



**CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE SIMPLIFIE (AEPS) DE LA
LOCALITE DE BOULSIN AU BURKINA FASO**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

OPTION : Infrastructures et Réseaux Hydrauliques

Présenté et soutenu publiquement le 30/06/2016 par

Désirée SOUBEIGA

Travaux dirigés par :

Mr Bèga OUEDRAOGO (Enseignant AEP et Pompes, Stations de Pompage, 2iE)

Mr Issaka CONGO (Ingénieur en Génie Civil, Chef du département Infrastructure, AC3E)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dial NIANG

Membres et correcteurs : Moussa OUEDRAOGO
Roland YONABA
Bèga OUEDRAOGO

Promotion [2014-2015]

DEDICACES

Nous voudrions dédier ce travail,

Au Seigneur Dieu pour sa grâce et sa présence dans notre vie.

A mes parents ; Jean et Odile SOUBEIGA pour leur amour et surtout pour tous les efforts consentis pour que nous réussissions. Puissiez-vous recevoir à travers ce modeste travail une part de la satisfaction de vos efforts dévoués.

A mes frères pour leur affection et surtout pour toutes leurs délicates attentions. Tout en espérant être un modèle pour vous ; nous voudrions que ce travail vous inspire à œuvrer davantage à l’école afin de le surpasser.

A mes tantes et oncles pour toutes les marques d’attention et d’amour qui nous ont été d’un grand soutien et réconfort. Nous espérons à travers ce travail vous rendre fiers de nous.

A tous les amis qui ont toujours été à nos côtés et à notre écoute ; plus qu’une famille vous êtes. Recevez nos salutations les plus sincères.

REMERCIEMENTS

Ce travail s'est déroulé au bureau d'étude AC3E. Il est le résultat d'une entière collaboration et implication de tous les travailleurs. Ainsi nous voudrions leur adresser nos salutations et remerciements.

Nous tenons à remercier en particulier :

Mr OUEDRAOGO Adama, Ingénieur du Génie Rural, Directeur de l'Agence Conseils pour l'Équipement, l'Eau et l'Environnement (AC3E), qui a accepté nous accueillir au sein de sa structure ;

A tous les travailleurs du bureau pour les enseignements, conseils, soutiens et encouragements qui nous ont facilité l'apprentissage et l'insertion dans ce milieu.

Outre le bureau AC3E, nous tenons à remercier :

Mr OUEDRAOGO Bèga qui nous a encadré tout au long de cette étude, pour sa disponibilité et surtout pour l'enseignement reçu.

A tous nos camarades stagiaires ; leur fraternelle collaboration nous a été d'un grand soutien et réconfort.

Aussi merci aux professeurs, à l'administration du 2IE ; et surtout à toute la promotion Master2 IRH 2014-2015.

RESUME

Le village de Boulsin situé dans la commune de Tanghin-Dassouri dans la région du Centre au Burkina Faso connaît des difficultés d’accès à l’eau potable. Les ressources en eau actuelles de la localité assurent une desserte en eau de 72 %. En effet les ressources en eau du village ne sont pas de quantité suffisante et connaissent une mauvaise répartition spatiale. C’est dans ce contexte que la Direction Régionale de l’Agriculture des Ressources Hydrauliques, de l’Assainissement et de la Sécurité Alimentaire du Centre a décidé de la réalisation d’un système AEPS à Boulsin. La présente étude a pour objet de concevoir un système d’approvisionnement en eau composé d’un château d’eau desservant des bornes fontaines à partir de canalisations, AEPS dans le village. Le système fonctionnera grâce à l’énergie thermique. Ainsi pour une population de 4000 habitants en 2025, nous avons évalué les besoins en eau à 80 m³/j pour un débit de pointe horaire de 5,35 l/s. Un réservoir de 20 m³ sera mis en place pour stocker l’eau. L’eau sera redistribuée à travers des conduites en PVC, PN10 de 90 à 63 mm à la population au niveau de 4 Bornes Fontaines. L’AEPS sera approvisionné en eau grâce à un forage de 5,5 m³/h et une pompe de marque SP5A-21 assurera le pompage. L’eau sera traitée aux galets de chlore. Le coût de réalisation des travaux s’élève à la somme de **81 315 746 FCFA** ; pour un prix du mètre cube d’eau de **260 FCFA**.

Mots Clés :

-
- 1 – Adduction en Eau Potable Simplifiée
 - 2 - Boulsin
 - 3 - Conception
 - 4 - Dimensionnement
 - 5 – Eau Potable

ABSTRACT

The village of Boulsin placed in the Commune of Tanghin-Dassouri in the centric region in Burkina Faso knows difficulties of acces to the drinking-water. Resources in current water of the locality make firm a service in water of 72 %. Indeed resources in water of the village are not of sufficient quantity and know a bad spatial distribution. It's in this context that the Regional Direction of the Agriculture Hydraulic Resources, of the Cleansing and of the Nutritious centric Security has decided of the application of a system AEPS to Boulsin. The present work has for object to conceive a system of provision in water composed of a water tower going against some boundary-marks fountains from pipelines, AEPS in the village. The system will function thanks to the thermal energy. So for a population of 4000 settlers in 2025, we have valued needs in water of this population to 80 ms³/js for a busy horary delivery of 5.35 s/l. A reservoir of 20 ms³ will be put in place to stock waterworks. The water will be redeployed through leaderships in PVC, PN10 from 90 to 63 mm to the population up to 4 Street-fountains. The AEPS will be to supply in water thanks to a borehole of 5.5 ms³/hs and pumped by the aid of a pump of star SP5A-21. The water will be treated to pastilles of chlorine. The costs estimation of working out of project amount to the sum of **81 315 746** FCFA; for a value of the metre cubes of water of **260** FCFA.

Key words:

-
- 1 – Adduction in Simplified drinking-water
 - 2 - Boulsin
 - 3 - Conception
 - 4 - Dimensionnement
 - 5 - Drinking-water

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP	Approvisionnement en Eau Potable
AEPS	Approvisionnement en Eau Potable Simplifiée
AUE	Association des Usagers de l'Eau
BF	Borne Fontaine
CSPS	Centre de Santé et de Promotion Sociale
CVD	Comité Villageois de Développement
HMT	Hauteur Manométrique Totale
INSD	Institut National des Statistiques et de la Démographie
ONEA	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PMH	Pompe à Motricité Humaine
PN-AEPA	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SAWES	Sahelian Agency for Water and Sanitation
TDR	Termes De Référence
TN	Terrain Naturel

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME.....	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
TABLE DES MATIERES	VI
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	X
AVANT-PROPOS.....	XI
I. INTRODUCTION	1
II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D’ETUDE.....	2
II.1 Contexte d’étude et problématique	2
II.2 Objectifs et résultats attendus de l’étude	3
II.2.1 Objectif global	3
II.2.2 Objectifs spécifiques	3
II.2.3 Résultats attendus	3
III. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE.....	4
III.1 Localisation de la zone d’étude	4
III.2 Caractéristiques du milieu physique.....	7
III.2.1 Le climat et la température	7
III.2.2 Le relief et les sols	7
III.2.3 La végétation	8
III.3 Les données démographiques	8
III.3.1 Caractéristiques humaines	8
III.3.2 Activités socio-économiques	9
III.4 Infrastructures existantes	10
IV. MATERIELS ET METHODES	11
IV.1 Méthodologie de travail	11
IV.1.1 La collecte et l’analyse des données	11
IV.1.2 Visite de terrain	14
IV.1.3 L’analyse des études topographiques et géophysiques	15
IV.1.4 Conception et dimensionnement du Réseau.....	17
IV.1.5 Rédaction du mémoire	18
IV.2 Hypothèses de calcul	19
IV.2.1 Consommation spécifique	19

IV.2.2 Taux de desserte	19
IV.2.3 La fréquence d’approvisionnement au niveau des forages équipés de PMH	20
IV.2.4 Le coefficient de pointe journalière	21
IV.2.5 Le coefficient de pointe horaire	21
IV.2.6 Le pourcentage de pertes totales	21
IV.2.7 Vitesse et pression.....	21
IV.2.8 Les pertes de charges.....	22
V. EVALUATION DES BESOINS/DEMANDES EN EAU EN 2025	23
V.1 Evaluation des consommateurs en 2025	23
V.2 Le besoin en eau journalier.....	23
V.3 Calcul du besoin de production du jour de pointe	24
VI.4 Calcul du débit de pointe horaire	24
V.5 Calcul de la production journalière du forage	25
V.6 Le nombre de forage	26
VI. RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU	27
VI.1 Résultat du dimensionnement du château d’eau	27
VI.1.1 Le type	27
VI.1.2 Le Volume	27
VI.1.3 Le calage	28
VI.2 Résultat du dimensionnement du réseau de refoulement	29
VI.2.1 La conduite de refoulement	29
VI.2.2 La station de pompage.....	31
VI.3 Résultat du dimensionnement du réseau de distribution.....	35
VI.3.1 Les points de distribution	35
VI.3.2 Dimensionnement de la BF	36
VI.3.3 Les conduites de distribution.....	36
VII. OUVRAGES ANNEXES	41
VII.1 Les ventouses	41
VII.2 Les vidanges.....	41
VII.3 Les vannes de sectionnement	41
VII.4 Les puisards	42
VII.5 Les équipements annexes.....	42
VIII. TRAITEMENT DE L’EAU	43
IX. GESTION ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS	44
IX.1 Diagnostic de la situation de la gestion actuelle	44
IX.2 Proposition d’un mode de gestion adaptée.....	45

