



**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE
KOUBRI, CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE KOUBRI, REGION DU
CENTRE AU BURKINA FASO.**

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

**SPECIALITE GENIE DE L'EAU DE L'ASSAINISSEMENT ET DES
AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES (GEAAH)**

Présenté et soutenu publiquement le 22 Juillet 2025 par
Myriam Faustine Wendbénédo GUIRE (20190418)

Directeur de mémoire : Dr Anderson HARINAIVO, Maître de Conférences (CAMES), 2iE

Encadrant : M. Olivier COULIBALY, Enseignant, 2iE

Maître de stage : M. Kouassi Charles KOUADIO, Ingénieur du Génie Rural, IGIP Afrique

Structure d'accueil de la stagiaire : Bureau d'études IGIP Afrique

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Angelbert Chabi **BIAOU**

Membres et correcteurs : M. Souleymane **OUEDRAOGO**

M. Denis **ZOUNGRANA**

Promotion [2024/2025]

DEDICACES

Je dédie ce document à Dieu, le Père Tout-Puissant, pour
les innombrables grâces qu'Il m'a accordées,
À mes parents, qui m'ont toujours apporté leur soutien,
Et à toutes les personnes qui me sont chères.

REMERCIEMENTS

La rédaction de ce mémoire de fin d'études a été possible grâce à l'appui de plusieurs personnes qui m'ont accordé de leur temps et de leur disponibilité afin de produire un document acceptable. Je leur réitère ma plus profonde reconnaissance et je tiens particulièrement à témoigner toutes mes sincères remerciements à l'endroit :

- L'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement pour l'accompagnement et la qualité de l'enseignement que j'ai reçu ;
- Dr Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Maître de Conférences (CAMES), Enseignant-chercheur en Eau et Assainissement Urbain, en tant que mon directeur de mémoire, pour avoir assuré la supervision de ce stage ;
- M. Olivier COULIBALY, notre encadreur, pour l'encadrement reçu, les différentes directives communiquées et la disponibilité dont il a fait preuve malgré ses multiples occupations ;
- Le Bureau d'étude IGIP AFRIQUE représenté par son gérant M. Mathieu TANKOANO, pour nous avoir intégrés dans sa structure en qualité de stagiaire
- M. Kouadio Charles KOUASSI, Ingénieur du Génie Rural à IGIP Afrique, notre maître de stage, pour la qualité de son enseignement, ses suivies, directives et conseils ;
- L'ensemble du personnel de IGIP AFRIQUE, pour l'accueil fort chaleureux, l'inclusion dans l'équipe, les différents conseils et la bonne atmosphère qui a toujours prévalu durant le stage ;
- Mes camarades de classe de Master 2 en Génie de L'eau, de l'assainissement et des aménagements hydro agricoles pour la bonne ambiance et les bons moments passés ensemble ;
- Pour terminer toutes les personnes qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué et apporté leur soutien pour le bon déroulement de ce travail.

RESUME

L'accès à l'eau potable demeure un défi majeur au Burkina Faso en raison de contraintes climatiques, de la croissance démographique et des infrastructures insuffisantes. Dans ce contexte, le pays a lancé le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) pour améliorer l'accès à l'eau sur tout le territoire. Le projet d'Adduction d'Eau Potable (AEP) pour la commune de Koubri vise à répondre à cette problématique. D'ici **2055**, la population de Koubri, estimée à **26 336 habitants**, aura une demande en eau potable de **696,5 m³ par jour**. Le projet prévoit deux forages à haut débit de **10 m³/h** chacun. Les conduites de refoulements sont en PEHD. La conduite de refoulement du premier forage a une longueur de 246,55 m avec un diamètre de 73,6 mm et une longueur de 3356,61 m un diamètre de 73,6 mm pour le deuxième forage. La conduite au point de raccordement jusqu'au château d'eau a une longueur de 317,85 m et conduira un débit de 19,70 m³/h avec un diamètre intérieur de 130,8 mm. Le réseau de distribution étant particulièrement maillé à une longueur totale de 27 241 m avec 95 tronçons et 20 mailles. Le plus petit diamètre est de 63 mm tandis que le plus gros diamètre est de 250 mm en PVC PN10. La plus petite pression est de 10 m et la plus grande est de 28,65 m sur Excel et est entre 12,81 m et 28,33 m sur Epanet. Un réservoir surélevé en béton armé de **200 m³** avec une hauteur sous radier de 12 m. Des modules solaires au nombre 50 ont été mis en disposition pour le pompage solaire. Le coût total des infrastructures s'élève à 732 515 120 FCFA TTC, avec un coût de revient estimé à 298 FCFA/m³. L'eau sera vendue à 400 FCFA/m³ pour couvrir les frais de renouvellement et d'extension du réseau. Le mode de gestion considéré sera l'affermage.

Mots Clés

1 - AEP

2 - Affermage

3 -Extension

4 – Forage

5 - Koubri

ABSTRACT

Access to drinking water remains a major challenge in Burkina Faso due to climatic constraints, population growth and insufficient infrastructure. In this context, the country has launched the National Drinking Water Supply Program (PN-AEP) to improve access to water throughout the country. The Drinking Water Supply Project (DWS) for the municipality of Koubri aims to address this issue. By **2055**, the population of Koubri, estimated at **26,336 inhabitants**, will have a drinking water demand of **696.5 m³ per day**. The project includes two high-throughput boreholes of **10 m³/h** each. The discharge pipe of the first borehole is 246.55 m long with a diameter of 73.6 mm and a length of 3356.61 m with a diameter of 73.6 mm for the second borehole. The rising mains are made of high-density polyethylene (HDPE). The pipe at the connection point to the water tower is 317.85 m long and will carry a flow of 19.70 m³/h with an internal diameter of 130.8 mm. *The distribution network is particularly meshed at a total length of 27,241 m with 95 sections and 20 meshes. The smallest diameter is 63mm while the largest diameter is 250mm made of PVC PN10. The lowest pressure is 10 m and the largest is 28.65 m on Excel and is between 12.81 m and 28.33 m on Epanet. A 200 m³ reinforced concrete raised tank with a 12 m slab height. 50 solar modules have been made available for solar pumping. The total cost of the infrastructure amounts to 732,515,120 CFA francs including tax, with an estimated cost of 298 CFA francs/m³. The water will be sold at 400 CFA francs/m³ to cover the costs of renewing and extending the network. The management method considered will be leasing.*

Keywords

1- Drinking Water Supply

2- Drilling

3 - Extension

4 - Koubri

5 - Lease

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
AEP	: Adduction en Eau Potable
AEPS	: Adduction en Eau Potable Simplifiée
AEPA	: Alimentation en Eau Potable et Assainissement
BD	: Base de Données
BF	: Borne Fontaine
BP	: Branchement Privé
CS	: Consommation Spécifique
CVD	: Conseils Villageois de Développement
DN	: Diamètre Nominal
DGRE	: Direction Générale des Ressources en Eau
DREA-C	: Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre
EIE	: Etude d'Impact sur l'Environnement
EIES	: Etude d'Impact Environnementale et Sociale
GPS	: Global Positioning System
GIZ	: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
INO	: Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques
ODD	: Objectifs du Développement Durable
MEA	: Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
MEEA	: Ministère de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement
ONEA	: Office National de l'Eau et de l'Assainissement

ONU	: Organisation des Nations unies
PCD	: Plan Communal de Développement
PEHD	: Polyéthylène haute densité
PFA	: Pression de Fonctionnement Admissible
PMA	: Pression Maximale Admissible
PMH	: Pompe à Motricité Humaine
PN	: Pression Nominale
PN-AEP	: Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable
PEHD	: Polyéthylène Haute Densité
PVC	: Polychlorure de Vinyle
UNICEF	: United Nations International Children's Emergency Fund
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SONABEL	: Société Nationale d'Electricité du Burkina
TN	: Terrain Naturel

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
SOMMAIRE	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES FIGURES	xi
FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET.....	xii
I. INTRODUCTION	1
II.2. Présentation de la zone d'étude	4
II.2.1. Situation géographique	4
II.2.2. Les caractéristiques physiques du milieu	5
II.2.3 Caractéristiques du milieu humain	7
II.2.4 Caractéristiques socio-économique du site.....	7
II. PRESENTATION DU PROJET.....	8
III.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION	8
III.2. OBJECTIFS (global, spécifiques) de l'étude et résultat attendus	9
III.2. DIAGNOSTIC/ETAT DES LIEUX.....	9
III.3. DONNEES DE BASE.....	11
III.3.1 Données démographiques	11
III.3.2 Données topographiques	12
III.3.3 Données géophysique.....	12
III.3.4 Hypothèse de calcul	13

III. METHODOLOGIE	18
IV.1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET COLLECTE DES DONNEES	18
IV.2. TRAITEMENT DES DONNEES SUIVI DE LA CONCEPTION ET DU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP.....	19
IV.2.1 CONCEPTION DU RESEAU D'AEP	19
IV.2.2 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP	21
IV.2.2.1 Evaluation de la population à l'horizon 2055	21
IV.2.2.2 Evaluation des besoins en eau.....	22
IV.2.2.3 Détermination de la capacité du réservoir.....	24
IV.2.2.4 Calcul des débits caractéristiques	26
IV.2.2.5 Calcul des diamètres de conduite.....	27
IV.2.2.8 Système de pompage.....	33
IV.2.2.9 Source d'énergie pour le pompage.....	33
IV.2.2.10 Prix de revient de l'eau	35
V. RESULTAT DE L'ETUDE TECHNIQUE.....	36
V.1 BESOINS, DEMANDE EN EAU, DEBITS DE DIMENSIONNEMENT ET EMPLACEMENT DES FORAGES	36
V.1.1 Taux d'accroissement et Evaluation de la population à l'horizon du projet	36
V.1.2 Besoins en eau	37
V.1.3 Ressource en eau	37
V.2 DETERMINATION DE LA CAPACITE DU RESERVOIR.....	39
V.2.1 Capacité utile du réservoir.....	39
V.2.2 Traitement De L'eau	40
V.3 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU AEP	41
V.3.1 Tracé du réseau.....	41
V.3.2 Dimensionnement du réseau de distribution	43
V.3.3 Dimensionnement du réseau d'adduction	46

V.3.4 Choix de la pompe immergée et point de fonctionnement	47
V.3.5 Simulation du réseau de refoulement sur Epanet	49
V.4 ETUDE DES COUPS DE BELIER ET MODE DE POSE DES CONDUITES	51
V.5 SIMULATION DU RESEAU SUR EPANET ET COMPARAISON DES RESULTATS	52
V.5.1 Simulation du réseau sur EPANET	52
V.5.2 Comparaison Des Résultats.....	54
V.6 RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DE LA SOURCE D'ENERGIE	56
V.7 EQUIPEMENT ANNEXES.....	58
VI.ETUDE FINANCIERE	59
VI.1 Etude du coût du projet	59
VI.2 Estimation du prix de vente de l'eau.....	61
VI.3 Analyse de la rentabilité du projet	63
VI.4 Mode de gestion.....	64
VII.NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL	65
VII.1 Introduction et caractérisation du projet	65
VII.2 Rappel du cadre législatif régissant le projet (notice d'impact)	66
VII.3 Rappel des composantes et phases du projet	66
VII.4 Identification et évaluation des impacts	66
VII.5 Plan de gestion environnemental et social.....	67
VII.6 Conclusion partiel	69
VIII.CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	70
BIBLIOGRAPHIE	71
ANNEXES	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Localisation des points de sondage géophysique	12
Tableau 2: Taux de desserte projeté	15
Tableau 3 : Logiciels utilisés.....	18
Tableau 4 : Valeur forfaitaires des capacités des réservoir	24
Tableau 5 : Taux d'accroissement calculé de la population.....	36
Tableau 6 : Evaluation de la population à l'horizon du projet	37
Tableau 7 : Besoins en eau de la population	37
Tableau 8 : Evaluation de la ressource en eau	38
Tableau 9 : Localisation et caractéristiques des forages	39
Tableau 10 : Caractéristique du réservoir d'eau.....	39
Tableau 11 : Temps de contact et temps de séjour.....	40
Tableau 12 : Débit d'injection et volume du bac	40
Tableau 13 :Tableau récapitulatif des diamètres, vitesses et pressions obtenus	43
Tableau 14 : Localisation des bornes fontaines	46
Tableau 15 : Diamètre économique	47
Tableau 16 : Calcul de la Hauteur Manométrique Total.....	47
Tableau 17 : Caractéristique des pompes	47
Tableau 18 : Données de détermination du point de fonctionnement.....	48
Tableau 19 : Vérification du coup de bélier	51
Tableau 20: Mode de pose des conduites et Volumes des déblais.....	51
Tableau 21 : Caractéristiques et choix du groupe électrogène pour forage 1	56
Tableau 22 : Caractéristiques et choix du groupe électrogène pour forage 2	56
Tableau 23 : Caractéristiques du générateur solaire pour le forage 1 et de l'onduleur.....	57
Tableau 24: Caractéristiques du générateur solaire pour le forage 2 et de l'onduleur.....	57
Tableau 25 : Equipements annexes	58
Tableau 26 : Synthèse des investissements du projet.....	59
Tableau 27 : Amortissement et charge d'exploitation et Charges fixes.....	61
Tableau 28 : Volume d'eau vendue à l'échéance du projet	62
Tableau 29 : Prix de revient de l'eau.....	62
Tableau 30 : Identification et évaluation des impacts	67

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de IGIP Afrique	3
Figure 2 : Carte de situation géographique de la zone d'étude	4
Figure 3 : Carte hydrographique de la commune de Koubri	6
Figure 4 : Tracé du réseau	42
Figure 5 : Point de fonctionnement du système de pompage.....	49
Figure 6: Simulation du réseau de refoulement dans le logiciel Epanet	50
Figure 7: Rapports de simulation des pressions et vitesses du réseau sur Epanet	53
Figure 8 : Comparaison des pressions obtenu aux différent nœuds calculées et simulées	54
Figure 9 : Corrélation entre les pressions calculées et simulée.....	54
Figure 10 : Comparaison des vitesses calculées et simulées sur Epanet.....	55
Figure 11: Corrélation entre les vitesses calculées et simulée	55

FICHE SIGNALETIQUE DU PROJET

1. Localisation	
Site	Koubri Centre
Nombre de secteurs	5
Commune	Koubri
Province	Kadiogo
Région	Centre
Horizon du projet	2055
2. Données socio-économiques	
Population en 2019	10 713 habitants
Taux d'accroissement (%)	2,53
Consommations spécifique	❖ 20l/j/habitants pour BP ❖ 15l/j/habitants pour BF
Population en 2055	26 336 habitants
Taux de desserte à l'horizon 2055	90% dont :70% pour les BP 20% pour les BF
Population desservie	❖ 18 435 habitants pour BP ❖ 5267 habitants pour BF
Demande en eau du jour de pointe (m ³ /j)	629,28
Débit de pointe horaire (l/s)	28,24
3. Château d'eau	
Type	Béton armé de forme Cylindro-Tronconique
Volume (m ³)	200
Hauteur sous radier (m)	12
4. Réseau de refoulement	
Nature des conduites	Tuyaux PEHD PN16 de longueur totale de 3921,01 m
	DN 160 : 317,85 m
	DN 90 : 3603,16 m
5. Réseau de distribution	

Type de réseau	Maillée (20 Mailles)
Nature des conduites (95 tronçons)	Tuyaux PVC PN10 de longueur totale de 27241 m
	DN 250 : 959,6 m
	DN 200 : 386,5 m
	DN 140 : 3 462,5 m
	DN 110 : 5 380,1 m
	DN 90 : 1 977,6 m
	DN 63 : 15 074,6 m
6. Forage	
Nombre de forages à l'horizon 2055	4
Débit d'exploitation	10 m ³ /h
Niveau statique	-
Niveau dynamique	50 m
7. Pompe	
Débit	10 m ³ /h
Hauteur manométrique totale (HMT)	• 79,80 m pour F1 • 111,09 m pour F2
Marque /Type	• GRUNDFOS / SPE 18-12 pour F1 • GRUNDFOS / SPE 18-17 pour F2
Puissance nominale	3,59 kW/4,92 kW
8. Bornes fontaines et branchements particuliers	
Nombre de BF	11 BF de 03 robinets chacun
Nombre de BP démarrage / horizon	351/ 1844
9. Source d'énergie	
Type	Solaire , SONABEL et Groupe électrogène
Puissance du champ solaire / type module	5,12 kWc / modules monocristallins de 250 Wc 7,02 kWc / modules monocristallins de 250 Wc
Nombre de modules	▪ 22 modules pour F1 ▪ 28 modules pour F2

Puissance du groupe / type	22 KVA / 25 KVA
10. Aspects financiers et gestion	
Cout du projet	En H TVA : 620 775 525FCFA
	En TTC : 732 515 120FCFA
Prix de revient du m3 d'eau	400
Mode de gestion proposé	Affermage

I. INTRODUCTION

L'accès à l'eau potable fait partie des axes stratégiques majeurs pour la réduction de la pauvreté. Ressource rare et limitée, l'eau est fragile, non substituable et indispensable à la vie. Antoine de Saint-Exupéry (1939) disait à ce propos que "l'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie". Cependant les populations du Burkina Faso, comme celles d'autres pays d'Afrique subsaharienne, ont un accès limité à l'eau potable, ce qui pousse certains habitants à s'approvisionner dans des sources non potables. C'est pourquoi l'accès à l'eau potable des populations constitue un enjeu politique, économique et social majeur et est devenu une priorité pour l'Etat Burkinabè. Depuis les indépendances, le Burkina Faso a connu plusieurs orientations stratégiques et politiques dans le développement du secteur de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement, notamment en milieu rural. Pour l'horizon 2030, l'Etat burkinabè s'est doté d'un nouveau cadre programmatique : le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP). Le PN-AEP constitue l'instrument par lequel notre pays dans sa composante Eau et Assainissement, vise à atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD), à savoir « Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau ». C'est dans ce contexte que la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre (DREA-C), sur financement du budget de l'Etat gestion pour la mise en œuvre du PN-AEP, a prévu effectuer des paiements au titre des marchés de services pour la maîtrise d'œuvre technique et sociale des travaux de réhabilitation/extension de systèmes AEPS. À l'issue du processus de passation des marchés, le groupement de Bureau d'études IGIP Afrique SARL (Burkina Faso/Bénin) a été retenu pour l'étude d'adaptation du Système d'Alimentation en Eau Potable (AEP) dans les chefs-lieux des communes de la Région du Centre - Sites de Koubri et Komsilga au profit de la DREA-C. C'est dans ce cadre que nous avons travaillé au sein de ce bureau d'études et en qualité de stagiaire, en vue d'élaborer notre mémoire de fin de cycle de Master au 2iE en Génie de l'Eau de l'Assainissement et des aménagement hydro-agricole (GEAAH) ; sous le thème « ***Conception et dimensionnement d'un système d'approvisionnement en eau potable dans le centre de Koubri, chef-lieu de la commune de Koubri, Région du Centre au Burkina Faso.*** » Notre démarche consistera, après la présentation du site, à faire : un état des lieux/diagnostic de l'approvisionnement en eau potable, une évaluation des demandes en eau à l'horizon du projet, la conception d'un système d'AEP adapté que nous dimensionnerons, une proposition

d'évaluation d'impact environnementale et une estimation des coûts d'investissements du projet.

• INFRASTRUCTURES ET AMÉNAGEMENTS

IGIP Afrique Burkina Faso intervient dans la conception et le dimensionnement d'ouvrages, la conception et le dimensionnement d'aménagements hydroagricoles, la réalisation d'études géotechniques et topographiques, ainsi que l'évaluation de projets.

• ANALYSE ET TRAITEMENT DE DONNÉES

IGIP Afrique Burkina Faso réalise également la collecte de données à travers des enquêtes de terrain et des diagnostics, l'élaboration de bases de données sous Access, ainsi que la cartographie SIG à l'aide de logiciels tels qu'ArcView et MapInfo.

L'organigramme de IGIP Afrique Burkina Faso, lors de notre séjour se présente comme suit

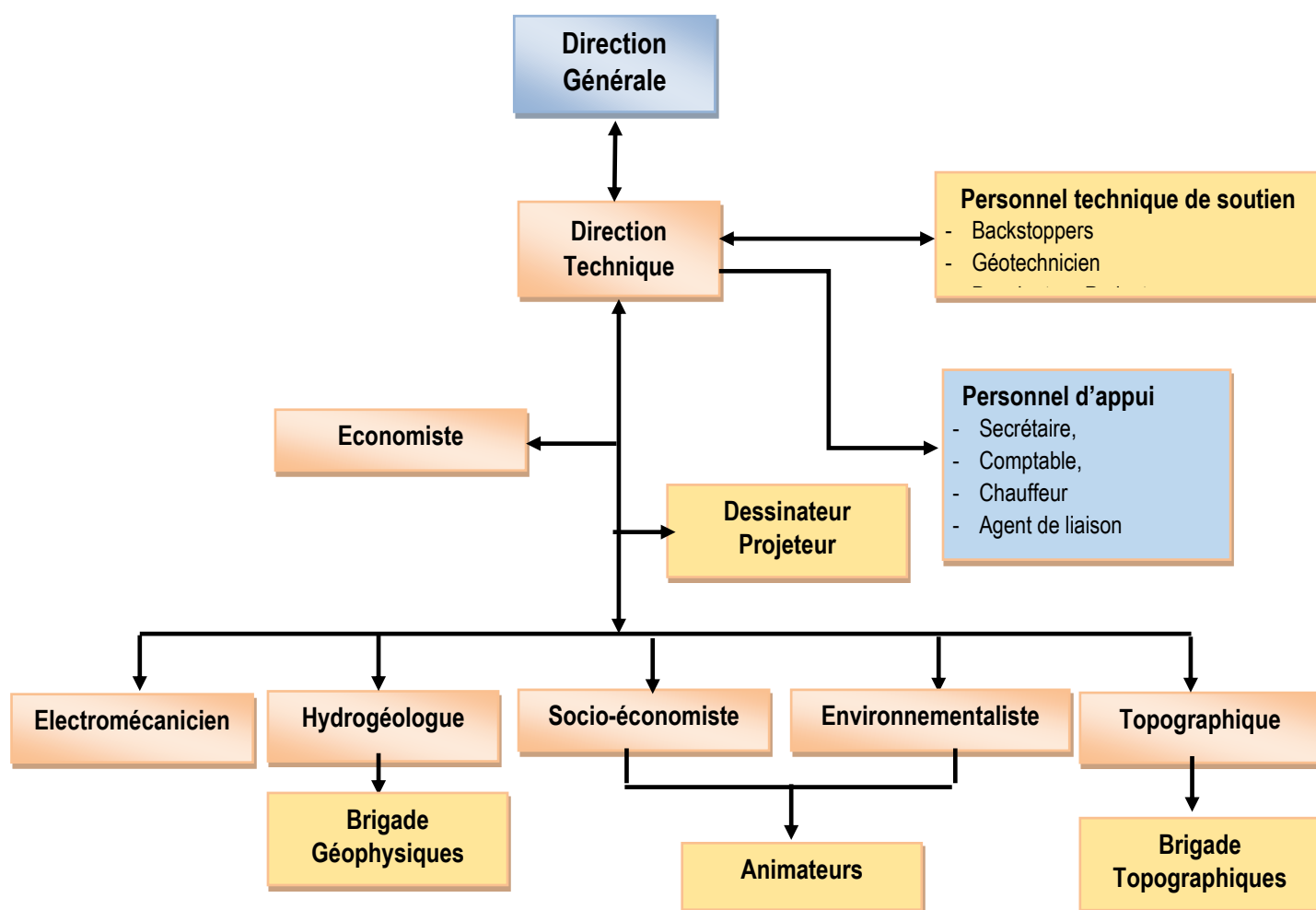


Figure 1: Organigramme de IGIP Afrique

II.2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II.2.1. Situation géographique

Le site de Koubri relève de la commune de Koubri, province du Kadiogo dans la région du Centre. Il se trouve à environ 25 km au Sud de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Pô-frontière du Ghana (route nationale n°5). Ses coordonnées géographiques sont de 12°10' Nord de latitude et 1°24' Ouest de longitude. C'est une localité qui est séparée en deux blocs par la présence d'un barrage. Le site de Koubri se trouve à environ 25 km au Sud de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Pô frontière du Ghana (route nationale n°5). La voie est bitumée et en bon état. Le site est accessible en toutes saisons.(MAIRIE, 2022)

La carte ci-dessus permet de localiser la commune de Koubri

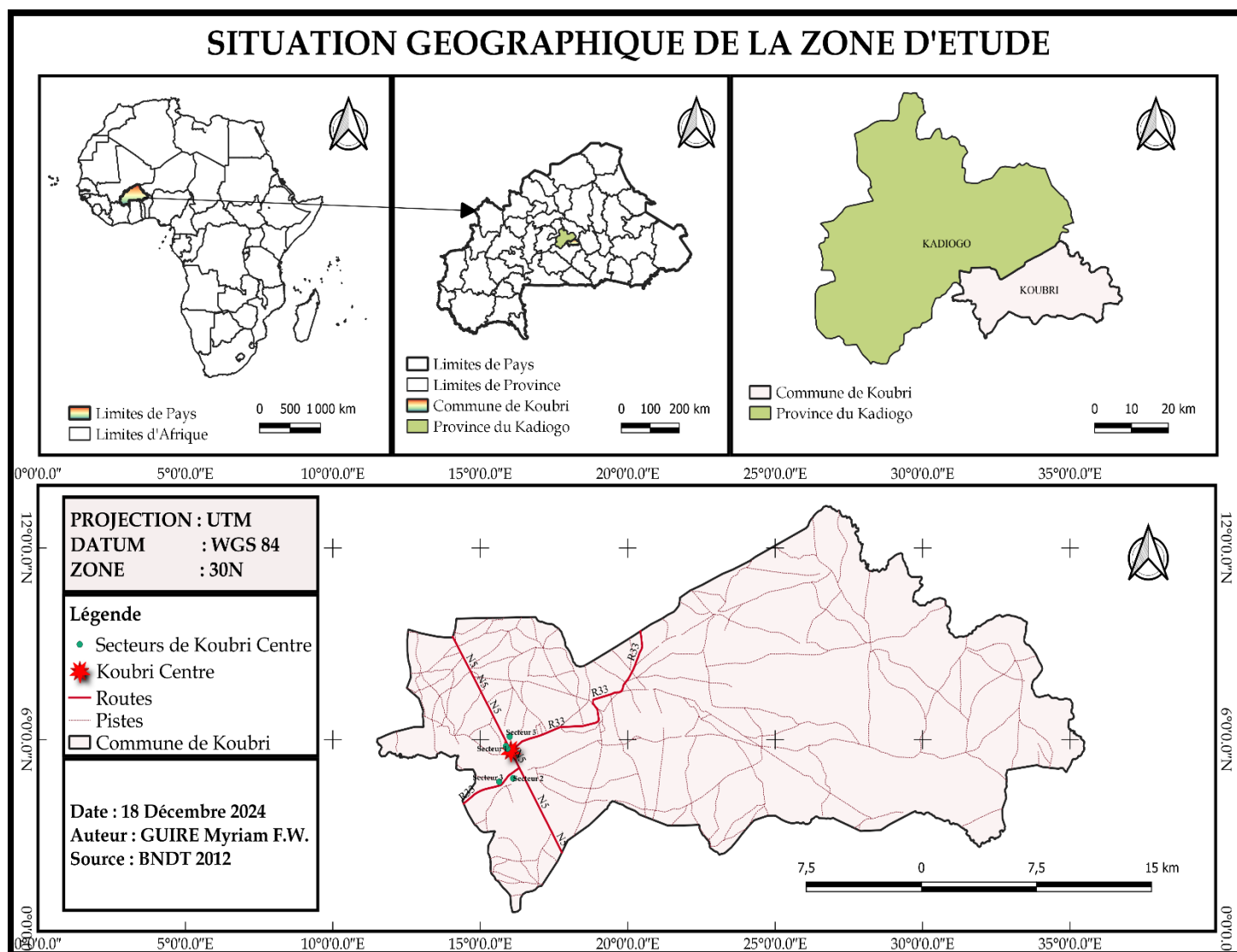


Figure 2 : Carte de situation géographique de la zone d'étude

II.2.2. Les caractéristiques physiques du milieu

II.2.2.a Relief

Le relief de la ville de Koubri est caractérisé par une pénéplaine arasée traversée par quelques cours d'eau semi permanents de laquelle émergent quelques rares plateaux culminant à 200 - 300 mètres.(MAIRIE, 2022)

II.2.2.b Climat et pluviométrie

La commune de Koubri, située dans la zone soudano-sahélienne (700 à 1000 mm d'isohyètes), connaît deux saisons : une saison pluvieuse de juin à octobre, marquée par les vents de mousson, et une saison sèche de novembre à mai, dominée par l'harmattan. Les températures varient de 17°C à 42°C. La pluviométrie, concentrée entre juillet et septembre avec un pic en août, est irrégulière et mal répartie dans le temps et l'espace, ce qui affecte la productivité agricole.(MAIRIE, 2022)

II.2.2.c Végétation et faune

La commune présente un couvert végétal varié, composé de savane arbustive, de savane-parc et de zones rizicoles alluviales, dominé par des espèces locales comme le karité, le néré, le baobab et le *Lannea microcarpa*. Ce couvert est fortement dégradé à cause de la pression humaine et animale. Des plantations exotiques (manguier, eucalyptus, neem) existent, mais manquent de suivi. La faune, peu diversifiée et en déclin, comprend principalement de petits gibiers, reptiles, oiseaux, amphibiens, poissons (tilapia, silures, *Chrysichthys*) et crustacés introduits, cette rareté étant due à la dégradation des habitats naturels. (MAIRIE, 2022)

II.2.2.d Sols et Hydrographie

➤ **Sols**

Les sols dominants dans la commune répertoriés dans le Plan Communal de Développement de Koubri échu sont les suivants : les sols hydro morphes localisés dans la quasi-totalité des villages ; les sols minéraux bruts ; les sols à mull se rencontrant à l'extrême Sud de la commune dans les environs du village de Tansablogo ; les vertisols et para vertisols situés au Nord-Est de la commune vers les villages de Moince et Péelé; les sols peu évolués et les sols halomorphes localisés dans les extrémités Sud-est et Est de la commune.(MAIRIE, 2022)

➤ **Hydrographie**

La commune de Koubri est traversée par un cours d'eau, le Nialarle qui est un affluent important qui conflue avec le Massili avant de rejoindre le Nakambé en rive gauche une vingtaine de km en aval du Barrage de Ziga. La quasi-totalité des petits barrages ou retenues d'eau de la commune sont localisés dans le bassin versant crée par ce cours d'eau. Ce bassin versant occupe une superficie voisine de 1 000 Km² et regroupe plus de 50 réservoirs, soit une densité de l'ordre de 5 réservoirs par 100 km². Le réseau hydrographique relativement dense crée des zones inondables donnant lieu à des bas-fonds dont les superficies aménageables sont estimées à 517 ha.(MAIRIE, 2022)

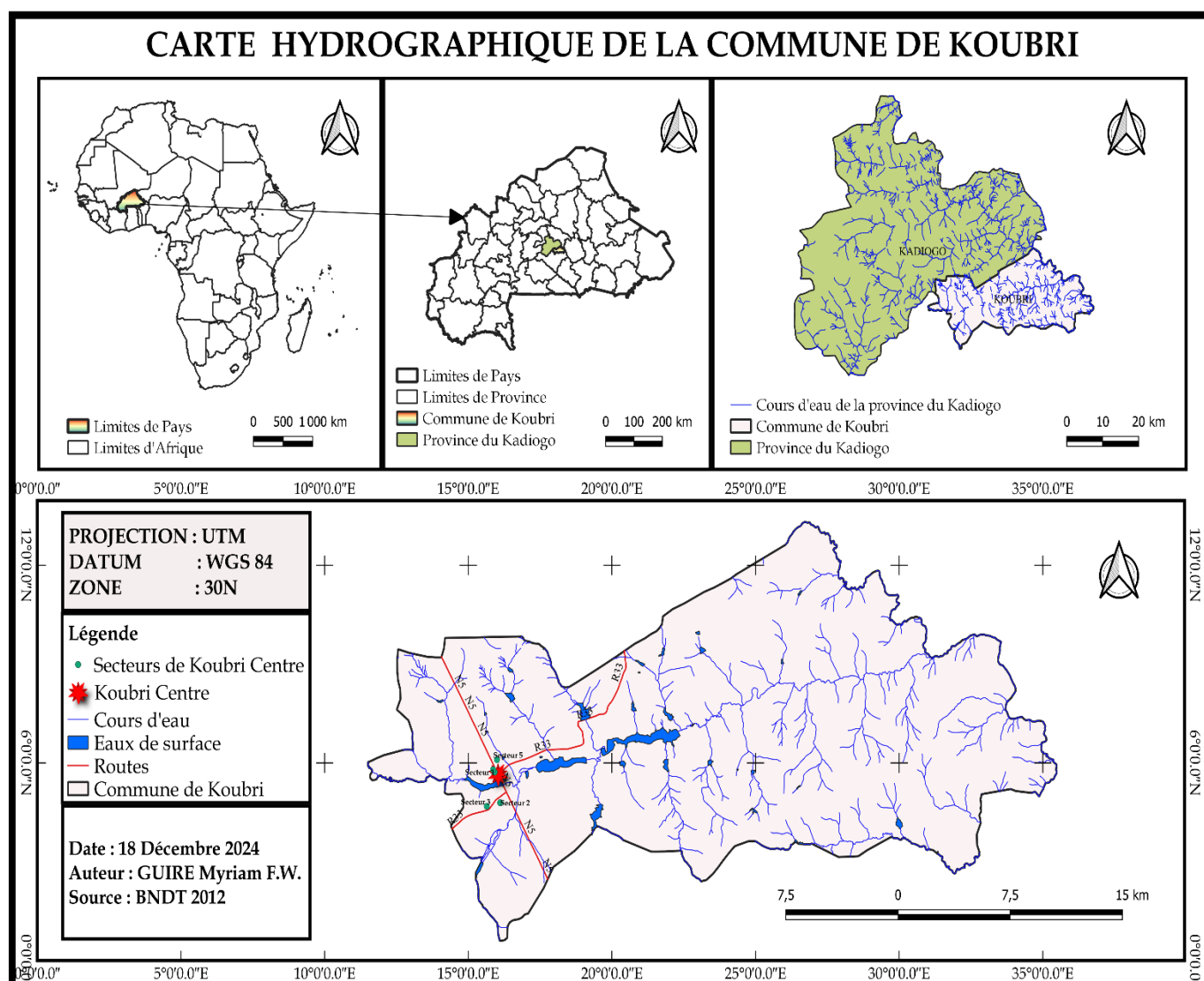


Figure 3 : Carte hydrographique de la commune de Koubri

II.2.2.d Géologie et hydrogéologie

La commune de Koubri repose sur un socle cristallin de granite (environ 2100 millions d'années), issu de l'orogénèse éburnéenne. Hydro géologiquement, la présence d'altérites et de fissures importantes est cruciale pour la circulation des eaux souterraines.(MAIRIE, 2022)

II.2.3 Caractéristiques du milieu humain

II.2.3.a Caractéristiques démographiques

Koubri connaît une forte croissance démographique. En 2019, la population du centre de Koubri était de 10 713 habitants (INSD, 2019), et devrait atteindre environ 12 446 habitants fin 2025, avec un taux d'accroissement communal de 2,53%. La population est jeune, avec 37,15% ayant entre 0 et 14 ans et 58,62% de 15 à 64 ans.

II.2.3.b Organisation sociale et politique

La commune est principalement peuplée de Mossé et Peulhs, avec d'autres ethnies comme les Bissa et Gourounsis. Les religions pratiquées sont l'animisme, l'islam (majoritaire avec 55,9%) et le christianisme. L'organisation traditionnelle repose sur le village et le canton. L'organisation moderne est partagée entre le préfet (représentant de l'État) et le maire et conseil municipal (gestion de la commune). La participation des femmes aux instances de décision est faible, malgré leur forte présence (50,27% de la population). Elles font face à des difficultés d'accès à l'eau et à l'insécurité foncière.(MAIRIE, 2022)

II.2.4 Caractéristiques socio-économique du site

➤ Structure de l'habitat

L'habitat à Koubri est un mélange de types traditionnel (cases rondes), semi-moderne (murs en banco, toits en tôle) et moderne (matériaux définitifs). La proximité d'Ouagadougou favorise le développement d'habitats spontanés.

➤ Principales activités de la population

Les principales activités socio-économiques de la zone de projet sont l'agriculture, l'élevage, le commerce et l'artisanat.

- **L'agriculture** est l'activité dominante, avec des cultures vivrières (mil, sorgho, maïs, riz), maraîchères (choux, oignons, tomates) et de rente (coton, arachide). Les rendements sont moyens en raison des outils traditionnels et des sols peu fertiles.

