



**ETUDES DE RECONNAISSANCE DES POINTS D'IMPLANTATION DE
FORAGE ET TECHNIQUES POUR LA REALISATION D'UN
SYSTEME D'ADDUCTION D'EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS)
DANS LE VILLAGE DE OULLO, COMMUNE DE OURY, PROVINCE DES
BALE, REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN**

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

**SPECIALITE EAU, ASSAINISSEMENT ET AMENAGEMENTS HYDRO-
AGRICOLES (GEAAH)**

Présenté et soutenu publiquement le [22/07/2024] par

Franck Agué Boni AKPO (20220366)

Directeur de mémoire : Dr Harinaivo ANDERSON ANDRIANISA, Maître de conférences

Encadreur : Dr Moussa Diagne FAYE, Maître Assistant, Enseignant-Chercheur,

Maître de stage : M. KABRE Ribou, Ingénieur en Génie Civil et Hydraulique, GERTEC

Structure d'accueil de la stagiaire : Génie d'Etudes de Réalisations et d'Assistance
Technique (GERTEC)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Angelbert Chabi BIAOU, Maître de conférences (MC)

Membres et correcteurs : Dr Lawani Adjadi MOUNIROU, Maître Assistant (MA)
Dr Fabien Hamma YONLI, Maître de conférences (MC)

Promotion [2023/2024]

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mes parents qui m'ont soutenu durant toute la durée de cette expérience.

Que le bon Dieu vous comble de ces grâces.

Merci d'être toujours un soutien.

REMERCIEMENT

Ce document a pu aboutir grâce à l'aide de plusieurs personnes, qui ont consenti assez d'efforts de près et de loin jusqu'à l'aboutissement de ce travail. Je tiens à les remercier pour leur engagement sans relâche.

Mes remerciements vont en premier lieu à l'endroit des autorités administratives de l'Institut 2iE notamment à l'endroit :

- ✓ de tout le personnel de l'Institut 2iE et particulièrement les hauts cadres et les professeurs.
- ✓ du Dr. Harinaivo ANDERSON ANDRIANISA, Maître de conférences (MC), Enseignant-chercheur en Eau et Assainissement Urbain
- ✓ du Dr. Moussa Diaye FAYE, Enseignant chercheur à l'institut 2iE, notre encadreur, qui a suivi rigoureusement le travail depuis le début, pour sa disponibilité, ses suivis et surtout ses tactiques d'encadrement ;
- ✓ de Mr. Tiamangou LOMPO, Directeur General du bureau d'études GERTEC, pour avoir accepté ma demande de stage et me permettre de suivre les activités en cours ;
- ✓ de M. Ribou KABRE, mon maitre de stage pour sa disponibilité, ses conseils et son suivi ;
- ✓ de tout le personnel de GERTEC pour leur apport et leur disponibilité.

RESUME

Le village de Oullo est situé dans la région de la boucle du Mouhoun, plus précisément dans le département de Bale, commune de Oury. Ce village comme plusieurs villages dans la région connaît des difficultés d'accès à l'eau potable. Grâce au PN-AEP du gouvernement Burkinabé il bénéficie d'un système d'alimentation en eau potable simplifié pour pallier les difficultés liées à l'accès à l'eau. Pour ce fait l'objectif de ce travail est d'établir dans un premier temps une étude de reconnaissance de points d'eau, ensuite une étude technique d'un réseau d'alimentation eau potable dans le village de Oullo. Ce réseau devra desservir au minimum 80% de la population en **2050** avec un taux de **24%** au niveau des **BF** et de **56%** au niveau des **BP**. A l'horizon du projet la population de Oullo est de **4 839 habitants** et elle nécessite un débit de pointe journalier de **147,23 m³/j** pour couvrir totalement ces besoins. Pour cela, un forage d'un débit de **12,27 m³/h** sera suffisant, et refoulera à l'aide d'une électropompe immergée de type **Grundfos SP11-15** vers un réservoir métallique calé à **8m du TN et de 46 m³**.

Pour le refoulement un groupe électrogène de **12 kVA** et un **champ solaire de 6kVA** sont prévues en alternance. Le linéaire total du réseau est de **9,629 km** et il sera conçu en ramification aux vues de la disposition du village. Le coût global du réseau est estimé à **198 382 461 FCFA** et il sera géré sous contrat d'affermage par un **opérateur privé** sous surveillance des municipalités.

Mots Clés :

-
- 1-Alimentation en eau potable simplifiée
 - 2-Eau potable
 - 3-Champ Solaire
 - 4-Ramification
 - 5-Forage
 - 6-Demande en eau

ABSTRACT

Located in the Boucle of Mouhoun region, more precisely in the department of Balle, commune of Oury, the village of Oullo, like many villages in the region, is experiencing difficulties in accessing drinking water. Thanks to the Burkinabé government's PN-AEP program, the village now benefits from a simplified drinking water supply system to alleviate the water supply problem. The aim is to draw up a detailed preliminary design for a drinking water supply system capable of serving 100% of the population by the end of the project. With a rate of 80% at BF level and 20% at BP level. On the project horizon, the population will be 4,839 and will require a daily peak flow of 147.23 m³/d to fully cover its needs. For this purpose, a borehole with a flow rate of 12.27 m³/h will be sufficient. This borehole will be pumped by a Grundfos SP11-15 submersible electric pump to a 95m³ metal reservoir set at 8m from the ground level.

A 12 kVA generator and a 6000V solar array will be used alternately for delivery. The total length of the network is 9.629 km, and it will be designed as a branch line in view of the layout of the village. The overall cost of the network is estimated at 198 382 461 FCFA, and it will be managed under a leasing contract by a private operator under municipal supervision.

Key words:

- 1-Simplified drinking water supply
- 2-Potable water
- 3-Solar field
- 4-Ramification
- 5-Drilling
- 6-Water demand

SIGLES ET ABREVIATIONS

AEP	Adduction d'Eau Potable
AEPS	Alimentation en Eau Potable Simplifié
APD	Avant-Projet Détaillé
AGETEER	Agence d'Exécution des Travaux Eau et Equipement Rural
BF	Borne Fontaine
BP	Branchement Privé
DGEP	Direction Générale de l'Eau Potable
DN	Diamètre Nominal
GERTEC	Génie d'étude de Réalisation et d'Assistance Technique
Hg	Hauteur Géométrique
HMT	Hauteur Manométrique totale
INOH	Inventaire des Ouvrages Hydrauliques
MEEA	Ministère de l'eau de l'Environnement et de l'Assainissement
ODD	Objectif de Développement Durable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONEA	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PCD	Plan Communautaire de Développement
PEA	Point d'Eau Autonome
PM	Puits Moderne
PMH	Pompe à Motricité Humaine
PN-AEP	Politique Nationale d'Alimentation en Eau Potable
PVC	Poly Chlorure de Vinyle
RGPH	Recensement General de la population et de l'habitat
TN	Terrain Naturel
2iE	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

SOMMAIRE

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENT	II
<u>RESUME</u>	III
<u>ABSTRACT</u>	IV
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	V
SOMMAIRE	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
FICHE DU PROJET.....	X
INTRODUCTION	1
I. Présentation du bureau d'étude et de la zone du projet	2
I.1. Présentation du Bureau d'étude.....	2
I.2. Présentation du milieu du projet.....	4
II. PRESENTATION DU PROJET	9
II.1. ETAT DES LIEUX DU RESEAU EXISTANT.....	10
II.3. Matériel et Méthodes	13
II.3.1. METHODE DE RECONNAISSANCE DE POINTS D'IMPLANTATION DE FORAGE	13
III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION TECHNIQUE DU RESEAU	20
IV. ANALYSE DE FAISABILITE TECHNIQUE.....	36
IV.1. Estimation de la population et évaluation des Besoins.....	36
IV.2. Ressources en Eau	37
IV.3. Dimensionnement du réseau de distribution.....	39
IV.4 Modélisation du réseau sur Epanet.....	45
IV.5 Dimensionnement géométrique du Château	49
IV.6 Temps de contact et de séjour de l'eau dans le Réservoir principal.....	51
IV.7 Dimensionnement du réseau d'adduction	51
IV.8 Pompes	52

IV.9 Vérification des conditions de coup de Bélier	54
IV.10 Dimensionnement du Groupe électrogène et du Champ Solaire	54
IV.11 Poses des conduites du réseau.....	56
IV.12 Mode de gestion des ouvrages de l'AEPS	58
IV.1 Affermage	58
V. Métré ET ESTIMATION DES COUT	59
V.1 Charge d'exploitation.....	59
V.2 Prix de revient du mètre cube d'eau	60
VI. PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE	61
VI.1 Impact positif	61
VI.2 Impact négatif	61
VI.3 Programme de surveillance et de suivi environnemental.....	62
CONCLUSION	63
RECOMMANDATION POUR LE PROJET	64
BIBLIOGRAPHIE.....	i
ANNEXES.....	ii

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Démographie du village de Oullo selon le genre	7
Tableau 2 : Quantification du taux d'élevage	8
Tableau 3 : Ouvrages existant dans le village de Oullo par quartier	10
Tableau 4 : Proposition du prix de l'eau	12
Tableau 5 : Distance des trainées	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 6 : Matériels utilisés	19
Tableau 7 : Taux de desserte à l'horizon 2030.....	20
Tableau 8 : Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire	21
Tableau 9 : Variation de la population par saut d'années	36
Tableau 10 : Besoin en Eau	37
Tableau 11 : Sondages Electrique	38
Tableau 12 : Débits d'adduction	38
Tableau 13 : Débit de distribution	39
Tableau 14 : Coordonnées de points de distribution	40
Tableau 15 : Réseau d'AE	
P Oullo	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 16 : Débit de dimensionnement	41
Tableau 17 : Vitesses réel dans le réseau	42
Tableau 19 : Tableau des pressions	44
Tableau 20 : Linéique du réseau de distribution	45
Tableau 21 : Coefficient Journalière	50
Tableau 22 : Balance en Eau	50
Tableau 23 : Choix du diamètre	52
Tableau 24 : Détermination de la charge réseau.....	53
Tableau 25 : Vérification du phénomène de coup de bélier	54
Tableau 26 : Caractéristique des fouilles de pose	56
Tableau 27 : Coût de l'execution	59
Tableau 28 : Programme de suivi environnemental.....	62

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme GERTEC[2]	3
Figure 2 : Carte de localisation de la zone d'étude.....	5
Figure 3 : Carte linéamentaire de Oullo	14
Figure 4 : Projection de linéament sur la zone avec.....	15
Figure 5 : Trainée électriques	16
Figure 6 : Sondage électrique SE1	17
Figure 7 : Sondage électrique SE2	18
Figure 8 : Réseau d'AEP Oullo.....	40
Figure 9 : Simulation du réseau de distribution	46
Figure 10 : Corrélation des vitesses Epanet et Excel.....	47
Figure 11 : Corrélation des Pressions Excel et Epanet	47
Figure 12 : Refoulement Epanet	48
Figure 13 : Résultats des arcs et nœuds d'adduction.....	49
Figure 14 : Point de fonctionnement.....	53
Figure 15 : Té de raccordement	57
Figure 16 : format de la conduite de refoulement.....	57

FICHE DU PROJET

1- Localisation	
PAYS	BURKINA FASO
Coordonnées GPS	Zone 30P X=502245 m Y=1 315 956 m
Région/Province/Commune/Village	Boucle du Mouhoun/Balle/Oury/Oullo
Population	2019 : 3164
	Taux d'accroissement : 1,38%
	2050 : 4839
2- Refoulement	
Type de conduite	PVC DN140 PN10
	Longueur : 3394m
3-Réservoir	
Type	Métallique de forme cylindrique
Volume	50 m ³
Hauteur sous Radier	8 m
4- Distribution	
Type	Ramifié
Nature de conduites	PVC PN6 Linéaire totale 5,039 km
	Diamètre : DN50 à DN200
5- Forage	
Débit escompté	12,27m ³ /h
Niveau dynamique	20 m
6- Pompe	
Débit	12,99m ³ /h
HMT	57,33m
TYPE GRUNDFOS	SP11-15
7- BORNES FONTAINES ET BRANCHEMENTS PARTICULIERS	
Nombre de BF	10
Nombre de branchement Particulier	trois (03)
8-Energie	
Type	Groupe électrogène et Champ solaire
Groupe électrogène	12 kVA
Champ solaire	6 kW
Cout du projet=198 382 461 F CFA	Mode de gestion : Contrat d'affermage

INTRODUCTION

L'eau est un facteur de santé et de vitalité de tout premier ordre, selon «Schlumberger» principal constituant du corps humain, « sang de la terre et support de toute vie », elle demeure inégalement répartie sur le globe. Sur les 2,8% d'eau douce disponible sur l'ensemble du globe, le quart seulement est utilisable par ses habitants afin d'assouvir ses besoins «*L'eau dans le monde - Société Publique de Gestion de l'eau*». Assurer l'accès à l'eau en quantité et en qualité pour tous permet l'amélioration des conditions de vie et la satisfaction des besoins socioéconomiques. C'est dans cette optique que le Burkina Faso s'est doté de cinq (05) programmes opérationnels dont le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable (PN-AEP) à l'horizon 2030. Afin de réaliser ces objectifs le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de l'Assainissement a entrepris de vastes programmes de mobilisation, de valorisation de la ressource en eau et d'approvisionnement en eau potable.

Afin de donner toutes les chances d'y parvenir et dans le souci d'une mise en œuvre diligente des travaux, le MEA, via la DGEP a décidé de faire intervenir l'(AGETEER), pour la réalisation d'études d'avant-projet détaillées, pour l'exécution de trente-huit (38) systèmes d'adduction d'eau potable dont douze (12) mises à niveau dans diverses régions du Burkina Faso. Pour réaliser ce projet l'AGETEER suite à une demande de propositions amandaté le groupement GERTEC/AC3E pour mener des études techniques pour la réalisation de cinq (05) systèmes d'approvisionnement en eau potable dans la Région de la Boucle du Mouhoun notamment dans les communes de Pompoi et de Oury.

Notre étude s'inscrit donc dans ce contexte et porte sur le thème suivant : ***Etudes de reconnaissance des points d'implantation de forage et techniques pour la réalisation d'un Système d'Approvisionnement en Eau Potable Simplifié (SAEPS) dans le village de Oullo, commune de Oury, province des Balé, région de la boucle du Mouhoun.***

L'objectif général de l'étude est de mobiliser les ressources en eau nécessaire à l'alimentation en eau potable du village de Oullo à l'horizon du projet (2050).

-Les objectifs spécifiques sont de :

- ✓ Faire l'état des lieux du réseau ;
- ✓ Faire la reconnaissance de points d'implantation de forage
- ✓ Concevoir le réseau d'approvisionnement en eau potable ;
- ✓ Evaluer l'impact environnementale du projet

Faire une évaluation financière du projet. Après avoir effectué l'étude de reconnaissance de points d'implantation de forage nous allons faire une étude technique du réseau d'eau de Oullo.

I. PRESENTATION DU BUREAU D'ETUDE ET DE LA ZONE DU PROJET

I.1. Présentation du Bureau d'étude

I.1.1. Historique de GERTEC

Le Bureau d'étude GERTEC est une société à but lucratif reconnue par le gouvernement Burkinabé. Il a été créé par Mr LOMPO Tiamangou en 1998 et siège à Ouagadougou plus précisément aux 1200 logements.

I.1.2. Mission et Tâches :

GERTEC a pour mission principal la réalisation des études d'avant-projet et les missions de contrôle des projets de l'Etat burkinabé et de ces partenaires financiers. Pour ce faire il effectue des tâches tel que la réalisation des études d'avant-projet pour la réalisation des ouvrages d'approvisionnement en eau des localités, la réalisation des études techniques pour la conception des ouvrages hydrauliques tel que les barrages, les châteaux ainsi que les ouvrages du Génie civil. Gertec intervient également dans la réalisation des ouvrages pour la conception des aménagements hydro-agricoles tels que l'irrigation etc... [1]

I.1.3. Organigramme de GERTEC :

La figure ci-contre présente l'organigramme interne de Gertec.

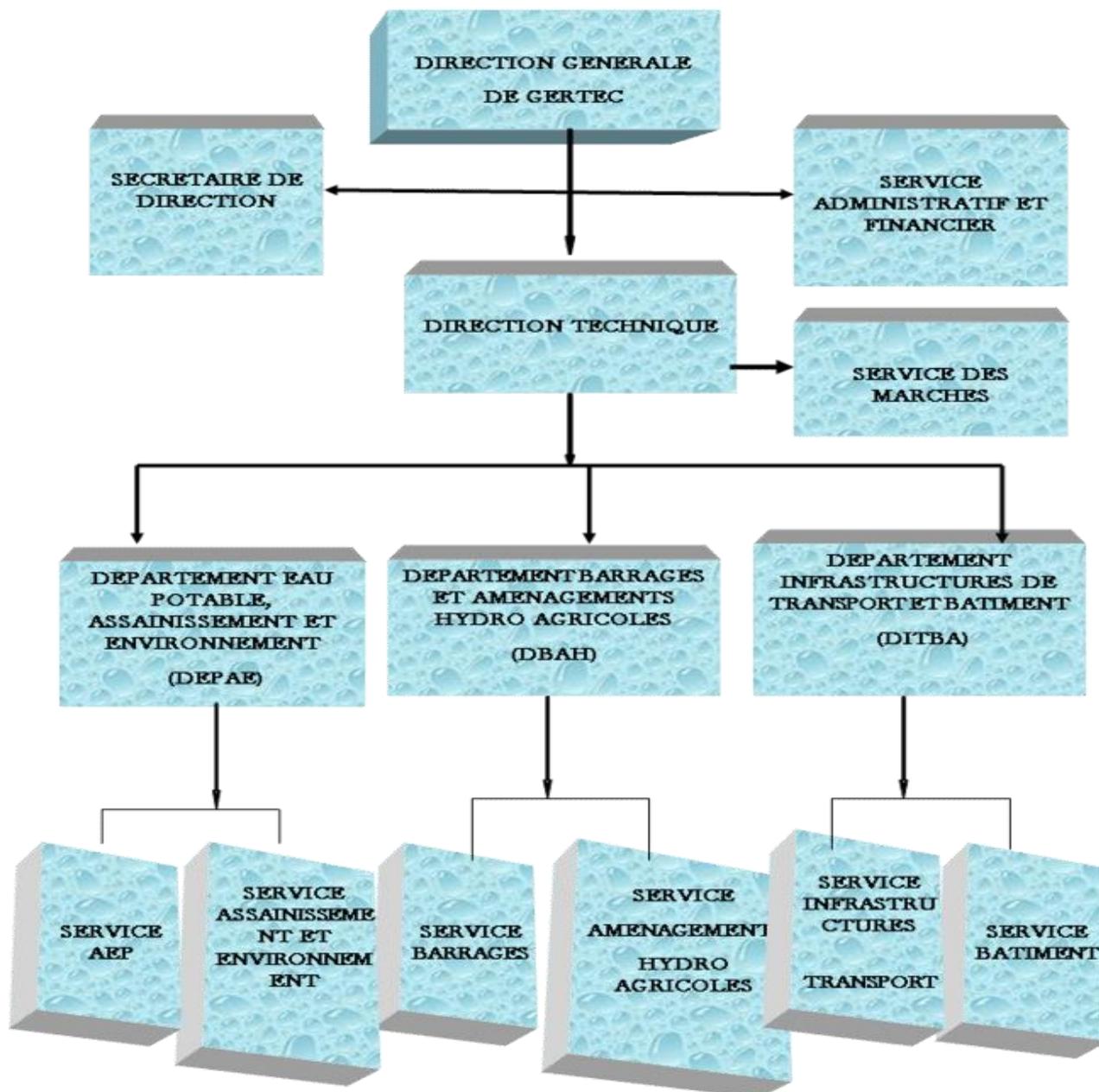


Figure 1 : Organigramme GERTEC[2]

I.2. Présentation du milieu du projet

I.2.1 Situation Géographique

Le village de Oullo est situé dans la région de la boucle du Mouhoun plus précisément dans la commune de Oury. Il est limité au Nord par le village de Siby situé à 5km, au Sud par Oury (10km), au sud-est par le village de Mou (14km), à l'Est par les villages de Sorobouli (3km), Bouloussi (15km), Souwo (4km) ; et à l'Ouest par le village de Kouéna situé à 9km. Il compte au dernier Recensement Global de la Population Humaine (RGPH5) une population de 3164 habitant dont 1628 femmes avec un taux de 51,45% et 1536 d'hommes avec un taux de 48.55%. Le village de Oullo compte 10 quartiers dont les quartiers de Damabon, Daniebon, Dombon, Kaganiebon, Lougoubon, Lougouniebon, Siminiebon, Yebebon, Yerenibon, Zéméniébon.

Du point de vue des croyances religieuses, on relève 11,94% de catholiques, 34,33% de musulmans, 25,37% de protestants et 19,40% d'animistes.

Depuis une dizaine d'années, la lampe à LED a fait son entrée dans le village, car peu dévoreuse d'énergie, et par conséquent très économique. Le coût de plus en plus élevé du pétrole a amené la population à abandonner la lampe tempête. L'énergie solaire gagne peu à peu du terrain.

Pour la cuisson des aliments, le bois demeure la principale source énergétique de la grande majorité de la population. Le charbon et le gaz sont très peu utilisés[3]

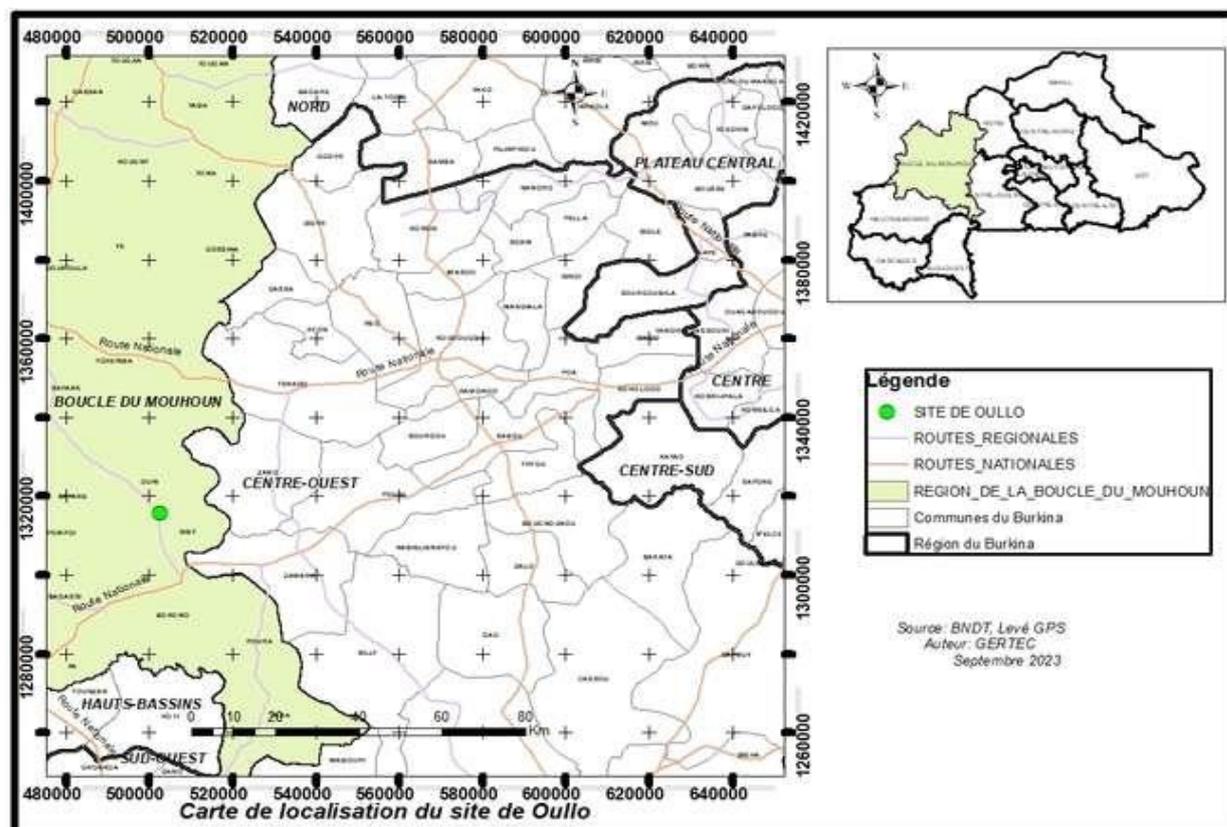


Figure 2 : Carte de localisation de la zone d'étude

1.2.1.1 Climat

Au Burkina Faso, l'analyse de la tendance générale de l'évolution des températures moyenne montre une hausse progressive de celles-ci au cours de la période 1961-2000. Cette hausse serait de $+0,8^{\circ}\text{C}$ à l'horizon 2025 et $+1,7^{\circ}\text{C}$ en 2050) dans pratiquement toutes les régions du pays. Le climat de façon général dans la commune de Oury qui coiffe le village de Oullo est de type soudano sahélien (nord soudanien) caractérisé par une saison sèche de Novembre à Mai et une saison des pluies de Juin à Octobre avec les maxima de précipitations enregistrés en Juillet et en Août.

Selon les données pluviométriques de la ZAT de Boromo, la moyenne pluviométrique de 1994 à 2003 est de 887,42 mm d'eau avec 73 jours de pluie. Le maxima annuel pendant cette période fut de 1068,4 mm en 1994 et le minima de 637,5 mm en 2002 (ZAT Boromo, 2003).

Selon les sources de la Zone Cotonnière de Oury, la pluviométrie moyenne est de 846,13 mm de pluie avec un nombre de jour de pluie moyen de 50 jours. Le maxima annuel ayant été enregistré en 2010 avec 1094 mm et le minima en 2004 avec 744 mm.

1.2.1.2. Relief et géologie de Oullo

- . Le relief de Oullo est marqué par des collines réparties sur l'ensemble du village, il est situé sur une pénéplaine avec de basse et de hautes altitudes dépassant plus de 500m d'élévation.
- Du point de vue géologique toute la région est une zone de socle composé de granite, de schiste et de basaltes. Toute la commune de Oury est entourée par le fleuve Mouhoun qui distingue la région de la Boucle du Mouhoun.

1.2.1.3. Structure de la population par sexe et Age

Le tableau suivant présente la démographie de la population selon le genre :

Tableau 1 : Démographie du village de Oullo selon le genre.

