



**AVANT-PROJET DETAILLE D'UNE ADDUCTION
D'EAU POTABLE MULTI-VILLAGES : CAS DES VILLAGES
BANSIE, MOUKOUNIEN, MAMBOUE, ET YENOU DE LA
COMMUNE DE BONI DANS LA PROVINCE DU TUY,
REGION DES HAUTS-BASSINS**

**MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGENIEUR 2iE AVEC
GRADE DE MASTER
SPECIALITE : GENIE CIVIL ET HYDRAULIQUE
OPTION : INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES (IRH)**

Présenté et soutenu publiquement le [28/01/2021] par

Henri YABRE (20180437)

Encadreur externe : Monsieur Nébilma Jérôme BAZONGO,

Ingénieur du Génie Rural, DGEP

Directeur de mémoire : Dr Mahamadou KOITA

Encadreur 2iE : Docteur Angelbert Chabi BIAOU,

Enseignant Chercheur, 2iE

Jury d'évaluation :

Président : Dr Malick ZOROM

Membres et correcteurs : M. Romeal PANGA
Mme Radegonde RUSAGARA
Dr. Angelbert Chabi BIAOU
M Jérôme BAZONGO

PROMOTION [2020/2021]

Dédicaces

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

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

Je le dédie également à:

- *Mon épouse pour son encouragement, sa patience et sa compréhension ;*
- *Mes frères et sœurs qui n'ont ménagé aucun effort pour me soutenir*
- *Ma grande famille et tous mes proches.*

Henri

Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué à la réussite de notre travail.

Plus particulièrement nous remercions :

- Le Professeur El Hadji Bamba DIAW Directeur Général de l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour nous avoir accepté à 2iE ;
- Le Professeur Mahamadou KOITA, enseignant Chercheur à 2iE pour m'avoir guidé tout au long de ma formation et pour la réalisation de ce mémoire. Je vous dis merci pour les nombreux conseils d'orientations durant mon cursus, et les multiples apports qui ont permis de réussir ce mémoire ;
- Le Docteur Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant Chercheur à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour avoir accepté de m'encadrer malgré ses multiples charges, afin de mener à bien ce mémoire de fin de cycle de master.
- Mr Dofihouyan_YE Directeur Général de la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) pour nous avoir accordé un stage au sein de sa structure ;
- Mr Nébilma Jérôme BAZONGO Ingénieur du génie rural à la DGEP qui s'est chargé de mon encadrement dans la structure d'accueil. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance pour sa disponibilité, ses conseils utiles.
- Mme Diane TABSOBA chef du Service Développement des Infrastructures et son équipe et l'ensemble de la DGEP pour leurs disponibilités, leurs conseils et leurs encouragements.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce mémoire

Résumé

La présente étude de l'Avant-Projet Détailé d'Adduction d'Eau Potable des villages Bansié, Moukounien, Mamboué et Yénou vise à améliorer l'accès l'eau potable par un système AEPS des quatre villages de commune rurale de Boni. Le taux d'accès actuel à l'eau potable de commune est de 64,53%. Les résultats de notre étude font ressortir un réseau de 10836 km dont 5000 km de refoulement et 5836 km de distribution. La partie refoulement est en PVC de PN 16 et DN 75. La distribution comporte vingt (20) bornes fontaines des trois robinets (03) et est assurée par PVC de PN 6 et de diamètre variant de 40mm à 110mm. Un château capacité de 100m³ posé sur une colline à 382,81 m d'altitude assure la distribution gravitaire. Trois (03) forages d'au moins 7,80 m³/s sont nécessaires pour alimenter le réseau et la pompe triphasée SP7-37 de type MS 4000 de puissance 5,5 kW est choisie pour vaincre une HMT de 156,77 m. Le coût global du projet s'élève à deux cent millions huit mille cent quarante-six mille neuf cent neuf (**200 846 909 CFA**) francs CFA, celui du mètre cube est cent quarante-deux (142) francs avec un retour sur investissement de huit (08) ans.

Mots Clés :

- 1-Avant- projet Détaillé
- 2-AEPSMV
- 3-BONI
- 4-Bornes fontaines
- 5-Panneau photovoltaïque

Abstract

The present study of the Detailed Drinking Water Supply Preliminary Project of the villages of Bansié, Moukounien, Mamboué and Yénou aims to improve access to drinking water through an AEPS water supply system in the four (04) villages of the rural commune area of Boni. The current rate of access to drinking water in the municipality is 64.53%. The results of our study show a network of 10,836 km, including 5,000 km of push-back and 5,836 km of distribution. The discharge part is made of PVC of PN 16 and DN 75. The distribution comprises twenty (20) standpipes of three (03) taps and is provided by PVC of PN 6 and of diameter varying from 40mm to 110mm. A 100m³ capacity castle placed on a hill at an altitude of 382.81m ensures gravity distribution. Three (03) boreholes of at least 7.80 m³/s are necessary to supply the network and the three-phase pump SP7-37 type MS 4000 with a power of 5.5 kW is chosen to overcome an HMT of 156,77m. The total cost of the project amounts to two hundred million eight hundred and forty-six thousand nine hundred and nine (200,846,909 CFA) CFA francs, that of the cubic meter is one hundred and forty-two (142) francs with a return on investment of eight (08) years.

Keywords:

- 1-Detailed Preliminary Project
- 2-AEPSMV
- 3-BONI
- 4-Water Fountain
- 5-Photovoltaic solar panel

Fiche de projet

1. Localisation	• Région : Hauts Bassins • Province : Tuy • Commune : Boni • Villages : Bansié, Moukounien, Mamboué et Yénou • Localisation du château d'eau : X=456557,475 Y=1278145,884
2. Caractéristiques techniques : - Forage de l'AEPS - Pompe immergée - Source d'énergie	• Forage : Profondeur (m) 60 Débit d'exploitation (m³/h) : 7,80 • Pompe électrique immergée : Débit (m³/h) = 7,80 ; HMT (m) = 156,77 ; Puissance moteur (KW)=5,5 ; • Source d'énergie : Photovoltaïque - 20 modules de 275 Wc
3. Caractéristiques du château d'eau	• Nature du château d'eau : Métallique • Volume du château d'eau (m³) : 100 • Hauteur sous cuve (m) : 10 • Cote du château (m) : 382,81
4. Caractéristiques du réseau	• Nature du réseau de distribution (m) : PVC PN6

	-Longueur (m): DN110 = 1378 DN90 = 264 DN75 = 603 DN63 = 729 DN40= 2979 Total Distribution (m)= 5953 • Nature et longueur du réseau de refoulement: 5000m de PVC PN16 DN 75 • Longueur totale du réseau (m) = 10953
5. Points de desserte	• Bornes Fontaines : - Nombre de BF : 20 - Nombre de robinet : 03

Liste des abréviations

AEPS : Adduction d'Eau Potable Simplifiée

BF : Borne Fontaine

CAFI-B : Compagnie Africaine d'Ingénierie Burkina

DGEP : Direction Générale de l'Eau Potable

HMT : Hauteur Manométrique Totale

INSD : Institut National des Statistiques et de la Démographie

MEA : Ministère de l'Eau et de l'Assainissement

ODD : Objectifs du Développement Durable

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

PEHD : Polyéthylène Haute Densité

PEM : Point d'Eau Moderne

PN : Pression Nominale

PN-AEP : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable

PN-AEPA : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PEHD : Polyéthylène haute densité

PVC : polychlorure de vinyle

RGPH : Recensement General de la Population et de l'Habitat

Table des matières

Remerciements	i
Résumé	ii
Abstract	iii
Fiche de projet	iv
Liste des abréviations	vi
Introduction	1
I. Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude	2
A. Présentation de la DGEP	2
1. Attributions :	2
2. Organisation de DGEP	3
B. Présentation de la zone d'étude (BONI)	4
1. Plan de situation	4
2. Milieu physique	5
II. PRESENTATION DU PROJET :	9
A. Contexte	9
B. Justification	10
C. Méthodologie	11
1. La recherche documentaire	11
2. Le traitement des données	12
III. Etat des lieux	13
IV. LES CRITERES DE CONCEPTION	15
A. La demande moyenne en eau	15
a. Taille de la population	15
B. Les débits de dimensionnement	16
1. Consommations domestiques	16
2. Evaluation des besoins annexes	16
3. Les débits de dimensionnement	17

4.	Evaluation des besoins de production.....	18
5.	Débit de dimensionnement	18
V.	Dimensionnement du réseau de distribution	19
A.	Réseau de distribution	19
B.	Choix des conduites.....	21
1.	Choix du PN.....	21
C.	Pression de service.....	21
D.	Choix des bornes fontaines.....	21
E.	Pertes de charges	22
F.	Formules de calcul des paramètres du réseau de distribution.....	22
G.	Ouvrage de stockage.....	23
H.	Dimensionnement de la conduite de refoulement	24
1.	Débit de production.....	24
2.	Diamètre des conduites de refoulements	24
3.	Les pertes de charge	25
4.	Coups de bélier	26
I.	Modules photovoltaïques.....	27
J.	Equipements du réseau	28
1.	Bornes fontaines.....	28
2.	Les ventouses	28
3.	Les vidanges.....	28
4.	Les vannes de sectionnement.....	28
5.	Les puisards	29
6.	Clapet anti-retour	29
VI.	Résultats	30
A.	Taille de la population	30
B.	Les débits de dimensionnement.....	30
C.	Dimensionnement du réseau de distribution	32

1.	Dimensionnement sur excel	32
2.	Vérification sur Epanet	35
3.	Comparaison des courbes	39
D.	Dimensionnement des réservoirs	41
E.	Dimensionnement de la conduite de refoulement	41
1.	Diamètre des conduites de refoulements	41
2.	Coups de bélier	42
F.	Dimensionnement de la pompe	42
G.	Panneaux photovoltaïques et convertisseur	44
H.	Traitement de l'eau de distribution.....	44
I.	Mode de gestion.....	45
VII.	Devis	46
1.	Prix de l'eau	46
VIII.	Etude socio-environnementale	48
A.	Impacts négatifs	48
	Conclusion.....	50
IX.	Recommandations	51
X.	Bibliographie :	52
	Annexes	54

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1: Distance inter villages en kilomètre (km)	4
Tableau 2: Etat de la desserte de la commune de Boni	13
Tableau 3: Etat de la desserte par village	13
Tableau 4: PEM par village	14
Tableau 5 : Les formules des différents paramètres du dimensionnement	22
Tableau 6 :Formules de calcul du diamètre de refoulement	25
Tableau 7 :Population par village en 2006 et en 2040	30
Tableau 8: Evaluation des besoins et débits de dimensionnement des installations	31
Tableau 9 :Diamètre de refoulement retenu	41
Tableau 10 :Paramètres du coup de bélier.....	42
Tableau 11 :Nombre de panneaux solaire	44
Tableau 12 : quantité de chlore nécessaire pour le traitement de l'eau.....	45
Tableau 13 :Prix de l'eau	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Villages de l'AEPS Multi-villages de Boni.....	5
Figure 2 : Réseau AEPS multi village.....	20
Figure 3: Courbe des vitesses du dimensionnement	33
Figure 4: Courbe des pressions du dimensionnement	34
Figure 5: Simulation sur Epanet.....	36
Figure 6: Courbe des vitesses de la simulation	37
Figure 7: Courbe des pressions de la simulation.....	38
Figure 8: Comparaison des vitesses	39
Figure 9: Comparaison des pressions.....	40
Figure 10 : courbe de fonctionnement de pompes Grundfos	43

Introduction

Le Burkina Faso pays sahélien et enclavé connaît une pluviométrie irrégulière dans le temps et dans l'espace. Le problème d'accès à l'eau potable se pose dans certains ménages. C'est pour résoudre ce problème, que le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) a vu le jour. Pour assurer l'accès à l'eau potable, des actions de réalisation d'ouvrages d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP) sont entreprises sur toute l'étendue du territoire par l'État à travers la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) et ses partenaires au développement. Dans le cadre de notre mémoire de fin de cycle en master II infrastructures réseaux hydrauliques à 2iE, il nous a été demandé de mener une étude en vue de proposer un réseau d'approvisionnement en eau potable simplifier multi-villages dans la commune rurale de Boni de la province du Tuy.

Pour mener à bien notre analyse, le thème d'étude retenu est : « **Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yénou de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins** ».

L'objectif général de la présente étude est d'établir une situation actuelle et de proposer un réseau d'AEPS pour améliorer la desserte en eau dans la zone tout en prenant en compte les contraintes et les réalités du terrain.

De façon spécifique, il s'agit de :

- estimer les besoins actuels et à l'horizon 2040 des consommations en eau dans la zone ;
- dimensionner un réseau ;
- faire des propositions optimales et techniques.

Après une brève présentation de la structure d'accueil, de la zone d'étude et du projet, la méthodologique à adopter suivra. Puis les études techniques, financière et d'impact socio-environnemental seront faites avant de conclure.

I. Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude

A. Présentation de la DGEP

Créé par l'arrêté n°2016-08/MEA/CAB du 08 août 2016, La Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP), relève du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement (MEA) du Burkina Faso. Elle assure l'orientation, la coordination, le contrôle et l'évaluation des programmes de ses directions techniques et ses projets dans le domaine de l'eau en relation avec les structures de son département, les autres ministères, les collectivités territoriales, les organisations de la société civile et d'autres acteurs.

1. Attributions :

Les principales missions de la DGEP consistent à élaborer et à suivre la mise en œuvre des politiques et stratégies nationales dans le domaine de l'eau potable.

Cette direction est chargée :

- de contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre de la politique nationale en matière d'approvisionnement en eau potable
- de coordonner l'élaboration et le suivi des programmes d'eau potable sur la base des programmes régionaux correspondant et des schémas directeurs des collectivités territoriales ;
- d'assurer pour le compte du ministère, la tutelle technique des projets et programmes en matière d'eau potable;
- d'assurer l'assistance technique aux structures déconcentrées en matière d'eau potable ;
- d'assurer pour le compte du département, la tutelle technique des projets et programmes de développement des services d'eau potable dans les zones rurales et semi-urbaines ;

- d'assurer le suivi et la supervision des travaux de réalisation et de réhabilitation des ouvrages d'eau potable en collaboration avec les services techniques déconcentrés ;
- d'élaborer et mettre en œuvre les plans d'action pour le développement du service de l'eau potable ;
- de promouvoir le partenariat public-privé dans le domaine de l'eau potable ;
- d'exécuter toute autre mission assignée par la hiérarchie.

2. Organisation de DGEP

a. Direction générale

La DGEP regroupe le secrétariat général, le Service Administratif et Financier (SAF), le Service Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage Communale (SAMOC), la Cellule Informatique (CI), la Cellule Communication (CC), des structures, projets, programme rattachés, la Direction de la Programmation et du Suivi Evaluation (DPSE) et la Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP).

b. Direction de l'Approvisionnement en Eau Potable (DAEP).

La direction de l'Approvisionnement en Eau Potable regroupe deux (02) services techniques :

- Le Service Planification et Promotion du Partenariat Public Privé (S5P)
- Le Service Développement de Infrastructures (SDI)

C'est au sein du Service Développement des Infrastructures que s'est déroulé notre stage.

B. Présentation de la zone d'étude (BONI)

1. Plan de situation

La commune de Boni avec une superficie de 416 km² (INSD 2019), de la province du Tuy dans la Région des Hauts-bassins au Burkina Faso la zone d'étude couvre quatre (04) villages. Boni est situé à environ quinze (15) kilomètre à l'Est de Houndé chef-lieu de la province. La distance séparant Ouagadougou à Boni est estimée à deux cent cinquante (250) kilomètre à l'Ouest et à cent vingt (120) kilomètre de Bobo-Dioulasso à l'Est de cette dernière.

Les villages de Bansié, Mamboué, Moukounien et Yénou de la commune de Boni sont concernés par le présent projet d'AEP. Ces quatre villages sont situés au Nord –Ouest et au Nord de la commune de Boni.

D'après le rapport d'enquête sociale mené par le bureau d'étude CAFI-B, les distances entre les villages concernés par le réseau et les distance de ces villages à la commune de Boni sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1: Distance inter villages en kilomètre (km)

Villages	Commune de Boni	Villages	Distances inter villages
Bansié	02	Bansié/Moukounien	0,5
Moukounien	02,5	Moukounien/Mamboué	0,5
Mamboué	03	Mamboué/Yénou	02
Yénou	05	Yénou/Bansié	01,5

L'image ci-dessous donne la localisation géographique de notre zone d'étude.