- **L'élevage est la deuxième** activité économique, une source importante de revenus et d'épargne (bovins, ovins, caprins, volaille, ânes, porcs, équins).
- **Le commerce** se concentre sur les produits agricoles, d'élevage, forestiers et artisanaux. La transformation de produits agricoles est limitée.
- **L'artisanat** comprend la production (menuiserie, forge, poterie) et les services (mécanique, maçonnerie). Les femmes sont très actives dans la transformation artisanale, mais manquent de financement.(MAIRIE, 2022)

➤ **Infrastructures**

La zone dispose de deux écoles primaires et un CSPA (Centre de Santé et de Promotion Sociale), deux mosquées, une chapelle, un temple protestant, et un marché. L'approvisionnement en eau potable est assuré par 274 forages (249 fonctionnels), 37 puits modernes (31 fonctionnels), des PEA (Points d'Eau Améliorés) et des AEPS (Adductions d'Eau Potable Simplifiées), y compris un AEPS multi-villages. L'AEPS multi village fait l'objet de contrat d'affermage avec SAWES.(MAIRIE, 2022)

II. PRESENTATION DU PROJET

III.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Face aux défis liés aux changements climatiques et à la croissance démographique, la gestion durable de l'eau devient essentielle pour satisfaire les besoins croissants d'une population en expansion. Le Burkina Faso, en adhérant aux Objectifs de Développement Durable (ODD), notamment l'ODD 6 sur l'accès à l'eau et l'assainissement, a mis en place plusieurs programmes, dont le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) pour 2030. Ce programme vise à garantir un approvisionnement en eau potable durable, tant en quantité qu'en qualité, et à soutenir les investissements dans le secteur de l'eau potable. Le PN-AEP s'inscrit dans la Stratégie Nationale de l'Eau, qui ambitionne, pour 2030, une gestion efficace de la ressource en eau et un accès universel à l'eau et à l'assainissement. Pour y parvenir, une gestion publique de l'eau potable est primordiale. Dans ce cadre, la Direction Régionale de l'Eau et de l'Assainissement du Centre (DREA-C) a prévu des paiements pour la maîtrise d'œuvre des travaux de réhabilitation et d'extension des systèmes d'Adduction en Eau Potable Simplifiée (AEPS), financés par l'État.

Le groupement IGIP Afrique SARL a été retenu pour réaliser une étude d'adaptation du système d'AEP dans les communes de Koubri et Komsilga. Le projet vise à améliorer l'accès à l'eau pour

la population de Koubri, qui, avec plus de 10 000 habitants, fait face à une demande croissante en raison de l'urbanisation rapide. Actuellement, les systèmes d'AEPS en place ne suffisent pas à couvrir les besoins en eau. L'étude cherchera à proposer des solutions concrètes pour répondre à cette problématique.

III.2. OBJECTIFS (GLOBAL, SPECIFIQUES) DE L'ETUDE ET RESULTAT ATTENDUS

- **Objectifs de l'étude**

L'objectif du stage est de réaliser une étude technique et financière d'un système d'approvisionnement en eau potable (AEP) dans le centre de Koubri.

Les objectifs spécifiques qui en résultent sont de :

- Réaliser une étude technique du système d'AEP,
- D'évaluer le coût et la rentabilité du projet, et
- D'analyser son impact environnemental tout en proposant des mesures d'atténuation adaptées.

- **Résultats attendus**

A l'issu de la présente étude, nous aurons :

- La conception technique du système d'AEP est réalisée ;
- Le coût et la rentabilité du projet sont évalués ;
- Une notice d'impact environnemental et social est proposée.

III.2. DIAGNOSTIC/ETAT DES LIEUX

III.2.a Diagnostic et états des lieux

L'AEPS de Koubri centre est composé de deux (02) réseaux indépendants. Le premier couvre la partie Sud, Le deuxième couvre la partie Nord. Le premier a été réalisé par les moines de Koubri vers les années 1976. Le deuxième a vu le jour en 2008 à travers un projet de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE). Il faut noter aussi que l'AEPS de Koubri Nord et Koubri Sud a bénéficié d'un projet d'extension et de réhabilitation en 2014 réalisé par la DREA-C. La gestion de ces deux réseaux a été confiée à l'opérateur privé SAWES (Sahelian Agency for Water, Environment and Sanitation) à travers un contrat d'affermage signé avec la commune de Koubri (MEEA/DREA-C, 2024).

Un inventaire préliminaire des principaux équipements sur le terrain a été réalisé en collectant les coordonnées GPS (Global Positioning System) de toutes les bornes fontaines (BF), des forages et des châteaux d'eau. Le premier système desservant la partie sud est muni d'un forage fonctionnel de débit de $5\text{m}^3/\text{h}$ avec l'absence de sonde pour le suivi de la piézométrie et une protection et automatisme défaillants., d'une conduite de refoulement de longueur 640 ml en PVC DN90, d'un château d'eau métallique de 30 m^3 de volume. Le château est en mauvais état et présente de grosses fuites à plusieurs endroits. Un réseau de distribution de longueur totale de 1668 ml avec des conduites en PVC DN90 long de 763 ml et des conduites en PVC DN63 long de 905 ml. Ce réseau de distribution est muni de quatre (04) bornes fontaines dont une (01) non fonctionnelle et de branchements particuliers. Des dégradations diverses constatées sur chaque BF, notamment des robinets défectueux, des puits perdus bouchés, des hangars délabrés.

Le deuxième s'étend à la partie Nord est muni de d'un forage fonctionnel de débit de $5\text{m}^3/\text{h}$ avec une protection et automatisme défaillants, d'un château métallique de 50 m^3 de volume. Le château d'eau est en bon état. Une conduite refoulement avec une longueur de 551 ml en PVC DN90. D'un réseau de distribution de longueur totale de 3542 ml avec des conduites en PVC DN90 long de 1530 ml et des conduites en PVC DN63 long de 2012 ml muni de cinq (05) bornes fontaines dont deux non fonctionnelles et de branchements particuliers. Les branchements particuliers sont environ de cent (100) pour Koubri Nord et Sud.

Chaque forage possède une source d'alimentation électrique ; un équipement de pompage ; de coffret de commande et de protection ; de regards et local technique ; de robinetteries d'un système d'automatisme et d'un dispositif de suivi de la piézométrie. Des dégradations diverses constatées sur chaque BF, notamment des robinets défectueux, des puits perdus bouchés, des hangars délabrés.

D'un point de vue organisationnelle, d'après les études socio-économiques il s'avère que près de 60% des enquêtés font la queue pour se faire servir de l'eau potable, 39,6% des consommateurs affirment qu'il y a de la bousculade et des bagarres pour se faire servir, 50% des consommateurs estiment que la corvée d'eau les empêche de bien mener leurs diverses activités et 93,9% des ménages affirment qu'il y a une période où le service d'eau pose plus de problème. Il s'agit principalement de la période chaude. En dehors de la période chaude qui rencontre l'assentiment de la grande majorité des consommateurs, les autres aspects sont assez

mitigés. De plus, pour 61,6% des enquêtés, le temps mis pour être servi à la BF est de moins de 10 mn. Parmi eux, il y en a même (39%) qui disent y passer moins de 5 mn. Cependant, 38,4% reconnaissent y patienter plus de 10 mn avant d'être servis. De nos enquêtes, il ressort que 55,5% des consommateurs disent que les BF de Koubri ouvrent à 7h ;26% affirment même que les BF ouvrent à 9h. Près de 16% affirment que les BF ouvrent à 8 h, et 3% disent qu'elles ouvrent à 6h. En ce qui concerne les heures de fermeture, 69% des utilisateurs affirment qu'elles interviennent à 19h, 24% reconnaissent que les BF ferment à 18h, et près de 7% admettent que les BF ferment dès 17h.

D'un point de vue économique l'analyse des informations recueillies montre que 59,8% des ménages non abonnés au BP estiment que le prix est abordable contre 40,2% qui trouvent que les factures mensuelles sont non maitrisables. Concernant les ménages abonnés au BP les enquêtes révèlent que 68,3% des enquêtés sont satisfaits des tarifs pratiqués. Quant à l'appréciation faite des factures, il ressort que 41,5% des enquêtés estiment les factures acceptables, 51,2% estiment que les factures sont élevées et 7,3% pensent que les factures sont très élevées. Le système d'AEPS du centre de Koubri, mêmes s'il est viable, a souvent un bilan négatif, du fait du non-paiement des factures par certains usagers et certains grands clients tels que la mairie, le CSPS et le domicile du préfet.

III.2.b Proposition d'alternative

Après une analyse faite des différents dysfonctionnements, nous pouvons conclure que les deux systèmes AEPS sont défaillants. En plus de cela avec le manque de bornes fontaines dans certains quartiers il y'a manques d'eau. Pour y remédier, nous proposons une conception et un dimensionnement d'un nouveau système AEP. En effet selon le Recensement Générale de la Population et de l'Habitat (INSD, 2019) , la population du centre de Koubri serait de 10713 habitants ce qui répond aux normes de passer d'une AEPS a une AEP. Cela, donnera la possibilité d'extension future du système pour répondre à l'extension du centre de Koubri.

III.3. DONNEES DE BASE

Les données de base de cette étude constituent les informations quantitatives essentielles pour réaliser une analyse de faisabilité technique et financière du projet.

III.3.1 Données démographiques

D'après le **Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH)**, le centre de **Koubri** comptait **8060 habitants** en **2006** (INSD, 2006) et **10713 habitants** en **2019**. Cela

permet de conclure à un **taux d'accroissement naturel de 2,21%**, qui est en dessous de celui de la région du **Centre**, évalué à **4,42%**. Notons que Koubri sud occupe 2/3 de la population et regroupe les secteurs 1, 2 ,3 et Koubri Nord occupe 1/3 de la population et regroupe les secteurs 4 et 5.(IGIP Afrique, 2024c)

III.3.2 Données topographiques

Les levés topographiques ont pour principal objectif de déterminer le point le plus élevé pour l'implantation du château d'eau. Ces levés permettront également de réaliser le plan du réseau et son profil en long, afin de visualiser le tracé des canalisations et de mesurer les altitudes du tracé, des bornes fontaines, des différents nœuds, ainsi que de déterminer les coordonnées géographiques des bornes fontaines, des nœuds, du château d'eau. Étant donné que la distribution de l'eau repose sur la gravité, il est essentiel de positionner le château d'eau au point le plus haut afin de faciliter l'écoulement et permettre aux utilisateurs situés dans les zones les plus basses du réseau d'accéder à l'eau. Dans le cadre de cette étude, ces données ont été utilisées pour créer un schéma AutoCAD géo référencé en coordonnées UTM/WGS84.

III.3.3 Données géophysique

La mise en place d'une AEP nécessite d'abord la réalisation de forage destiné à alimenter le système. Les travaux de prospection géophysique ont abouti en la détermination de 3 points à forer dans chaque zones, classés par ordre de priorité selon la meilleure probabilité de succès.(IGIP Afrique, 2024b)

Tableau 1: Localisation des points de sondage géophysique

Zone	Choix par ordre de priorité	Sondage	Altération (m)	Profondeur conseillée (m)	Profondeur de désespoir (m)	Longitude	Latitude
Koubri	1	SE1	25	70	90	672905.00 m E	1349368.00 m N
Zone 1 (Nord)	2	SE3	25	95	110	672863.00 m E	1349440.00 m N
	3	SE4	30	70	80	672891.00 m E	1349444.00 m N

Koubri	1	SE2	17	115	120	674380.00 m E	1346899.00 m N
Zone 2	2	SE4	17	115	120	674445.00 m E	1346764.00 m N
(Sud)	3	SE5	10	130	135	674471.00 m E	1346708.00 m N

III.3.4 Hypothèse de calcul

III.3.4.a Horizon du projet

L'eau, en tant que service public essentiel, doit être fournie sans interruption. Pour répondre aux besoins croissants de la population tout en assurant un service de qualité, le projet élaboré sera réalisé en deux phases : 2040 et 2055. Ce phasage répond à quatre facteurs clés dont l'accroissement du nombre des usagers car la population a augmenté de 8 060 habitants en 2006 à 10 713 habitants en 2019 avec installation de nouvelles populations entraînant une incertitude sur la démographie et l'installation de nouvelles industries et équipements sociaux; ensuite l'augmentation de la consommation spécifique avec le changement de mode d'alimentation : passage de la borne fontaine au branchement particulier, impactant la consommation ; de plus la durée de vie des installations car les canalisations existantes, datent de 16 à 48 ans ; Enfin, le cycle de vie du projet qui est élevé de 30 ans .

Par ailleurs, la qualité du service reste un enjeu important dans le contexte socio-économique du centre de Koubri. Le défi principal réside dans la conciliation des ressources financières limitées avec l'ampleur des besoins et les incertitudes économiques. Ce phasage permet ainsi de prioriser les investissements selon les besoins immédiats et futurs, tout en tenant compte des évolutions démographiques et économiques. Il s'agit d'une démarche stratégique visant à garantir un accès durable à l'eau potable pour tous. (ZOUNGRANA, 2003)

III.3.4.b Consommation spécifique

Dans le cadre de la présente étude portant sur l'approvisionnement en eau potable dans la commune de Koubri à l'horizon 2055, il est indispensable de définir une consommation spécifique de référence, élément central pour le dimensionnement des infrastructures hydrauliques et la planification des services. Cette consommation, généralement exprimée en litres par jour et par habitant (l/j/hab), permet d'anticiper la demande future et de calibrer les investissements à long terme.

Plusieurs référentiels sont disponibles pour encadrer ce choix. Le **Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP)**, qui constitue à ce jour le principal document de planification stratégique dans le secteur de l'eau au Burkina Faso, fixe les consommations spécifiques à **15 l/j/hab pour les bornes fontaines** et à **20 l/j/hab pour les branchements privés**(MEA/PN-AEP, 2016). Ce programme, bien que limité à l'horizon 2030, reste largement utilisé par les acteurs de terrain pour la conception et la mise en œuvre des projets. En parallèle, le **décret n°2019-0204/PRES/PM/MEA/MINEFID/MATDC/MS**, à portée normative, propose des seuils plus élevés : **25 l/j/hab pour les bornes fontaines** et **40 l/j/hab pour les branchements particuliers**(DGEP, 2019).

Malgré l'horizon temporel prolongé du projet jusqu'en 2055, le choix a été fait de retenir les valeurs du **PN-AEP** comme base de référence. En effet, le PN-AEP demeure, à ce jour, le cadre stratégique le plus structuré et le plus opérationnel pour le secteur de l'eau. Il a été élaboré sur la base d'analyses contextuelles approfondies et fait l'objet d'un consensus entre les institutions publiques, les partenaires techniques et financiers, et les collectivités territoriales.

Ensuite, bien que le décret de 2019 propose des niveaux de consommation plus ambitieux, ceux-ci apparaissent peu adaptés aux réalités actuelles du centre de Koubri. En effet, les enquêtes socio-économiques menées dans la zone indiquent une consommation moyenne de **11,5 l/j/hab**, bien en deçà des seuils du décret. Dans ce contexte, il serait irréaliste, voire contre-productif, de projeter directement une consommation de 25 à 40 l/j/hab, sans garanties concrètes sur l'évolution des usages, la disponibilité de la ressource et les capacités de gestion.

Par ailleurs, retenir les seuils plus modestes du PN-AEP permet de **maîtriser les coûts d'investissement et d'exploitation**. Des valeurs plus élevées impliqueraient un dimensionnement conséquent des ouvrages de production, de stockage et de distribution, avec un impact financier important, difficilement soutenable dans le contexte économique actuel. Ce choix permet donc d'engager un développement progressif du service d'eau, en cohérence avec les capacités techniques et budgétaires locales.

III.3.4.c Taux de desserte

Le principal défi du PN-AEP d'ici 2030 sera de garantir le droit d'accès à l'eau pour tous les citoyens burkinabè. L'approche recommandée doit être progressive, tant en termes de taux d'accès que de niveau de service (desserte par Point d'Eau Moderne (PEM), Borne Fontaine

(BF) ou Branchement Particulier (BP)). Pour cette étude, nous envisageons un taux de desserte global de 80% en 2030, 84,17% en 2040 et 90 % à l'horizon 2055, réparti en 70 % pour les branchements particuliers (BP) et 20 % pour les bornes fontaines (BF). La répartition est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 2: Taux de desserte projeté

Années	Taux de desserte AEP (%)	Taux de desserte Bf(%)	Taux de desserte par les BP(%)
2025	56,4	28,2	28,2
2030	80	24	56
2035	82,08	23,17	58,92
2040	84,17	22,33	61,83
2045	86,25	21,5	64,75
2050	88,33	20,67	67,67
2055	90	20	70

Source :PN-AEP et interpolation linéaire

III.3.4.d Coefficients de variations de la demande

Les demandes en eau présentent des variations quantitatives en fonction des saisons, des jours de la semaine et des heures de la journée. Ces fluctuations exercent une influence directe sur les ressources en eau à mobiliser ainsi que sur les dimensions des infrastructures requises. La taille du système de distribution est déterminée par le comportement des usagers, à qui il est crucial de garantir un service continu. La conception du réseau prendra en compte des coefficients représentant ces variations, permettant ainsi de faire des choix éclairés en adéquation avec les comportements des usagers tout en offrant un service proportionnel à leurs capacités financières.

▪ Le coefficient de pointe journalier

Le coefficient de pointe journalier reflète de manière cyclique les comportements des usagers tout au long de la semaine. Les pics de demandes en eau se manifestent lors des jours de grande

lessive et durant les jours de repos hebdomadaires. Ce coefficient est indépendant des variations saisonnières et se situe entre 1,05 et 1,15. Dans le cadre de cette étude, nous adopterons un coefficient de pointe journalier de 1,15.

▪ Le coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire reflète le pic de consommation durant la journée, illustrant ainsi les habitudes des consommateurs tout au long de celle-ci. Ce coefficient est indépendant des saisons et n'affecte pas les quantités d'eau à mobiliser. Son impact est d'autant plus réduit lorsque la ville présente une diversification de ses activités. Ce coefficient varie de 1,5 pour une grande ville de plus de 200 000 habitants, à 3 ou 2,5 pour une petite ville de moins de 10 000 habitants. Les variations du coefficient de pointe horaire en fonction de la taille de la population sont proposés ci-dessous.

Proportion des coefficients de pointe horaire

Population (habts)	C _{ph}
< 10 000	2,5 à 3
10 000 à 50 000	2 à 2,5
50 000 à 200 000	1,5 à 2
> 200 000	1,5

(Source : YONABA, 2015)

Pour une bonne approximation de ce coefficient, il peut être aussi estimé à l'aide de la formule dite du Génie Rural.

$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}}$	Avec : Q_{mh} = débit moyen horaire de distribution en m³/h.	(1)
--	---	-----

Dans notre étude, après avoir comparé les deux approches, nous avons choisi un coefficient de pointe horaire **C_{ph} = 2,5**. Cette valeurs est en corrélation avec la taille de la population à l'échéance du projet.

III.3.4.e Calcul des pertes de charges

Les pertes de charge correspondent à la perte d'énergie causée par les frottements de l'eau contre les parois de la conduite. Ces pertes de charge sont dues à divers facteurs, tels que la friction de l'eau contre les parois des tuyaux, les changements de direction du flux, la présence d'obstacles, ainsi que les variations de débit. Pour le calcul de nos pertes de charge, nous avons utilisés la formule de **Darcy et Weisbach (1775)**. La formule de Darcy-Weisbach est plus précise et polyvalente par rapport aux autres formules empiriques tels que la formule de de Chézy (1775) ; de Manning-Strickler, de Hazen et Williams, de Calmon et Lechapt pour estimer les pertes de charge. Elle s'applique à tous types de fluides et de régimes d'écoulement grâce à son coefficient de friction ajustable, prend en compte la rugosité K pris à 10^{-6} mm (SOTICI, 2023) ; des conduites de manière détaillée et repose sur des principes physiques solides. Le principal inconvénient de la formule de Darcy-Weisbach est sa complexité de calcul, notamment pour déterminer le facteur de friction λ dans le cas turbulent (nécessitant souvent des itérations avec la relation de Colebrook-White). Cependant, avec les outils modernes (calculatrices, logiciels), cette difficulté est devenue négligeable.

$\Delta H_L = \frac{8 \times \lambda \times Q^2 \times L}{g \times \pi^2 \times D^5}$	▪ λ: Coefficient de pertes de charges ▪ L : Longueur de la conduite [m] ▪ D : Diamètre de la conduite [m] ▪ V : Vitesse d'écoulement [m/s] ▪ G : Accélération gravitationnelle [m/s²].	(2)
---	--	-----

Le coefficient de frottement λ peut être déterminé à l'aide des formules de Poiseuille, de Colebrook-White, du diagramme de Moody, etc. Ce coefficient dépend du nombre de Reynolds, de la rugosité et du diamètre de la conduite. Dans ce cas, il sera calculé à l'aide de la formule de Colebrook.

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log_{10} \left(\frac{K}{3,71D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$	▪ k: Rugosité de la conduite[mm] ; ▪ D: Diamètre de la conduite [m]; ▪ Re: Nombre de Reynolds[U].	(3)
--	--	-----

La valeur de λ qui satisfait cette équation est déterminée par des itérations successives. Les pertes de charge singulières (ΔH_s) sont généralement estimées à 10 % des pertes de charge

linéaires. Dans ce travail, elles seront considérées comme équivalentes à 10 % de ΔH_L . Les pertes totales sont ensuite calculées à l'aide de l'équation.

$\Delta H_{\text{totale}} = \Delta H_L + \Delta H_S = 1,1 \times \Delta H_L$	(4)
--	-----

III.METHODOLOGIE

Pour atteindre les objectifs fixés par le projet, notamment la réalisation d'une conception et un dimensionnement de qualité pour le système, une méthodologie a été définie et mise en œuvre.

IV.1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ET COLLECTE DES DONNEES

La recherche documentaire et la collecte des données sur la zone d'étude a permis d'élaborer des Termes de Référence (TDR), facilitant ainsi une meilleure compréhension du contexte et des enjeux de l'étude. Les documents, études et informations recueillis lors de cette recherche bibliographique incluent notamment :

- Le Plan Communal de Développement (PCD) de la commune de Koubri ;
- Le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP, 2016-2030) ;
- L'étude socio-économique réalisée pour le centre de Koubri ;
- Les travaux antérieurs relatifs à l'approvisionnement en eau potable au Burkina Faso ;
- Des rapports, des mémoires, des articles ;
- Des résultats définitifs du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2006,2019) ;
- Les résultats de l'Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques (INO) de 2023 de la Direction Générale de l'Eau Potable (DGEP).

❖ Logiciels utilisés

L'analyse des données, leur exploitation et la rédaction du mémoire ont pu être réalisées grâce à l'utilisation d'outils essentiel tels que :

Tableau 3 : Logiciels utilisés

Désignation	Version	Utilité
QGIS	3.16	Réalisation de la carte de localisation de la zone du projet .
AutoCAD	2020	Pour la conception du réseau dans plan de masse et l'élaboration des plans des différentes parties de l'ouvrage (tête de forage, château d'eau, borne fontaine, local technique, carnet des nœuds,etc.)
EpaCAD	-	Conversion des schémas AutoCAD en un format compatible avec EPANET.
EPANET	2.0	Simulation hydraulique du réseau d'AEP.
Google Earth	PRO	Obtention d'une vue réelle du tracé du réseau sur le terrain.
Excel	Office 2016	Réalisation des calculs nécessaires au dimensionnement.
Word	Office 2016	Rédaction du rapport de projet.

IV.2. TRAITEMENT DES DONNEES SUIVI DE LA CONCEPTION ET DU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

IV.2.1 CONCEPTION DU RESEAU D'AEP

IV.2.1.a Choix du système et types de réseau

A partir des états des lieux et du diagnostic, il est évident que les systèmes AEPS du centre de Koubri ne suffisent plus à répondre aux besoins d'une population en croissance. Pour garantir un approvisionnement en eau potable adéquat, il est essentiel d'envisager une adaptation vers un système d'alimentation en eau potable (AEP) plus vaste qui intègre les deux systèmes existants. Cela permettra de mieux gérer la demande croissante et d'assurer un service durable et efficace. Le réseau à installer sera de type maillé en raison de la nature de l'habitat (zone lotie), de la disposition actuelle (groupé) et de la possibilité d'extension pour permettre aux populations dans la zone non lotie de s'alimenter. Cela améliore également la sécurité dans la distribution et la qualité du service. Le refoulement adopté dans cette étude est direct, sans distribution en route, ce qui permet un fonctionnement régulier des pompes avec une consommation d'énergie réduite.

IV.2.1.b Choix de la source d'eau

Pour distribuer de l'eau à moindre coût tout en assurant la maintenance et la qualité de potabilité, le choix des eaux souterraines est judicieux. Les eaux souterraines sont souvent moins coûteuses

à extraire et à traiter par rapport aux sources de surface. De plus, elles sont généralement moins exposées à la pollution, ce qui contribue à garantir leur qualité. L'analyse des données relatives à des ouvrages similaires dans la commune révéler par l'Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques (INO) a révélé des débits de forage pouvant atteindre 22 m³/h(MEEA/DGEP, 2023). Sous réserve des travaux de forage et des essais de pompage, un débit de 10 m³/h par forage est retenu pour un pompage de 16h par jour. Si ce débit n'est pas atteint, les débits réels mesurés seront pris en compte, et le nombre de forages nécessaires sera ajusté en conséquence pour répondre à la demande. Le calcul du nombre de forages se base sur l'équation 5 :

$N_{\text{Forage}} = \frac{D_{\text{jp}}}{T_p \times Q_{\text{exp}}}$	▪ N_{Forage}: nombre de forages à réaliser ▪ D_{jp} : demande au jour de pointe [m3] ▪ T_p : temps de pompage journalier [m3] ▪ Q_{exp} : débit d'exploitation d'un forage	(5)
---	--	-----

IV.2.1.c Branchements particuliers et les bornes fontaine

Les bornes fontaines seront placé à un rayon de 500m pour une population de 500 habitants soit 50 ménages et 10 personnes par ménages selon les recommandations du PN-AEP. Le nombre de bornes fontaine à installer sur le réseau a été déterminé à partir de la formule ci-dessous :

$N_{\text{BF}} = \frac{P_{\text{AEPS}}}{P_{\text{BF}}}$	▪ N_{BF} : le nombre théorique de bornes fontaines ▪ P_{AEPS} : population desservie par l'AEPS (hbts) ▪ P_{BF} : population desservie par une borne fontaine (hbts).	(6)
---	---	-----

Lors de l'enquête sociale, il ressort que la quasi-totalité (98,8%) des ménages non abonnés ont manifesté le besoin en BP contre seulement 1,2% qui estiment n'avoir pas besoin de BP. Notons que l'échantillon de ménages à enquêter était de 282 soit 10% des ménages. Le réseau sera conçu pour permettre le raccordement de futurs branchements particulier afin de répondre aux besoins de la population, avec un total de 1844 branchements particulier prévus pour l'horizon 2055.

IV.2.1.d Rendement du réseau

Le rendement du réseau est un indicateur des pertes en eau survenant durant les phases de mobilisation et de distribution dans un système d'approvisionnement en eau potable(OUERMI,

2024). Ces pertes sont influencées par divers facteurs, notamment la qualité des conduites, leur ancienneté, l'entretien réalisé, le renouvellement des branchements privés, ainsi que l'efficacité de la surveillance et la rapidité d'intervention en cas de fuites ou de pannes signalées. En général, les pertes de distribution se chiffrent entre 10% et 20%. Dans le cadre de notre projet, et en tenant compte de la taille et de la configuration de notre réseau, nous estimons que les pertes de charges varient de 5% l'année de mise en service jusqu'à 2040 pour la première phase du projet et à 10% à l'échéance du projet, ce qui conduit à un rendement global de 90% pour la distribution.

IV.2.1.e Conditions de vitesse et de pression

Les conditions de vitesse requises pour les conduites d'adduction et de distribution sont comprises entre **0,3 [m/s]** et **1,2 [m/s]**. Ces conditions de vitesse doivent être respectées dans le but d'assurer un bon fonctionnement du réseau en permettant un écoulement sans dépôt et garantir l'auto-curage dans les conduites. Les conditions de pressions doivent être fixées pour permettre aux usagers d'assurer un prélèvement sans effort particulier. Les pressions de service varient de 5 [mCE] pour les AEPS (bornes fontaines) et de 10 [mCE] à 20 [mCE] pour les AEP classiques (intégrant des branchements particuliers).

Nous retiendrons alors une pression de service minimum de 10mCE pour les BP et pour les BF et une pression de service maximum de 30mCE.

IV.2.2 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'AEP

IV.2.2.1 Evaluation de la population à l'horizon 2055

Cette étape permet d'évaluer la population projetée pour le projet ainsi que les besoins en eau nécessaires pour répondre à la demande. En utilisant les données du RGPH 2019, le taux d'accroissement de la population (pour la période 2006-2019) à l'horizon du projet ont été estimés à l'aide des équations suivantes :

$P_n = P_0 \times (1 + \alpha)^n$ $\alpha = \left[\left(\sqrt[n-i]{\frac{P_n}{P_i}} \right) - 1 \right] \times 100$	▪ P_n : Population après n années ; ▪ P_0 : Population de l'année de référence ▪ n : Horizon du projet ▪ α : Taux de croissance de la population	(7)
---	---	-----

$P_d = P_n \times t_d$	▪ P_d : Population desservie, ▪ P_n : Population à l'horizon 2055 ▪ t_d : Taux de desserte pris égale à 80% en 2030, 90% de 2040 à 2055 en fonction du taux de croissance conformément au PN-AEP de 2030.	(8)
$P_{BF} = t_d \times P_d$ $P_{BP} = t_{BP} \times P_d$	▪ P_{BF} : Population desservie par borne fontaine ; ▪ t_{BF} : taux de desserte par borne fontaine égal à 20% à l'horizon du projet ▪ P_{BP} : Population desservie par branchement particulier ; ▪ t_{BP} : Taux de desserte par branchement particulier, égal à 70% à l'horizon du projet	(9)

IV.2.2.2 Evaluation des besoins en eau

Le besoin en eau représente la quantité d'eau que l'exploitant doit fournir pour répondre à la demande de la population.

IV.2.2.a Evaluation des besoins domestiques

Les besoins moyens journaliers sont calculés en fonction de deux paramètres que sont la population à desservir et la consommation spécifique domestique. Ces besoins seront estimés par la formule suivante :

$B_{mjd} = (C_{s,BF} \times Pop \times T_{dessBF} + C_{s,BP} \times Pop \times T_{dessBP}) / 1000$ ▪ B_{mjd} : Besoin moyen journalier domestiques [m^3] ▪ $C_{s,BF}$: consommation spécifique aux bornes fontaines [$l/j/hbts$] ▪ $C_{s,BP}$: consommation spécifique aux branchements particuliers [$l/j/hbts$] ▪ Pop : population totale à desservir à l'horizon [$hbts$] ▪ $T_{dess,BF}$: taux de desserte via bornes fontaines ▪ $T_{dess,BP}$: taux de desserte via branchements particuliers.	(10)
---	------

IV.2.2.b Evaluation des besoins annexes

Les besoins annexes incluent les besoins des services sociaux tels que les centres de santé, les écoles, les lieux de culte, le marché et la mairie. Ils ont été estimés forfaitairement à 10 % de la consommation domestique. En intégrant le coefficient de pointe journalière ($C_{pj} = 1,15$) et le

rendement du réseau de distribution, la demande en eau à distribuer lors des jours de pointe sera déterminée.

$B_{\text{annexes}} = 10\% B_{\text{mjd}}$	▪ N_{BF} : le nombre théorique de bornes fontaines ▪ P_{AEPS} : population desservie par l'AEPS [hbts] ▪ P_{BF} : population desservie par une borne fontaine [hbts]. ▪ B_{mjd} : Besoin moyen journalier domestiques	(11)
$D_{\text{jp,dis}} = \frac{(C_d + 10\% \times C_d) \times C_{\text{pj}}}{\eta_r}$ $D_{\text{jp}} = \frac{B_{\text{jp}}}{\eta_r}$	▪ $D_{\text{jp,dis}}$: Demande à distribuer au jour de pointe [m^3] ▪ C_d : Consommation domestique journalière [m^3] ▪ C_{pj} : Coefficient de pointe journalier ▪ η_r : Rendement du réseau de distribution	(12)

IV.2.2.c Evaluation des besoins totaux

Les besoins journaliers globaux se calculent en faisant la somme des besoins domestiques et des besoins sociaux.

$B_{\text{mg}} = B_{\text{mjd}} + B_{\text{Annexe}}$ $B_{\text{jp}} = B_{\text{mg}} \times C_{\text{pj}}$	▪ B_{mg} : Besoins moyens globaux [m^3/j] ▪ B_{mjd} : Besoin moyen journalier domestique [m^3/j] ▪ B_{annexes} : Besoin annexes [m^3/j] ▪ B_{jp} : Besoins journalière de pointe [m^3/j]	(13)
---	---	------

IV.2.2.d Estimation de la demande de production en eau de pointe

La demande journalière brute à mobiliser en production en tenant compte du rendement du réseau d'adduction.

$B_{\text{jp,add}} = \frac{B_{\text{jp}}}{\eta_{\text{add}}}$	▪ $B_{\text{jp,add}}$: demande totale au jour de pointe d'adduction [m^3] ▪ B_{jp} : Besoins journalière de pointe [m^3/j] ▪ η_r : rendement du réseau d'adduction	(14)
---	---	------

IV.2.2.3 Détermination de la capacité du réservoir

IV.2.2.3.a Volume du réservoir

L'emplacement du réservoir doit répondre à deux contraintes principales : il doit être situé au centre de la zone desservie afin de réduire la longueur et le diamètre des conduites principales, et il doit être construit à l'endroit le plus élevé de la zone couverte pour minimiser sa hauteur par rapport au terrain naturel. En ce qui concerne la détermination de la capacité du château d'eau, des valeurs forfaitaires de réservoir, issues des statistiques des centres AEP du Burkina Faso, seront utilisées.

Tableau 4 : Valeur forfaitaires des capacités des réservoir

Condition d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% du volume journalier
Adduction avec pompage solaire (8h/j)	50% du volume journalier
Adduction continue 24h/24h	30% du volume journalier
Adduction de jour durant les périodes de consommation	10 à 30% du volume journalier

Dans notre situation, il s'agit d'une adduction de jour durant les périodes de consommation. Ce qui signifie que le réservoir sera rempli à peu près 3 fois. Le réservoir ne sera pas placé au point le plus élevé car il n'y a pas d'espace pour le placer à cet endroit, néanmoins il sera placé sur un des points le plus haut de la zone à côté de l'ancien réservoir d'eau de Koubri nord. Etant donné que le réservoir sera dimensionné pour l'horizon du projet, les deux autres réservoirs existants assureront le service pendant la construction du nouveau réservoir et seront raccordés au nouveau réservoir dès que sa construction sera achevée. Le réservoir de Koubri sud ne sera plus utilisé après la réalisation du nouveau réservoir vu son état vétuste et dégradé tandis que le réservoir de Koubri Nord pourra être utilisé par le fermier comme réservoir de secours pour desservir les zones en aval du nouveau réservoir en cas de forte demande.

$C_u = 30\% \times D_{jp}$	▪ C_u : capacité utile ▪ D_{jp} : demande au jour de pointe [m^3]	(15)
----------------------------	---	------

IV.2.2.3.b Temps de contact avec le chlore et temps de séjour de l'eau dans le réservoir

Le temps de contact est la durée de temps entre l'ajout du chlore dans l'eau et quand elle est employée ou consommée. Le désinfectant utilisé pour le traitement de l'eau du réseau sera le chlore. Le temps contact minimal dont il a besoin doit être supérieur ou égale à 2 heures pour l'efficacité de son action.

Aussi, il serait préjudiciable de s'assurer que le volume du réservoir n'impose pas un temps de séjour qui permet la volatilisation du désinfectant. L'eau ne doit ne pas rester dans le réservoir pendant plus de deux (02) jours au risque ne plus être de bonne qualité.

$T_c = \frac{C_u}{Q_{ph}} \geq 2h = T_{c,min}$	▪ T_c : temps de contact avec le chlore dans le réservoir [h] ▪ C_u : capacité du réservoir [m3] ▪ Q_{ph} : débit de pointe horaire [m3/h]	(16)
$T_s = \frac{C_u}{Q_{mh}} \leq 2 \text{ jours} = T_{volatilisation}$	▪ T_s : temps de séjour [h] ▪ C_u : capacité du réservoir [m3] ▪ Q_{mh} : débit moyen horaire [m3/h]	(17)

IV.2.2.3.d Traitement de l'eau

Les eaux souterraines, bien qu'en général propres et conformes aux normes de potabilité, doivent faire l'objet d'une analyse physico-chimique et d'un examen bactériologique pour confirmer leur qualité. Pour assurer une qualité constante de l'eau dans le réseau, un système de désinfection par injection d'hypochlorite de calcium sera installé. Ce système comprendra des bacs de préparation et une pompe d'injection, et sera situé dans des locaux aménagés à proximité du château d'eau.

❖ Détermination du débit de la pompe doseuse

La demande en chlore n'est généralement pas élevée pour les eaux de forages. Il est considéré un taux de traitement $T = 2 \text{ g/m}^3$ pour obtenir un chlore résiduel entre 2 g/m^3 et 5 g/m^3 (EBOE 2020). Dans notre étude, le traitement se fera par l'hypochlorite de calcium d'une concentration de 5g/l. Le débit de la pompe doseuse est déterminé par l'équation 18.

$q_{inj} = T_{trait} \times \frac{Q}{C}$	▪ q : débit d'injection de la pompe doseuse [l/h]	(18)
--	--	------

	▪ T : taux de traitement [g/m³] ▪ C : concentration de l'hypochlorite de calcium [g/l] ▪ Q : débit d'eau brute [m³/h].	
--	--	--

• **Volume du bac pour l'hypochlorite de calcium**

Le volume du bac se détermine par la formule suivante :

$V = q_{inj} \times T$	▪ V : volume du bac [l] ▪ T : temps de fonctionnement par jour qui est prise égale à 16h [h]	(19)
------------------------	---	------

IV.2.2.4 Calcul des débits caractéristiques

IV.2.2.4.a Débit d'adduction

Le débit d'adduction représente le volume d'eau qui circule dans les canalisations pour alimenter un réseau de distribution en eau potable pendant une période donnée. Le débit d'adduction est calculé à partir de l'équation 20.