	Population de Oullo		
	Hommes	Femmes	Total
2019	1 536	1 628	3 164
2023	1 623	1 719	3 342

Source : Rapport sociaux Oullo.

En 2019 le village de Oullo comptait 3 164 habitants, la population s'est accroit avec un taux de 1,38%, cette population est d'environ 3 342 habitants en 2023.

1.2.1.4 Les activités économiques et administrative

Le village de Oullo s'investit principalement dans les secteurs d'activités décrits ci-dessous.

- L'Agriculture

Il s'agit d'une agriculture extensive tournée vers l'auto-consommation. Cependant, les surplus dégagés bon an mal an permettent de soutenir un commerce dynamique de produits agricoles variés (céréales, oléagineux, légumineuses, patate, manioc etc.). La culture du coton est la principale activité de rente. Le maraichage est pratiqué par plusieurs producteurs.

- L'élevage

Le cheptel du site est assez important. Selon les projections faites à partir des données de l'ENEC2/DRRA Balé en 2009, les estimations en 2023 donnent les effectifs suivants par espèce (nombre de têtes).[4]

Tableau 2 : Quantification du taux d'élevage

ESPECES	Taux d'accroissement	2009	2023
		OULLO	
Bovins	0,02	731	965
Ovins	0,03	974	1473
Caprins	0,03	1462	2211
Porcins	0,02	682	890
Arsins	0,02	219	289
Equins	0,01	1	1
Pintades	0,03	1705	2579
Poulets	0.03	4872	7369
UBT 2023	-	-	1376

Source : Estimations GERTEC - AC3E - Août 2023

- L'artisanat

Le site abrite quelques activités artisanales d'obédience traditionnelle (sculpture, masques, poterie, forge, cordonnerie, etc.). D'autres activités de type urbain sont apparues par la suite. Il s'agit de la mécanique (surtout), la maçonnerie, la soudure, la menuiserie...

- La transformation agro-alimentaire

Depuis quelques décennies le village de Oullo s'investit dans la transfiguration des produits suivants :

- La préparation de mil germé : le matage du mil est fait par les préparatrices de dolo ou bière de mil. Cette activité est menée sur le site sur au moins 6 mois dans l'année, en fonction de la quantité de dolo à produire ;
- Le beurre de karité : la production est très forte ces dernières années. La zone est très riche en karité (*Butyrospermum parkii* ou *Vitellaria paradoxa*) et la production en amande est importante selon les femmes. Environ cent-vingt (120) femmes en produisent.
- Le soubala : selon les femmes elles-mêmes, environ 300 d'entre elles en produisent. C'est une activité très lucrative. L'arbre du néré (*Parkia biglobosa*) est abondant dans la zone.

II. PRESENTATION DU PROJET

Dans la plupart des pays sahéliens, les questions d'alimentation en eau sont restées d'abord des problèmes de santé publique. Les consommations en eau par tête d'habitant sont très faibles. L'objectif général de l'AEP dans ce contexte est de contribuer à l'amélioration, à la protection de la santé des populations, par la limitation des risques en leur apportant une eau saine en quantité suffisante. Au Burkina Faso, l'accroissement démographique considérable de la population rend cet objectif encore plus urgent. En effet, le service en eau par les puits modernes n'est plus adapté pour alimenter la population.

Le Burkina Faso, pourvu de son PN-AEP vise à satisfaire de façon continue la demande en eau de la population en proportion, et en qualité. Ce programme constitue non seulement le cadre référentiel et pragmatique des investissements en matière d'eau potable mais aussi fédère l'ensemble des interventions dans le sous-secteur de l'eau potable. Le PN-AEP se conforme ainsi à la vision globale de la Stratégie Nationale de l'Eau (SNE), est effectif et contribue au développement durable du pays ». Pour réaliser cette vision, l'accent devra être mis entre autres, sur la gestion du service public de l'eau potable. Ainsi avec ce programme, le Burkina Faso compte mobiliser d'ici 2030 par le biais des Systèmes d'AEP la ressource en eau nécessaire afin de palier au problème d'AEP et surtout lutter contre l'inégale répartition de celle-ci à travers le pays. La région de la Boucle de Mouhoun et plus précisément le village de Oullo connaissant également un problème d'approvisionnement en eau potable se verra soulagé par la réalisation d'un SAEPS dont elle bénéficie dans ce contexte.

-L'objectif général de l'étude est de mobiliser les ressources en eau nécessaire à l'alimentation en eau potable du village de Oullo à l'horizon du projet (2050).

-Les objectifs spécifiques sont de :

- ✓ Faire l'état des lieux des ouvrages existants ;
- ✓ Concevoir le réseau d'approvisionnement en eau potable ;
- ✓ Réaliser une notice d'impact environnementale du projet ;
- ✓ Faire une évaluation financière du projet.

-Résultats attendus :

- ✓ Au terme de nos travaux, nous devons avoir fait un état des lieux de la situation existante de l'approvisionnement en eau de Oullo en prenant en compte le nombre de la population, son organisation et les activités socio-économiques qui s'y mènent ;
- ✓ Nous devons avoir évalué les consommations et les besoins en eau potable à l'horizon du projet à la fin des travaux ;
- ✓ Au terme des travaux, le dimensionnement des ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques doit être fait ;
- ✓ L'étude d'impact environnemental et social du projet, doit être fait à la fin des travaux ;
- ✓ Le coût global du projet doit être calculé

II.1. ETAT DES LIEUX DU RESEAU EXISTANT

II.1.1. Ouvrages existants

Les ménages du site s'alimentent généralement au niveau des puits modernes disponible dans le village.

En observant le tableau 3 on peut voir de façon détaillée les ouvrages existant à Oullo dans chaque quartier.

Tableau 3 : Ouvrages existant dans le village de Oullo par quartier

N°	Quartiers	Nombre de forage	Forages fonctionnels	Forages privés	Ecole/lycée/CEG		Centre de santé	
					Forage	Pompe fonction.	Forage	Pompe fonction.
Oullo								
1	DAMABON	2	1	1	2	2	-	-
2	DANIEBON	1	1	-	1	1	1	1
3	DOMBON	1	1	-	1	1	-	-
4	KAGANIEBON	-	-	-	-	-	-	-
5	LOUGOUBON	-	-	-	-	-	-	-
6	LOUGOUNIEBON	1	0	-	-	-	-	-
7	SIMINIEBON	-	-	-	-	-	-	-
8	YEBEBON	-	-	-	-	-	-	-
9	YERENIBON	-	-	1	-	-	-	-

10	ZEMENIEBON	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL		5	3	2	4	4	1	1

Source : *Enquêtes GERTEC - AC3E - Août 2022*

Le site compte douze (12) forages dont 10 pompes sont fonctionnelles. Cinq (05) forages utilisés principalement par les locataires des infrastructures communautaires. Les cinq (05) restants sont mal disposés dans les quartiers, ce qui complique leur accès. Dans le village il y a quelques puits de grand diamètre qui sont peu productifs surtout en saison sèche. Les habitants de Oullo sont insatisfaits de leurs sources d'eau actuelles..[4]

II.1.2. Mode de gestion de l'eau

A partir des dépenses énumérées par les populations, on peut par estimation, évaluer le montant moyen que chaque ménage sera capable de régler périodiquement (Par semaine) à 851F minimum. L'estimation de la volonté à payer l'eau découle de la bonne perception que les populations ont de l'eau potable et de son rapport avec la santé. Dans le travail de sensibilisation à mener, l'accent doit être mis sur le prix de l'eau comparé au coût de traitement des maladies susceptibles d'être contractées avec la consommation d'une eau non potable. Ensuite, il faut faire valoir le fait que les ouvrages de production d'eau ont un coût tant pour l'investissement que le fonctionnement, qui confèrent à l'eau un caractère de bien économique. Le service d'eau amélioré procure des avantages (commodité, gain de temps à l'usager) qui méritent une juste compensation. Au regard des revenus annoncés par les enquêtés, et compte tenu du caractère vital de l'eau, les populations disposent largement de la capacité et de la volonté à payer l'eau. Elles ont intégré cela dans leurs dépenses quotidiennes depuis plus d'une décennie, et vue l'engouement exprimé face à la réalisation de l'AEP, il n'y a aucun doute à ce niveau. Ces dernières années, le niveau de vie des populations a connu un bond qualitatif, et cela est perceptible par l'amélioration de l'habitat, des moyens de déplacement, l'alimentation, etc. Les demandes de branchements privés viendront corroborer ce constat.

Tableau 4 : Proposition du prix de l'eau

Proposition moyenne du tarif de l'eau	
Prix moyen du bidon de 20 litres	10 F
Prix moyen du bidon de 25 litres	15 F
Prix moyen du fût de 220 litres	100 F
Proposition de coût du branchement privé	30 000 F

Source : Rapport sociaux Gertec/AC3E

II.3. MATERIEL ET METHODES

II.3.1. METHODE DE RECONNAISSANCE DE POINTS D'IMPLANTATION DE FORAGE

II.3.1.1. Justification de la source d'approvisionnement en eau

C'est la demande en eau primordiale à fournir aux consommateurs pour l'accomplissement de leurs activités tout en tenant compte des pertes.

Pour la conception de notre système d'alimentation en eau nous avons opté pour l'eau souterraine (forages). Cela est due aux faits que l'eau souterraine est moins chargée en polluants par rapport aux eaux de surface et ne nécessite pas un système de traitement complexe avant sa distribution.

II.3.1.2. Formation géologique généralement rencontrée au Burkina Faso

Comme dans la plupart des régions de la boucle du Mouhoun, le village de Oullo est dominé par les formations sédimentaires du Précambrien A1 :

- Les formations sédimentaires du Précambrien A sont des formations très anciennes, ces formations sont composées de plusieurs groupes : le groupe des grès inférieurs constitués par les grès inférieurs, les grès de base et les grès de Sotuba. Seuls les grès de Sotuba sont représentés dans la zone d'étude ;
- Le groupe moyen ou groupe grés-schisteux constitué des grès à galets de quartz, des grès dolomitiques, des grès fins roses, des schistes de Toun et des grès de Koutiala
- Le groupe des grès supérieurs formé de grès grossiers souvent conglomératiques à ciment kaolin eux (grès de Bandiagara). Hottin et Ouédraogo, 1975

Le village de Oullo dominé par le socle est sous l'influence de deux aquifères en parfaite symbiose. Il s'agit des aquifères de la zone altérée exploités par les puits de grand diamètre et les aquifères issue des nappes des fractures exploités par les forages conçu par le biais des programmes d'hydrauliques villageoise et urbaine dans la Province des Bale.[3]

II.3.1.3. Étude géophysique d'implantation de forage :

Afin de capter l'eau souterraine un ou plusieurs forages seront réalisés, des prospections géophysiques sont donc réalisées afin de trouver l'emplacement des forages.

Méthodologie de déterminations de la zone d'intervention :

Elle commence par le téléchargement d'image satellitaire de la zone d'étude sur earth explorer (UGSS). L'image a été ensuite traitée sur ENVI. Le traitement s'est déroulé en plusieurs phases, dans un premier temps la zone d'étude a été découpée de la scène qui a été téléchargée à partir des images des capteurs Landsat sur earth explorer, ensuite la texture de la zone a été montée grâce au filtre Sobel NE-SW. Les linéaments ont été ensuite tracés sur les discontinuités. L'image suivante présente la carte linéamentaire de la zone d'étude que nous avons réalisée.

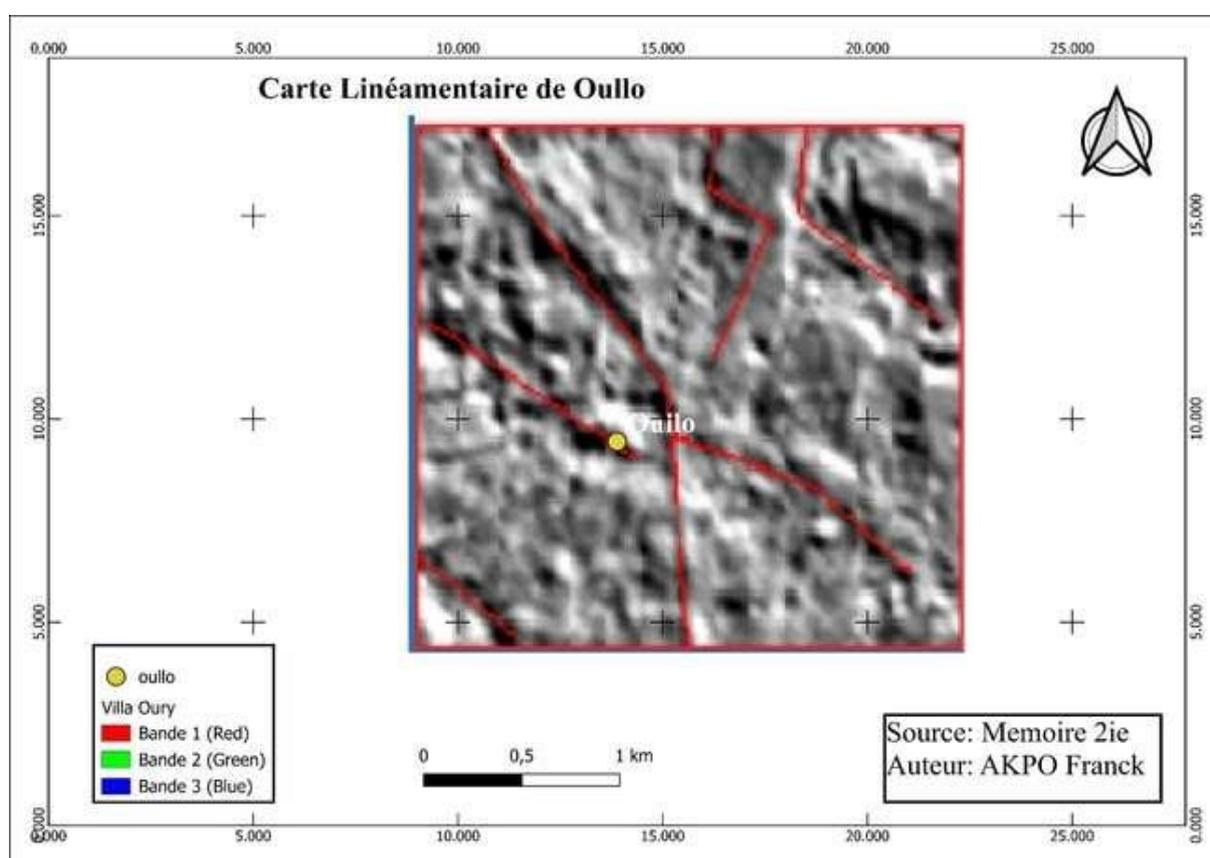


Figure 3 : Carte linéamentaire de Oullo

Cette opération permet d'identifier les sites pour les prospections géophysiques.

Afin de déterminer les zones où les prospections seront réalisées nous avons projeté les linéaments sur la zone d'étude sur google earth. L'image suivante présente la projection.

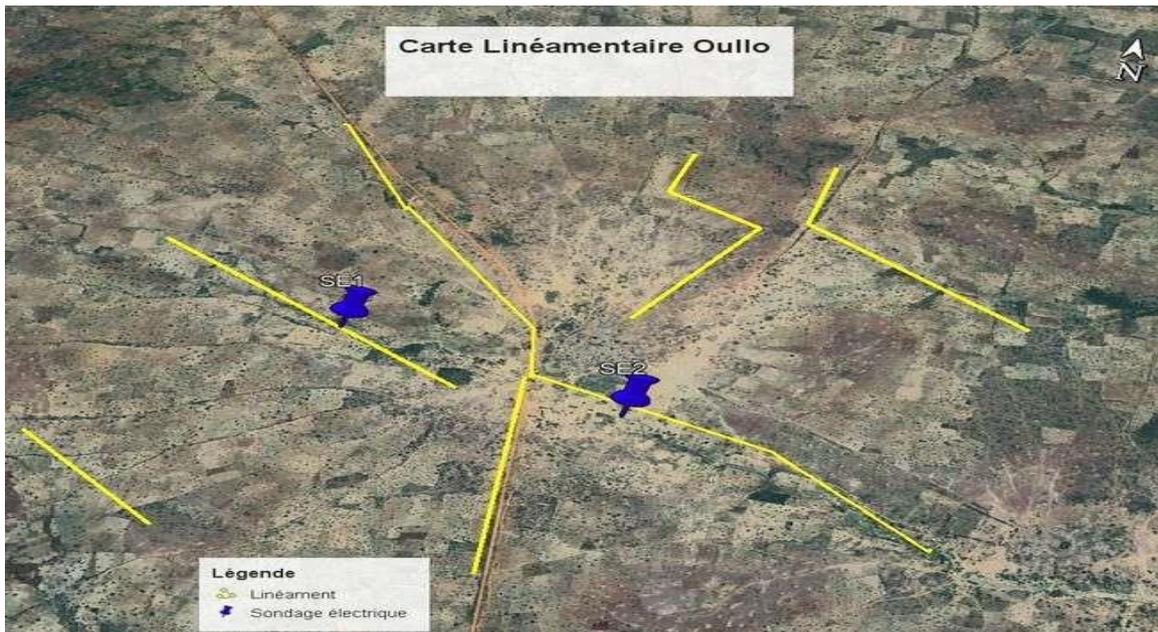


Figure 4 : Projection de linéament sur la zone avec

Après la projection des linéaments les sites retenus ont été prospectés pour les études géophysiques. Il s'agit des sites SE1 et SE2 comme sur la carte linéamentaire que nous avons proposée. Après le choix des sites pour les prospections géophysiques une méthodologie d'intervention a été adoptée pour l'étude géophysique.

II.2.3.1 Méthodologies d'intervention :

Elle débute par une analyse de sources écrites sur la zone de projet afin de connaître la géologie et les potentialités hydrogéologiques existantes. Elle est suivie d'un relevé automatique des coordonnées en UTM du site à prospecter pour positionner le site sur images satellitaires. Ce processus permet de s'imprégner de la topographie du milieu et la position du site par rapport au réseau hydrographique existant. Ainsi une exploration géologique du site est menée, cela inclut l'étude de la géomorphologie, l'observation des affleurements rocheux. La présence d'espèces hydrophiles complète cette phase de reconnaissances de terrain.

La reconnaissance de terrain a permis de déterminer l'orientation appropriée des profils électriques pour recouper les structures identifiées sur les images. Les techniques de prospection utilisées sont les profils de résistivité et les sondages.

II.2.3.1.1 Profils de résistivité

Le profil de résistivité consiste à mesurer le long d'une direction donnée, la résistivité apparente des sols à une profondeur approximativement constante le long d'une direction spécifiée. Les valeurs enregistrées sur une échelle semi-logarithmique reflètent les variations de la lithologie le long du profil.

La figure suivante indique les profils de trainée réalisés sur notre site :

Tableau 5 : Trainée électriques réalisés

TRAINE ELECTRIQUE		
PROVINCE	BALE	AB : 80m
COMMUNE	OURI	MN : 20m
VILLAGE	OULLO	Pas 10m
Profil 1	Azimut :	125°
Profil 2	Azimut :	270°

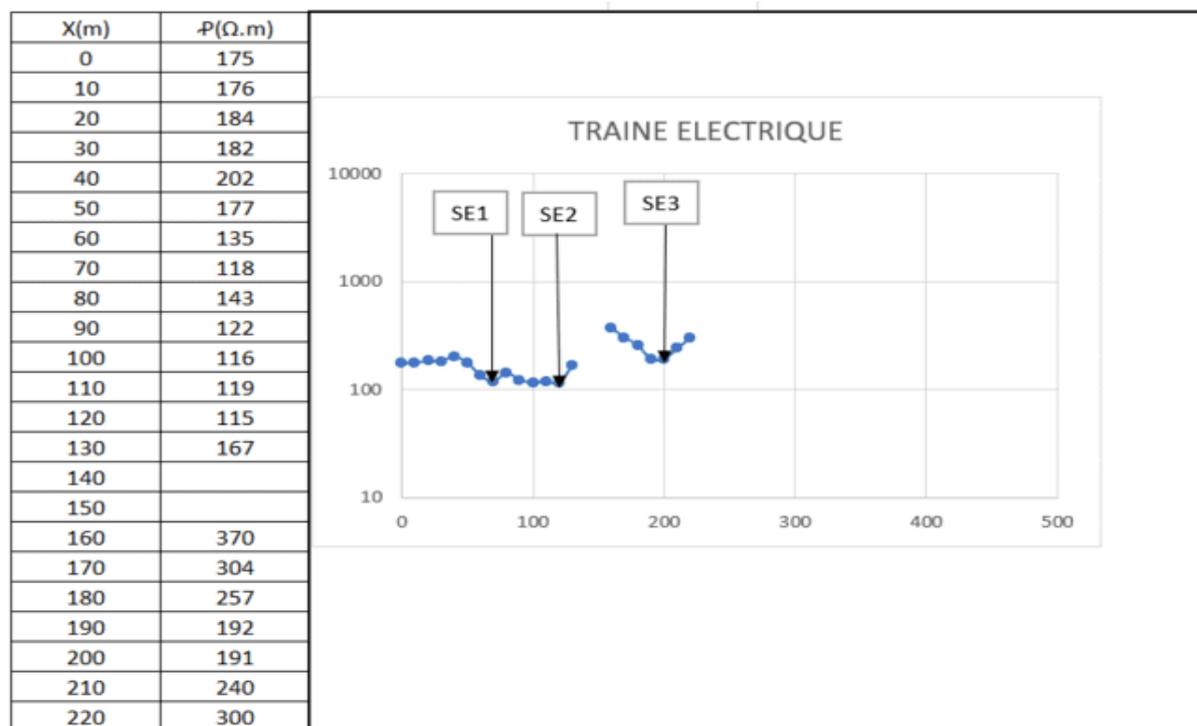


Figure 5 : Trainée électriques

Les profils sont réalisés perpendiculairement aux anomalies supposées ; ils affichent principalement une anomalie conductrice au niveau de l'accident.

II.2.3.1.2 Sondage électrique

Il révèle les variations de la résistivité apparente du sous-sol en fonction de la profondeur, verticalement au point de mesure. Cette interprétation permet une estimation de l'épaisseur de l'altération et facilite la détection de l'aquifère constitué par l'ensemble de l'arène grenue et de

la frange fissurée à capturer. La forme de la courbe fournit également un indicateur fiable de la présence éventuelle de roches altérées ou fissurées

Pour réaliser les mesures sur le terrain, on injecte dans le sol un courant électrique continu d'intensité I à l'aide de deux électrodes A et B. On mesure la différence de potentiel existant entre deux électrodes impolarisables Met N. La résistivité apparente est donnée par la relation suivante :

$$R=K.V/I (1)$$

Où K est un coefficient lié à la disposition des quatre électrodes. En allongeant la ligne du courant d'injection AB, on atteint des terrains de plus en plus profonds.

Sur notre site les mesures de résistivité apparente obtenue par sondage pour différentes valeurs de AB sont reportées sur un graphique semi logarithmique. On obtient une courbe dont l'interprétation permet de calculer l'épaisseur et la résistivité vraie des différentes formations au droit du sondage.

Les graphes et tableaux suivants indiquent les résultats pour deux points sondés :

-Sondage électrique 1 (SE1)

Coordonnées : X : 502826 ; Y :1315024

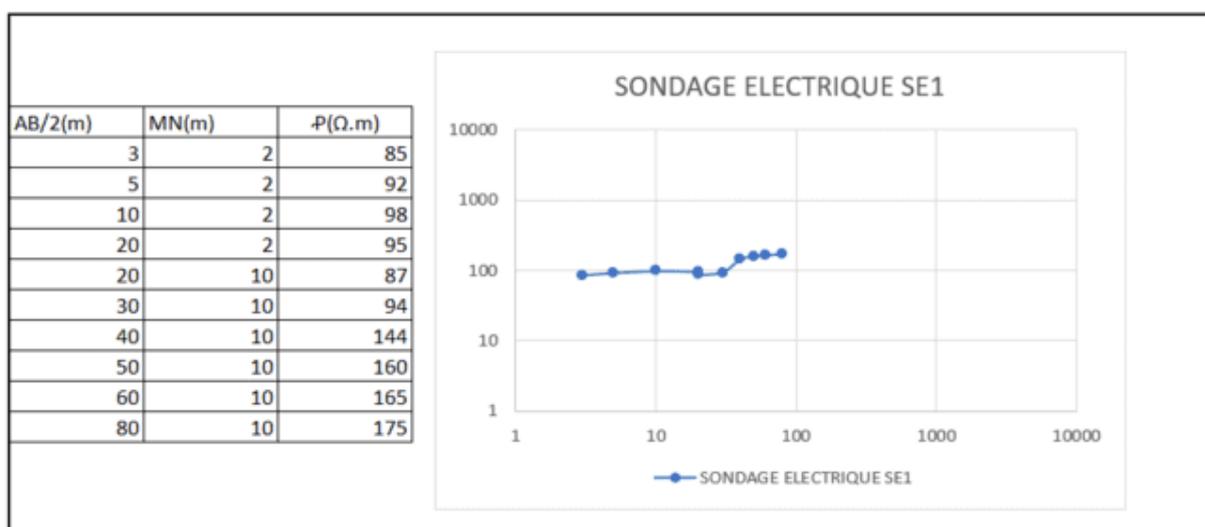


Figure 6 : Sondage électrique SE1

Sondage électrique 2 (SE2)

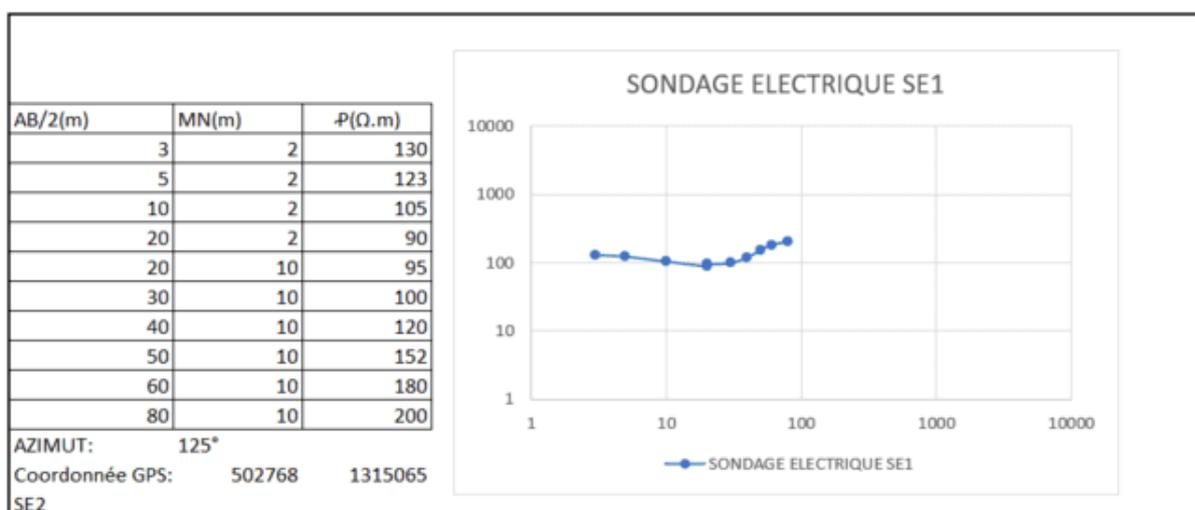


Figure 7 : Sondage électrique SE2

La prospection géophysique effectuée sur le site a identifié deux emplacements favorables pour la réalisation d'un forage productif. Selon les résultats obtenus, l'altération semble avoir une épaisseur de 20 mètres pour chacun des sondages. Ces mesures d'altération sont données à titre indicatif et doivent permettre au foreur de planifier la méthodologie appropriée pour la foration.. La profondeur limite conseillée pour déclarer un forage négatif est de 120m.