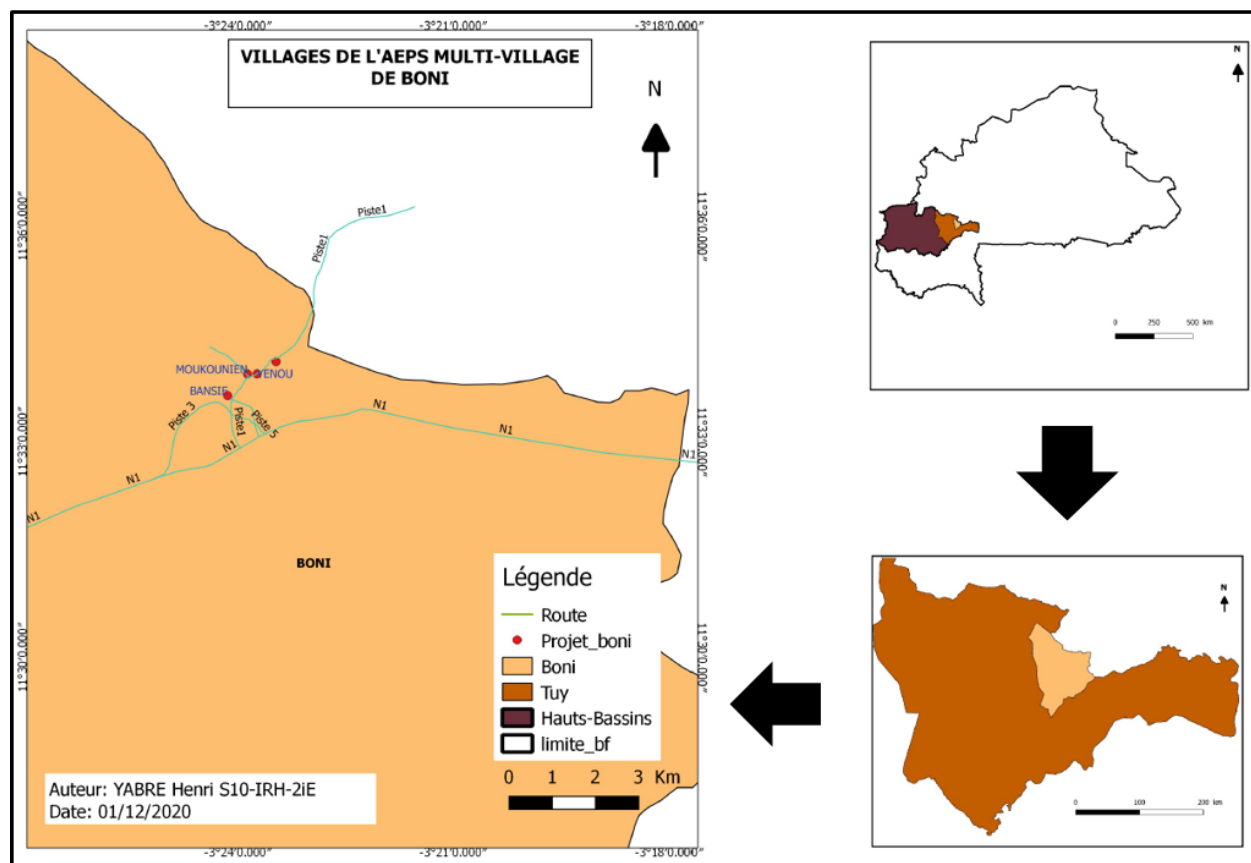


Figure 1: Villages de l'AEPS Multi-villages de Boni

2. Milieu physique

a. Le Relief

D'après le Plan Communal de Développement, le relief de la commune de Boni est composé de plateaux parsemés de collines dont les altitudes varient entre 300 et 400 m. Boni est traversée du Nord au Sud par une chaîne de hauts sommets dont l'altitude est d'environ 400 m. cette chaîne constitue une zone de partage des eaux alimentant des micros bassins versants à l'Est et à l'Ouest de la commune.

b. Sols

Deux (02) types de sols sont principalement rencontrés dans la commune de la commune de Boni. Favorables à plusieurs cultures, les sols hydro morphes constituent 53% de la commune. Les sols ferrugineux font 41%. Les autres types de sols sont :

- Sols minéraux bruts d'érosion sur quartzite associé à des sols peu évolués d'érosion ou d'apport sur schistes birrimiens, 0,10% ;

- Sols bruns eutrophes hydro morphes sur matériau issu de roches basiques en association à des vertisols topomorphes grumosoliques modaux ou sur matériau caillouteux issu de roches basiques en association à des sols bruns eutrophes hydro morphes 2,1 % ;

- Sols Peu évolués d'érosion régiques sur matériau gravillonnaire associé à des lithosols sur cuirasse ferrugineuse 3,56%.

c. Végétation

Boni possède deux (02) forêt classées (la forêt de 500ha du village de Bansié et celle de 580ha du village de Bahoun) où on rencontre des formations à dominance arborée. La végétation est essentiellement composée de savane arbustive.

d. Hydrographie

De petites rivières temporaires des sous bassins du Tuy (Grand Balé couvrant les moitiés Nord et Est de la commune) et de la Bougouriba constituent l'hydrographie de la commune. Les eaux de surface tarissent en saison sèche privant les populations de cultures de contre saison et limitant l'accès à l'eau pour le bétail.

e. Pluviométrie et Climat

Le climat est tropical de type nord-soudanien et sud soudanien selon. Il est marqué par deux (02) grandes saisons :

- une saison humide qui s'étale d'avril à octobre ;
- une saison sèche allant de novembre à mars.

D'après le Plan Communal de développement, la pluviométrie moyenne annuelle est 870,28 mm avec pic allant d'un minimum 709,7 mm à un maximum de 1041,4 mm

f. Milieu humain et socioéconomique

Situé dans la province du Tuy où la densité est 40, 6 habitants au kilomètre carré (INSD 2009), la population des villages de notre zone d'étude est constituée selon le rapport « Enquête sociale de l'AEP Multi-Village » de :

- Bansié : Bwaba 99% et Peuls 01%
- Mamboué : Bwaba : 70%, Dafings : 20% et peuls : 10%
- Moukounien : Bwaba : 100%
- Yénou : Bwaba : 100%

L'économie est dominée par les activités agropastorales. Tout comme l'agriculture l'élevage est pratiqué par une grande partie de la population de façon extensive.

La commune de Boni comme la plupart des communes du Burkina n'échappe pas au phénomène migratoire. La plupart de ces migrants reviennent en début de saison pluvieuse pour les travaux champêtres.

S'il est vrai que cette migration exerce une ponction sur la main d'œuvre locale, elle constitue en retour une source de rapatriement de fonds pour les familles restées au village

g. Milieu géologique et hydrogéologique

Le socle de la zone d'études est constitué de formation cristallines et métamorphiques d'âge précambrien inférieur (Antébirrimien) ou moyen (Birrimien) (DIRH 1993).

La zone d'étude fait partie intégrante de la bordure Sud-Ouest du bassin de Taoudeni. Il repose sur un plateau gréseux, issu d'un dépôt de sédiments sur la partie côtière du bassin de Taoudeni. Sur ce bassin, la roche affleure en bloc avec une mince couche d'éléments grossiers présentant des diaclases rappelant un réseau pseudo-karstique. Ces derniers sont disposés en feuillets ou strates correspondant à une stratigraphie (succession écologique du bassin) due à l'ordre de dépôt des sédiments.

II. PRESENTATION DU PROJET :

A. Contexte

Dans la continuité du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA) qui a pris fin en décembre 2015, le gouvernement du Burkina Faso a élaboré et adopté cinq (05) programmes dont le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) à l'horizon 2030. Ces programmes s'inscrivent dans les Objectifs du Développement Durable (ODD) et visent l'atteinte de son objectif 6 relatif à l'eau et à l'assainissement à savoir « garantir l'accès de tous à des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ».

Au plan national, ces programmes s'inscrivent en droite ligne dans le nouveau référentiel national de développement à savoir le Plan National de Développement Economique et Social (PNDES) adopté en juillet 2016 précisément en son axe stratégique 2.5.

Aussi, ces programmes qui constituent les documents de référence et les cadres programmatiques des interventions au Burkina Faso du sous-secteur de l'eau potable et de l'assainissement à l'horizon 2030 se conforment à la vision globale de la politique nationale de l'eau, selon laquelle « en 2030, la ressource en eau du pays est connue et gérée efficacement pour réaliser le droit d'accès universel à l'eau et à l'assainissement, afin de contribuer au développement durable ».

La Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP) du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement chargée de l'opérationnalisation du PN AEP réalise des études et des ouvrages d'Approvisionnement en Eau Potable. C'est dans ce cadre que la DGEP a commandité la réalisation de l'étude Avant-Projet Détaillé (APD) pour la réalisation du système d'Adduction d'Eau Potable Simplifié (AEPS) du village Bansié de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts Bassins.

Cette étude APD fait l'objet de notre mémoire de fin de cycle de Master 2 en Infrastructure et Réseau Hydraulique à 2iE, dans son volet conception et dimensionnement du système d'Adduction en Eau Potable (AEP).

B. Justification

Le PN-AEP 2016-2030, cadre programmatique national pour le développement du sous-secteur de l'AEP, prend en compte les mutations opérées dans la nouvelle politique de l'eau qui veut que : « La réalisation de l'approvisionnement en eau potable (AEP) applique une approche centrée sur les droits humains pour la définition des priorités ». Cette nouvelle politique, qui découle de la volonté du Burkina d'aller d'ici 2030 à « l'accès universel à l'eau potable », suggère que la distinction entre AEP en milieu rural et AEP en milieu urbain soit progressivement abandonnée et qu'il faut mobiliser l'eau là où la ressource est disponible et la mettre à la disposition des différents usages. Pour cela, le développement des services d'eau en milieu rural doit être pris en compte dans tout le processus de planification et de réalisation des infrastructures d'approvisionnement en eau potable. Le PN-AEP 2016-2030 ambitionne, à l'horizon 2030 de:

- Faire évoluer le taux d'accès de 65% en 2015 à 100% en 2030 ;
- Augmenter la proportion de la population rurale desservie par Borne-Fontaine(BF) de 8,7% en 2015 à 24% en 2030 ;
- Augmenter la proportion de la population rurale desservie par Branchement Privé (BP) de 0,3% en 2015 à 56% en 2030 ;
- Faire diminuer la proportion de la population rurale desservie par Point d'Eau Moderne de 91% en 2015 à 20% en 2030.

La réalisation de la présente étude pour la réalisation d'une AEP Multi villages pour la desserte en eau potable des quatre (04) villages Bansié, Mamboué, Moukounien et Yénou de la commune de Boni s'inscrit dans ce contexte.

C. Méthodologie

La présente étude a pour objectif l'alimentation en eau potable de quatre villages de la commune de Boni moyen et long terme à partir d'eau de surface et d'eaux souterraines. Pour atteindre ces objectifs nous avons adopté une méthodologie combinant la recherche documentaire et leur traitement.

Ainsi, l'étude a été réalisée en adoptant les étapes suivantes :

- La phase de recherche documentaire ;
- Le traitement des données ;
- Visite de terrain.

1. La recherche documentaire

Elle a constitué la première prise de contact avec le sujet de mémoire et le contexte dans lequel il s'inscrit. Cela nous a permis de faire la collecte des informations indispensables à la conduite de l'étude. Au cours de cette phase nous avons axé notre recherche sur trois (03) types de documentation à savoir :

- les documents abordant des thèmes similaires ou ayant certains points communs avec notre sujet de mémoire ;
- les documents mis à notre disposition par la DGEP ;
- le plan des levés topographiques de la zone d'étude ;
- le rapport d'enquête sociale.

Ces documents nous ont permis de bien cerner les aspects motivant une telle décision.

L'ensemble de ces documents a été obtenu auprès de:

- La DGEP ;

- CAFI-B ;
- Internet.

2. Le traitement des données

Cette phase a consisté à l'exploitation de l'ensemble de la documentation obtenue au cours de la recherche documentaire et des observations sur le terrain. Ce travail nous a permis de dégager des informations utiles à l'élaboration du présent mémoire de fin d'étude.

Il s'agit de :

- l'estimation de la population de la zone d'étude ;
- l'évaluation des besoins en eaux de la zone d'étude ;
- l'appréciation des ressources en eaux nécessaire pour l'approvisionnement en eau potable de la zone d'étude ;
- la proposition d'un système d'approvisionnement en eau potable adapté à la zone d'étude ;
- la simulation du comportement hydraulique du système à l'aide du logiciel

EPANET.

III. Etat des lieux

La commune de Boni a vu sa population croître de 16173 à 22750 habitants entre les années 2006 et 2019. Cependant seulement 14681 des 22750 habitants sont desservis en eau potable soit une couverture de 64,53% (INO 2019). La majeure partie des populations desservie soit 12681 personnes est faite par des forages publics et les 1688 autres par bornes fontaines.

Le tableaux ci-dessous synthétise les données de l'accès à l'eau potable de la commune de Boni en 2019.

Tableau 2: Etat de la desserte de la commune de Boni

Population desservie (hbt)	par FP (hbt)	par BF (hbt)	par PEA (hbt)	par BP (hbt)	Population non desservie (hbt)	Besoin PEM	Taux
14681	12993	1688	0	0	8069	31	64,53%

La commune compte dix (10) villages dont quatre (04) sont prises en compte par l'AEPS. Il s'agit de Bansié, Moukounien, Mamboué et Yéno.

Selon les statistiques, le village Bansié comptait 3351 personnes dont 2100 étaient desservies. Moukounien comptait 825 habitants dont 275 étaient desservis ;1184 habitants sur une population de 2075 personnes à Mamboué. Toute la population de Yéno, soit 641 personnes est desservies. Le service dans l'ensemble de ces villages est assuré par des forages (INO 2019). Le tableau 3 donne l'état du service par village concerné.

Tableau 3: Etat de la desserte par village

Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yéno de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins

VILLAGE	Population 2018	Population desservie	par FP	par PP	par BF	par PEA	Nombre BP	par BP	Population non desservie	Besoin PEM	Taux d'accès
BANSIE	3351	2100	2100	0	0	0	0	0	1251	5	62,7%
MOUKOUNIEN	825	275	275	0	0	0	0	0	550	2	33,3%
MAMBOUE	2075	1184	1184	0	0	0	0	0	891	3	57,1%
YÉNOU	641	641	641	0	0	0	0	0	0	0	100,0%

Les ouvrages assurant l'approvisionnement par villages sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4: PEM par village

COMMUNE	VILLAGE	Forage Abandonné	Forage négatif	Forage équipé de pompe	Forage récent non équipé	Puits abandonné	Puits moderne Temporaire
BONI	BANSIE	1	0	10	0	0	0
	MAMBOUE	1	0	4	1	0	1
	MOUKOUNIEN	1	0	4	0	0	0
	YÉNOU	0	0	3	0	0	0

IV. LES CRITERES DE CONCEPTION

A. La demande moyenne en eau

Bien que le PN-AEP soit élaboré jusqu'à l'horizon 2030, la DGEP a fixé la période du projet à vingt (20) ans compte tenu du fait que l'accès à l'eau doit être continuellement amélioré.

Pour estimer la demande journalière moyenne en eau, en quantité suffisante pour satisfaire les besoins actuels et à venir des usagers de la zone d'études ; nous avons évalué la taille de la population de la zone d'étude à l'horizon du projet (2040) dans un premier temps. Dans un second temps, la demande en eau a été calculé en tenant compte de la consommation spécifique.

a. Taille de la population

Tout projet d'adduction en Eau potable commence par une estimation convenable des différents besoins à satisfaire dans la zone d'étude. Pour ce faire il est nécessaire de se projeter dans l'avenir afin de tenir compte de la croissance des besoins. Pour notre étude nous retiendrons l'horizon 2040. Cette projection tiendra essentiellement compte du taux de croissance de la population de la zone concernée.

Selon le dernier recensement national de la population effectué en 2006 par l'INSD, la population de Bansié était de 2 444 habitants, celle de Mamboué de 1514 habitants et celles Moukounien et de Yénu étaient respectivement de 603 habitants et 468 habitants d'où un total de 5 029 habitants avec un taux de croissance de 3,6 % dans la province du Tuy (COMPAORE 2019).