IX.3 La motivation et la volonté à payer des futurs usagers	46
IX.4. La capacité à payer des populations	47
X. ESTIMATION DES INVESTISSEMENTS	48
X.1 Avant-métré des travaux.....	48
X.1.1 Mode de pose des canalisations	48
X.1.2 Dimensions des fouilles	48
X.2 Coût des installations	50
X.3 Détermination du prix de l’eau.....	50
XI. ENVIRONNEMENT	53
XI.1 Proposition d’une notice d’impact environnementale.....	53
XI.1.1 Sur le plan socio-économique et culturel	53
XI.1.2 Sur le plan environnemental.....	53
XI.2 Proposition des mesures d’atténuations	54
XII. CONCLUSION	55
XIII. RECOMMANDATIONS	56
XIV. BIBLIOGRAPHIE.....	57
XV. ANNEXES	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Présentation des quartiers de Boulsin.....	4
Tableau 2 : Répartition de la population de Boulsin selon le sexe.....	8
Tableau 3 : Calcul du taux d’accroissement.....	12
Tableau 4 : Evolution démographique de Boulsin pour 2015, 2020, 2025.....	12
Tableau 5 : Situation des infrastructures hydrauliques.....	13
Tableau 6 : Caractéristiques du forage.....	14
Tableau 7 : Tableaux montrant les besoins de la population.....	25
Tableau 8 : quelques valeurs pratiques de capacité de réservoir (statistique de centres d’AEP)	27
Tableau 9 : Dimension du réservoir.....	28
Tableau 10 : Caractéristiques du château d’eau.....	29
Tableau 11 : Calcul du diamètre de la conduite de refoulement.....	30
Tableau 12 : Caractéristiques de la conduite de refoulement.....	31
Tableau 13 : Calcul de la hauteur géométrique.....	32
Tableau 14 : Caractéristique de la pompe SP5-21.....	34
Tableau 15 : récapitulatif du calcul de la puissance absorbée et la puissance du groupe électro gène.....	35
Tableau 16 : Lieux d’implantation des BF.....	36
Tableau 17 : Diamètre des conduites du réseau de distribution.....	37
Tableau 18 : Calcul du réseau de distribution.....	40
Tableau 19 : détermination de la quantité de galets à consommer.....	43
Tableau 20 : Calcul des profondeurs de fouilles.....	48
Tableau 21 : Calcul des largeurs de fouilles.....	49
Tableau 22 : Métré des fouilles.....	49
Tableau 23 : Calcul des charges dues aux personnels.....	51
Tableau 24 : Calcul des charges d’exploitation.....	51
Tableau 25 : Calcul des dotations aux amortissements.....	52
Tableau 26 : calcul du prix du mètre cube d’eau.....	52

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de situation de la localité de Boulsin	5
Figure 2 : Localité de BOULSIN	6
Figure 3 : Tracé de masse et tracé du réseau	16
Figure 4 : Caractéristique de la pompe	67
Figure 5 : Photo de la pompe	67
Figure 6: courbe caractéristique de la pompe	68
Figure 7 :point de fonctionnement de la pompe	68
Figure 8: courbe moteur de la pompe	69

AVANT-PROPOS

La présente étude a été effectuée au sein de l’Agence Conseils pour l’Equipement, l’Eau et l’Environnement (AC3E). Il s’agit d’un cabinet d’études en ingénierie créé en 1996 et domicilié à Ouagadougou au Burkina Faso. AC3E couvre les prestations de service telles que les études, la formation et l’assistance aux maîtres d’ouvrages. Le cabinet intervient dans plusieurs domaines dont : l’Approvisionnement en Eau Potable et l’Assainissement (AEPA), le génie civil et les aménagements hydro-agricole.

L’étude suivante fait suite à l’appel d’offre lancé par le Secrétaire général de la Région du Centre, Président de la commission d’attribution des marchés. En effet le Burkina Faso a obtenu de ses bailleurs de fonds du PN-AEPA à l’horizon 2015, un don pour financer les activités du secteur de l’Eau potable et de l’Assainissement. Il est prévu qu’une partie des sommes accordées soit utilisée pour effectuer les paiements prévus au titre de travaux de réalisation de système de distribution d’eau potable. C’est dans ce cadre que la Direction Régionale de l’Agriculture des Ressources Hydrauliques, de l’Assainissement et de la Sécurité Alimentaire (DRARHASA) du Centre en tant que maître d’ouvrage a recruté le bureau AC3E en tant que maître d’œuvre qui sera chargé de l’étude.

Les travaux dont il est question s’exécutent en deux lots : un pour la Réalisation d’un AEPS à Kalzi (commune de Komsilga) et un autre pour la Réalisation d’un AEPS à Boulsin (commune de Tanghin-Dassouri). Le délai d’exécution est de cent cinq (105) jours pour chaque lot. Le second lot faisant l’objet de cette étude, a été attribué au bureau AC3E avec un coût estimatif des travaux de réalisation s’élevant à **81 315 746 FCFA**.

I. INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays situé au cœur de l'Afrique Occidentale, dans la boucle du Niger. Le pays est enclavé et sahélien avec des ressources limitées notamment les ressources en eau ; d'où des difficultés en matière d'approvisionnement en eau potable.

L'eau est indispensable à la vie et est à nos jours l'aliment le plus utilisé au monde ; mais elle demeure rare et inaccessible à toutes les collectivités. En effet, les populations vivant en zones rurales sont le plus souvent dépourvues d'eau potable. C'est face à cette situation que le gouvernement du Burkina Faso a élaboré et mis en œuvre le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement (PN-AEPA). Adopté en 2006, le PN-AEPA constitue désormais le cadre de référence de toutes les interventions en matière d'AEPA en milieu urbain ou rural tout en permettant de viser les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) dans ce secteur.

C'est dans ce cadre que le gouvernement à travers la Direction Régionale de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire (DRARHASA) du Centre a décidé de la réalisation des systèmes AEPS, d'extension des systèmes déjà existants ou de la mise en marche de ceux qui ne fonctionnent pas ou qui fonctionnent mal. Ce qui permettra de résoudre les problèmes d'approvisionnement en eau et surtout d'atteindre les OMD.

C'est dans ce contexte que la localité de Boulsin située dans la région du Centre va bénéficier d'un système AEPS. En effet Boulsin connaît des difficultés d'accès à l'eau potable liées notamment à une faible couverture de ses besoins en eau ; avec un taux de desserte de 57% en 2015 contre 80%, objectif du PN-AEPA pour 2015. Aussi, le village ne dispose pas d'équipements adéquats lui permettant de disposer d'une eau potable en quantité ni en qualité. C'est fort de ce constat que la présente étude technique de l'approvisionnement en eau potable simplifiée de la localité de Boulsin dans la commune de Tanghin Dassouri, province du Kadiogo est réalisée.

L'étude de ce projet vise à évaluer les besoins en eau de la population, concevoir le système AEPS, à élaborer les plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages, équipements et réseaux hydrauliques constitutifs de l'AEPS, à évaluer le coût de réalisation des travaux et à proposer une politique efficace de gestion du service d'eau.

II. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDE

II.1 Contexte d'étude et problématique

La majeure partie des localités du Burkina Faso, pays sahélien, connaissent des difficultés d'accès à l'eau potable. La ressource en eau souterraine étant la principale source d'approvisionnement en eau potable en milieu rural avec les puits protégés et les forages équipés de PMH répandus dans tout le pays. Tel est l'exemple du village de Boulsin dont les points d'eau font état de huit (08) forages communautaires. Ces forages permettent d'assurer une desserte en eau de 72%, d'où le ratio de couverture des besoins en eau potable est d'un point d'eau pour 452 habitants. Ce qui est au-dessus de la norme nationale avec un point d'eau pour 300 habitants (PN-AEPA, 2015). Même si l'on ajoute les 2 puits à grand diamètre du village, on se retrouve toujours avec un point d'eau pour 328 habitants. La distance moyenne entre ces PMH et les habitations est de 500 m environ; ce qui représente une grande distance à parcourir pour la recherche de l'eau. Cette situation favorise le recours aux puits traditionnels, très présents dans certains ménages du village avec des risques pour la santé des populations. Certains des forages existants sont de faible débit et n'arrivent pas à satisfaire les besoins en eau. Tout ceci montre que les ressources en eau actuelles de Boulsin ne combleront pas les besoins en eau des populations d'où des pénuries continues d'eau.

Avec une population de 3885 habitants, la demande en eau actuelle de Boulsin est évaluée à 80 m³/j. Les PMH permettent de disposer de 56 m³/j. Ce qui donne un manque à gagner de 24 m³/j. Une PMH permet d'offrir un débit minimum de 0,7 m³/h. Pour combler le déficit, il convient de réaliser 4 nouveaux forages entraînant une dispersion de points d'eau type PMH dans le village. Un système AEPS permet d'offrir une eau de meilleure qualité, de quantité suffisante, de moindre coût et surtout diminuera le temps de la corvée d'eau. De ce fait l'AEPS devient plus avantageux par rapport aux PMH car il résorbera de façon efficiente les problèmes d'eau. Aussi, l'AEPS permet une centralisation et une optimisation de la gestion. C'est dans le but d'assurer un approvisionnement continu en eau, qu'il a alors été envisagé la mise en place d'un AEPS à Boulsin.