$Q_{add} = \frac{D_{jp}}{T_p}$	▪ Q_{add} : débit total d'adduction [m³/h] ▪ D_{jp} : Demande au jour de pointe [m³] ▪ T_p : temps de pompage journalier [h]	(20)
--------------------------------	--	------

IV.2.2.4.b Débit de distribution

Sur la distribution, nous estimons un temps de distribution de **12 h de temps** pour les bornes fontaines.

$Q_{ph_BF} = \frac{D_{jp,BF} \times 1000}{12h \times 3600} \times C_{ph}$	(21)
--	------

Le débit pour les branchements privés, à l'heure et au jour de pointe, est estimé par l'équation 22.

Il est prévu un temps de distribution de **18 h de temps** pour les branchements particuliers. Le choix de 18h de pompage est une décision stratégique visant à diminuer le débit d'eau requis en dehors de cette période et à augmenter le débit de distribution durant les 18h de distribution.

Cette décision tient compte des caractéristiques de notre zone semi-urbaine, où la consommation d'eau est plus importante en journée qu'en soirée.

$Q_{ph_BP} = \frac{D_{jp,BP} \times 1000}{18h \times 3600} \times C_{ph}$	$Q_{disttotal} = Q_{ph_BP} + Q_{ph_BF} \quad (22)$
--	--

Le débit de pointe horaire de distribution est déterminé en tenant compte du débit total des bornes fontaines lorsque tous les robinets sont fonctionnels et du débit de pointe horaire des branchements particuliers.

IV.2.2.5 Calcul des diamètres de conduite

IV.2.2.5.a Conduites de refoulement

Le choix du diamètre économique de la conduite de refoulement repose sur un compromis entre deux facteurs contradictoires. D'une part, les coûts d'achat et d'installation de la conduite, qui augmentent avec le diamètre, et d'autre part, les coûts de fonctionnement liés au pompage, qui diminuent lorsque le diamètre augmente, en raison de la réduction des pertes de charge. Les conduites utilisées dans cette étude pour le réseau d'adduction sont en polyéthylène haute densité (PEHD) de pression nominale 16 bars (PN16). Le souci premier est d'avoir un diamètre dit économique qui minimise autant que possible les charges d'exploitation de l'AEP tout en optimisant les coûts d'investissement. Le diamètre dit économique à retenir est celui qui vérifiera à la fois les conditions de vitesses et celle de Flamant. La condition de GLS étant appliquée aux conduites de grand diamètre, elle ne fera pas l'objet de vérification. Les conditions adoptées sont les suivantes :

- **U_{min} = 0, 6 m/s ;**
- **U_{max} = 1, 2 m/s ;**
- **U(m/s) ≤ 0, 6 + D_{int}(m) : Condition de Flamant**

$D_{th} = \begin{cases} \text{Bresse: } D_{th} = 1,5 \times \sqrt{Q} \\ \text{Bresse modifié : } D_{th} = 0,8 \times \sqrt{Q} \\ \text{Munier: } D_{th} = (1 + 0,02 \times n) \times \sqrt{Q} \\ \text{Bédjaoui: } D_{th} = 1,27 \times \sqrt{Q} \end{cases}$	▪ D_{th} : Diamètre théorique [m] ▪ Q : débit refoulé [m^3/h] ▪ N : temps de pompage [h] ▪ U : vitesse d'écoulement [m/s]	(23)
---	---	------

• Diamètres des colonnes d'exhaure et montante

La colonne d'exhaure, reliant la pompe immergée à la tête du forage, sera réalisée en polyéthylène haute densité (PEHD). Les colonnes montantes, reliant la conduite de refoulement au réservoir, et descendante, reliant le réservoir à la conduite de distribution, seront fabriquées en acier inoxydable. Leurs diamètres seront déterminés à l'aide des relations. Les conduites de trop-plein et de vidange seront également en acier inoxydable.

$D_{exh} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{expl}}{\pi \times U}}$ $D_{Col} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{expl}}{\pi \times V}}$	▪ D_{exh}: Diamètre de la colonne d'exhaure [m] ▪ D_{Col}: Diamètre de la colonne montante [m] ▪ U: Vitesse ascensionnelle dans la colonne d'exhaure [m/s] ▪ V: Vitesse ascensionnelle dans la colonne montante [m/s].	(24)
--	---	------

• Pertes de charges à l'adduction

Compte tenu de la rareté des singularités, les pertes de charge singulières seront estimées à 5 % des pertes de charge linéaires déterminées conformément à l'équation (4).

• Calcul de la hauteur manométrique HMT

La Hauteur Manométrique Totale (HMT) correspond généralement à la différence de pression entre les orifices d'aspiration et de refoulement. Exprimée en mètres de colonne d'eau, elle dépend de la hauteur géométrique et des pertes de charge totales. Sa valeur est calculée à l'aide de l'équation (25).

$HMT = H_{geo} + \Sigma p_{dc}$ $H_{geo} = Z_{Surverse} - Z_{ND_forage}$	▪ HMT(mCE) : Hauteur Manométrique Totale ▪ H_{geo} (m): Hauteur géométrique ; ▪ Σp_{dc} (m): Somme des pertes de charges ; ▪ Z_{ND_forage} (m) : Cote du niveau dynamique	(25)
---	--	------

IV.2.2.5.b Etude du coup de bélier

Les coups de bélier sont des ondes de suppression et de dépression liées à un changement brutal de l'écoulement dans la conduite. Il est très fortement recommandé d'éviter les coups de bélier qui peuvent provoquer des dégâts extrêmement importants, parfois à retardement. Les coups de bélier correspondent à la transformation brusque de l'énergie cinétique de l'eau en pression. Le fait de bloquer l'eau brusquement par une vanne engendre des ondes de suppression et de dépression qui se propagent dans l'adduction en s'amortissant peu à peu. Nous étudions le phénomène de coup de bélier afin de voir s'il est nécessaire de mettre un dispositif anti-bélier.

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 par suite d'un arrêt brusque de la pompe. Précisons que les conduites seront enterrées. Nous avons évalué l'amplitude du phénomène du coup de bélier par la formule de Joukovski-Allievi selon l'équation 26.

$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D}{e} \times \frac{E}{E}}}$ $\Delta P = \pm c \times \frac{U_0}{g}$	▪ ΔP (m) : Variation de pression ▪ C (m/s) : Célérité de l'onde de choc ; ▪ U_0 (m/s) : Vitesse d'écoulement de l'eau ▪ g (m. s⁻²) : Intensité du champ de pesanteur ; ▪ D (m) : Diamètre intérieur de la conduite ; ▪ e (m) : Epaisseur de la conduite.	(26)
--	--	------

Une installation anti-bélier devra être mise en place si les critères suivants sont satisfaits.

$\begin{cases} \text{Suppression si : } HMT + \Delta P - ND \geq PMA \approx 1,2 \times PN \\ \text{Dépression si : } HMT - \Delta P - ND \leq -10,33 \text{ [mCE]} \end{cases}$	▪ PMA : Pression Maximal Admissible	(27)
--	---	------

IV.2.2.5.c Conduites de distribution

1) Calcul de la partie maillé

Pour le calcul des conduites de distribution, on commence par déterminer les débits aux différents tronçons du réseau. Dans cette étude, il s'agit d'un réseau maillé, où les tronçons assurent à la fois un service pour les branchements privés et une distribution vers les nœuds, tels que les borne-fontaine.

✓ Débit spécifique, débit en route, débit aux nœuds

Le débit linéique correspond au volume d'eau qui s'écoule par unité de temps et de longueur d'une conduite. Le débit en route, quant à lui, est défini comme étant le débit uniformément réparti sur un tronçon du réseau. Ces débits en route sont ensuite transformés en débits aux nœuds. Par la suite, les débits sont répartis de manière arbitraire sur les tronçons considérés, en partant du réservoir, tout en respectant la loi des débits aux nœuds, $\sum Q_n = 0$.

$Q_{Sp} = \frac{Q_{ph} - Q_C}{\sum Li}$ $Q_{route} = Q_{Sp} \times Li$ $Q_{noeuds} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{route}}{2} + Q_{BF}$	▪ Q_{Sp}: Débit spécifique [l/s/m] ▪ Q_C: Débit concentré ou ponctuel [l/s] ▪ Q_{noeuds}: Débit au nœuds [l/s] ▪ $\sum Li$: Longueur assurant un débit de route [m] ▪ Q_{route}: Débit de route [l/s]	(28)
---	--	------

• Calcul des diamètres théoriques des conduites de distribution

Les conduites de distribution seront en PVC à joints en caoutchouc, avec une pression nominale de 10 bars. Ce choix est motivé par leur facilité de mise en œuvre, ne nécessitant pas de main-d'œuvre qualifiée, ainsi que par leur coût significativement inférieur à celui d'autres types de conduites. La formule utilisée pour déterminer les diamètres des conduites de distribution est :

$Q = s \cdot v$ $D_{in} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$	▪ D_{in} : le diamètre intérieur de la conduite de la conduite en [m] ▪ S : la section de la conduite en [m²] ▪ Q : le débit passant dans la conduite en [m³/s] ; ▪ V : la vitesse de l'eau dans la conduite prise égale à 1 [m/s].	(29)
---	--	------

Le diamètre intérieur est ensuite sélectionné à partir d'un catalogue, en s'approchant au maximum du diamètre théorique déterminé par la vitesse unitaire, tout en cherchant à uniformiser autant que possible les diamètres au sein de la maille. Par la suite, pour respecter la loi des mailles et équilibrer les charges sur les nœuds, il est nécessaire d'effectuer le calcul itératif de Hardy-Cross.

2) Calcul de la partie ramifié

Le dimensionnement de la partie ramifiée est réalisé après avoir déterminé le débit équivalent, comme indiqué ci-dessous.

$Q_{eq} = 0,55 \times Q_{route} + Q_{aval}$	(30)
---	------

IV.2.2.6 Mode de pose des conduites

Le mode de pose des conduites est une étape clé dans la mise en place des réseaux d'eau potable, influençant leur durabilité, performance et adaptation au terrain. Il tient compte de divers facteurs techniques comme la nature du sol, la profondeur, la protection contre les charges, les croisements d'ouvrages et les normes. Une pose bien réalisée assure une distribution efficace et limite les risques de dysfonctionnements. Il est conseillé d'enterrer les conduites afin de les protéger des intempéries et de les installer le long des voies de circulation pour faciliter l'accès lors des travaux de maintenance. La profondeur et la largeur minimale sont données par l'équation 31.

$\begin{cases} h_{min} \geq 0,8 + D_{ext} \\ l_{min} \geq 0,4 + D_{ext} \end{cases}$	▪ h_{min} : profondeur minimale de tranchée [m] ▪ l_{min} : largeur minimale de tranchée [m] ▪ D_{ext} : diamètre extérieur de conduite [m]	(31)
--	--	------

Concernant les conduites passant sous les dalots, elles seront placées dans des fourreau en fonte de diamètre supérieures et placé au niveau des voiles du dalot. A leurs sorties du dalot, elles seront boulonnées avec un système à bride pour reprendre leur forme initiale en PVC.

IV.2.2.7 La méthode de Hardy Cross

La méthode de **Hardy Cross** est une technique itérative utilisée principalement pour résoudre les problèmes d'équilibrage dans les réseaux de conduites hydrauliques ou de poutres en mécanique. Elle est particulièrement utile dans l'analyse des réseaux bouclés pour équilibrer les débits ou les charges. **Étapes principales sont :**

- Identifier et numéroté les mailles
- Faire une estimation initiale des débits dans les tronçons et indiquer un sens arbitraire pour le débit dans chaque tronçon.
- Calculer les pertes de charge dans chaque boucle.
- Appliquer une correction (ΔQ) pour réduire l'erreur dans les pertes de charge. Pour les tronçons appartenant à deux mailles, nous avons effectué une double correction.
- Répéter les itérations jusqu'à ce que ΔQ devienne négligeable.

Cependant, pour des réseaux complexes avec de nombreuses boucles, le processus devient long et fastidieux. Dans ces cas, des outils numériques ou logiciels sont souvent privilégiés.

Le facteur de correction et le débit corrigé sont déterminé à l'aide de l'équation ci-dessous :

$\Delta Q_{m_i} = - \frac{\sum_{m_i} \Delta H_i}{n \times \sum_{m_i} \frac{\Delta H_i}{Q_i}}, \Delta Q_{m_i} \leq \varepsilon$ $Q'_i = Q_i + \Delta Q_{m_i}$ $\sum_{i=1}^n \Delta H_i = 0 \text{ le long de la maille}$	▪ ΔQ_{m_i} : correction de débit dans la maille m_i [m^3/s] ▪ ε : seuil d'arrêt des itérations (ici pris $= 10^{-15}$ l/s) ▪ ΔH_i : somme algébrique des pertes de charges dans m_i [m] ▪ Q_i : débits dans les tronçons de la maille m_i [m^3/s] ▪ n : exposant du débit dans la formule de perte de charges (ici $n = 2$) ▪ Q'_i : Débit corrigé	(32)
---	--	-------------

Après le Hardy-Cross, la côte minimale à imposer au radier de la cuve du réservoir est donnée par un calcul aval-amont.

$Z_{\min} = P_{\text{ser}} + Z_{\text{TN}} + \sum \Delta H$ $H_{\text{Sous_radier}} = \text{Max}(Z_{\min}) - Z_{\text{TN}}$ $Z_R = Z_{\text{TN}} + H_{\text{Sous_radier}} = \text{Max}(Z_{\min})$ $P_{\text{Noeuds}_i} = Z_R - Z_{\text{TN}_i} - \sum \Delta H$	▪ $Z_{\min}(\text{m})$: Cote minimale exploitable ▪ $H_{\text{Sous_radier}}(\text{m})$: Hauteur sous radier ; ▪ $Z_R(\text{m})$: Cote du radier ; ▪ $P_{\text{Noeuds}_i}(\text{m})$: Pressions au Nœud i.	(33)
---	---	------

IV.2.2.8 Système de pompage

Le choix du système d'énergie consiste à déterminer les caractéristiques de la pompe immergée, l'option de l'énergie de pompage ainsi que le mode de traitement de l'eau.

• Choix de la pompe

Des pompes hydrauliques immergées Grundfos, spécialement adaptées, seront utilisées pour acheminer l'eau des forages au réservoir de stockage. Le choix de ces pompes repose sur deux paramètres essentiels : le débit d'exploitation des forages et la hauteur manométrique totale. Les formules suivantes permettent de déterminer les puissances hydraulique, électrique et moteur des pompes (NACOLMA, 2023).

$P_H = \frac{\rho \times g \times Q_p \times \text{HMT}}{1000}$ $P_{\text{Abs}} = \frac{\rho \times g \times Q_p \times \text{HMT}}{1000 \times \eta_p}$ $P_M = \frac{\rho \times g \times Q_p \times \text{HMT}}{1000 \times \eta_p \times \eta_M}$	▪ P_H: Puissance hydraulique ou puissance utile [KW] ▪ P_{Abs}: Puissance absorbée par la pompe [KW] ▪ P_M: Puissance de la motopompe [%] ▪ η_p: Rendement de la pompe [%] ▪ η_M: Rendement du moteur [%]	(34)
--	---	------

• Point de fonctionnement

Le point de fonctionnement d'une pompe correspond au couple (Q ; HMT) situé à l'intersection de la courbe caractéristique hydraulique de la pompe [$\text{HMT} = f(Q)$] et de la courbe caractéristique du réseau [$\text{HMT} = f(H_{\text{géo}} + \sum \Delta H)$]. Ce point définit le débit que la pompe peut fournir pour une hauteur manométrique totale donnée. Dans notre cas, il sera déterminé en tenant compte des HMT modifiées.

IV.2.2.9 Source d'énergie pour le pompage

Le pompage sera alimenté par trois sources d'énergie : l'énergie solaire, l'énergie thermique (groupe électrogène spécifique à l'AEP) et le réseau public de distribution la Société nationale

d'électricité du Burkina Faso (SONABEL). Un pompage continu de 16 h (8h-24h) sera fait dont 6h au fil du soleil et 10 h sur le réseau public de distribution. Le groupe électrogène sera utiliser en cas de coupure d'électricité. Cette configuration permettra de garantir une fiabilité accrue et d'opprimer les coûts énergétiques car l'utilisation de l'énergie solaire réduit la dépendance aux sources payantes (électricité et carburant pour le groupe électrogène), rendant le système plus économique et durable.

• Dimensionnement du groupe électrogène

Le dimensionnement du groupe électrogène est une étape essentielle pour garantir la fiabilité et la continuité du pompage, en particulier en cas de coupure d'électricité sur le réseau public (SONABEL) ou en l'absence d'énergie solaire. Ce dimensionnement vise à déterminer la puissance nécessaire pour couvrir les besoins énergétiques du système, tout en tenant compte des caractéristiques spécifiques du pompage, des équipements alimentés et des contraintes opérationnelles. Un dimensionnement précis permet d'assurer un fonctionnement optimal, de minimiser les coûts d'exploitation et de prolonger la durée de vie du matériel.

$P_{app} = \text{Max} \left(\frac{2 \times \frac{\rho \times g \times Q \times \text{HMT}}{\eta_{\text{pompe-moteur}} \times \cos \varphi}}{2 \times \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos \varphi}{1000} \times 1,25} \right)$	▪ P_{app} : Puissance apparente (KVA) ▪ Q : débit pompé (m^3/h) ▪ HMT : hauteur manométrique totale (m) ▪ $\eta_{\text{pompe-moteur}}$: rendement de la pompe et du moteur ▪ $\cos \varphi$: facteur de puissance (= 0,8)	(35)
---	--	------

• Dimensionnement du système solaire photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques seront installés de manière à capter un maximum de rayons solaires. À cet effet, ils seront fixés sur une plateforme surélevée à une hauteur appropriée. Pour garantir la sécurité de l'installation, la plateforme sera entourée d'un enclos grillagé. La station photovoltaïque comprendra un ensemble de modules photovoltaïques, une boîte de raccordement, un régulateur de charge, un onduleur et divers autres accessoires. L'énergie électrique journalière produite par le générateur photovoltaïque et la puissance crête du générateur PV sont déterminer par l'équation 36 :

$P_c = \frac{\rho \times g \times Q_p \times T_{insol} \times HMT}{3600 \times \eta_p \times \eta_{ond} \times \eta_M \times \gamma_i}$	▪ P_c: Puissance crête du générateur solaire (Wc) ▪ Q_p: Débit d'eau journalier pompé (m³/h) ▪ T_{isol}: Temps d'insolation journalier (h) ▪ γ_i: Intensité de l'ensoleillement (KWh/m². j) ▪ η_{ond} : Rendement de l'onduleur (%)	(36)
---	--	------

• Le nombre de module

Les modules seront agencés en parallèle, en série ou en une configuration série-parallèle, selon les besoins. Le nombre de modules photovoltaïques requis pour satisfaire les besoins énergétiques, ainsi que leur disposition, sont déterminés par les équations 37.

$N_{module} = \frac{P_c}{P_{c_{module}}}$ $N_{module_{serie}} \leq \frac{U_{max_{ond}}}{U_{cc_{module}}}$ $N_{module_{paral}} \leq \frac{P_c}{N_{module_{serie}} \times P_{c_{module}}}$	▪ N_{module}: Nombre de modules ; ▪ $P_{c_{module}}$: Puissance crête unitaire de module [Wc] ▪ $U_{max_{ond}}$: Tension maximale à l'entrée de l'onduleur en [V] ▪ $U_{cc_{module}}$: Tension de court-circuit d'un module en [V] ▪ N_{module} : Nombre de modules en parallèle.	(37)
--	---	------

• Puissance et tension de l'onduleur

Afin de garantir la sécurité des installations électriques, la puissance nominale de l'onduleur doit être légèrement supérieure à la somme des puissances des appareils alimentés en courant alternatif. Cette puissance est déterminée par la formule suivante :

$P_{onduleur} = \frac{K \times P_p}{\eta_p \times \cos \varphi}$	▪ $P_{onduleur}$: Puissance de l'onduleur ▪ P_p: Puissance de la pompe [Kw] ▪ K : Coefficient de correction (K=1,05) ▪ $\cos \varphi$: Facteur de puissance.	(38)
--	--	------

IV.2.2.10 Prix de revient de l'eau

Au Burkina Faso, le prix de l'eau est basé sur un système de répartition des coûts, couvrant les charges d'exploitation et l'amortissement des investissements sur 30 ans. Les travaux et

fournitures nécessaires à la réalisation des ouvrages sont quantifiés à partir des avant-métrés et des plans, en tenant compte de la nature des ouvrages. Le document "Mercuriale BTP 2025 Ouagadougou" sert à établir le devis estimatif. Le prix du mètre cube d'eau est calculé selon une formule suivante :

$P_r = \frac{A_i + C_i}{V_i}$	▪ A_i : les dotations aux amortissements à l'année i ; ▪ C_i : les charges d'exploitation et d'entretien des ouvrages à l'année i ; ▪ V : le volume total d'eau vendue de l'AEPS à l'année i [m^3] ▪ P_r : le prix de revient du m^3 d'eau [FCFA /m^3]	(39)
-------------------------------	---	------

V. RESULTAT DE L'ETUDE TECHNIQUE

V.1 BESOINS, DEMANDE EN EAU, DEBITS DE DIMENSIONNEMENT ET EMPLACEMENT DES FORAGES

V.1.1 Taux d'accroissement et Evaluation de la population à l'horizon du projet

- **Taux d'accroissement**

Pour estimer la population à l'horizon du projet, nous avons comparé le taux d'accroissement spécifique du centre de Koubri avec celui de l'ensemble de la commune. Nous avons retenu le taux d'accroissement communal (MEEA/DREA-C, 2024) parce qu'il tient compte des mouvements de population entre le centre de Koubri et les villages autour. Cela donne une estimation plus réaliste du nombre d'habitants dans les années à venir.

Tableau 5 : Taux d'accroissement calculé de la population

Taux de d'accroissement (%)	
Année	Population
2006	8060,00
2019	10713,00
2025	12445,63
Taux en 2019 (Calculé)	2,21
Taux en 2025 (Retenue)	2,53

- **Evaluation de la population à l'horizon du projet**

Avec un taux d'accroissement de 2,53% par an, la population de Koubri sera de 26336 habitants en 2055.

Tableau 6 : Evaluation de la population à l'horizon du projet

Années	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Taux d'accroissement	%	2,53						
Population	[Hbt]	12446	14102	15979	18105	20514	23243	26336

V.1.2 Besoins en eau

Le système d'adduction en eau potable sera réalisé pour satisfaire les besoins en eau des populations de la ville de Koubri pour une durée de vie de trente ans (30ans). Le tableau présente l'ensemble des résultats de l'évaluation de la demande en eau.

Tableau 7 : Besoins en eau de la population

Désignation	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Années horizons	U	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Populations (Pn)	[Hbt]	12446	14102	15979	18105	20514	23243	26336
Populations desservies par le SAEP (Pd_SAEP)	hbt	7020	11282	13116	15238	17693	20531	23702
Consommation Totale (Bmg)	m ³ /j	135,13	229,58	268,19	313,01	365,00	425,27	492,48
Besoin journalier de pointe (Bjp)	m ³ /j	155,40	264,02	308,42	359,96	419,74	489,06	566,36
Demande du jour de pointe (Djp)	m ³ /j	163,57	277,91	324,66	399,95	466,38	543,40	629,28
Débit moyen horaire (Qmh)	m ³ /h	11,03	17,32	20,09	24,59	28,49	33,00	38,04
Unité	U							
Débit de pointe horaire (Qph)	m ³ /h	27,59	43,29	50,23	61,47	71,23	82,51	95,11
	l/s	11,86	16,36	17,92	20,39	22,66	25,31	28,24

Le débit de 28,24 l/s est retenu pour le dimensionnement du réseau de distribution, incluant un débit de pointe horaire de 8,25 l/s pour les bornes fontaines et 19,99 l/s $\cong$ 20 l/s pour les branchements privés. Un récapitulatif des résultats mentionnés ci-dessus est présenté dans l'annexe 6.

V.1.3 Ressource en eau

La ressource en eau doit être suffisante pour couvrir la demande du jour de pointe. Les études géophysiques ont montré que les deux points de sondage étaient susceptibles d'avoir de gros débits ce qui nous a initialement conduit à envisager un débit de 5 m³/h par forage. Cependant, ce choix aurait nécessité un grand nombre de forages, ce qui engendrerait des coûts élevés.

L'analyse des données relatives à des ouvrages similaires dans la commune révéler par l'Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques (INO) a révélé des débits de forage pouvant atteindre 22 m³/h(MEEA/DGEP, 2023). En conséquence, un débit unitaire de 10 m³/h par forage a été retenu pour optimiser le nombre de forages nécessaires. Le temps de pompage prévu est de 16 heures par jour, réparties en 6 heures au fil du soleil et 10 heures avec l'électricité fournie par la SONABEL. La quantité d'eau à mobiliser pour couvrir la demande du jour de pointe est de 39,33m³/h. Le nombre de forages nécessaires est indiqué dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Evaluation de la ressource en eau

Nombres de forages à ajouter								
Désignation	Unité	Valeurs						
Années horizons	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Populations (Pn)	[hbt]	12446	14102	15979	18105	20514	23243	26336
Demande du jour de pointe (Djp)	[m ³ /j]	163,57	277,91	324,66	399,95	466,38	543,40	629,28
Débit unitaire des Forage	[m ³ /h]	5						
Temps de pompage	[h]	16						
Nombre de Forage à mobiliser	U	2	3	4	5	6	7	8
Débit unitaire des Forage	[m ³ /h]	10						
Temps de pompage	[h]	16						
Nombre de Forage à mobiliser	U	1	2	2	2	3	3	4

L'évolution du besoin en eau de la population implique une augmentation progressive du nombre de forages à mobiliser selon le débit unitaire. Avec un débit de 5 m³/h, le nombre de forages passe de 2 en 2025 à 8 en 2055, soit une croissance continue. En optant pour un débit de 10 m³/h, seuls 4 forages sont nécessaires pour l'horizon du projet. Ce choix réduit significativement le nombre d'ouvrages à réaliser, optimisant les coûts et la gestion. Le Tableau 9 présente la localisation et les caractéristiques des forages projetés.

Tableau 9 : Localisation et caractéristiques des forages

Désignation	Coordonnées UTM			Altération	Profondeur Maximale [m]	Débit d'exploitation [m³/h]	Hauteur Dynamique [m]
	Longitude	Latitude	Cote TN				
Forage 1	672905	1349368	316,83	25	90	10	70
Forage 2	674380	1346899	306,54	17	120	10	115

Les points de sondage SE1 et SE2 issue des travaux géophysiques ont été retenue pour l'approvisionnement en eau. Etant donné que les deux forages n'ont pas encore été réaliser un niveau dynamique de 50 m sera considérer pour les deux forages.

V.2 DETERMINATION DE LA CAPACITE DU RESERVOIR

V.2.1 Capacité utile du réservoir

Le réservoir joue un rôle de tampon entre l'adduction et la distribution. Il permet d'assurer la sécurité d'approvisionnement et de faciliter le traitement. Dans notre étude, le réservoir a été dimensionné par la méthode forfaitaire qui consiste à calculer la capacité utile du réservoir en se référant aux valeurs forfaitaires de capacité de réservoir.

Tableau 10 : Caractéristique du réservoir d'eau

CARACTERISTIQUES DU RESERVOIR			
Paramètres	Unités	X	Y
Coordonnées géographiques relevées	UTM	672573,10	1349391,42
Côte Terrain naturel du réservoir	m	323,83	
Volume théorique du réservoir calculé	m³	188,79	
Volume adopté pour le réservoir	m³	200,00	
Hauteur de la Cuve du réservoir	m	6	
Diamètre de la cuve du réservoir	m	6,5	
Hauteur sous cuve du réservoir	m	12	
Cote du trop-plein du réservoir	m	341,83	

Avec un volume total d'environ 200m³, notre château d'eau Cylindro-Tronconique sera réalisé en béton armé. En effet, l'ONEA recommande l'utilisation de châteaux d'eau en béton armé pour les réservoirs d'un volume supérieur à 150 m³.

- **Temps minimal de contact de l'eau avec le chlore et temps de séjour**

Pour être efficace, le chlore nécessite un temps de contact minimum de 2 heures, avec une durée d'action maximale de 48 heures. Les résultats de cette vérification sont présentés dans le Tableau 12.

Tableau 11 : Temps de contact et temps de séjour

Temps de séjour		
Désignation	Unité	Valeur
C_u	$[m^3]$	200,00
Q_{mh}	$[m^3/h]$	38,04
T_s	$[h]$	5,26
Temps de contact		
Désignation	Unité	Valeur
C_u	$[m^3]$	200
Q_{ph}	$[m^3/h]$	95,11
T_c	$[h]$	2,10

Les résultats présentés dans le tableau 11 indiquent que le temps de séjour est de 3,55 heures, ce qui est bien inférieur à 48 heures, tandis que le temps de contact est de 2,10 heure, soit supérieur à 2 heures. Ces résultats montrent que le temps de séjour et le temps de contact respectent la norme.

V.2.2 Traitement De L'eau

Le Tableau ci-dessous présente le débit d'injection ainsi que le volume du bac :

Tableau 12 : Débit d'injection et volume du bac

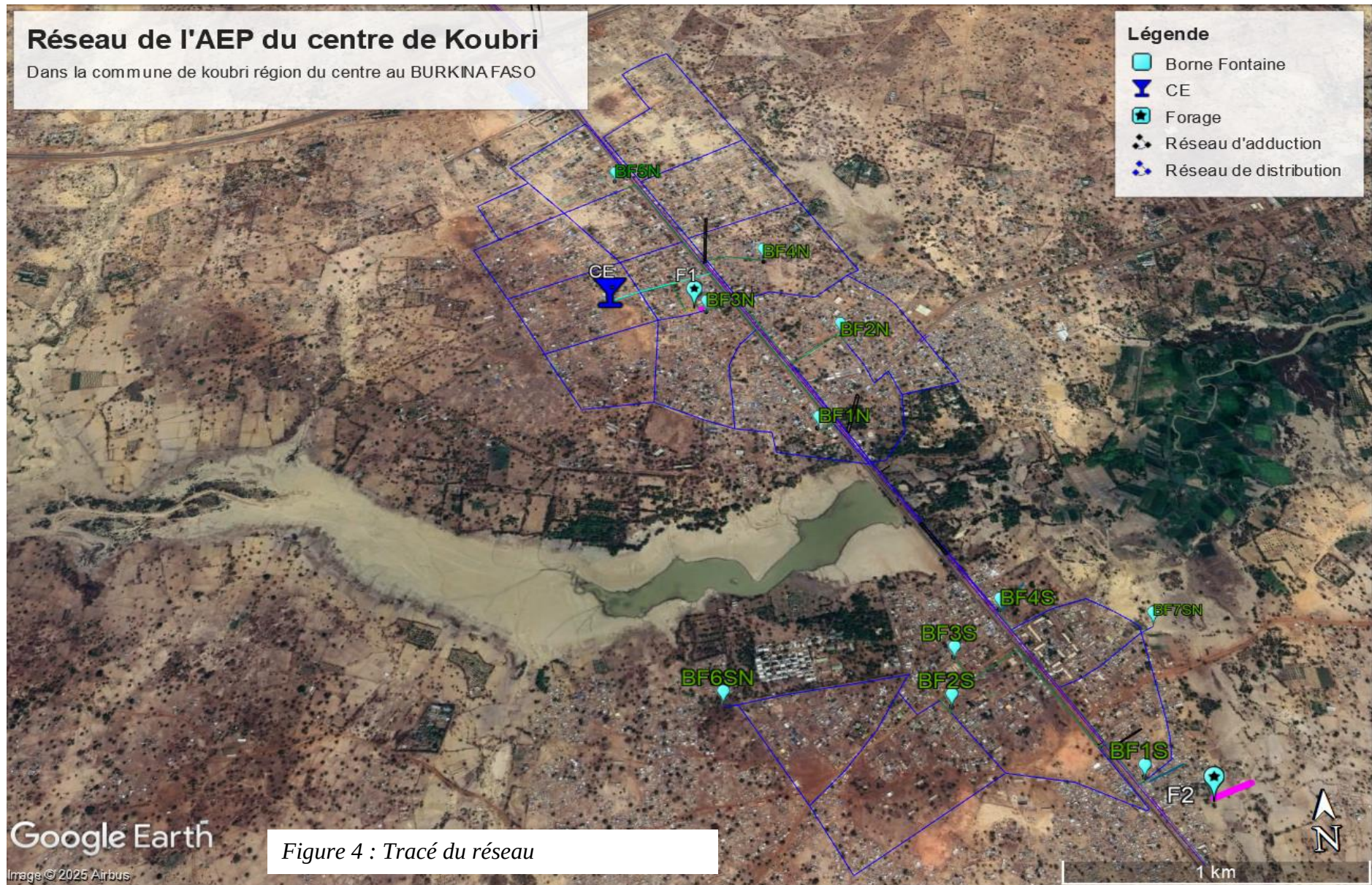
Traitement		
Désignation	Unités	Valeur
Dose de traitement	mg/l	1,5
Q	m^3/h	39
C	g/l	5
T_f	h	16

q_{inj}	l/h	12
V_{bac}	l	200

V.3 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU AEP

V.3.1 Tracé du réseau

Comme indiqué précédemment, notre réseau de distribution est de type maillé. Le mode de distribution est gravitaire à partir d'un réservoir R ($Z_R = 323,83$ m). Cependant il a été placé de sorte à dominer le réseau et à assurer une pression de service minimale au point le plus défavorable. La pression de service à garantir est de 10 [m] en tous points du réseau. La partie distribution comporte au total **95 tronçons**, totalisant un linéaire de **27 241 m**. La partie maillée comporte un total de **20 mailles** sur le réseau primaire et secondaire. La partie adduction comporte trois tronçons, partant de deux forages raccordées. Le linéaire total de ce réseau d'adduction est **3921,01m**. Le réseau a été tracé sur la base du plan de lotissement du centre de Koubri et des études socio-économiques qui ont permis de positionner les points de desserte (BF) sur le terrain. Le réseau tel que proposé et retenu est illustré à la figure ci-contre :



V.3.2 Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution a été conçu pour répondre efficacement aux besoins en eau des populations, en s'appuyant sur des données techniques et des enquêtes socioéconomiques. Les populations ont participé au choix des emplacements des bornes fontaines et des branchements institutionnels. Les débits de dimensionnement ont été calculés à partir des débits transportés, initialement définis de manière arbitraire pour lancer l'opération de Hardy-Cross. Après 30 itérations, l'équilibre des charges a été atteint pour les 20 mailles du réseau. Les détails des débits et des résultats sont disponibles en annexe 2.

Les diamètres, les vitesses et les pressions sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 :Tableau récapitulatif des diamètres, vitesses et pressions obtenus

Tronçons	Longueur (m)	DN(mm)	Vitesse (m/s)	Pdisp (mCE)	Condition de pression
R - N1	163	250	0,70	16,43	Bon
N3-N34	30	250	0,45	17,81	Bon
N16-BF3N	144	63	0,3	17,78	Bon
N22-BF1N	76	63	0,3	25,98	Bon
N34-BF4N	251	63	0,3	19,93	Bon
N28-BF2N	13	63	0,3	18,69	Bon
N26-N44	767	250	0,25	26,05	Bon
N44-BF4S	9	63	0,3	26,53	Bon
N47-BF5SN	50	63	0,3	28,65	Bon
N49-BF1S	10	63	0,3	25,01	Bon
N51-N52	34	140	0,47	24,08	Bon
N62-BF3S	105	63	0,3	20,51	Bon
N61-BF2S	24	63	0,3	18,54	Bon
N57-BF6SN	44	63	0,3	15,00	Bon
N6-BF5N	144	63	0,3	12,91	Bon
N44-N45	89	140	0,73	24,59	Bon
N1 - N2	311,4	200	0,69	17,70	Bon
N1 - N15	173,63	110	0,41	16,90	Bon
N15-N16	204,04	90	0,37	18,19	Bon
N16-N25	127,7	63	0,40	17,83	Bon
N1-N13	128,22	140	0,51	14,87	Bon
N4-N3	141,06	90	0,32	17,33	Bon
N13-N4	294,4	110	0,34	16,92	Bon

N12-N13	509,4	63	0,28	13,78	Bon
N15-N14	490,72	63	0,26	15,02	Bon
N12-N10	443,1	63	0,01	10,00	Bon
N13-N9	384,3	110	0,33	11,60	Bon
N5-N4	403,6	63	0,25	14,09	Bon
N9-N11	249,1	63	0,30	12,53	Bon
N11-N8	561,7	63	0,15	14,30	Bon
N8-N6	323	63	0,015	13,08	Bon
N14-N17	325,5	63	0,17	18,17	Bon
N17-N18	288,1	63	0,08	19,63	Bon
N19-N24	539,3	63	0,20	17,83	Bon
N18-N19	344,9	63	0,26	21,54	Bon
N22-N24	562,2	63	0,32	21,52	Bon
N20-N21	457,9	63	0,20	24,17	Bon
N19-N20	146,1	63	0,3	22,38	Bon
N36-N37	333,5	63	0,31	14,83	Bon
N37-N38	283,4	63	0,21	16,35	Bon
N38-N39	272,4	63	0,13	16,49	Bon
N39-N40	256,9	63	0,04	17,57	Bon
N40-N41	687,6	63	0,10	20,39	Bon
N35-N36	403,5	110	0,26	14,34	Bon
N41-N42	457,1	63	0,09	19,86	Bon
N34-N35	131,65	140	0,47	16,11	Bon
N42-N43	466,1	110	0,35	23,05	Bon
N34-N33	261,71	110	0,89	17,13	Bon
N43-N32	59,29	110	0,48	22,84	Bon
N33-N27	393,91	140	0,62	18,63	Bon
N28-N27	250	63	0,38	18,55	Bon
N30-N29	217	63	0,07	24,48	Bon
N30-N31	242,87	140	0,36	25,52	Bon
N32-N31	716,4	140	0,39	27,11	Bon
N30-N26	401,8	140	0,31	26,21	Bon
N45-N46	265,2	110	0,70	14,52	Bon
N46-N47	387,7	63	0,10	27,77	Bon
N47-N48	484,5	110	0,24	26,37	Bon
N48-N49	119,2	110	0,21	25,02	Bon
N49-N50	31,87	90	0,16	24,77	Bon
N50-N51	170,56	90	0,14	22,80	Bon

N52-N64	434,7	110	0,36	20,93	Bon
N52-N53	255,72	110	0,38	28,45	Bon
N53-N54	486,5	110	0,33	18,60	Bon
N64-N62	211,5	110	0,33	20,03	Bon
N61-N54	270,96	90	0,18	18,39	Bon
N61-N60	59,23	63	0,03	18,68	Bon
N60-N59	202,6	90	0,31	19,38	Bon
N54-N55	638	90	0,30	18,47	Bon
N55-N56	270,4	63	0,26	15,36	Bon
N59-N58	83,47	63	0,33	19,51	Bon
N56-N57	431	63	0,23	15,69	Bon

La pression maximale est de 28,65 m et la pression minimale est de 10 m. La vitesse maximale est de 0,89 m/s tandis que la vitesse minimale est de 0,01 m/s. Le respect des conditions de pression permet de garantir l'acheminement de l'eau jusqu'aux points de desserte, assurant ainsi la continuité du service et la satisfaction des besoins en eau des usagers, malgré des vitesses non optimales.