La population de la zone de projet a été calculé à l'aide de la formule de croissance géométrique :

$P = P_0 (1+r)^n$ avec P_0 la population de 2006, r le taux de croissance démographique n le nombre d'années et P la population de l'année souhaitée.

B. Les débits de dimensionnement

1. Consommations domestiques

La consommation spécifique en milieu rural évoluera de 15 à 20 l/jr/ personne (MEA 2016) pendant la durée de vie de notre projet. L'enquête sociale a permis d'évaluer notre projet d'AEPS Multi village de Bansié, Moukounien, Mamboué et Yénou, une consommation spécifique de 17 l/jr/ personne en fonction des données de terrain (DGRE 2010). Cela permet de calculer les besoins domestiques par la formule suivante :

$$Q_{domestique} = C_s * Population$$

Avec $\{C_s = \text{consommation spécifique}\}$

2. Evaluation des besoins annexes

Ce sont des besoins non domestiques à savoir les besoins des édifices publics (écoles, mosquées, marché, églises, centre de santé), ainsi que toutes activités nécessitant l'utilisation de l'eau. Ces besoins représentent 10% de la consommation domestique pour les petites agglomérations (J. ZOUNGRANA 2014).

$$Q_{annexe} = 10\% * Q_{domestique}$$

a. Les pertes d'eau

Les pertes de distribution sont d'abord les fuites constatées sur le réseau de distribution lui-même. Ce sont ensuite les pertes d'eau avant compteur sur les branchements qui sont souvent négligées par certains exploitants. Les pertes dépendent de la nature des conduites, leur vétusté, de l'entretien et le renouvellement des branchements particuliers, de la surveillance et du délai d'intervention à l'occasion des fuites signalées. Dans le cadre de notre étude, nous estimons un ratio de perte au cours du transport et de la distribution de 10% de la consommation domestique (D. ZOUNGRANA 2003).

3. Les débits de dimensionnement

Le dimensionnement se fera en tenant compte de la demande plus contraignante durant la saison, le jour et l'heure les plus contraignante.

Le réseau est conçu afin de satisfaire les besoins en eau des villages jusqu'à l'horizon 2040. Les équipements du réseau ont par conséquent été dimensionnés en tenant compte de l'ensemble de la population.

a. Les coefficients de calcul

Les consommations varient en terme quantitatif suivant les saisons, les jours de la semaine, les heures de la journée. Ces variations ont une influence directe sur les ressources en eau à mobiliser et ou la dimension des installations. Les dimensions du système de distribution sont déterminées par le comportement des usagers à qui nous devons offrir un service continu. Pour tenir compte de ces variations cycliques de la demande nous utilisons des coefficients dans nos calculs.

➤ Le coefficient de pointe saisonnière

C'est le rapport entre la consommation journalière moyenne du mois de pointe et de la consommation journalière moyenne de l'année. Ce coefficient prend en compte la variation de la consommation au fil des saisons. En effet la consommation d'eau en saison sèche est plus élevée car les autres sources d'eau ont tari ; ce qui augmente la demande sur le réseau.

Le Burkina Faso est situé dans la zone Sahélienne nous prenons un coefficient de pointe

Saisonnier = 1,2 (YONABA 2015).

➤ **Coefficient de la pointe journalière**

C'est le rapport entre la demande du jour de pointe sur la demande journalière moyenne du mois de pointe. Il prend en compte les variations hebdomadaires et exprime le retour cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine.

Pour les prévisions des besoins en eau de notre zone d'étude, nous prenons un coefficient de pointe journalière égale à 1,1 (YONABA 2015).

➤ **Coefficient de la pointe Horaire**

Ce coefficient s'applique aux débits horaires moyens dans le calcul du dimensionnement pour satisfaire aux besoins à l'heure de pointe.

Le coefficient de pointe horaire est calculé par la formule empirique suivante :

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

4. Evaluation des besoins de production

La somme de tous les besoins de la population y compris les pertes, affectée des coefficients de pointes permet d'obtenir les besoins de production.

5. Débit de dimensionnement

En l'absence des données sur les habitudes de consommations de la population de la zone de projet, une répartition moyenne du débit de production a été faite sur les vingt (20) bornes fontaines que comptera le réseau.

V. Dimensionnement du réseau de distribution

A. Réseau de distribution

Le tracé du réseau distribution nous a été donnée par le bureau CAFI-B en charge de l'enquête sociale et première études de terrains. Il s'agit d'un réseau comprenant deux (02) mailles à laquelle sont reliée des réseaux ramifiés.

L'écoulement se fera de façon gravitaire car la source sera située en altitude par Rapport au secteur à alimenter. Le réservoir domine tout le réseau et assure une pression de Service minimale au le point le plus défavorable. La distribution se fait au niveau des bornes fontaines.

Les conduites du réseau seront en PVC. Les vitesse dans les conduites : $0,3\text{m/s} < V < 1,5\text{m/s}$

Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yénou de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins

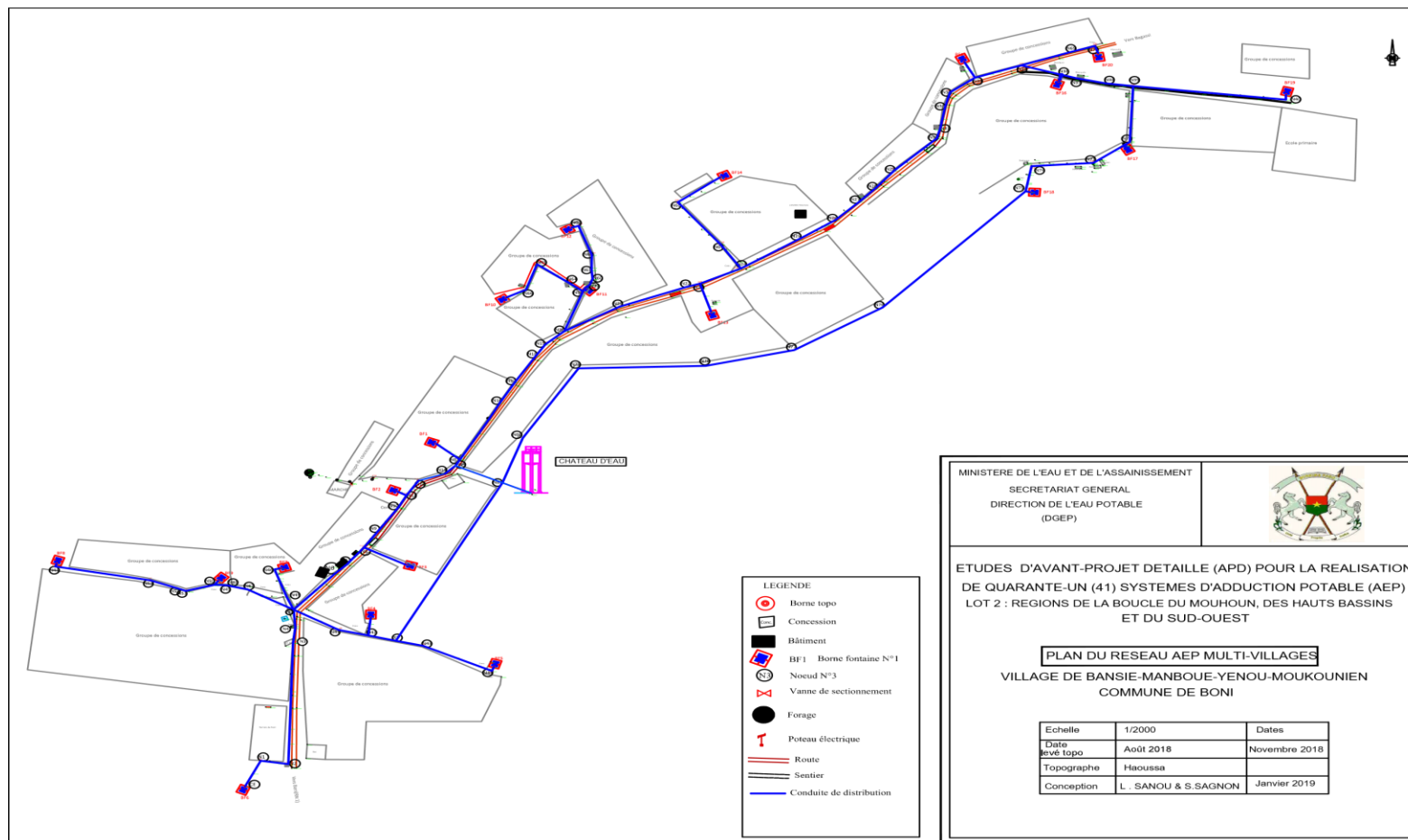


Figure 2 : Réseau AEPS multi village

B. Choix des conduites

Ce choix se justifie par le moindre coût du PVC par rapport aux autres types de conduites généralement utilisées au Burkina comme la fonte et le PEHD. De plus il convient bien aux AEPS.

1. Choix du PN

En faisant une analyse de la topographie du terrain, nous constatons que la dénivelée maximale n'excède pas 20,86 m. Par conséquent nous choisissons une pression nominale de 6 bars (PN6) pour notre réseau de distribution puis vérifions la condition suivante :

$$PN > H_{geo} + \sum pdc$$

C. Pression de service

La pression de service délivrée par le système de distribution doit permettre à l'utilisateur d'opérer les prélèvements d'eau normalement sans effort supplémentaire.

D. Choix des bornes fontaines

Le document cadre sur la réforme du système de gestion préconise une borne-fontaine pour 500 habitants. Pour des soucis de rentabilisation des bornes –fontaines confiées à des gérants privés, l'ONEA retient la norme d'une borne-fontaine pour 1000 habitants (MEA 2016).

Cependant les populations de Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yénou ont souhaité la réalisation de 20 Bornes fontaines dès le début de la réalisation des ouvrages.

Ainsi, il sera réalisé vingt **(20) bornes fontaines** au démarrage du projet conformément à l'implantation sociale. La disposition des bornes fontaines est présentée en annexe 1

E. Pertes de charges

La formule de Darcy-Weisbach est celle utilisée pour le calcul des pertes de charges sur notre réseau. Elle s'applique à tous les régimes d'écoulement et à tous les liquides.

En ce qui concerne les pertes de charges singulières, ils ont été estimé à 10% des pertes de charges régulières (MAR 2003).

F. Formules de calcul des paramètres du réseau de distribution

Les différentes formules utilisées sont présentées dans le tableau ci-dessus (YONABA 2015)

Tableau 5 : Les formules des différents paramètres du dimensionnement

Désignations	Formules	Unités
Débit de distribution	$Q_p = \frac{Q_{Domest} \times C_{pj} \times C_{ph}}{24}$	m ³ /h
Débit de dimensionnement	$Q_{dim} = \frac{Q_p}{\text{Nombre}_{BF}}$	l/s
Diamètre théorique	$D_{th} = \sqrt{\frac{Q_{dim}}{\pi \times V}}$	mm
Perte de charge	$\Delta H = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^5}$	m
La charge imposée au nœud	$H_{imp} = P_s + Z_{TN} + \sum pdc$	m
La charge minimale exploitable	$H_R = \text{Max}(H_{imp})$	m
Pression aux nœuds	$P_{aval} = HR - Z_{TN} - \sum pdc$	m
Vitesse	$V = \frac{4 * Q}{\pi * D_{int}^2}$	m/s

G. Ouvrage de stockage

Le réservoir de stockage sera métallique. Ce type de réservoir est adaptés aux conditions climatiques du sahel. Il sera de forme cylindrique. Il est dimensionné pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon du projet (2040). Le château d'eau sera implanté sur un Terrain Naturel élevée pour faciliter une distribution gravitaire.

L'évaluation de la capacité utile du réservoir est effectuée en tenant compte de la variation de la demande. Elle est généralement de 33% des besoins journaliers de pointe comme capacité utile (D. ZOUNGRANA 2003).

Le réservoir aura une forme cylindrique. La capacité utile est le volume de la partie cylindrique du réservoir. Il sera surélevé de 10 m au-dessus du Terrain Naturel afin de vaincre les pertes de charges et assurer une bonne pression de service aux points défavorisés.

Les dimensions du château d'eau sont déterminés grâce à la formule du volume d'un cylindre :

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

Avec :

V : Capacité utile du réservoir en m³

H : Hauteur en m

D : Diamètre en m

H. Dimensionnement de la conduite de refoulement

1. Débit de production

La commune de Boni connaît une difficulté pour un forage de gros débit pouvant alimenter l'AEPS. Un forage négatif a été réalisé au point de coordonnées 11°33'44.05''N, 03°24'05.05''W dans le cadre de la recherche de source d'eau.

Pour dimensionnement de la partie refoulement, nous proposons une conduite de 5 km afin de prendre en compte un grand rayon de recherche.

En considérant un temps de pompage de 14 h afin de favoriser le pompage solaire, le débit d'adduction est donné par la formule :

$$Q_e = Q_{production}/14$$

Pour les mini réseaux d'AEP au Burkina, un débit minimum de 5m³/h est recommandé (ONEA 2012). Tenant compte de ce débit minimum, de la volonté de faciliter la recherche de source pour le réseau nous considérerons trois forages de débit $Q_e/3$.

2. Diamètre des conduites de refoulements

Il existe différentes formules qui permettent de calculer le diamètre de la conduite de refoulement. En ce qui concerne la pression nominale, nous choisissons le PN16 étant donné que la profondeur des forages n'est pas connue. Ce choix nous garantit plus de sécurité en termes de résistance de la conduite.

D'après le cours de dimensionnement des stations de pompage 2019 de Lawani MOUNIROU, 2iE, Les formules utilisées pour la détermination du diamètre de refoulement sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Formules de calcul du diamètre de refoulement

Désignations	Formules
Bresse	$D_{th} = 1,5 * \sqrt{Q}$
Bonin	$D_{th} = \sqrt{Q}$
Achour	$D_{th} = 1,27 * \sqrt{Q}$
Munier	$D_{th} = (1 + 0,02 * n) * \sqrt{Q}$
Bresse modifié	$D_{th} = 0,8 * Q^{1/3}$

Le diamètre à retenir est le plus petit vérifiant la condition GLS : $V \leq \left(\frac{D_{int}}{50}\right)^{0,25}$

3. Les pertes de charge

Les pertes de charges sont calculées à l'aide de la formule de Darcy - Weisbach :

$$\Delta H = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{\pi^2 * g * D^5}$$

Où : ΔH est la perte de charge linéaire exprimée en m

Q est le débit qui passe dans la conduite en m³/s

L est la longueur de la conduite en m

D est le diamètre de la conduite exprimé en m

g est la pesanteur m/s²

λ est le coefficient de frottement. Il est fonction la rugosité des conduites et régime d'écoulement

4. Coups de bélier

Le tube PVC ne présente pas d'état de fatigue pour une surpression pouvant atteindre 20% de sa pression maximale de service (PMS).

$$\text{Donc : } H_{\max} \leq 1,2 \times \text{PMS}$$

Il convient donc que la conduite soit dimensionnée de manière à résister aux éventuelles surpressions et dépressions maximales qui peuvent se produire dans la canalisation suite à un arrêt brusque de la pompe.

$$\text{Calcul de la célérité des ondes : } c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} * \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon D}{E e}}}$$

Avec : c = célérité (m/s)

D = diamètre intérieur (mm)

ε = Module d'élasticité (Pa)

E = Module de Young (Pa)

e = épaisseur de la paroi du tube (mm)

Calcul de la dépression ou surpression maximale :

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

g : accélération de la pesanteur = 9,81 m/s²

V₀ : vitesse initiale = 0,62 m/s

Pression maximale dans la conduite de refoulement :

La charge maximale dans la conduite de refoulement est calculée par la formule suivante :

$$H_{\max} = HMT + \Delta P \text{ où } HMT = H_g + \Delta H_{\text{asp}} + \Delta H_{\text{ref}}$$

Boni est situé en zone de socle dans versant national du Mouhoun où la profondeur de socle altéré, fissuré de 50 m en moyenne (GIRE 2001).

Pour le calcul des pertes de charge d'aspiration, nous prenons une profondeur de 60 m de foration.

Les pertes de charges ont toutes été calculées par la formule de Darcy-Weisbach.

La $H_{\max}$ est donc la donnée par la formule suivante:

$$H_{\max} = HMT + \Delta P$$

Il n'est pas nécessaire de placer un dispositif anti-bélier si $H_{\max} \leq 1,2 * PMS$

I. Modules photovoltaïques

Partant de la puissance des pompes, on calcule la puissance crête par la formule suite :

$$P_c = \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{3600 \times K \times I_r}$$

P étant la puissance des pompes, ρ masse volumique de l'eau, I_r est l'irradiation et K est le produit des rendements de la pompe, du convertisseur et des panneaux.

