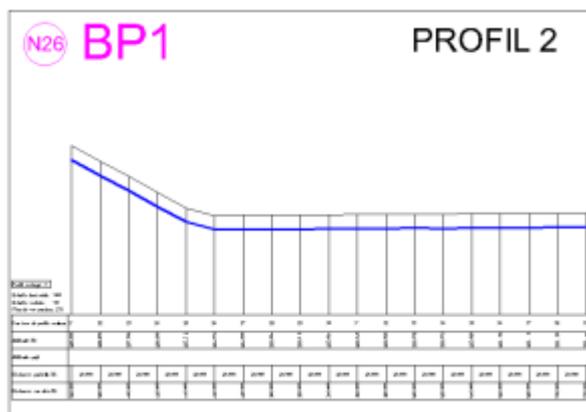
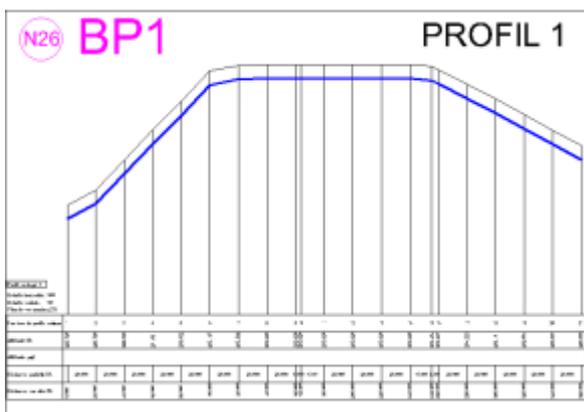
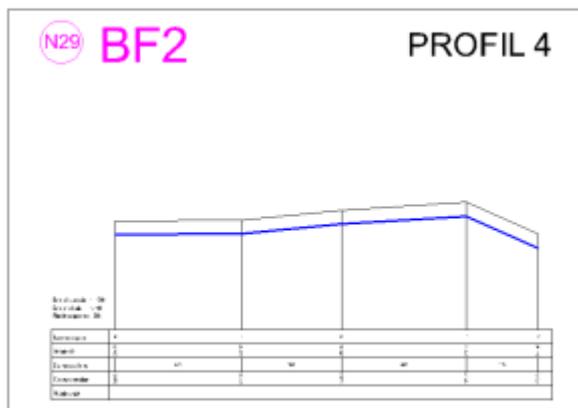
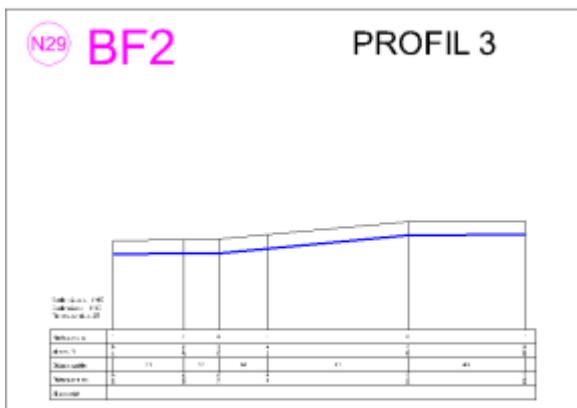
4.1.2	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 125 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	2453,2	3 900	9 567 480
4.1.3	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 110 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	1711	3 300	5 646 300
4.1.5	Fourniture et pose de tuyau PVC DN 90 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	2587	2 700	6 984 900
4.1.6	Essais de pression	m	21090	300	6 327 000
4.1.7	Rinçage et Désinfection	m	21090	300	6 327 000
4.1.8	Fourniture et pose d'équipement de robinetterie vanne :				-
4.1.8.1	Compteur volumétrique DN 50	u	1	130 000	130 000
4.1.8.2	Vannes de sectionnement DN 50	u	1	150 000	150 000
4.1.8.3	Vannes de sectionnement DN 50	u	2	150 000	300 000
4.1.8.4	Equipement complet regard By-pass	ens	1	300 000	300 000
4.1.8.5	Equipement complet vidange	ens	1	210 000	210 000
4.1.8.6	Equipement complet ventouse	ens	1	210 000	210 000
4.1.8.7	Fourniture et pose de pièces spéciales (coudes, té,...)	ens	1	1 000 000	1 000 000
4.1.9	Construction de chambre (vidange, ventouse,...)	u	2	300 000	600 000