Concernant les tronçons ayant des vitesses d'écoulement trop faibles, nous recommandons la mise en place de purges régulières. Cette mesure permettra d'éliminer efficacement les dépôts et de renouveler l'eau, contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau et les performances du réseau.

• Nombre de bornes Fontaines

Il est retenu quinze (11) bornes fontaines. Nous garderons les cinq (05) bornes fontaines existantes a Koubri Nord et nous ajouterons deux (02) bornes fontaines dans Koubri Sud à cause de la taille de population qu'elle possède. Nous trouvons un débit théorique de 0,58 l/s. Ce débit théorique permet de faire le choix d'un nombre spécifique de robinets, selon le modèle de l'ONEA. En effet, les Bornes Fontaines (BF) installées par l'ONEA sont équipées de trois robinets de puisage de 0,25 l/s chacun, permettant un débit total de 0,75 l/s par borne. Cette configuration vise à minimiser les conflits et à optimiser la gestion des ouvrages hydrauliques. Les coordonnées des bornes fontaines sont renseignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Localisation des bornes fontaines

Zones	Secteurs	Bornes fontaines	Coordonnée GPS
Koubri Sud	Secteur 1	BF1S	X : 674321,90 Y : 1347217,65
		BF6SN	X : 672932 Y : 1347555,28
	Secteur 2	BF3S	X : 673755,33 Y : 1347696,49
		BF4S	X : 673942,61 Y : 1347885,47
	Secteur 3	BF2S	X : 673716,32 Y : 1347508,20
		BF5SN	X : 674485,82 Y : 1347788,14
Koubri Nord	Secteur 4	BF1N	X : 673375,38 Y : 1348708,42
		BF3N	X : 672973,76 Y : 1349345,18
		BF5N	X : 672611,66 Y : 1350117,72
	Secteur 5	BF2N	X : 673512,97 Y : 1349181
		BF4N	X : 673231,92 Y : 1349623,33

V.3.3 Dimensionnement du réseau d'adduction

Dans ce projet, l'eau sera transférée des forages au réservoir à l'aide de deux pompes, suivant un système d'adduction par refoulement. Les conduites utilisées seront dimensionnées en tenant compte des exigences techniques et économiques. Le calcul des diamètres économiques,

synthétisé dans un tableau, résulte d'un compromis entre plusieurs méthodes (Bresse, Bresse modifiée, Munier et Bedjaoui), en privilégiant la solution la plus économique répondant aux conditions de Flamant. Les pertes de charge, la hauteur manométrique totale (HMT) développée par chaque pompe, ainsi que la nécessité d'une protection anti-bélier, ont également été évaluées et présentées en tableau.

Tableau 15 : Diamètre économique

Diamètre théorique de refoulement												
Tronçons	Lref (m)	Q (m ³ /h)	Dth_Exh (m)	Dret_Exh (m)	Dth_Col (m)	Bresse Dret (m)	Bresse modifié Dret (m)	Bedjaoui Dret (m)	Munier Dret (m)	Dref_ret (m)	PN 16 DN/Dint	Uref (m/s)
F1-A	246,55	10	0,042	0,0514		0,09	0,1308	0,0820	0,0736	0,0936	90/73,6	0,65
F2-A	3356,61	10	0,042	0,0514		0,09	0,1308	0,0820	0,0736	0,0936	90/73,6	0,65
A-CE	317,35	20			0,09	0,1308	0,1308	0,1159	0,1308	0,1362	160/130,8	0,41

« A » représente le point de raccordement entre les deux forages. Les conditions de vitesses et de flamant sont vérifiées.

Tableau 16 : Calcul de la Hauteur Manométrique Total

Tronçons	L ref [m]	Q [m ³ /h]	DH [m]	S DH [m] ref	ND [m]	Hg [m]	Cote TF	L exh [m]	F exh [m]	DHex [m]	HMT [m]
A-CE	317,4	20	0,46	0,46			341,83				
F1-A	247	10	1,65	2,11	266,83	75	316,83	60,00	0,051	2,27	79,38
F2-A	3357	10	22,42	22,88	256,54	85,29	306,54	60,00	0,051	2,27	110,44

V.3.4 Choix de la pompe immergée et point de fonctionnement

- **Choix de la pompe immergée**

Le choix de la pompe est fait sur la base des caractéristiques du forage et de la cote de calage du château d'eau. Les paramètres essentiels pris en compte sont la Hauteur Manométrique Totale (HMT) et du débit d'exploitation du forage. Le calcul de la HMT est résumé dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Caractéristique des pompes

CARACTERISTIQUE DE LA POMPE 1											
Type	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Type moteur	N (tr/min)	U (V)	η_p (%)	η_M (%)	η_g (%)	Pt (kW)	In (A)	cos ϕ
SPE 18-12	10	79,38	PM	2412	3*350-400	72,3	83,1	60,1	3,592	16,6	0,8

CARACTERISTIQUE DE LA POMPE 2

Type	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Type moteur	N (tr/min)	U (V)	η_p (%)	η_M (%)	η_g (%)	Pt (kW)	In (A)	cos ϕ
SPE 18-17	10	110,44	PM	2391	3*350-400	72,6	84	60,9	4,926	25	0,8

- Point de fonctionnement de la pompe**

Le point de fonctionnement définit les conditions optimales de refoulement. Les données du tableau ci-dessous ont été utilisées pour le déterminer, et il est représenté sur la figure 5.

Tableau 18 : Données de détermination du point de fonctionnement

CARACTERISTIQUES DE LA POMPE DE F1 ; SPE18-12										
Q [m ³ /h]	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12
HMT [m]	95	94,79	93,58	92,5	90	89	87,86	85	79,39	73
ΔH_{F1_P}	0,00	0,07	0,22	0,46	0,76	1,13	1,57	2,62	3,92	5,45
HMTmod [m]	361,8	361,6	360,2	358,9	356,1	354,7	353,1	349,2	342,3	334,4
HMT P1 [m]	362,0	361,8	360,6	359,5	357,0	356,0	354,9	352,0	346,4	340,0
CARACTERISTIQUES DE LA POMPE DE F2 ; SPE18-17										
Q [m ³ /h]	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12
HMT [m]	129,3	128	128,45	127,42	125,87	124,85	122,78	119,2	110,4	104,24
ΔH_{F2_P}	0,00	0,43	1,44	2,92	4,84	7,18	9,95	16,65	24,79	34,37
HMTmod [m]	385,84	384,11	383,55	381,04	377,57	374,21	369,37	359,09	342,15	326,41
HMT P2 [m]	385,84	384,54	384,99	383,96	382,41	381,39	379,32	375,74	366,94	360,78
CONDUITE P_RESERVOIR										
Q [m ³ /h]	0	2	4	6	8	10	12	16	20	24
ΔH_{E_Ap}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
$\Delta H_{P_R\acute{e}s}$	341,8	341,8	341,8	341,9	341,9	341,9	341,9	342,0	342,1	342,2
RESULTANTE DES POMPES										
HMT [m]	385,8	384,1	383,6	381,0	377,6	374,2	369,4	359,1	342,2	326,4
Q [m ³ /h]	0	1	2	5,75	8,09	10,10	12,21	15,79	20,07	23,99

DÉTERMINATION DU POINT DE FONCTIONNEMENT

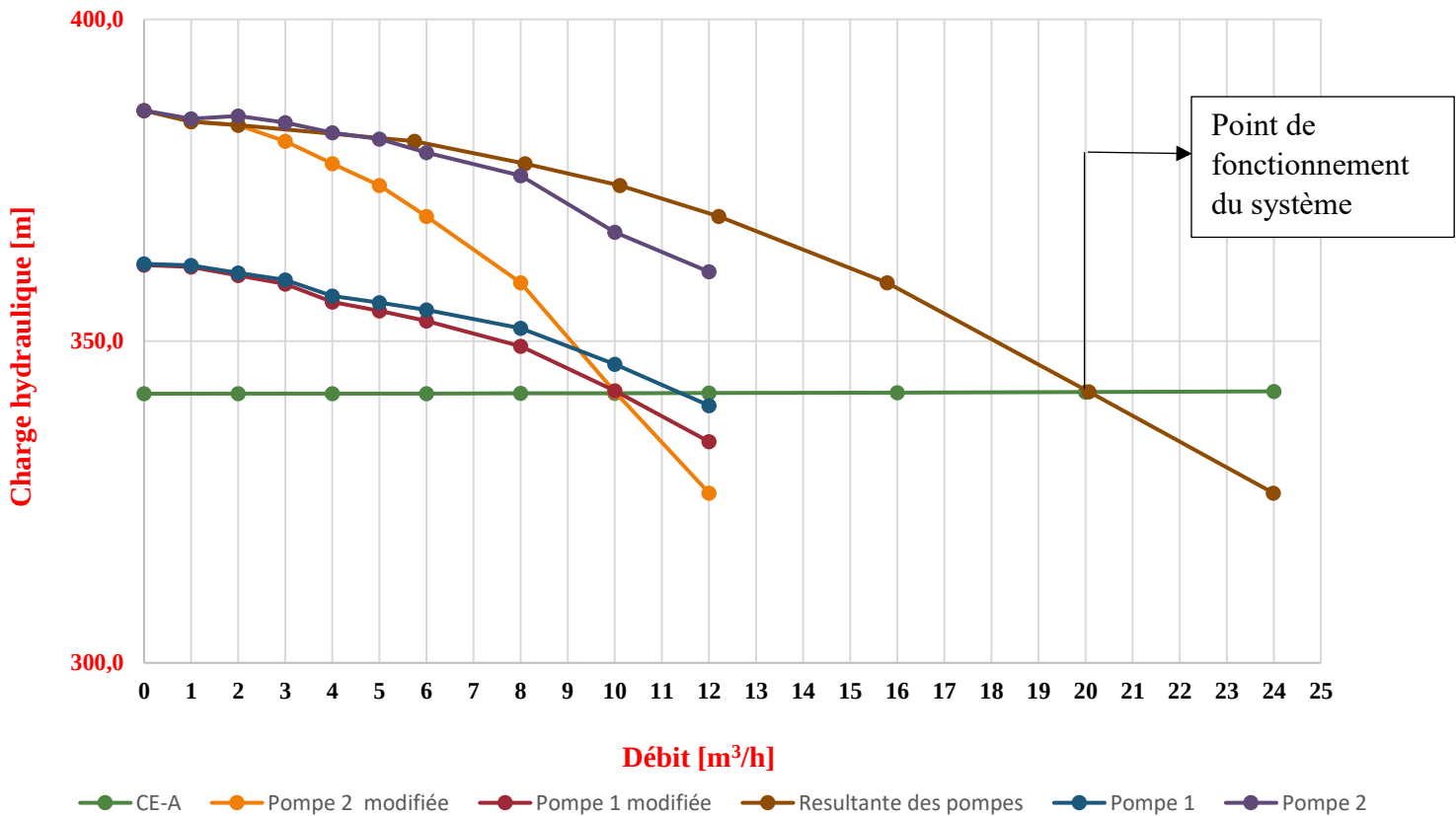


Figure 5 : Point de fonctionnement du système de pompage

Au point de fonctionnement de notre système de pompage, les caractéristiques sont les suivantes :

- Pour la pompe 1 : un débit de 10 m³/h et une HMT de 79,70 m.
- Pour la pompe 2 : un débit de 10,07 m³/h et une HMT de 110,8 m.

Le débit au point de fonctionnement est de 20,07 m³/h.

V.3.5 Simulation du réseau de refoulement sur Epanet

Le logiciel EPANET a été utilisé pour simuler le comportement hydraulique du réseau de refoulement, en vue de vérifier la cohérence de l'écoulement dans les différentes sections. Les

diamètres économiques ont été intégrés dans le logiciel EPANET ainsi que les différentes HMT des deux pompes choisies.

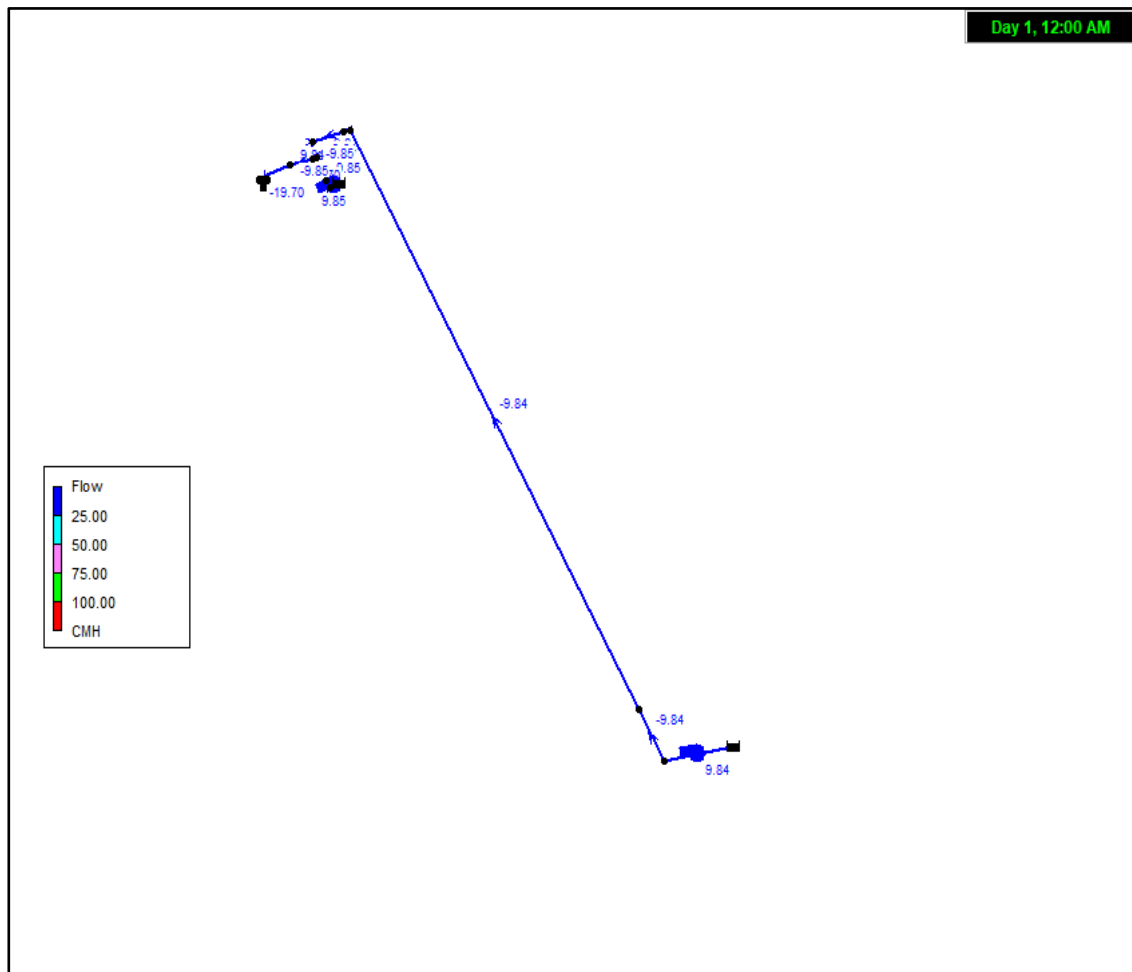


Figure 6: Simulation du réseau de refoulement dans le logiciel Epanet

A l'issue de la simulation du réseau de refoulement sur le logiciel Epanet au point de fonctionnement de notre système de pompage, les caractéristiques sont les suivantes :

- Pour la pompe 1 : un débit de 9,85 m³/h et une HMT de 79,80 m.
- Pour la pompe 2 : un débit de 9,84 m³/h et une HMT de 111,09 m.

Le débit au point de fonctionnement est de 19,70 m³/h.

En conclusion, nous remarquons une grande similitude entre les valeurs calculées et les valeurs simulée d'où un écart de 0,37 m³/h pour les débits au point de fonctionnement.

Les valeurs obtenues sur le logiciel EPANET seront utilisé pour la suite de l'étude.

V.4 ETUDE DES COUPS DE BELIER ET MODE DE POSE DES CONDUITES

- Etude des coups de béliet

Tableau 19 : Vérification du coup de béliet

Tronçon	DN (m)	Dint (m)	U0 (m/s)	C (m/s)	HMT (m)	ΔP (m)	HMT+ ΔP - ND (m)	Hmax/PN	HMT- ΔP - ND (m)	Hmin/Patm
A-CE	0,16	0,0736	0,41	433,69		18,28				
F1-A	0,09	0,0736	0,65	433,33	79,80	28,84	58,64	0,37	0,96	0,09
F2-A	0,09	0,1308	0,65	433,33	111,09	28,84	89,93	0,56	32,25	3,12

La vérification montre que Hmax/PN est inférieur à 1,2 et que Hmin/Patm est supérieur à 0.

Cela indique que le coup de béliet n'est pas préjudiciable car il n'y a pas de risques de surpression et de dépression rendant ainsi une protection anti-béliet non nécessaire. Toutefois, des ventouses pourraient être installées sur la conduite de refoulement afin d'évacuer l'air.

- Mode de pose des conduites

Les largeurs et profondeurs minimales de fouille pour les conduites ainsi que les volumes de déblai sont récapitulés dans les tableau 20.

Tableau 20: Mode de pose des conduites et Volumes des déblais

Mode de pose des conduites				
DN (mm)	Valeurs calculées		Valeurs retenues	
	Largeur (m)	Profondeur (m)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)
250	0,65	1,05	70	100
200	0,6	1	60	100
160	0,56	0,96	60	100
140	0,54	0,94	60	100
110	0,51	0,91	60	95
90	0,49	0,89	50	90
63	0,463	0,863	50	90
Volume des déblais				
Conduites	DN[m]	Longueur [m]	Volume [m ³]	
PVC PN10	63	15 074,60	678 357,00	
PVC PN10	90	1 977,60	88 991,60	
PVC PN10	110	5 380,10	306 662,90	
PVC PN10	140	3 462,50	207 750,60	

PVC PN10	200	386,5	23 192,40
PVC PN10	250	959,6	67 172,70
Total distribution		27 241	1 372 127,1
PEHD PN16	90	3603	216 189,6
PEHD PN16	160	317 ,85	19 071
Total refoulement		3921,01	235 260,6

V.5 SIMULATION DU RESEAU SUR EPANET ET COMPARAISON DES RESULTATS

V.5.1 Simulation du réseau sur EPANET

EPANET est un logiciel utilisé pour simuler le comportement hydraulique des réseaux sous pression sur de longues périodes. Il permet une meilleure compréhension de l'écoulement dans le réseau de distribution. Afin de vérifier le bon fonctionnement de l'écoulement dans les différentes sections, notre réseau de distribution et les diamètres obtenu à la dernière itération ont été importé dans le logiciel.

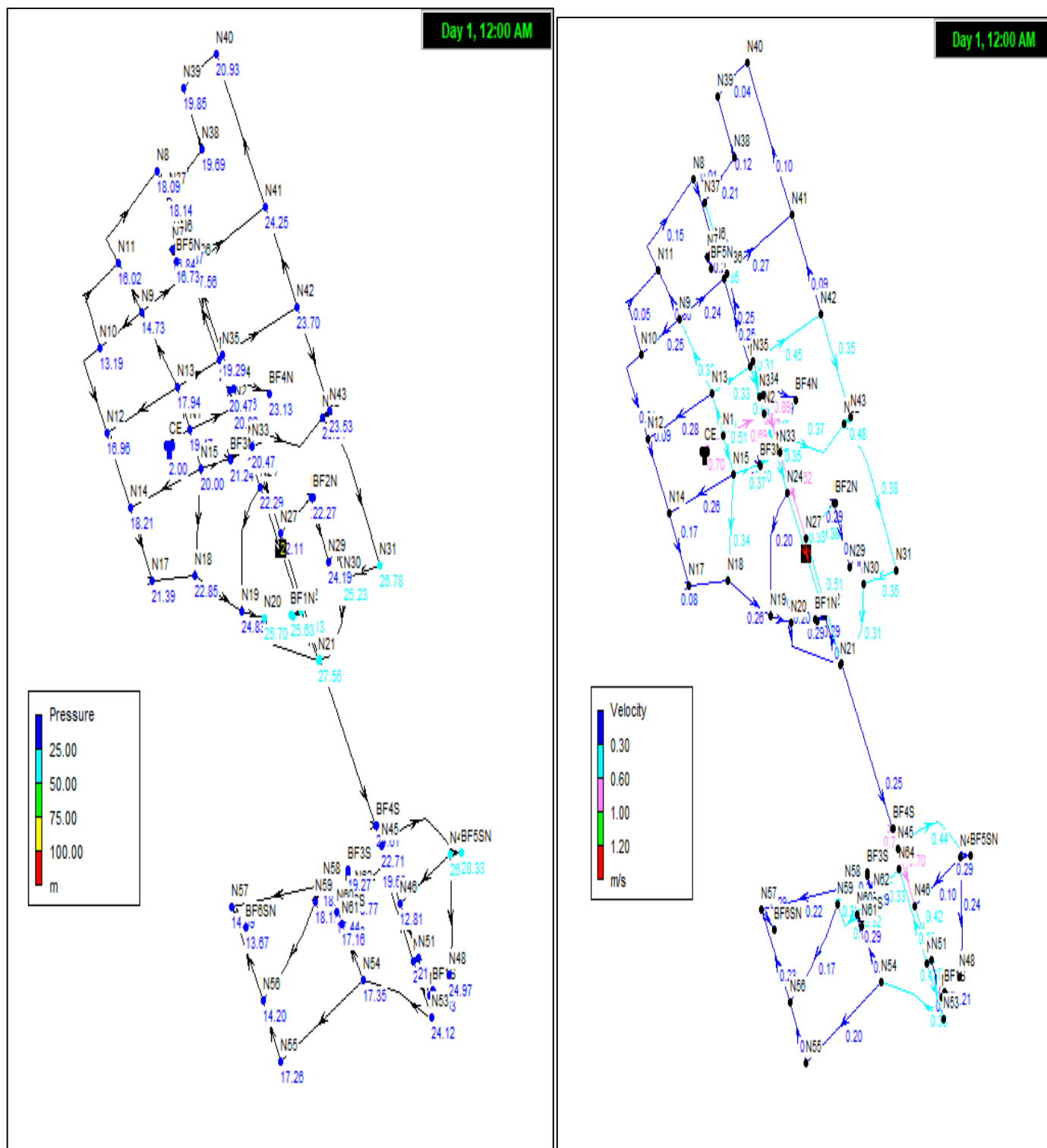


Figure 7: Rapports de simulation des pressions et vitesses du réseau sur Epanet

V.5.2 Comparaison Des Résultats

a) Comparaison des pressions calculées et simulées

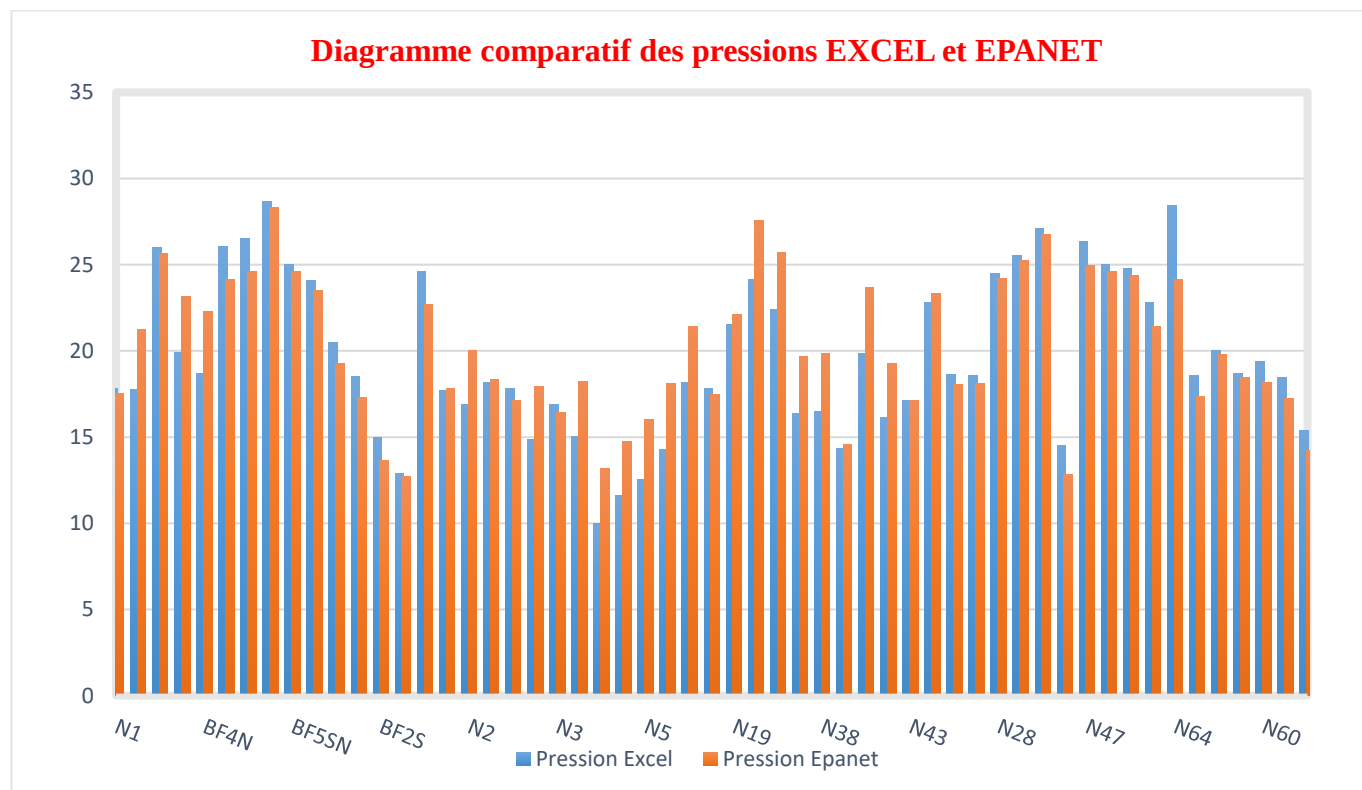


Figure 8 : Comparaison des pressions obtenu aux différent nœuds calculées et simulées

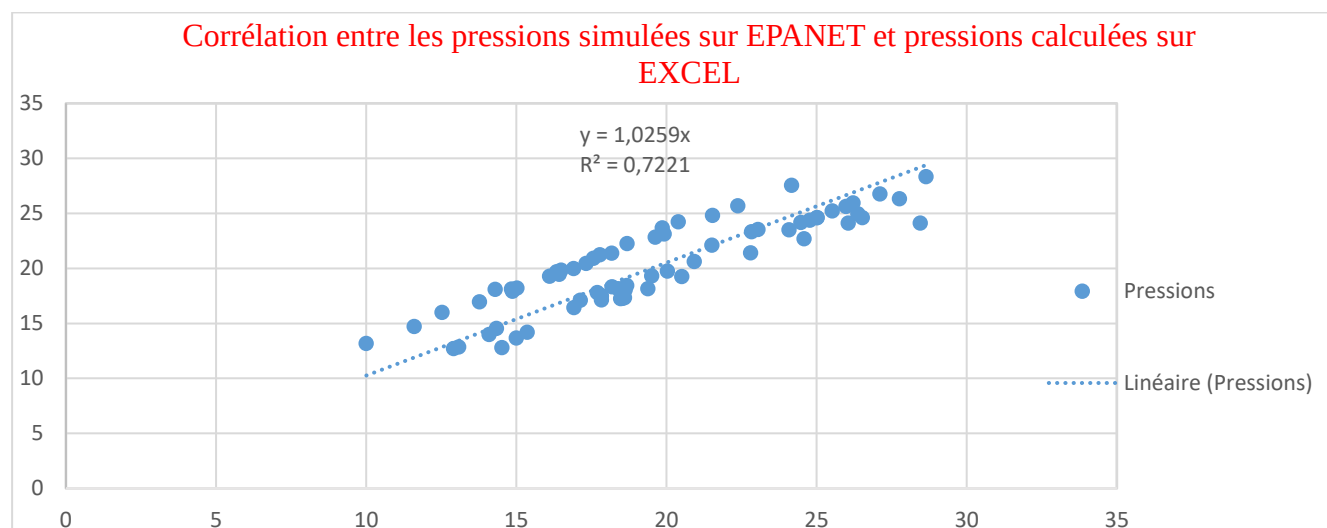


Figure 9 : Corrélation entre les pressions calculées et simulée

Le graphique montre une forte corrélation linéaire positive ($R^2 = 0,7221$) entre les pressions calculées (Excel) et simulées (EPANET), ces dernières étant généralement légèrement

supérieures. Les écarts observés, incluant des valeurs faibles sur Excel et élevées sur EPANET, résultent probablement de divergences dans les hypothèses de calcul, les précisions numériques et les paramètres employés par les deux outils, en particulier dans le calcul des pertes de charge et les approximations des résultats. Malgré ces petites différences, les deux séries de pressions sont fortement liées et très proches. La pression maximale sur Excel est de 28,65 m et la pression minimale est de 10 m ; tandis que la pression maximale sur Epanet est de 28,33 m et la pression minimale est de 12,81 m.

b) Comparaison des vitesses calculée et simulées

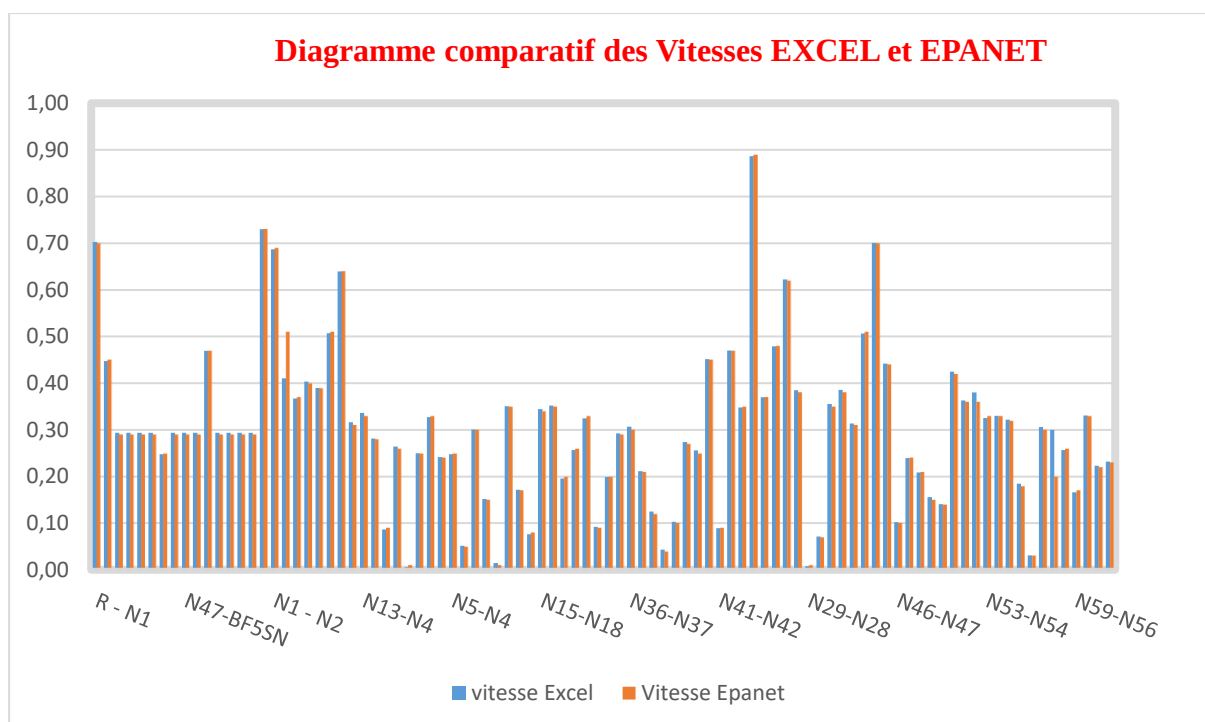


Figure 10 : Comparaison des vitesses calculées et simulées sur Epanet

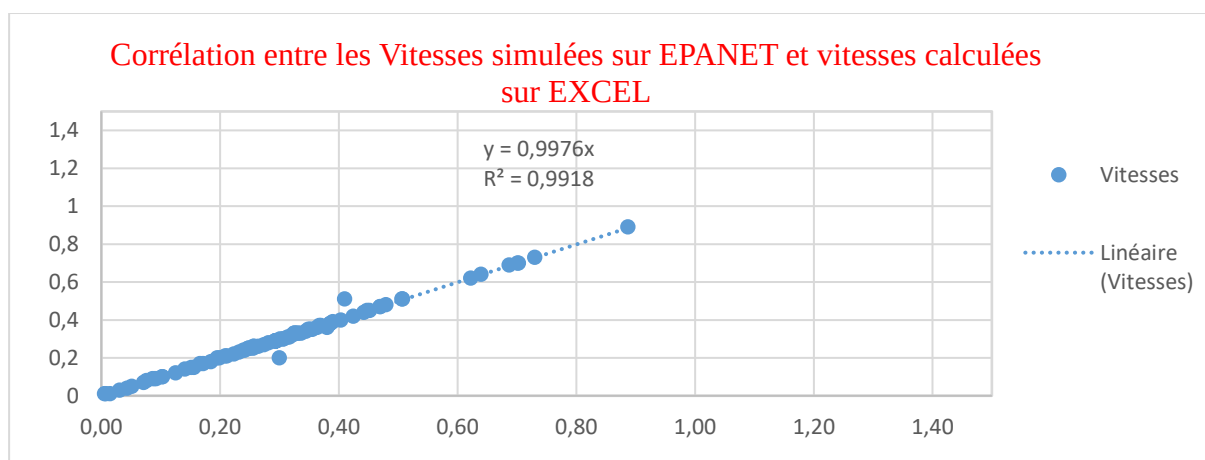


Figure 11: Corrélation entre les vitesses calculées et simulée

Dans l'ensemble, les vitesses simulées par EPANET et celles calculées dans Excel sont généralement proches. Le coefficient de corrélation entre les vitesses calculées et simulées sur Epanet étant proche de 1, nous en déduisons que les deux séries de valeurs sont fortement liées et très proches l'une de l'autre.

V.6 RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DE LA SOURCE D'ENERGIE

V.6.1 Dimensionnement du groupe électrogène

Le dimensionnement du groupe électrogène a été réalisé en tenant compte des spécifications techniques de la pompe.

❖ Forage 1

Tableau 21 : Caractéristiques et choix du groupe électrogène pour forage 1

Pt (KW)	cosj	hp (%)	h _M (%)	U (V)	In (A)	Papp (KVA)
3,62	0,8	72,3	83,1	400	6,48	18
Caractéristiques du groupe électrogène choisie						
Model groupe	Groupe électrogène FG Wilson P22-6					
Fréquence	50Hz/60Hz					
Puissance	18KW					
	22kVA					
Modèle de moteur	Perkins 404D-22G					
Modèle alternateur	FGL 10060					
Consommation l/h	5,9					
Poids (kg)	385					
Dimension L*W*H (mm)	1550*620*1020					
Capacité du reservoir(l)	71					

❖ Forage 2

Tableau 22 : Caractéristiques et choix du groupe électrogène pour forage 2

Pt (KW)	cosj	hp (%)	h _M (%)	U (V)	In (A)	Papp (KVA)
4,96	0,8	72,6	84	400	8,89	24,63
Caractéristiques du groupe électrogène choisie						
Model groupe	Groupe électrogène FG Wilson P22-6					
Fréquence	50Hz/60Hz					
Puissance	20KW					
	25kVA					

Type de moteur	Perkins 404D-22G
Modèle alternateur	FGL 10060
Consommation l/h	6,4
Poids (kg)	385
Dimension L*W*H (mm)	1550*620*1020
Capacité du reservoir(l)	71

V.6.2 Dimensionnement du système solaire

Les résultats liés au dimensionnement de l'énergie solaire sont synthétisés dans le tableau 23.