II.2 Objectifs et résultats attendus de l'étude

II.2.1 Objectif global

L'objectif global de l'étude est d'améliorer le niveau de couverture des besoins en eau potable des populations par une fourniture de meilleurs services d'approvisionnement en eau potable à travers la réalisation d'un AEPS à Boulsin.

II.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de cette étude sont :

- ✚ Faire un état des lieux des infrastructures de service d'eau à Boulsin,
- ✚ Concevoir le système AEPS,
- ✚ Evaluer le coût de l'eau associé à un schéma de gestion de l'AEPS,
- ✚ Déterminer et de dimensionner le système permettant de satisfaire les besoins en eau potable pour le village.

II.2.3 Résultats attendus

Le résultat fondamental attendu de cette étude est d'assurer l'approvisionnement en eau potable aux habitants de Boulsin. Cela passe par :

- ✚ Le diagnostic des installations existantes,
- ✚ L'évaluation des besoins de la population à l'horizon du projet,
- ✚ Le dimensionnement de la station de pompage,
- ✚ Le dimensionnement du réseau de refoulement et de distribution de l'eau,
- ✚ Le traitement de l'eau,
- ✚ L'estimation des investissements et du prix du mètre cube d'eau,
- ✚ La fourniture d'un document d'études en vue de la réalisation de l'AEPS,
- ✚ La proposition d'une politique efficace de gestion du service d'eau,
- ✚ L'état de l'organisation de la maintenance,
- ✚ L'étude des conditions de la fourniture d'eau (prix de vente, réaction des populations)

III. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE

III.1 Localisation de la zone d’étude

La présente étude est menée dans la localité de Boulsin, village situé dans la commune de Tanghin Dassouri, dans la province du Kadiogo. Le village est situé dans la région du Centre à environ 18 Km à l’Ouest de Tanghin Dassouri, chef-lieu de la commune. Par rapport à Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso, il serait à l’Ouest à environ 40 kilomètres. Boulsin est limité :

- A l’Ouest par Zigo Sourgoubila
- Au Nord-Ouest par Kari
- Au Nord par Ouansao
- Au Sud par Lao Sourgoubila

Le village de Boulsin est composé de quatre (04) quartiers dispersés et distants du centre de un (01) km à trois (03) km comme présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Présentation des quartiers de Boulsin

Quartiers	Distance par rapport au centre
Boulsin Centre	0 km
Boulkodogo	2 km
Tangporé	3 km
Raporé	1 km

(Enquêtes de terrain, Janvier 2014)

Du point de vue importance numérique, le classement suivant fait état du quartier le plus grand au plus petit : Boulsin Centre, Raporé, Boulkodogo et Tangporé.

L’urbanisation du village Boulsin est précaire et presque inexistante en ce sens où il s’agit d’une zone non lotie. L’habitat est du type semi groupé et deux types d’habitat sont distingués :

- Des maisons en bancos et de toits de paille (cases rondes)
- Des maisons et bâtiments en dur et semi dur avec des toits de tôle (très minoritaire).

La localité de Boulsin est représentée dans les schémas qui suivent.

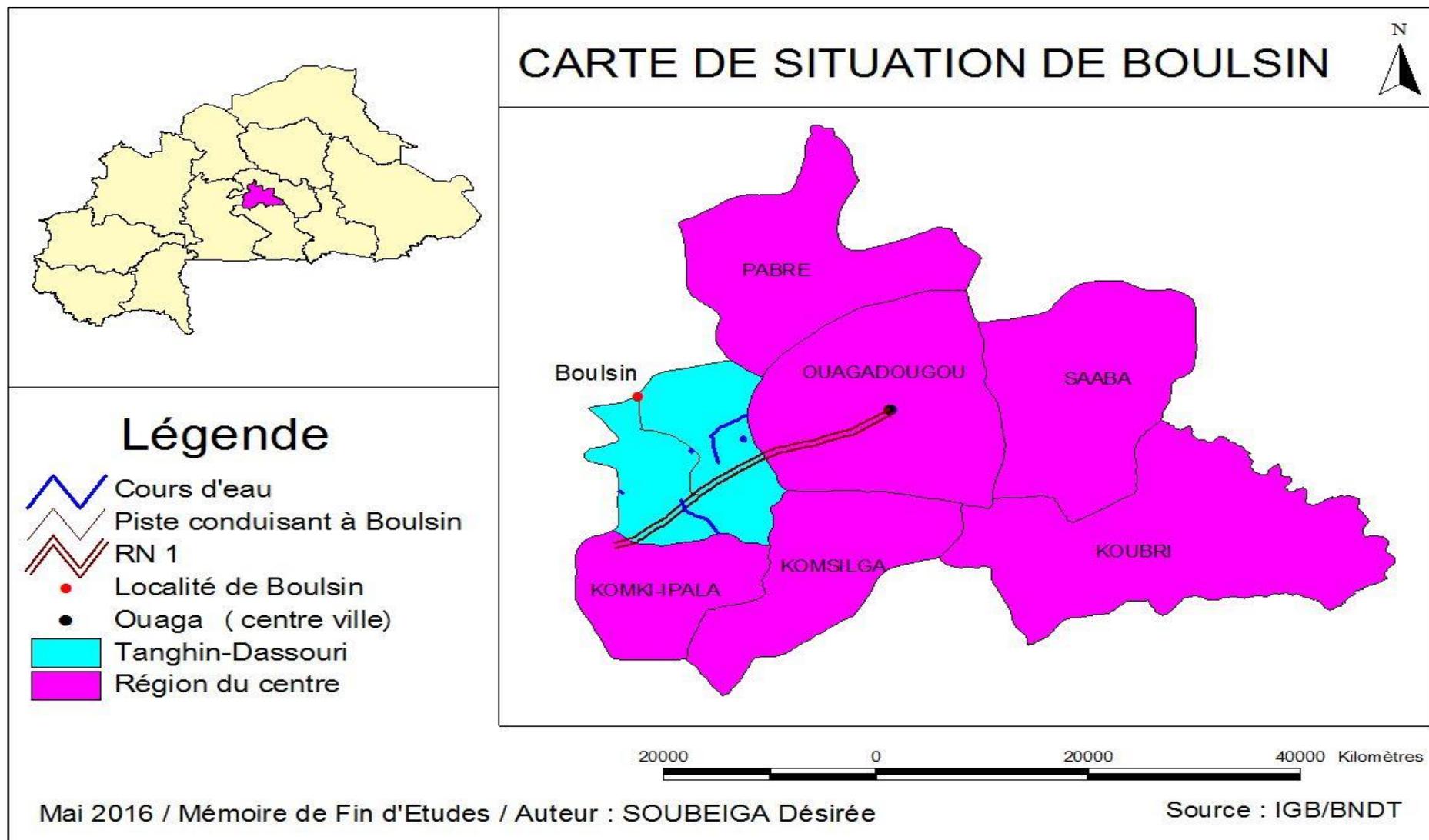


Figure 1 : Carte de situation de la localité de Boulsin

Les coordonnées du site de Boulsin sont : **Latitude** : 12°23'12.6'' Nord / **Longitude** : 01°46'07.6'' Ouest.