Le nombre de panneaux nécessaire est donné par le rapport entre la puissance crête du système et celui d'un panneau.

Nous utiliserons des modules solaires photovoltaïques polycristallins 275Wc-24V

J. Equipements du réseau

1. Bornes fontaines

La surface aménagée au sol est constituée d'un dallage carré comportant une pente convergente vers un canal d'évacuation qui recueille et conduit par un tuyau dans un puisard de profondeur 2 m. Ce puisard se situe à 3 m environ à l'intérieur duquel des moellons seront disposés.

Au centre du dallage, une petite construction faisant à la fois office de siège et magasin comportant trois (03) robinets. L'abri est en tôle bac alu zinc sur une structure en tube galva.

2. Les ventouses

Les ventouses sont des ouvrages qui permettent l'évacuation de l'air hors des canalisations. Elles sont implantées aux niveaux des points hauts du réseau de distribution et de refoulement. Chaque maille comprendra une (01) ventouse.

3. Les vidanges

Les vidanges sont implantées au niveau des points bas. Ce sont des ouvrages qui permettent de nettoyer les conduites en cas de réparation ou d'entretien du réseau. Elles seront constituées : D'une vanne en fonte ; D'une conduite de décharge ; D'un regard de vidange à partir duquel l'eau est évacuée à l'extérieur. Chaque maille sera équipée d'une (01) vidange.

4. Les vannes de sectionnement

Des vannes de sectionnement seront implantées en tête des conduites principales et secondaires. Elles permettent d'isoler une partie du réseau en cas de réparation et facilitent ainsi son exploitation.

5. Les puisards

L'implantation d'une BF s'accompagne de la réalisation d'un puisard. Il permet de recueillir les eaux perdues et les eaux de ruissellement au niveau des BF ; ils participent ainsi à la propreté du milieu. Dans le cadre de cette étude chaque BF est doté d'un puisard ; avec en tête une goulotte qui va collecter les eaux et les rejeter dans le puisard équipé de moellons.

6. Clapet anti-retour

Un clapet anti-retour est placé sur la conduite en tête du réseau de distribution pour empêcher que les eaux distribuées retournent dans le réservoir.

VI. Résultats

A. Taille de la population

La population en 2040 de notre zone sera estimée à 16738 habitants répartie comme suit : 8135 personnes à Bansié, 5039 personnes à Mamboué, 2007 Moukounien et 1558 personnes à Yénou. Le tableau ci-dessous donne la taille de la population par village en 2006 et en 2040.

Tableau 7 : Population par village en 2006 et en 2040

Année		2006	2020	2040
Population	Bansié	2 444	4010	8135
	Mamboué	1 514	2484	5039
	Moukounien	603	989	2007
	Yénou	468	768	1558
	Total	5 029	8251	16738

B. Les débits de dimensionnement

En vingt (20) ans, la population aura pratiquement doublée. Les besoins journaliers en eaux seront estimés à 327,8 m³/h avec des pics horaires importants et réalistes. La pointe horaire se justifie par une période de forte demande à certaines heures de la journée et une période de faible demande dans la nuit.

Les débits de dimensionnements sont consignés dans le tableau 8.

Tableau 8: Evaluation des besoins et débits de dimensionnement des installations

Désignations	Quantité
Taux de desserte	80%
Population(hbts)	13391
Consommation spécifique (l/j/hbt)	17
Demande domestique (m3/j)	227,6
taux de pertes	10%
Pertes (m3/j)	22,8
Besoins annexes	22,8
Besoins (m3/j)	273,2
Pointe journalière	1,2
Pointe horaire	2,27
Besoins total de production(m3/j)	327,8
Besoins pointe horaire (m3/j)	734,6
Nombre de borne fontaine	20
Débits par BF(l/s/bf)	0,43

C. Dimensionnement du réseau de distribution

Le dimensionnement fait sur Excel a permis de caler les débits après plusieurs itérations et de choisir les conduites commerciales permettant de maintenir les vitesses d'écoulement dans l'intervalle 0,3m/s à 1,5 m/s avec des pressions au-dessus des 10mCE. Les points les plus bas avec des côtes comprises entre 362m et 363 m possèdent les plus fortes pressions.

Le tableau en annexe 3 donne les paramètres hydrauliques du réseau après le dimensionnement sur Excel et les tableaux en annexe 4 et 5 donnent les paramètres hydrauliques après la simulation sur Epanet.

1. Dimensionnement sur excel

Des diamètres commerciaux de 40mm à 110mm ont été choisis lors du dimensionnement afin d'obtenir des vitesses comprises entre 0,31 m/s et 1,11 m/s. Cette plage de vitesse limite les pertes de charges et évite les dépôts dans les conduites.

La courbe ci-dessous permet d'observer la variation des vitesses en fonction des tronçons du réseau.

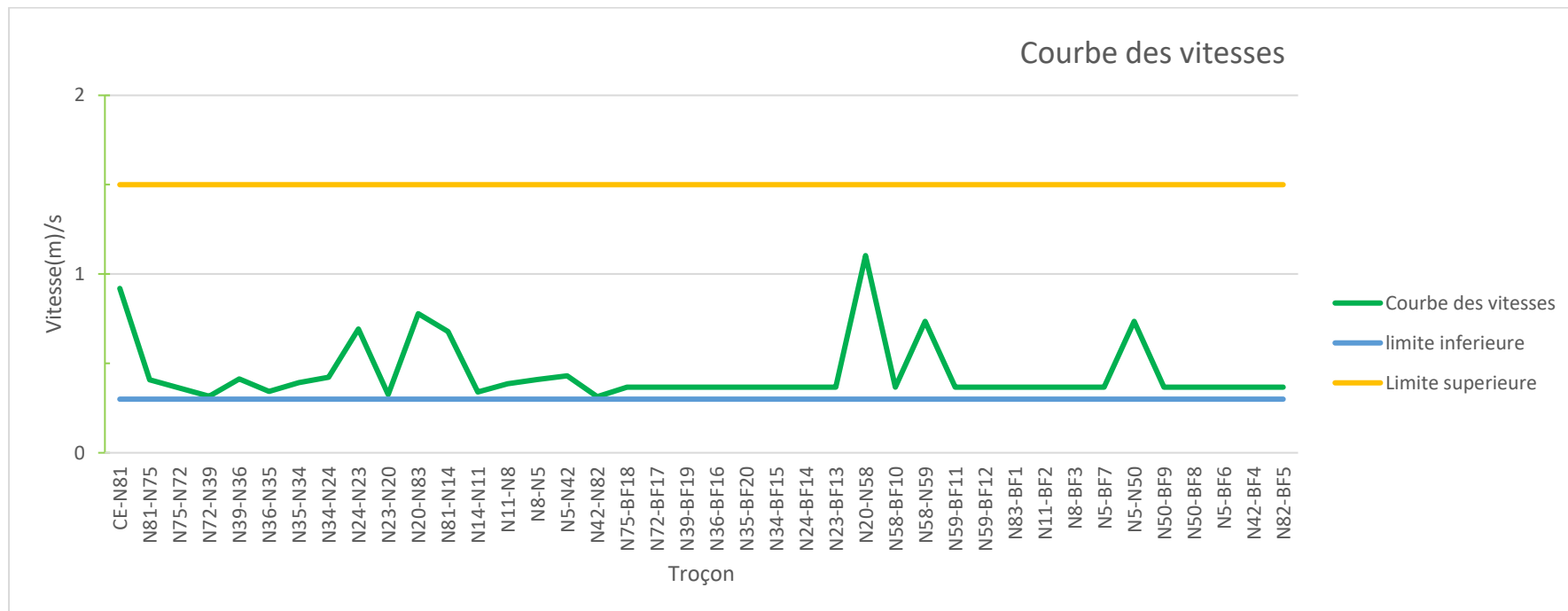


Figure 3: Courbe des vitesses du dimensionnement

Les pressions de service varient de 26,68 mCE à 10,9 mCE d'un point à un autre. Cette variation des pressions en fonction des nœuds est présentée dans la courbe ci-dessous.

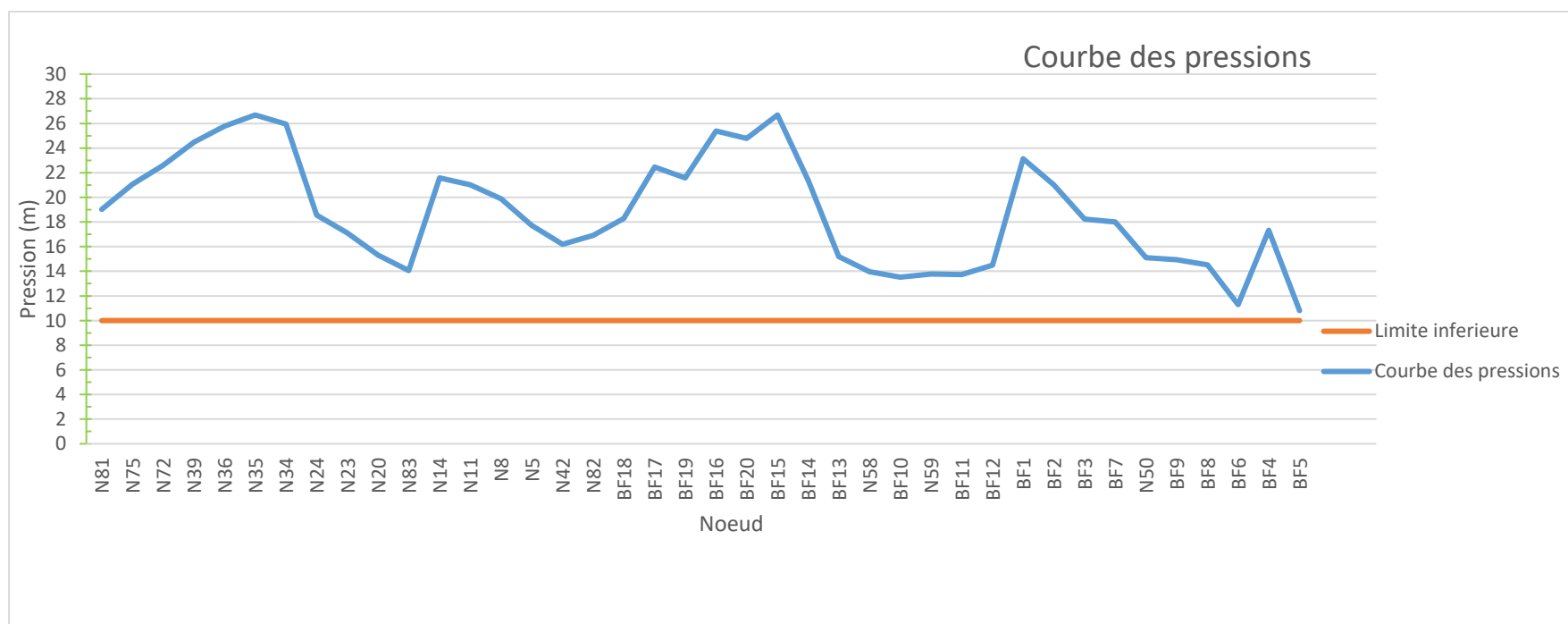


Figure 4: Courbe des pressions du dimensionnement

Les points les plus bas avec des côtes comprises entre 362m et 363 m possèdent les plus fortes pressions. Cela se justifie par une dénivelée de plus de plus de 30m par rapport à la côte du château

2. Vérification sur Epanet

Après le dimensionnement fait sur Excel, une simulation sur le logiciel Epanet permet de faire une vérification des résultats obtenu.

a. Outil de simulation

EPANET est un logiciel qui analyse le comportement hydraulique et la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau potable sous pression. EPANET a été développé pour le National Risk Management Research Laboratory (NRMRL) de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S.E.P.A.)

Pour notre travail, nous utilisons "EPANET 2.0",

b. Principe de calcul du logiciel

Le logiciel se base dans le calcul du réseau maillé sur la méthode de HARDY-CROSS qui repose sur deux (02) lois, à savoir la loi des nœuds qui affirme que le débit entrant dans un nœud est quoiqu'il arrive égal au débit sortant de ce nœud quel que soit le nombre d'entrées et de sorties dans ce nœud.

La loi des mailles dit quant à elle que la différence de charges ΔH (la charge égale à la somme de la pression et de la côte au sol au point considéré) entre deux nœuds est égale à la perte de charge entre ces deux nœuds

Ainsi, le logiciel permet de choisir l'équation des pertes de charge souhaitée parmi les trois (3) les plus connues : Hazen-Williams, Darcy-Weisbach et Chezy-Manning.

La formule de Darcy-Weisbach est retenue conformément au dimensionnement sur Excel.

c. Résultats de la simulation

La simulation effectuée sur Epanet permet d'observer le sens des écoulements indiqué par des flèches sur le réseau, la plage des pressions aux nœuds, et celle des vitesses dans les conduites en fonction des couleurs. L'image ci-dessous représente la simulation effectuée.

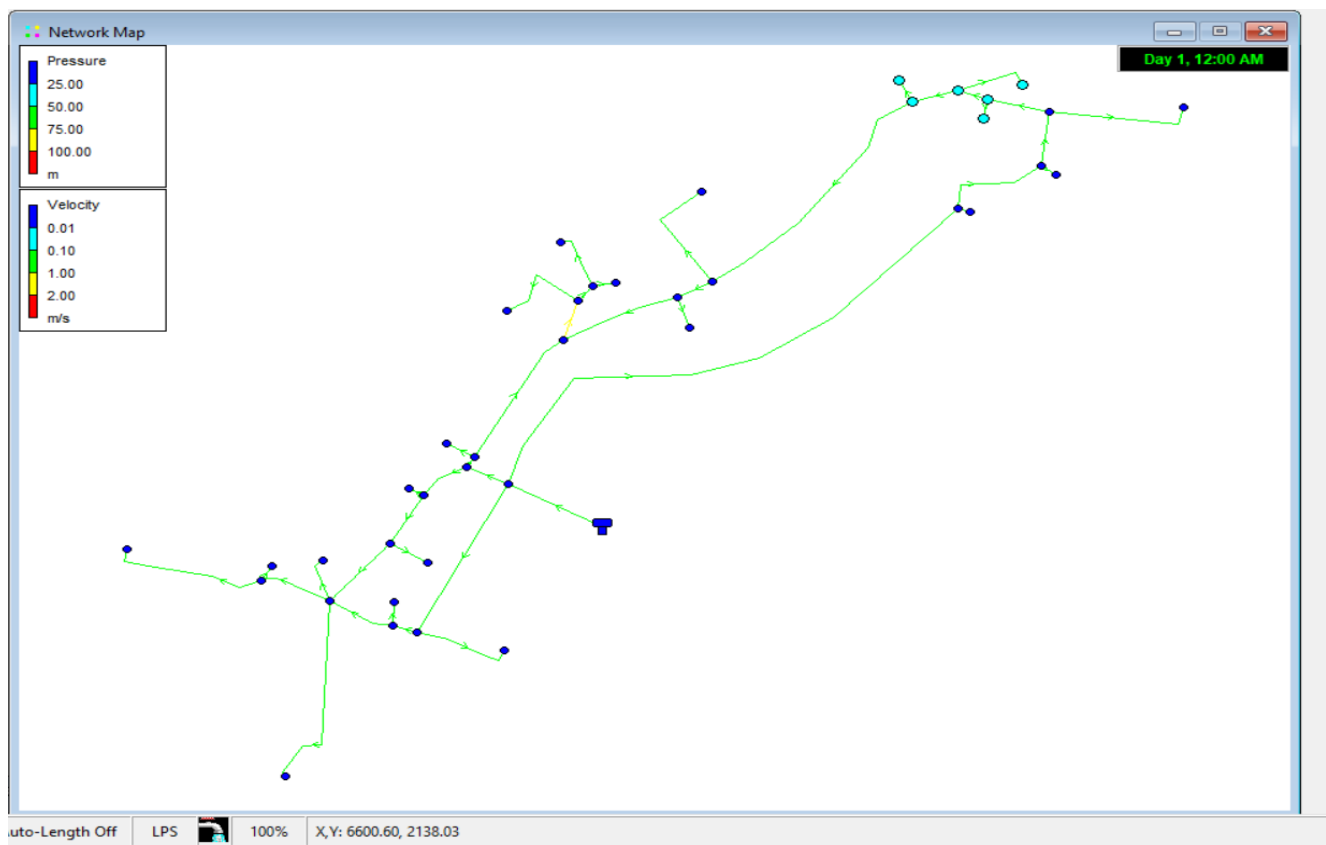


Figure 5: Simulation sur Epanet

Le résultat de la simulation sur Epanet montre que les plus fortes pressions se situent dans la partie droite, en fin de réseau. Cela se justifie par leurs côtes qui sont les plus basses du réseau.