Après les études géophysiques nous avons implanter deux points de forages aux **SE1** et **SE2** comme présente dans notre projection à la figure 5. On remarque que sur l'image, les implantations SE1 et SE2 issues des études géophysiques effectuées sont positionnées sur des linéaments issus de notre carte linéamentaire (figure4), ce qui vient donc confirmer l'exactitude des analyses et interprétation d'image satellitaire que nous avons effectuée.

Le choix pour la foration est le SE1

II.3.1.4. Méthodologies :

II.3.1.4.1. Recherche documentaire

Elle nous a permis de mieux comprendre le sujet, d'avoir une idée de ce qui est déjà fait, afin d'éviter les erreurs antérieures. Au cours de cette recherche documentaire, il a été recensé puis examiné les travaux relatifs à l'alimentation en eau potable. Il s'agit en général de publications d'ouvrages scientifiques, de mémoires et thèses, des sites internet et d'autres rapports traitant du sujet. Cette recherche documentaire s'est poursuivie tout au long de la période de stage jusqu'à la rédaction de notre rapport et nous a permis d'avoir plusieurs informations. Nous avons également fait une synthèse bibliographique des études réalisées dans chaque commune en matière d'AEP.

II.3.1.4.2. Collecte des données

Elle a consisté à rassembler toutes les informations pouvant servir à l'accomplissement de notre travail. Il s'agit principalement du rapport socio-économique, des données topographiques ainsi que des données administratives pour la réalisation des cartes.

II.3.1.4.3 Traitement des données

Au cours de cette phase nous avons traité puis analysé les données collectées à l'aide de logiciels. Cette étape implique la présentation et l'interprétation des résultats des analyses.

II.3.1.4.4. Matériels

Dans cette étude, à toutes les étapes toute une multitude de moyens matériels et logiciels ont été utilisés. Ces outils sont consignés dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Matériels utilisés

Matériels	Objectif
Pack Office	Pour rédiger le rapport et faire les calculs appropriés.
Quantum GIS	Effectuer la carte de localisation du milieu d'étude
Covadis et Auto0cad	Pour dessiner le réseau, le dessin du carnet des nœuds ainsi que le tracé des profils en long des conduites.
Global mapper	Pour le traitement des altitudes
Epanet	Pour la simulation du réseau
Google earth pro	Pour la proposition d'un tracé du réseau avant les levés sur le terrain
Rstudio	Pour le calcul de la corrélation.

III. METHODOLOGIE DE CONCEPTION TECHNIQUE DU RESEAU

III.1. Composante d'estimation de base

III.1.1 Horizon du projet :

Le projet de conception du système d'alimentation en eau potable du village de Oullo est planifié pour l'horizon 2050. Le projet aura donc une durée de vie d'environ 26 ans à partir de 2024.[5]

III.1.2 Taux de desserte

La PN-AEP au Burkina Faso à l'horizon 2030 prévoit un taux de desserte de 80% pour les Systèmes d'Alimentation en Eau Potable (SAEP) et une réduction du taux de desserte des Points d'Eau Moderne (PEM) de 91% en 2015 à 20% en 2030. Étant donné que l'horizon de notre projet dépasse de 20ans celui de la PN-AEP et vue les difficultés que les populations rencontrent avec l'utilisation des PEM, nous prévoyons un désintérêt de plus en plus croissant en ce qui concerne l'usage des PMH. Le tableau 3 le taux de desserte des divers types d'ouvrages jusqu'à l'horizon 2030.

Tableau 7 : Taux de desserte à l'horizon 2030

Horizon (année)	Taux d'accès en %	Population rurale desservie	
		Par SAEP	Par PEM
2015	65	9(%)	91.0(%)
2020	76	32.7(%)	67.3(%)
2025	88	56.4(%)	43.6(%)
2030	100	80(%)	20(%)

Source : MEA, PN-AEP (Version finale)[6]

Nous allons considérer comme dans la PN-AEP un taux de desserte de 80% à l'horizon du projet. En effet, nous prenons ce taux bien que le PN AEP sera dépassé en 2030 car il y a des campements peulh avec une population importante qui sont reliés au village et qui de leurs cultures ne se détachent pas facilement de leurs habitudes. Ils continueront à s'alimenter aux puits existants ainsi que d'autres villageois. Nous estimons donc que 20% de la population continuera de s'alimenter au puits moderne.

III.1.3 Population à l'horizon du projet

Nous estimons la population à l'horizon du projet à l'aide de la formule de Thomas Malthus :

$$P_n = P_o(1 + \alpha)^n \quad (2)$$

P_n : Population à l'année n (2040)

P_0 : Population de Oullo en 2019

n : Durée totale du projet

α : taux de croissance annuel du village de Oullo

III.1.4 Evolution de la demande en eau potable du village de Oullo

La demande en eau évolue de façon différente entre les mois, les semaines, les jours et même les heures de la journée. Ces variations dépendent du comportement des populations et ont une influence directe sur les ressources en eau à mobiliser et les dimensions des installations.

III.1.5. Coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalière permet d'exprimer la plus grande consommation journalière au cours de la semaine. Les pics de consommations se situent généralement aux jours de grande lessive, de repos hebdomadaires ou de marché. Il varie entre 1,05 pour les grands centres urbains où les variations sont absorbées par l'important effectif de la population à 1,15 pour les centres ruraux. Avec une population de 4839 habitants à l'horizon du projet, Oullo peut être considéré comme un grand centre rural. En considérant un coefficient de pointe journalière de 1,05 pour un centre urbain de 20 000 habitants et de 1,15 pour un centre rural de 2 000 habitants, et en effectuant une interpolation linéaire, nous retrouvons un coefficient de pointe journalière de 1,12 pour le village de Oullo.[7]

III.1.6 Coefficient de pointe horaire

Pour tenir compte des situations exceptionnelles de dimensionnement, le coefficient de pointe horaire (C_{ph}) renseigne sur la demande en eau de l'heure de pointe du jour de pointe. Il a été estimé par cette formule empirique du Génie rural :

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} \quad (3) \quad \text{Avec } C_{ph} : \text{le coefficient de pointe horaire et}$$

Q_{mh} (m^3/h) le débit moyen horaire

Le tableau ci joint présente les valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire selon la population

Tableau 8 : Valeurs indicatives du coefficient de pointe horaire

Population des Cités en habitants	Coefficient de pointe horaire
Inférieur à 10 000	Varie entre 2.5 et 3
Compris entre 10 000 et 50 000	Varie entre 2 et 2,5
Compris entre 50 000 et 200 000	Varie entre 1,5 et 2
Supérieur à 200 000	1,5

Source : Cours d'AEP, Dr. FAYE Moussa

En calculant nous retrouvons une valeur de 2 ;53 qui est compris dans la plage de notre population. Nous retenons donc cette valeur.

III.1.7 Rendement Technique du réseau

Il traduit les pertes en eau dans les processus de production et de distribution de l'eau. Les pertes dépendent de la nature des conduites, leur vétusté et de l'entretien.

III.1.7.1 Rendement à l'adduction

Nous sommes ici dans le cas d'un nouveau réseau et nous n'avons pas prévu de station de traitement, ni de pompage ni de relevage vu que nous sommes dans un AEPS. Nous adopterons de ce fait un rendement de 98% pour l'adduction. Les 2% de perte sont dues aux frottements de l'eau contre les parois des canalisations.

III.1.7.2 Rendement à la distribution

Il est surtout lié au renouvellement des branchements particuliers, à la surveillance et au délai d'intervention à l'occasion des fuites signalées. Les fuites les plus importantes arrivent pendant les périodes de basse consommation pendant que la pression est la plus élevée dans le réseau. Généralement les pertes d'eau lors du transport varient de 10 à 20%.

Étant donné que notre réseau est neuf et compte tenu de sa petite taille, nous retiendrons 10 pourcent de perte à la distribution soit un rendement de 90%.

III.1.8 Conditions de vitesse et de pression

L'expérience qui intègre les contraintes techniques et économiques recommande une limitation de la vitesse à l'intérieur de la conduite à 1,5 m/s. La limite inférieure est donnée par la vitesse d'auto curage qui dépend de la qualité de l'eau. Elle varie entre 0,2 et 0,3 m/s en fonction de la plus petite particule à éliminer par entraînement par la force tractive de l'eau. Dans des conditions de débit identique, à une vitesse faible correspond un diamètre élevé de la conduite et des risques de dépôt des matières en suspension. A une vitesse élevée, les pertes de charges sont importantes avec des risques de coup de bélier et des hausses coût d'énergie.

La vitesse d'écoulement dans les conduites d'adduction se situe idéalement entre 0,8 et 1,2 m/s avec des limites allant de 0,6 à 1,5 m/s pour tenir compte du coût élevé de l'énergie dans nos différents pays. Nous adopterons alors une plage de vitesse allant de 0,2 à 0,8 m/s en adduction. Sur le réseau de distribution, les conditions de vitesse sont voisines de celles de l'adduction. Des vitesses comprises entre 0, et 1,00m/s sont dites vitesses économiques.

Nous adopterons donc une plage de vitesse admissible comprise entre 0,2 et 1m/s.

Les limitations de pression sont données par deux paramètres. La pression minimale doit être supérieure à la pression atmosphérique, notamment aux points hauts. La pression maximale est

limitée à la pression maximale indiquée par les fabricants de conduite. PN 6, 10, 16,25 bars. La pression de service fixée par les décrets pour les AEPS est de 5mCE pour les Bornes fontaines et 10 mCE pour les BP en extension.

III.1.9 Perte de charge

Nous avons retenu pour le dimensionnement la formule de Darcy Weisbach pour le calcul des pertes de charge. Pour prendre en compte les pertes de charges singulières nous avons majoré de 5% la perte de charge linéaire.

$$\Delta H = \frac{1.05*8*\lambda*L*Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5} \quad (4) \quad \text{avec} \quad \lambda = -2*\log\left(\frac{2.51}{Re*\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3.71*D}\right) \quad (5)$$

Re : le nombre de Reynolds

L : longueur de la canalisation

λ : facteur de friction[9]

D : diamètre de la conduite

g : Gravité

k : rugosité

III.1.9.1 Types de conduite

Le réseau de distribution a pour objectif de transporter l'eau du château jusqu'à l'abonné le plus défavorisé tout en garantissant une pression de service minimal et un débit suffisant. Les conduites de distribution suivent les pistes, les routes, et les ruelles de la zone du projet.

Le choix du diamètre doit être le plus optimal tout en tenant des contraintes suivantes :

- L'augmentation du diamètre entraîne l'augmentation du coût de la conduite, mais en contrepartie, les pertes de charges baissent par suite les dépenses en énergie.
- En diminuant le diamètre, on augmente les pertes de charge et on provoque des surpressions sur les parois de la conduite ce qui peut nécessiter une protection de la conduite par un dispositif anti-bélier qui entraînera des coûts supplémentaires, mais en contrepartie, ont diminué le cout de la conduite.

Dans notre réseau les conduites d'adduction seront en PVC, elles n'entraîneront donc pas une grande rugosité ; les conduites de distribution également. Les conduites de distribution non enterrée seront en fonte et celle d'adduction sous tubage en acier.

III.2 ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

La demande est un préalable à la définition de la dimension des systèmes d'AEP, avant toute conception d'un système d'AEP il faut d'abord évaluer les ressources en eau. La demande en eau est l'acte de consommation dont la traduction pratique s'exprime dans l'acte d'achat des individus pour répondre à un usage. L'eau répond au jeu de l'offre et de la demande avec un mécanisme d'ajustement qui est le marché.

L'évaluation des demandes en eau a été effectuée par la formule suivante :

$$C_d = (C_{s,BF} \times Pop \times Tx_{BF} + C_{s,BP} \times Pop \times Tx_{BP}) / 1000 \quad (6)$$

Avec :

C_d : consommation domestique journalière [m^3/j]

$C_{s,BF}$: Ratio de consommation au BF [l/j/p]

$C_{s,BP}$: Ratio de consommation au BP [l/j/p]

Pop : population totale à desservir à l'horizon [hbs]

$T_{x,BF}$: taux de desserte via bornes fontaines

$T_{x,BP}$: taux de desserte via branchements particulier

III.2.1. Demandes Annexes

Les demandes des infrastructures communautaires tel que les écoles, le CSPS ainsi que la demande pour l'élevage. Les enquêtes socio ont révélés un très fort taux d'élevage dans la zone d'étude. Cet intensif élevage entrainera sans doute une hausse des demandes relativement au niveau des bonnes fontaines et quelques branchements privés.

Nous avons estimé toutes ces demandes de manière forfaitaire en prenant 10 pourcents de la demande domestique.

III.2.2. Débit du jour de pointe

. En intégrant le coefficient de pointe journalier $C_{pj} = 1,12$ et le rendement du réseau de distribution, la demande en eau à distribuer au jour de pointe est déterminée par le terme suivant :

$$D_{jp,dis} = (C_d + 10\% \times C_d) \times C_{pj} / \eta_r \quad (7)$$

Avec :

$D_{jp,dis}$: 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

III.2.3 Débit brute à produire journalièrement

En divisant la demande à distribuer au jour de pointe par le rendement d'adduction on obtient le débit de pointe journalier.

$$D_{jp} = D_{jp,dis}/\eta_{add}$$

Avec :

D_{jp} : demande totale au jour de pointe [m³]

$D_{jp,dis}$: demande à distribuer au jour de pointe [m³]

η_{add} : rendement du réseau d'adduction[12]

III.3 Méthodes de détermination du volume et du type de réservoir.

III.3.1 Type de matériau utilisé

Le château d'eau à installer sera un modèle métallique étanche, de forme cylindrique. Ce type de réservoir est couramment utilisé pour les petits centres disposant d'un AEPS, bénéficiant d'une expertise bien établie sur le marché. Les coûts d'investissement pour ce type de réservoir sont relativement plus bas comparés à ceux d'un réservoir en béton pour de petits volumes. Le château d'eau sera supporté par un trépied d'une hauteur de 8 m.

III.3.2 Le Volume

Nous allons dimensionner le réservoir pour réguler les variations de demandes au refoulement et à la distribution. Pour ce faire nous utiliserons deux méthodes pour le calcul du volume du réservoir. Il s'agira dans un premier temps de déterminer le volume du réservoir par la méthode forfaitaire et ensuite de le calculer par la méthode des tableaux, puis faire une moyenne des deux méthodes afin de déterminer la capacité réelle du réservoir

III.3.2.1 la méthode forfaitaire

La capacité de stockage sur les réseaux de distribution est comprise entre 25% et 50%, avec une moyenne 33%, de la consommation journalière de pointe.

Le volume utile du château est donc obtenu par la formule :

$$V_u = 0,33 \times B_{jp} \quad (9)$$

Le volume totale du réservoir quant à lui est calculé par la formule :

$$C_{u1} = V_u + RI \quad (10)$$

Avec RI la réserve incendie. Elle sera négligée ici car nous sommes dans une zone de faible risque d'incendie.

III.3.2.2 Méthode des tableaux

Connaissant la variation cyclique de la consommation au cours de la journée nous pouvons déterminer la capacité utile du réservoir en utilisant le volume pompé cumulé ainsi que le volume pompé distribué.

La capacité utile du réservoir est ensuite calculée par la formule suivante :

$$Cu2 = \text{abs}(\text{déficit max}) + \text{excédent max}$$

$$Cu2 = \max(V_{pc} - V_{pd}) + \text{abs}(\min(V_{pc} - V_{pd})) \quad (11)$$

-Capacité réel du réservoir :

$$C = (Cu1 + Cu2) / 2 \quad (12)$$

III.4 Méthodologie de traitement

III.4.1 Temps de contact et de séjour

Les désinfectants utilisés pour le traitement de l'eau nécessitent au moins 2 heures de contact pour le chlore. Ce temps de contact est déterminé par la formule suivante :

$$T_c = \frac{C_t}{Q_{ph}} \geq T_{c,min} = 2h \quad (13)$$

Avec :

T_c : temps de contact avec le chlore dans le réservoir [h]

C_t : capacité du réservoir [m³]

Q_{ph} : débit de pointe horaire [m³/h]

De plus, il est essentiel de vérifier que la capacité du réservoir ne permette pas un temps de séjour suffisant pour provoquer la volatilisation du désinfectant. Ce temps de séjour est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$T_s = \frac{C_t}{Q_{mh}} \leq T_{volatilisation} = 2 \text{ jours} \quad (14)$$

Avec :

T_s : temps de séjour [h]

C_t : capacité du réservoir [m³]

Q_{mh} : débit moyen horaire [m³/h]

III.5 Technique de dimensionnement du réseau (Adduction et Distribution)

III.5.1 Calcul des débits

Le débit d'adduction est estimé par la formule suivante :

$$Q_{add} = \frac{D_{jp}}{T_p} \quad (16)$$

Avec :

Q_{add} : débit total d'adduction [m³/h]

D_{jp} : demande au jour de pointe [m³]

T_p : temps de pompage journalier [h]

Pour la distribution le débit délivré par bonne fontaine est calculé en fonction du nombre de personnes reliés aux bornes fontaines (500 maximum) ainsi que de la consommation spécifique au niveau des Bonnes fontaines.

$$Q_{th,BF} = \frac{500 \text{ pers.} \times C_{s,BF} \times C_{pj} \times C_{ph}}{12h \times 3600} \quad (17)$$

Dans notre cas précis, nous avons un débit de **0,75 l/s**. Nous allons donc choisir pour les Bornes fontaines 3 robinets de puisage de type **GALVA (20-27)** de **0,25 l/s** chacun.

Ainsi, le débit unitaire de chaque borne fontaine est de **0,75 l/s**.

Le débit unitaire à prévoir pour les branchements particuliers (marché, école) au jour et à l'heure de pointe est de **0,5 l/s**.

En ce qui concerne le CSPTS, un débit de 10m³/h a été retenu pour couvrir ses besoins, en réalité au niveau du CSPTS, un château sera réalisé. Le CSPTS étant une infrastructure communautaire primordiale il est important de le rendre autonome. Il sera alimenté par le château d'eau principal qui à son tour sera calé à une hauteur suffisante afin de pouvoir refouler l'eau au niveau de la cuve du château du CSPTS.

Le débit unitaire à prévoir pour les branchements privés au jour et à l'heure de pointe est évalué par la formule suivante :

$$Q_{ph,BP} = \frac{D_{jp} \times T_{x/BP}}{24h \times 3600} \times C_{ph} \quad (18)$$

Avec :

$T_{x/BP}$: taux de desserte par les branchements privés

III.5.2 Diamètre des conduites

- Conduites d'adduction (Refoulement)

Le refoulement concerne la section du réseau située entre la station de pompage et le réservoir de stockage. Son rôle est d'assurer le transport de l'eau depuis la station de pompage à travers la conduite de refoulement, laquelle est dimensionnée en tenant compte de critères techniques (comme le coup de bélier) et économiques.

Le dimensionnement est effectué en fonction du débit d'exploitation du forage. Le volume d'eau pompé par unité de temps doit être acheminé au réservoir via la conduite, dont le calcul est possible grâce à des formules empiriques. De plus, il est nécessaire de vérifier la condition de vitesse (Flamant). Les pertes de charge ont également été estimées pour aider à choisir la conduite, car elles influencent la hauteur manométrique totale (HMT).

Les formules suivantes ont été utilisées pour sélectionner celle offrant le meilleur avantage économique.

$$D_{th} = \begin{cases} \text{Bresse: } D_{th} = 1,5 \times \sqrt{Q} \\ \text{Bresse modifié: } D_{th} = 0,8 \times \sqrt[3]{Q} \\ \text{Bonin: } D_{th} = \sqrt{Q} \\ \text{Munier: } D_{th} = (1 + 0,02 \times n) \times \sqrt{Q} \\ \text{Bédjaoui: } D_{th} = 1,27 \times \sqrt{Q} \end{cases} \quad (19)$$

Avec :

D_{th} : Diamètre théorique [m]

Q : débit refoulé [m^3/h]

n : temps de pompage [h]

Le diamètre retenu sera celui qui permet de remplir les trois conditions suivantes :

-Celui qui respecte les conditions de flamands : $V \leq D_{int(m)} + 0,6$

-Celui qui ne génère pas beaucoup de perte de Charge

-Celui qui n'est pas très grande afin d'économiser sur le coût de la conduite

- Conduite de distribution

Le réseau de distribution est dimensionné en utilisant le débit de pointe horaire. Une modélisation hydraulique est ensuite réalisée pour le débit de pointe horaire calculé.

Pour réaliser cette modélisation il faut calculer au préalable le diamètre des canalisations D , la vitesse d'écoulement V , les pertes de charges ΔH en fonction d'une répartition arbitraire des débits Q . Pour cela nous déterminons de prime abord les débits en route en sommant les conduites où il y a une desserte en route. Ensuite nous divisons le débit de pointe horaire par le linéaire total de ces conduites afin d'obtenir un prorata. Ce prorata sera ensuite multiplié par la longueur de chaque conduite où y a desserte afin de trouver les soutirages.

Le débit qui transite réellement dans les conduites (débit fictif) est ensuite calculé avec :

$$Q_f = 0.55 * Q_r + \sum Q \text{ prélevé en aval} \quad (20)$$

avec Q_r : débit en route et Q_{aval} : débit au nœud aval.

La formule pour le calcul des diamètres est la suivante :

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \text{ avec : } Q \text{ le débit en m}^3/\text{s} \text{ et } v \text{ la vitesse hypothèse de } 1 \text{ m/s}$$

Pour calculer La vitesse dans la conduite on utilise la formule issue de la loi de continuité :

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \text{ avec } D : \text{ le diamètre intérieur choisi.}$$

Pour calculer la perte de charge nous allons utiliser la formule de Darcy-Weis Bach préalablement définie.

III.6 Calcul de la Charge à fixer au réservoir et les Pression réelles dans le réseau

III.6.1 Charge au niveau du réservoir

$$H_R = Z_{tn} + H_{sc} = \max(P_s + \Delta H_{R-i} + Z_i) \quad (21)$$

Avec :

H_R : charge minimale à imposer au radier du réservoir R [m]

Z_{tn} : Altitude TN du réservoir [m]

H_{sc} : Hauteur sous le radier au TN (m)

P_s : Pression de service de 5m

ΔH_{R-i} : Perte cinétique de puis le réservoir au tronçon concerné T_i [m]

Z_i : Altitude TN du nœud aval du tronçon concerné T_i [m]

III.6.2 Pression réelle dans le réseau

Pour déterminer la pression réelle dans le réseau nous avons utilisé l'équation de Bernoulli en partant du réservoir vers les autres nœuds. La formule suivante est utilisée :

$$[P_{max,i} = H_R - Z_i \quad (23)$$

$$[P_{réelle,i} = P_{max,i} - \Delta H_{R-i} \geq P_s$$

Avec :

$P_{max,i}$: pression maximale (hydrostatique) au nœud i [m]

$P_{réelle,i}$: pression réelle au nœud i [m]

H_{sc} : hauteur sous cuve (m)

H_R : charge hydraulique imposée au radier du réservoir [m]

Z_i : côte du nœud aval d'un tronçon Ti [m]

ΔH_{R-i} : cumul des pertes de charge du réservoir au nœud i [m]

P_s : pression de service (ici = 5 m)

III.7 Pompe

III.7.1 Choix de la pompe

En ce qui concerne le choix de la pompe nous avons utilisé le débit de pointe journalier calculé ainsi que la HMT pour trouver la famille de pompes adapté à notre débit dans le catalogue des pompes SP de Grundfos. Ensuite nous avons choisi la pompe.

III.7.2 Etat de fonctionnement de l'arc Pompe

C'est le point d'intersection de la courbe caractéristique de la pompe, donnée par le constructeur de la pompe avec celle de la conduite de refoulement.

L'expression suivante permet de déterminer la courbe de la conduite de refoulement :

$$HMT = H_g + \Delta H_{ref} \quad (24)$$

III.8 Phénomène de protection contre les coups de Béliet

On appelle coups de béliet les variations de pression provoquées par un phénomène oscillatoire dont les causes récurrentes sont les suivantes :

- ✓ Arrêt brusque, par détachement inattendue, d'un ou groupes électropompes alimentant une conduite de refoulement débitant sur un réservoir.
- ✓ Fermeture inattendu ou brusque d'une vanne de sectionnement placé en bout d'une conduite d'adduction.

Grâce à la formule d'Allievi Joukovski, on évolue l'amplitude du phénomène

$$\Delta H = c \frac{V_0}{g} \quad (25)$$

Avec :

c : célérité de l'onde [m/s]

V_0 : vitesse moyenne d'écoulement [m/s]

g : constante de pesanteur = 9,81 [m/s²]

Allievi montre que la vitesse de propagation (célérité) de l'onde de pression est fonction de la nature du fluide et la conduite qui le transporte. Son expression mathématique est fournie par la relation suivante :

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}} \quad (26)$$

Avec $k=33$ pour le plastique qui est notre cas (PVC)

D : le diamètre de la conduite et e : épaisseur de la conduite.