❖ Forage 1

Tableau 23 : Caractéristiques du générateur solaire pour le forage 1 et de l'onduleur

P _H (KW)	P _{abs} (KW)	P _m (KW)	P _c (kWc)	N _{module} (U)	N _{module_serie} (U)	N _{module-derivation} (U)	In calculé (A)
2,17	3,01	3,62	5,12	20,47	2	10,24	6,48
Caractéristiques de l'onduleur							
P _t (KW)	Coef de correction K (U)	hp (%)	Pond (KVA)	Pond (KW)			
3,62	1,05	72,3	7	5,22			
Onduleur adapté choisi							
Type				RSI			
Puissance nominale (KW)				5,5			
Tension nominale (V)				3x380-440			
Tension d'entrée DC (V)				800			
Fréquence (Hz)				50/60			
Tension nominale de sortie AC (V)				380			
Courant nominale de sortie AC (A)				12			

Le champ solaire est composé de 22 modules monocristallins de 250 Wc, organisés en 2 modules montés en série et 11 modules montées en parallèle.

❖ Forage 2

Tableau 24: Caractéristiques du générateur solaire pour le forage 2 et de l'onduleur

P _H (KW)	P _m (KW)	P _c (kWc)	N _{module} (U)	N _{module_serie} (U)	N _{module-derivation} (U)	In calculé (A)
------------------------	------------------------	-------------------------	----------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	----------------

3,03	4,96	7,02	28,08	2	14,04	8,89
Caractéristiques de l'onduleur						
Pt (KW)	Coef de correction K (U)	hp (%)	Pond (KVA)	Pond (KW)		
4,96	1,05	72,6	9	7,12		
Onduleur adapté choisi						
Type				RSI		
Puissance nominale (KW)				7,5		
Tension nominale (V)				3x380-440		
Tension d'entrée DC (V)				800		
Fréquence (Hz)				50/60		
Tension nominale de sortie AC (V)				380		
Courant nominale de sortie AC (A)				23		

Le champ solaire est composé de 28 modules monocristallins de 250 Wc, organisés en 2 modules montés en série et 14 modules montées en parallèle.

V.7 EQUIPEMENT ANNEXES

Tableau 25 : Equipements annexes

Référence	Éléments	Fonction principale	Caractéristiques techniques
V.7.1	Vannes de sectionnement	Isoler une partie du réseau pour maintenance, réguler l'écoulement	Vannes sous bouche à clé, en fonte, de diamètre adapté à la conduite, protégées par un massif en béton avec couvercle en fonte
V.7.2	Ventouses	Évacuation, entrée et purge d'air dans les canalisations	Type une ou deux boules, DN $\geq$ 40, sans robinet, corps en fonte, flotteurs recouverts de caoutchouc
V.7.3	Ouvrages de vidange	Nettoyage des canalisations par évacuation de l'eau	Raccordement par té + réduction ou coude PVC (en bout de réseau)

V.7.4	Clapets anti-retour	Empêcher le retour de l'eau vers la pompe	Installés sur le réseau AEP pour bloquer le refoulement
V.7.5	Bornes de signalisation	Permettre la localisation du tracé de la conduite enterrée	Bornes en béton, confectionnées et posées par l'entreprise
V.7.6	Ouvrages de génie civil	Support des infrastructures de surface et techniques	Comprend un local technique, un abri pour bornes fontaines, et des supports pour modules photovoltaïques

VI. ETUDE FINANCIERE

VI.1 ETUDE DU COUT DU PROJET

L'évaluation des coûts de construction a été effectuée à partir des bordereaux de prix unitaires (DGCMEF, 2025) et des prix sur le marché. Le coût total du projet est estimé à **620 775 525** FCFA hors taxes et à **732 515 120** FCFA toutes taxes comprises. La synthèse du devis est regroupée dans le Tableau 26, tandis que les détails des différents aspects sont disponibles en annexe 15.

Tableau 26 : Synthèse des investissements du projet

DEVIS GLOBAL		
No	DESIGNATION	MONTANT (FCFA)
I	FRAIS GENERAUX	8 600 000
II	OUVRAGE DE CAPTAGE	26 200 000
III	SYSTEME DE POMPAGE	82 000 000
IV	REFOULEMENT	80 519 770
V	CONFECTION EQUIPEMENT ET POSE DE CHATEAU D'EAU	185 850 000
VI	FOURNITURE ET POSE DES CANALISATION ET EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION	168 305 755
VII	BORNES FONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS	12 000 000
VIII	OUVRAGES ANNEXES	28 000 000
IX	ESSAIS, DESINFECTION ET EPREUVE DU SYSTEME	23 300 000
X	PRESTATIONS DIVERSES	6 000 000
TOTAL HT		620 775 525
TVA		111 739 595

TOTAL TTC		732 515 120
DEVIS Pour l'horizon 2040		
No	DESIGNATION	MONTANT (FCFA)
I	FRAIS GENERAUX	4 300 000
II	OUVRAGE DE CAPTAGE	12 100 000
III	SYSTEME DE POMPAGE	41 000 000
IV	REFOULMENT	40 127 385
V	CONFECTION EQUIPEMENT ET POSE DE CHATEAU D'EAU	185 850 000
VI	FOURNITURE ET POSE DES CANALISATION ET EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION	92 005 096
VII	BORNES FONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS	8 000 000
VIII	OUVRAGES ANNEXES	14 000 000
IX	ESSAIS, DESINFECTION ET EPREUVE DU SYSTEME	11 800 000
X	PRESTATIONS DIVERSES	3 000 000
TOTAL HT		412 182 481
TVA		74 192 847
TOTAL TTC		486 375 328
DEVIS à compléter pour 2055		
No	DESIGNATION	MONTANT (FCFA)
I	FRAIS GENERAUX	4 300 000
II	OUVRAGE DE CAPTAGE	14 100 000
III	SYSTEME DE POMPAGE	41 000 000
IV	REFOULMENT	40 392 385
V	CONFECTION EQUIPEMENT ET POSE DE CHATEAU D'EAU	—
VI	FOURNITURE ET POSE DES CANALISATION ET EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION	76 300 659
VII	BORNES FONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS	4 000 000
VIII	OUVRAGES ANNEXES	14 000 000
IX	ESSAIS, DESINFECTION ET EPREUVE DU SYSTEME	11 500 000
X	PRESTATIONS DIVERSES	3 000 000
TOTAL HT		208 593 044

TVA	37 546 748
TOTAL TTC	246 139 792

VI.2 ESTIMATION DU PRIX DE VENTE DE L'EAU

❖ Dotation aux amortissements et charges d'exploitation

Les dotations sont établies en fonction des performances des équipements, tout en intégrant leur dépréciation progressive. L'amortissement annuel d'un actif est déterminé en divisant son coût d'acquisition par sa durée de vie théorique. Les charges fixes englobent les salaires du personnel. Les charges d'exploitation englobent les dépenses liées au fonctionnement du système, telles que l'achat de produits chimiques (galets de chlore), le carburant, la maintenance des équipements.

Tableau 27 : Amortissement et charge d'exploitation et Charges fixes

Amortissement					
Désignation	Durée de vie (Ans)	Montant (FCFA)	Amortissement annuel	Amortissement 30 ans	Annuité
Pompe immergée	7	6 000 000	857 143	25 714 286	122 449
Groupe électrogène	7	16 000 000	2 285 714	68 571 429	326 531
Ouvrages de génie civil	15	260 825525	17 388 368	521 651 050	1 159 225
Système photovoltaïque	5	7 500 000	1 500 000	45 000 000	300 000
Pièces spéciales	5	10 000 000	2 000 000	60 000 000	400 000
Total amortissement annuel			24 031 225		
Total amortissement d'ici 2055			720 936 764		
Charges Fixes					
Charges	Personnel	Montant annuel	Montant total		
Rémunération du chef de centre	1	2 400 000	72 000 000		
Rémunération des gardiens	2	1 440 000	1 296 000		
Rémunération des fontainiers	11	7 920 000	237 600 000		
Rémunération des plombiers	4	1 920 000	57 600 000		

Rémunération de l'électromécanicien	1	600 000	18 000 000
Montant total à horizon du projet			386 496 000
Charges d'exploitation			
Charges d'exploitation	Fréquence	Durée (Par an)	Montant
Entretien des conduites	Tous les 6 mois	2	600 000
Entretien du réservoir de stockage	Tous les 6 mois	2	600 000
Entretien du champs PV	Tous les 3 mois	4	800 000
Chloration[Kg]	1	365	3 650 000
Frais d'énergie (SONABEL)[j]	31	-	10 985 040
Vidange	Tous les 6 mois	2	100 000
Montant total à annuel	FCFA		16 735 040
Montant total à l'horizon du projet	FCFA		502 051 200

❖ Volume d'eau vendue à l'échéance du projet

Cette valeur représente le volume total d'eau commercialisé sur toute la durée du projet.

Tableau 28 : Volume d'eau vendue à l'échéance du projet

Années	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Volume d'eau produit [m³]	59 704	101 438	118 499	145 982	170 230	198 341	229 689
Volume d'eau facturé [m³]	49 321	83 797	97 891	114 247	133 223	155 223	179 756
Volume d'eau total produit au cours du projet [m³]							5 392 691

❖ Calcul du prix de revient du m³

Au Burkina Faso, le tarif de l'eau est établi par un système de répartition des coûts, conçu pour couvrir les charges d'exploitation, les charges fixes et l'amortissement des investissements dont la durée de vie maximale est de 15 ans. Le prix du mètre cube d'eau est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 29 : Prix de revient de l'eau

Désignation	Montant [FCFA]
Amortissement	720 936 764,3
Charges fixes	386 496 000
Charges d'exploitation	502 051 200
Prix de revient de l'eau	298
Prix de revient retenu	400

VI.3 ANALYSE DE LA RENTABILITE DU PROJET

L'analyse de la rentabilité financière portera sur l'année 2055, considérée comme l'option la plus vraisemblable.

❖ Calcul des recettes

Les produits d'exploitation proviennent exclusivement de la vente de l'eau. Pour la première année, les recettes sont estimées à 20 504 300 de FCFA à la première année et de 78 834 300 FCFA à l'année de l'horizon du projet. Les détails de ce calcul sont présentés en annexe 16.

❖ Calcul de l'Excédent Brut d'Exploitation (EBE)

L'EBE correspond à la différence entre les produits et les charges d'exploitation. Il représente la capacité d'autofinancement du projet et sert de base au calcul des soldes de trésorerie prévisionnelle ainsi que des indicateurs de rentabilité tels que la VAN (Valeur Actuelle Nette) et le TRI (Taux de Rentabilité Interne).

La VAN est obtenue en cumulant les soldes de trésorerie prévisionnels actualisés à un taux d'intérêt fixe et défini à l'avance, en intégrant le montant des investissements initiaux. Elle est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$VAN = -F_0 + \frac{F_1}{(1+a)} + \frac{F_2}{(1+a)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+a)^n}$$

VAN : Valeur Actuel Nette

F_0 : Flux de trésorerie de l'année initiale (investissement initial)

F_n : Flux d'investissement de l'année n

A : Taux d'actualisation (Retenue à 2%)

(40)

Pour la première année d'exploitation, l'EBE est estimé à -10 510 740 FCFA et un EBE de 47 819 260 FCFA à l'horizon du projet (voir annexe 17). Un EBE négatif en première année signifie que les charges d'exploitation sont supérieures aux recettes.

❖ Indicateurs de rentabilité financière

La rentabilité financière a été évaluée selon deux perspectives : celle de l'État et celle du fermier.

Les résultats obtenus montrent :

Une VAN de - 411 140 874 FCFA pour l'État à l'horizon du projet. Cette VAN négative indique que le projet n'est pas financièrement rentable pour l'État. Cela s'explique principalement par les investissements importants que l'État doit supporter et par une population bénéficiaire relativement modeste, ce qui limite les recettes générées par la vente d'eau. En d'autres termes, les flux de trésorerie futurs actualisés du projet ne couvrent pas les coûts initiaux pour l'Etat.

Une VAN de - 12 611 565 FCFA pour la première année et une VAN de 321 374 246 FCFA à l'horizon du projet pour le fermier, traduisant une rentabilité financière positive. C'est un signal très encourageant pour le fermier, car cela signifie que le projet peut lui apporter un bénéfice financier cumulé une fois qu'il sera bien établi. Les résultats détaillés figurent en annexe 17.

Au-delà de l'aspect financier, l'objectif principal de ce projet est d'améliorer les conditions de vie de la population du centre de Koubri en ce qui concerne l'accès à l'eau potable. Nous sommes convaincus que sa mise en œuvre résoudra les problématiques liées à l'accès à l'eau potable qui constitue un des axes majeurs du développement d'un pays.

VI.4 MODE DE GESTION

Plusieurs types de gestion existent pour les systèmes AEP, notamment la régie directe, la régie autonome, l'affermage et la concession (DGRE, 2019). Le mode de gestion choisi par le maître d'ouvrage était le mode de gestion par affermage. Nous soutenons cette approche car elle confie l'exploitation du service à un opérateur local, responsable du fonctionnement quotidien. Les investissements restent à la charge de la collectivité, qui perçoit une part des revenus issus des paiements des usagers pour alimenter un fonds dédié au renouvellement des infrastructures. Cependant, à travers les états des lieux nous avons pu constater une gestion inadéquate des ouvrages d'adduction en Eau Potable Simplifié (AEPS). Au regard de cela, nous proposons une amélioration de la gestion par affermage en :

- **Renforçant la gouvernance et la transparence** : Mettre à jour le contrat d'affermage, intégrer des indicateurs de performance, et créer un comité de suivi incluant les usagers.
- **Optimisant la performance opérationnelle** : Former régulièrement le personnel, utiliser des technologies modernes (compteurs intelligents, gestion numérique), et adopter un plan de maintenance préventive.
- **Réduisant les pertes et améliorer la gestion financière** : Lutter contre les fuites et la fraude, réviser la tarification, et faciliter les paiements via des options électroniques.
- **Engageant la communauté** : Renforcer la sensibilisation sur l'hygiène, la préservation des ouvrages, et impliquer les usagers dans le suivi du service.
- **Structurant un fonds de renouvellement** : Sécuriser les fonds dédiés au renouvellement et planifier les investissements à long terme.
- **Promouvant la durabilité environnementale** : Protéger les sources d'eau.
- **Préparant un plan de gestion des crises** : Anticiper les interruptions, les pénuries ou les contaminations grâce à un plan d'action d'urgence.

Ces améliorations permettront de rendre la gestion plus efficace, durable et orientée vers les besoins des usagers.

VII.NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

VII.1 INTRODUCTION ET CARACTERISATION DU PROJET

Une évaluation de l'impact environnemental est un processus qui permet d'identifier et d'analyser les effets potentiels d'un projet sur l'environnement avant sa réalisation. Elle vise à anticiper les enjeux environnementaux et à mettre en place des mesures pour minimiser les impacts négatifs, tout en favorisant le respect des principes de développement durable. Partant de là le code de l'environnement à son article 25 stipule que toute activité susceptible d'avoir des impacts significatifs sur l'environnement est soumise à l'avis du ministre en charge de l'environnement, cet avis est établi sur la base d'une Evaluation Environnementale Stratégique (EES), d'une Etude d'Impacts Environnementale et Sociale (EIES) d'une Notice d'Impacts Environnementale (NIES) ou d'une simple prescription. En se référant le décret N°2015 - 1187 / PRES – TRANS / PM / MERH / MATD / MME / MS / MARHASA / MRA / MICA / MHU / MIDT / MCT du 22 octobre 2015 portant conditions et procédures de réalisation

et de validation de l'évaluation environnementale stratégique, de l'étude et de la notice d'impact environnemental et social, le projet d'approvisionnement en eau potable au profit de la population du centre de Koubri sera soumis à une Notice d'impact Environnementale et Sociale (NIES) car elle est un centre semi-urbains correspondant à la catégorie B de projet relatif aux activités soumises à une notice d'impact sur l'environnement (ANEVE/MEEA, 2007). La notice d'impact environnementale et social permet d'évaluer les enjeux environnementaux et sociaux et de proposer des mesures d'atténuation, de bonification ou le cas échéant des compensations d'impact. C'est un outil de planification pour le promoteur, de participation pour le public, de prévention et de prise de décisions pour les bailleurs de fonds.

VII.2 RAPPEL DU CADRE LEGISLATIF REGISSANT LE PROJET (NOTICE D'IMPACT)

Plusieurs lois et règles obligent les promoteurs, publics ou privés, à protéger l'environnement lorsqu'ils prévoient des travaux ou aménagements pouvant l'affecter. Ces lois et règlements. Les détails des lois et règlements se trouvent à l'annexe 19.

Ces dispositions garantissent une prise en compte systématique des enjeux environnementaux dans les projets de développement.

VII.3 RAPPEL DES COMPOSANTES ET PHASES DU PROJET

Ce projet comprend deux composantes qui sont l'eau potable et l'assainissement. Il est structuré en deux phases : la phase de préparation/construction/la phase de réalisation et la phase d'exploitation/maintenance.

VII.4 IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS

La mise en œuvre et l'exploitation de ce système d'approvisionnement en eau potable (AEP) peuvent effectivement avoir des impacts à la fois positifs et négatifs sur l'environnement biophysique et humain. L'évaluation des impacts a pour objectif de déterminer l'importance des effets sur l'environnement. Les impacts du projet sont indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau 30 : Identification et évaluation des impacts

Récepteur d'impact	Impacts	Importance de l'impact	
		Phase installation/ Construction	Phase d'exploitation
Impacts négatifs			
Milieu biophysique			
Air et Ambiance sonore	-Soulèvement de poussière -Emission de fumées des engins de travaux -Emission de bruits et vibrations	Mineure	Mineure
Sols	-Contamination des sols par les hydrocarbures -Erosion des sols	Moyenne	Mineure
Faune	Dégradation ou perte de leur habitat	Mineure	Mineure
Flore	Coupe d'espèces végétales (arbres, herbacés)	Mineure	Mineure
Ressource en eau	Dégradation de la qualité de l'eau	Mineure	Moyenne
Milieu humain			
Santé, sécurité et hygiène publique	- Accroissement de maladies - Incident et accident - Nuisances sonores	Moyenne	Majeur
Cohésion sociale	Conflit et plaintes	Moyenne	Majeur
	Impacts Positifs		
Emploi	Création d'emploi permanant et temporaires	Moyenne	Moyenne
Activité socio-économique	Développement des activités économiques	Mineur	Majeure
Condition de vie de la population	-Amélioration des conditions de vie	Majeure	Majeure
Eaux	Amélioration de l'accessibilité à l'eau	Mineure	Majeure
Santé	Baisse sensible de la prévalence des maladies d'origine hydrique et des dépenses en soins de santé	Moyenne	Majeur

VII.5 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL

• Plan de gestion environnementale et social

Le plan de gestion environnementale et sociale regroupe les actions nécessaires pour mettre en œuvre les mesures d'atténuation et d'optimisation, notamment le suivi des éléments ayant un

impact. Il détaille, de manière concrète, les mesures à prendre pour prévenir, réduire, compenser les effets négatifs du projet sur l'environnement humain et naturel, tout en renforçant ses impacts positifs. Il précise les responsabilités des acteurs, les échéances et les coûts associés à ces mesures. Il est essentiel de veiller à l'application des mesures préconisées, telles que la sensibilisation des populations sur la sécurité et le VIH/SIDA, ainsi que le reboisement compensatoire, sous la supervision du comité de suivi. Pour une meilleure efficacité, il est recommandé de renforcer les capacités des membres de ce comité afin qu'ils s'approprient pleinement les démarches du plan de gestion environnementale et sociale.

- **Mesures d'atténuation, de compensation ou de bonification des impacts.**

L'entrepreneur qui aura la charge des travaux sur chacune des sites se charge de respecter ces clauses qui sont d'ailleurs des conditions d'acceptation des prestations. Ici, il s'agit de catégoriser les actions environnementales retenues comprenant : Les mesures d'atténuation des impacts négatifs : actions de compensation ou de restitutions des éléments ayant subi des impacts négatifs ;

Les mesures de bonification : ce sont des mesures mises en œuvre dans le but de renforcer les effets positifs de l'installation de l'unité ;

Les mesures d'accompagnement : ce sont des mesures mise en œuvre pour optimiser les bénéfices liés au projet.

Pour les mesures contenues dans le cahier de charge des entreprises, les deux (02) documents de base pour la mise en œuvre efficace des mesures environnementales du projet sont : le cahier de charges de l'entreprise et le PGES/chantier. Pour cela, un certain nombre de dispositions doivent être prise par l'ingénieur-conseil chargé du suivi de l'entreprise pour permettre une application des mesures qui y sont formulées. La mise en œuvre des mesures de bonification, d'atténuation et de suivi exige de définir clairement les responsabilités des différents organismes impliqués dans l'exécution et l'opérationnalisation du projet. Les responsabilités pour la mise en œuvre du PGES seront confiées à : l'ANEVE, au Service Départemental l'Environnement de l'Economie Verte et des Changements Climatiques, aux CVD, à la commune, aux bureaux de contrôle, à l'entreprise et à la chefferie. Les détails du Programme de mise en œuvre des mesures assorti du coût de réalisation se trouvent à l'annexe 20.

VII.6 CONCLUSION PARTIEL

Les premières analyses révèlent des impacts importants sur l'environnement et les populations. Des mesures d'atténuation et de suivi ont été proposées pour limiter ces effets et intégrer les enjeux environnementaux au projet. La validation finale permettra de confirmer la faisabilité du projet avec les exigences réglementaires.

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce mémoire a permis d'étudier et de concevoir un système d'approvisionnement en eau potable adapté aux besoins croissants de la population du centre de Koubri. À travers un diagnostic précis et un dimensionnement rigoureux, un réseau structuré autour de quatre forages de 10 m³/h chacun, d'un château d'eau de 200 m³ et d'un maillage dense a été proposé, avec une alimentation énergétique hybride pour garantir la fiabilité du service. La simulation hydraulique sur EPANET valide les choix techniques réalisés. Le coût global de réalisation du projet s'élève à 732 515 120 FCFA TTC. Le prix de production du mètre cube d'eau est estimé à 298 FCFA, tandis que le tarif de vente proposé est de 400 FCFA/m³. Cependant, l'analyse financière indique que le projet n'est pas rentable pour l'État à l'horizon 2055, avec une valeur actuelle nette (VAN) négative - 411 140 874 FCFA mais sera rentable pour le fermier avec une VAN de 321 374 246. Par ailleurs, la notice d'impact environnemental et social (NIES) a révélé que le projet engendre plus d'effets positifs que négatifs sur l'environnement. Pour assurer la durabilité de l'ouvrage et son bon fonctionnement, une gestion par affermage est recommandée. La mise en œuvre du projet contribuera significativement à améliorer l'accès à l'eau potable et à soutenir le développement local.

Pour assurer le succès du projet, nous recommandons de :

- Prévoir l'extension du réseau en fonction de l'évolution démographique future.
- Réaliser une étude hydrogéologique approfondie pour identifier les aquifères disponibles, leur profondeur, leur capacité et leur durabilité.
- Mobiliser les financements nécessaires pour la réalisation effective des infrastructures, en privilégiant une gestion transparente et efficiente des fonds.
- Encourager les branchements particuliers pour minimiser les pertes.
- Améliorer les recettes tout en minimisant les charges et en encourageant la consommation de l'eau du réseau pour augmenter les marges bénéficiaires.
- Mettre en place une maintenance préventive régulière des infrastructures.
- Renforcer la capacité des acteurs locaux en gestion technique et financière du service d'eau.
- Créer un fonds de renouvellement pour anticiper le remplacement des équipements.
- Mener des campagnes de sensibilisation pour encourager le paiement régulier de l'eau.
- Veiller à la mise en œuvre effective des mesures environnementales prévues.

BIBLIOGRAPHIE

- ANEVE/MEEA. (2007). *L'ensemble des études et des notices d'impact sur l'environnement.*
- DGCMEF. (2025). *Mercuriale des prix des infrastructures hydrauliques de Ouagadougou.*
- DGEP. (2019). *Décret définissant les normes, les critères et les indicateurs d'accès au service public d'eau potable.*
- DGRE. (2019). *Document Cadre de Gestion du Service Public de l'Eau Potable en Milieu Rural e semi-urbain au Burkina Faso.*
- IGIP Afrique. (2024a). *Présentation d'IGIP Afrique.*
- IGIP Afrique. (2024b). *Rapport géophysique de la réalisation du système AEP dans le centre de Koubri de la région du Centre.*
- IGIP Afrique. (2024c). *Rapport socio-économique de la réalisation du système AEP dans le centre de Koubri de la région du Centre.*
- INSD. (2006). *Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) du Burkina Faso.*
- INSD. (2019). *Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH) du Burkina Faso.*
- MAIRIE. (2022). *Plan Communal de Développement de Koubri (2022-2026).*
- MEA/PN-AEP. (2016). *Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable.*
- MEEA/DGEP. (2023). *Inventaire National des Ouvrages Hydrauliques (INO).*
- MEEA/DREA-C. (2024). *Rapport de démarrage des activités du Centre de Koubri.*
- NACOUлма, E. C. (2023). *ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE D'UN SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DANS LA LOCALITE DE KADOMBA, DE LA COMMUNE DE SATIRI, REGION DES HAUTS BASSINS (BURKINA FASO).*
- OUERMI, A.-F. (2024). *ETUDE D'AVANT-PROJET DETAILLEE D'UN SYSTEME D'AEP AU PROFIT DES POPULATIONS DU VILLAGE DE PIGA SITUE DANS LA*

COMMUNE DE DIABO, REGION DE L'EST – BURKINA FASO.

SOTICI. (2023). *Documentation technique des tubes PVC-U pression*. 18.

SITES INTERNET

GRUNDFOS. (2025, Février). *Grundfos Product Center / Dimensionnement et Selection des produits Grundfos*. Récupéré sur <https://product-selection.grundfos.com/fr> . Consulté le 18 Février 2025

Votre partenaire FG Wilson en Afrique—GeniWatt—Distributeur FG Wilson. Récupéré sur <https://geniwatt.fr/fr/afrique/> .Consulté 28 avril 2025

ONU. (2015, Septembre). *Objectifs de développement durable (ODD) : 17 objectifs pour transformer notre monde*. Récupéré sur <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/development-agenda/> . Consulté le 18 Août 2024

ANNEXES

Annexe 1 : Calcul des débits transportées en tronçons	II
Annexe 2 : Tableau du réseau maillé par la méthode du Hardy Cross (après 30 itérations) et de la partie ramifiée.....	I
Annexe 3: Vérification après itérations.....	VI
Annexe 4 : Récapitulatif des valeurs obtenues par calcul et des valeurs Epanet	IX
Annexe 5 : Carnet des nœuds.....	XII
Annexe 6 : Evaluation des besoins en eau	XV
Annexe 7 : Plan du regard tête de forage, coupe A-A.....	XVII
Annexe 8 : Plan du château d'eau	XVIII
Annexe 9 : Plan d'aménagement de borne fontaine et branchement particulier.....	XIX
Annexe 10 : Plan locale du groupe électrogène	XXI
Annexe 11 : Plans de locale technique	XXII
Annexe 12 : Plan local gardien	XXIII
Annexe 13 : Plan Latrine.....	XXIV
Annexe 14 : Champs Solaire	XXIV
Annexe 15 : Ouvrage de Ventouse et ouvrage de vidanges	XXVI
Annexe 16 : Devis estimatif et quantitatif.....	XXVIII
Annexe 17 : Calcul des recettes	XXXV
Annexe 18 : Calcul de la VAN.....	XXXVII
Annexe 19 : Tracé de quelques profils en long du réseau.....	XL
Annexe 20 : Rappel des cadres législatifs régissant le projet.....	XLII
Annexe 21 : Programme de mise en œuvre des mesures assorti du cout de réalisation	XLIV

Annexe 1 : Calcul des débits transportées en tronçons

Tronçons	Longueur (m)	Qr(l/s)	Qdim (l/s)
N63 - BF3S	9,543	0	0,750
N62 - N63	95,55	0,000	0,750
N64 - N62	211,5	0,167	2,563
N62 - N60	143,8	0,114	1,673
N61 - N60	59,23	0,047	0,106
N61 - BF2S	24,45	0,000	0,750
N54- N61	270,96	0,214	0,987
N60 - N59	202,6	0,160	1,619
N59 - N58	83,47	0,066	0,648
N58- N57	610,62	0,483	0,373
N57 - BF6SN	44	0,000	0,750
N56 - N57	431	0,341	0,788
N54 - N55	638	0,504	0,987
N55 - N56	270,4	0,214	0,628
N59 - N56	531	0,420	0,648
N52 - N64	434,7	0,344	2,819
N53 - N54	486,5	0,385	2,525
N51 - N52	33,79	0,000	5,910
N52 - N53	255,72	0,202	2,819
N50 - N51	170,56	0,135	4,035
N49 - N50	31,87	0,025	4,116
N49 - BF1S	9,885	0,000	0,750
N46 - N51	246,7	0,195	2,040
N46 - N47	387,7	0,307	2,040
N48 - N49	119,2	0,094	4,925
N45 - N46	265,2	0,210	4,435

N45 - N47	545,9	0,432	4,435
N47 - N48	484,5	0,383	5,164
N47 - BF5SN	50	0,000	0,750
N44 - BF4S	9,273	0,000	0,750
N44 - N45	89,07	0,000	9,190
N26 - N44	767,3	0,000	9,940
N27 - N26	563,2	0,445	6,359
N30 - N26	401,8	0,318	3,963
N30- N29	217	0,172	3,963
N31 - N30	242,87	0,192	8,266
N28 - BF2N	12,86	0,000	0,750
N29 - N28	290,18	0,229	3,762
N28 - N27	250	0,198	2,799
N33 - N27	393,91	0,311	4,038
N33 - N32	514,9	0,407	4,038
N32 - N31	716,4	0,566	8,645
N42 - N43	466,1	0,369	5,326
N43 - N32	59,29	0,047	5,118
N34- N33	261,75	0,207	8,538
N34 - N35	131,65	0,104	8,538
N35 - N42	533,9	0,422	4,058
N35 - N36	403,5	0,319	4,058
N36- N41	535,9	0,424	1,777
N41 - N42	457,1	0,361	1,844
N36 - N37	333,5	0,264	1,777
N37 - N38	283,4	0,224	1,533
N39 - N40	256,9	0,203	1,104
N38 - N39	272,4	0,215	1,314
N40- N41	687,6	0,544	0,731

N34 - BF4N	251,2	0,000	0,750
N3 - N34	29,61	0,000	17,981
N7 - BF5N	79,43	0,000	0,750
N6 - N7	64,39	0,000	0,750
N8 - N6	323	0,255	4,242
N6 - N5	135	0,107	3,311
N11- N8	561,7	0,444	4,592
N9 - N11	249,1	0,197	2,889
N10 - N11	484,5	0,383	2,215
N4 - N3	141,06	0,112	9,593
N5 - N4	403,6	0,319	5,846
N9 - N5	357,41	0,283	2,889
N13- N9	384,3	0,304	4,079
N10 - N9	315,1	0,249	2,215
N12 - N10	443,1	0,350	4,921
N13 - N4	294,4	0,233	4,079
N13 - N12	509,4	0,403	4,079
N1 - N13	128,22	0,101	12,758
N22 - N23	57,53	0,000	0,750
N23 - BF1N	18,14	0,000	0,750
N21 - N22	230,5	0,182	1,213
N20 - N21	457,9	0,362	1,485
N19 - N20	146,1	0,116	1,724
N22 - N24	562,2	0,444	0,150
N16 - BF3N	10,6	0,000	0,750
N2 - N3	75,14	0,059	8,474
N25 - N2	187	0,148	3,458
N1 - N2	311,4	0,246	5,242
N16 - N25	127,7	0,101	2,282

N24- N25	174,7	0,138	1,369
N19 - N24	539,3	0,426	1,724
N18 - N19	344,9	0,273	3,855
N17 - N18	288,1	0,228	1,110
N15 - N18	425,1	0,336	3,163
N14 - N17	325,5	0,257	1,353
N14 - N12	340,5	0,269	1,353
N15 - N14	490,72	0,388	3,163
N15 - N16	204,04	0,161	3,163
N1 - N15	173,63	0,137	10,001
R - N1	162,7	0,000	28,244

Nœuds	Q au nœuds	Vérification
N64	0,26	0,000
N63	0,00	0,000
N62	0,89	0,000
N61	0,88	0,000
N60	0,16	0,000
N59	0,32	0,000
N58	0,27	0,000
N57	1,16	0,000
N56	0,49	0,000
N55	0,36	0,000
N54	0,55	0,000
N53	0,29	0,000
N52	0,27	0,000
N51	0,16	0,000
N50	0,08	0,000
N49	0,81	0,000

N48	0,24	0,000
N47	1,31	0,000
N46	0,36	0,000
N45	0,32	0,000
N44	0,75	0,000
N43	0,21	0,000
N42	0,58	0,000
N41	0,66	0,000
N40	0,37	0,000
N39	0,21	0,000
N38	0,22	0,000
N37	0,24	0,000
N36	0,50	0,000
N35	0,42	0,000
N34	0,91	0,000
N33	0,46	0,000
N32	0,51	0,000
N31	0,38	0,000
N30	0,34	0,000
N29	0,20	0,000
N28	0,96	0,000
N27	0,48	0,000
N26	0,38	0,0000
N25	0,19	0,000
N24	0,50	0,000
N23	0,00	0,000
N22	1,06	0,000
N21	0,27	0,000
N20	0,24	0,000

N19	0,41	0,000
N18	0,42	0,000
N17	0,24	0,000
N16	0,88	0,000
N15	0,51	0,000
N14	0,46	0,000
N13	0,52	0,000
N12	0,51	0,000
N11	0,51	0,000
N10	0,49	0,000
N9	0,52	0,000
N8	0,35	0,000
N7	0,00	0,000
N6	0,93	0,000
N5	0,35	0,000
N4	0,33	0,000
N3	0,09	0,000
N2	0,23	0,000
N1	0,24	0,000

Annexe 2 : Tableau du réseau maillé par la méthode du Hardy Cross (après 30 itérations) et de la partie ramifiée

ITERATION	MAILLE	TRONCON	LONGUEUR	DEBIT(l/s)	DBIT(m3/s)	Dth(mm)	Dc (m)	Dint(mm)	Dint(m)	Vr(m/s)	k/D	Reynolds	λ	ΔH (m)	$\Delta H/Q$	dq(m3/s)	dq(l/s)	Qc(l/s)
30	1	N1 - N2	311,4	17,6413	0,017641315	149,872	200	180,8	0,1808	0,69	5,53097E-05	124234,62	0,0175336	0,799418575	45,31513545	1,21409E-08	1,214E-05	17,641327
		N1 - N15	173,63	-3,9744	-0,003974367	71,136	110	99,4	0,0994	0,51	0,000100604	50908,668	0,0211689	-0,543802591	136,8274616	3,68E-07	3,68E-04	-3,97E+00
		N15-N16	204,04	-1,9107	-0,00191072	49,323	90	81,4	0,0814	0,37	0,00012285	29887,028	0,0238335	-0,451532395	236,3153323	2,56752E-08	2,568E-05	-1,9106942
		N16-N25	127,7	-1,0296	-0,001029581	36,206	63	57	0,057	0,40	0,000175439	22998,297	0,0254264	-0,519919594	504,981857	2,56752E-08	2,568E-05	-1,0295551
		N25-N2	187	0,9949	0,000994875	35,591	63	57	0,057	0,39	0,000175439	22223,055	0,0256277	0,716519452	720,2105507	-2,07906E-07	-0,0002079	0,9946671
													SOMME	0,000683448	1643,650337	-2,07906E-07	-0,0002079	-0,0002079
														dq1	-2,07906E-07			
	2	N1-N13	128,22	6,3855	0,00638549	90,168	140	126,6	0,1266	0,51	7,89889E-05	64220,048	0,0200943	0,293604195	45,97990206	3,55577E-07	0,0003556	6,3858454
		N1-N2	311,4	-17,6413	-0,017641315	149,872	200	180,8	0,1808	0,69	5,53097E-05	124234,62	0,0175336	-0,799418575	45,31513545	-1,21409E-08	-1,214E-05	-17,641327
		N2-N3	75,14	-16,4197	-0,016419716	144,590	200	180,8	0,1808	0,64	5,53097E-05	115631,81	0,0177753	-0,169410814	10,31752421	-2,20047E-07	-0,00022	-16,419936
		N4-N3	141,06	1,6470	0,001647011	45,793	90	81,4	0,0814	0,32	0,00012285	25762,155	0,0246501	0,239887589	145,650273	-2,20047E-07	-0,00022	1,6467909
		N13-N4	294,4	2,6101	0,002610096	57,648	110	99,4	0,0994	0,34	0,000100604	33433,374	0,0231833	0,435519857	166,8597093	-1,60E-08	-1,60E-05	2,61E+00
													SOMME	0,000182252	414,122544			
														dq2	-2,20047E-07			
	3	N1-N15	173,63	3,9744	0,003974367	71,136	110	99,4	0,0994	0,51	0,000100604	50908,668	0,0211689	0,543802591	136,8274616	-3,68E-07	-3,68E-04	3,97E+00
		N1-N13	128,22	-6,3855	-0,00638549	90,168	140	126,6	0,1266	0,51	7,89889E-05	64220,048	0,0200943	-0,293604195	45,97990206	-3,55577E-07	-0,0003556	-6,3858454
		N12-N13	509,4	-0,7177	-0,000717678	30,229	63	57	0,057	0,28	0,000175439	16031,169	0,0276834	-1,097181066	1528,791905	6,30985E-08	6,31E-05	-0,7176154
		N12-N14	340,5	-0,2208	-0,000220809	16,767	63	57	0,057	0,09	0,000175439	4932,3298	0,0377339	-0,094628491	428,5535215	-5,75624E-07	-0,0005756	-0,2213847
		N15-N14	490,72	0,6737	0,000673655	29,287	63	57	0,057	0,26	0,000175439	15047,791	0,0281126	0,945691154	1403,821382	-1,87303E-07	-0,0001873	0,6734676
													SOMME	0,004079992	3543,974171			
														dq3	-5,75624E-07			
	4	N12-N13	509,4	0,7177	0,000717678	30,229	63	57	0,057	0,28	0,000175439	16031,169	0,0276834	1,097181066	1528,791905	-6,30985E-08	-6,31E-05	0,7176154
		N12-N101	443,1	-0,0143	-1,42623E-05	4,261	63	57	0,057	0,01	0,000175439	318,58549	0,200888	-0,002735123	191,7723994	-6,38722E-07	-0,0006387	-0,0149011
		N10-N9	315,1	-0,6368	-0,000636831	28,475	63	57	0,057	0,25	0,000175439	14225,244	0,0285026	-0,550200912	863,9664078	-1,80742E-07	-0,0001807	-0,6370121
		N13-N9	384,3	-2,5374	-0,002537365	56,839	110	99,4	0,0994	0,33	0,000100604	32501,745	0,02333	-0,540671233	213,0837464	-4,34627E-07	-0,0004346	-2,5377996
													SOMME	0,003573798	2797,614458			
														dq4	-6,38722E-07			
	5	N13-N9	384,3	2,5374	0,002537365	56,839	110	99,4	0,0994	0,33	0,000100604	32501,745	0,02333	0,540671233	213,0837464	4,34627E-07	0,0004346	2,5377996
		N13-N4	294,4	-2,6101	-0,002610096	57,648	110	99,4	0,0994	0,34	0,000100604	33433,374	0,0231833	-0,435519857	166,8597093	1,60E-08	1,595E-05	-2,6101
		N9-N5	357,41	0,6168	0,000616798	28,024	63	57	0,057	0,24	0,000175439	13777,754	0,0287282	0,590065789	956,6592623	1,30173E-08	1,302E-05	0,6168113
		N5-N4	403,6	-0,6314	-0,000631399	28,354	63	57	0,057	0,25	0,000175439	14103,895	0,0285628	-0,694222769	1099,499524	-2,04096E-07	-0,0002041	-0,631603
													SOMME	0,000994397	2436,102242			
														dq5	-2,04096E-07			

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE KOUBRI, CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE KOUBRI, REGION DU CENTRE
AU BURKINA FASO.