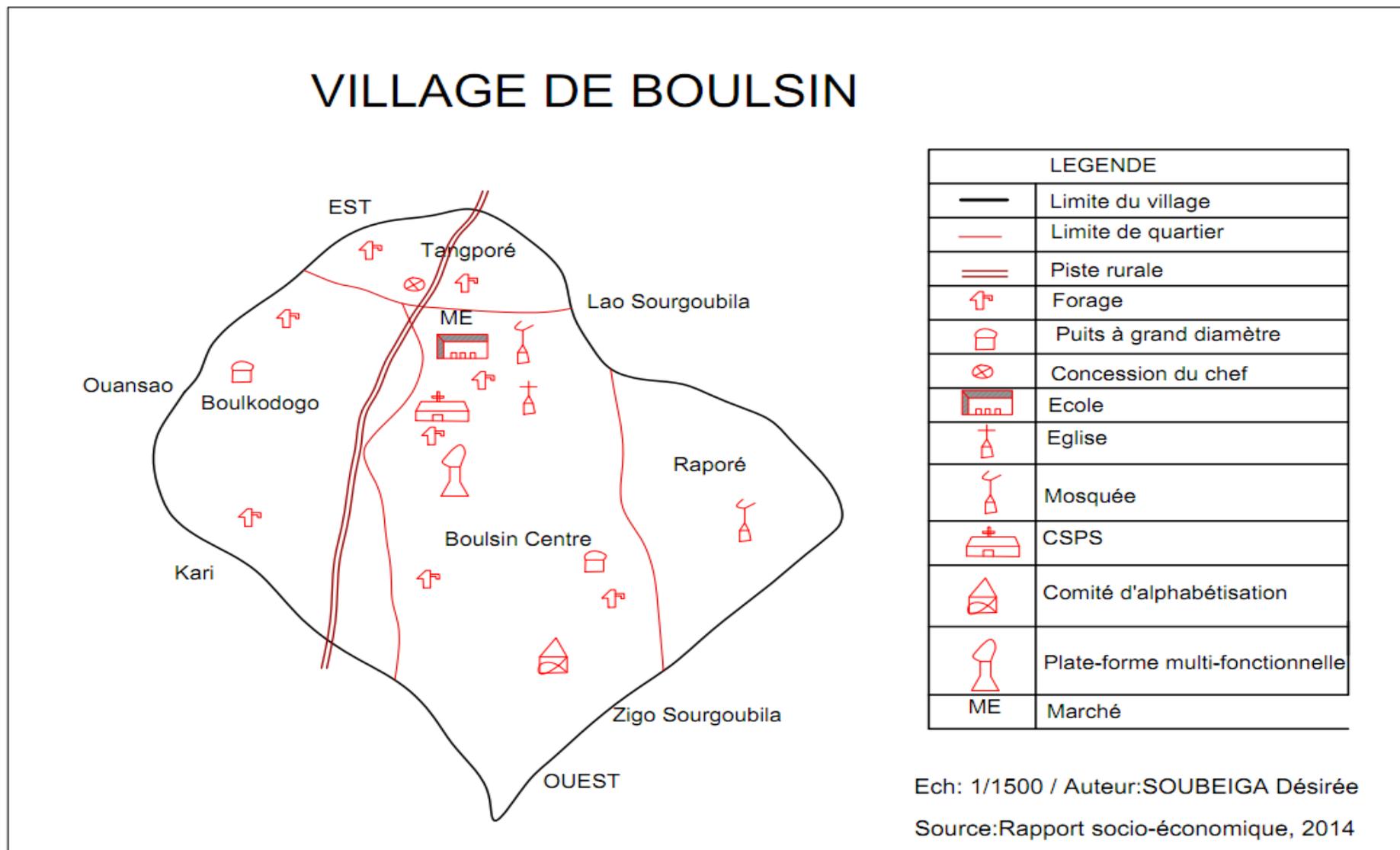


Figure 2 : Localité de BOULSIN

III.2 Caractéristiques du milieu physique

Le milieu physique de Boulsin est marqué par les aspects du climat, des sols, de la végétation.

III.2.1 Le climat et la température

De par sa situation géographique, Boulsin se trouve être sous l'influence d'un climat tropical de type soudano-sahélien caractérisé par une saison sèche et une saison pluvieuse (Monographie de la commune urbaine de Ouagadougou, 2009).

- La saison sèche s'étend d'octobre à mai. C'est la période la plus longue ; il souffle en cette période un vent sec appelé harmattan.
- La saison pluvieuse quant à elle va de mai à octobre ; il souffle alors un vent doux et humide, la mousson.

Les hauteurs pluviométriques moyennes oscillent entre 600 mm et 800 mm. Les mois les plus pluvieux sont ceux de juillet et août avec environ 60 % des précipitations totales.

Les températures varient d'une saison à l'autre et sont comprises entre 17°C et 42°C.

III.2.2 Le relief et les sols

Le relief de la localité de Boulsin est relativement plat. Les sols sont généralement peu profonds, fragiles et pauvres d'où leur vulnérabilité à l'érosion. Il s'agit de sols ferrugineux tropicaux de type latéritico-argileux reposant sur une grande masse de granite fissuré (Monographie de la commune urbaine de Ouagadougou, 2009).

On distingue quatre classes de sols :

- les sols minéraux bruts ou lithosols ;
- les sols peu évolués ;
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés ;
- les sols hydromorphes (des vertisols, sols riches et favorables à la culture du mil et du sorgho, sont rencontrés dans les dépressions et les bas-fonds).

La plupart de ces sols sont issus du démantèlement des cuirasses ferrugineuses (sols argilo-sableux, argilo-limoneux), très lessivés et peu évolués d'érosion.

III.2.3 La végétation

La végétation du village est caractérisée par la savane arbustive claire parsemée de quelques grands arbres et une strate herbacée. Ainsi le long des cours d'eaux temporaires, on observe des forêts galeries (Monographie de la commune urbaine de Ouagadougou).

Le couvert végétal se compose essentiellement :

- d'arbres de taille moyenne (karité, néré, baobab) ;
- d'arbustes, notamment des épineux ;
- d'herbes dont une partie est très utilisée dans la confection des pailotes (toitures de cases, de greniers ou de hangars).

Cette végétation subit une dégradation constante due aux actions anthropiques (besoins domestiques, artisanaux et de construction).

III.3 Les données démographiques

Le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2006 estimait la population du village de Boulsin à 2833 habitants.

La répartition selon le sexe étant comme suit :

Tableau 2 : Répartition de la population de Boulsin selon le sexe

	Hommes	Femmes
Nombre	1280	1553
Pourcentage	44,18 %	54,82 %

Le village comptait alors 423 ménages (RGPH, 2006).

III.3.1 Caractéristiques humaines

La population de Boulsin est essentiellement constituée des mossis avec pour langue parlée le mooré.

Le taux de migration y serait très faible en raison du développement de la pratique du maraichage en saison sèche (Etude de faisabilité socio-économique pour la réalisation

d'AEPS / village de Boulsin, 2014). Toutefois, des émigrations de longues durées peuvent être remarquées vers Ouagadougou et la Côte d'Ivoire à la recherche d'emploi.

Quatre (04) religions essentielles sont pratiquées à Boulsin. Ce sont :

- La religion musulmane, environ 65% de pratiquants
- La religion protestante, 20% de pratiquants
- La religion catholique, 10% de pratiquants
- Et la religion traditionnelle (animiste), quelques adeptes.

III.3.2 Activités socio-économiques

L'agriculture, l'élevage et le commerce sont les principales activités de production de la localité de Boulsin (Etude de faisabilité socio-économique pour la réalisation d'AEPS / village de Boulsin, 2014).

L'agriculture

La localité de Boulsin est fortement agricole. Il s'agit d'une agriculture extensive et rudimentaire. En saison pluvieuse, les cultures les plus couramment rencontrées sont : le sorgho blanc, le sorgho rouge, le petit mil et le maïs. Toutefois les femmes et les jeunes tiennent souvent des champs d'arachide et de sésame. Ces cultures sont le plus souvent destinées à l'autoconsommation.

Chaque ménage dispose au minimum d'un puits traditionnel permettant aux populations surtout les femmes et les jeunes de pratiquer la culture maraîchère avec des cultures comme l'oignon, la tomate, les aubergines locales, les choux, le piment, le gombo, les concombres, le persil, la courgette etc.

L'élevage

L'élevage, seconde activité économique du village ; est de type sédimentaire extensif. Il s'agit de l'élevage de petits ruminants comme les caprins, les ovins et les porcins et de la volaille pratiqué par presque tous les ménages. Seulement une petite partie de la population pratique l'élevage du gros bétail (bovins, équins) ; la majorité des habitants possèdent des ânes.

Le commerce

Le commerce est pratiqué par les populations du village ; hommes comme femmes. Il s'agit d'un marché moyen qui se tient tous les trois (3) jours drainant les habitants de dix (10) villages environnants. Parmi les produits vendus on trouve: les produits bruts de l'agriculture,

de la cueillette et du ramassage, la vente des produits transformés, la vente de céréales, de bétails et les produits manufacturés.

D'autres activités socio-économiques comme l'artisanat est très présent dans le village mais pratiqué comme activité secondaire. Il est mené principalement par les femmes qui sont très actives dans le domaine de la transformation alimentaire (soubala, dolo, mil germé, beurre de karité) et certains hommes avec les activités de la forge.

III.4 Infrastructures existantes

III.4.1 Infrastructures hydrauliques

Les infrastructures hydrauliques de Boulsin se composent de dix (10) forages équipés de Pompes à Motricité Humaine (PMH), tous fonctionnels. En plus de ces PMH, trois (03) puits à grand diamètre dont un (01) non fonctionnel et sept (07) puits marâchers sont exploités dans le village.

III.4.2 Infrastructures socio-économiques

Les infrastructures socio-économiques du village se composent essentiellement d' :

- ✚ Un Centre de Santé et de Promotion Sociale (CSPS)
- ✚ Un dépôt de Médicaments Essentiels Génériques (MEG)
- ✚ Un marché moyen ;
- ✚ Une école primaire de six classes;
- ✚ Une plateforme multifonctionnelle ;
- ✚ Une presse à karité ;
- ✚ Une mosquée située à Boulsin Centre ;
- ✚ Une église catholique située à Boulsin Centre ;
- ✚ Une église protestante située à Boulkodogo ;
- ✚ Deux (02) moulins fonctionnels ;
- ✚ Deux (02) buvettes;
- ✚ Trois (03) Centre Permanent d'Alphabétisation et de Formation (CPAF)
- ✚ Cinq (05) boutiques.

IV. MATERIELS ET METHODES

IV.1 Méthodologie de travail

La mise en place d’un système AEPS nécessite plusieurs études préalables. La présente étude s’effectue à la suite des études socio-économiques et des études topographiques. Un socio-économiste a ainsi effectué l’étude de faisabilité socio-économique pour la réalisation de l’AEPS et les études topographiques ont été réalisées par un topographe.

Pour la présente étude de conception et dimensionnement du système AEPS de Boulsin, nous sommes passés essentiellement par cinq (05) étapes pour atteindre les résultats attendus de cette étude. Ce sont : la collecte et l’analyse des données s’accompagnant d’une visite de terrain, puis l’analyse technique traduisant la conception et le choix des équipements et enfin la rédaction du mémoire.

IV.1.1 La collecte et l’analyse des données

Elle a consisté à l’analyse des termes de référence afin de bien comprendre ce que le commanditaire attend pour l’exécution de l’étude ; ce qui a ensuite permis de comprendre la problématique qui se dégage de l’étude. Cette étape a été suivie par celle de la collecte des données de base et une recherche documentaire pour la collecte de documents sur la question de l’approvisionnement en eau des centres ruraux.