III.8.1 Calcul de la suppression et la dépression

Le phénomène de coup de béliet se produit soit par suppression ou par dépression. Elle se produit par surpression lorsque la Hauteur manométrique totale (HMT) additionné à la surpression dépasse ou atteint la pression maximale admissible par la conduite.

$$\text{Surpression si : } HMT + \Delta P \geq PMA \approx 1,2 \times PN$$

Elle se produit par dépression lorsque la HMT diminué de la surpression est inférieur ou égale à la pression atmosphérique

Dépression si : $HMT - \Delta P \leq -10,33 [mCE]$

Dans notre cas précis notre source d'approvisionnement en eau est souterraine et il est prévu d'utiliser des clapets anti-retours afin d'éviter le retour de l'eau dans le forage après arrêt de la pompe ou fermeture du réservoir. Donc l'onde de choc qui se crée lorsque le régime d'écoulement change se verra bloqué entre le clapet et le réservoir. En tenant compte de cette éventualité nos formules ci-dessus deviennent donc :

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

Avec ND le niveau dynamique du forage.

III.9 Méthodologie de dimensionnement de la source d'énergie

Pour refouler l'eau du forage au réservoir nous avons besoin d'une source d'énergie pour alimenter la pompe. Nous avons opté pour le couplage d'un groupe électrogène à l'énergie solaire.

III.9.1 Dimensionnement du groupe électrogène

Pour dimensionner le groupe électrogène nous avons opté pour la méthode approximative cette formule nous donne une puissance apparente suffisante pour supporter la puissance requise au démarrage de l'électropompe.

$$P_{app} = \text{Max} \left(2 \times N_p \times \frac{\rho \times g \times Q \times HMT}{\eta_{pompe} \times \eta_{moteur} \times \cos \varphi} ; 2 \times N_p \frac{\sqrt{3} \times U \times I_n \times \cos \varphi}{1000} \times 1.25 \right) \quad (28)$$

Avec :

P_{app} : Puissance apparente (KVA) ; **n_p** : rendement pompe ; **I_n** : Intensité nominal du courant ; **η_m** : rendement moteur.[17]

Notons que cette formule s'applique uniquement pour les moteurs inférieurs à 10 voire 20 KW.

III.9.2 Dimensionnement du système solaire photovoltaïque

Pour calculer le champ photovoltaïque il faut déterminer en premier lieu l'énergie journalière. L'Energie journalière pour le cas d'une électropompe, représente le besoin énergétique journalier utile à son fonctionnement. Elle s'exprime par la formule suivante :

$$E_j = \frac{\rho * g * Q * HMT}{3600 * \eta_{ond} * \eta_{pm}} \quad (29)$$

Avec : **E_j** : Energie journalière requise pour le pompage(kWh) ; **ρ** : masse volumique de l'eau (égale à 1000 kg/m³) ; **g** : accélération de la pesanteur (égale à 9,81 m/s²). **Q** : débit au point de fonctionnement du réseau (m³/h) **HMT** : hauteur de pression au point de fonctionnement (m) ; **η_{ond}** : rendement de l'onduleur (égal à 0,9) ; **η_{pm}** : rendement de la pompe et du moteur.

Après avoir déterminé l'Energie journalière, on calcul la puissance en crête. La puissance en crête est la puissance maximale que peut fournir le champ.

La formule suivante permet d'exprimer la puissance en crête :

$$P_c = \frac{E_j}{K_p * E_i} \quad (30)$$

Avec : **P_c** : puissance de crête du système pv (kWc) ; **E_j** : Energie journalière requise pour le pompage (kWh) ; **E_i** : ensoleillement journalier ; pour le dimensionnement on retiendra 5,15kWh/m²/j (ensoleillement du mois d'Août, SORO 2020) ; **K_p** : rendement du générateur photovoltaïque égal 80%

Ensuite on détermine le nombre de modules nécessaire par le calcul suivant :

$$N_m = \frac{P_c}{P_m} \quad (31)$$

Avec : **N_m** : nombre de modules du champ PV ; **P_c** : puissance crête attendue(kWc) ; **P_m** : puissance crête unitaire d'un module PV (kWc).[18]

III.10 Calcul du coût de revient du m³ d'eau et de la charge d'exploitation

Le coût de revient du m³ d'eau est le coût auquel le m³ d'eau devrait être vendu. Il s'exprime par la formule suivante :

$$Pr = \frac{C+I}{V} \quad (32)$$

Avec I le coût d'investissement, C la charge d'exploitation et V le volume d'eau à l'horizon du projet.

La charge d'exploitation s'exprime de façon forfaitaire en prenant un forfait variant de 10 à 20% du coût d'investissement.

III.11 Poses des conduites

Les canalisations sont généralement posées en terre, quelques fois en galerie ou sous formes de colonnes montantes au-dessus du sol, sur des ouvrages d'art, dans le lit d'une rivière ou dans un sous-sol marin. Pour notre étude la majorité des conduites sont posées en terre.

-Pose en terres

La pose en terre s'effectue dans une tranchée de largeur suffisante pour que les ouvriers puissent y disposer les tuyaux commodément (0,60 minimum). Au droit des joints, on établit des niches, c'est-à-dire des élargissements de tranchée pour faciliter le travail de façon du joint.

Le bas de la tranchée est débarrassé des pierres et tous éléments capables de nuire à la conduite, une hauteur de recouvrement suffisante est réservée en dessus de la génératrice supérieure de la canalisation pour le protéger contre les intempéries.

Le fond de fouille est ensuite recouvert d'un lit de pose de 0,15 m à 0,20 m d'épaisseur bien pilonné et bien nivelé suivant les côtes du profil en long.[19]

III.11.1 Quelques organes et accessoires des réseaux :

III.11.1.1 Les ventouses

Le rôle d'une ventouse est tout d'abord d'évacuer l'air contenu dans les conduites

Quand la conduite est en service, il est nécessaire, également, de pouvoir évacuer l'air abandonné par l'eau où il se trouvait dissous. Cet air se stationne au point haut de la canalisation supposée en charge. Il peut provoquer la rupture des conduites et réellement entraver l'écoulement. Les ventouses permettent de soulager la conduite.

III.11.1.2 Les décharges

Une décharge n'est autre qu'un robinet disposé aux points bas au tracé en vue de la vidange de la conduite. Cette évacuation s'effectue à l'égout voisin ou, si le point bas se trouve hors de la ville, dans le fossé de la route. Ce robinet, comme toute pièce de ce genre, sera posé à l'intérieur d'un regard en maçonnerie. Cet appareil doit toujours être facilement accessible

III.11.1.3 Butées et Amarrages des conduites

Les conduites étant constituées par une suite de tuyaux réunis par des joints, on conçoit qu'en dehors du cas où ces joints sont à brides ou soudés, comme il arrive sur des tuyaux en matériaux galvanisé relié entre eux par des joints, sous l'effet de la poussée hydrostatique ces joints se déboîtent. On construit alors des massifs en béton qui, par leur poids, s'opposent à ce déboîtement. Ces massifs, associés à des fers d'amarrage, seront parfois nécessaires, quelques soit le type de configuration et des pièces utilisée, même en cas de brides, si l'intensité des efforts en jeu l'exige.

III.12 Étude du tracé du réseau

Nous avons opté pour le tracé le plus court en ce qui concerne le refoulement et entre les nœuds pour la distribution, de façon à obtenir de longs alignements, raccordés par des courbes très ouvertes. Le tracé emprunte, de préférence, l'accotement des routes et chemins, tout en respectant les élargissements éventuels, ce qui nous a obligés à empiéter sur quelques propriétés privées. L'approvisionnement des chantiers de pose ainsi que les réparations éventuelles seront ainsi facilités. Pour les conduites de gros diamètre, il est difficile, toutefois, d'éviter le passage sur des terrains particuliers. En profil la conduite sera enterrée comme il a été indiqué plus haut pour assurer sa protection. Elle présentera un profil aussi régulier que possible qui ne suivra pas forcément le niveau du sol. En effet, pour limiter le nombre de points hauts, des sur profondeurs et des sous-profondeurs par rapport à la profondeur normale sont parfois inévitables. On s'efforce donc de maintenir la pente du profil de pose au-dessus de 0,002 m par mètre. Le profil a été étudié pour que l'air puisse être évacué facilement. En effet, par son accumulation, il peut gêner l'écoulement. Véhiculé à l'état dissous dans l'eau, il s'en dégage néanmoins en cours de route de petites quantités par suite des variations de pression et de température et qui, au bout d'un certain temps, arrivent à former des volumes importants qu'il importe d'évacuer au moyen de ventouses disposées aux emplacements indiqués plus haut. Il faut, de plus, veiller à ce que la conduite reste constamment pleine, ce que nous avons vérifié en s'assurant que, dans tous les cas d'écoulement, le profil piézométrique se maintient au-dessus du sol.[19]

IV. ANALYSE DE FAISABILITE TECHNIQUE

IV.1. Estimation de la population et évaluation des Besoins

Selon le recensement général de la population de 2019 la population de Oullo en 2019 était de 3164 habitants avec un taux d'accroissement de 1,38%.

L'année du projet est de 2024 jusqu'à l'horizon 2050. La durée du projet est donc de 26ans. A l'horizon 2050 la population de Oullo s'élèvera à 4839 habitants, ce qui ferait augmenter les demandes en eau. Le tableau suivant présente l'extrapolation de la population en fonction du taux d'accroissement :

Tableau 9 : Variation de la population par saut d'années

Horizons	2024	2028	2033	2038	2043	2048	2050
Taux d'accroissement (%)	1,38%						
Population totale (hab.)	3388	3579	3833	4105	4396	4708	4839

Les demandes en eau seront réparties au niveau des bonnes fontaines ainsi que les branchements particuliers. Un taux de 56% est accordé au branchement privé et 24% pour les Bornes fontaines pour un une déserte en eau de la population supposé de 80% en 2050.

Ainsi, le débit de pointe journalier en 2024 est de 111.04 m^3/j et augmentera jusqu'à 147.23 m^3/j en 2050. Le tableau suivant recapitule l'évaluation des demandes en eau de la population jusqu'à l'horizon du projet.

Tableau 10 : Besoin en Eau

	Horizons	2024	2028	2033	2038	2043	2048	2050
Population	Population totale (hab.)	3388	3579	3833	4105	4396	4708	4839
	Taux de branchement en BF %	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%
	Taux de branchement en BP %	56,00%	56,00%	56,00 %	56,00 %	56,00%	56,00%	56%
	Population branchée au BF (hab.)	813	859	920	985	1055	1130	1161
	Population branchée au BP (hab.)	1898	2004	2147	2299	2462	2637	2710
	Besoins en eau	Consommation spécifique pour BF (l/j/hab.)	25	25	25	25	25	25
Consommation spécifique pour BP (l/j/hab)		40	40	40	40	40	40	40
Besoin en eau journalier BF (m3/j)		20,331	21,476	23,000	24,631	26,378	28,249	29,034
Besoin en eau journalier BP (m3/j)		75,901	80,178	85,865	91,956	98,478	105,463	108,394
Besoin annexe (m3/j)		9,62	10,17	10,89	11,66	12,49	13,37	13,74
Besoin en eau journalier total (m3/j)		105,85	111,82	119,75	128,25	137,34	147,08	151,17
Besoin journalier de pointe pour BF (m3/j)		22,77	24,05	25,76	27,59	29,54	31,64	32,52
Besoin journalier de pointe pour Bp (m3/j)		95,79	89,80	96,17	102,99	110,30	118,12	136,79
Besoin total du jour de pointe (m3/j)		118,56	113,85	121,93	130,58	139,84	149,76	169,31
Rendement	Rendement production (%)	100%	100%	100%	99%	99%	98%	98%
	Rendement distribution (%)	95%	95%	95%	95%	90%	90%	90%
	Rendement global (%)	95%	95%	95%	94%	89%	88%	88%
Débits	Débit de pointe journalier (m3/j)	111,04	117,30	125,62	133,19	135,13	143,25	147,23

IV.2. Ressources en Eau

Les études géophysiques réalisés ont permis d'implanter deux points de forages (SE1 et SE2). Le forage SE1 est implanté sur la même nappe qu'un forage existant dans la zone, ce forage est situé à 25m de SE1, a un débit d'exploitation de $34 \text{ m}^3/\text{h}$, et est exploité à $10 \text{ m}^3/\text{h}$, ce qui nous

rassurance que notre forage **SE1** implanté sur les mêmes linéaments pourra nous finir notre débit d'adduction qui est de $12.27 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cependant le point de Sondage électrique 2 (SE2) sera exécuté en cas de surprise afin de palier au besoin jusqu'à l'horizon du projet. Le tableau suivant présente les informations sur les 2 points d'implantation.

Tableau 11 : Sondages Electrique

Sondage électrique	Altération (m)	Profondeur de désespoir (m)	Coordonnée X	Coordonnée Y
SE1	20	120	502826	1315024
SE2	20	120	502768	1315065

IV.2.1 Calcul du Débit d'adduction

Pour dimensionner le réseau d'adduction nous avons tenu compte du temps de pompage qui est de 12h. Le tableau suivant détaille le calcul du débit à l'adduction :

Tableau 12 : Débits d'adduction

Débits	Horizons	2024	2028	2033	2038	2043	2048	2050
	Coefficient de pointe journalier	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
	Débit de pointe journalier (m3/j)	111,04	117,30	125,62	133,19	135,13	143,25	147,23
	Temps de pompage(h)	12	12	12	12	12,00	12,00	12,00
	Débit d'adduction (m3/h)	9,25	9,78	10,47	11,10	11,26	11,94	12,27

IV.2.2 Calcul du débit de distribution

Pour calculer le débit de distribution nous avons tenu compte du temps de distribution ainsi que du coefficient de pointe horaire et du débit moyen horaire calculé. Ce qui nous a permis d'obtenir un débit de pointe horaire de $6,70 \text{ l/s}$ à l'horizon du projet. Le tableau suivant consigne les débits de distribution.

Tableau 13 : Débit de distribution

Horizons		2024	2028	2033	2038	2043	2048	2050
Débts	Débit de pointe journalier (m3/j)	111,04	117,30	125,62	133,19	135,13	143,25	147,23
	Débit moyen horaire (m3/h)	4,63	4,44	4,76	5,04	5,12	5,43	6,13
	Temps de pompage(h)	12	12	12	12	12	12	12
	Coef pointe horaire	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
	Débit de pointe horaire BF : Qph (l/s)	1,40	1,48	1,59	1,72	1,94	2,10	2,16
	Temps de pompage BP(h)	16	16	16	16	16	16	16
	Débit de pointe horaire BP : Qph (l/s)	2,95	2,77	2,96	3,21	3,62	3,92	4,54
	Débit de pointe horaire : Qph (l/s)	4,36	4,25	4,55	4,92	5,57	6,02	6,70
	Nombre de BF	7,00	8,00	8,00	9,00	9,00	10,00	10,00
	Débit retenu au BF(l/s)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

IV.3. Dimensionnement du réseau de distribution

La distribution dans le réseau se fait au niveau des bornes fontaines et des branchements privés. Pour implanter les bornes fontaines de notre réseau plusieurs aspects ont été pris en compte dont :

- La distance (autour d'un rayon de 500m par rapport à l'emplocement du BF)
- Le nombre de personnes (500 personnes au plus par BF)
- Les avis des notables ainsi que les CVD du village ont été pris en compte pour implanter les Borne fontaine.

Au niveau des infrastructures communautaires telles que les écoles primaires et les CEG des branchements particuliers d'un débit de 0.5l/s sont prévues. En ce qui concerne les infrastructures tel que le CSPP l'objectif visé par notre projet est de rendre ces types d'infrastructures primordiales autonomes. Un château d'un débit de 10m3/h sera donc réalisé.

IV.3.1 Répartition des points de distribution

Tableau 14 : Coordonnées de points de distribution

ITEM	Coordonnées X	Coordonnées Y
BF1	502 443	1315 681
BF2	502 808	1316 025
BF3	502 477	1 315 925
BF4	502 833	1315 725
BF5	502 791	1 315 456
BF7	502 263	1 315 149
BF8	502 125	1 315 818
BF9	502 993	1 316 478
BP1	502 791	1 315 456
BP2	502 198	1 316 315
BP3	502 592	1 316 845

IV.3.2 Design du réseau d'AEP du Village de Oullo

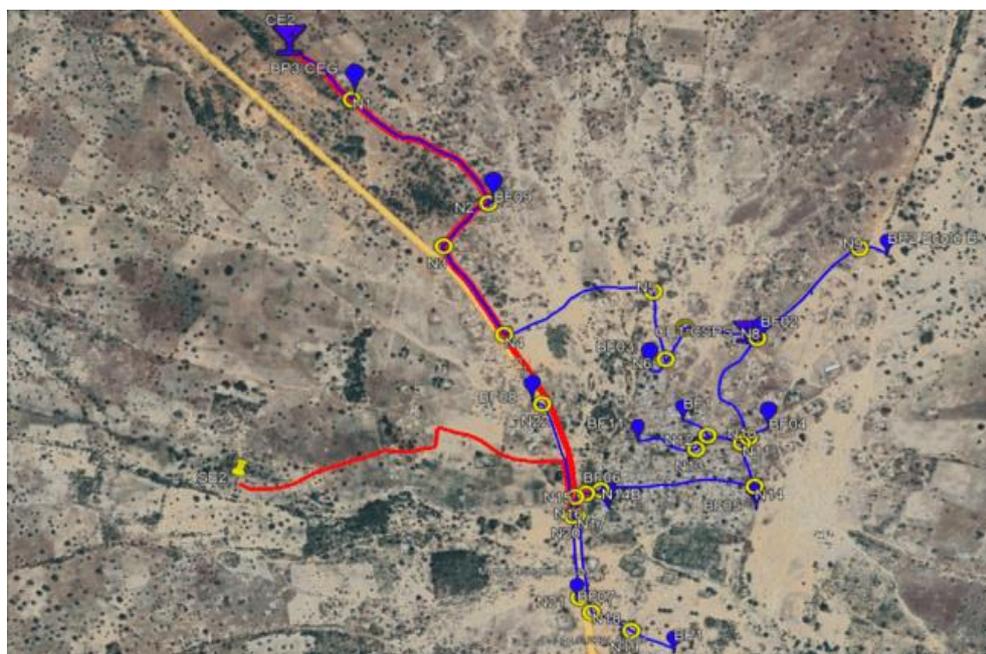


Figure 8 : Réseau d'AEP Oullo

IV.3.3 Évaluation des débits en route, des BF et des BP

Comme on peut le visualiser sur le design du réseau, le réseau est constitué de 10 Bornes Fontaines muni de trois robinets de 0,25l/s chacun et de trois (03) Branchement particulier au niveau des écoles. Le réseau est constitué de deux (02) châteaux d'eau dont un principal de 46m³/h et d'un second de 10 m³/h pour le CSPS.

Le débit de distribution est 12,56 l/s et le débit linéique pour les soutirages au niveau des Branchements privés est de 0.000250 l/s/m.

Le Tableau suivant présente le résultat du calcul des débits des tronçons :

Tableau 15 : Débit de dimensionnement

Tronçons	Longueur (m)	Qr (l/s)	QBf (l/s)	Débit de dimensionnement (l/s)
CE2				
T1 (CE2-N1)	250,000	0,000	0,750	12,563
T28 (N1-BP3)	22,170	0,000	0,500	0,500
T2 (N1-N2)	557,710	0,158	0,000	12,063
T27 (N2-BF9)	15,497	0,000	0,750	0,750
T3 (N2-N3)	209,056	0,059	0,000	11,226
T4 (N3-N4)	350,000	0,099	0,000	11,193
T5 (N4-N5)	497,640	0,141	0,000	11,138
T6 (N5-N6)	245,725	0,070	0,000	11,061
T29 (N6-BF3)	67,249	0,000	0,750	0,750
T7 (N6-N7)	134,4038	0,038	0,000	10,272
T8 (N7-N8)	221,040	0,063	0,000	10,251
T36 (N8-BF2)	9,540	0,000	0,750	0,750
T9 (N8-NCE1)	25,033	0,000	0,750	8,916
CHÂTEAU CSPS	19,693	0,000	2,778	2,778
T10 (N8-N9)	322,877	0,092	0,000	0,550
T11 (N9-BP2)	85,8718	0,000	0,500	0,500
T12 (NCE1-N10)	391,935	0,111	0,000	6,139
T30 (N10-BF4)	75,530	0,000	0,750	0,750
T13 (N10-N11)	25,680	0,007	0,000	5,327
T14 (N11-12)	107,122	0,030	0,000	1,526
T15 (N12-BF11)	92,526	0,000	0,750	0,750
T31 (N12-13)	58,079	0,016		0,759
T16 (N13-BF1)	195,436	0,000	0,750	0,750
T17 (N11-N14)	154,223	0,044	0,000	3,798
T17 (N14-BF5)	75,472	0,000	0,750	0,750
T18 (N14-N14B)	468,888	0,133	0,000	3,024
T19 (N14B-BF6)	71,214	0,000	0,750	0,750
T20 (N14B-N15)	45,430	0,013	0,000	2,200
T21 (N15-N16)	35,095	0,010	0,000	2,193312
T22 (N16-N17)	65,5737	0,019	0,000	2,187834
T23 (N17-N18)	327,328	0,093	0,000	0,56971
T33 (N18-N19)	119,27	0,034	0,000	0,518617
T25 (N19-BP1)	141,7048	0,000	0,500	0,500
T23 (N17-N20)	12,0736	0,000	0,000	1,6078886
T34 (N20-21)	273,5722	0,078	0,000	0,7927022
T26 (N21-BF7)	10,46	0,000	0,750	0,750
T35 (N20-22)	417,6177	0,118521	0,000	0,8151864
T32 (N22-BF8)	36,1462	0,000	0,750	0,750

IV.3.4 Calcul des diamètres et des vitesses de distribution

Une fois le débit de dimensionnement calculé on calcule le diamètre théorique avec la formule de continuité puis on a choisi le diamètre commercial. La vitesse est ensuite calculée tout en respectant la plage de vitesse qui est de V_{minimal} 0,3 m/s et V_{maximal} de 1,5 m/s. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Tableau 16 : Vitesses réel dans le réseau

Tronçons	Longueur (m)	Débit fictif (m3/s)	Dth(mm)	Dint (mm) PN6	V réelle (m/s)
CE2					
T1 (CE2-N1)	250,000	0,0126	126,472	188,2	0,45
T28 (N1-BP3)	22,170	0,0005	25,231	46,4	0,30
T2 (N1-N2)	557,710	0,0121	123,930	188,2	0,43
T27 (N2-BF9)	15,497	0,0008	30,902	46,4	0,44
T3 (N2-N3)	209,056	0,0112	119,553	131,8	0,82
T4 (N3-N4)	350,000	0,0112	119,379	131,8	0,82
T5 (N4-N5)	497,640	0,0111	119,087	131,8	0,82
T6 (N5-N6)	245,725	0,0111	118,671	131,8	0,81
T29 (N6-BF3)	67,249	0,0008	30,902	46,4	0,44
T7 (N6-N7)	134,4038	0,0103	114,364	131,8	0,75
T8 (N7-N8)	221,040	0,0103	114,247	117,8	0,94
T36 (N8-BF2)	9,540	0,0008	30,902	46,4	0,44
T9 (N8-NCE1)	25,033	0,0089	106,549	117,8	0,82
CHÂTEAU CSPS	19,693	0,0028	59,471	70,6	0,71
T10 (N8-N9)	322,877	0,0006	26,472	46,4	0,33
T11 (N9-BP2)	85,8718	0,0005	25,231	46,4	0,30
T12 (NCE1-N10)	391,935	0,0061	88,408	117,8	0,56
T30 (N10-BF4)	75,530	0,0008	30,902	46,4	0,44
T13 (N10-N11)	25,680	0,0053	82,360	103,6	0,63
T14 (N11-12)	107,122	0,0015	44,076	59,2	0,55
T15 (N12-BF11)	92,526	0,0008	30,902	46,4	0,44
T31 (N12-13)	58,079	0,0008	31,088	46,4	0,45
T16 (N13-BF1)	195,436	0,0008	30,902	59,2	0,27
T17 (N11-N14)	154,223	0,0038	69,537	84,6	0,68
T17 (N14-BF5)	75,472	0,0008	30,902	46,4	0,44
T18 (N14-N14B)	468,888	0,0030	62,046	84,6	0,54
T19 (N14B-BF6)	71,214	0,0008	30,902	46,4	0,44
T20 (N14B-N15)	45,430	0,0022	52,931	59,2	0,80
T21 (N15-N16)	35,095	0,0022	52,845	59,2	0,80
T22 (N16-N17)	65,5737	0,0022	52,779	70,4	0,56
T23 (N17-N18)	327,328	0,0006	26,933	46,4	0,34

Tableau 17 : Suite vitesse réel

Tronçons	Longueur (m)	Débit fictif (m ³ /s)	Dth(mm)	Dint (mm) PN6	V réelle (m/s)
T33 (N18-N19)	119,27	0,0005	25,697	46,4	0,31
T25 (N19-BP1)	141,7048	0,0005	25,231	46,4	0,30
T23 (N17-N20)	12,0736	0,0016	45,246	46,4	0,95
T34 (N20-21)	273,5722	0,0008	31,769	59,2	0,29
T26 (N21-BF7)	10,46	0,0008	30,902	46,4	0,44
T35 (N20-22)	417,6177	0,0008	32,217	59,2	0,30
T32 (N22-BF8)	36,1462	0,0008	30,902	46,4	0,44

Toutes les vitesses au niveau des conduites respectent les plages de vitesses fixées, la vitesse minimale est de 0,30 m/s et celle maximale est de 0,94 m/s.

IV.3.5 Calcul des pertes de Charge, de la côte radier et des pressions

Pour calculer les pressions dans le réseau nous avons d'abord déterminé les pertes de charges dans le réseau puis calculé la cote à fixer au niveau du réservoir afin de garantir une pression minimum de 5mCE pour les BF et de 10 mCE pour les BP. Avec la formule de Bernoulli nous avons pu calculé les pressions par la suite.

Notre château principal CE2 alimente non seulement les BF et BP mais aussi le château au niveau du CSPS. Lors des calculs des pressions, nous avons observé la pression fournie par le château principal au niveau du CSPS au TN, cette pression est de 9,59 mCE. Or il est prévu un château métallique de 9m au niveau du CSPS donc cette pression de 9,59 m sera suffisante pour monter jusqu'à la cuve du château d'eau du CSPS ce qui est parfait puisque nous ne voulons pas de pression à l'entrée de la cuve.