30	6	N10-N9	315,1	0,6368	0,000636831	28,475	63	57	0,057	0,25	0,000175439	14225,244	0,0285026	0,550200912	863,9664078	1,80742E-07	0,0001807	0,6370121
		N10-N11	484,2	0,1313	0,000131321	12,931	63	57	0,057	0,05	0,000175439	2933,3915	0,0439762	0,055469189	422,3933191	-4,5798E-07	-0,000458	0,1308632
		N9-N11	249,1	-0,7675	-0,0007675	31,260	63	57	0,057	0,30	0,000175439	17144,061	0,0272397	-0,603771285	786,6725717	-2,40867E-07	-0,0002409	-0,767741
													SOMME	0,001898816	2073,032299			
													dq6		-4,5798E-07			
	7	N9-N11	249,1	0,7675	0,0007675	31,260	63	57	0,057	0,30	0,000175439	17144,061	0,0272397	0,603771285	786,6725717	2,40867E-07	0,0002409	0,767741
		N11-N8	561,7	0,3868	0,0003868	22,192	63	57	0,057	0,15	0,000175439	8639,7187	0,032364	0,410804227	1062,112611	-2,17113E-07	-0,0002171	0,3865632
		N8-N6	323	0,0371	3,70523E-05	6,869	63	57	0,057	0,01	0,000175439	827,65708	0,0773267	0,005179669	139,7934665	-2,17113E-07	-0,0002171	0,0368352
		N6-N5	135	-0,8940	-0,000893998	33,738	63	57	0,057	0,35	0,000175439	19969,718	0,0262726	-0,428202509	478,9746614	-2,17113E-07	-0,0002171	-0,8942154
		N9-N5	357,41	-0,6168	-0,000616798	28,024	63	57	0,057	0,24	0,000175439	13777,754	0,0287282	-0,590065789	956,6592623	-1,30173E-08	-1,302E-05	-0,6168113
													SOMME	0,001486883	3424,212573			
													dq7		-2,17113E-07			
	8	N15-N14	490,72	-0,6737	-0,000673655	29,287	63	57	0,057	0,26	0,000175439	15047,791	0,0281126	-0,945691154	1403,821382	1,87303E-07	0,0001873	-0,6734676
		N14-N17	325,5	-0,4372	-0,000437205	23,594	63	57	0,057	0,17	0,000175439	9766,0728	0,0313436	-0,294584061	673,7899859	-3,88321E-07	-0,0003883	-0,4375929
		N17-N18	288,1	-0,1946	-0,000194644	15,743	63	57	0,057	0,08	0,000175439	4347,8734	0,0391237	-0,064506872	331,4090457	-3,88321E-07	-0,0003883	-0,1950326
		N15-N18	425,1	0,8787	0,000878667	33,448	63	57	0,057	0,34	0,000175439	19627,257	0,0263794	1,307808985	1488,401029	-1,5474E-07	-0,0001547	0,8785123
													SOMME	0,003026898	3897,421442			
													dq8		-3,88321E-07			
	9	N15-N18	425,1	-0,8787	-0,000878667	33,448	63	57	0,057	0,34	0,000175439	19627,257	0,0263794	-1,307808985	1488,401029	1,5474E-07	0,0001547	-0,8785123
		N15-N16	204,04	1,9107	0,00191072	49,323	90	81,4	0,0814	0,37	0,00012285	29887,028	0,0238335	0,451532395	236,3153323	-2,56752E-08	-2,568E-05	1,9106942
		N16-N25	127,7	1,0296	0,001029581	36,206	63	57	0,057	0,40	0,000175439	22998,297	0,0254264	0,519919594	504,981857	-2,56752E-08	-2,568E-05	1,0295551
		N24-N25	174,7	1,8310	0,001830993	48,283	90	81,4	0,0814	0,35	0,00012285	28639,952	0,0240633	0,358436938	195,7610054	-2,33581E-07	-0,0002336	1,8307589
		N19-N24	539,3	0,4982	0,000498198	25,186	63	57	0,057	0,20	0,000175439	11128,513	0,0303093	0,612844652	1230,12293	-1,57672E-07	-0,0001577	0,4980402
		N18-N19	344,9	-0,6550	-0,000655037	28,879	63	57	0,057	0,26	0,000175439	14631,916	0,028306	-0,632765568	965,9995187	-2,33581E-07	-0,0002336	-0,6552707
													SOMME	0,002159025	4621,581672			
													dq9		-2,33581E-07			
	10	N19-N24	539,3	-0,4982	-0,000498198	25,186	63	57	0,057	0,20	0,000175439	11128,513	0,0303093	-0,612844652	1230,12293	1,57672E-07	0,0001577	-0,4980402
		N22-N24	562,2	0,8283	0,000828304	32,475	63	57	0,057	0,32	0,000175439	18502,27	0,0267493	1,55855712	1881,624521	-7,59084E-08	-7,591E-05	0,8282281
		N21-N22	230,5	-0,2351	-0,000235056	17,300	63	57	0,057	0,09	0,000175439	5250,5665	0,0370717	-0,071317362	303,4061473	-7,59084E-08	-7,591E-05	-0,2351317
		N20-N21	457,9	-0,5072	-0,000507185	25,412	63	57	0,057	0,20	0,000175439	11329,263	0,0301718	-0,536840146	1058,470052	-7,59084E-08	-7,591E-05	-0,5072609
		N19-N20	146,1	-0,7460	-0,00074595	30,818	63	57	0,057	0,29	0,000175439	16662,693	0,0274266	-0,336807241	451,5142787	-7,59084E-08	-7,591E-05	-0,7460263
													SOMME	0,000747718	4925,137929			
													dq10		-7,59084E-08			

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, Chef-lieu de la Commune de Koubri, Région du Centre
AU BURKINA FASO.

30	11	N36-N37	333,5	0,7829	0,0007829	31,572	63	57	0,057	0,31	0,000175439	17488,049	0,0271105	0,837116134	1069,250883	-1,68873E-08	-1,689E-05	0,7828828
		N37-N38	283,4	0,5390	0,000539035	26,198	63	57	0,057	0,21	0,000175439	12040,71	0,0297106	0,369559723	685,5952558	-1,68873E-08	-1,689E-05	0,5390179
		N38-N39	272,4	0,3193	0,000319323	20,164	63	57	0,057	0,13	0,000175439	7132,895	0,0340636	0,142921849	447,5773069	-1,68873E-08	-1,689E-05	0,3193064
		N39-N40	256,9	0,1101	0,000110087	11,839	63	57	0,057	0,04	0,000175439	2459,0799	0,026026	0,012240124	111,1855775	-1,68873E-08	-1,689E-05	0,1100705
		N40-N41	687,6	-0,2633	-0,00026328	18,309	63	57	0,057	0,10	0,000175439	5881,0265	0,035914	-0,258567808	982,1019628	-1,68873E-08	-1,689E-05	-0,2632969
		N36-N41	535,9	-0,6994	-0,000699406	29,841	63	57	0,057	0,27	0,000175439	15623,015	0,027857	-1,10310544	1577,202415	2,12958E-08	2,13E-05	-0,6993851
													SOMME	0,000164581	4872,913401			
													dq11		-1,68873E-08			
	12	N36-N41	535,9	0,6994	0,000699406	29,841	63	57	0,057	0,27	0,000175439	15623,015	0,027857	1,10310544	1577,202415	-2,12958E-08	-2,13E-05	0,6993851
		N35-N36	403,5	1,9855	0,001985492	50,279	110	99,4	0,0994	0,26	0,000100604	25432,667	0,0246687	0,367542792	185,1142008	-3,81831E-08	-3,818E-05	1,985454
		N35-N42	533,9	-3,5056	-0,003505649	66,810	110	99,4	0,0994	0,45	0,000100604	44904,744	0,0217383	-1,33599508	381,0977344	9,34276E-08	9,343E-05	-3,5055561
		N41-N42	457,1	-0,2282	-0,000228226	17,047	63	57	0,057	0,09	0,000175439	5098,0144	0,0373818	-0,134444482	589,0839522	-3,81831E-08	-3,818E-05	-0,2282645
													SOMME	0,00020867	2732,498303			
													dq12		-3,81831E-08			
	13	N34-N35	131,65	5,9137	0,005913744	86,773	140	126,6	0,1266	0,47	7,89889E-05	59475,619	0,020415	0,262688624	44,42001613	-1,31611E-07	-0,0001316	5,9136128
		N35-N42	533,9	3,5056	0,003505649	66,810	110	99,4	0,0994	0,45	0,000100604	44904,744	0,0217383	1,33599508	381,0977344	-9,34276E-08	-9,343E-05	3,5055561
		N42-N43	466,1	2,7014	0,002701421	58,648	110	99,4	0,0994	0,35	0,000100604	34603,186	0,0230068	0,732995829	271,3370833	-1,31611E-07	-0,0001316	2,7012899
		N34-N33	261,71	-11,1620	-0,011162003	119,214	140	126,6	0,1266	0,89	7,89889E-05	112258,32	0,0180071	-1,64094592	147,0117787	-1,31611E-07	-0,0001316	-11,162135
		N33-N32	514,9	-2,8688	-0,002868846	60,438	110	99,4	0,0994	0,37	0,000100604	36747,763	0,0227034	-0,901175753	314,1248759	2,13387E-07	0,0002134	-2,8686322
		N43-N32	59,29	2,4937	0,002493731	56,348	90	81,4	0,0814	0,48	0,00012285	39006,354	0,0224768	0,210769194	84,51961172	-1,31611E-07	-0,0001316	2,4935996
													SOMME	0,000327055	1242,5111			
													dq13		-1,31611E-07			
	14	N33-N32	514,9	2,8688	0,002868846	60,438	110	99,4	0,0994	0,37	0,000100604	36747,763	0,0227034	0,901175753	314,1248759	-2,13387E-07	-0,0002134	2,8686322
		N33-N27	393,91	-7,8304	-0,007830427	99,850	140	126,6	0,1266	0,62	7,89889E-05	78752,049	0,0192831	-1,301640699	166,2285707	-3,44998E-07	-0,000345	-7,8307721
		N28-N27	250	-0,9822	-0,000982233	35,364	63	57	0,057	0,38	0,000175439	21940,67	0,0257035	-0,936484254	953,4235143	3,17187E-08	3,172E-05	-0,9822015
		N29-N28	290,18	-0,0187	-1,86964E-05	4,879	63	57	0,057	0,01	0,000175439	417,63056	0,1532455	-0,002348058	125,5890654	3,17187E-08	3,172E-05	-0,0186646
		N30-N29	217	0,1818	0,000181795	15,214	63	57	0,057	0,07	0,000175439	4060,8609	0,0399078	0,043233755	237,8154711	3,17187E-08	3,172E-05	0,1818271
		N30-N31	242,87	4,4732	0,004473192	75,468	140	126,6	0,1266	0,36	7,89889E-05	44987,713	0,0216581	0,294154211	65,75935811	-3,44998E-07	-0,000345	4,4728466
		N32-N31	716,4	4,8524	0,004852398	78,602	140	126,6	0,1266	0,39	7,89889E-05	48801,458	0,021283	1,003337384	206,7714671	-3,44998E-07	-0,000345	4,8520527
													SOMME	0,001428092	2069,712323			
													dq14		-3,44998E-07			
	15	N28-N27	250	0,9822	0,000982233	35,364	63	57	0,057	0,38	0,000175439	21940,67	0,0257035	0,936484254	953,4235143	-3,17187E-08	-3,172E-05	0,9822015
		N29-N28	290,18	0,0187	1,86964E-05	4,879	63	57	0,057	0,01	0,000175439	417,63056	0,1532455	0,002348058	125,5890654	-3,17187E-08	-3,172E-05	0,0186646
		N30-N29	217	-0,1818	-0,000181795	15,214	63	57	0,057	0,07	0,000175439	4060,8609	0,0399078	-0,043233755	237,8154711	-3,17187E-08	-3,172E-05	-0,1818271
		N30-N26	401,8	3,9508	0,003950772	70,924	140	126,6	0,1266	0,31	7,89889E-05	39733,644	0,0222519	0,390019509	98,7198175	-3,76716E-07	-0,0003767	3,9503955
		N27-N26	563,2	-6,3710	-0,006371015	90,066	140	126,6	0,1266	0,51	7,89889E-05	64074,472	0,0201036	-1,284399653	201,6004769	-3,76716E-07	-0,0003767	-6,3713917
													SOMME	0,001218412	1617,148345			
													dq15		-3,76716E-07			

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE Koubri, REGION DU CENTRE
AU BURKINA FASO.

30	16	N45-N46	265,2	-5,4382	-0,005438208	83,211	110	99,4	0,0994	0,70	0,000100604	69659,371	0,0198545	-1,458566805	268,2072505	-1,31332E-10	-1,31332E-07	-5,4382081
		N45-N47	545,9	3,4315	0,003431475	66,099	110	99,4	0,0994	0,44	0,000100604	43954,62	0,021838	1,314827643	383,1669426	-1,31332E-10	-1,31332E-07	3,4314745
		N46-N47	387,7	0,2611	0,000261121	18,234	63	57	0,057	0,10	0,000175439	5832,802	0,0359962	0,143739478	550,4705571	1,42225E-11	1,42225E-08	0,2611211
													SOMME	3,1568E-07	1201,84475			
														dq16	-1,31332E-10			
	17	N46-N47	387,7	-0,2611	-0,000261121	18,234	63	57	0,057	0,10	0,000175439	5832,802	0,0359962	-0,143739478	550,4705571	-1,42225E-11	-1,42225E-08	-0,2611211
		N47-N48	484,5	1,8598	0,001859769	48,661	110	99,4	0,0994	0,24	0,000100604	23822,246	0,0250465	0,393133421	211,3883241	-1,45554E-10	-1,45554E-07	1,8597687
		N48-N49	119,2	1,6211	0,001621122	45,432	110	99,4	0,0994	0,21	0,000100604	20765,36	0,0258697	0,075906907	46,82368287	-1,45554E-10	-1,45554E-07	1,6211219
		N49-N50	31,87	0,8114	0,000811403	32,142	90	81,4	0,0814	0,16	0,00012285	12691,775	0,0292304	0,015598456	19,22405293	-1,45554E-10	-1,45554E-07	0,8114029
		N50-N51	170,56	0,7314	0,000731381	30,516	90	81,4	0,0814	0,14	0,00012285	11440,09	0,0300116	0,069637998	95,2143792	-1,45554E-10	-1,45554E-07	0,731381
		N46-N51	246,7	-5,3437	-0,005343711	82,485	140	126,6	0,1266	0,42	7,89889E-05	53742,687	0,0208522	-0,410537012	76,8262005	-1,45554E-10	-1,45554E-07	-5,3437111
													SOMME	2,91093E-07	999,9471967			
														dq17	-1,45554E-10			
	18	N52-N64	434,7	-2,8188	-0,002818847	59,909	110	99,4	0,0994	0,36	0,000100604	36107,318	0,0227914	-0,737370166	261,5857406	-3,31424E-15	-3,31424E-12	-2,8188469
		N52-N53	255,72	2,8184	0,002818372	59,904	110	99,4	0,0994	0,36	0,000100604	36101,23	0,0227922	0,433640949	153,8622313	-3,31424E-15	-3,31424E-12	2,8183716
		N53-N54	486,5	2,5250	0,002524967	56,700	110	99,4	0,0994	0,33	0,000100604	32342,936	0,0233556	0,678527117	268,7271258	-3,31424E-15	-3,31424E-12	2,524967
		N64-N62	211,5	-2,5634	-0,0025634	57,130	110	99,4	0,0994	0,33	0,000100604	32835,229	0,0232768	-0,303004519	118,204167	-3,31424E-15	-3,31424E-12	-2,5633996
		N62-N60	143,8	-1,6729	-0,001672947	46,153	90	81,4	0,0814	0,32	0,00012285	26167,843	0,0245621	-0,251408732	150,278948	-3,31424E-15	-3,31424E-12	-1,6729471
		N61-N54	270,96	0,9588	0,000958762	34,939	90	81,4	0,0814	0,18	0,00012285	14996,733	0,0280381	0,177609807	185,2490558	3,40606E-15	3,40606E-12	0,9587623
		N61-N60	59,23	0,0782	7,82359E-05	9,981	63	57	0,057	0,03	0,000175439	1747,5972	0,0366217	0,002005544	25,63457282	3,40606E-15	3,40606E-12	0,0782359
													SOMME	7,71251E-12	1163,541841			
														dq18	-3,31424E-15			
	19	N61-N60	59,23	-0,0782	-7,82359E-05	9,981	63	57	0,057	0,03	0,000175439	1747,5972	0,0366217	-0,002005544	25,63457282	-3,40606E-15	-3,40606E-12	-0,0782359
		N61-N54	270,96	-0,9588	-0,000958762	34,939	90	81,4	0,0814	0,18	0,00012285	14996,733	0,0280381	-0,177609807	185,2490558	-3,40606E-15	-3,40606E-12	-0,9587623
		N60-N59	202,6	-1,5908	-0,001590835	45,006	90	81,4	0,0814	0,31	0,00012285	24883,46	0,0248475	-0,324014196	203,6755924	-6,7203E-15	-6,7203E-12	-1,5908347
		N54-N55	638	1,0146	0,00101457	35,941	90	81,4	0,0814	0,19	0,00012285	15869,66	0,0276507	0,461830682	455,1985474	-6,7203E-15	-6,7203E-12	1,0145698
		N55-N56	270,4	0,6555	0,000655473	28,889	63	57	0,057	0,26	0,000175439	14641,652	0,0283014	0,496664693	757,7195326	-6,7203E-15	-6,7203E-12	0,655473
		N59-N56	531	-0,4236	-0,000423612	23,224	63	57	0,057	0,17	0,000175439	9462,4464	0,0316019	-0,454865828	1073,779587	-1,53769E-15	-1,53769E-12	-0,4236119
													SOMME	3,63065E-11	2701,256888			
														dq19	-6,7203E-15			
	20	N59-N56	531	0,4236	0,000423612	23,224	63	57	0,057	0,17	0,000175439	9462,4464	0,0316019	0,454865828	1073,779587	1,53769E-15	1,53769E-12	0,4236119
		N59-N58	83,47	-0,8442	-0,000844229	32,786	63	57	0,057	0,33	0,000175439	18858,004	0,0266291	-0,2393022	283,4563758	-5,18261E-15	-5,18261E-12	-0,8442294
		N58-N57	610,62	-0,5699	-0,000569851	26,936	63	57	0,057	0,22	0,000175439	12729,063	0,0292991	-0,877579786	1540,016689	-5,18261E-15	-5,18261E-12	-0,5698508
		N56-N57	431	0,5919	0,000591909	27,453	63	57	0,057	0,23	0,000175439	13221,782	0,029023	0,662016157	1118,442989	-5,18261E-15	-5,18261E-12	0,5919087
													SOMME	4,16236E-11	4015,69564			
														dq20	-5,18261E-15			

❖ Partie ramifiée

Tronçon	Long (m)	Q _{eq} (l/s)	Q _{eq} (m ³ /s)	D _{thé} (m)	D _{thé} (mm)	Dcom PN 10			ε	Re	Lamda	ΔH (m)	Ur _{éelle} (m/s)
						Dint (mm)	Dint (m)	DN (mm)					
R - N1	163	28,24	0,0282	0,19	189,63	226,2	0,2262	250	4,421E-05	158978,16	0,0166727	0,3321122	0,70
N3-N34	30	17,98	0,0180	0,15	151,31	226,2	0,2262	250	4,421E-05	101213,32	0,0181817	0,0267155	0,45
N16-BF3N	144	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,3347246	0,3
N22-BF1N	76	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,1761133	0,3
N34-BF4N	251	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,5846393	0,3
N28-BF2N	13	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,0299302	0,3
N26-N44	767	9,94	0,0099	0,11	112,50	226,2	0,2262	250	4,421E-05	55952,27	0,0205456	0,2390755	0,25
N44-BF4S	9	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,0215818	0,3
N47-BF5SN	50	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,1163693	0,3
N49-BF1S	10	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,0230062	0,3
N51-N52	34	5,91	0,0059	0,09	86,75	126,6	0,1266	140	7,899E-05	59439,432	0,0204176	0,0673496	0,47
N62-BF3S	105	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,244592	0,3
N61-BF2S	24	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,0569046	0,3
N57-BF6SN	44	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,102405	0,3
N6-BF5N	144	0,75	0,0008	0,03	30,90	57	0,0570	63	0,0001754	16753,152	0,0273909	0,3347246	0,3
N44-N45	89	9,19	0,0092	0,11	108,17	126,6	0,1266	140	7,899E-05	92428,703	0,0186865	0,3928855	0,73

Annexe 3: Vérification après itérations

Nœuds	Q au nœuds	Vérification après itération
N64	0,255447303	0,0000
N63	0	0
N62	0,890452532861	0,000000000000
N61	0,880526377	0,0000
N60	0,160348328	0,0000
N59	0,322993389	0,0000
N58	0,274378549	0,0000
N57	1,161759548	0,0000
N56	0,487176193	0,0000
N55	0,359096766	0,0000
N54	0,551634932	0,0000
N53	0,293404669	0,0000
N52	0,272927773	0,0000
N51	0,1649457	0,00000000
N50	0,080021971	0,0000
N49	0,80971901	0,0000
N48	0,238646761	0,0000
N47	1,31058468	0,0000
N46	0,355618065	0,0000
N45	0,320633407	0,0000
N44	0,75	0,0000

N43	0,207690279	0,0000
N42	0,576001648	0,0000
N41	0,664352735	0,0000
N40	0,373367344	0,0000
N39	0,209235929	0,0000
N38	0,219711561	0,0000
N37	0,243864811	0,0000
N36	0,503186122	0,0000
N35	0,422602815	0,0000
N34	0,905513725	0,0000
N33	0,462730416	0,0000
N32	0,5101791	0,0000
N31	0,379206026	0,0000
N30	0,340624075	0,0000
N29	0,200491741	0,0000
N28	0,963536868	0,0000
N27	0,477178882	0,0000
N26	0,381471135	0,0000
N25	0,193463185	0,0000
N24	0,504490634	0,0000
N23	0	0
N22	1,06335976	0,0000
N21	0,272129253	0,0000
N20	0,238765353	0,0000
N19	0,407284674	0,0000
N18	0,418274205	0,0000
N17	0,242560299	0,0000

N16	0,881139103	0,0000
N15	0,5113255	0,0000000000
N14	0,457259369	0,0000
N13	0,520350346	0,0000
N12	0,51113179	0,0000
N11	0,512040996	0,0000
N10	0,491247854	0,0000
N9	0,516235202	0,0000
N8	0,349727993	0,0000
N7	0	0
N6	0,931050549	0,0000
N5	0,354198914	0,0000
N4	0,331686187	0,0000
N3	0,085465	0,000000
N2	0,226724305	0,0000
N1	0,2424	0,0000

Annexe 4 : Récapitulatif des valeurs obtenues par calcul et des valeurs Epanet

Tronçons	Longueur	Diamètre- N	V- EXCEL	V- EPANET	ID Nœuds		ΔH (m)	$\sum \Delta H$ (m)	Zmin (m)	Pdisp (mCE)	condition de pression	P EPANET	condition de pression
					Nœuds	Alt (m)							
R - N1	163	250	0,70	0,70	N1	319,24	0,33211215	0,33211215	329,57	16,43	Bon	19,47	Bon
N3-N34	30	250	0,45	0,45	N34	316,86	0,02671548	1,32783927	328,19	17,81	Bon	17,54	Bon
N16- BF3N	144	63	0,3	0,3	BF3N	316,56	0,33472465	1,66217178	328,22	17,78	Bon	21,24	Bon
N22- BF1N	76	63	0,3	0,3	BF1N	309,84	0,17611329	0,17611329	320,02	25,98	Bon	25,63	Bon
N34- BF4N	251	63	0,3	0,3	BF4N	314,16	0,58463935	1,91247862	326,07	19,93	Bon	23,13	Bon
N28- BF2N	13	63	0,3	0,3	BF2N	312,07	0,02993018	5,23684033	327,31	18,69	Bon	22,27	Bon
N26-N44	767	250	0,25	0,25	N44	309,71	0,23907554	0,23907554	319,95	26,05	Bon	24,13	Bon
N44- BF4S	9	63	0,3	0,3	BF4S	309,21	0,02158185	0,26065739	319,47	26,53	Bon	24,61	Bon
N47- BF5SN	50	63	0,3	0,3	BF5SN	304	0,1163693	2,35063662	316,35	28,65	Bon	28,33	Bon
N49- BF1S	10	63	0,3	0,3	BF1S	308,26	0,02300621	2,72631386	320,99	25,01	Bon	24,63	Bon
N51-N52	34	140	0,47	0,47	N52	309,06	0,06734957	2,85589367	321,92	24,08	Bon	23,52	Bon
N62- BF3S	105	63	0,3	0,3	BF3S	311,35	0,24459197	4,14086033	325,49	20,51	Bon	19,27	Bon
N61- BF2S	24	63	0,3	0,3	BF2S	313,26	0,05690459	4,20257613	327,46	18,54	Bon	17,3	Bon
N57- BF6SN	44	63	0,3	0,3	BF6SN	315,23	0,10240498	5,69097825	330,92	15,00	Bon	13,67	Bon

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE Koubri, REGION DU CENTRE
AU BURKINA FASO.

N6-BF5N	144	63	0,3	0,3	BF5N	320,01	0,33472465	3,08011236	333,09	12,91	Bon	12,73	Bon
N44-N45	89	140	0,73	0,73	N45	310,78	0,3928855	0,63196104	321,41	24,59	Bon	22,71	Bon
N1 - N2	311,4	200	0,69	0,69	N2	317,17	0,79941858	1,13153073	328,30	17,70	Bon	17,82	Bon
N1 - N15	173,63	110	0,41	0,51	N15	318,22	0,54380259	0,87591474	329,10	16,90	Bon	20	Bon
N15-N16	204,04	90	0,37	0,37	N16	316,48	0,45153239	1,32744714	327,81	18,19	Bon	18,34	Bon
N16-N25	127,7	63	0,40	0,40	N25	316,32	0,51991959	1,84736673	328,17	17,83	Bon	17,13	Bon
N1-N13	128,22	140	0,51	0,51	N13	320,5	0,29360419	0,62571635	331,13	14,87	Bon	17,94	Bon
N4-N3	141,06	90	0,32	0,31	N3	317,37	0,23988759	1,30112379	328,67	17,33	Bon	20,47	Bon
N13-N4	294,4	110	0,34	0,33	N4	318,02	0,43551986	1,0612362	329,08	16,92	Bon	16,45	Bon
N12-N13	509,4	63	0,28	0,28	N12	320,5	1,09718107	1,72289741	332,22	13,78	Bon	16,96	Bon
N15-N14	490,72	63	0,26	0,26	N14	319,16	0,94569115	1,8216059	330,98	15,02	Bon	18,21	Bon
N12-N10	443,1	63	0,01	0,01	N10	324,27	0,00273512	1,72563254	336,00	10,00	Bon	13,19	Bon
N13-N9	384,3	110	0,33	0,33	N9	323,23	0,54067123	1,16638758	334,40	11,60	Bon	14,73	Bon
N5-N4	403,6	63	0,25	0,25	N5	320,15	0,69422277	1,75545897	331,91	14,09	Bon	14,01	Bon
N9-N11	249,1	63	0,30	0,30	N11	321,14	0,60377128	2,32940382	333,47	12,53	Bon	16,02	Bon
N11-N8	561,7	63	0,15	0,15	N8	318,96	0,41080423	2,74020805	331,70	14,30	Bon	18,09	Bon
N8-N6	323	63	0,015	0,01	N6	320,17	0,00517967	2,74538772	332,92	13,08	Bon	12,87	Bon
N14-N17	325,5	63	0,17	0,17	N17	315,71	0,29458406	2,11618996	327,83	18,17	Bon	21,39	Bon
N17-N18	288,1	63	0,08	0,08	N18	314,19	0,06450687	2,18069683	326,37	19,63	Bon	22,85	Bon
N19-N24	539,3	63	0,20	0,20	N24	314,74	0,61284465	3,42630705	328,17	17,83	Bon	17,5	Bon
N18-N19	344,9	63	0,26	0,26	N19	311,65	0,63276557	2,8134624	324,46	21,54	Bon	24,83	Bon
N22-N24	562,2	63	0,32	0,33	N22	309,5	1,55855712	4,98486417	324,48	21,52	Bon	22,13	Bon
N20-N21	457,9	63	0,20	0,20	N21	308,14	0,53684015	3,68710979	321,83	24,17	Bon	27,55	Bon
N19-N20	146,1	63	0,3	0,3	N20	310,47	0,33680724	3,15026964	323,62	22,38	Bon	25,7	Bon
N36-N37	333,5	63	0,31	0,30	N37	318,37	0,83711613	2,79518682	331,17	14,83	Bon	18,14	Bon

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, CHEF-LIEU DE LA COMMUNE DE Koubri, REGION DU CENTRE
AU BURKINA FASO.

N37-N38	283,4	63	0,21	0,21	N38	316,49	0,36955972	3,16474654	329,65	16,35	Bon	19,69	Bon
N38-N39	272,4	63	0,13	0,12	N39	316,2	0,14292185	3,30766839	329,51	16,49	Bon	19,85	Bon
N39-N40	256,9	63	0,04	0,04	N40	315,11	0,01224012	3,31990852	328,43	17,57	Bon	20,93	Bon
N40-N41	687,6	63	0,10	0,10	N41	312,03	0,25856781	3,57847633	325,61	20,39	Bon	24,25	Bon
N35-N36	403,5	110	0,26	0,25	N36	319,7	0,36754279	1,95807069	331,66	14,34	Bon	14,56	Bon
N41-N42	457,1	63	0,09	0,09	N42	312,7	-0,1344445	3,44403184	326,14	19,86	Bon	23,7	Bon
N34-N35	131,65	140	0,47	0,47	N35	318,3	0,26268862	1,5905279	329,89	16,11	Bon	19,29	Bon
N42-N43	466,1	110	0,35	0,35	N43	312,22	0,73299583	0,73299583	322,95	23,05	Bon	23,53	Bon
N34-N33	261,71	110	0,89	0,89	N33	315,9	1,64094592	2,96878519	328,87	17,13	Bon	17,1	Bon
N43-N32	59,29	110	0,48	0,48	N32	312,22	0,21076919	0,94376502	323,16	22,84	Bon	23,34	Bon
N33-N27	393,91	140	0,62	0,62	N27	313,1	1,3016407	4,27042589	327,37	18,63	Bon	18,05	Bon
N28-N27	250	63	0,38	0,38	N28	312,24	0,93648425	5,20691014	327,45	18,55	Bon	18,13	Bon
N30-N29	217	63	0,07	0,07	N29	310,18	0,04323375	1,34072535	321,52	24,48	Bon	24,19	Bon
N30-N31	242,87	140	0,36	0,35	N30	309,18	0,29415421	1,2974916	320,48	25,52	Bon	25,23	Bon
N32-N31	716,4	140	0,39	0,38	N31	307,89	1,00333738	1,00333738	318,89	27,11	Bon	26,78	Bon
N30-N26	401,8	140	0,31	0,31	N26	308,1	0,39001951	1,6875111	319,79	26,21	Bon	25,96	Bon
N45-N46	265,2	110	0,70	0,70	N46	319,39	1,45856681	2,09052785	331,48	14,52	Bon	12,81	Bon
N46-N47	387,7	63	0,10	0,10	N47	303,89	0,14373948	2,23426732	316,12	27,77	Bon	26,33	Bon
N47-N48	484,5	110	0,24	0,24	N48	305,96	0,39313342	2,62740075	318,59	26,37	Bon	24,97	Bon
N48-N49	119,2	110	0,21	0,21	N49	308,28	0,07590691	2,70330765	320,98	25,02	Bon	24,63	Bon
N49-N50	31,87	90	0,16	0,15	N50	308,51	0,01559846	2,71890611	321,23	24,77	Bon	24,38	Bon
N50-N51	170,56	90	0,14	0,14	N51	310,41	0,069638	2,78854411	323,20	22,80	Bon	21,42	Bon
N52-N64	434,7	110	0,36	0,36	N64	311,48	0,73737017	3,59326384	325,07	20,93	Bon	20,63	Bon
N52-N53	255,72	110	0,38	0,36	N53	304,26	0,43364095	3,28953462	317,55	28,45	Bon	24,12	Bon
N53-N54	486,5	110	0,33	0,33	N54	313,43	0,67852712	3,96806174	327,40	18,60	Bon	17,35	Bon

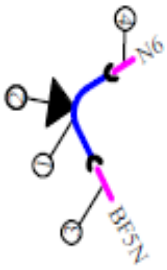
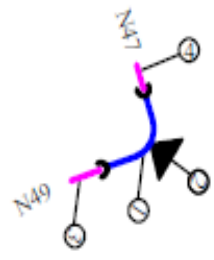
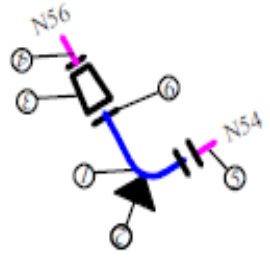
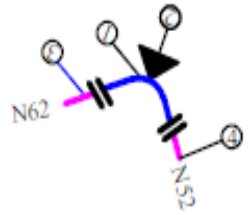
N64-N62	211,5	110	0,33	0,33	N62	312,07	0,30300452	3,89626836	325,97	20,03	Bon	19,77	Bon
N61-N54	270,96	90	0,18	0,18	N61	313,46	0,17760981	4,14567155	327,61	18,39	Bon	18,16	Bon
N61-N60	59,23	63	0,03	0,03	N60	313,17	0,00200554	4,14767709	327,32	18,68	Bon	18,44	Bon
N60-N59	202,6	90	0,31	0,30	N59	312,15	0,3240142	4,47169129	326,62	19,38	Bon	18,17	Bon
N54-N55	638	90	0,30	0,20	N55	313,1	0,46183068	4,42989242	327,53	18,47	Bon	17,26	Bon
N55-N56	270,4	63	0,26	0,26	N56	315,71	0,49666469	4,92655711	330,64	15,36	Bon	14,2	Bon
N59-N58	83,47	63	0,33	0,33	N58	311,78	0,2393022	4,71099349	326,49	19,51	Bon	19,33	Bon
N56-N57	431	63	0,23	0,23	N57	314,72	0,66201616	5,58857327	330,31	15,69	Bon	14,59	Bon