4.1.10	Fourniture et pose de bouche à clé (tabernacle, tube allongé, tête de bouche,...)	ens	1	30 000	30 000
4.1.11	Mise en place de butées	m <sup>3</sup>	1,5	450 000	675 000
4.1.12	Fourniture et pose de tube en fonte DN 80 pour fourreautage ainsi que des éléments d'ancrage à la traversée du déversoir (avec accessoires d'encrage), y compris toutes sujétions.	m	110	60 000	6 600 000
4.1.13	Fourniture et pose de tube en fonte DN 150 pour fourreautage ainsi que des éléments d'ancrage à la traversée de deux radiers, y compris toutes sujétions.	m	110	80 000	8 800 000
4.1.14	Fourniture et pose de gabions pour protection de la conduite DN 63 PN10 à la traversée du déversoir, y compris toutes sujétions.	m <sup>2</sup>	170	20 000	3 400 000
4.1.15	Fourniture et pose de perrés maçonnés pour protection de la conduite De 110 PN10 à la traversée des radiers, y compris toutes sujétions.	m <sup>2</sup>	100	15 000	1 500 000
<b>4.2</b>	<b>Bornes fontaines (BF), Abreuvoir et branchements particulier (BP)</b>				-

4.2.1	Génie civil de BF, y compris toutes sujétions conformément au plan fourni	u	7	1 500 000	10 500 000
4.2.2	Achat et installation de robinetterie et de raccordement de BF (collier de prise, réduction, robinet d'arrêt bouche à clé, compteur, robinets de puisage, etc...).	u	7	240 000	1 680 000