La pression minimale observée après les calculs est de 5mCE au N9 et la pression maximale observée est de 20,68 au N4.

Le tableau suivant montre le résultat des pressions calculées :

Tableau 17 : Tableau des pressions

Tronçons	Longueur (m)	ALTITUDE(m)	Charge Réelle(m)	PRESSIONSREELLES (m)
CE2		335,06		
T1 (CE2-N1)	250,000	329,68	342,755775	13,08
T28 (N1-BP3)	22,170	330,14	342,6858435	12,55
T2 (N1-N2)	557,710	323,29	342,1468965	18,86
T27 (N2-BF9)	15,497	323,24	342,0444839	18,80
T3 (N2-N3)	209,056	322	340,9724132	18,97
T4 (N3-N4)	350,000	318,34	339,0168709	20,68
T5 (N4-N5)	497,640	320,68	336,2619771	15,58
T6 (N5-N6)	245,725	319,37	334,919503	15,55
T29 (N6-BF3)	67,249	318,62	334,4750861	15,86
T7 (N6-N7)	134,4038	320,86	334,2806978	13,42
T8 (N7-N8)	221,040	322,88	332,4422027	9,56
T36 (N8-BF2)	9,540	322,95	332,3791591	9,43
T9 (N8-NCE1)	25,033	322,66	332,2822548	9,62
CHÂTEAU CSPTS	19,6926	322,51	332,0995181	9,59
T10 (N8-N9)	322,877	326,23	331,23	5,00
T11 (N9-BP2)	85,8718	325,95	330,9591318	5,01
T12 (NCE1-N10)	391,935	316,4	331,0384254	14,64
T30 (N10-BF4)	75,530	317,1	330,5392819	13,44
T13 (N10-N11)	25,680	316,23	330,9198258	14,69
T14 (N11-12)	107,122	315,83	330,1362406	14,31
T15 (N12-BF11)	92,526	316,51	329,5247782	13,01
T31 (N12-13)	58,079	315,57	329,7438487	14,17
T16 (N13-BF1)	195,436	316,72	329,3547057	12,63
T17 (N11-N14)	154,223	314,75	329,8799582	15,13
T17 (N14-BF5)	75,472	314,31	329,3812	15,07
T18 (N14-N14B)	468,888	312,97	327,8131071	14,84
T19 (N14B-BF6)	71,214	312,3	327,3424893	15,04
T20 (N14B-N15)	45,430	311,63	327,1545458	15,52
T21 (N15-N16)	35,095	313,14	326,6488833	13,51
T22 (N16-N17)	65,5737	311,83	326,2535897	14,42
T23 (N17-N18)	327,328	314,24	324,9451703	10,71
T33 (N18-N19)	119,27	313,82	324,5431973	10,72
T25 (N19-BP1)	141,7048	313,7	324,0962133	10,40
T23 (N17-N20)	12,0736	311,75	325,922927	14,17
T34 (N20-21)	273,5722	314,01	325,3207598	11,31
T26 (N21-BF7)	10,46	314,44	325,2516344	10,81
T35 (N20-22)	417,6177	315,45	324,9558778	9,51
T32 (N22-BF8)	36,1462	315,72	324,717004	9,00

En faisant la différence entre la côte au niveau du radier du château principal CE2 et sa cote TN on obtient une hauteur sous cuve de 8,03m mais nous prendrons 8m pour la construction. Le type de matériaux utilisé pour la distribution est le PVC PN6 car la différence entre l'altitude maximale et minimale dans le réseau est de 20m, le PN6 sera donc plus économique pour notre réseau. Le tableau suivant présente le récapitulatif du linéique total du réseau de distribution :

Tableau 18 : Linéique du réseau de distribution

Matériaux	PN (bar)	Commercial (mm)	Longueur (m)
PVC	6	50	1543,01
PVC	6	63	1074,27
PVC	6	75	85,27
PVC	6	90	623,11
PVC	6	110	25,68
PVC	6	125	638,01
PVC	6	140	1436,82
PVC	6	200	807,71
PVC	6	Total	6233,88

IV.4 Modélisation du réseau sur Epanet

Le logiciel Epanet est un logiciel de simulation du comportement des réseaux hydraulique. Il a été utilisé pour simuler notre réseau afin de vérifier le comportement du réseau et d'étudier les variations des paramètres physiques du réseau tel que la pression, les pertes de charge, la vitesse et le débit.

De prime abord nous avons importé le réseau depuis Aucocad grâce à Epacad. Une fois le réseau ramené sur Epanet nous avons renseigné les données telles que les débit, diamètre, altitude et demande aux nœuds du réseau. Une fois les renseignements terminés nous avons procédé à la simulation afin d'observer le comportement du réseau.

IV.4.1 Simulation du réseau de distribution sur Epanet

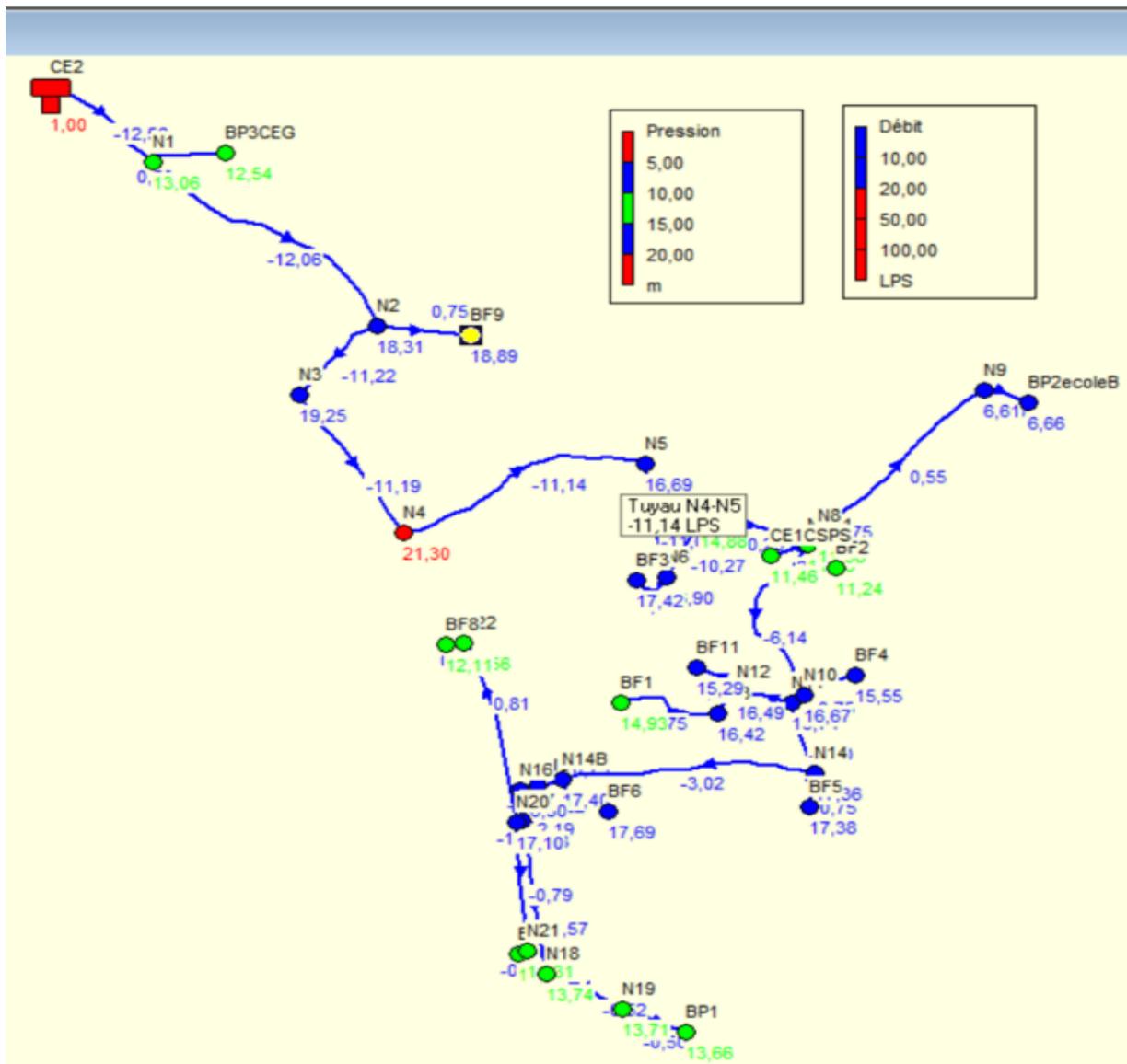


Figure 9 : Simulation du réseau de distribution

Après la simulation sur Epanet nous avons constaté respectivement concernant les vitesses une vitesse minimum de 0,3m/s et de 0,95m/s au niveau ce qui respecte les plages de vitesse. En ce qui concerne les pressions nous avons obtenues une valeur de Pmin 6,61mCe et de Pmax 21,30 contenues également dans la plage des pressions. Cette valeur de Pmax de 21,30mCE vient conforter le choix du PN6 pour les conduites de distribution.

IV.4.1.1 Etude comparative des Vitesses obtenus

Nous avons établi une corrélation entre la valeur calculée sur Excel et la valeur simulée sur Epanet. La figure suivante présente la tendance :

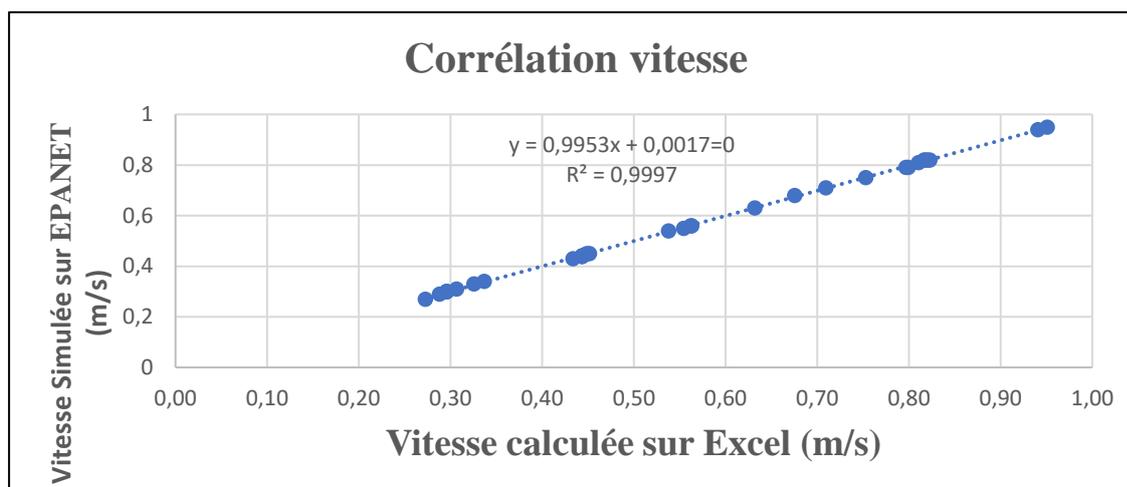


Figure 10 : Corrélation des vitesses Epanet et Excel

La droite de corrélation linéaire tracé de ces vitesses montre une équation avec R carré égale à 0,9998 ce qui prouve la symbiose de nos résultats sur Epanet et sur Excel en termes de vitesse.

IV.4.1.2 Etude comparative des Pressions obtenues

Le graphe suivant présente la corrélation linéaire des pressions simulé sur Epanet et celle calculé sur Excel. :

Nous observons un coefficient de détermination tendant vers 1, qui nous prouve que nous avons

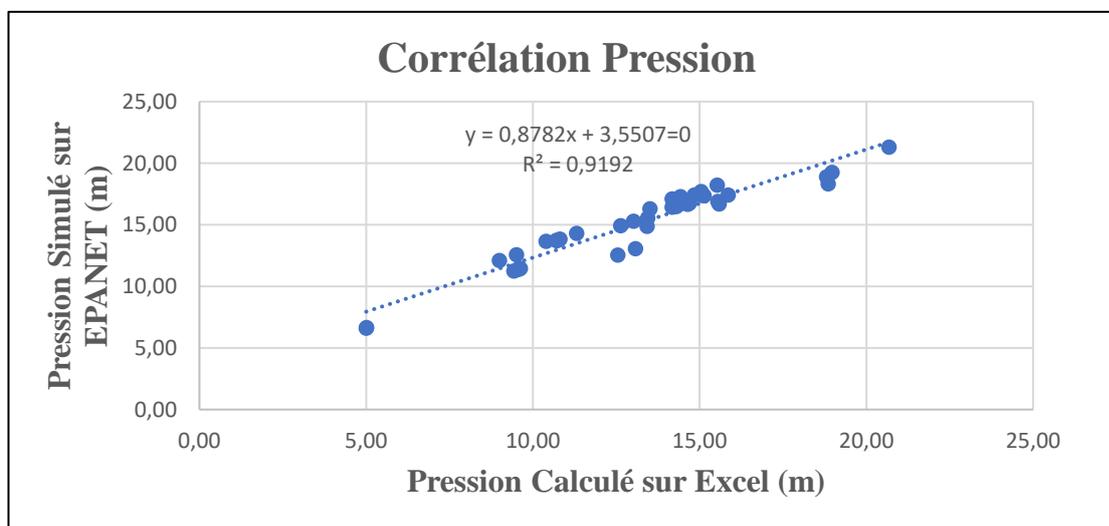


Figure 11 : Corrélation des Pressions Excel et Epanet

Effectué une très bonne simulation. En annexe 4 les valeurs réelles captées depuis Epanet en image pour plus de crédibilité, et les valeurs d'Excel de pression et de vitesse sont présentés pour les deux corrélations. La corrélation tracée par codage sur Rstudios sous forme de matrice carré diagonal est également présentée.

IV.4.1.3 Interprétation des légères variations de pression entre Epanet et Excel

Pour effectuer une simulation sur Epanet nous n'arrivons pas à renseigner certaines données tel que la viscosité cinématique, cette viscosité intervient dans le calcul du nombre de Reynolds et joue donc sur le régime d'écoulement. Ce qui influence le calcul du coefficient de résistance et influence directement le calcul des pertes de charges.

Dans notre cas nous avons constaté une légère baisse des frictions simulées par rapport aux frictions calculée sur Excel, cette légère différence des frictions calculé par Epanet a entrainé la diminution des pertes de charges sur Epanet et a provoqué la légère augmentation des pressions simulée sur Epanet par rapport aux valeurs calculées sur Excel. La différence est généralement très faible et les pressions respectent la pression de service en tout nœud du réseau sur Epanet.

IV.4.2 Simulation du réseau d'adduction sur Epanet

Pour simuler l'adduction nous avons renseigné les arcs et les nœuds de la même façon que la distribution à la différence de l'arc pompe dont on a renseigné la consigne par l'identifiant de la courbe caractéristique cré dans le navigateur sur Epanet grâce aux HMT calculées sur Excel et le débit d'adduction. La figure suivante présente le résultat de la simulation.

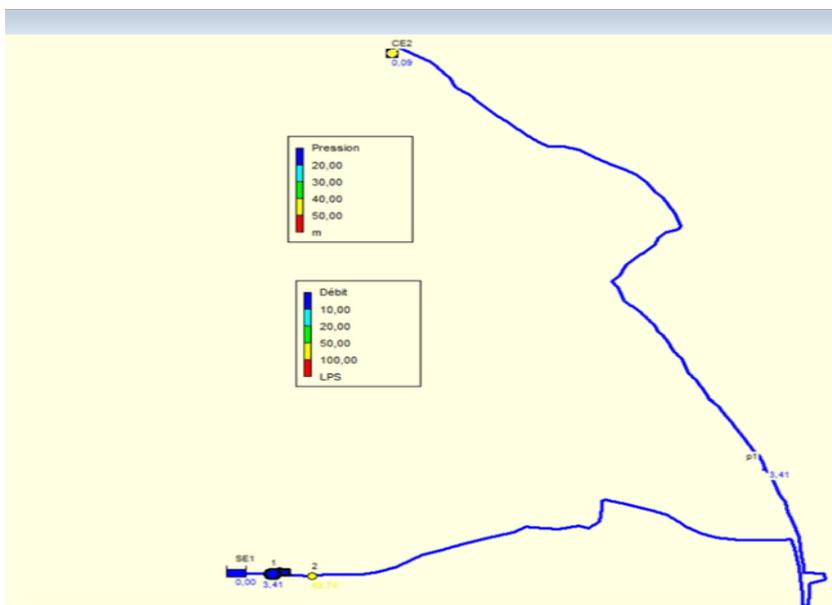


Figure 12 : Refoulement Epanet

IV.4.2.1 Etude de la simulation de l'adduction

Nous constatons qu'au niveau du réservoir, nous avons une pression de 0,09 mCE ce qui nous rassure que notre pompe puisse refouler jusqu'au réservoir et que la simulation a été bien effectuée. Deplus sur excel à l'adduction, avec la formule de Bresse qui nous a donné la

meilleure option de diamètre pour l'adduction, on a une perte de charge de 2,33m et sur Epanet on n'a une perte de charge de 0.69m/km sur les 3394m d'adduction, ce qui donne 2.34m, quasiment les mêmes résultats que sur Excel. Cela vient conforter nos calculs effectués sur excel et confirme que nous avons fait un bon dimensionnement la figure suivante montre les résultats simulés. Ceux calculé sont présenté au tableau 24.

Figure 13 : Résultats des arcs et nœuds d'adduction

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud CE2	3,41	346,14	0,09
Noeud 2	0,00	348,48	49,74
Bâche SE1	-3,41	298,74	0,00

ID Arc	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau p1	3,41	0,27	0,69
Pompe 1	3,41	0,00	-49,74

IV.5 Dimensionnement géométrique du Château

Le réservoir joue un rôle de régulateur dans un réseau, il permet de réguler le débit entre l'adduction et la distribution. Pour déterminer la capacité du réservoir, nous avons effectué la moyenne des résultats obtenues de deux méthodes. Il s'agit de la méthode forfaitaire et de la méthode des tableaux.

IV.5.1 Méthodes forfaitaires

La méthode forfaitaire consiste à déterminer la capacité du réservoir en prenant un forfait entre 25 et 30% avec une moyenne de 33% du débit de pointe journalier. Après calcul nous avons obtenue :

Cu	49	m ³
----	----	----------------

Nous ne tenons pas compte de la réserve d'incendie vu que nous sommes dans une zone rurale.

IV.5.2 Méthode des tableaux

Pour la méthode des tableaux l'évaluation des caractéristiques du réservoir est déterminée en tenant compte de la variation cyclique de la demande ou la balance en eau. Les directives nationales définissent les habitudes de consommation en milieu rural comme le présente le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : coefficient journalière

Les coefs de conso Journalière								
Périodes	0h-6h	6h-8h	8h-11h	11h-14h	14h-18h	18h-20h	20h-22h	22h-24h
Q distribué	0,1q	1,5q	3q	1,5q	1,05q	0,5q	0,5q	0,35q

Pour calculer la capacité du réservoir nous avons utilisé les données de base telles que :

Qpj (m3/j)	147,23	Temps de pompage(h)	12
Qpj (m3/h)	12,27	Temps de distribution(h)	24
Q sortant (m3/h)	6.13		

La prochaine étape est la détermination de la balance de l'eau, les volumes pompés cumulés ainsi que les volumes pompés distribués nous serviront à le déterminer. Le tableau suivant présente les étapes de déterminations de la balance en eau :

Tableau 20 : Balance en Eau

Périodes	0h-6h	6h-8h	8h-11h	11h-12h	12h-14h	14h-18h	18h-20h	20h-22h	22h-24h
Durée	6,00	2,00	3,00	1,00	2,00	4,00	2,00	2,00	2,00
Qpompé	0,00	12,27	12,27	12,27	0,00	12,27	12,27	0,00	0,00
Vpompé	0,00	24,54	36,81	12,27	0,00	49,08	24,54	0,00	0,00
Vp Cumulé	0,00	24,54	61,35	73,61	73,61	122,69	147,23	147,23	147,23
Q Sortant	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13	6,13
Q Distribué	0,1q	1,5q	3q	1,5q	1,5q	1,05q	0,5q	0,5q	0,35q
Q Distribué	0,10	1,50	3,00	1,50	1,50	1,05	0,50	0,50	0,35
Q Distribué	0,61	9,20	18,40	9,20	9,20	6,44	3,07	3,07	2,15
V Distribué	3,68	18,40	55,21	9,20	18,40	25,77	6,13	6,13	4,29
Vd Cumulé	3,68	22,08	77,30	86,50	104,90	130,67	136,80	142,94	147,23
VpC-VdC	-3,68	2,45	-15,95	-12,88	-31,29	-7,97	10,43	4,29	0,00

Après calcul de la balance en eau la formule suivante donne le volume du réservoir :

$$Cu = \text{abs}(\text{déficit max}) + \text{excédent max}$$

$$Cu = \max(V_{pc} - V_{pd}) + \text{abs}(\min(V_{pc} - V_{pd})) \text{ nous obtenons donc :}$$

Cu (m3)	41,72
---------	-------

Nous retenons **42 m3**

IV.5.3 Combinaisons des deux méthodes

Pour déterminer la capacité finale qu'aura notre réservoir nous avons fait une moyenne des deux méthodes afin de sécuriser notre calcul, nous avons obtenus en fin :

Capacité Réelle de **50m³**

Nous ne prenons pas en compte la réserve d'incendie en raison de notre zone d'étude.

Avec un réservoir d'une capacité 50 m³ le château sera en métal. Il sera calé à une hauteur 8m du TN (Hsc=8m). Le tableau suivant présente les caractéristiques du réservoir.

Tableau 23 : Caractéristique du réservoir

Capacité (m ³)	Diamètre théorique (m)	Diamètre retenu(m)	Hauteur cuve (m)
50	4,4	4,5	3

IV.5.3.1 Etude comparative de la méthode forfaitaire et celle des tableaux

La méthode forfaitaire nous a donné un volume de 49 m³ tandis que la méthode des tableaux nous a donné un volume de 42 m³. Nous pouvons en déduire que la méthode forfaitaire comme son nom l'indique est un forfait, elle surdimensionne un peu plus le réservoir tan disque la méthode des tableaux tient compte de beaucoup de critère tel que la balance en eau et donne un calcul plus optimal. Afin de sécuriser nos calculs nous avons fait une moyenne des deux méthodes pour le volume total du réservoir.

IV.6 Temps de contact et de séjour de l'eau dans le Réservoir principal

Nous avons calculé le temps de contact nécessaire ainsi que de séjour de l'eau dans le réservoir.

Ts=7.75h, Tc=3h

IV.7 Dimensionnement du réseau d'adduction

Le dimensionnement du réseau de refoulement consiste à trouver les dimensions nécessaires des ouvrages et équipements d'adduction tel que les conduites de refoulement, la pompe, ainsi que les équipements aux nœuds tels que les butée, etc.

Pour notre réseau de refoulement un forage est prévu dans l'espoir que le débit après essai de pompage sera suffisant. Nous ne prévoyons pas d'utiliser des matériaux différents à l'exhaure au refoulement ainsi qu'à la colonne montante. Nous allons donc utiliser uniquement les conduites en PVC à l'exhaure et au refoulement, arriver au TN du château la colonne de PVC montante à la cuve sera protégée par un tube en acier d'épaisseur suffisante et de diamètre légèrement supérieur aux diamètre commercial de la conduite de refoulement.

Pour calculer le diamètre de la conduite d'adduction nous avons utilisé cinq formules (Achour, Dresse, Bresse modifié, Munier, Bonin). Nous avons donc obtenue cinq (05) résultats différents.

Le choix du diamètre de la conduite adéquate se fera en fonction du respect de la condition de flamand et aussi des pertes de charges. Pour résumer la conduite choisie aura une bonne vitesse tout en respectant la condition de flamands et générera peu de pertes de charge dans le réseau afin d'amoinrir les coûts d'électricité. Le tableau suivant présente les résultats des calculs :

Tableau 21 : Choix du diamètre

Formules	Dth (mm)	Dint (mm)	DN (mm)	Dint (m)	V(m/s)	0,6+Dc(m)	Flamands	Lambda	Δ HCP-CE2
Bresse	87,57	99,4	110	0,10	0,57	0,71	ok	0,021	7,45
Bresse modifié	120,39	126,6	140	0,13	0,30	0,74	ok	0,023	2,43
Munier	72,39	81,4	90	0,08	0,83	0,69	non	0,020	19,42
Bonin	58,38	67,8	75	0,07	1,27	0,68	non	0,019	45,92
Achour	74,14	81,4	90	0,08	0,79	0,69	non	0,020	19,63

Le diamètre choisi après les calculs et analyse est de 140 mm c'est celui de la formule de Bresse modifié, il respecte les conditions de flamands et est assez économique contrairement au diamètre de 110 mm de la formule de Bresse qui induire plus de dépense énergétique.

IV.8 Pompes

IV.8.1 Calcul de la Hauteur Manométrique Totale (HMT)

La hauteur manométrique totale se calcule en additionnant à la hauteur géométrique les pertes de charge. En faisant la différence entre la côte crête de l'eau au niveau de la cuve 346m et la côte d'installation de la pompe dans le forage 298,74 m, on obtient une Hg de 47.30m.

En y ajoutant les 2,43m de perte de charge on a une HMT de 49,74m.

IV.8.2 Choix de la pompe immergé

Une fois le débit d'exploitation du forage connue (qui est le débit de pointe journalier dans notre cas) ainsi que la HMT le choix de la pompe devient simple. Nous avons opté pour les pompes de types Grundfos à cause de leur durabilité. En projetant le débit ainsi que la HMT dans la courbe des familles des pompes du catalogue des pompes SP de Grundfos, on a obtenu les pompes de la famille SP11. Le nombre d'étages est ensuite déterminé en projetant de nouveau le débit et la HMT sur le courbe de performances des pompes SP11. Nous avons donc retenu après cette opération les pompes SP11-15.