Annexe 5 : Carnet des nœuds

❖ Quelques Tés

N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité	Matériau
N1		1 Té réduit à brides DN 250x140	1	Fonte
		2 Té réduit à brides DN 280x200 et DN 280x110		Fonte
		3 Adaptateur à brides DE 250,200,140,110	1	Fonte
		4 Cône réduit DN 250 x 110	1	Fonte
		5 Cône réduit DN 250 x 200	1	Fonte
		6 Butée	2	Béton
		7 Cône réduit DN 250 x 140	1	Fonte
		8 Conduite DN 200	1	PVC
		9 Conduite DN 250	1	PVC
		10 Conduite DN 140	1	PVC
		11 Conduite DN 110	1	PVC
		12 Robinet vannes DN250	4	PVC
N2		1 Té égal à brides DN 200x200	1	Fonte
		2 Adaptateur à brides DE 200	2	Fonte
		3 Adaptateur à brides DE 110	1	Fonte
		4 Robinet vanne DN 200	1	Fonte
		5 Cône réduit à brides DN 200x63	1	Fonte
		6 Butée	1	Béton
		7 Conduite DN 200	1	PVC
		8 Conduite DN 200	2	PVC
N10		1 Té égal à brides DN 63 x 63	1	Fonte
		2 Adaptateur à brides DN 63	2	Fonte
		3 Adaptateur à brides DE 63	1	Fonte
		4 Robinet vanne DN 63	2	Fonte
		5 Butée	1	Béton
		6 Conduite DN 63	1	PVC
		7 Conduite DN 63	2	PVC
		8 Conduite DN 63	1	PVC
N47		1 Té réduit à brides DN 110 x 63	1	Fonte
		2 Té réduit à brides DN 110x63	1	Fonte
		3 Cône réduit DN 110 x 63	2	Fonte
		4 Adaptateur à brides DN 110 et DN63	4	Fonte
		5 Butée	1	Béton
		6 Cône réduit DN 110 x63	1	Fonte
		7 Conduite DN 63	1	PVC
		8 Conduite DN 63	1	PVC
		9 Conduite DN 110	1	PVC
		10 Conduite DN 110	1	PVC
N61		1 Té égal à brides DN 90x63	1	Fonte
		2 Adaptateur à brides DN 63	2	Fonte
		3 Adaptateur verrouillé à bagues DE 63	1	Fonte
		4 Robinet vanne DN 63	1	Fonte
		5 Robinet vanne DN 63	1	Fonte
		6 Cône réduit DN 90 x 63	1	Fonte
		7 Butée	1	Béton
		8 Conduite DN 63	2	PVC
		9 Conduite DN 90	1	PVC
		10 Conduite DN 63	1	PVC
		11 Cône réduit à brides DN 90 x 63	1	PVC

❖ Quelques Coudes

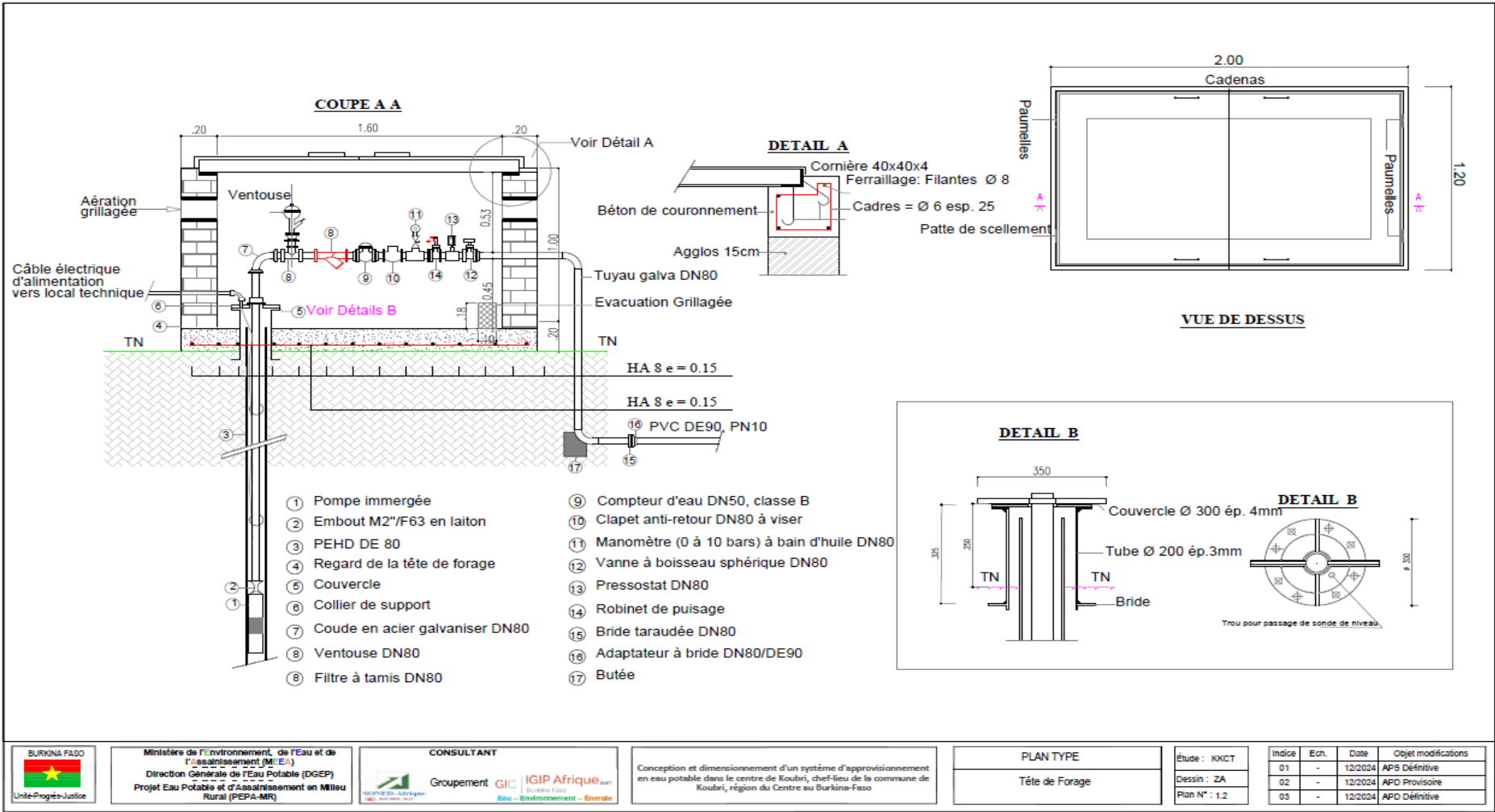
N° NOEUD	SCHEMA	COMPOSANTES	Quantité	Matériau
(N7)		1 Coude 1/4 DN 63	1	Fonte
		2 Butée	1	Béton
		3 Conduite DN 63	1	PVC
		4 Conduite DN 63	1	PVC
(N8)		1 Courde 1/4 DN 63	1	Fonte
		2 Butée	1	Béton
		3 Conduite DN 63	1	PVC
		4 Conduite DN 63	1	PVC
(N48)		1 Coude 1/4 DN 110	1	Fonte
		2 Butée	1	Béton
		3 Conduite DN 110	1	PVC
		4 Conduite DN 110	1	PVC
(N55)		1 Coude 1/4 DN 90	1	Fonte
		2 Butée	1	Béton
		3 Cône réducteur DN 90x63	1	Fonte
		4 Conduite DN 63	1	PVC
		5 Conduite DN 63	1	PVC
		6 Adaptateur a brides DN 63	2	Fonte
(N64)		1 Coude 1/4 DN 110	1	Fonte
		2 Butée	1	Béton
		3 Conduite DN 110	1	PVC
		4 Conduite DN 110	1	PVC
		5 Adaptateur a brides DN 110	2	Fonte

Annexe 6 : Evaluation des besoins en eau

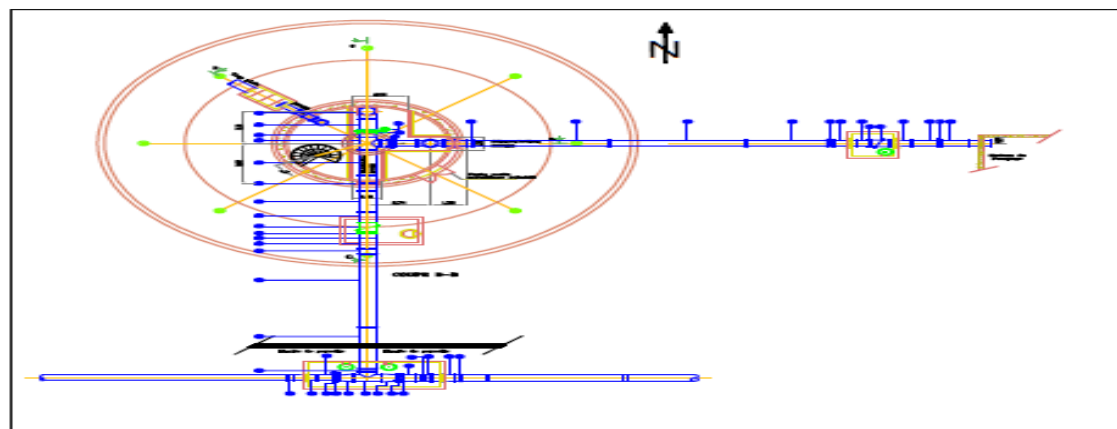
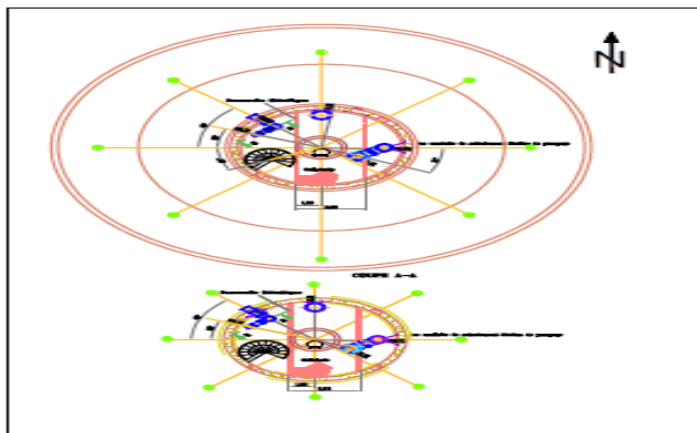
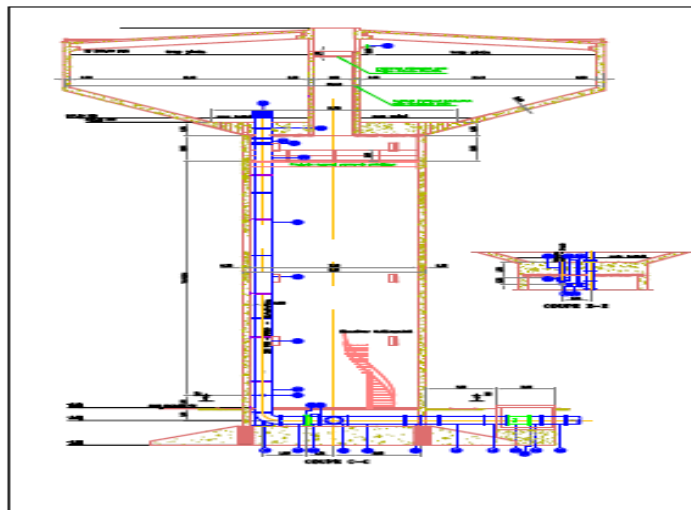
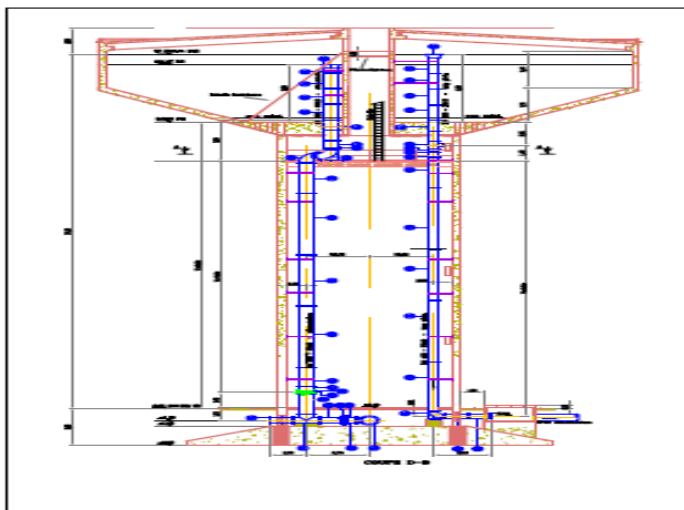
Années	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Taux d'accroissement	%	2,53						
Population	[Hbt]	12446	14102	15979	18105	20514	23243	26336
Taux total de desserte	%	56,40	80,00	82,08	84,17	86,25	88,33	90,00
Population desservie par le système AEP	[hbt]	7020	11282	13116	15238	17693	20531	23702
Taux de desserte par borne fontaine	[%]	28,2	24,0	23,2	22,3	21,5	20,7	20,0
Taux de desserte par branchement particulier	[%]	28,2	56,0	58,9	61,8	64,8	67,7	70,0
Consommation spécifique par BF	[l/jr/hbt]	15						
Consommation spécifique par BP	[l/jr/hbt]	20						
Consommation totale domestique aux BF	[m ³ /j]	52,65	50,77	55,53	60,65	66,16	72,05	79,01
Consommation totale domestique aux BP	[m ³ /j]	70,20	157,94	188,29	223,90	265,66	314,56	368,70
Besoin moyen journalier domestiques (B_{mjd})	[m ³ /j]	122,84	208,71	243,81	284,55	331,81	386,61	447,71
Besoins annexes	[m ³ /j]	12,28	20,87	24,38	28,46	33,18	38,66	44,77
Total des besoins journaliers moyens (B_{mg})	[m ³ /j]	135,13	229,58	268,19	313,01	365,00	425,27	492,48
coefficient de pointe journalier		1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Besoin journalier de pointe B_{jp}	[m ³ /j]	155,40	264,02	308,42	359,96	419,74	489,06	566,36
Perte dans le réseau	%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%
Demande du jour de pointe (D_{jp})	[m ³ /j]	163,57	277,91	324,66	399,95	466,38	543,40	629,28
Distribution par borne fontaine								
Désignation	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Population desservie par BF	[hbt]	3510	3384	3702	4043	4411	4804	5267
Demande du jour de pointe pour les BF	[m ³ /j]	70,10	67,60	73,94	85,25	92,99	101,27	111,05
temps de distribubtion	[H]	12,00						
Débit moyen horaire	[m ³ /h]	5,84	5,63	6,16	7,10	7,75	8,44	9,25

Coefficient de pointe horaire calculé		2,53	2,55	2,51	2,44	2,40	2,36	2,32
Coefficient de pointe horaire retenu		2,50						
Débit de pointe horaire	[m³/h]	14,60	14,08	15,40	17,76	19,37	21,10	23,14
Nombre d'habitants par BF	[hbt]	500,00						
Nombre de BF calculé	u	8	7	8	9	9	10	11
Nombre de BF retenue	u	11						
Débit théorique des 11 BF	[l/s]	4,06	3,91	4,28	4,93	5,38	5,86	6,43
Q théorique / BF	[l/s]	0,37	0,36	0,39	0,45	0,49	0,53	0,58
Débit réel d'un robinet	[l/s]	0,25						
Débit réel d'une BF (Avec 03 robinets de 0,25 l/s)	[l/s]	0,75						
Débit total réel des BF	[l/s]	8,25						
Distribution par branchement particulier								
Désignation	Unité	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Population desservie par BP		3510	7897	9414	11195	13283	15728	18435
Demande du jour de pointe pour les BP	[m³/j]	93,47	210,31	250,72	314,70	373,39	442,12	518,23
temps de distribution	[H]	18,00						
Débit moyen horaire	[m³/h]	5,19	11,68	13,93	17,48	20,74	24,56	28,79
Coefficient de pointe horaire		2,60	2,23	2,17	2,10	2,05	2,00	1,97
Coefficient de pointe horaire retenu		2,50						
Débit de pointe horaire	[m³/h]	12,98	29,21	34,82	43,71	51,86	61,41	71,98
Débit de dimensionnement BP	[l/s]	3,61	8,11	9,67	12,14	14,41	17,06	20,0
Nombres de personnes par BP	u	10,00						
Nombres BP	u	351	790	942	1120	1329	1573	1844
Réseau de distribution								
Débit moyen horaire	[m³/h]	11,03	17,32	20,09	24,59	28,49	33,00	38,04
Débit de pointe horaire	[m³/h]	27,59	43,29	50,23	61,47	71,23	82,51	95,11
Débit de distribution	[l/s]	11,86	16,36	17,92	20,39	22,66	25,31	28,24

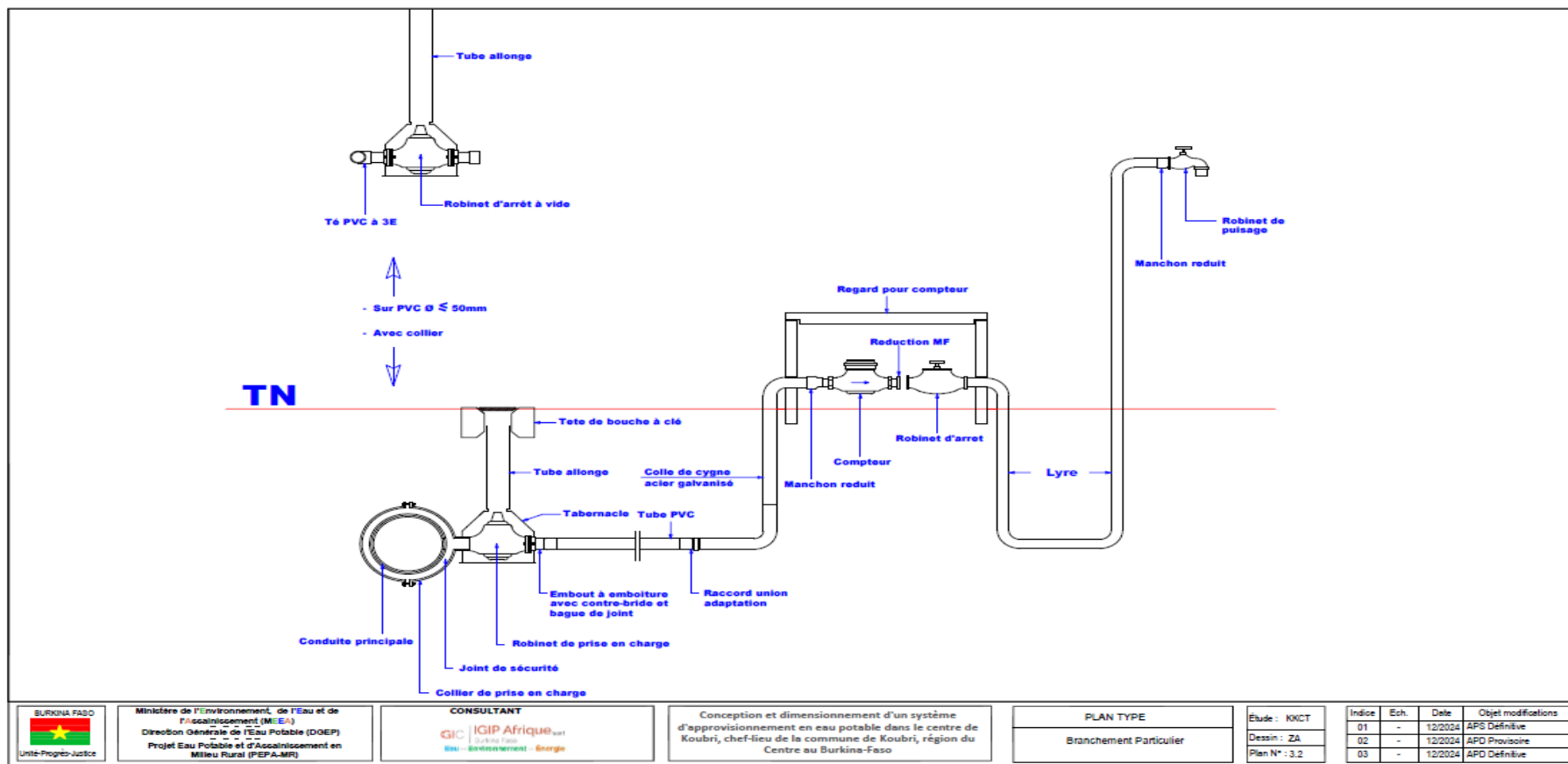
Annexe 7 : Plan du regard tête de forage, coupe A-A



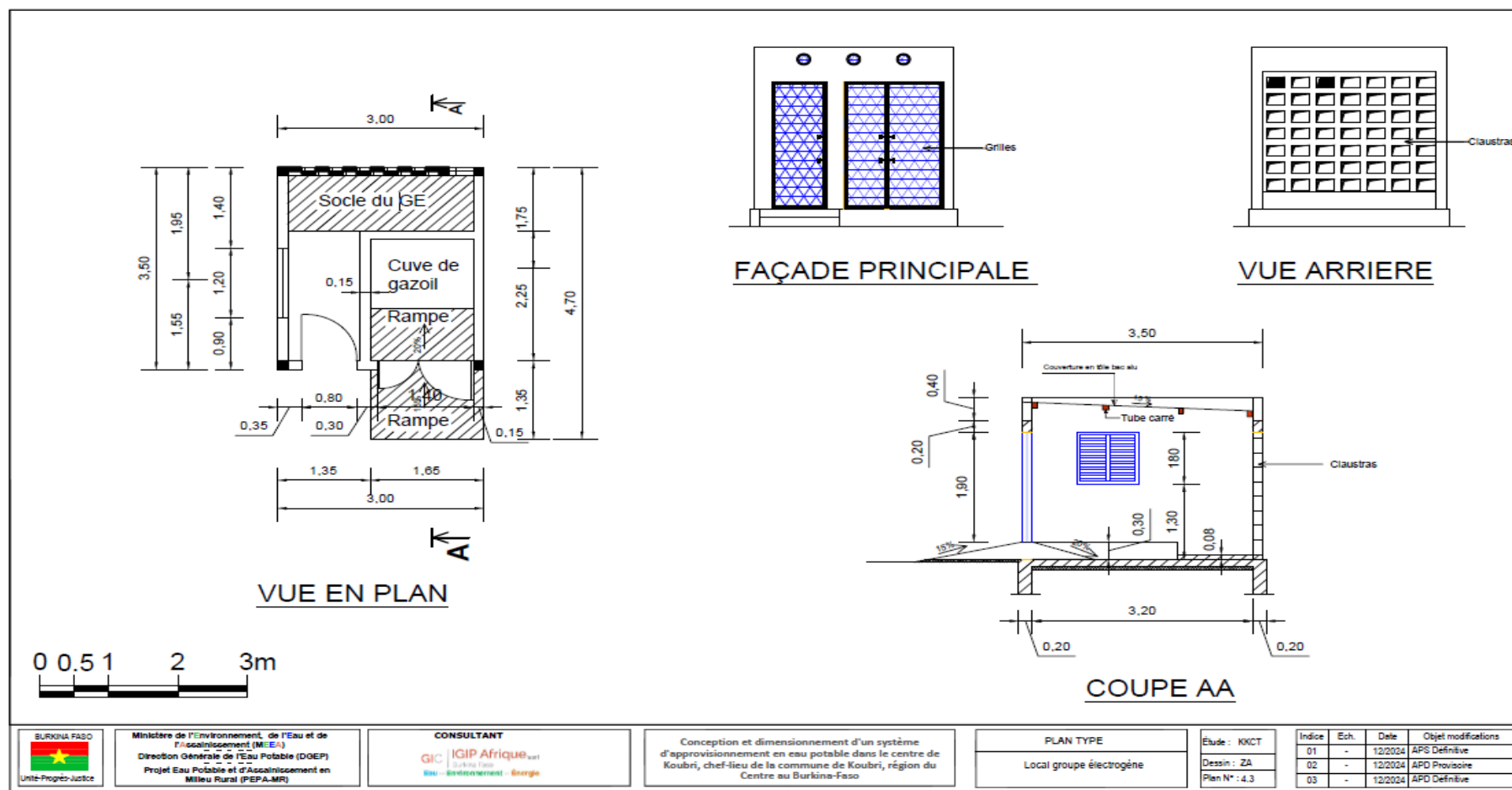
Annexe 8 : Plan du château d'eau



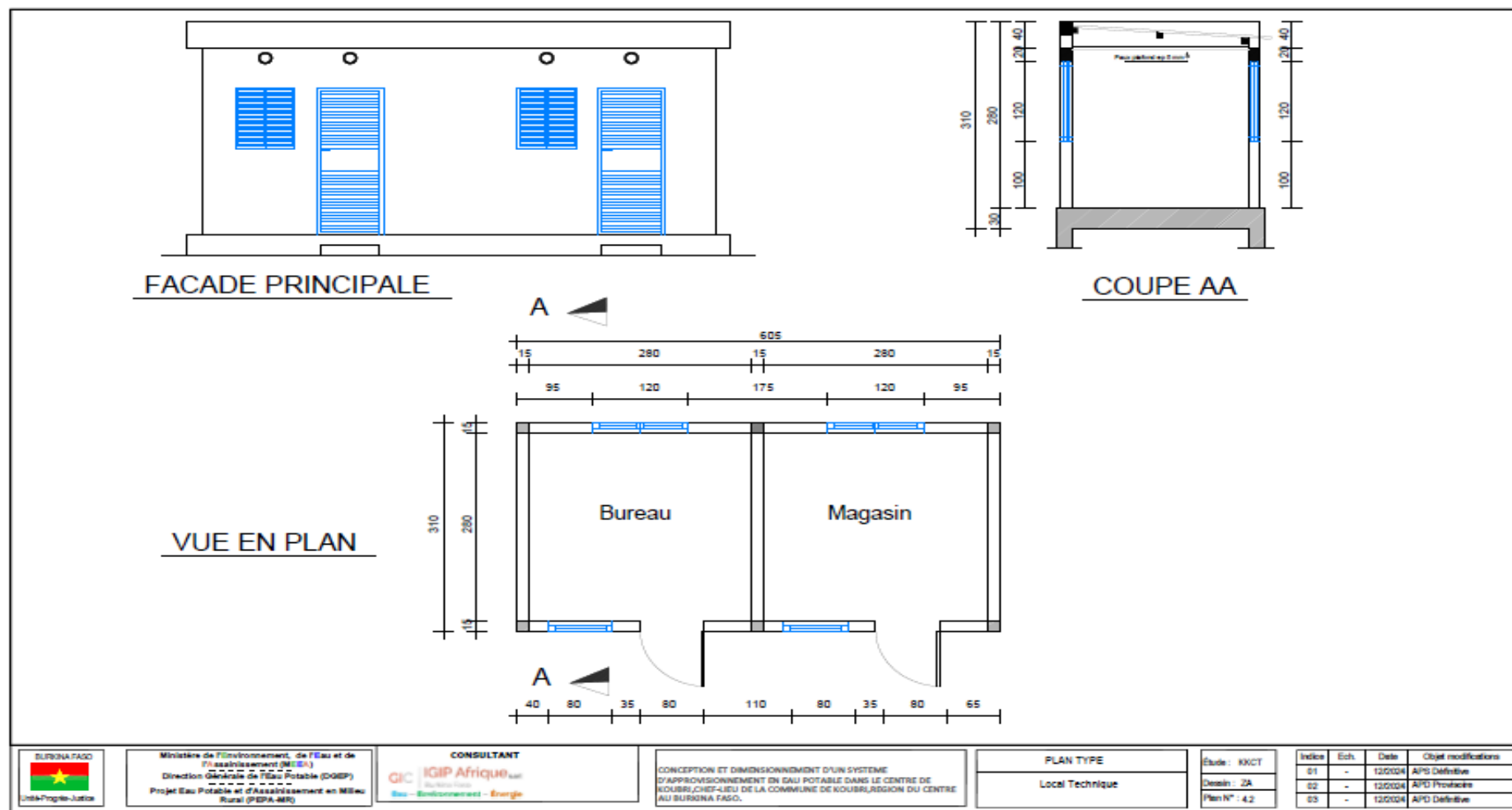
Annexe 9 : Plan d'aménagement de borne fontaine et branchement particulier



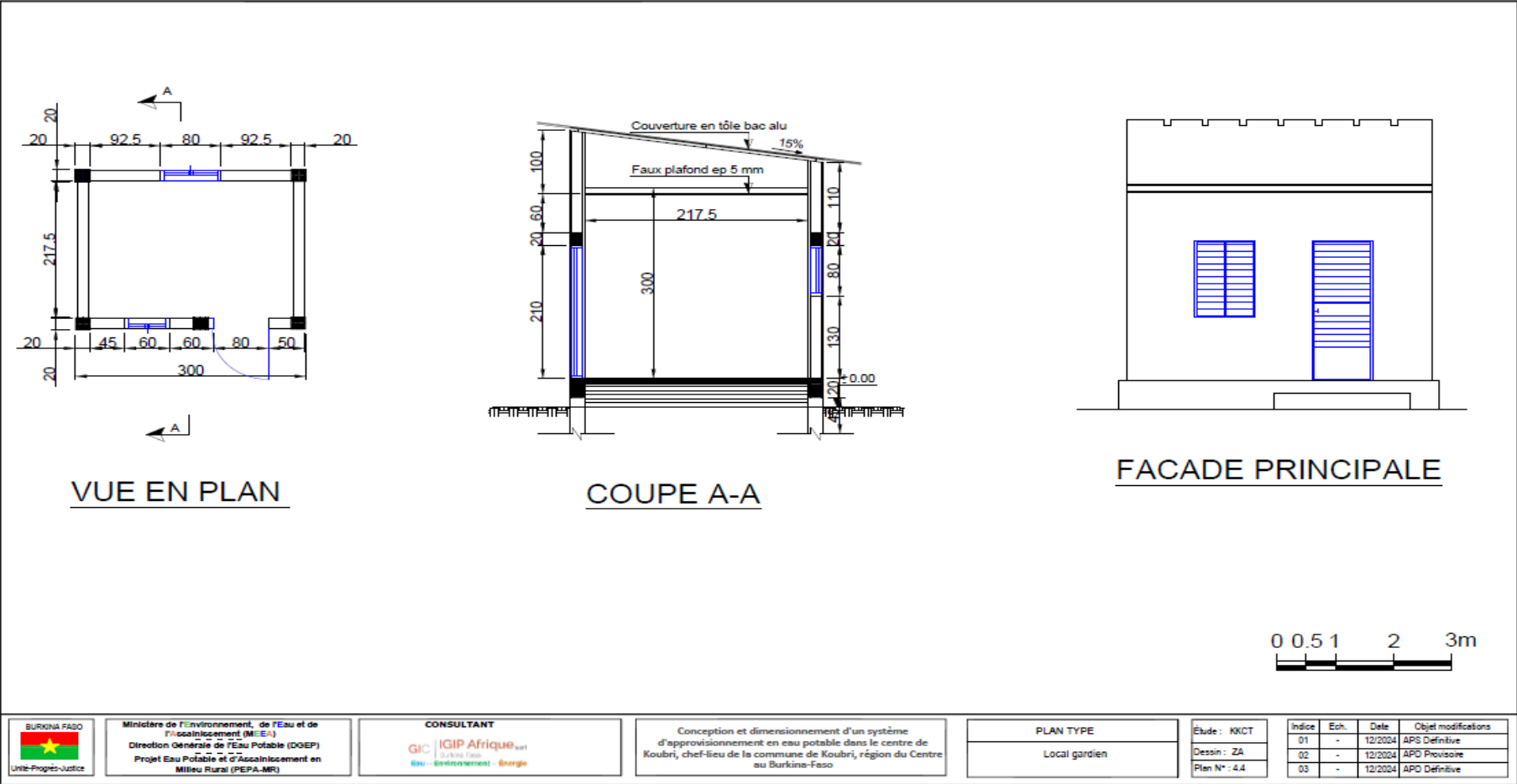
Annexe 10 : Plan locale du groupe électrogène