Horizon du projet

Les termes de références (TDR) confèrent au système une durée d’exploitation de 10 à 15 ans. Ainsi, conformément aux TDR, les ouvrages envisagés dans le cadre de cette étude sont planifiés pour l’horizon 2025 c’est-à-dire pour une durée d’exploitation de 10 ans. Tout en considérant que la mise en exploitation du nouveau système d’eau sera effective en 2015.

Population bénéficiaire

La population bénéficiaire est essentiellement constituée des habitants de la localité de Boulsin. La population du village était estimée à 2833 habitants (RGPH, 2006).

La zone de projet s’étend à environ 3 Km autour du centre du village, Boulsin centre, et concernera aussi bien les quatre (04) quartiers du village que certaines populations des villages environnants qui se déplacent à Boulsin les jours de marché.

Evolution démographique

En l’absence d’information sur le taux d’accroissement du village de Boulsin, l’accroissement démographique moyen à retenir pour le village est celui de toute la commune de Tanghin-Dassouri. Pour cela nous avons eu recours aux données des recensements officiels de l’INSD des années 1996 et 2006 de ladite localité.

$$P_{2006} = P_{1996} \times (1+a)^n$$

Avec :

P_{2006} : Population en 2006

P_{1996} : Population en 1996

a : l’accroissement démographique

n : horizon du projet

On tire donc $a = \left(\frac{P_{2006}}{P_{1996}}\right)^{0,1} - 1$. Le résultat du calcul est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Calcul du taux d’accroissement

population en 2006	75027
population en 1996	52810
a	0,0357
a (%)	3,57

Selon le taux d’accroissement démographique adopté pour cette étude, le tableau ci-dessous montre l’évolution démographique du village pour les années 2015, 2020, 2025.

Tableau 4 : Evolution démographique de Boulsin pour 2015, 2020, 2025

Année	2015	2020	2025
a (%)	3,57	3,57	3,57
Population	3885	4629	5517

A l’issu de cela des rencontres préparatoires avec les différentes parties prenantes et la mairie de Tanghin-Dassouri ont été effectuées. C’est au sortir de ces analyses et rencontres que l’on a évalué la capacité des bénéficiaires à assurer la gestion technique et financière de l’AEPS.

Etats des lieux de l’alimentation en eau dans la localité

L'alimentation en eau de la localité de Boulsin est assurée par les eaux de surface et les eaux souterraines. Les eaux de surface sont constituées par des retenues d’eau temporaires (4 mois au Maximum) et à faible débit.

Quant à l’eau souterraine, les puits traditionnels constituaient jadis la seule ressource en eau. En effet, le premier forage équipé de PMH a été réalisé en 1982 suivi du deuxième en 1985 permettant aux populations de disposer d’une eau potable au détriment des puits traditionnels. De nos jours, il existe dix (10) PMH fonctionnels à Boulsin :

- Deux (02) PMH institutionnels appartenant respectivement à l’école primaire et au CSPS ;
- Et huit (08) autres PMH communautaires.

En plus de ces PMH, trois (03) puits à grand diamètre dont un (01) non fonctionnel et sept (07) puits maraîchers sont en exploitation dans le village. La situation des infrastructures hydrauliques est récapitulée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Situation des infrastructures hydrauliques

Quartiers	PMH		Puits à grand diamètre	
	Nombre	Etat	Nombre	Etat
Boulsin centre	4	Fonctionnel	3	1 mauvais
				2 Fonctionnel
Boulkodogo	2	Fonctionnel	0	
Tangporé	2	Fonctionnel	0	
Raporé	2	Fonctionnel	0	
Total	10		2	

(Investigation réalisée auprès de la population de Boulsin, 2014)

Evaluation de la ressource en eau

La ressource en eau du village est caractérisée par l’eau souterraine et l’eau de surface. D’après l’étude de faisabilité socio-économique effectuée à Boulsin, seules les eaux de puits et de forages sont exploitées pour les différents usages de la population. Ce qui va s’en dire

que pour la mise en place d’un AEPS à Boulsin, un forage devra être réalisé pour l’alimentation en eau.

- Le débit

Les huit forages institutionnels que compte le village sont répartis inégalement. Le débit disponible cumulé pour ces forages est estimé à 56 m³ par jour soit un point d’eau produisant 7 m³ d’eau par jour.

Dans le cadre de la mise en place de l’AEPS, un forage a donc été réalisé en Novembre 2015. Après la réalisation du forage, les essais de débit ont donné un débit d’exploitation de 5,5 m³/h. Ce débit a permis d’obtenir une profondeur de niveau dynamique de 23,91 m.

- Analyse de l’eau (chimique et bactériologique)

Les eaux souterraines sont de qualité physico-chimique et bactériologique acceptable par rapport aux eaux de surfaces. En effet, ils ne nécessitent pas un grand procédé de traitement, de simple galet de chlore seront suffisant.

Malgré cet avantage, l’eau du forage a subi des analyses au laboratoire. Ces analyses ont alors montré que l’eau du forage est de bonne qualité c’est-à-dire exempte de toute contamination fécale et minéralogique (calcaire, arsenic, cuivre).

Le tableau ci-dessous fait la synthèse des caractéristiques du forage.

Tableau 6 : Caractéristiques du forage

Qexp (m ³ /h)	5,5
Profondeur du forage (m)	70
Profondeur du Niveau dynamique (m)	23,91
Niveau dynamique (m)	323,19

IV.1.2 Visite de terrain

Les visites de terrain effectuées de façon périodique à Boulsin ont permis de confirmer ou infirmer les informations recueillies au cours de la phase de collecte. Ce qui a alors guidé le choix pour des équipements acceptables lors de la conception du système. La taille de la population concernée par le projet, l’emplacement des différents ouvrages à savoir les BF, réservoirs, le réseau de distribution, d’adduction, et le forage sont entre autres des informations que les visites de terrain ont permis de localiser.

IV.1.3 L'analyse des études topographiques et géophysiques

Données topographiques

La présente étude étant effectuée dans le cadre de la conception et du dimensionnement de l'AEPS, les études topographiques ont permis d'effectuer les implantations et les levés topographiques de la zone d'étude.

- Les implantations

Elles ont d'abord été réalisées en collaboration avec les populations locales. Ils ont choisi librement le nombre de BF et leur emplacement en fonction d'une part, de leur connaissance du milieu socio-culturel et d'autre part de leur capacité de mobilisation des conditions financières et humaines requises.

L'implantation est définitivement réalisée en même temps que les levés altimétriques et planimétriques.

- Les levés topographiques

Il s'agit des levés altimétriques et planimétriques. Etant donné que la localité de Boulsin n'est pas lotie, le tracé du réseau a été effectué in situ sur le terrain afin de minimiser les fortes pentes, réduire les terrassements.

Après le tracé du réseau sur le terrain, les travaux topographiques ont permis de :

- Relever les coordonnées au GPS, ce qui a permis de déterminer les côtes des différents points saillants de la zone de projets. C'est alors que le tracé du réseau, à savoir l'emplacement des BF, des nœuds, du château d'eau et autres, a été parfait suivi des levés topographiques.
- A l'issue de ces travaux, il ressort les plans de réseaux et les différents profils en long pour l'installation des accessoires hydrauliques utiles pour le bon fonctionnement du système. Le tracé du réseau, les profils en long du terrain naturel des axes des conduites et des ouvrages annexes ont été réalisés au bureau avec des logiciels appropriés (Autocad LT 2013 et COVADIS 2008).

Les côtes du terrain naturel de la zone de projet varient de 346,69 m à 364,97 m ; ce qui permet d'affirmer qu'il s'agit d'une zone relativement accidentée.

Il ressort des études topographiques le tracé du réseau d'eau ci-dessous présenté.