4.2.3	Génie civil et raccordement de BP (branchement situés à moins de 50m du réseau selon les normes appliquées par l'ONEA et composé en entre autres), y compris toutes sujétions.	u	50	270 000	13 500 000
4.2.4	Génie Civil d'abreuvoir y compris toutes sujétions conformément au plan fourni	u	1	300 000	300 000
	<b>Sous total 4</b>				<b>171 104 655</b>
<b>5</b>	<b>CONSTRUCTION DE LOCAUX DIVERS</b>				
5.1	Construction du local technique pouvant contenir le compteur électrique, l'extincteur et l'armoire électrique y compris les installations électriques intérieures et toute sujétion.	u	1	2 100 000	2 100 000
5.2	Construction du local de Bureau/magasin	u	1	6 000 000	6 000 000
5.3	Construction de Latrine VIP, y compris toutes sujétions.	ens	1	1 600 000	1 600 000
5.4	Aménagement de terrain sur une plate-forme de (30x30m) remblai de hauteur 40cm pour implantation des locaux et mur de clôture pour l'ensemble (tête de forage, local bureau/magasin, local technique, station solaire et latrine VIP), y compris toutes sujétions.	ens	1	3 000 000	3 000 000
5.5	Construction d'un mur de clôture (25x25m) de hauteur 2m avec une longrine de 40 cm*30cm reliant les poteaux distant de 3m, le tout couronné par un raidisseur de 30 cm x10 cm avec portail et portion muni d'un cadenas pour la protection des infrastructures et champ PV, y compris électrifié, crépissage, tyrolienne conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions	ens	1	6 000 000	6 000 000
5.6	Dispositif de chloration	ens	1	125 000	125 000

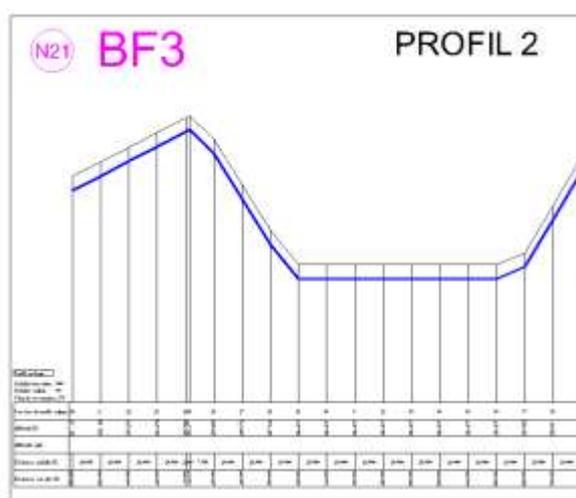
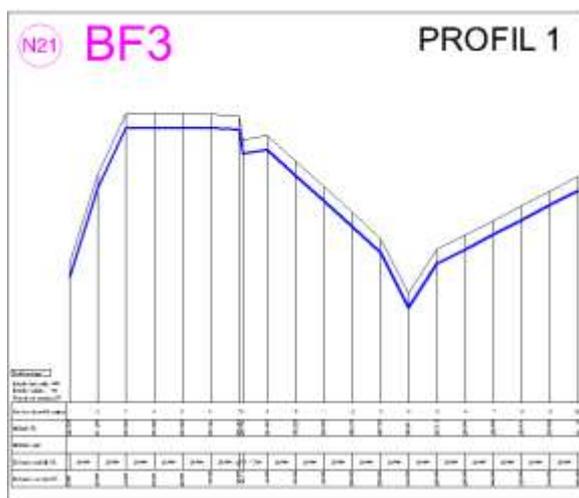
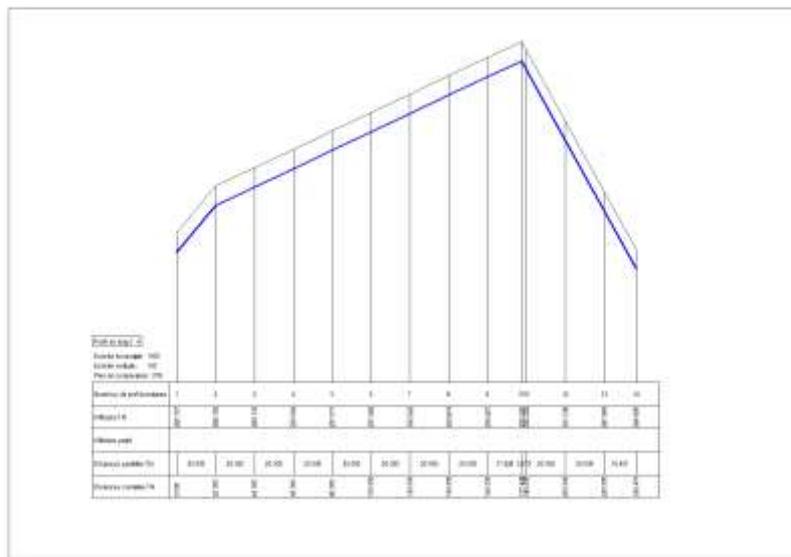
5.7	MISE EN OEUVRE DES MESURES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES (Arrosage des bases, des chantiers et des pistes d'accès, Remise en état des sites temporaires du chantier, Campagne de sensibilisation environnementale, Sensibilisation sur les MST-SIDA, sensibilisation pour la Réduction des incidences dues aux accidents, Dotation du personnel d'EPI, Réalisation des reboisements compensatoires, Mise en place un système de collecte et de gestion des déchets solides, Réalisation de toilettes provisoires; Boite à pharmacie pour les soins de premier secours, Réalisation d'une décharge contrôlée pour le stockages des déchets solides et liquides dangereux)	FF	1	15 000 000	15 000 000
	<i>Sous total 5</i>				<b>33 825 000</b>
<b>TOTAL HORS TVA FCFA</b>					<b>316 138 155</b>
<b>TVA</b>					<b>56 904 868</b>