Les deux (02) tableaux en annexes 3 et 4 présentent les paramètres hydrauliques au niveau des conduites et celles au niveau des nœuds.

La simulation en régime permanent sur Epanet pour d'avoir des vitesses d'écoulement comprises entre 0,4m/s et 1 m/s dans les conduites. La figure suivante présente les variations des vitesses en fonction des tronçons du réseau.

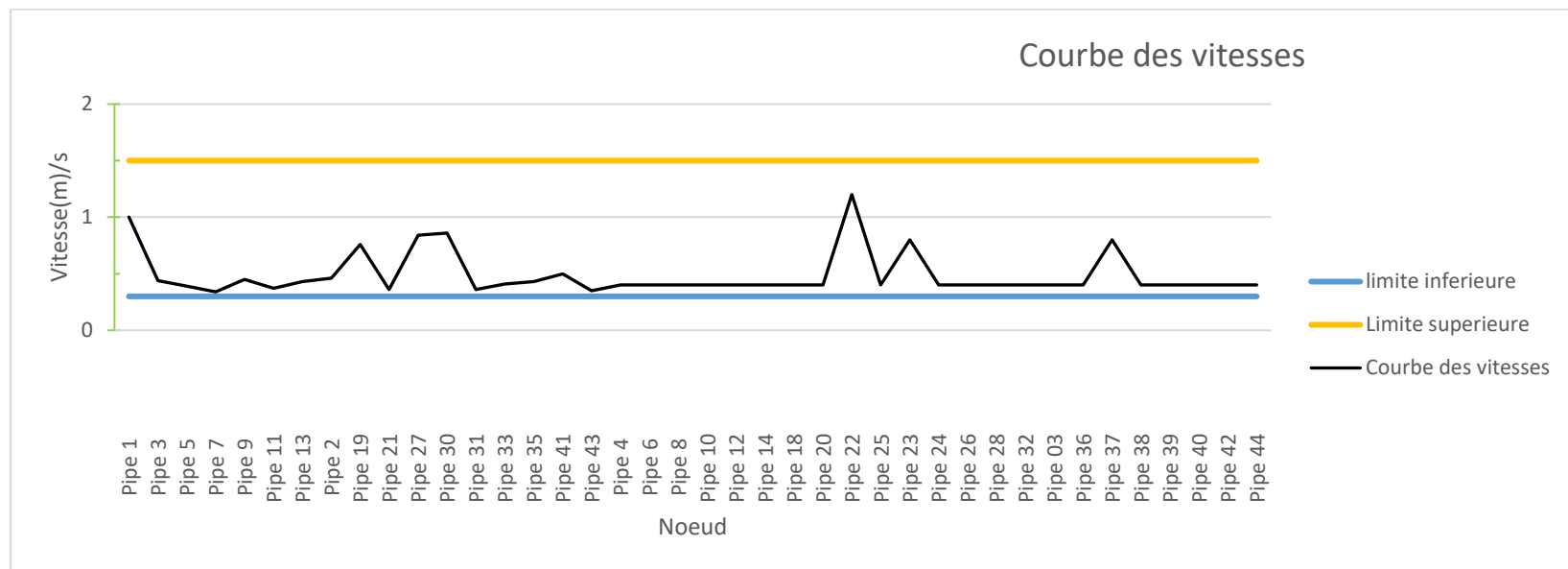


Figure 6: Courbe des vitesses de la simulation

Comme sur Excel, nous observons une variation des pressions de 26,7 m à 10, 8 m. cette variation est présentée dans figure ci-dessous.

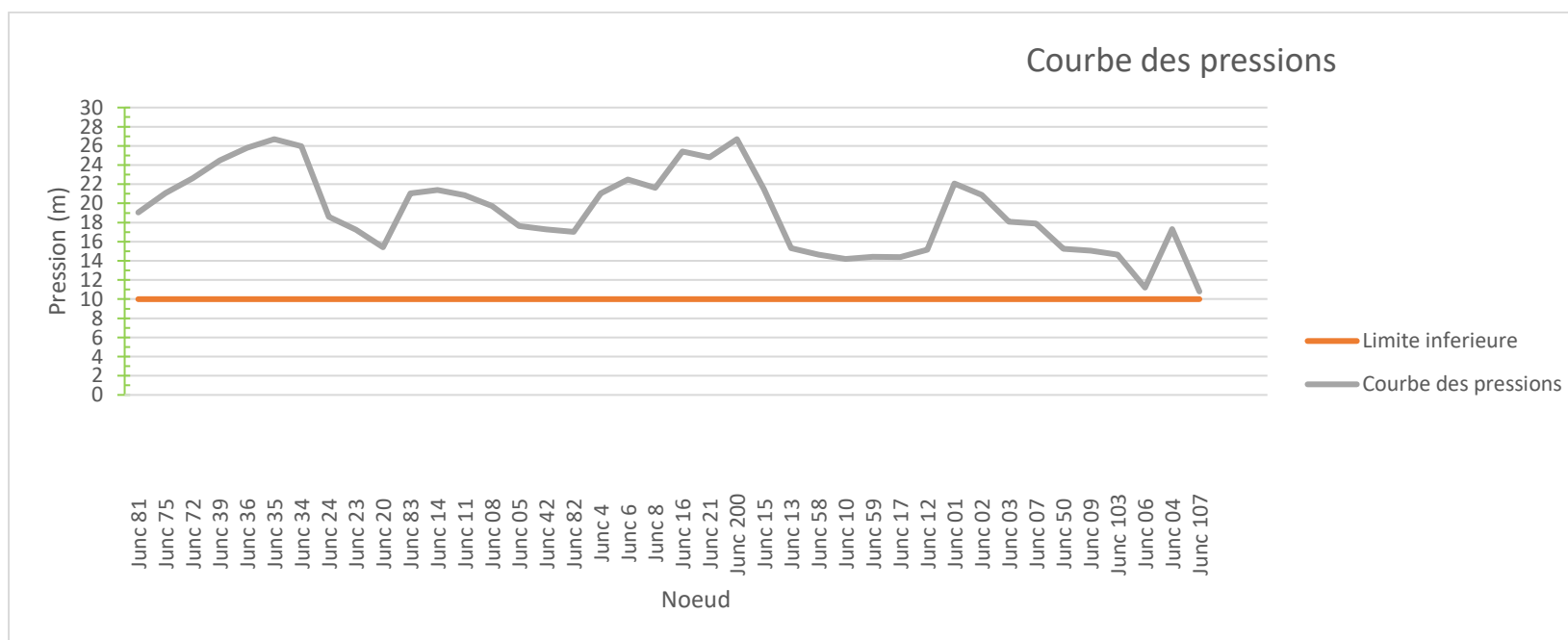


Figure 7: Courbe des pressions de la simulation

3. Comparaison des courbes

a. Vitesses

Après la simulation effectuée sur Epanet, une comparaison des deux (02) courbes de vitesses a été effectués sur la figure suivante.

La courbe en vert représente les vitesses obtenues lors du dimensionnement sur Excel et celle en noir représente les vitesses obtenues lors de la simulation sur Epanet.

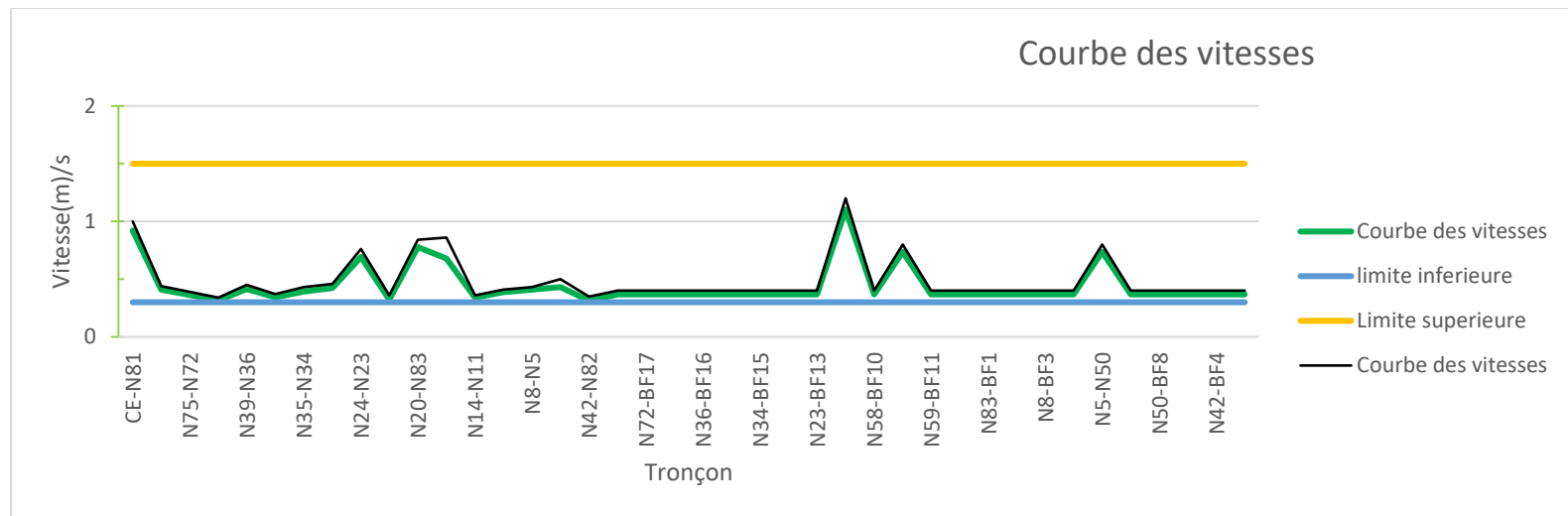


Figure 8: Comparaison des vitesses

Ces deux courbes sont quasiment correspondantes. Les écarts observés sont dus à un arrondi des demandes de base entrées sur Epanet.

b. Pressions

Pour comparer les pressions nous avons inséré les deux (02) courbes dans un même repère. Cela a permis d'obtenir la figure suivante :

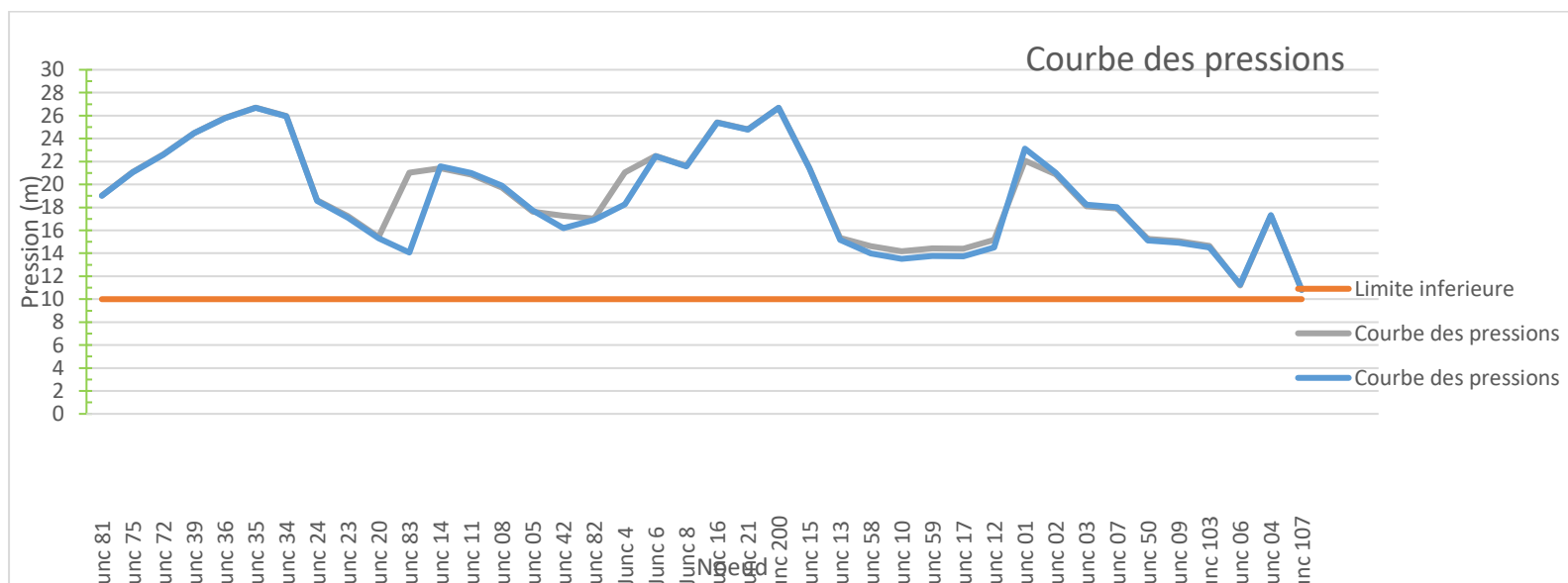


Figure 9: Comparaison des pressions

La courbe bleue représente les pressions obtenues sur Excel et celle en gris représente les pressions obtenues sur Epanet.

Comme celle des vitesses, les écarts se justifient par les demandes de bases arrondies.

D. Dimensionnement des réservoirs

Le volume V de la cuve est de 100 m³ avec une hauteur H de 5,1m et un diamètre D de 5 m.

E. Dimensionnement de la conduite de refoulement

1. Diamètre des conduites de refoulements

La relation : $V \leq \left(\frac{D_{int}}{50}\right)^{0,25}$ est vérifiée par les formules de Bresse, de Bresse modifié et de Bedjaoui. Nous avons pour des raisons économiques retenu le plus petit des diamètre (63,8mm) vérifiant la relation. Le tableau ci-après donne le diamètre retenu.

Tableau 9 :Diamètre de refoulement retenu

Q(m3/h)	7,80			
	Dth(mm)	Dret(mm)	Uref(m/s)	Condi
Bresse	66,87	63,80	0,62	vérifié
Bresse Modifié	100,58	110,20	0,21	vérifié
Bonin	44,58	42,60	1,39	non vérifié
Bedjaoui	56,62	63,80	0,62	vérifié
Meunier	44,58	42,60	1,39	non vérifié
Choix		63,80	0,62	vérifié

2. Coups de bélier

Nous constatons une HMT élevée pour la partie refoulement du réseau. Cela se justifie par le rayon de recherche de source d'eau très important (5000m). Tout fois La charge maximale dans la conduite de refoulement n'entraîne pas un dispositif anti-bélier pour les conduites PN 16. L'ensemble des paramètres calculés pour l'étude des coups de bélier est présenté dans le tableau 14.

Tableau 10 : Paramètres du coup de bélier

Désignations	Valeurs	Unités
Célérité C	401,53	m/s
Variation de pression ΔP	27,76	m
Pertes de charge à l'aspiration H_{Asp}	0,64	m
Pertes de charge au refoulement H_{Ref}	53,28	m
dénivelé Hg	75,09	m
Hauteur Manométrique Totale HMT	156,77	m
Pression Maximale de Service PMS	160	m
HMT/PMS	0,98	m/m

Un dispositif anti-bélier n'est pas nécessaire car $H_{max} \leq 1,2 * PMS$

Nous choisissons toutes les conduites dans la partie refoulement sont de PN 16 et de DN 75.

F. Dimensionnement de la pompe

Les calculs effectués précédemment nous ont permis d'avoir une HMT de 156,77m et un débit de: 7,80 m³/h.

Cela nous permet de choisir la gamme de pompes SP7 pour chacun de nos trois (03) forages parmi la plage de courbes caractéristiques présenté dans l'image ci-dessous.