Le tableau suivant présente les caractéristiques de la pompe SP11-15 :[20]

Débit m ³ /h	HP m	Moteur Triphasé	Type de Démarrage	Fréquence Hz	Tension V	Intensité A	Facteur Puissance	Rmoteur-pompe
12,99	57,33	MS4000	Direct	50	3*400	7,9	0,81	52,6 %

IV.8.3 Détermination du point de fonctionnement

La pompe choisie a une courbe caractéristique bien définie. Pour trouver le point de fonctionnement nous avons calculé la charge du réseau (HR) à partir des débits de la courbe caractéristique et ensuite on a tracé sur la courbe caractéristique de la pompe la courbe HR du réseau. L'intersection des deux courbes donne le point de fonctionnement. Le tableau suivant présente les étapes de calcul :

Tableau 22 : Détermination de la charge réseau

Q(m ³ /h)	0	2	4	6	8	10	12	14	14,25
Hmt(m)	90	87	85	82	78	73	63	51	50
Delta Hr	0,00	0,06	0,26	0,58	1,03	1,61	2,31	3,15	3,26
Hp	388,7	385,74	383,7	380,7	376,74	371,74	361,74	349,74	348,74
H réseau	47,31	47,37	47,57	47,89	48,34	48,92	49,62	50,46	50,57

Le graphe suivant présente les courbes ainsi que le point de fonctionnement du réseau :

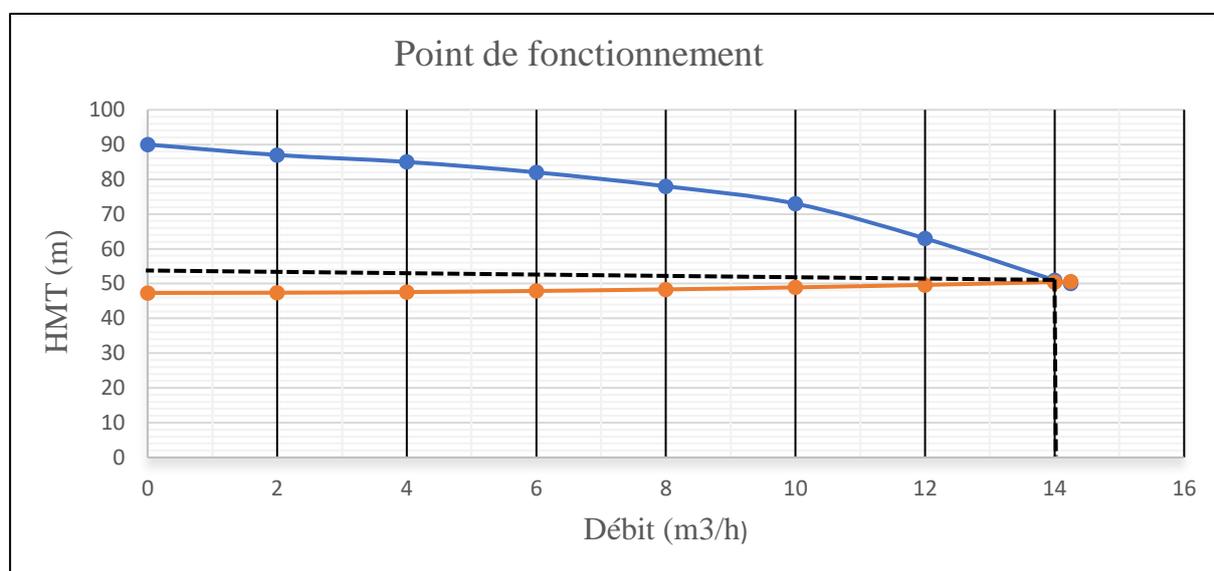


Figure 14 : Point de fonctionnement

Au point de fonctionnement nous avons un débit $Q_{pf}=14\text{m}^3/\text{h}$ et $HMT_{pf}=51\text{m}$.

IV.8.4 Calcul des coups énergétique due au Pompage

IV.8.4.1 Calcul de la puissance électrique

La puissance électrique (P_e) est égale à la puissance hydraulique (P_h) multiplié par le rendement due à la pompe et le moteur.

Avec $P_h=p*g*Q_{pf}*Hmtpf$. Le Calcul nous donne :

Puissance électrique (Kw) 3,6989544

IV.8.4.2 Calcul du coup d'énergie annuelle

Pour calculer le coup d'énergie nous avons pris en compte le prix du Kw au Burkina-Faso ainsi que le temps de pompage par jours et le nombre de jour dans l'année que nous avons multiplié par la Pe. Le calcul nous donne :

Coût économique Annuel FCFA 2835248,5 Millions

- Consommation spécifique

La consommation spécifique n'est rien d'autre que la consommation par m^3 . Le calcul nous donne :

Consommation Spécifique (m^3) 0,264211

Les coûts énergétiques seront considérés lors de l'étude financière du projet.

IV.9 Vérification des conditions de coup de Béliet

Comme décrit dans la méthodologie nous avons deux coups de béliet à savoir : Le coup de Béliet par suppression et le coup de Béliet par dépression. Pour qu'il y ait coup de Béliet par suppression il faut que $H_{max} \geq 1,2$, pour le coup de béliet par dépression il faut que H_{min} soit inférieur à la pression atmosphérique. Les deux tableaux suivants présentent les résultats :

Tableau 23 : Vérification du phénomène de coup de béliet

	Débit (m3/h)	HMTpf [m]	DN (mm)	D int (m)	Epaisseur [mm]	k	Uo(m/s)
Forage SE1	14	51	140	126,6	6,7	33	0,309
Célérité [m2/s]	ΔP [m]	H_{max} [m]	H_{min} [m]	H_{max} / PN 10	Coup de béliet Supression	Coup de béliet Dépression	
381,94	12,03	43,03	18,97	0,43	PAS DE COUP DE BELIER	PAS DE COUP DE BELIER	

Dans notre conduite de refoulement que ça soit par surpression ou par dépression les coups de béliet ne sont pas préjudiciables pour la conduite, néanmoins nous allons protéger la conduite avec une soupape.[16]

IV.10 Dimensionnement du Groupe électrogène et du Champ Solaire

IV.10.1 Dimensionnement du groupe électrogène

Pour dimensionner le groupe électrogène nous avons utilisé les informations de l'électropompe et appliqué la formule approchée. Le tableau suivant montre les caractéristiques de l'électropompe [21] :

Tableau 26 : caractéristique de l'électropompe immergée

<i>Caractéristique de l'électropompe immergée</i>							
Marque	Ntr/min	Type moteur	R_Pompe-Moteur	R_pompe	P [kW]	Diamètre moteur	P calculée (kw)
SP11-15	2900	MS4000	52,6%	69,0%	3,853	4"	3,69

Calcul de la puissance apparente, voir le tableau suivant :

Tableau 27 : Détermination par la formule approchée GE

<i>Détermination par la formule approchée GE</i>						
U [V]	In [A]	Cos Phi	Papp1(kVA)	Papp2	Max Papp1 et Papp2(kVA)	Papp_Ret(kVA)
400	7,9	0,81	11,08	9,13	11,08	12

La puissance retenue pour le groupe électrogène est donc de 12kVA. Notre générateur sera de marque française de type GELEC et en hybride en raison de sa disponibilité au Burkina-Faso. Il sera équipé d'un moteur thermique au Diesel avec une vitesse de rotation de 1500tr/min.

IV.10.2 Dimensionnement du champ photovoltaïque

Pour dimensionner nous avons calculé en premier lieu la puissance en crête de la pompe. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 28 : Détermination de la puissance en crête de la pompe

<i>Détermination de la puissance en crête de la pompe</i>								
Constante Hydraulique (Ch)	Qj (m3) J=6h ensoleillé	HMTpf (m)	Kp(%)	Rond (%)	Rmp(%)	Ei (h)	Pc(W)	Pc retenu (W)
2,73	84,00	51,00	0,75	0,95	52,6%	5,75	5417,23	6000

Ensuite nous avons calculé le nombre de panneau nécessaire pour fournir les 6000 Watt calculé. Il faut noter que sur le marché Burkinabé les modules de panneaux les plus courants sont les panneaux de types monocristallins. Aux vues de ces contraintes nous avons choisir d'utiliser les panneaux de type monocristallin de Faso Energy doté d'une puissance unitaire de 250Wc. :

Tableau 29: Détermination des panneaux

<i>Détermination des panneaux</i>						
Pc retenu (W)	Pc unitaire Wc (W)	Nombre de panneaux	Association des panneaux	Nombre de module parallèle	Nombre de module en série	Nombre de module en série retenu
6000	250	24	24*250 Wc	4	6,00	6,00

Enfin, nous avons calculé l'onduleur qui sera utilisé pour convertir le courant continu produit par le champ photovoltaïque en courant alternatif. Le tableau suivant présente les résultats.

Tableau 30 : Dimensionnement de l'onduleur

Dimensionnement de l'onduleur					
Pmp (kW)	K	Rp (%)	Cos Phi	Sond calculé (kVA)	Sond retenu (kVA)
3,69	1,05	0,69	0,81	6,949	7,000

Pour notre projet en ce qui concerne le champ photovoltaïque 24 panneaux de 250Wc chacun seront suffisant pour produire les 6000 Watt nécessaire à notre champ solaire. Quatre modules seront en parallèle et les six (06) autres seront monté en série, un onduleur hybride d'une puissance de 7kVA sera suffisant pour convertir l'énergie continue produit en énergie alternatif pour la pompe immergée.

IV.11 Poses des conduites du réseau

Les conduites sont enterrées pour les protégés contre toute forme de nuisance capable de fragiliser leur structure et les protéger contre le soleil afin d'éviter de faire varier la température de l'eau. Les profondeurs de fouilles sont calculées avec la formule suivante :

$$H \geq h_{min} = 0.8m + D_{ext}$$

$$L \geq l_{min} = 0.4m + D_{ext}$$

Ainsi en faisant le bilan pour notre projet les résultats sont consignés dans le tableau suivant

Tableau 31 : Caractéristique des fouilles de pose

Matériaux	PN	Commercial (mm)	Profondeur fouille (m)	Largeur fouille (m)
PVC	6	50	0.85	0.45
PVC	6	63	0.86	0.46
PVC	6	75	0.88	0.48
PVC	6	90	0.89	0.49
PVC	6	110	0.91	0.51
PVC	6	125	0.93	0.53
PVC	6	140	0.94	0.54
PVC	6	200	1	0.60
PVC	10	140	0.94	0.54

Des travaux confortatifs seront réalisés avant la pose de la conduite, on envisage faire un lit de sable de 0,15m bien dressé et débarrassé de tous éléments nuisibles pour la conduite.

Les tronçons étant constitués d'une continuité de conduite, elles sont reliées aux nœuds par des joint qui sous l'effet de la poussée de l'eau peuvent se déboiter. Pour récupérer la force entraînée par cette poussée des butées seront prévue au nœuds. A titre illustratif :

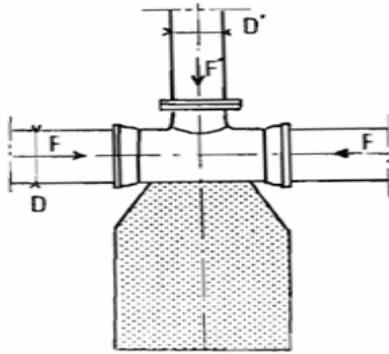


Figure 15 : Té de raccordement

Quand une conduite secondaire de diamètre D' vient se raccorder à la conduite principale, il y a lieu de butée le Té de raccordement pour éviter son déboitement. En isolant l'ensemble des conduites et en remplaçant l'action des parties enlevées par les forces F et F' , nous remarquons, en projetant les forces verticalement, que la portion du Té opposé au départ de la conduite secondaire supporte une poussée F' , tel que :

$$F' = \frac{\pi * D'^2}{4} * P * 10^4 \text{ avec } F' \text{ en daN.}$$

Il faudra donc équilibrer cette poussée par un massif de maçonnerie à calculer de la façon à ce que $\frac{F'}{P} \leq \tan \varphi$ avec $\varphi = 30^\circ$, frottement béton sol.

Ces opérations seront donc répétées en fonction des accessoires présents au niveau des nœuds afin de calculer la butée nécessaire pour réceptionner les forces de poussée.

En plus de ces butées lors des poses les ventouses seront placées au point haut séparé chacune d'une distance de minimum 450 voir 500m et des décharges au point bas comme l'illustre le schéma suivant :

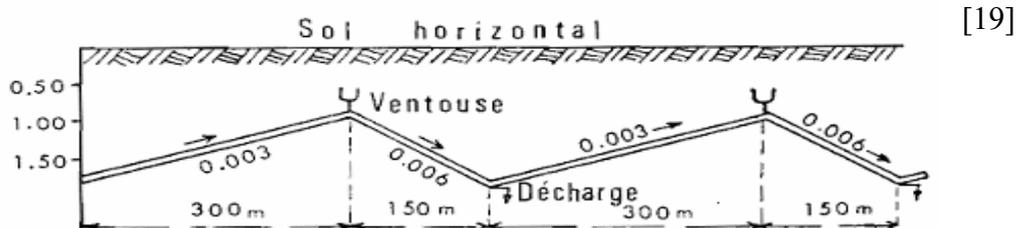


Figure 16 : format de la conduite de refoulement

IV.12 Mode de gestion des ouvrages de l'AEPS

Il existe plusieurs modes de gestions des ouvrages d'alimentation en eau potable en Afrique subsahariennes comme la gestion déléguée, l'affermage, la gestion communautaire, l'EPDC et la gestion partagée. Il convient d'adapter la meilleure méthode de gestion en fonction des réalités du milieu d'étude. Dans notre cas après les enquêtes socio, la mode de gestion la plus convenue est l'affermage.

C'est d'ailleurs la méthode de gestion auxquels ils sont habitués dans le village et cette mode de gestion a déjà fait ces preuves au Burkina Faso. C'est d'ailleurs la méthode de gestion la plus répandues sur l'ensemble du territoire Burkinabé.

IV.1 Affermage

La gestion des ouvrages d'AEPS par affermage au Burkina Faso est une approche imposant la délégation de la gestion des services d'eau à une entité privée, un groupe, généralement dans le but d'améliorer l'efficacité opérationnelle et la qualité du service. Un contrat d'affermage est signé entre l'autorité publique représentée par les municipalités et un opérateur privé. Ce contrat définit les responsabilités de chaque partie, les objectifs de performance, les modalités de financement et les mécanismes de régulation.

IV.1.1 Rôle des parties prenantes

Autorité publique : Propriétaire des infrastructures, elle reste responsable de l'investissement à long terme et de la planification stratégique. Elle définit également les tarifs et veille au respect des normes de qualité.

Opérateur Privé : Chargé de l'exploitation régulière, de l'entretien et de la maintenance des équipements. Il assure la distribution de l'eau, la facturation et le service clientèle.

IV.1.2 Gestion des tarifications et financements

La tarification de l'eau est fixée et gérée par l'autorité publique, en veillant à ce qu'elle soit abordable pour les usagers tout en permettant une rentabilité suffisante pour l'opérateur privé. Les revenus générés par les factures d'eau servent à couvrir les coûts opérationnels et à financer une partie des investissements nécessaires à l'amélioration du service.

IV.1.3 Efficacité, Qualité de services et avantages de l'affermage

Les contrats d'affermage incluent généralement des indicateurs de performance qui permettent de suivre et d'évaluer la qualité du service rendu par le fermier. Ces indicateurs peuvent inclure la continuité du service, la qualité de l'eau, le taux de couverture, l'efficacité du réseau et le temps de réponse aux différentes pannes.

Comme avantage entre autres, l'expertise et l'efficacité du secteur privé améliore la gestion des services d'eau, le contrôle, la concurrence et les exigences contractuelles mènent à une amélioration de la qualité du service. Enfin L'opérateur privé peut introduire des investissements pour améliorer les infrastructures existantes afin d'accroître son rendement. De ce fait il améliore les conditions d'exploitation des ouvrages aux usagers.

V. METRE ET ESTIMATION DES COUT

Pour la réalisation du projet d'alimentation en eau potable simplifié du village de Oullo des travaux ont été réalisés. Le coût global de ces travaux est estimé à 198 382 461 FCFA, le tableau suivant récapitulent les prix des travaux.

Tableau 31 : Coût de l'exécution

Poste N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	P. U (FCFA)	P. T (FCFA)
1	BASE DE L'ENTREPRENEUR ET GENERALITES	Total 1	9 100 000
2	EXHAURE et REFOULEMENT	Total 2	48 057 553
2.1	EXHAURE	Sous-Total 2.1	3 700 000
2.2	POMPE et ELECTRICITE	Sous-Total 2.2	39 694 000
2.3	TUYAUTERIES ET DIVERS	Sous-Total 2.3	4 663 553
3	CHÂTEAU D'EAU DE 95m ³ , hsc= 8m	Total 3	46 450 000
4	DISTRIBUTION	Total 4	34 663 177
4.1	Tuyauterie	Sous-Total 4.1	25 263 177
4.1.12	Poses et livraisons d'outils de plomberie	Sous Total 4.1	430 764 921
4.2	Bornes fontaines (BF) et branchements particulier (BP)	Sous-Total 4.2	9 400 000
5	CONSTRUCTION DES LOCAUX DIVERS ET SYSTÈME D'ECLAIRAGE	Total 5	24 600 000
TOTAL HORS TVA			168 120 729
TVA (18%)			30 261 731
TOTAL TTC			198 382 461

Les détails sont en annexe 6.

V.1 Charge d'exploitation

Les charges d'exploitations sont les salaires des exploitant du réseau, les frais de carburant, les frais d'appel téléphonique et d'autres frais. Elles sont estimées de façon forfaitaire en prenant un pourcentage de 10 à 20% du prix d'investissement.

Dans notre contexte nous prenons un taux de 15%. La charge d'exploitation est donc de : **29 757 369 FCFA.**

V.2 Prix de revient du mètre cube d'eau

Pour calculer le prix de revient du m^3 d'eau nous avons effectué une étude comparative entre le prix calculé en fonction du volume total à l'horizon du projet et le prix de vente actuel de l'eau dans le village de Oullo révélé par les enquêtes sociales.

Le volume d'eau en 2050 en m^3 est égal à : $V = Q_{pj} (m^3/j) * 365 (j) * 26 (ans)$ donc $V = 147.23 * 365 * 26$

Le volume d'eau total sur l'horizon du projet est donc de : **1 397 207 m^3**

Connaissant la charge d'exploitation le prix de revient est donc de :

$Pr = 163,28$ FCFA.

Les enquêtes sociales ont révélé que le prix actuel de vente de l'eau au niveau des branchements privés dans le village de Oullo actuellement est de 400f le m^3 . Afin de rentabiliser le projet et de motiver la population à s'intéresser à notre tarif nous allons fixer le prix aux fontainiers à 300 f, soit une baisse de 100f du prix actuel auquel est habitué la population et une augmentation de près de 200f sur le prix de revient du m^3 .

VI. PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

Selon le décret N°2015-1187/PRES-TRANS/ PM/ MERH/ MATD/ MME/ MS/ MARHASA/ MRA/ MICA/ MHU/ MIDT/MCT du 22 octobre 2015, tout promoteur de projet au Burkina Faso doit effectuer une étude d'impact environnementale du projet afin de dénicher les risques pour l'environnement et proposer des mesures d'atténuation.

Les projets d'alimentation en eau potable simplifié ont fait l'objet d'un classement environnemental. Ils sont classés comme des ouvrages de Catégorie C ayant un impact très minime sur l'environnement. Dans ce cadre de figure il est donc préférable de faire juste des prescriptions environnementales. Pour ce fait nous allons dans un premier temps énumérer les activités sources d'impact, ensuite mesurer les impacts sur l'environnement et enfin proposer un plan de gestion environnementale.

❖ Identification des activités sources d'impact

- ✓ Travaux d'installation de chantiers et de conduite de matériel sur les sites.
- ✓ Travaux de foration et de développement
- ✓ Pose des canalisations
- ✓ Implantation et conception du château d'eau
- ✓ Réalisation d'abris pour les équipements

VI.1 Impact positif

- ✓ Amélioration des conditions de vie de près de 5000 personnes par la facilitation des conditions d'accès à l'eau pour la consommation ainsi que les activités économiques tel que l'élevage présente dans la zone.
- ✓ Création d'emploi lors de la phase d'exécutions des ouvrages.
- ✓ Eradication des maladies hydriques tel que la salmonellose, la giardiase et la leptospirose présente dans la zone.
- ✓ Création d'emploi stable supplémentaire due à l'exploitation des ouvrages réalisés.
- ✓ Augmentation de l'économie des habitants de Oullo.
- ✓ Economie sur les prix tarifaires de l'eau beaucoup plus attractant au niveau des BP et BF de l'AEPS.

VI.2 Impact négatif

- ✓ Destruction de la faune et de la flore par le tracé du réseau pouvant nécessiter l'éradication surtout de certaines espèces d'arbres.

- ✓ Pollution de la nappe et des sols par les huiles des engins d'excavation utilisé lors des poses des conduites.
- ✓ Augmentation de l'émission des gaz à effet de serre lors des travaux.[22]

Les mesures d'atténuation sont consignées et détaillé dans un tableau en annexe.

VI.3 Programme de surveillance et de suivi environnemental

Le programme de surveillance et de suivi environnemental permet de s'assurer que lors de l'exécution des travaux les prescriptions environnementales sont respectées. Le tableau suivant détaille les normes.

Tableau 32 : Programme de suivi environnemental

Section	Actions	Paramètres de suivi	Fréquences	Responsabilité
Reserve en eau	Analyses Bactériologique et physicochimiques de l'eau ; Suivi piézométrique	<ul style="list-style-type: none"> • Évolution des paramètres bactériologique et contrôles de la teneur ; turbidité • Niveau de la nappe 	Deux missions/an	Direction Régionale de l'Environnement de l'Eau et de l'Assainissement
Santé (Maladie hydrique)	Santé des populations	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de prévalence des maladies hydrique 	Deux missions par an	DG Santé
Sécurisations des employés	Mesures contre les conflits de travail	Plébiscité les normes fixés en vue de leurs respect strict	2 missions l'année	Association des Consommateur d

CONCLUSION

La réussite d'un projet d'approvisionnement en eau potable d'une localité dépend de la qualité, la pérennité des types d'ouvrages réalisés. Pour réunir ces critères, il faut être capable de mobiliser la quantité d'eau nécessaire et bien dimensionner les équipements de transport, de stockage et de distribution. Notre étude de reconnaissance de points d'implantation de forage et étude technique d'un SAEPS est la plus adaptée. Elle permettra au maître d'ouvrage d'avoir une idée précise sur le coup du projet afin de se situer et lancer les appels d'offres. Notre projet s'est porté sur deux (02) volets. Le premier volet s'est porté sur l'étude de reconnaissance de points d'eau, ce volet nous a permis de ressortir par traitement d'image satellitaire les linéaments de la zone d'étude afin de choisir les sites potentiels de fracture, par la suite les sondages électriques de l'étude géophysique nous ont permis de valider nos hypothèses. Après les études géophysiques nous avons retenu les points d'implantation de forage **SE1** et **SE2**. Le point à forer en premier lieu est le **SE1** car il est beaucoup plus conducteur et est posé sur la même nappe qu'un forage existant de **34m³/h** exploité à **10m³/h** et situé à **25m** de **SE1**. Nous espérons qu'il puisse combler nos besoins journaliers de **12.27m³/h**.

Le deuxième volet s'est porté sur l'étude technique du réseau. De cette étude, il en résulte que notre système pourra couvrir **jusqu'à l'horizon 2050** une demande journalière de **147,23 m³/j** qui sera largement suffisante pour alimenter la population du village de Oullo. Le réseau d'AEPS de Oullo aura un linéaire total de **9,63 km** avec **3,394 km** de refoulement et **6,236 km** de distribution. Notre réseau contient deux châteaux, un château principal de forme cylindrique métallique de **46 m³ CE2** et un deuxième château **CE1** pour rendre autonome le CSPS. En effet notre projet vise non seulement à pallier aux difficultés d'accès à l'eau mais également à rendre autonome les infrastructures communautaires sensibles tel que le CSPS. Ce château permettra de rendre le CSPS moins dépendant du réseau et à couvrir ces besoins. Le réseau sera géré par un opérateur privé appelé fermier sous contrat d'affermage.

Le coût global du projet tout taxes comprises est estimé à **198 382 461 FCFA**.