<b>TOTAL TTC FCFA</b>					<b>373 043 023</b>

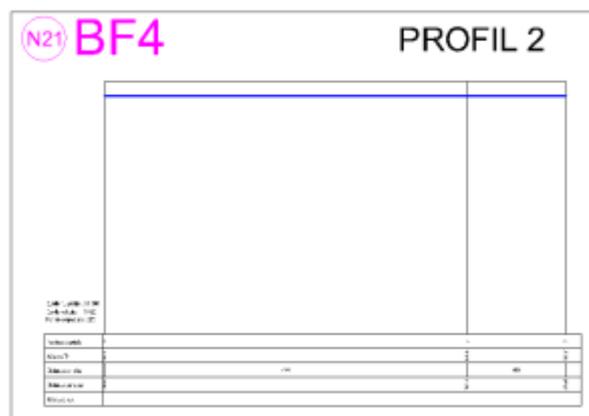
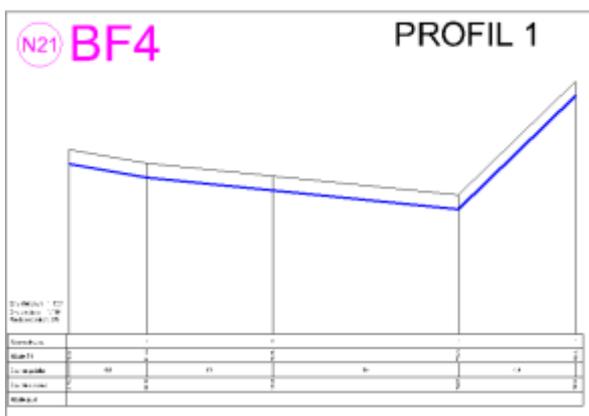
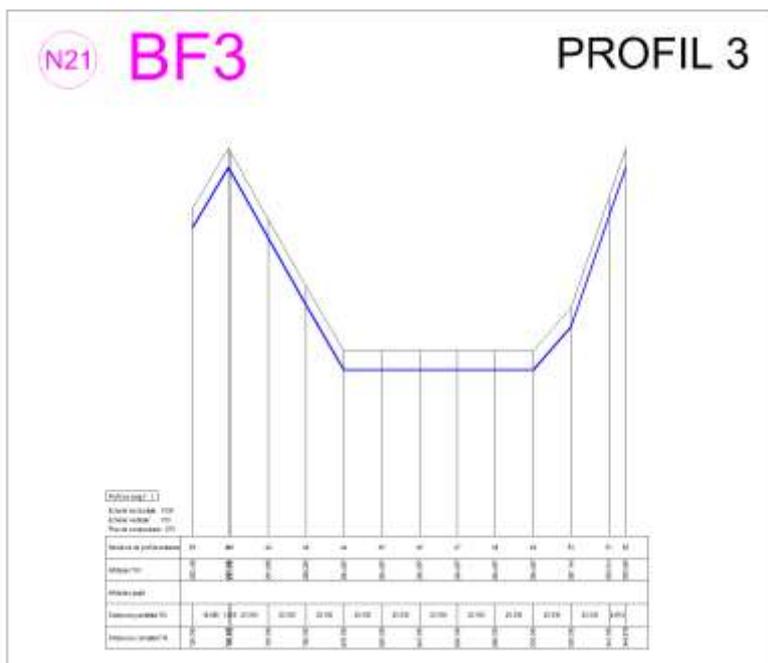
### X.4. Profils en long





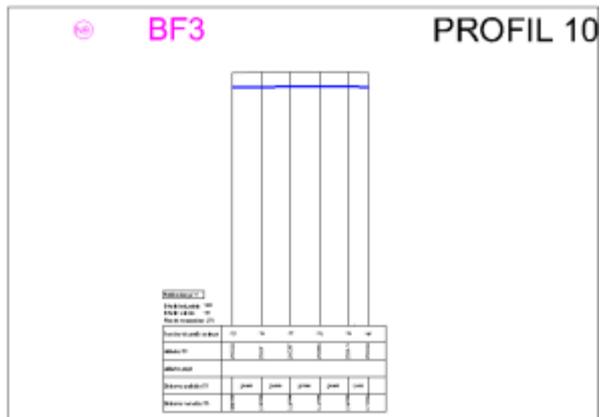
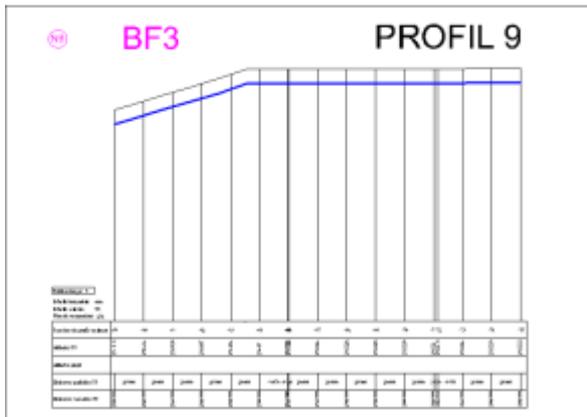
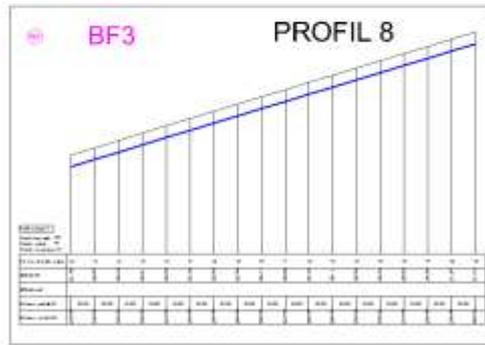
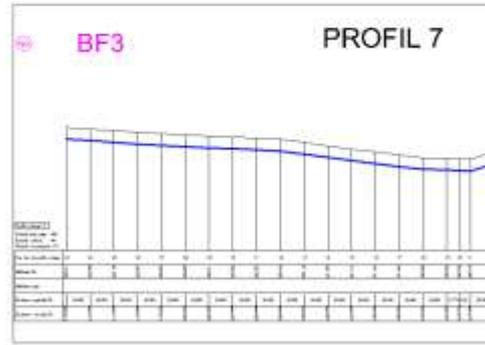
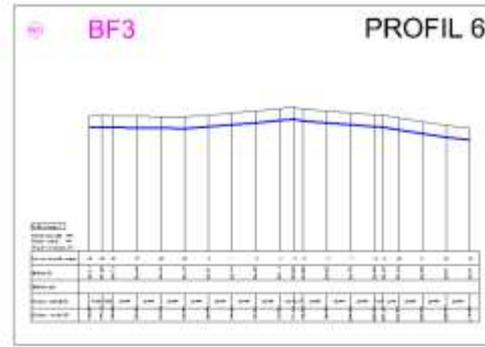
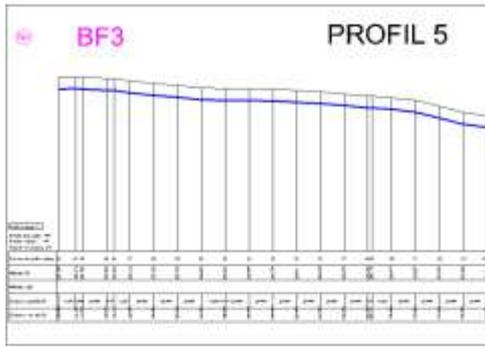
N26 BP2











## X.5. Autres

*Tableau 30 : Matrice de Fecteau (1997)*

Critère d'évaluation			Importance
Intensité	Portée	Durée	
Forte	Régionale	Longue	Majeur
		Moyenne	Majeur
		Courte	Majeur
	Locale	Longue	Majeur
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Moyenne
	Ponctuelle	Longue	Majeur
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
Moyenne	Régionale	Longue	Majeure
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Moyenne
	Locale	Longue	Moyenne
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Moyenne
	Ponctuelle	Longue	Moyenne
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
Faible	Régionale	Longue	Majeur
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
	Locale	Longue	Moyenne
		Moyenne	Moyenne
		Courte	Mineure
	Ponctuelle	Longue	Mineure
		Moyenne	Mineure
		Courte	Mineure