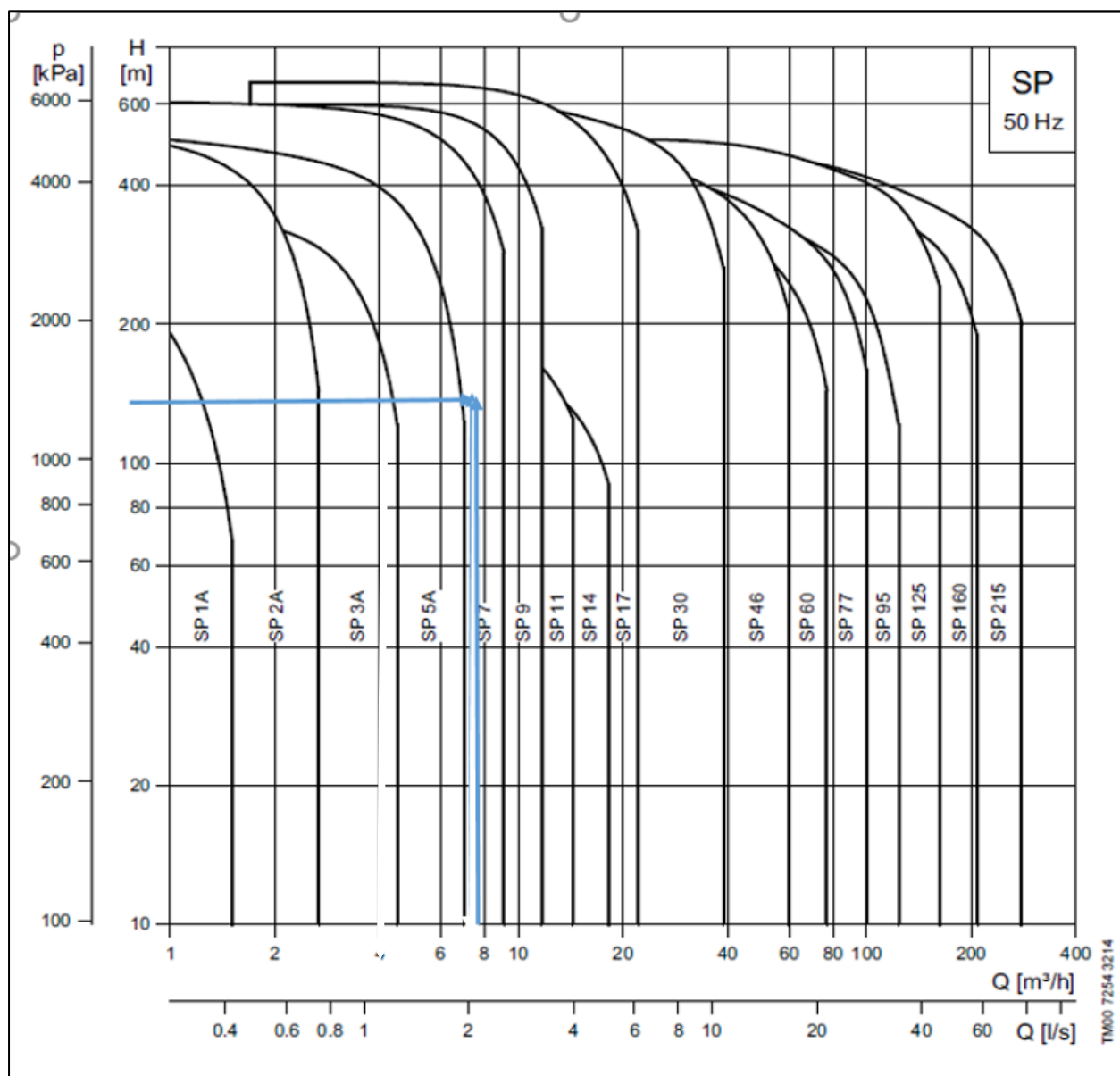


Figure 10 : courbe de fonctionnement de pompes Grundfos

Suite au choix de la gamme SP7, la courbe de performance numéro trente-sept (37) sera retenue avant de choisir la pompe triphasée SP7-37 de type MS 4000 confère annexe 6, 7 et 9.

G. Panneaux photovoltaïques et convertisseur

La puissance crête du système P_c et le nombre N_{pv} de module photovoltaïque polycristallin 275W-24V pour l'ensemble des trois (03) forages sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 :Nombre de panneaux solaire

Désignation	Valeur
P_c [W]	5306,6
P_{pv} [W]	275
N_{pv} [unité]	20

H. Traitement de l'eau de distribution

Nous utiliserons du chlore pour la conservation de la qualité bactériologique de l'eau.

Le procédé consiste, selon le rythme de consommation, à introduire dans le château des pastilles de chlore qui progressivement se dissolvent, libérant le principe actif dans l'eau. Ce qui permet de la préserver de toute contamination par les germes.

Le choix de ce mode de traitement obéit surtout à un besoin de réduire les coûts d'investissement et d'entretien du réseau.

L'ONEA accepte une plage de 0,5 à 5 mg/l en conformité avec les normes OMS (ONEA 2016). Il est important de souligner que des concentrations supérieures à 2mg/l peuvent affecter sans danger le goût. Cependant la sortie de terrain nous a permis de constater un manque d'hygiène autour des forages déjà existant. Dans le soucis de préserver la qualité bactériologique sans affecter

le goût de l'eau, nous prendrons une dose utile de chlore de 1,5 mg/l comme à la station ONEA de Nasso (SOULAMA 2011). La quantité de chlore nécessaire pour le traitement de l'eau est donnée dans le tableau ci-dessous:

Tableau 12 : quantité de chlore nécessaire pour le traitement de l'eau

Désignation	Unité	Valeur
Production d'eau	m ³ /j	327,8
Besoins en chlore	g/j	393,4
	kg/an	143,6

I. Mode de gestion

Selon le décret n°2000-514/PRES/PM/MEE du 03 novembre 2000 portant réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable en milieux rural et semi urbain la gestion communautaire est exclus au profit de personne d'opérateurs dotés de connaissance technique par le biais d'un contrat d'affermage (MEA 2000).

Cela vise à garantir la durabilité des ouvrages.

VII. Devis

Le devis estimatif et quantitatif du projet d'AEP est détaillé annexe 9. Le coût global du projet est **estimé à deux cent million huit cent quarante-six mille neuf cent neuf (200 846 909) francs CFA.**

1. Prix de l'eau

Le prix minimum de vente du mètre cube d'eau est obtenu en faisant le rapport de la somme algébrique des investissements, des charges et des amortissements par la somme des volumes d'eau vendues durant la période de projet. La formule suivante donne ce prix de vente :

$$Pr = \frac{I + \sum C_i + \sum A_i}{\sum V_i}$$

Où Pr est le prix de revient du m³ d'eau, I le montant de l'investissement, $\sum C_i$ la somme des charges sur 20 ans, $\sum A_i$ la somme des amortissements sur 20 ans et $\sum V_i$ la somme des volumes vendu d'eau sur 20 ans.

Les charges d'exploitations sont généralement prises égale à vingt pourcent (20%) des investissements et l'amortissement est égal au rapport du prix d'achat de l'actif par sa durée de vie. Nos actifs sont essentiellement les pompes et l'installation photovoltaïque.

Tableau 13 : Prix de l'eau

Désignation	Prix
Investissement I	200 846 909 FCFA
Charges	40 169 382 FCFA
Amortissements	99 600 000 CFA
Prix du m ³ d'eau	142 FCFA
Prix d'un bidon de 20l	2,85FCFA

Pour la vente à 10 FCFA d'un bidon de 20 L, on a un retour sur investissement de 8 ans 4 mois et 27 jours.

VIII. Etude socio-environnementale

Tout projet de réalisation d'ouvrage, en entraîne des changements du milieu récepteur. Une étude environnementale permet d'évaluer en vue d'atténuer si possible, leurs effets.

A. Impacts négatifs

Les impacts négatifs lors de la réalisation du projet sont:

- la perturbation, les nuisances sonores et la poussière occasionnées par la circulation des engins durant les travaux;
- les désagréments occasionnés par la pose des conduites traversant des routes ;
- la prolifération des moustiques, vecteurs de maladies due à l'humidité autour des bornes fontaines;
- les dégradations des sols et la destruction du couvert végétal dans les zones de fouilles.
- la pollution de l'environnement par les déchets des ouvriers.

VII.2- Impacts positifs

Au-delà des impacts négatifs, le projet apporte des changements positifs :

- la création d'emploi pour la population de la localité à travers la gérance des bornes fontaines.
- l'amélioration des conditions de vie et de santé des populations à travers l'accès à une eau de qualité et en quantité suffisante pour leur besoin ;
- la disponibilité de l'eau pour le bétail en toute saison.

VII.3- Mesures d'atténuation

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

- arrosage des routes pendant les travaux ;
- privilégier l'énergie solaire pour minimiser les nuisances sonores ;
- bonne gestion du camionnage (heures d'activités, vitesse de roulement) et informer la population à l'avance des travaux ;
- mise en place de mesures de compensation au profit de la population dont les champs ont été traversés ;
- sensibilisation des fontainiers au maintien de l'hygiène aux alentours des bornes fontaines ;
- reboiser ;
- mise à disposition de bacs à ordures sur le chantier.

Conclusion

Au terme de notre étude dont le thème est : « **Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yénou de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins** », nous sommes parvenus à estimer les besoins actuels et à l'horizon 2040 des consommations en eau dans la zone, à dimensionner un réseau permettant de satisfaire ces besoins des populations pour une période de vingt (20) ans. Le coût de réalisation est d'environ deux cent million huit cent quarante-six mille neuf cent neuf (200 846 909) francs CFA.

Ce projet permettra à sa réalisation, d'accroître l'accès à l'eau potable pour les populations ainsi que l'abreuvement du bétail en saison sèche dans les quatre (04) villages.

IX. Recommandations

Dans l'optique de mettre en place une AEPS acceptée de tous et bien entretenue, nos recommandations vont à l'endroit de la DGEP, de la commune de Boni et des populations bénéficiaires.

A l'endroit de la DGEP :

- suivre les travaux de formation et de développement des forages ;
- déplacer la borne fontaine N°7 qui est proximité d'une tombe (voir annexe2) ;
- recruter et former des populations locales dans la phase d'exécution ;
- accompagner la population locale à travers un renforcement de capacité pour la gestion et l'entretien du réseau.

A l'endroit de la commune de Boni :

- veiller à la sécurité des infrastructures du réseau ;
- veiller au respect des règles d'hygiène autour des points d'eau ;
- sensibiliser la population.

Aux bénéficiaires du projet :

- veiller à la mise en place d'organisations compétentes ;
- veiller au respect des règles d'exploitations et de gestion des bornes fontaines ;
- veiller au respect des règles d'hygiène et d'assainissement dans l'utilisation des abreuvoirs.

X. Bibliographie :

- COMPAORE, Arsène. 2019. « Mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur 2^{ie} avec grade de master en ingénierie de l'eau et de l'environnement option : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques », juillet, 102.
- DGRE. 2010. « Etude sur le prix de l'eau potable en milieu rural et semi-urbain au Burkina Faso ». https://www.pseau.org/outils/ouvrages/dgre_etude_sur_le_prix_de_l_eau_potable_en_milieu_rural_et_semi_urbain_au_burkina_faso_2010.pdf.
- DIRH. 1993. « Carte hydrogéologie du Burkina Faso ». Direction de l'inventaire des ressources hydrauliques (DIRH), Ministère de l'Eau, Burkina Faso.
- GIRE. 2001. « Etat des lieux des ressources en eau du Burkina Faso et leur cadre de gestion. »
- INO. 2019. « Inventaire national des ouvrages d'approvisionnement en eau potable ». <https://www.eauburkina.org/index.php/resultats-ino#r%C3%A9sultats-de-la-mise-%EF%BF%BD-jour-de-la-base-de-donn%C3%A9es-d-l-inventaire-national-des-ouvrages-d-approvisionnement-en-eau-potable>.
- INSD. 2009. « Etat_et_structure_de_la_population PAGE 121.pdf ». Institut Nationale de la Statistique et de la Démographie.
- INSD. 2019. « Annuaire statistique 2018 de la Region des Hauts Bassins ». septembre 2019. http://www.insd.bf/n/contenu/pub_periodiques/annuaires_stat/annuaires_stat_regionaux_BF/Annuaire%20statistique%202018%20de%20la%20Region%20des%20Hauts%20Bassins.pdf.
- MAR, A. L. 2003. « Cours d'hydraulique écoulements en charge ». EIER-ETSHER.
- MEA. 2000. « Gestion AEPS ». novembre 2000. https://www.pseau.org/sites/default/files/pictures/template/gestion_aeps.pdf.
- MEA. 2016. « PN_AEP 2016-2030 ».
- ONEA. 2012. « Annuaire statistique AEPA 2011 ». ONEA.
- ONEA. 2016. « L'Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA) » Contrôle et suivi de la qualité de l'eau ». 2016. <https://oneabf.com/controle-et-suivi-de-la-qualite-de-leau/>.

SOULAMA, Kabako. 2011. « Influence du PH sur la chloration de l'eau à la station ONEA de Nasso ». Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.

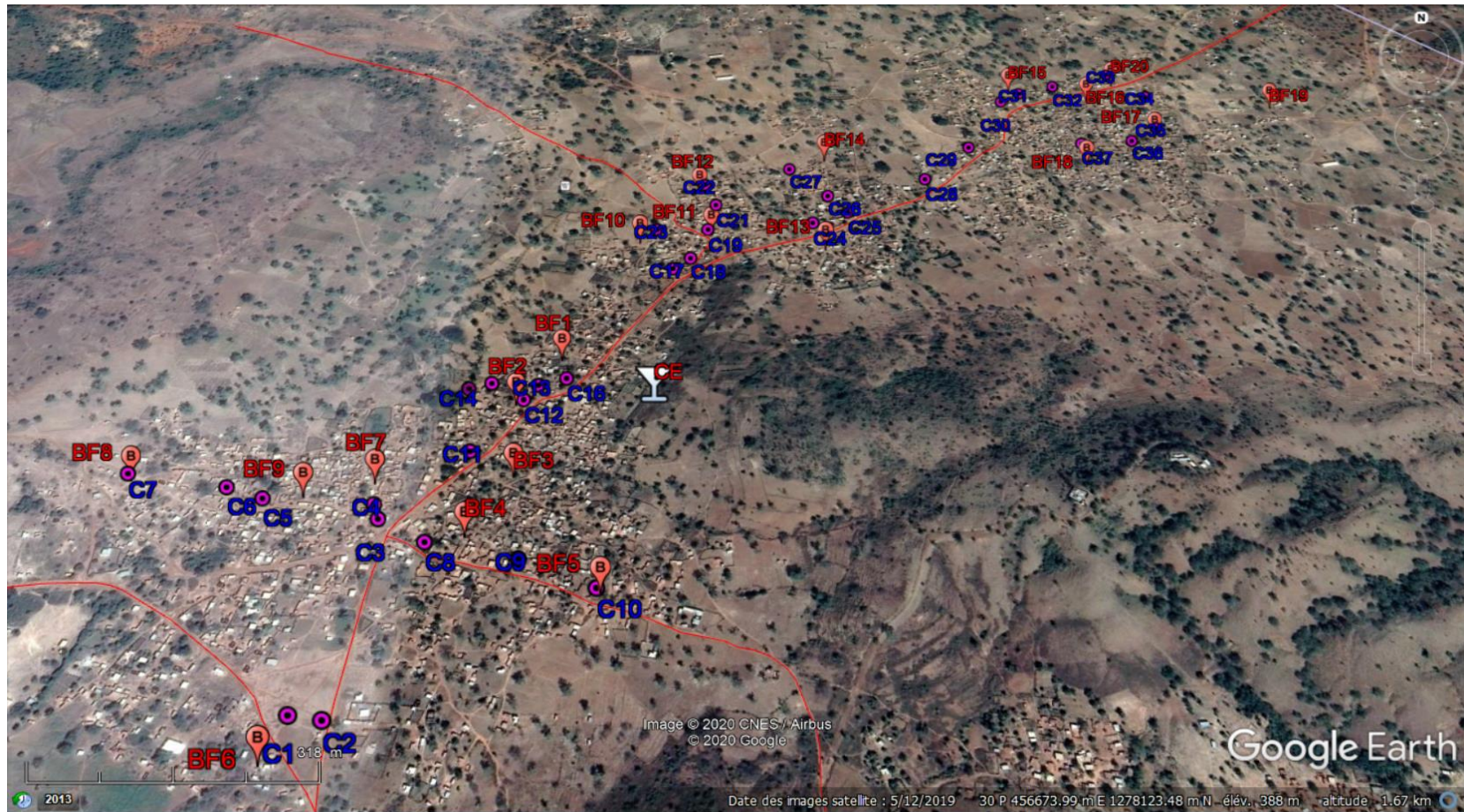
YONABA, Roland. 2015. « Adduction en Eau Potable ». Ingénierie présenté à Adduction en Eau Potable, avril. <https://fr.slideshare.net/rolandyonaba/cours-dadduction-en-eau-potable-47234215>.