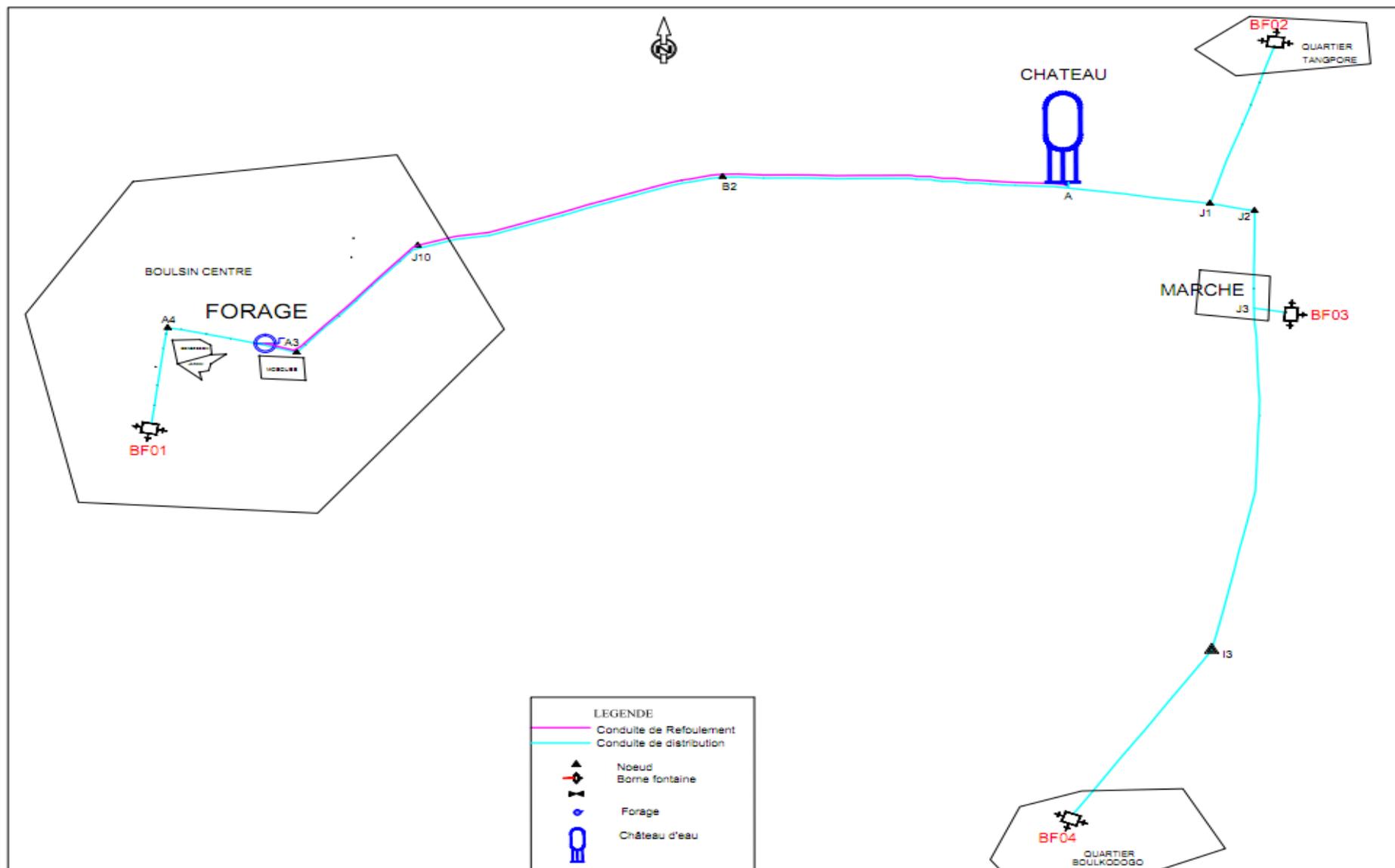


Figure 3 : Tracé de masse et tracé du réseau

Les données géophysiques

La mise en place d'un AEPS s'accompagne de la réalisation d'un forage qui servira à alimenter le système.

Le village de Boulsin présente un relief peu accidenté avec 3 systèmes aquifères superposés sur les formations du socle cristallin : les aquifères des latérites, les aquifères de la zone altérée (arènes, roches altérées) et les aquifères du milieu fissuré. En matière d'implantation de forage en zone de socle, c'est le milieu fissuré qui donne le plus d'assurance sur le plan de la pérennité de la ressource.

C'est ainsi que la prospection géophysique a pour but de localiser avec précision sur le terrain des zones de fractures pour l'implantation du forage. La méthode électrique a été adoptée pour la prospection. Cette méthode est basée sur la capacité des terrains du sous-sol à conduire le courant électrique. C'est alors que la technique du traîné électrique ou profil électrique et celle du sondage électrique sont été utilisées.

Ces études ont été réalisées dans le cadre de l'Avant-Projet Sommaire et ont permis d'identifier 02 sites potentiels pour le forage. Il s'agira d'un forage à gros débit $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ car ce type de forage est adapté pour mettre en place un système AEPS.

Ces études ont permis d'effectuer des propositions techniques pour le projet ; aboutissant à la conception du système. C'est alors qu'après avoir effectué l'analyse technique des éléments de Boulsin notamment les ouvrages et équipements hydrauliques existants ; nous avons identifié les éléments de la conception pouvant satisfaire les besoins de la population.

IV.1.4 Conception et dimensionnement du Réseau

La conception et le dimensionnement du réseau a été possible grâce aux différentes données recueillies lors des précédentes étapes pour la conception d'un système adapté à la localité de Boulsin.

Ainsi, la conception du réseau d'eau est basée essentiellement sur la situation initiale de l'alimentation en eau de la localité. Le réseau à mettre en place devrait satisfaire au mieux les problèmes d'eau du village (que ce soit aussi bien du point de vue quantité que qualité). En effet, jusque-là, le village est exclusivement alimenté en eau soit par les marres temporaires, soit par les PMH ou les puits. Pour améliorer l'accès à l'eau potable, il est nécessaire de mettre en place un système qui sera à la fois adapté aux besoins des habitants et surtout qui sera d'un coût réduit afin de faciliter sa mise en œuvre.

En matière d'Approvisionnement en Eau Potable (AEP), on distingue trois (03) types de centre :

- ✚ Les grandes villes à forte consommation : population > 100000 habitants
- ✚ Les villes dites secondaires à moyenne consommation :
10000 – 20000 < population < 50000 – 100000 habitants
- ✚ Les gros villages ou gros centres ruraux (lotis ou non) à faible consommation :
2000–3000 < population < 10000 habitants (OUEDRAOGO Bèga, 2005).

En 2015, la population de Boulsin est estimée à 3885 habitants. Cette population est inférieure à 10000 habitants. Il s'agit alors d'un gros village. Selon le contexte du village, le système AEP adapté est un mini réseau AEP ou AEPS. Un système AEP est constitué d'un ensemble d'ouvrages qui permettent aux utilisateurs de disposer d'une eau de bonne qualité et de quantité suffisante. Ces ouvrages assurent l'exhaure, le traitement, le stockage et la distribution de l'eau. Les AEPS ne comportent que juste les ouvrages essentiels. Dans le cadre de la présente étude, le système sera composé de :

- ✚ Une station de pompage immergée au niveau du forage
- ✚ Une conduite de refoulement des eaux,
- ✚ Un réservoir au niveau d'un point haut,
- ✚ Un réseau de distribution (conduites et points de desserte),
- ✚ Des ouvrages de contrôle et de protection du réseau
- ✚ Des ouvrages de distribution (BF)

Ainsi les logiciels tels que Excel, ArcView, et Epanet ont permis d'effectuer le traitement des différentes données de base afin de parvenir aux dimensionnements de ces ouvrages. Quant aux différents tracés, ils ont pu être effectués grâce aux logiciels Epanet et Autocad.

IV.1.5 Rédaction du mémoire

La rédaction du mémoire est la dernière étape pour l'élaboration du mémoire. Cette étape passe par l'analyse et le résumé des données recueillies dans la documentation. Au terme de l'analyse et du résumé des données, une synthèse générale des travaux de conception et de dimensionnement du réseau a permis d'obtenir le présent mémoire technique.

IV.2 Hypothèses de calcul

IV.2.1 Consommation spécifique

D'après l'étude de faisabilité socio-économique, le village ne possède ni d'industries ni de services publics significatifs, donc les populations et le cheptel sont les seuls consommateurs à prendre en compte.

Vu l'existence de point d'eau alternatifs gratuits, le cheptel sera alimenté par ces points d'eau. Les consommations spécifiques sont essentiellement ceux réservés aux consommations domestiques.

Ainsi pour l'estimation des besoins globaux journaliers, une consommation spécifique (Cs) de 20 l par jour et par habitant est adoptée en milieu rural conformément au PN-AEPA. Cs est aussi la demande solvable que l'étude de faisabilité socio-économique a permis de déterminer. Il s'agit d'une consommation minimale journalière car en période sèche, la consommation avoisine la quantité de 30 l par jour et par habitant.

Pour le dimensionnement des ouvrages du système AEPS, il est tenu compte du principe de complémentarité avec les sources d'eau potable existantes notamment les PMH et les puits traditionnels. Cs à retenir sera de 20 l/j/habitant pour le dimensionnement.

IV.2.2 Taux de desserte

Pour le taux de desserte, les normes du PN-AEPA seront appliquées. Ces taux sont pour le milieu rural de 60% en 2005 et de 80% en 2015.

Le taux de desserte donné par le PN-AEPA est assez élevé pour le petit village de Boulsin. Nous allons donc approcher ce taux par le calcul afin que celui-ci soit adapté à la situation de la localité.

Le taux de desserte exprime le pourcentage de la population desservie par rapport à la population totale de la localité considérée. Le taux de desserte serait le rapport entre les ressources en eau disponible de la journée et la demande en eau journalière de la population.

Ainsi, l'on considère qu'un forage fournit un débit minimal de 0,7 m³/h ; avec les 08 forages communautaires du village on obtient un débit cumulé de 5,6 m³/h. Pour un temps de pompage de 10 h par jour ce débit est de 56 m³/j.

$$Q_{\min} = 0,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\min} \text{ cumulé} = 0,7 \times 8 \times 10$$

$$Q_{\min} \text{ cumulé} = 56 \text{ m}^3/\text{j}$$

Aussi avec une consommation minimale de 20 l/j/habitant et une population de 3885 habitants en 2015 à Boulsin ; la demande en eau de la population se calcule :

$$D_j = 3885 \times 20 \text{ l/j} = 77700 \text{ l/j}$$

$$D_j = 77,7 \text{ m}^3/\text{j}$$

On déduit alors un taux de desserte T_d de :

$$T_d = \frac{Q_{\text{min cumulé}}}{D_j}$$

$$T_d = \frac{56}{77,7} = \mathbf{0,72}$$

$$\mathbf{T_d = 72 \%}$$

Le taux de desserte a adopté pour 2015 est de 72 %.