RECOMMANDATION POUR LE PROJET

Pour la bonne exécution du projet, sa durabilité et pour la conservation de la qualité de l'eau distribuée nous avons quelques recommandations :

- ✓ Bien former les exploitants du système d'AEPS.
- ✓ Impliquer la population dans la réalisation des ouvrages du début jusqu'à la réception définitive des travaux.
- ✓ Effectuer régulièrement des prélèvements afin de mesurer les paramètres physico-chimique et bactériologique de l'eau.
- ✓ Sensibiliser la population pour qu'elle s'intéresse aux branchements privés avant le début de l'exécution des travaux, en cours et à la fin des travaux.
- ✓ Faire des sensibilisations pour faire désintéresser la population des puits moderne.
- ✓ Au cas où le premier point d'implantations SE1 s'avère négatif ou ne donne pas le débit suffisant faire exécuter d'autres forages supplémentaires afin d'attendre les 12,27m³/h.
- ✓ Veuillez à ce que l'opérateur privée en charge de la gestion et l'exploitation de l'ouvrage sous contrat d'affermage respecte les termes du contrat

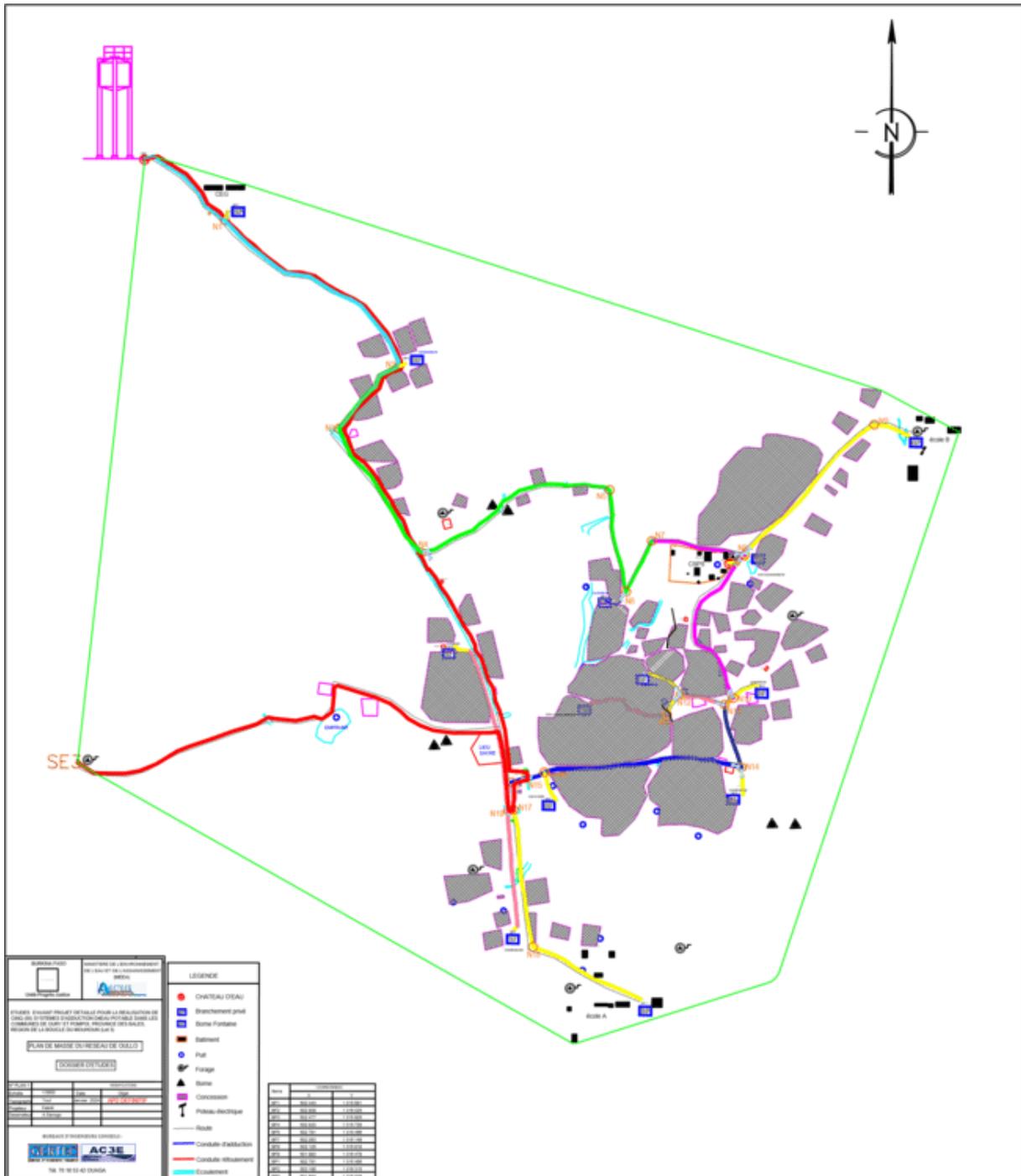
BIBLIOGRAPHIE

- [3] L. Siaka et Z. L. Moussa, « MONOGRAPHIE DE LA REGION DE LA BOUCLE DU MOUHOUN ».
- [4] « Rapport socio AEP site de OULLO PROVISOIRE.docx ».
- [5] « HYDRAULIQUE URBAINE DUPONT TOME 3.pdf ».
- [6] « mea_PN_AEP_2016_2030.pdf ».
- [7] « HYDRAULIQUE URBAINE DUPONT TOME 1.pdf ».
- [9] I. B. Sabiou, « ETUDE ET CONCEPTION DU SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DU VILLAGE DE GWATI DANS LA COMMUNE DE KANTCHE REGION DE ZINDER AU NIGER ».
- [12] « Mémoire de master HYAS OULONA Tchemsala (1).pdf ».
- [18] « 20210071 SANKARA Moussa S10GEAAH Janvier 2024. (3).docx ».
- [19] « HYDRAULIQUE URBAINE DUPONT TOME 2.pdf ».
- [20] « 98699305_SP_1115.pdf ».
- [21] « Grundfosliterature-37.pdf ».
- [22] « 20190161_BAMI_FEUNKEU_Ariel_Thibaut_S10GEAAH_Juill2023 correction M. SAMA.docx ».

ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE DU RESEAU DE DISTRIBUTION.....	iii
ANNEXE 2 : RESEAU DE DISTRIBUTION.....	i
ANNEXE 3 : SIMULATIONS SUR EPANET /EXCEL VITESSE ET PRESSIONS.....	i
ANNEXE 4 : CARNET NŒUDS.....	i
ANNEXE 5 : PROFIL EN LONG OULLO.....	iv
ANNEXE 6 : Etude de prix détaillé (Métré).....	i
ANNEXE 7 : Château d'eau en ferrailage métallique.....	ix

ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE DU RESEAU DE DISTRIBUTION



ANNEXE 2 : RESEAU DE DISTRIBUTION

Tronçons	Longueur (m)	Qr (l/s)	Observations	0,55*Qr	QBf (l/s)	Débit de dimensionnement (l/s)	Débit fictif (m3/s)	Dth(mm)	Dth(m)	Dint (mm) PN6	Dcom (m)	V réelle (m/s)
CE2												
T1 (CE2-N1)	250,000	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	12,563	0,0126	126,472	0,1265	188,2	0,1882	0,45
T28 (N1-BP3)	22,170	0,000	Dist. Sans BP	0	0,500	0,500	0,0005	25,231	0,0252	46,4	0,0464	0,30
T2 (N1-N2)	557,710	0,158	Dist. Avec BP	0,087	0,000	12,063	0,0121	123,930	0,1239	188,2	0,1882	0,43
T27 (N2-BF9)	15,497	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T3 (N2-N3)	209,056	0,059	Dist. Avec BP	0,033	0,000	11,226	0,0112	119,553	0,1196	131,8	0,1318	0,82
T4 (N3-N4)	350,000	0,099	Dist. Avec BP	0,055	0,000	11,193	0,0112	119,379	0,1194	131,8	0,1318	0,82
T5 (N4-N5)	497,640	0,141	Dist. Avec BP	0,078	0,000	11,138	0,0111	119,087	0,1191	131,8	0,1318	0,82
T6 (N5-N6)	245,725	0,070	Dist. Avec BP	0,038	0,000	11,061	0,0111	118,671	0,1187	131,8	0,1318	0,81
T29 (N6-BF3)	67,249	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T7 (N6-N7)	134,4038	0,038	Dist. Avec BP	0,021	0,000	10,272	0,0103	114,364	0,1144	131,8	0,1318	0,75
T8 (N7-N8)	221,040	0,063	Dist. Avec BP	0,035	0,000	10,251	0,0103	114,247	0,1142	117,8	0,1178	0,94
T36 (N8-BF2)	9,540	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T9 (N8-NCE1)	25,033	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	8,916	0,0089	106,549	0,1065	117,8	0,1178	0,82
CHÂTEAU CSPS	19,6926	0,000	Dist. Sans BP	0	2,778	2,778	0,0028	59,471	0,0595	70,6	0,0706	0,71
T10 (N8-N9)	322,877	0,092	Dist. Avec BP	0,050	0,000	0,550	0,0006	26,472	0,0265	46,4	0,0464	0,33
T11 (N9-BP2)	85,8718	0,000	Dist. Sans BP	0	0,500	0,500	0,0005	25,231	0,0252	46,4	0,0464	0,30
T12 (NCE1-N10)	391,935	0,111	Dist. Avec BP	0,061	0,000	6,139	0,0061	88,408	0,0884	117,8	0,1178	0,56
T30 (N10-BF4)	75,530	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T13 (N10-N11)	25,680	0,007	Dist. Avec BP	0,004	0,000	5,327	0,0053	82,360	0,0824	103,6	0,1036	0,63
T14 (N11-12)	107,122	0,030	Dist. Avec BP	0,017	0,000	1,526	0,0015	44,076	0,0441	59,2	0,0592	0,55
T15 (N12-BF11)	92,526	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T31 (N12-13)	58,079	0,016	Dist. Avec BP	0,009	0,759	0,759	0,0008	31,088	0,0311	46,4	0,0464	0,45
T16 (N13-BF1)	195,436	0,000	Dist. Sans BP	0,000	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	59,2	0,0592	0,27
T17 (N11-N14)	154,223	0,044	Dist. Avec BP	0,024	0,000	3,798	0,0038	69,537	0,0695	84,6	0,0846	0,68

Etudes de reconnaissance des points d'implantations de forage et techniques pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable simplifié dans le village de Oullo, commune de Oury, province de Bale, région de la Boucle du Mouhoun

T17 (N14-BF5)	75,472	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T18 (N14-N14B)	468,888	0,133	Dist. Avec BP	0,073	0,000	3,024	0,0030	62,046	0,0620	84,6	0,0846	0,54
T19 (N14B-BF6)	71,214	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T20 (N14B-N15)	45,430	0,013	Dist. Avec BP	0,007	0,000	2,200	0,0022	52,931	0,0529	59,2	0,0592	0,80
T21 (N15-N16)	35,095	0,010	Dist. Avec BP	0,005	0,000	2,19331202	0,0022	52,845	0,0528	59,2	0,0592	0,80
T22 (N16-N17)	65,5737	0,019	Dist. Avec BP	0,010	0,000	2,18783404	0,0022	52,779	0,0528	70,4	0,0704	0,56
T23 (N17-N18)	327,328	0,093	Dist. Avec BP	0,051	0,000	0,56970997	0,0006	26,933	0,0269	46,4	0,0464	0,34
T33 (N18-N19)	119,27	0,034	Dist. Avec BP	0,019	0,000	0,51861699	0,0005	25,697	0,0257	46,4	0,0464	0,31
T25 (N19-BP1)	141,7048	0,000	Dist. Sans BP	0	0,500	0,500	0,0005	25,231	0,0252	46,4	0,0464	0,30
T23 (N17-N20)	12,0736	0,000	Dist. Sans BP	0	0,000	1,60788859	0,0016	45,246	0,0452	46,4	0,0464	0,95
T34 (N20-21)	273,5722	0,078	Dist. Avec BP	0,043	0,000	0,79270219	0,0008	31,769	0,0318	59,2	0,0592	0,29
T26 (N21-BF7)	10,46	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44
T35 (N20-22)	417,6177	0,118520738	Dist. Avec BP	0,065	0,000	0,81518641	0,0008	32,217	0,0322	59,2	0,0592	0,30
T32 (N22-BF8)	36,1462	0,000	Dist. Sans BP	0	0,750	0,750	0,0008	30,902	0,0309	46,4	0,0464	0,44

SUITE RESEAU DE DISTRIBUTION OULLO

lambda	k/D	Re	Delta H	Cumul Del H	ALTITUDE	Charge minimum au Reservoir	Charge Réel	PRESSION REEL
			2,75489378	CR	335,06	343,0500487		
0,021312095	0,00053135	73904,98768	0,294273714	0,294273714	329,68	334,9742737	342,755775	13,08
0,032842489	0,002155172	11930,6554	0,06993154	0,364205254	330,14	335,5042053	342,6858435	12,55
0,021439465	0,00053135	70963,5296	0,608878467	0,903152181	323,29	329,1931522	342,1468965	18,86
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,102412652	1,005564832	323,24	329,2455648	342,0444839	18,80
0,021459628	0,000758725	94298,78609	1,174483319	2,0776355	322	329,0776355	340,9724132	18,97
0,021466692	0,000758725	94024,66843	1,955542368	4,033177868	318,34	327,3731779	339,0168709	20,68
0,021478593	0,000758725	93565,74202	2,75489378	6,788071648	320,68	332,4680716	336,2619771	15,58
0,021495681	0,000758725	92913,22799	1,342474102	8,13054575	319,37	332,5005457	334,919503	15,55
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,44441685	8,5749626	318,62	332,1949626	334,4750861	15,86
0,021680921	0,000758725	86290,77395	0,638805199	8,769350948	320,86	334,6293509	334,2806978	13,42
0,021728891	0,000848896	96348,867	1,838495082	10,60784603	322,88	338,487846	332,4422027	9,56

0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,063043555	10,67088959	322,95	338,6208896	332,3791591	9,43
0,022064388	0,000848896	83802,55981	0,159947858	10,76779389	322,66	338,4277939	332,2822548	9,62
0,025528781	0,001416431	43561,72574	0,182736735	10,95053062	322,51	338,4605306	332,0995181	9,59
0,032259138	0,002155172	13133,22314	1,212202697	11,82004873	326,23	343,0500487	331,23	5,00
0,032842489	0,002155172	11930,6554	0,270868164	12,09091689	325,95	343,0409169	330,9591318	5,01
0,023121073	0,000848896	57695,10788	1,243829415	12,0116233	316,4	333,4116233	331,0384254	14,64
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,499143549	12,51076685	317,1	334,6107669	330,5392819	13,44
0,023503118	0,000965251	56934,13556	0,118599641	12,13022294	316,23	333,3602229	330,9198258	14,69
0,027650803	0,001689189	28535,42316	0,783585173	12,91380812	315,83	333,7438081	330,1362406	14,31
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,611462413	13,52527053	316,51	335,0352705	329,5247782	13,01
0,030521748	0,002155172	18112,30131	0,392391898	13,30620001	315,57	333,8762	329,7438487	14,17
0,031150894	0,001689189	14026,58135	0,389142974	13,69534299	316,72	335,415343	329,3547057	12,63
0,024520333	0,001182033	49700,2531	1,03986754	13,17009048	314,75	332,9200905	329,8799582	15,13
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,498758271	13,66884876	314,31	332,9788488	329,3812	15,07
0,025288569	0,001182033	39569,91979	2,066851166	15,23694165	312,97	333,2069417	327,8131071	14,84
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,470617756	15,70755941	312,3	333,0075594	327,3424893	15,04

0,026347307	0,001689189	41152,18007	0,658561322	15,89550297	311,63	332,525503	327,1545458	15,52
0,026357511	0,001689189	41019,55933	0,505662451	16,40116542	313,14	334,5411654	326,6488833	13,51
0,026357454	0,001420455	34407,5693	0,395293648	16,79645907	311,83	333,6264591	326,2535897	14,42
0,032057145	0,002155172	13594,02673	1,308419379	18,10487845	314,24	337,3448785	324,9451703	10,71
0,032616763	0,002155172	12374,88108	0,401972998	18,50685145	313,82	337,3268514	324,5431973	10,72
0,032842489	0,002155172	11930,6554	0,446983981	18,95383543	313,7	337,6538354	324,0962133	10,40
0,027574344	0,002155172	38366,32942	0,330662698	17,12712177	311,75	333,8771218	325,922927	14,17
0,030825655	0,001689189	14825,20226	0,602167187	17,72928896	314,01	336,739289	325,3207598	11,31
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,069125401	17,79841436	314,44	337,2384144	325,2516344	10,81
0,030665007	0,001689189	15245,70459	0,96704911	18,09417088	315,45	338,5441709	324,9558778	9,51
0,030581031	0,002155172	17895,98311	0,238873859	18,33304474	315,72	339,0530447	324,717004	9,00

ANNEXE 3 : SIMULATIONS SUR EPANET /EXCEL VITESSE ET PRESSIONS

ID Arc	Vitesse m/s
Tuyau N21-BF7	0,44
Tuyau N19-BP1	0,30
Tuyau N14B-N15	0,80
Tuyau N15-BF6	0,44
Tuyau N1-N2	0,43
Tuyau N1-BP3	0,30
Tuyau N11-N14	0,68
Tuyau N11-N12	0,55
Tuyau N12-N13	0,45
Tuyau NCE1-N10	0,56
Tuyau N8-BF2	0,44
Tuyau N8-N9	0,33
Tuyau N7-N8	0,94
Tuyau N5-N6	0,81
Tuyau NCE1-CE1	0,71
Tuyau N3-N4	0,82
Tuyau N4-N5	0,82
Tuyau N6-BF3	0,44
Tuyau N8-NCE1	0,82
Tuyau N9-BP2	0,30
Tuyau N10-N11	0,63
Tuyau N10-BF4	0,44
Tuyau N12-BF11	0,44
Tuyau N13-BF1	0,27
Tuyau N14-N14B	0,54
Tuyau N15-N16	0,80
Tuyau N16-N17	0,56
Tuyau N17-N18	0,34
Tuyau N17-N20	0,95
Tuyau N20-N22	0,30
Tuyau N18-N19	0,31
Tuyau N20-N21	0,29
Tuyau N22-BF8	0,44
Tuyau CE2-N1	0,45
Tuyau N2-BF9	0,44
Tuyau N2-N3	0,82
Tuyau N10-BF5	0,44
Tuyau N6-N7	0,75

ID Tuyaux	Vitesse Excel
N21-BF7	0,44
N19-BP1	0,3
N14B-N15	0,8
N15-BF6	0,44
N1-N2	0,43
N1-BP3	0,3
N11-N14	0,68
N11-N12	0,55
N12-N13	0,45
NCE1-N10	0,56
N8-BF2	0,44
N8-N9	0,33
N7-N8	0,94
N5-N6	0,81
NCE-CE1	0,71
N3-N4	0,82
N4-N5	0,82
N6-BF3	0,44
N8-NCE1	0,82
N9-BP2	0,3
N10-N11	0,63
N10-BF4	0,44
N12-BF11	0,44
N13-BF1	0,27
N14-N14B	0,54
N15-N16	0,8
N16-N17	0,56
N17-N18	0,34
N17-N20	0,95
N20-N22	0,3
N18-N19	0,31
N20-N21	0,29
N21-BF8	0,44
CE2-N1	0,45
N2-BF9	0,44
N2-N3	0,82
N10-BF5	0,44
N6-N7	0,75

PRESSION EPANET ET EXCEL

ID Noeud	Pression m
Noeud BF7	13,83
Noeud N21	14,31
Noeud BP1	13,66
Noeud N19	13,71
Noeud N15	18,22
Noeud N14B	17,40
Noeud BF6	17,69
Noeud N2	18,31
Noeud N1	13,06
Noeud BP3CEG	12,54
Noeud N14	17,36
Noeud N11	16,74
Noeud N12	16,49
Noeud N13	16,42
Noeud N10	16,67
Noeud NCE1	11,46
Noeud N8	11,38
Noeud BF2	11,24
Noeud N9	6,61
Noeud N7	14,88
Noeud N6	16,90
Noeud N5	16,69
Noeud CE1CSPS	11,46
Noeud BF5	17,38
Noeud N4	21,30
Noeud N3	19,25
Noeud BF3	17,42
Noeud BP2ecole	6,66
Noeud BF4	15,55
Noeud BF11	15,29
Noeud BF1	14,93
Noeud N16	16,30
Noeud N17	17,28
Noeud N18	13,74
Noeud N20	17,10
Noeud N22	12,56
Noeud BF8	12,11
Noeud BF9	18,89

ID Noeud	Pression
BF7	10,81
N21	11,31
BP1	10,40
N19	10,72
N15	15,52
N14B	14,84
BF6	15,04
N2	18,86
N1	13,08
BP3	12,55
N14	15,13
N11	14,69
N12	14,31
N13	14,17
N10	14,64
NCE1	9,62
N8	9,56
BF2	9,43
N9	5,00
N7	13,42
N6	15,55
N5	15,58
CE1	9,59
BF5	15,07
N4	20,68
N3	18,97
BF3	15,86
BP2	5,01
BF4	13,44
BF11	13,01
BF1	12,63
N16	13,51
N17	14,42
N18	10,71
N20	14,17
N22	9,51
BF8	9,00
BF9	18,80

Codage sur Rstudio Pression

The screenshot displays the RStudio interface. The script editor on the left contains the following R code:

```
1 setwd("C:/Users/user/Desktop/21E")
2 donne1 = read.csv2("Rstudio Pression.csv")
3 c1 = cor(donne1)
4 corrrplot::corrplot(c1, method = c("number"),)
5 }library(ggplot2)
6 library(shinny)
7 donne2 = read.csv2("Rstudio Vitesse.csv")
8 c2 = cor(Donne2)
9 corrrplot::corrplot(c2, method = c("number"))
10 install.packages(ggplot2)
11
```

The Environment pane on the right shows the loaded data:

Object	Class	Attributes
c1	num	[1:2, 1:2] 1 0.959 0.959 1
c2	num	[1:2, 1:2] 1 1 1 1
donne1	data.frame	38 obs. of 2 variables
Donné2	data.frame	38 obs. of 2 variables
total_cancer_deaths_by_type	data.frame	38 obs. of 2 variables

The Plots pane at the bottom right shows a heatmap of the correlation matrix for 'Pression.Excel' and 'Pression.Epanet'. The diagonal elements are 1.00, and the off-diagonal correlation is 0.96.

	Pression.Excel	Pression.Epanet
Pression.Excel	1.00	0.96
Pression.Epanet	0.96	1.00

Codage sur Rstudio Vitesse

The screenshot displays the RStudio environment. The top-left pane shows a data table with 21 rows and 2 columns: 'V.calculé' and 'V.simulé'. The values for both columns are identical for each row, ranging from 0.4515980 to 0.8227891. The top-right pane shows the Environment window with a list of objects: 'c1' and 'c2' (numeric vectors), 'donne1' and 'Donné2' (data frames with 38 observations), and 'total_cancer_deaths_by_type' (data frame with 38 observations). The bottom-right pane shows a correlation heatmap (corrplot) with a color scale from -1 to 1. The heatmap shows a 2x2 matrix of correlation coefficients, all of which are 1.00, indicating perfect correlation between the two variables. The labels 'V.calculé' and 'V.simulé' are written vertically in red above the heatmap columns and horizontally in red to the left of the heatmap rows.

	V.calculé	V.simulé
1	0.4515980	0.4515980
2	0.2956951	0.2956951
3	0.4336241	0.4336241
4	0.4435427	0.4435427
5	0.8227891	0.8227891
6	0.8203973	0.8203973
7	0.8163930	0.8163930
8	0.8106996	0.8106996
9	0.4435427	0.4435427
10	0.7529165	0.7529165
11	0.9405874	0.9405874
12	0.4435427	0.4435427
13	0.8181065	0.8181065
14	0.7095749	0.7095749
15	0.3255001	0.3255001
16	0.2956951	0.2956951
17	0.5632375	0.5632375
18	0.4435427	0.4435427
19	0.6319909	0.6319909
20	0.5543199	0.5543199
21	0.4435427	0.4435427

```

> donne1 = read.csv2("Rstudio Pression.csv")
> c1 = cor(donne1)
> corrplot::corrplot(c1, method = c("number"),)
> corrplot::corrplot(c2, method = c("number"))
>
  
```

ANNEXE 4 : CARNET NŒUDS

VILLAGE DE OULLO 1/3				
N° noeuds	SCHEMA	N° NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre	
01		1 Adaptateur à bride DN 160	02	
		2 Adaptateur à bride DN 63	01	
		3 Robinet Vanne à 2 Brides DN 60	01	
		4 Té fte réduit à 3 Brides DN150/60	01	
		5 bloc de butée	01	
		Joint plat de 60	01	
		Boulon 16/80	24	
02		1 Adaptateur à bride DN 110	02	
		2 Adaptateur à bride DN 60	01	
		3 Robinet Vanne à 2 Brides DN 100	01	
		4 Té fonte à 3 Brides DN100	01	
		5 Cône fonte à 3 Brides DN100/60	01	
		6 bloc de butée	01	
		Joint plat de 60	01	
Boulon 16/80	36			
03		1 Adaptateur à bride DN 160	01	
		2 Coude fonte 1/4 à 3 Brides DN 150	01	
		3 bloc de butée	01	
		Boulon 16/80	16	
04		1 Adaptateur à bride DN 160	01	
		2 Adaptateur à bride DN 90	02	
		3 Robinet Vanne à 2 Brides DN 80	02	
		4 Té fonte à 3 Brides DN80	01	
		5 Cône fonte à Brides DN100/80	01	
		6 bloc de butée	01	
		Joint plat de 80	03	
		Boulon 16/80	24	

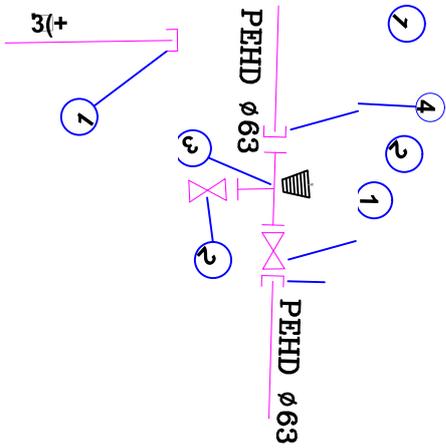
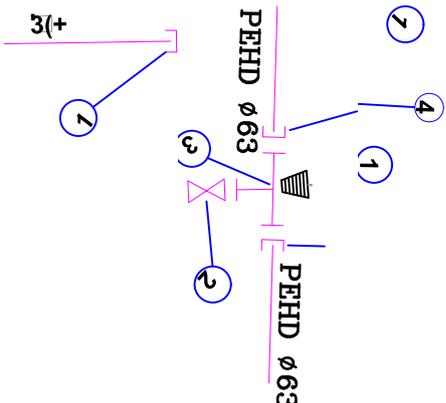
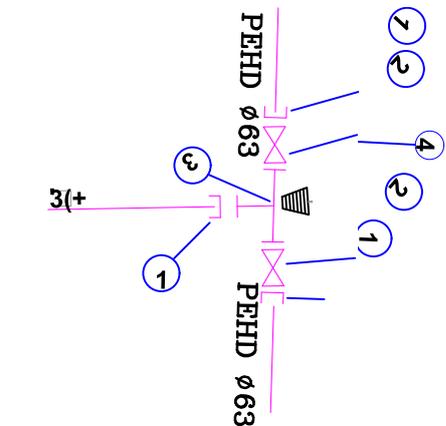
SUITE CARNET DE NŒUDS OULLO