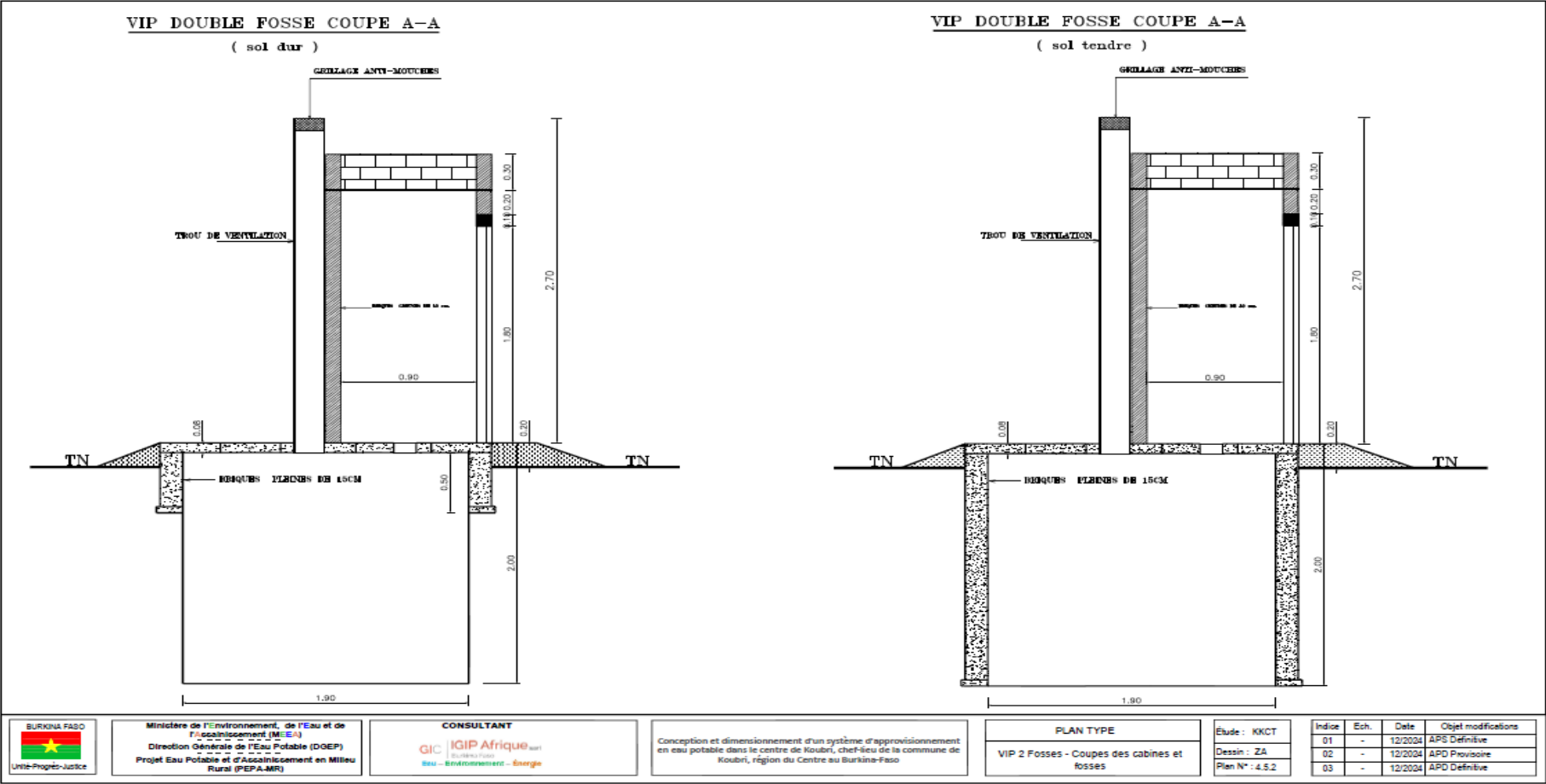
Annexe 11 : Plans de locale technique



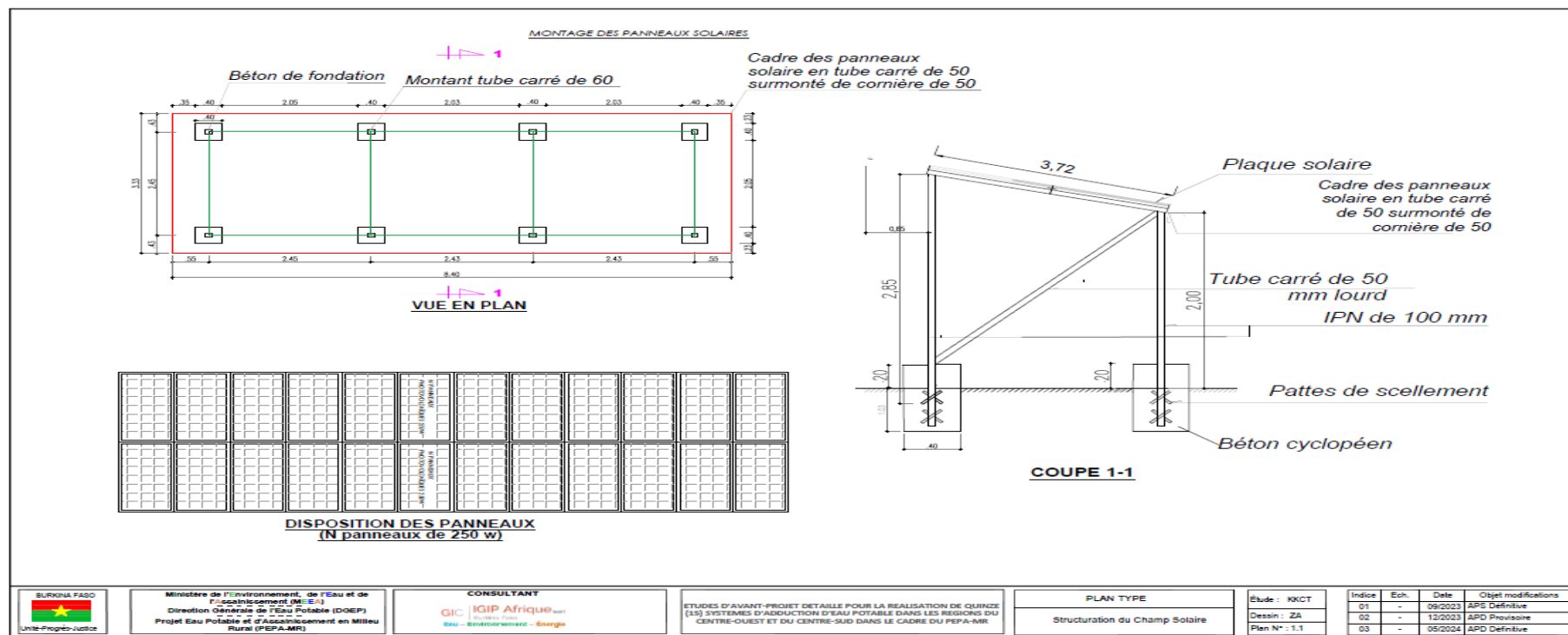
Annexe 12 : Plan local gardien



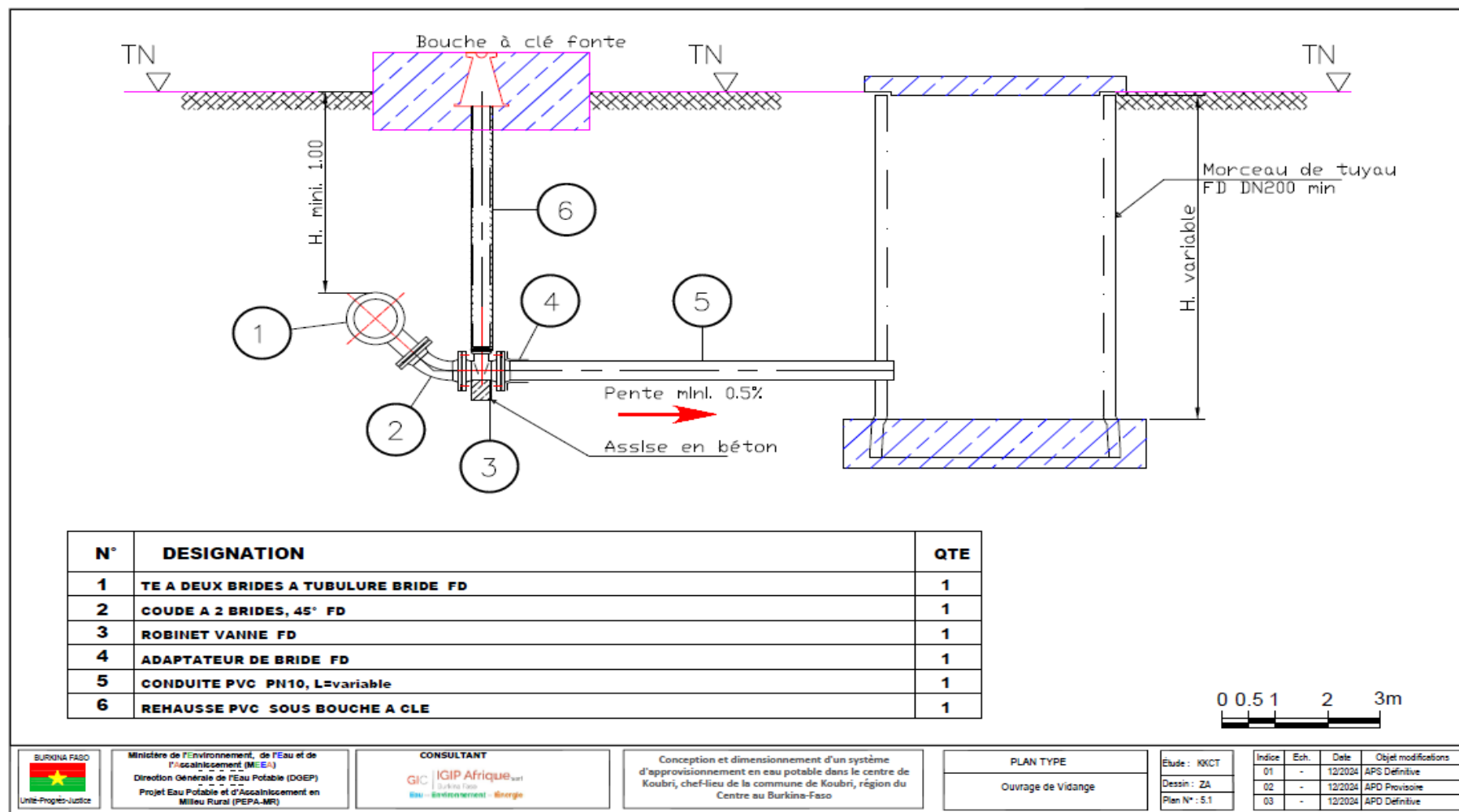
Annexe 13 : Plan Latrine

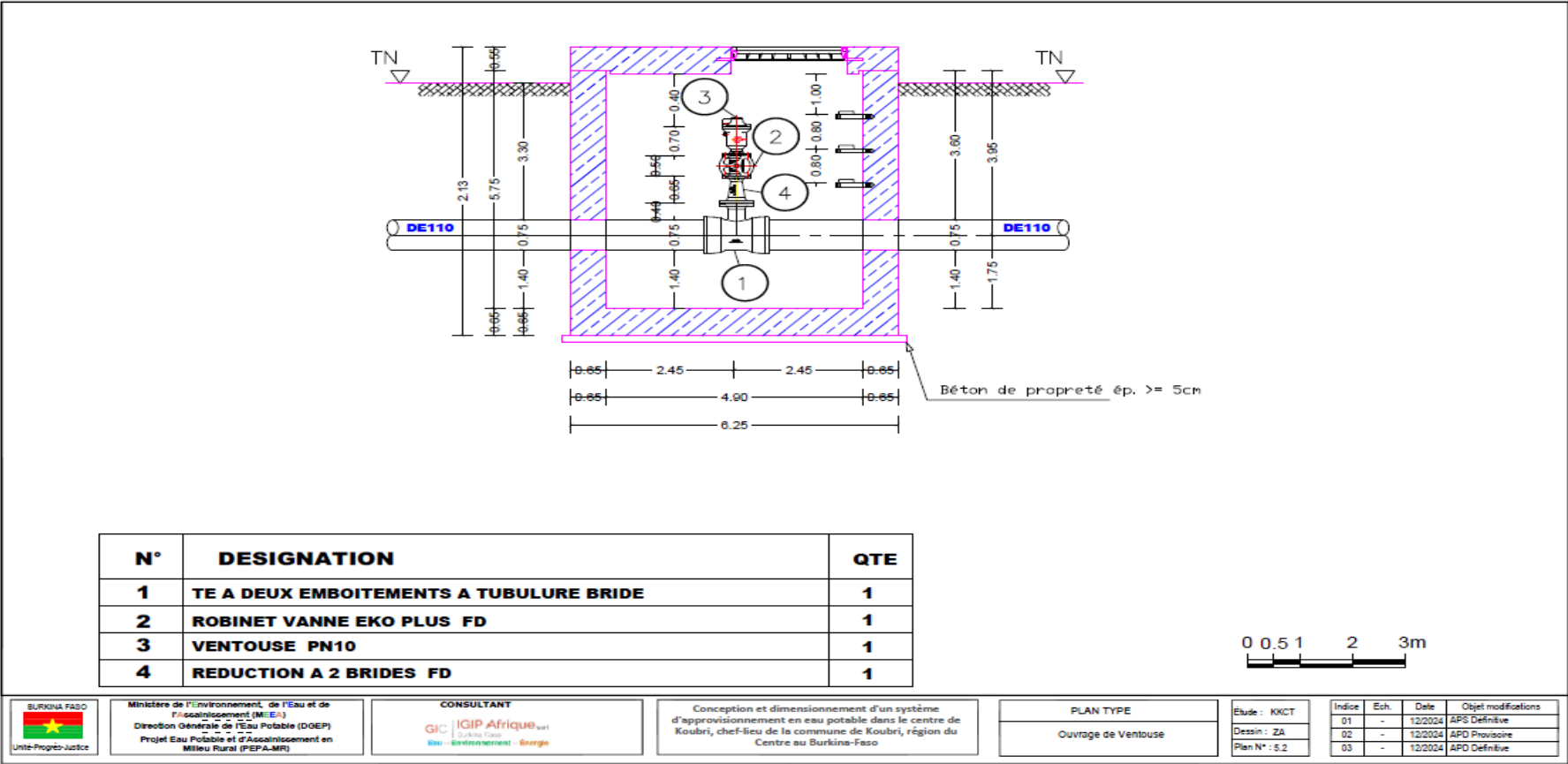


Annexe 14 : Champs Solaire



Annexe 15 : Ouvrage de Ventouse et ouvrage de vidanges





Annexe 16 : Devis estimatif et quantitatif

	DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU RESEAU D'AEP DE Koubri		horizo n 2040			horizon 2055	
N°	Désignation	Unité	Qté 2040	Prix Unitaire	Prix Total	Qté 2055	Montant 2055
I.	FRAIS GENERAUX						
1.1	Installation et repli de chantier	forfait	1	2 500 000	2 500 000	1	2 500 000
1.2	Études d'exécution de l'ensemble du projet (dossier d'exécution)	forfait	1	1 000 000	1 000 000	1	1 000 000
1.3	Établissement de recollement comprenant l'ensemble des ouvrages à exécuter et les résultats des essais à la fin des travaux	forfait	1	800 000	800 000	1	800 000
	SOUS-TOTAL N°1				4 300 000		4 300 000
II	OUVRAGE DE CAPTAGE						
2.1	Exécution d'un forage à grand diamètre (6,5 pouces) de débit minimum de 10 m³/h et de 50 m de profondeur environ et toutes sujétions comprises (pouvant remplacer certains des 3 forages existants en cas de débit meilleur)	U	2	4 500 000	9 000 000	2	11 000 000
2.2	Développement jusqu'à obtention de l'Eau Claire et toutes sujétions comprises	U	2	250 000	500 000	2	500 000
2.3	Essai par palier (4 paliers) et remontée et toutes sujétions comprises	U	2	200 000	400 000	2	400 000
2.4	Essai longue durée (72h) et remontée et toutes sujétions comprises	U	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000
2.5	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	U	2	100 000	200 000	2	200 000
	SOUS-TOTAL N°2				12 100 000		14 100 000

III.	SYSTÈME DE POMPAGE						
3.1	Fourniture et pose d'une électropompe immergée triphasée de débit compris entre Q= 10 m3/h y compris essais de marche et câble de sécurité en acier inoxydable et fourniture, support-toutes sujétions comprises	U	2	3 000 000	6 000 000	2	6 000 000
3.6	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique d'automatisme équipée conformément au descriptif pour l'alimentation, la commande et l'asservissement d'une électropompe immergée	U	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000
3.7	Fourniture, pose et raccordement d'équipements hydromécaniques (ventouse, coudes, raccords union M/F, bride ronde fileté, compteur, clapet AR, manomètre, pressostat, filtre, vanne, robinet de prise) sur la tête de forage y compris butée et support-toutes sujétions comprises , y compris toutes sujétions.	U	2	500 000	1 000 000	2	1 000 000
3.8	Fourniture et pose de champ de module photovoltaïque de 5160 Wc et 7004 Wc	U	1	6 000 000	6 000 000	1	6 000 000
3.13	Fourniture et pose d'un onduleur/inverser hybride de 9 kva sortie triphasée 380-400V	U	1	1 500 000	1 500 000	1	1 500 000
	Fourniture et pose d'un onduleur/inverser hybride de 7 kva sortie triphasée 380-400V	U	1	1 000 000	1 000 000	1	1 000 000
3.15	Extension ligne électrique BT au local compteur SONABEL	FF	2	3 000 000	6 000 000	2	6 000 000
3.16	Groupe électrogène de 22 KVA	U	1	6000000	6 000 000	1	6 000 000
	Groupe électrogène de 25 KVA	U	1	10000000	10 000 000	1	10 000 000
3.17	Fourniture et pose d'un inverseur de source (Réseau SONABEL/PV), y compris toutes sujétions	U	2	300000	600 000	2	600 000

3.18	Construction regard de la tête de forage avec couvercle et toutes sujétions comprises	U	2	225 000	450 000	2	450 000
3.19	Installation électrique d'éclairage de l'ensemble locaux et ouvrages y compris l'ensemble des câbles, canalisations, prises, réglettes et toutes sujétions	Ens	2	225 000	450 000	2	450 000
	SOUS-TOTAL N°3				41 000 000		41 000 000
IV.	REFOULEMENT						
4.1	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 90, PN16 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	247	6 000	1 479 300	247	1 479 300
	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 90, PN16 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	3 357	6 000	20 139 660	3 357	20 139 660
	Fourniture et pose de conduite de refoulement PEHD DN 160, PN16 y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur	ml	318	20 500	6 515 925	318	6 515 925
4.2	Plus-value fouille en terrains indurés tous diamètres confondus	ml	25	2 000	50 000	25	50 000
4.3	Plus-value pour traverser de routes	ml	3	5 000	15 000	56	280 000
4.4	Fourniture et pose d'une colonne d'exhaure en Flexible (Foraduc ou PHED) DN 63	ml	240	8 000	1 920 000	240	1 920 000
4.5	Construction et pose de bornes d'indication des passage des conduites de refoulement	nombre	3	2 500	7 500	3	7 500
4.7	autres aménagements et pièces spéciales	FF	1	10 000 000	10 000 000	1	10 000 000
	SOUS-TOTAL N°4				40 127 385		40 392 385
V.	CONFECTION EQUIPEMENT ET POSE DE CHÂTEAU D'EAU						

5.1	Fourniture et pose de Château den béton armé de 200m³ , hauteur sous radier de 12 m y compris les dispositifs d'accès, l'ensemble des canalisations d'alimentation, de distribution, vidange, trop plein) etc., l'ensemble des pièces de raccordement selon le plan joint et le descriptif (robinet vanne, tés, coudes, raccord union et toutes sujétion)	U	1	180 000 000	180 000 000	0	-
5.2	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau type robinet flotteur au droit du château d'eau et Fourniture et pose de câble et toutes sujétions comprises	Ens.	1	250 000	250 000	0	-
5.3	Fourniture et pose d'accessoires de BY-PASS y compris construction de regard	FF	1	600 000	600 000	0	-
5.4	Fourniture, pose et réglage d'un filtre doseur (dosatron), avec équipements et accessoires, formation de technicien et toutes sujétions comprises	Ens.	1	5 000 000	5 000 000	0	-
	SOUS-TOTAL N°5				185 850 000		-
VI	FOURNITURE ET POSE DES CANALISATION ET EQUIPEMENTS DE DISTRIBUTION						
6.1	Fourniture et pose de conduites y compris fouille standard, lit de sable grillage avertisseur et toutes sujétions						-
6.1.1	Conduite en PVC DN 63 PN 10	ml	8855	3 000	26 563 902	6220	18 659 901
6.1.2	Conduite en PVC DE 90 PN 10	ml	800	4 000	3 199 600	1178	4 710 760
6.1.3	Conduite en PVC DN 110 PN 10	ml	4092	5 800	23 731 483	1288	7 472 807
6.1.4	Conduite en PVC DE 200 PN 10	ml	193	8 200	1 584 814	193	1 584 814
6.1.5	Conduite en PVC DE 140 PN 10	ml	1047	6 000	6 283 230	2415	14 491 830

6.1.6	Conduite en PVC DE 250 PN 10	ml	480	9 400	4 510 167	480	4 510 167
6.1.7	Plus-value fouille en terrains indurés tous diamètres confondus	ml	1375	2 000	2 749 400	869	1 737 400
6.1.8	Plus-value pour traverser de routes	ml	138	4 200	577 500	87	364 980
6.1.9	Traversée de terrain marécageux ou ravine à travers un Fourreau en Fonte Ductile et aménagement divers	ml	50	13 000	650 000	50	650 000
6,2	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en PVC						
6.2.1	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en PVC						-
6.2.2	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en PVC	FF	1	6 000 000	6 000 000	1	6 000 000
6,3	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en fonte				-		-
6.3.1	Fourniture et pose de pièces spéciales et accessoires en fonte	FF	1	8 000 000	8 000 000	1	8 000 000
6,4	Accessoires sur réseau: robinets vannes, ventouses et vidanges		0		-		-
6.4.1	Robinet vanne DN63 à DN250	FF	1	3 000 000	3 000 000	1	3 000 000
6.4.2	Fourniture et pose d'équipements de VIDANGE sur DN 63 y compris la construction de regards en maçonnerie	U	5	500 000	2 500 000	5	2 500 000
6.4.3	Fourniture et pose d'équipements de VENTOUSE sur DN140, DN 90 et DN 63 y compris la construction de regards en maçonnerie	U	5	500 000	2 500 000	5	2 500 000
6,5	Bornes de signalisation				-		-
6.5.1	Fabrication et pose de bornes de signalisation	U	155	1 000	155 000	118	118 000
	SOUS-TOTAL N°6				92 005 096		76 300 659

VII BORNES FONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS							
7.1	Exécution d'une borne fontaine (BF) à 3 robinets comprenant : fournitures et pose de hangar et des accessoires hydraulique pour borne fontaine composés de 3 robinets de puisage 1/4 de tour de 1"1/4, 1 compteur à douille ou similaire, 1 robinet d'arrêt avant compteur 1"1/4, tuyau 1"1/4 en acier galvanisé pour raccordement robinet et compteur, raccords, joints réductions et accessoires de montage, le massif en béton, le puits perdu, la prise en charge sur la conduite de distribution conformément aux plans et toutes sujétions comprise	U	2	1 000 000	2 000 000		-
7.2	Réhabilitation d'une borne fontaine (BF) à 3 robinets comprenant : fournitures et pose des accessoires hydraulique pour borne fontaine composés de 3 robinets de puisage 1/4 de tour de 1"1/4, 1 compteur à conformément aux plans et toutes sujétions comprise	U	5	500 000	2 500 000	4	2 000 000
7.4	lampadaires solaires « all in one » de type F1-80 Wc composé d'un module solaire en mono de 140 Wc, et toutes sujétions comprises	U	7	500 000	3 500 000	4	2 000 000
	SOUS-TOTAL N°7				8 000 000		4 000 000
VIII OUVRAGES ANNEXES							
8.1	Construction de local technique y compris porte, fenêtres, plafond, électricité, crépissage, tyrolienne conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions comprises	ens	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000

8.2	construction de Local gardien y compris porte, fenêtres, plafond, électricité, crépissage, tyrolienne conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions comprises	ens	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000
8.3	Construction d'Abris pour dispositif de chloration conformément au descriptifs et aux plans et toutes sujétions comprises	FF	2	1 500 000	3 000 000	2	3 000 000
8.4	Construction d'un mur de clôture en parpaing (25 x25 m) y compris tyrolienne et éclairage équipée d'un portail autour du forage et des locaux techniques	Ens	2	2 500 000	5 000 000	2	5 000 000
8.5	construction de latrine VIP-douches et annexes y compris électricité, crépissage, tyrolienne et toutes sujétions comprises	FF	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000
	SOUS TOTAL N°8				14 000 000		14 000 000
IX.	ESSAIS, DESINFECTION ET EPREUVE DU SYSTEME						
9.1	Épreuves de débit de conduites, essai partiel et essai général du réseau	FF	2	5 000 000	10 000 000	2	10 000 000
9.2	Rinçage et désinfection du réseau	FF	1	1 500 000	1 500 000	1	1 500 000
9.3	Test et mise en eau du Château	FF	1	300 000	300 000	0	-
	SOUS TOTAL N°9				11 800 000		11 500 000
X.	PRESTATIONS DIVERSES						
10.1	Fourniture des outils et accessoires d'entretien pour groupes électropompe, champ photovoltaïque, équipement forage, canalisation	FF	2	1 000 000	2 000 000	2	2 000 000
10.2	Suivi et formation d'un responsable d'exploitation de la commune	FF	1	1 000 000	1 000 000	1	1 000 000
	SOUS TOTAL N°10				3 000 000		3 000 000

	TOTAL GENERAL HORS TVA				412 182 481		208 593 044
	TVA (18 %)				74 192 847		37 546 748
	TOTAL GENERAL TTC				486 375 328		246 139 792

Annexe 17 :Calcul des recettes

Année	Population estimée	Pop desservie par BF	CS (l/hbt/j)	Cons totale journalière (m3)	Cons totale annuelle (m3)	Pri unitaires /m3	Montant Recettes prévisionnelles annuelles BF	Pop desservie par BP	Cons spéc (l/hbt/j)	Cons totale journalière (m3)	Cons totale annuelle (m3)	PU/m3	Montant recettes prévi.annuelle BP	Nbre BP	Redevance annuelle (FCFA)	Montant recettes prévi.annuelle total BP	Quantité totale vendue	Montant recettes prévi.annuelles total BF+BP
2019	10713	0	0	-	-	400	6 088 400	1190	20	23,80	8 687	400	-	120	6 000	4 349 500	23 908	10 437 900
2024	12139	2780	15	41,70	15221	400	7 686 800	3510	20	70,20	25 623	500	12 811 500	352	6 000	12 817 500	44 840	20 504 300
2025	12446	3510	15	52,65	19217	400	7 647 600	4309	20	86,18	31 456	500	15 728 000	431	6 000	15 734 000	50 575	23 381 600
2026	12761	3492	15	52,38	19119	400	7 599 200	5145	20	102,90	37 559	500	18 779 500	515	6 000	18 785 500	56 557	26 384 700
2027	13084	3470	15	52,05	18998	400	7 544 400	6021	20	120,42	43 953	500	21 976 500	603	6 000	21 982 500	62 814	29 526 900
2028	13415	3445	15	51,68	18861	400	7 483 200	6938	20	138,76	50 647	500	25 323 500	694	6 000	25 329 500	69 355	32 812 700
2029	13754	3417	15	51,26	18708	400	7 413 200	7898	20	157,96	57 655	500	28 827 500	790	6 000	28 833 500	76 188	36 246 700
2030	14102	3385	15	50,78	18533	400	7 548 800	8182	20	163,64	59 729	500	29 864 500	819	6 000	29 870 500	78 601	37 419 300
2031	14459	3447	15	51,71	18872	400												

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, Chef-lieu de la Commune de Koubri, Region du Centre
AU Burkina Faso.

2032	14825	3509	15	52,64	19212	400	7 684 800	8475	20	169,50	61 868	500	30 934 000	848	6 000	30 940 000	81 080	38 624 800
2033	15200	3572	15	53,58	19557	400	7 822 800	8778	20	175,56	64 079	500	32 039 500	878	6 000	32 045 500	83 636	39 868 300
2034	15584	3637	15	54,56	19913	400	7 965 200	9091	20	181,82	66 364	500	33 182 000	910	6 000	33 188 000	86 277	41 153 200
2035	15979	3702	15	55,53	20268	400	8 107 200	9415	20	188,30	68 730	500	34 365 000	942	6 000	34 371 000	88 998	42 478 200
2036	16383	3769	15	56,54	20635	400	8 254 000	9748	20	194,96	71 160	500	35 580 000	975	6 000	35 586 000	91 795	43 840 000
2037	16797	3836	15	57,54	21002	400	8 400 800	10093	20	201,86	73 679	500	36 839 500	1010	6 000	36 845 500	94 681	45 246 300
2038	17222	3904	15	58,56	21374	400	8 549 600	10449	20	208,98	76 278	500	38 139 000	1045	6 000	38 145 000	97 652	46 694 600
2039	17658	3974	15	59,61	21758	400	8 703 200	10816	20	216,32	78 957	500	39 478 500	1082	6 000	39 484 500	100 715	48 187 700
2040	18105	4044	15	60,66	22141	400	8 856 400	11195	20	223,90	81 724	500	40 862 000	1120	6 000	40 868 000	103 865	49 724 400
2041	18563	4115	15	61,73	22530	400	9 012 000	11587	20	231,74	84 585	500	42 292 500	1159	6 000	42 298 500	107 115	51 310 500
2042	19032	4188	15	62,82	22929	400	9 171 600	11991	20	239,82	87 534	500	43 767 000	1200	6 000	43 773 000	110 463	52 944 600
2043	19514	4261	15	63,92	23329	400	9 331 600	12408	20	248,16	90 578	500	45 289 000	1241	6 000	45 295 000	113 907	54 626 600
2044	20008	4336	15	65,04	23740	400	9 496 000	12839	20	256,78	93 725	500	46 862 500	1284	6 000	46 868 500	117 465	56 364 500
2045	20514	4411	15	66,17	24150	400	9 660 000	13283	20	265,66	96 966	500	48 483 000	1329	6 000	48 489 000	121 116	58 149 000
2046	21033	4488	15	67,32	24572	400	9 828 800	13742	20	274,84	100 317	500	50 158 500	1375	6 000	50 164 500	124 889	59 993 300
2047	21565	4565	15	68,48	24993	300	7 497 900	14215	20	284,30	103 770	500	51 885 000	1422	6 000	51 891 000	128 763	59 388 900

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT D'UN SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS LE CENTRE DE Koubri, Chef-lieu de la Commune de Koubri, Région du Centre
au Burkina Faso.

2048	22111	4644	15	69,66	25426	300	7 627 800	14704	20	294,08	107 339	500	53 669 500	1471	6 000	53 675 500	132 765	61 303 300
2049	22670	4723	15	70,85	25858	300	7 757 400	15208	20	304,16	111 018	500	55 509 000	1521	6 000	55 515 000	136 876	63 272 400
2050	23243	4804	15	72,06	26302	300	7 890 600	15728	20	314,56	114 814	500	57 407 000	1573	6 000	57 413 000	141 116	65 303 600
2051	23831	4886	15	73,29	26751	300	8 025 300	16265	20	325,30	118 735	500	59 367 500	1627	6 000	59 373 500	145 486	67 398 800
2052	24434	4969	15	74,54	27205	300	8 161 500	16819	20	336,38	122 779	500	61 389 500	1682	6 000	61 395 500	149 984	69 557 000
2053	25053	5053	15	75,80	27665	300	8 299 500	17391	20	347,82	126 954	500	63 477 000	1740	6 000	63 483 000	154 619	71 782 500
2054	25686	5138	15	77,07	28131	300	8 439 300	17981	20	359,62	131 261	500	65 630 500	1799	6 000	65 636 500	159 392	74 075 800
2055	26336	5268	15	79,02	28842	300	8 652 600	18436	20	368,72	134 583	500	67 291 500	1844	6 000	67 297 500	163 425	75 950 100

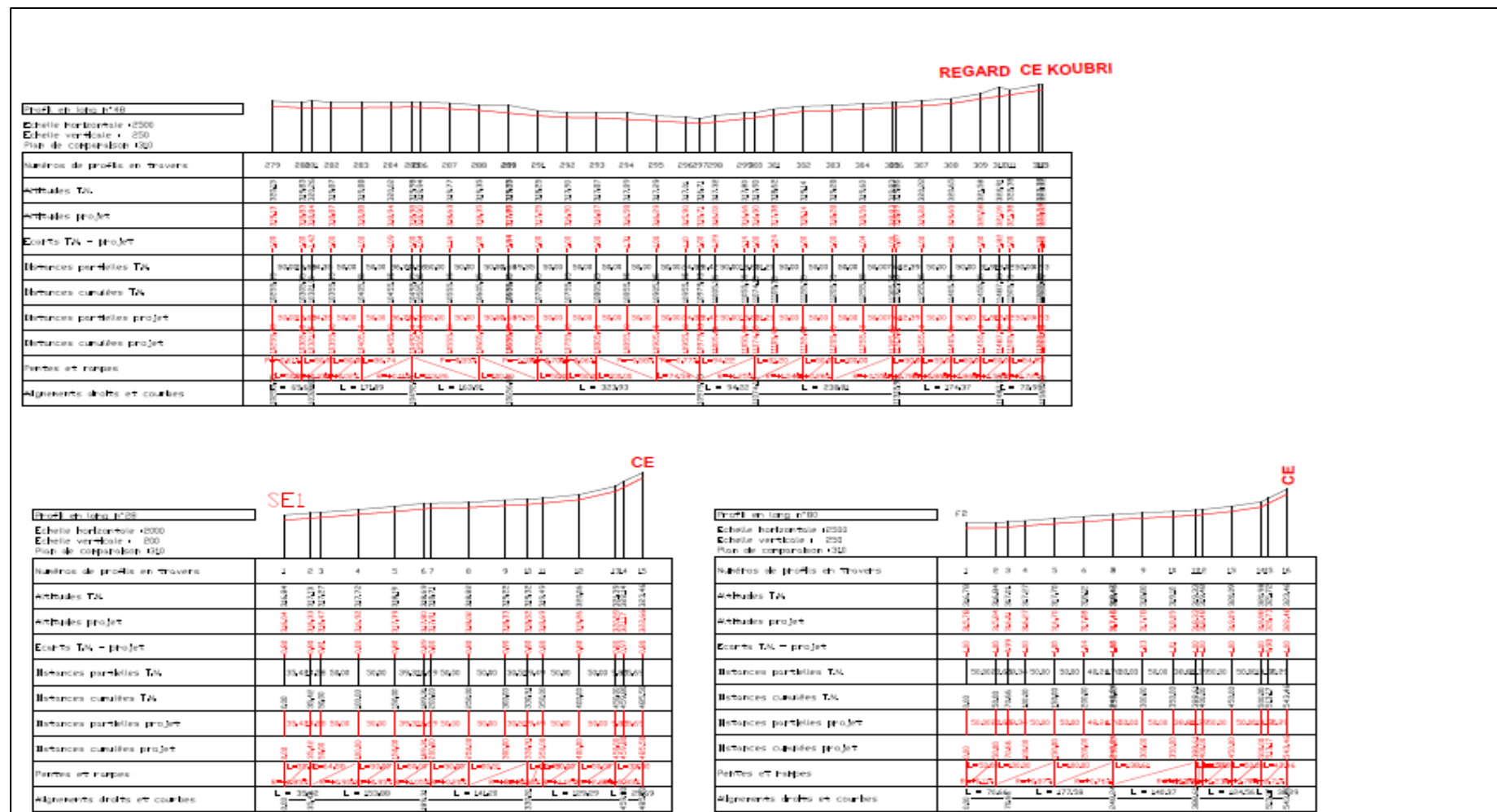
Annexe 18 : Calcul de la VAN

		2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Produit d'exploitation		20 504 300	36 246 700	41 153 200	42 478 200	49 724 400	52 944 600	54 626 600
Charges d'exploitation	Entretien des conduites	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000
	Entretien du réservoir de stockage	600000	600000	600000	600000	600000	600000	600000
	Entretien du champs PV	800000	800000	800000	800000	800000	800000	800000
	Chloration(Kg)	3650000	3650000	3650000	3650000	3650000	3650000	3650000
	SONABEL	10985040	10985040	10985040	10985040	10985040	10985040	10985040
	Vidange	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
	TOTAL	16 735 040	16 735 040	16 735 040	16 735 040	16 735 040	16 735 040	16 735 040

	Valeur Ajoutée	3 012 307	3 012 307	3 012 307	3 012 307	3012307,2	3012307,2	3012307,2
Charge fixe	Rémunération du chef de centre	2400000	2400000	2400000	2400000	2400000	2400000	2400000
	Rémunération des gardiens	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000	1 440 000
	Rémunération des fontainiers	7 920 000	7 920 000	7 920 000	7 920 000	7 920 000	7 920 000	7 920 000
	Rémunération des plombiers	1 920 000	1 920 000	1 920 000	1 920 000	1 920 000	1 920 000	1 920 000
	Rémunération de l'électromécanicien	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000	600 000
	TOTAL	14 280 000	14 280 000	14 280 000	14 280 000	14 280 000	14 280 000	14 280 000
EBE		-10 510 740	5 231 660	11 463 160	18 709 360	27 133 960	36 918 760	47 819 260
	Amortissement des équipements	2 308 204	2 308 204	2 308 204	2 308 204	2 308 204	2 308 204	2 308 204
	Résultats net	-12 818 944	2 923 456	9 154 956	16 401 156	24 825 756	34 610 556	45 511 056
Investissement et renouvellement	Base							
	pièces de rechange	50 000	80 526	129 690	208 868	336 387	541 757	872 507
	Forage supplémentaire							
	Refoul suppl							
	pompe suppl							

	Cables suppl							
	GE suppl							
	PV suppl							
	TOTAL	50 000	80 526	129 690	208 868	336 387	541 757	872 507
	Solde de tresorerie previsionel (STP)	- 12 868 944	2 842 930	9 025 266	16 192 288	24 489 369	34 068 799	44 638 549
	Cumul des STP	- 745 384 064	- 763 983 465	- 736 446 673	- 670 240 844	- 564 864 549	- 414 220 419	- 211 851 275,1
	Coef d'actualisation (2%)	0,98	0,89	0,8	0,73	0,66	0,6	0,54
	Flux actualisés	- 12 611 565	2 530 208	7 220 213	11 820 370	16 162 983	20 441 279	24 104 816
	Flux actualisés cumulés (VAN)	- 745 126 685	- 762 857 431	- 740 118 012	- 690 151 958	- 618 082 868	- 524 614 728	- 411 140 874
VAN Fermier (Rentabilité du Fermier)		- 12 611 565	- 30 342 312	- 7 602 893	42 363 162	114 432 252	207 900 391	321 374 246

Annexe 19 : Tracé de quelques profils en long du réseau



Annexe 20 : Rappel des cadres législatifs régissant le projet

Référence	Intitulé / Objet	Contenu principal
Loi N°0052/97/ADP du 30 janvier 1997	Code de l'Environnement	Imposition d'une étude ou notice d'impact pour les activités ayant des incidences significatives sur l'environnement (article 17).
Loi N°006/97/ADP du 31 janvier 1997	Code Forestier	Autorisation préalable obligatoire pour les travaux impliquant un défrichement, basée sur une étude d'impact environnemental (article 50).
Loi N°23/94/ADP du 13 mai 1994	Code de santé publique	Cadre légal de la santé publique au Burkina Faso.
Loi N°014/96/ADP du 23 mai 1996	Réorganisation agraire et foncière	Réglementation de l'accès et de la gestion des terres rurales.
Loi N°023/AN du 8 mai 2003	Code minier	Réglementation de l'exploitation des ressources minières.
Loi N°002-2001/AN du 8 février 2001	Loi d'orientation sur la gestion de l'eau	Cadre juridique pour une gestion intégrée et durable des ressources en eau.
Loi N°034-/AN du 14 novembre 2002	Loi d'orientation relative au pastoralisme	Organisation de l'exploitation des ressources pastorales.

Loi N°062/95/ADP du 14 décembre 1995	Code des investissements	Régit les conditions et formalités pour les investissements ; accompagné du décret N°96-235/PM/MICIA/MEF.
Loi N°05-2004 du 21 décembre 2004	Code général des collectivités territoriales	Décentralisation et compétences environnementales des collectivités locales.
Décret N°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001	Études d'impact environnemental (EIE)	Définit le champ d'application, le contenu et la procédure des EIE/NIE, avec obligation d'avis préalable du ministre de l'Environnement.
Décret N°98-322/PRES/PM/MEE/MCIA/MEM/MS/MATS/METSS/MEF du 28 juillet 1998	Établissements dangereux, insalubres et incommodes	Régit l'ouverture et le fonctionnement, exige une étude d'impact précisant les mesures d'atténuation et leurs coûts.
Décret N°2001-185/PRES/PM/MEE du 7 mai 2001	Normes de rejets de polluants	Fixe les seuils admissibles de rejets dans l'air, l'eau et le sol, applicables aux émissions industrielles.

Annexe 21 :Programme de mise en œuvre des mesures assorti du cout de réalisation

Composante affectée	Impacts	Mesure d'atténuation ou des compensation	Indicateur de suivi de performance	Responsable			Calendrier de réalisation	Coût en Fcfa
				Exécution	Surveillance	Suivi		
Air	Pollution de l'air	Arrosage régulier de l'emprise du chantier	Bonne qualité d'air. Pas de plaintes ni de maladie	Entreprise	L'entreprise, le comite de gestion du projet, et le bureau de contrôle	ANEVE et DREA -C	Pendant et après le projet	3000000
Ressources en eau	Pollution n des eaux	Elaboration d'un plan de gestion des déchets. Etanchéiser les aires de dépôts d'engins.	Une bonne hygiène du site, conservation de l'état initial de l'eau	Entreprise	L'entreprise et le bureau de contrôle	ANEVE et DREA-C	Pendant et après le projet	2000000
Homme et animaux	Nuisance sonore	Entretien régulier des engins et le respect des heures de travail	Un bon résultat de mesure de décibel.	Entreprise	L'entreprise et le bureau de contrôle	ANEVE et DREA-C	Pendant les travaux	3000000
Sol	Pollution et dégradation des sols	Une bonne gestion de déchets, le respect des mesures et règle de rejet des polluants	Qualité initiale des sols conservée	Entreprises	L'entreprise et le bureau de contrôle	ANEVE	Pendant les travaux	1600000

Faune et flore	Destruction du flore et faune	Limiter au maximum la coupe des arbres et réaliser et entretenir un reboisement compensatoire	Une bonne restauration du couvert végétal	Entreprise	Entreprise et bureau de contrôle	ANEVE et DREA-C	Pendant et après le projet	5 000 000
Humain	Incident et accident	Limitation de la vitesse des engins, la pose des panneaux de signalisation, doter et exiger le port des EPI	Port fréquent des EPI et moins d'accidents	Entreprise	Entreprise et bureau de contrôle	ANEVE	Pendant les travaux	1000000
Cohésion sociale	Conflit et plantes	La prise en compte de la RSE (transparence dans le recrutement et le respect des us et coutumes du village) dans la conduite des travaux.	30% des employés sont recrutés au village. Une bonne entente avec les populations.	Entreprise	Entreprise et bureau de contrôle	ANEVE	Pendant et après les travaux	5000000
Humain	Problème de santé (maladie respiratoire et VIH.SIDA) et grossesse non désirée	Fournir des EPI au personnel et garantir leur utilisation, sensibiliser les populations riveraines avant le début des travaux, et mettre en place une boîte à pharmacie.	Bonne santé des travailleurs. Santé sécurité assuré	Entreprise	Entreprise et bureau de contrôle	ANEVE	Pendant les travaux	2000000

Humain	Perte des terres agricoles	Compensation des PAP	Pas de plainte et méthodologie de compensation détaillé	Entreprise	Entreprise et bureau de contrôle	ANEVE	Début des travaux	5 000 000
Coût total								24 000 000