ZOUNGRANA, Denis. 2003. « Cours d'approvisionnement en eau potable », 143.

ZOUNGRANA, Josaphat. 2014. « Cours de Dimensionnement des unités de traitement ». IGEDD.

Annexes

Annexe 1 : Bornes fontaines du réseau



Annexe 2 : Borne Fontaine 7 rejetée par les bénéficiaires



Annexe 3 : Paramètres hydrauliques du dimensionnement sur Excel

Tronçons	Zamont	Zaval	longueur(m)	débit(l/s)	Dth(mm)	Dext(mm)	ΣDT(m)	Pavalf(m)	vitesse(m/s)
CE-N81	369	373,32	46,1	7,91	100,346787	110	0,46921166	19,0207883	0,92032999
N81-N75	373,32	369	1020,04	3,51	66,8801814	110	2,75061715	21,0593828	0,40881942
N75-N72	369	367,11	196,57	3,12	63,0038474	110	3,10360137	22,5963986	0,36280292
N72-N39	367,11	365,07	115,51	2,72	58,8728367	110	3,26541474	24,4745853	0,31678642
N39-N36	365,07	363,45	106,98	2,33	54,4291927	90	3,58499785	25,7750021	0,41392634
N36-N35	363,45	362,41	61,36	1,93	49,5889417	90	3,71522912	26,6847709	0,34358085
N35-N34	362,41	362,91	71,17	1,54	44,222045	75	3,95733817	25,9426618	0,39234511
N34-N24	362,91	367,73	516,61	1,14	38,1066317	63	6,51170962	18,5682904	0,42286904
N24-N23	367,73	367,72	66,22	0,75	30,8000243	40	7,98193112	17,1080689	0,69294485
N23-N20	367,72	368,32	217,82	0,35	21,0989956	40	9,18378543	15,3062146	0,32517722
N20-N83	368,32	370,03	290,52	-0,84	32,6382296	40	8,71457377	14,0654262	0,77812566
N81-N14	373,32	370,06	75,82	2,65	58,1388708	75	1,18022072	21,5697793	0,6781469
N14-N11	370,06	370,42	95,87	1,91	49,3101086	90	1,37954876	21,0104512	0,33972788
N11-N8	370,42	371,16	117,09	1,51	43,909144	75	1,76764697	19,882353	0,38681253
N8-N5	371,16	372,59	156,93	1,12	37,7430662	63	2,49197356	17,7280264	0,4092327
N5-N42	372,59	374,13	120,45	-0,46	24,2766654	40	2,49197356	16,1880264	0,43050145
N42-N82	374,13	374,51	41,72	-0,86	33,0579849	63	1,38355881	16,9164412	0,3139415
N75-BF18	369	369	6,3995	0,395	22,4382237	40	5,53827356	18,2717264	0,36776763
N72-BF17	367,11	367,22	3,1081	0,395	22,4382237	40	3,12505019	22,4649498	0,36776763
N39-BF19	365,07	366,36	233,2827	0,395	22,4382237	40	4,87528579	21,5747142	0,36776763

Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yénu de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins

Tronçons	Zamont	Zaval	longueur(m)	débit(l/s)	Dth(mm)	Dext(mm)	ΣDT(m)	Pavalf(m)	vitesse(m/s)
N36-BF16	363,45	363,75	13,0063	0,395	22,4382237	40	3,67475361	25,3852464	0,36776763
N35-BF20	362,41	363,44	127,8037	0,395	22,4382237	40	4,59719541	24,7728046	0,36776763
N34-BF15	362,91	361,95	32,8905	0,395	22,4382237	40	4,18431369	26,6756863	0,36776763
N24-BF14	367,73	363,28	234,0045	0,395	22,4382237	40	8,12656177	21,4034382	0,36776763
N23-BF13	367,72	369,26	55,6108	0,395	22,4382237	40	8,36569818	15,1843018	0,36776763
N20-N58	368,32	365,36	80,5358	1,186	38,8641434	40	13,4762063	13,9737937	1,10330288
N58-BF10	365,36	364,66	167,4672	0,395	22,4382237	40	14,6318882	13,5181118	0,36776763
N58-N59	365,36	365,38	7,421	0,791	31,7324402	40	13,660398	13,769602	0,73553525
N59-BF11	365,38	365,38	5	0,395	22,4382237	40	13,6949027	13,7350973	0,36776763
N59-BF12	365,38	363,71	135,4007	0,395	22,4382237	40	14,5947908	14,5052092	0,36776763
N83-BF1	370,03	368,67	45,4839	0,395	22,4382237	40	1,01583345	23,1241666	0,36776763
N11-BF2	370,42	370,3	14,6213	0,395	22,4382237	40	1,48044955	21,0295505	0,36776763
N8-BF3	371,16	372,33	69,3457	0,395	22,4382237	40	2,24619782	18,2338022	0,36776763
N5-BF7	372,59	371,69	89,7046	0,395	22,4382237	40	3,11102005	18,0089799	0,36776763
N5-N50	372,59	372,07	126,436	0,791	31,7324402	40	5,63015786	15,1098421	0,73553525
N50-BF9	372,07	372,18	9,2223	0,395	22,4382237	40	5,69380045	14,9361996	0,36776763
N50-BF8	372,07	370,98	244,6572	0,395	22,4382237	40	7,3185237	14,5114763	0,36776763
N5-BF6	372,59	376,34	389,3328	0,395	22,4382237	40	5,17873773	11,2912623	0,36776763
N42-BF4	374,13	373,86	33,585	0,395	22,4382237	40	1,61532705	17,334673	0,36776763
N82-BF5	374,51	379,63	160,0919	0,395	22,4382237	40	2,36970429	10,8102957	0,36776763

Annexe 4 : Paramètres hydrauliques de la simulation sur Epanet

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tronçon 1	46,096	104,6	8,6	1
Tronçon 3	1020,03593	104,6	3,82	0,44
Tronçon 5	196,5712	104,6	3,39	0,39
Tronçon 7	115,5104	104,6	2,96	0,34
Tronçon 9	106,9816	84,6	2,53	0,45
Tronçon 11	61,356	84,6	2,1	0,37
Tronçon 13	71,1671	70,6	1,67	0,43
Tronçon 2	516,6133	58,6	1,24	0,46
Tronçon 19	66,2207	37	0,81	0,76
Tronçon 21	217,8178	37	0,38	0,36
Tronçon 27	290,5203	37	-0,91	0,84
Tronçon 30	75,8219	70,6	-3,39	0,86
Tronçon 31	95,8662	84,6	2,05	0,36
Tronçon 33	117,0913	70,6	1,62	0,41
Tronçon 35	156,934	59	1,19	0,43
Tronçon 41	120,4452	37	-0,53	0,5
Tronçon 43	41,7161	59	-0,96	0,35
Tronçon 4	6,3995	37	0,43	0,4
Tronçon 6	3,1081	37	0,43	0,4
Tronçon 8	233,2827	37	0,43	0,4
Tronçon 10	13,0063	37	0,43	0,4
Tronçon 12	127,8037	37	0,43	0,4
Tronçon 14	32,8905	37	0,43	0,4
Tronçon 18	234,0045	37	0,43	0,4
Tronçon 20	55,6108	37	0,43	0,4
Tronçon 22	80,5358	37	1,29	1,2
Tronçon 25	167,4672	37	0,43	0,4
Tronçon 23	7,421	37	0,86	0,8
Tronçon 24	5	37	0,43	0,4
Tronçon 26	135,4007	37	0,43	0,4
Tronçon 28	45,4839	37	0,43	0,4

Tronçon	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)
Tronçon 32	14,6213	37	0,43	0,4
Tronçon 03	69,3457	37	0,43	0,4
Tronçon 36	89,7046	37	0,43	0,4
Tronçon 37	126,436	37	0,86	0,8
Tronçon 38	9,2223	37	0,43	0,4
Tronçon 39	244,6572	37	0,43	0,4
Tronçon 40	389,3328	37	0,43	0,4
Tronçon 42	33,585	37	0,43	0,4
Tronçon 44	160,0919	37	0,43	0,4

Annexe 5 : Paramètres hydrauliques de la simulation sur Epanet

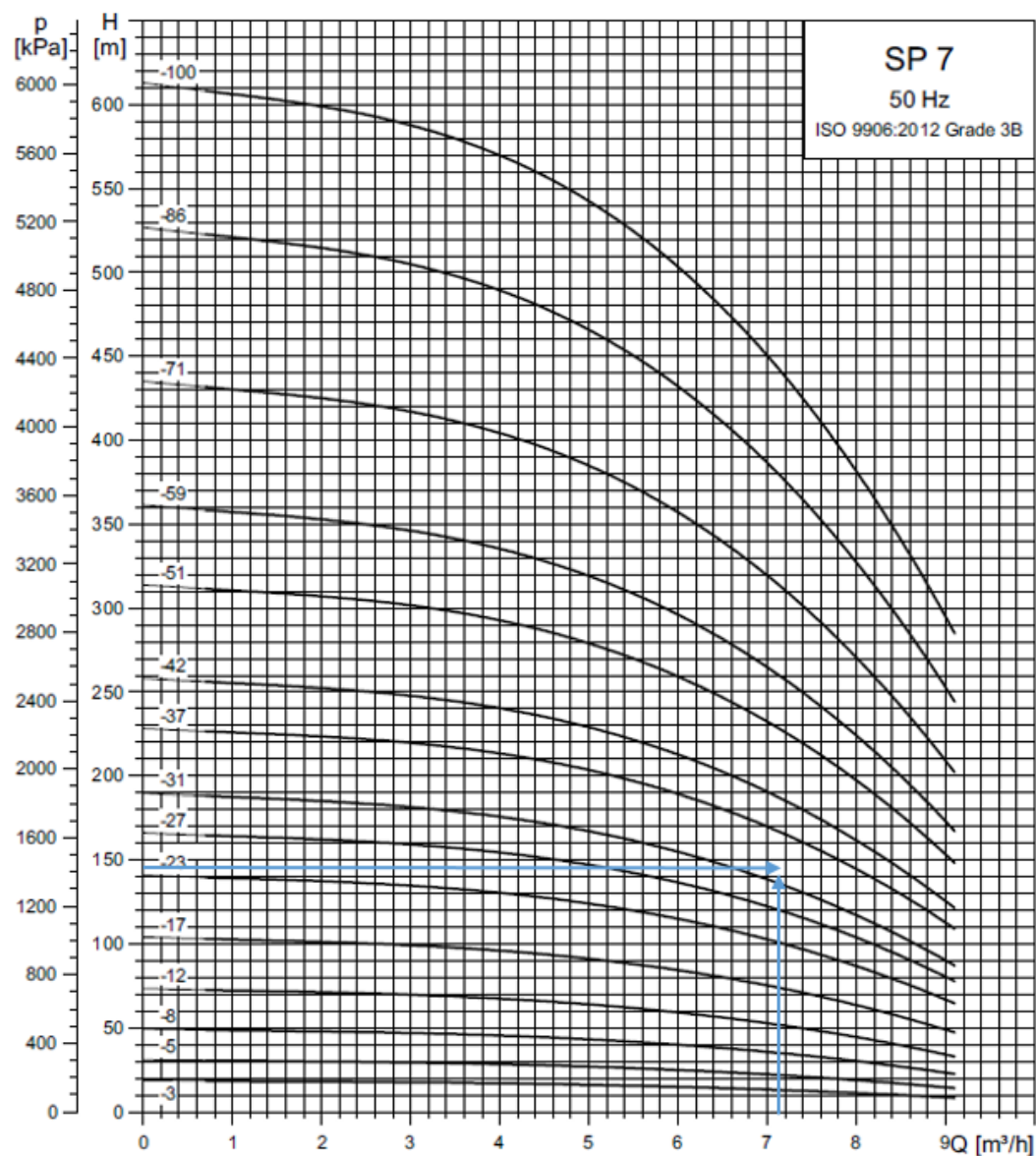
Nœud	Cote (m)	Demande de base (L/s)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pressure (m)
Nœud 81	373,32	0	0	392,37	19,05
Nœud 75	369	0	0	390,09	21,09
Nœud 72	367,11	0	0	389,73	22,62
Nœud 39	365,07	0	0	389,56	24,49
Nœud 36	363,45	0	0	389,25	25,8
Nœud 35	362,41	0	0	389,11	26,7
Nœud 34	362,91	0	0	388,87	25,96
Nœud 24	367,73	0	0	386,34	18,61
Nœud 23	367,72	0	0	384,97	17,25
Nœud 20	368,32	0	0	383,75	15,43
Nœud 83	370,03	0	0	391,06	21,03
Nœud 14	370,06	0	0	391,47	21,41
Nœud 11	370,42	0	0	391,28	20,86
Nœud 08	371,16	0	0	390,9	19,74
Nœud 05	372,59	0	0	390,21	17,62
Nœud 42	374,13	0	0	391,41	17,28
Nœud 82	374,51	0	0	391,53	17,02
Nœud 4	369	0,43	0,43	390,04	21,04
Nœud 6	367,22	0,43	0,43	389,71	22,49
Nœud 8	366,36	0,43	0,43	387,97	21,61
Nœud 16	363,75	0,43	0,43	389,16	25,41
Nœud 21	363,44	0,43	0,43	388,24	24,8
Nœud 200	361,95	0,43	0,43	388,64	26,69
Nœud 15	363,28	0,43	0,43	384,73	21,45
Nœud 13	369,26	0,43	0,43	384,59	15,33
Nœud 58	365,36	0	0	379,99	14,63
Nœud 10	364,66	0,43	0,43	378,84	14,18
Nœud 59	365,38	0	0	379,81	14,43
Nœud 17	365,38	0,43	0,43	379,78	14,4
Nœud 12	363,71	0,43	0,43	378,88	15,17

Nœud	Cote (m)	Demande de base (L/s)	Demande (L/s)	Charge (m)	Pressure (m)
Nœud 01	368,67	0,43	0,43	390,75	22,08
Nœud 02	370,3	0,43	0,43	391,18	20,88
Nœud 03	372,33	0,43	0,43	390,42	18,09
Nœud 07	371,69	0,43	0,43	389,59	17,9
Nœud 50	372,07	0	0	387,32	15,25
Nœud 09	372,18	0,43	0,43	387,25	15,07
Nœud 103	370,98	0,43	0,43	385,64	14,66
Nœud 06	376,34	0,43	0,43	387,54	11,2
Nœud 04	373,86	0,43	0,43	391,17	17,31
Nœud 107	379,63	0,43	0,43	390,43	10,8