Nous nous fixons comme objectifs d'atteindre le taux de desserte de 80 % du PN-AEPA pour l'horizon du projet 2025. Le manque à gagner entre 2015 et 2025 pour l'atteinte du taux de 80 % est de 8 % (c'est-à-dire : 80% - 72% = 8 %). Ainsi le taux de 2015 de 72% devra connaître une augmentation de 0,8 % l'an ou de 4 % tous les 5 ans afin de parvenir au taux de 80% à l'échéance du projet.

$$\text{On a : } \left(\frac{8\%}{2025-2015} = 0,8\% \text{ et } 0,8\% \times 5 = 4\% \right)$$

IV.2.3 La fréquence d'approvisionnement au niveau des forages équipés de PMH

La mise en service du système AEPS augmentera le niveau de confort de la population qui jusqu'alors s'approvisionnait uniquement au niveau des PMH et des puits traditionnels. La tendance serait à l'utilisation de l'AEPS au détriment des autres points d'eau nu été la contrainte économique. De ce fait, l'expérience montre qu'au fur et à mesure, les PMH seront délaissées au profit de l'AEPS qui offre une eau de meilleure qualité sur le plan sanitaire. Tel est le cas de la commune de Tanghin-Dassouri en 2011; pour les besoins en eau potable, la source d'approvisionnement en eau la plus fréquentée était incontestablement la BF avec 64% de fréquentation contre 36% pour la PMH (DABAL Idrissa, 2011).

Nous formulons l'hypothèse que la fréquence au niveau des PMH est de 100 % à l'origine du projet. Notre objectif étant d'égaliser un taux de 10 % à l'échéance du projet. Avec cet objectif, le taux de 100% connaîtra une régression de 9 % l'an ou de 45 % tous les 5 ans afin d'atteindre un niveau de 10 % en 2025. Le taux de régression étant supposé linéaire.

$$\text{On a : } 100\% - 10\% = 90\%$$

$$\text{Alors } \frac{90\%}{2025-2015} = 9\% \text{ et } 9\% \times 5 = 45\%$$

IV.2.4 Le coefficient de pointe journalière

Le coefficient de pointe journalière à prendre en compte dans le dimensionnement, permet la détermination de la consommation maximale journalière.

Le coefficient de pointe journalière correspond au rapport de la consommation de la journée de pointe sur la consommation moyenne journalière. Ce coefficient représente généralement le jour de plus forte consommation dans le mois de plus forte consommation.

Le coefficient de pointe journalière (C_{pj}) est généralement compris entre 1,05 et 1,15. Pour les petits Le coefficient de 1,1 sera adopté pour le village de Boulsin.

IV.2.5 Le coefficient de pointe horaire

Le coefficient de pointe horaire exprime le comportement des usagers vis-à-vis de l'eau au cours de la journée. Il intervient dans le dimensionnement du réservoir et du réseau de distribution. Ce coefficient exprime les habitudes des consommateurs durant la journée. Il permet la détermination des besoins à fournir aux usagers à l'heure de pointe. Ce coefficient peut varier en fonction du degré d'urbanisation de la zone.

La formule ci-dessous permet de déterminer le coefficient de pointe horaire :

$$C_{ph} = \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}} + 1,5 \text{ . Avec } Q_{mh} \text{ étant le débit moyen horaire en m}^3/\text{h}$$

En milieu rural ce coefficient est généralement compris entre 2 et 3. Boulsin, milieu rural avec moins de 10000 habitants, le coefficient de pointe horaire (C_{ph}) à adopter est de 2,5.

IV.2.6 Le pourcentage de pertes totales

Les pertes dans un nouveau réseau AEP sont estimées entre 5 et 10 % des besoins de consommation en eau. En effet, pour les centres secondaires exploités par l'ONEA, les rendements sont généralement de l'ordre de 90%. Mais pour ce qui concerne les centres de plus petite taille équipés de système AEPS, les rendements sont plus élevés de l'ordre de 95 %. Pour le présent projet, le coefficient de perte (C_{perte}) utilisé pour les calculs de dimensionnement est de 1,05 soit une perte de 5 %.

IV.2.7 Vitesse et pression

Les canalisations seront en PVC compte tenu de leur disponibilité sur le marché, de leur facilité à l'exploitation et des raisons budgétaires. Le diamètre minimal à retenir est de 63 mm.

La vitesse d'écoulement dans les conduites de distribution doit être acceptable afin de permettre une meilleure mise en route de l'eau. Conformément aux TDR, les conditions des vitesses dans les conduites sont :

- **0,30 < vitesse < 1,50 m/s**
- Vitesse minimale tolérable correspondant à l'auto curage : 0,2 m/s (conduite lisse, eau de bonne qualité).

Quant aux conditions de pression, on adoptera :

- Une pression minimale de service > 1 bar (10 m) selon le cahier de charges
- Une pression minimale tolérable de 9 m.

Les valeurs tolérées seront adoptées dans certains cas, où les valeurs minimales se trouvent en dessous des valeurs requises afin d'éviter des surdimensionnements inutiles.

IV.2.8 Les pertes de charges

Dans les conduites, on distingue entre autres :

- ✚ des pertes de charges dues aux frottements de l'eau contre les parois des conduites appelées pertes de charges linéaires et ;
- ✚ des pertes de charges singulières dues aux passages de l'eau à travers des obstacles (comme les vannes, les raccordements).

Le réseau sera dimensionné avec la formule de Manning Strickler car elle permet d'obtenir une précision suffisante pour le calcul des pertes de charges. Les pertes de charges linéaires

sont données par la formule suivante : $H = \frac{10,29 \times Q^2}{K_s^2 \times D^{(16/3)}} L$

Avec :

H : perte de charge en m

Q : débit qui transite dans la conduite en m³/s

L : longueur de la conduite en m

K_s : coefficient de rugosité

D : diamètre de la conduite en m

La somme des pertes de charges linéaires et des pertes de charges singulières permet d'obtenir les pertes de charges totales. Pour le calcul des pertes de charges totales on considère que les pertes de charges singulières valent 10% des pertes de charges linéaires, la formule de

Manning Strickler s'écrit alors : $H_T = (1,1 \times \frac{10,29 \times Q^2}{K_s^2 \times D^{(16/3)}} L)$

K_s=115 pour les conduites en PVC au niveau des réseaux.

V. EVALUATION DES BESOINS/DEMANDES EN EAU EN 2025

V.1 Evaluation des consommateurs en 2025

Le taux de desserte est de 80 % et la fréquence d'approvisionnement au niveau des forages équipé de PMH est estimée à 10 % en 2025. La population en 2025 = 5517 habitants

- ✚ La population qui s'alimentera encore au niveau des PMH à l'échéance du projet se calcule en faisant le produit entre la population en 2025 et la fréquence au niveau des forages.

$$P_{\text{forage}} = P_{2025} \times 10 \% = 5517 \times 10 \% = 5517 \times 0,1$$

$$P_{\text{forage}} = 552 \text{ habitants}$$

- ✚ La population bénéficiaire de l'AEPS en 2025 sera alors la différence entre les populations en 2025 et celles qui s'alimentent au niveau des PMH.

$$P_{\text{bénéficiaire}} = P_{2025} - P_{\text{forage}} = 5517 - 552$$

$$P_{\text{bénéficiaire}} = 4965 \text{ habitants}$$

La population réellement desservie par l'AEPS en 2025 sera déterminée en faisant le produit entre la population bénéficiaire et le taux de desserte.

$$P_{\text{réelle}} = 4965 \times 80 \% = 4965 \times 0,8$$

$$P_{\text{réelle}} = 3972 \text{ habitants}$$

La population à retenir alors pour la suite des calculs est $P_{\text{réelle}} = P_{2025} = 4000$ habitants

V.2 Le besoin en eau journalier

Le besoin en eau est la quantité d'eau nécessaire à fournir aux consommateurs pour l'accomplissement de leurs activités. Il correspond au produit des consommateurs à l'échéance du projet par la consommation spécifique.

$$B_j = \frac{C_s}{1000} \times P_{2025}$$

Avec :

B_j : consommation moyenne journalière en m^3/j

C_s : consommation spécifique en l/j

P_{2025} : Population en 2025

V.3 Calcul du besoin de production du jour de pointe

Le besoin de production du jour de pointe est la quantité d'eau à fournir pour couvrir les besoins du jour de pointe des consommateurs et les différentes pertes. Il correspond alors au produit entre les besoins en eau journaliers ; le coefficient de pointe journalière et les pertes en eau du réseau.

$$B_{jp} = B_j \times C_{pj} \times C_{pertes}$$

Avec :

B_{jp} : besoin de production du jour de pointe en m^3/j

B_j : consommation moyenne journalière en m^3/j

C_{pj} : coefficient de pointe journalier (sans unité)

C_{pertes} : rendement du réseau (sans unité)

VI.4 Calcul du débit de pointe horaire

Le débit de pointe horaire permet de dimensionner le réseau de distribution. Il correspond au produit du débit moyen horaire et du coefficient de pointe horaire. Le débit moyen horaire est le quotient de la demande journalière de pointe et du temps de distribution. Le temps réel de distribution est de 12 h par jour pour les BF.

$$Q_{ph} = Q_{mh} \times C_{ph} = \frac{B_{jp} \times 1000}{12 \times 3600} \times C_{ph}$$