VILLAGE DE OULLO 2/3

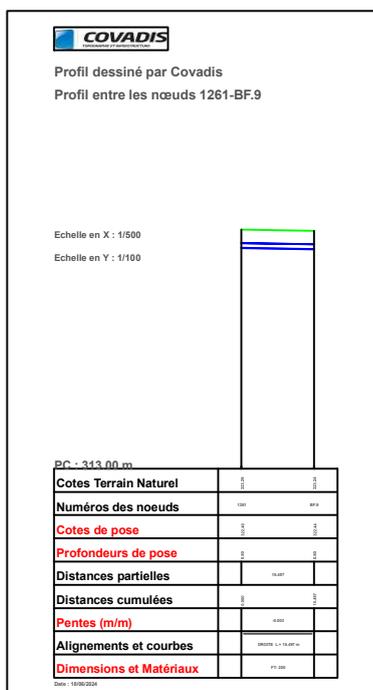
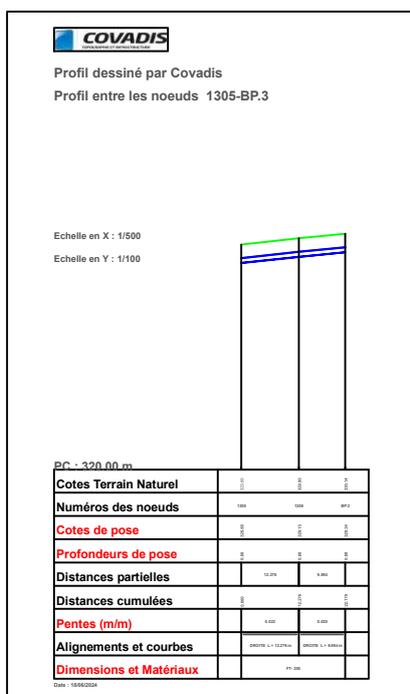
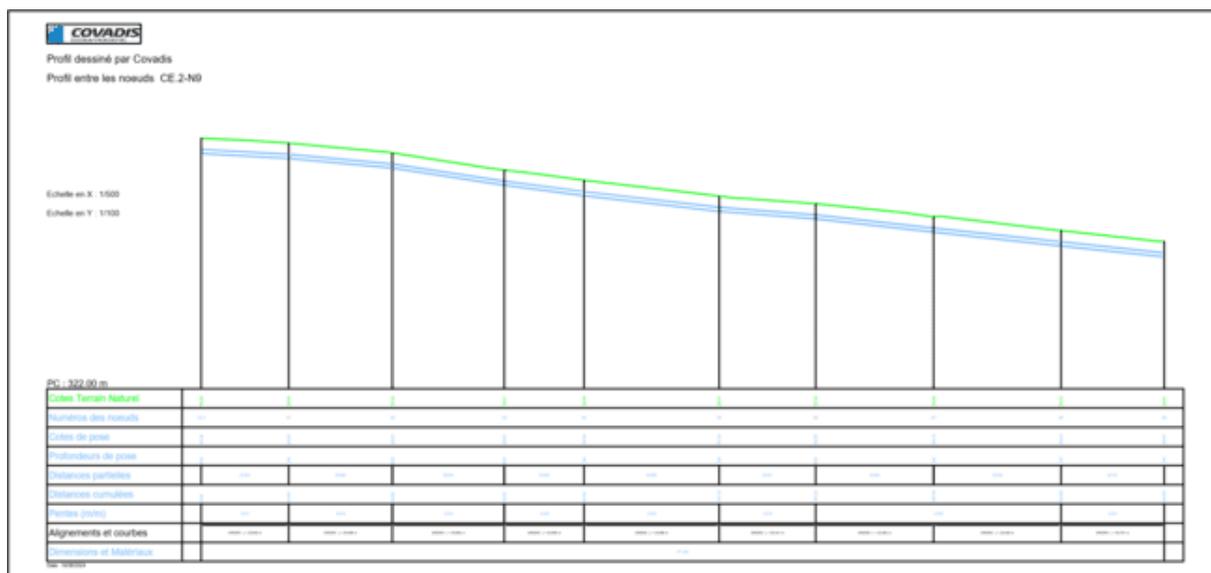
N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
06		1	Adaptateur à bride DN 90	02
		2	Adaptateur à bride DN 63	01
		3	Robinet Vanne à 2 Brides DN 680	01
		4	Té fonte 1/8 à 3 Brides DN 60	01
		5	Cône fonte à 3 Brides DN100/60	01
			bloc de butée	01
			Joint plat de 60	01
			Boulon 16/80	16
08 16		1	Adaptateur à bride DN 63	02
		2	Adaptateur à bride DN 90	01
		3	Robinet Vanne à 2 Brides DN 80	01
		4	Robinet Vanne à 2 Brides DN 60	02
		5	Cône fonte 2 Brides DN80/60	01
		6	Té fonte 1/4 à 3 Brides DN 60	01
		7	bloc de butée	01
			Joint plat de 80	01
			Joint plat de 60	03
			Boulon 16/80	32
09 13 21		1	Adaptateur à bride DN 63	01
		2	Coude fonte 1/4 à 3 Brides DN 60	01
			bloc de butée	01
			Boulon 16/80	08
07 16 17		1	Adaptateur à bride DN 90	01
		2	Coude fonte 1/4 à 3 Brides DN 80	01
		3	bloc de butée	01
			Boulon 16/80	08

SUITE CARNET DE NŒUDS OULLO

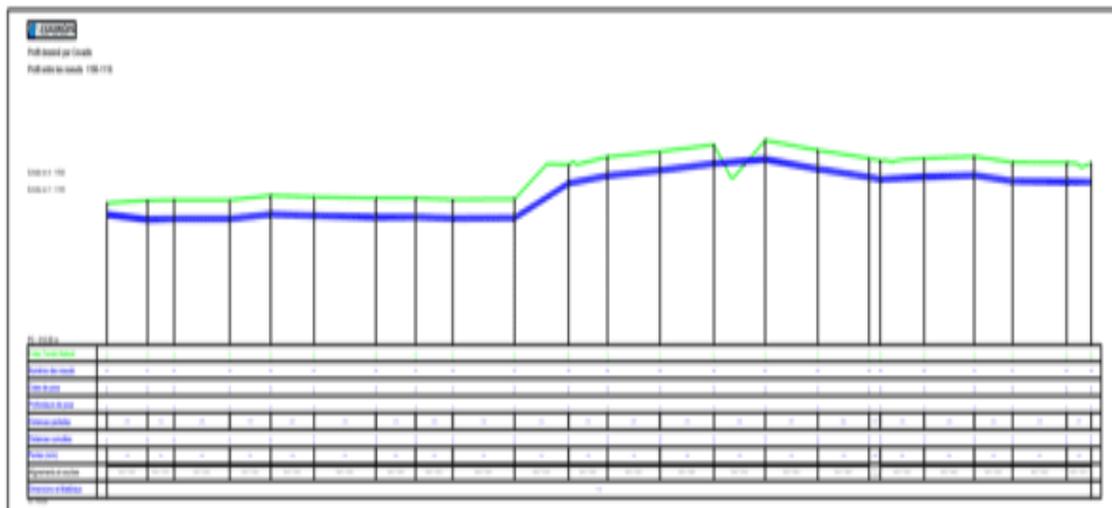
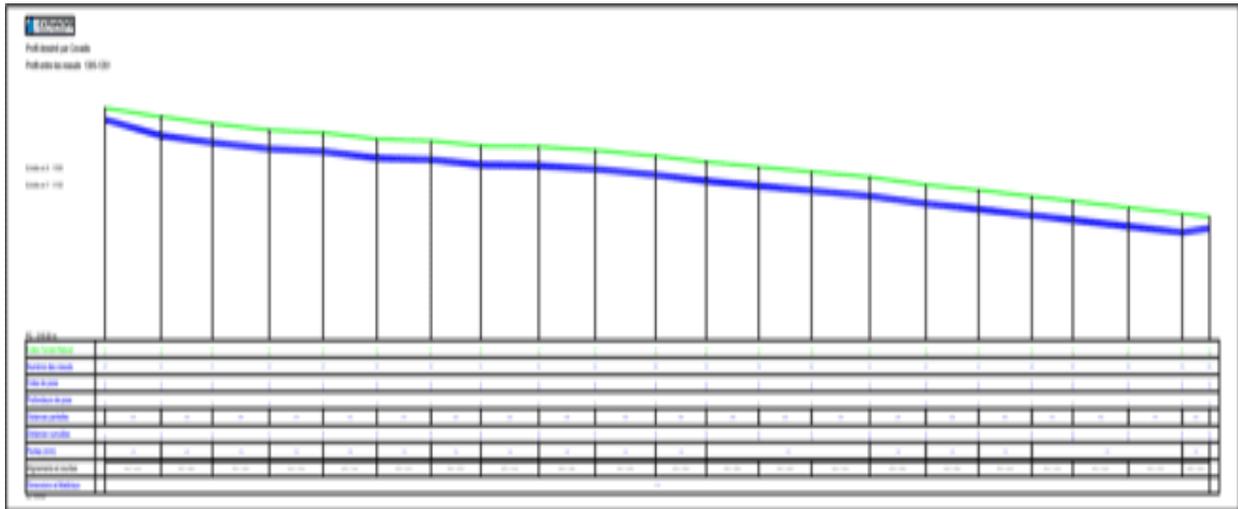
VILLAGE DE OULLO 3/3

N° noeuds	SCHEMA	N°	NOMENCLATURE DES PIECES	Nombre
12 14		1 2 3 4	1 Adaptateur à bride DN 63 2 Robinet Vanne à 2 Brides DN 60 3 Té fonte 1/8 à 3 Brides DN 60 4 bloc de butée Joint plat de 60 Boulon 16/80	03 02 01 01 01 20
10 11 14B 19		1 2 3 4	1 Adaptateur à bride DN 63 2 Robinet Vanne à 2 Brides DN 60 3 Té fonte 1/8 à 3 Brides DN 60 4 bloc de butée Joint plat de 60 Boulon 16/80	03 01 01 01 01 16
20		1 2 3 4	1 Adaptateur à bride DN 63 2 Robinet Vanne à 2 Brides DN 60 3 Té fonte 1/8 à 3 Brides DN 60 4 bloc de butée Joint plat de 60 Boulon 16/80	03 02 01 01 01 20

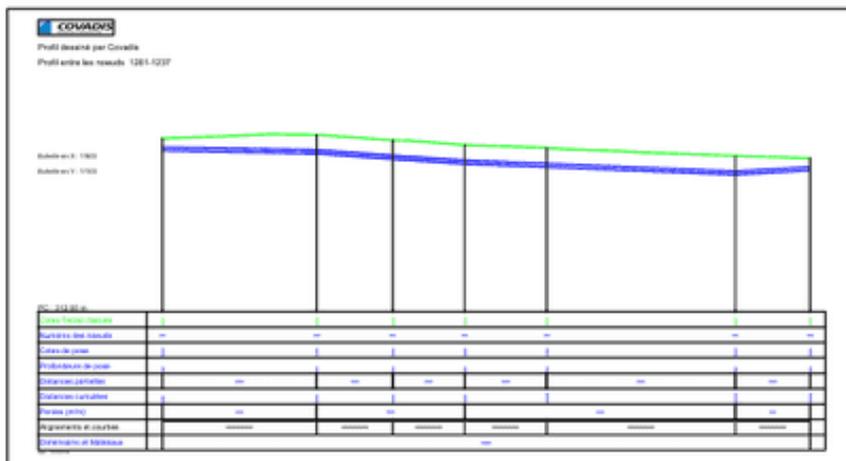
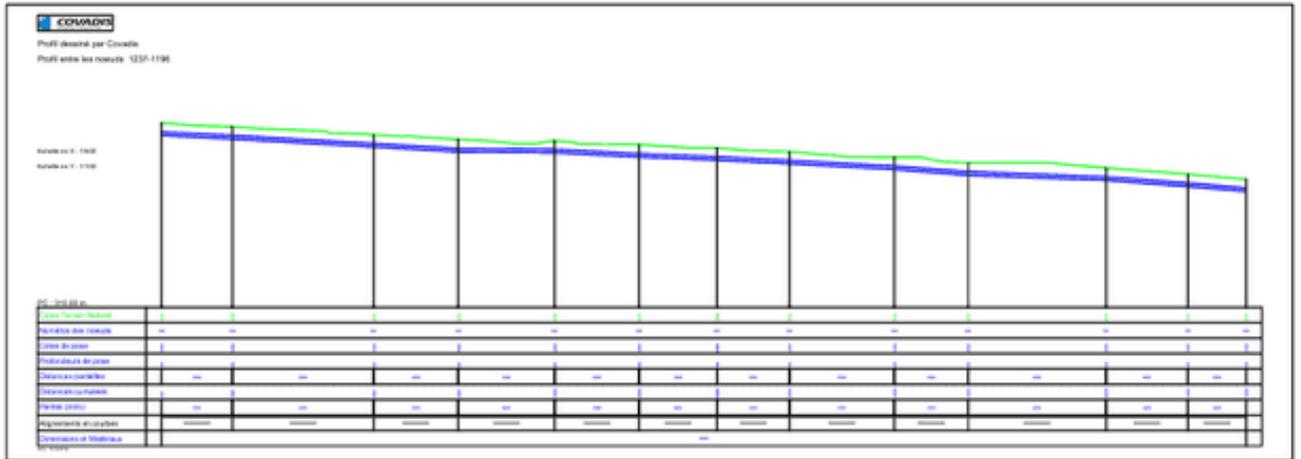
ANNEXE 5 : PROFIL EN LONG OULLO



PROFIL EN LONG OULLO SUITE



PROFIL EN LONG OULLO SUITE



ANNEXE 6 : Etude de prix détaillé (Métré)

Poste N°	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Qté	P.U (FCFA)	P. T (FCFA)
1	BASE DE L'ENTREPRENEUR ET GENERALITES			Total 1	9 100 000
1.1	Installation et Repli de la base de l'Entrepreneur	forfait	1	7 500 000	7 500 000
1.2	Frais de fonctionnement des installations de base	mois	3	300 000	900 000
1.3	Etablissement de dossier d'exécution et plans de recollement de l'ensemble du réseau	u	2	350 000	700 000
2	EXHAURE / REFOULEMENT			Total 2	48 057 553
2.1	EXHAURE			Sous-Total 2.1	3 700 000
2.1	Exécution de forage diamètre minimal 8"		1	1 500 000	1 500 000
2.1.1	Developpement des forages	u	1	300 000	300 000
2.1.2	Pompage d'essai (par palier, longue durée)	u	1	1 250 000	1 250 000
2.1.3	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	u	1	200 000	200 000
2.1.4	Génie civil tête de forage	u	1	450 000	450 000
2.2	POMPE-ELECTRICITE			Sous-Total 2.2	39 694 000
2.2.1	Fourniture, pose, raccordement et mise en service d'un groupe électrogène diésel triphasé à service continu, non insonorisé de 12kVA, 50HZ à démarrage électrique avec possibilité de démarrage par manivelle, y compris pièces de rechange et outillages spécifiques et toutes sujétions	u	1	4 500 000	4 500 000
2.2.2	Fourniture, pose et raccordement d'une cuve journalière de 250 litres équipée de pompe manuelle type JAPPY, y compris toutes sujétions	u	1	850 000	850 000
2.2.3	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris et toutes sujétions	u	1	190 000	190 000
2.2.4	Fourniture et pose d'un extincteur + support de fixation, y compris toutes sujétions.	u	1	200 000	200 000

Etude de prix détaillé (Métré)

2.2.5	Rallonge du tuyau d'échappement hors du local groupe électrogène et calorifugeage, y compris toutes sujétions	u	1	225 000	225 000
2.2.6	Convertisseur C/A triphasé 380V avec recherche de MPPT, y compris toutes sujétions.	ens.	1	3 500 000	3 500 000
2.2.7	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x6mm ² pour raccordement onduleur-inverseur-Groupe Elec et Inverseur-coffret de commande y compris toutes sujétions	u	1	3 500 000	3 500 000
2.2.8	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 4x4mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage à partir de l'armoire électrique, y compris toutes sujétions	ens	1	75 000	75 000
2.2.9	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique à immersion permanente de 4x4 mm ² pour l'alimentation de l'électropompe à partir de la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	ens	1	220 000	220 000
2.2.10	Fourniture, pose et raccordement d'un câble électrique U1000 R02V de 3x1,5mm ² pour l'asservissement surpression de l'électropompe du pressostat à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	m	100	4 200	420 000
2.2.11	Fourniture, pose et raccordement des câbles d'électrodes de niveau à immersion permanente de 1x1,5mm ² des électrodes dans le forage à la boîte de raccordement dans l'abri tête de forage, y compris toutes sujétions	m	60	1 400	84 000
2.2.12	Fourniture et pose d'une boîte de raccordement pour le raccordement de l'électropompe au câble de puissance, y compris toutes sujétions	m	120	3 000	360 000
2.2.13	Fourniture, pose et raccordement d'un coffret étanche équipée de bornes de jonction pour le raccordement des câbles dans l'abri de la tête de forage câble de 4x2,5 mm ² , y compris toutes sujétions	u	1	35 000	35 000

Etude de prix détaillé (Métré)

Modèles d'attichage	Atticher	Zoom	Fenetre		
2.2.14	Fourniture, pose et raccordement de sonde de détection de niveau, y compris toutes sujétions	u	1	250 000	250 000
2.2.15	Fourniture, pose et raccordement d'électropompes immergées de 15 m ³ /h HMT 60 m y compris câble de sécurité en acier inoxydable et toutes sujétions	u	1	4 200 000	4 200 000
	Fourniture et pose d'une station solaire (sans charpente métallique) de 10kW, y compris pièces de rechange et outillages spécifiques, y compris toutes sujétions.	ens	1	13 000 000	13 000 000
	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique 2 x 10 mm ² enterré entre la boîte de dérivation des panneaux PV et le convertisseur, y compris toutes sujétions.	m	50	6 000	300 000
2.2.16	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, y compris toutes sujétions	u	1	4 000 000	4 000 000
2.2.17	Fourniture, pose et raccordement d'un avertisseur sonore, y compris toutes sujétions	u	1	1 800 000	1 800 000
2.2.18	Puits de terre équipé et mise à la terre des masses des équipements électriques des locaux, y compris toutes sujétions	u	1	200 000	200 000
2.2.19	Fourniture, pose et réglage d'un robinet flotteur sur le château d'eau pour le contrôle de la surpression, y compris toutes sujétions	u	1	225 000	225 000
2.2.20	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression (de classe 0/16 bars), y compris toutes sujétions	u	1	985 000	985 000
2.2.22	Fourniture, pose et raccordement de câble électrique U1000 R02V de 2x16mm ² enterré sous PVC et signalé par grillage avertisseur pour l'alimentation du convertisseur à partir de la boîte de raccordement des plaques solaires, y compris toute sujétion	ens.	1	150 000	150 000

Étude de prix détaillé (Métré)

2.2.23	Installation électrique d'éclairage, câbles et canalisations, prises, réglettes, y compris toutes sujétions	ens	1	200 000	200 000
2.2.24	Fourniture et pose d'un inverseur de source solaire/GE, y compris toutes sujétions.	ens.	1	225 000	225 000
2.3	TUYAUTERIES ET DIVERS			Sous-Total 2.3	4 663 553
2.3.1	Fourniture et installation de pièces conformes au plan pour l'équipement de la tête de forage: tuyau PVC, Clapet anti retour, y compris raccords à la pompe et au réseau de tuyaux PVC,...	ens	1	1 000 000	1 000 000
2.3.2	Excavation et remblai pour pose de tuyau PVC De 90 mm tout terrain confondu	m	623,11	2 500	1 557 775
2.3.3	Excavation et remblai pour pose de tuyau PVC De 160 mm tout terrain confondu	m	0	3 000	0
2.3.4	Fourniture et pose de tuyau PVC De 90 PN 16, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	0	6 000	0
	PVC		6 90	623,1108	
2.3.6	Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement (coudes, ...)	ens	1	350 000	350 000
2.3.7	Mise en place de bornes de repérage des conduites	u	30	40 000	1 200 000
2.3.8	Essais de pression	m	623	150	93 467
2.3.9	Mise en place de butées en béton	m ³	5	80 000	400 000
2.3.10	Rinçage et désinfection.	m	623	100	62 311
	PVC		6 Total	623,8783	
3	CHÂTEAU D'EAU DE 100 m³, hfc= 10m			Total 3	46 450 000
3.1	Études géotechniques	ff	1	500 000	500 000
3.2	Fabrication et pose de la cuve métallique + tour, toutes sujétions comprises (équipements de robinetterie intérieurs: crépines; et extérieurs : clapet anti retour, robinet vanne; échelle de lecture, peinture anti rouille et peinture alimentaire intérieure, peinture extérieure, désinfection, divers.).	ens	1	45 000 000	45 000 000

Etude de prix détaillé (Métré)

3.3	Clôture grillagée de 2 m de haut, de 10 m x 10 m avec une porte grillagée fermant à clé, selon plan joint.	m	30	5 000	150 000
3.4	Construction d'un regard au pied du château.	u	1	200 000	200 000
3.5	Equipement complet regard By-pass <i>Adduction/Distribution</i> (Compteur, vanne, Clapet anti retour, pièces et raccords en fonte ductile)	u	1	600 000	600 000
4	RESEAU DE DISTRIBUTION			Total 4	39 913 177
4.1	Tuyauterie			Sous-Total 4.1	30 513 177
4.1.1	Fourniture et pose de tuyau PVC De 200 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	808	8 000	6 461 680
4.1.2	Fourniture et pose de tuyau PVC De 140 PN 6, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	1436,82	6 500	9 339 330
4.1.3	Fourniture et pose de tuyau PVC De 110 PN 6, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	25	6 000	150 000
4.1.4	Fourniture et pose de tuyau PVC De 75 PN 6, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	85	3 500	297 500
4.1.5	Fourniture et pose de tuyau PVC De 63 PN 10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	m	1074	2 750	2 954 243
4.1.6	Fourniture et pose de tube en fonte DN 150 pour fourreautage de conduites PVC De 90 PN10, d'éléments d'ancrage à la traversée de ravine, y compris toutes sujétions.	m	4	12 500	50 000
4.1.7	Fourniture et pose de tube en fonte DN 125 pour fourreautage de conduite PVC De 63 PN10, d'éléments d'ancrage à la traversée de ravine, y compris toutes sujétions.	ml	10	9 000	90 000
4.1.8	Fourniture et pose d'enrochement pour protection de conduite PVC De 63 PN6 à la traversée d'une ravine, y compris toutes sujétions.	m ²	15	15 000	225 000
4.1.9	Fourniture et pose d'enrochement pour protection de conduite PVC De 140 PN10 à la traversée d'une ravine, y compris toutes sujétions.	m ²	10	15 000	150 000
4.1.10	Essais de pression, y compris toutes sujétions	m	1 074	125	134 284

Etude de prix détaillé (Métré)

4.1.11	Rinçage et Désinfection, y compris toutes sujétions	m	1 074	150	161 141
4.1.12	Fourniture et pose d'équipement de robinetterie vanne, y compris toutes sujétions :			sous Total 4.1	5 250 000
4.1.12.1	Compteur volumétrique DN 75	u	1	300 000	300 000
4.1.13.2	Vannes de sectionnement DN 75	u	8	100 000	800 000
4.1.13.3	Vannes de sectionnement DN 50	u	13	100 000	1 300 000
4.1.13.4	Equipment complet regard By-pass	ens	1	900 000	900 000
4.1.13.5	Equipment complet vidange	ens	1	500 000	500 000
4.1.13.6	Equipment complet ventouse	ens	1	500 000	500 000
4.1.13.7	Fourniture et pose de pièces spéciales (coudes, té,...)	ens	1	500 000	500 000
4.1.13.8	Construction de chambre (vidange, ventouse...), y compris toutes sujétions	u	1	450 000	450 000
4.2	Bornes fontaines (BF) et branchements particulier (BP)			Sous-Total 4.2	9 400 000
4.2.1	Génie Civil de BF, y compris toutes sujétions conformément au plan fourni	u	9	600 000	5 400 000
4.2.2	Fourniture et pose de pièces de robinetterie et de raccordement de BF (collier de prise, réduction, robinet d'arrêt bouche à clé, adaptateur galva/PVC, tuyauteries galva, robinet-vanne, compteur, robinets de puisage, etc...).	u	10	250 000	2 500 000
4.2.3	Génie Civil et raccordement de BP (branchement situés à moins de 50m du réseau selon les normes appliquées par l'ONEA et composé entre autres : lyre, compteur, tuyau pehd 40, collier de prise en charge, etc.), y compris toutes sujétions.	u	6	250 000	1 500 000
5	CONSTRUCTION DES LOCAUX DIVERS ET SYSTÈME D'ECLAIRAGE			Total 5	24 600 000
5.1	Construction du local groupe électrogène pouvant contenir le groupe électrogène, l'extincteur et l'armoire électrique y compris les installations électriques intérieures et toutes sujétions.	u	1	1 500 000	1 500 000

Etude de prix détaillé (Métré)

5.2	Construction du local Bureau/magasin, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification du local, y compris toutes sujétions.	u	1	3 500 000	3 500 000
5.3	Aménagement d'une clôture (3mètresx3mètres et 2 mètres de hauteur) grillagée pour la tête de forage uniquement, avec un portail grillagé y compris toutes sujétions.	ens	1	800 000	800 000
5.4	Construction d'un ensemble Latrine VIP-douche, avec un regard et un puisard, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification, y compris toutes sujétions	ens	1	2 000 000	2 000 000
5.5	Aménagement d'une clôture (15mx20m) en maçonnerie d'agglos creux pour l'ensemble des locaux (tête de forage, local bureau/magasin, local groupe électrogène, station solaire et latrine VIP et douche), avec un portail à deux battants et un portillon, y compris une longrine et toutes sujétions.	ens	1	3 200 000	3 200 000
5.6	Aménagement d'une station photo - voltaïque (charpente métallique composée de : portiques en tube carré (70x70x5) galva et pannes en Z (H:60; B _d :30; B _g :32; C:15; épaisseur : 3mm) galva et accessoires), avec une hauteur minimale de 2,50mètres, y compris toutes sujétions.	ens	1	2 200 000	2 200 000
5.7	Construction d'un local de dosage en chlore, fourniture et pose des accessoires, appareillages électriques (fileries, lampes, interrupteurs, prises, etc.) pour électrification du local, fourniture et pose de dispositif de mise en hauteur du bac mélangeur et du bac supportant la pompe doseuse (voir dossier plan), y compris toutes sujétions.	u	1	8 000 000	8 000 000

Etude de prix détaillé (Métré) Fin

5.8	Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 2 panneaux solaires de 50 W _c , y compris deux batteries de 12 volts et un système de convertisseur) de l'ensemble des locaux sauf le local dosage en chlore, y compris la cour et toutes sujétions	ens.	1	1 400 000	1 400 000
5.9	Système d'éclairage (fourniture et pose de filerie, appareillage d'éclairage, 4 panneaux solaires de 250 W _c chacun, y compris un système de convertisseur) pour le local de dosage en chlore, y compris toutes sujétions	ens.	1	2 000 000	2 000 000
TOTAL HORS TVA					168 120 729
TVA(18%)					30 261 731
TOTAL TTC					198 382 461

ANNEXE 7 : Château d'eau en ferrailage métallique