Annexe 6 : Courbe de performance 37 choisie

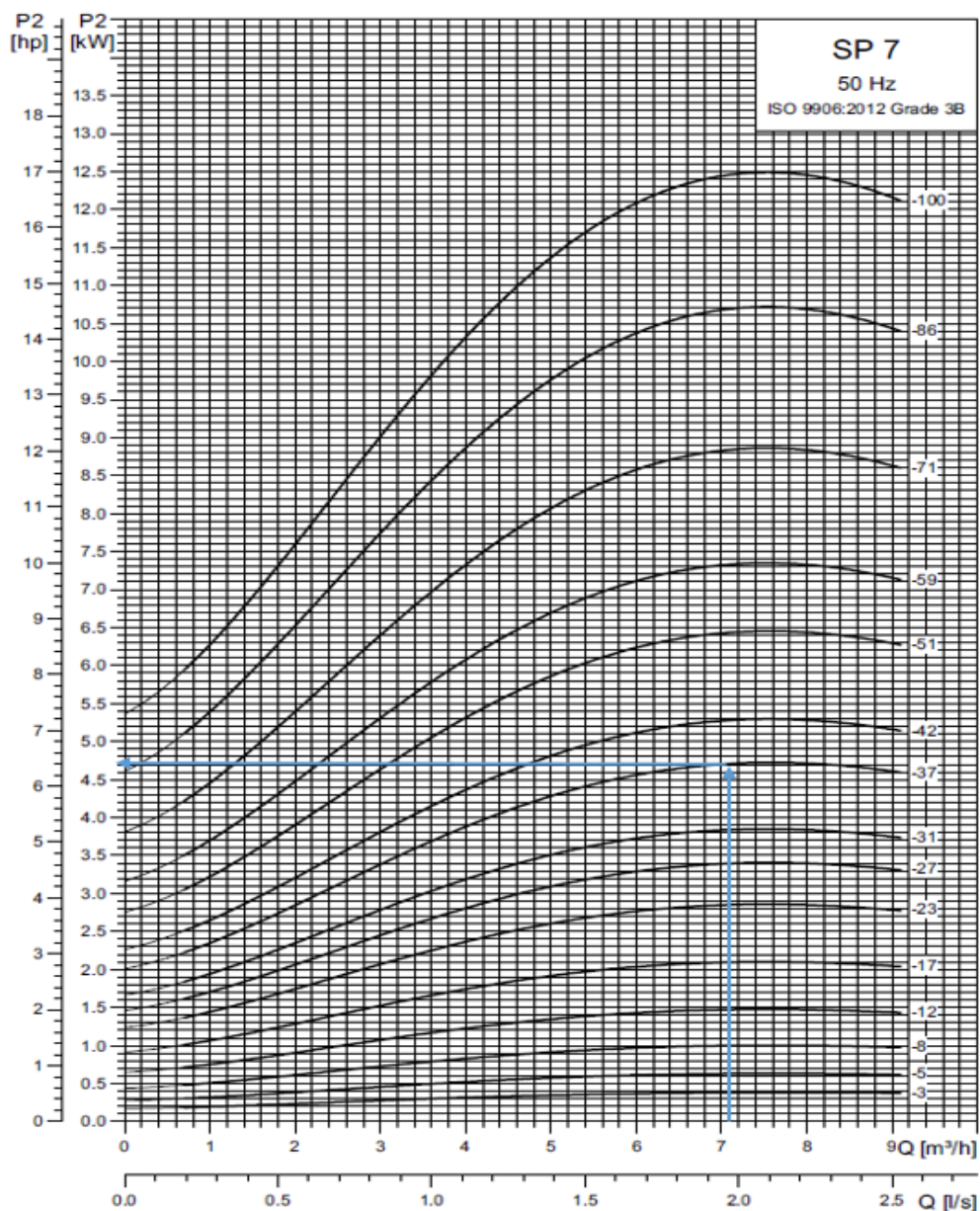
SP 7

Courbes de performance

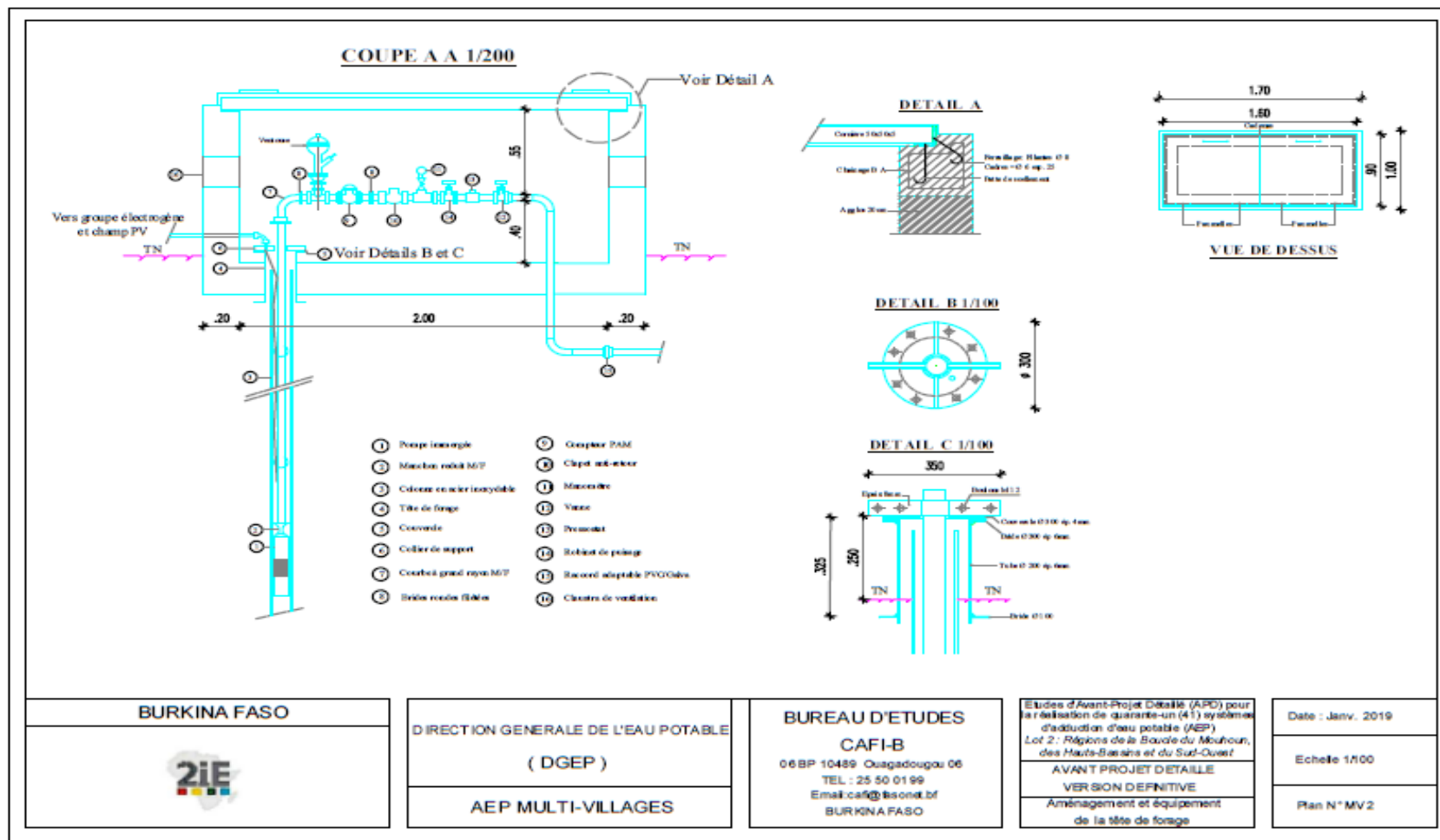


Annexe 7 : Détermination de la puissance de la pompe

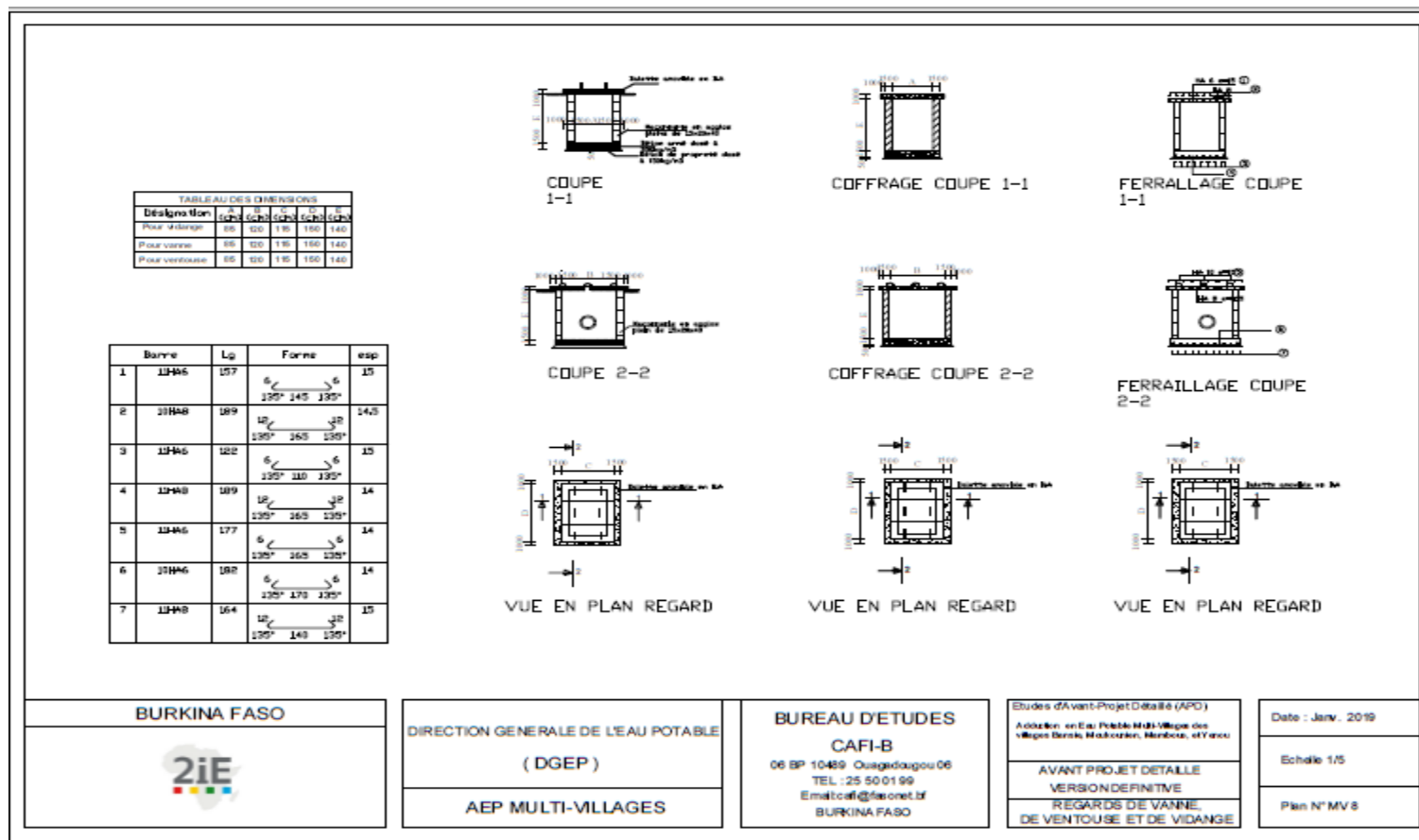
Courbes de puissance



Annexe 9 : Captage

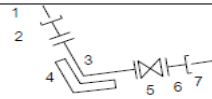
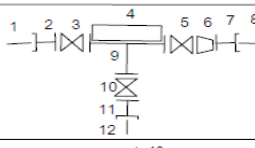
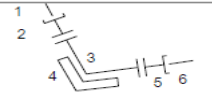
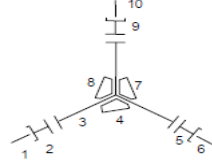
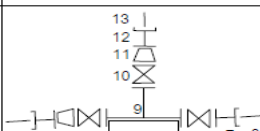
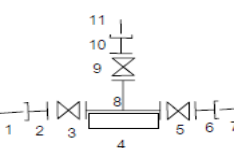
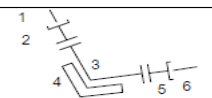
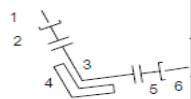
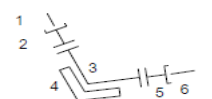


Annexe 11 : Régard



Avant-projet détaillé d'une Adduction d'Eau Potable Multi-Villages : Cas des villages Bansié, Moukounien, Mamboué, et Yéno de la commune de Boni dans la province du Tuy, région des Hauts-Bassins

Annexe 12 : Carnet des nœuds

N° Noeud	Schéma	N° Ident	Dénomination	N° Noeud	Schéma	N° Ident	Dénomination		
1		1 et 7	PVC PN 6 DN 40	14		1 et 12	PVC PN 6 DN 90		
		2 et 6	Adaptateur bride DN 40			2 : 7 et 11	Adaptateur bride DN 90		
		3	Coude PVC 5/16 DN 40			3; 5 et 10	Robinet vanne à opécute métallique DN 90		
		4	Butée en béton			4	Butée en béton		
		5	Robinet vanne à opécute métallique DN 40			5	Robinet vanne à opécute métallique DN 40		
2		1 et 6	PVC PN 6 DN 40	20		6	Réducteur PVC DN 75/63		
		2 et 5	Adaptateur bride DN 40			9	Té fonte DN 90		
		3	Coude PVC 1/4 DN 40			10	PVC PN 6 DN 40		
8		4	Butée en béton			1; 6 et 10	PVC PN 6 DN 40		
		1	PVC PN 6 DN 63			2 : 5 et 9	Adaptateur bride DN 40		
		2	Adaptateur bride DN 63			3	Té culotte DN 40		
		3	Réducteur PVC DN 75/63			4 : 7 et 8	Butée en béton		
		4,5 et 10	Robinet vanne à opécute métallique DN 75	23		1; 7 et 11	PVC PN 6 DN 40		
		5	Butée en béton			2 : 6 et 10	Adaptateur bride DN 40		
		7	Adaptateur bride DN 75			3; 5 et 9	Robinet vanne à opécute métallique DN 40		
		8	PVC PN 6 DN 75			4	Butée en béton		
		9	Té en fonte DN 75			8	Té fonte DN 40		
9		11	Réducteur PVC DN 75/40	29		1 et 6	PVC PN 6 DN 63		
		12	Adaptateur bride DN 40			2 et 5	Adaptateur bride DN 63		
		13	PVC PN 6 DN 40			3	Coude PVC 3/8 DN 63		
		1 et 6	PVC PN 6 DN 90			4	Butée en béton		
10		2 et 5	Adaptateur bride DN 90						
		3	Coude PVC 3/8 DN 40						
		4	Butée en béton						
BURKINA FASO			DIRECTION GENERALE DE L'EAU POTABLE	BUREAU D'ETUDES		Etudes d'Avant-Projet Détaillé (APD)			
			(DGEP)	CAFI-B		ADDITION D'EAU POTABLE			
			AEP Multi-Villages	06 BP 10489 Ouagadougou 06		MULTI-VILLAGES DES VILLAGES BANSIE,			
				TEL : 25 50 01 99		MOUKOUNIEN, MAMBOUE, ET YENOU			
				Email:cafi@fasonet.bf		AVANT PROJET DETAILLE			
				BURKINA FASO		VERSION DEFINITIVE			
						CARNET DES NOEUDS			
						Date : Janv. 2021			
						Echelle 1/100			

Annexe 13 : Devis

Désignation		Unité	Prix Unitaire (FCFA)	Quantité	Prix total (FCFA)
Installation de chantier					
Etude technique d'exécution		FF	1000000	1	1 000 000 CFA
Etablissement du dossier d'exécution		FF	500000	1	500 000 CFA
Installation et repli de chantier		FF	3000000	1	3 000 000 CFA
Sous total I			4 500 000 CFA		
Canalisation et accessoires					
Fourniture et pose de conduite y compris la fouille, le lit de sable, le grillage avertisseur, et les pièces spéciales	PVC DN 75/PN 16	ml	6000	10000	60 000 000 CFA
	PVC DN 110/PN 6	ml	5000	1378	6 891 068 CFA
	PVC DN 90/PN6	ml	4000	264	1 056 815 CFA
	PVC DN75/PN6	ml	3750	486	1 822 506 CFA
	PVC DN63/PN6	ml	3000	729	2 185 610 CFA
	PVC DN 40/PN6	ml	3000	2979	8 938 247 CFA
Borne fontaine à 3 robinets y compris toute assujétion		u	1000000	20	20 000 000 CFA
Fourniture et pose de bouchons		u	2000	20	40 000 CFA
Sous total II					100 934 245 CFA
Réservoir-regards-bornes fontaines					
Etude géotechnique pour implantation du réservoir		FF	800000	3	2 400 000 CFA

Désignation	Unité	Prix Unitaire (FCFA)	Quantité	Prix total (FCFA)
Construction et pose de réservoir métallique y compris canalisations d'alimentation, de vidange, trop-plein regards	U	40000000	1	40 000 000 CFA
Clôture en grillage	ml	20000	40	800 000 CFA
Sous total III	43 200 000 CFA			
Forage-énergie-accessoires				
SP7-37 de type MS 4000	U	3000000	3	9 000 000 CFA
Fourniture et pose de source d'énergie	U	5075000	1	5 075 000 CFA
Sous total IV	14 075 000 CFA			
Construction et divers				
Construction de local pour divers matériels	FF	5000000	1	5 000 000 CFA
Essais, rinçage, désinfection du réseau et autres	U	2500000	1	2 500 000 CFA
Sous total V	7 500 000 CFA			
TOTAL HT	170 209 245 CFA			
TOTAL TVA	30 637 664 CFA			
TOTAL TTC	200 846 909 CFA			