Q_{ph} : débit de pointe horaire en l/s

Q_{mh} : débit moyen horaire en l/s

B_{jp} : besoin de production du jour de pointe en m^3/j

C_{ph} : coefficient de pointe horaire (sans unité)

Les résultats des calculs précédents sont consignés dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

Tableau 7 : Tableaux montrant les besoins de la population

population réelle utilisant les BF en 2025	4000
coefficient de pointe journalière	1,1
coefficient de pointe horaire	2,5
rendement global du système 95%	1,05
consommation spécifique (l/j)	20
consommation moyenne (m^3/j)	80
besoin de production du jour de pointe (m^3/j)	92,4
débit de pointe horaire (m^3/h)	19,25
débit de pointe horaire (l/s)	5,35

V.5 Calcul de la production journalière du forage

La production journalière du forage est la quantité d'eau que le forage permet de mobiliser en une journée de pompage. Il représente alors le produit entre le débit d'exploitation du forage et le temps de pompage.

$$P_j = Q_{exp} \times T$$

Avec :

P_j : production journalière du forage en m^3/j

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en m^3/h

T : temps de pompage en h/j

Pour un temps d'exploitation de 15 h par jour et un débit d'exploitation de 5,5 m³/h, la production est alors estimée à :

$$P_j = 15 \times 5,5$$

$$P_j = 82,5 \text{ m}^3/\text{j}$$

V.6 Le nombre de forage

Pour la pérennité des installations à mettre en place, il est indispensable de disposer d'une ressource en eau suffisante. D'où la nécessité d'évaluer le nombre de forage qui va permettre de faire fonctionner l'AEPS jusqu'à l'échéance du projet. Le nombre de forage à implanter désigne le quotient entre le besoin de production du jour de pointe en 2025 et la production journalière du forage existant.

$$n = \frac{B_{jp}}{P_j}$$

n : nombre de forage (sans unité)

B_{jp} : besoin de production du jour de pointe en m³ /j

P_j : production journalière du forage en m³ /j

B_{jp} = 92,4 m³ /j et **P_j** = 82,5 m³ /j ; le calcul donne :

$$n = \frac{92,4}{82,5} = 1,12$$

n = 2 forages

Le village de Boulsin dispose dès à présent d'un forage qui servira pour l'alimentation en eau de l'AEPS, réalisé en 2015. Pour que le système soit fonctionnel jusqu'en 2025, un deuxième forage de débit $\geq 5 \text{ m}^3/\text{h}$ sera réalisé (courant 2020).

VI. RESULTAT DU DIMENSIONNEMENT DU RESEAU

VI.1 Résultat du dimensionnement du château d'eau

VI.1.1 Le type

Conformément aux TDR, le château d'eau à mettre en place sera de type métallique étanche et de forme cylindrique. Ce type de réservoir est généralement conçu pour les petits centres équipés d'un AEPS. Vu son faible volume de stockage, le réservoir métallique sera privilégié par rapport à celui en béton car il existe un savoir-faire en la matière sur le marché et les coûts d'investissement sont relativement moins chers.

Le château d'eau sera porté sur un trépied de hauteur 10 m. Cette hauteur sera fixée définitivement après calcul de la côte minimale exploitable au niveau de la page 38.

VI.1.2 Le Volume

Le château d'eau sera dimensionné afin d'équilibrer les fluctuations journalières de la consommation. Il sera donc de capacité suffisante pour jouer convenablement son rôle de stockage. L'évaluation de la capacité utile du réservoir est effectuée en tenant compte de la variation de la demande. Mais nous nous contenterons d'une approche forfaitaire étant donné que nous ne disposons pas d'information sur les habitudes de consommation en eau de la localité ou d'une ville à peu près similaire. Le tableau qui suit donne une idée sur ces approches.

Tableau 8 : quelques valeurs pratiques de capacité de réservoir (statistique de centres d'AEP)

Conditions d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% V_j
Adduction avec pompage solaire (environ 8h/j)	50% V_j
Adduction continue (24h/24h)	30% V_j
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10% V_j à 30% V_j

(OUEDRAOGO Bèga, 2005)

Ainsi, la capacité utile du château d'eau sera prise entre 10% et 30% de la consommation moyenne journalière.

Consommation moyenne journalière (V_{jm}) = 80 m³/j

- 10% de consommation moyenne journalière = $0,1 \times V_{jm} = 8 \text{ m}^3/\text{j}$
- 30% de consommation moyenne journalière = $0,3 \times V_{jm} = 24 \text{ m}^3/\text{j}$

La capacité utile du château d'eau à retenir sera de **20 m³**.

Le réservoir aura une forme cylindrique arrondi vers le haut et vers le bas. La capacité utile est le volume de la partie cylindrique du réservoir. Les deux demi-cercles du fond et du haut du réservoir ont une hauteur comprise entre 0,4 et 0,6 m. La hauteur de 0,5 m sera retenue dans le présent projet pour les demi-cercles.

Pour la suite du projet on adoptera un château d'eau d'une capacité utile de 20 m³. Les dimensions du château d'eau seront déterminées grâce à la formule de calcul du volume d'un cylindre :

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

Avec :

V : Capacité utile du réservoir en m³

H : Hauteur en m

D : Diamètre en m

r : rayon en m

Le tableau suivant fait état du calcul ci-dessus.

Tableau 9 : Dimension du réservoir

V (m ³)	20
H (m)	3
D (m)	3
R (m)	1,5

Le réservoir est constitué d'équipements hydrauliques présentés au niveau de l'annexe VII.

VI.1.3 Le calage

Le château d'eau sera implanté en tenant compte de l'avis de la population (afin d'éviter certains endroits : champs, lieux sacrés) et des conditions topographiques du terrain. On note les critères topographiques suivant :

- ✚ L'implantation au niveau d'un point haut. Cette côte de calage ne devrait pas être très importante de manière à réduire les frais d'énergie et la classe de la conduite de refoulement.
- ✚ L'implantation du château d'eau sera faite de manière à assurer l'alimentation gravitaire de tous les points du réseau de distribution et afin d'alimenter d'autres zones dominées topographiquement.

Outres ces critères, le château d'eau devrait être situé au centre de la zone à desservir pour minimiser la longueur et le diamètre des conduites principales.

En tenant compte des critères ci-dessus cités, la côte TN du réservoir sera retenue au niveau de la côte **364,97** m. Il sera placé au niveau du quartier Tangporé sur une petite colline; ce qui lui permet d'assurer une desserte gravitaire en eau et d'avoir une position centrale dans le réseau. Les caractéristiques du réservoir sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Tableau 10 : Caractéristiques du château d'eau

Château d'eau	Volume (m ³)	Nature du réservoir	Côte TN (m)	Côte du radier (m)	Côte PHE (m)	Côte arrivée d'eau (m)
R	20	Métallique	364,97	374,97	377,97	378,47

VI.2 Résultat du dimensionnement du réseau de refoulement

Le réseau de refoulement est constitué de la partie située entre la pompe et le réservoir. Le forage sera équipé d'un groupe électrogène immergé qui assurera le refoulement de l'eau. L'eau est acheminée du forage au château d'eau à travers la conduite de refoulement; sa longueur est de 1122,34 m.

Après calcul de la célérité qui nous a permis de déterminer la variation instantanée de la pression $\Delta h_0 = 21,45$. La pression maximale obtenu est alors de $H_{\max} = 81,45$ m
 $81,45 \text{ m} \leq 100 \text{ m} \rightarrow H_{\max} (\text{m}) \leq 10 \text{ Bars}$.

La pression normale de service de la conduite de refoulement sera de PN 10 soit 100 m. Le choix de la pression de service et à la protection de cette conduite sont présentés au niveau de l'annexe VI.

VI.2.1 La conduite de refoulement

✚ Le débit

La conduite de refoulement est dimensionnée avec le débit du forage $Q_{\text{exp}} = 5,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$Q_{exp} = \frac{5,5 \times 1000}{3600} = \frac{5500}{3600}$$

$$Q_{exp} = 1,53 \text{ l/s}$$

Le diamètre

Il existe différentes formules qui permettent de calculer le diamètre de la conduite de refoulement. Pour le présent projet, le choix du diamètre économique de la conduite de refoulement sera déterminé par la formule de Bresse.

En effet, les formules, telles celle de la condition de Flamant et celle de Munier donne de petits diamètres mais ont l'avantage de donner un investissement moindre. Ces diamètres engendrent des pertes de charges élevées d'où une HMT importante. Ce qui occasionne alors des dépenses énergétiques élevées à l'exploitation. Quant aux formules de Bresse et celle de Bresse modifiée, elles offrent des diamètres présentant une meilleure qualité avec une réduction des charges d'exploitation.

Etant donné que le choix du diamètre dépend du cahier de charges du projet, le diamètre calculé par la formule de Bresse sera retenu car il permet de réduire les charges d'exploitations.

Il s'agira d'un tube PVC avec une pression de 10 bars.

La formule de Bresse s'écrit : $D = 1,5 \times Q^{0,5}$

Avec :

Q : le débit de refoulement exprimé en m³/s

D : le diamètre intérieur en m

Le calcul est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

	Valeurs
Débit (l/s)	1,53
Diamètre Calculé (m)	0,059
Diamètre calculé (mm)	58,673
Choix du diamètre donné par la formule de Bresse	
Diamètre PN10 75/67,8	

La vitesse d'écoulement dans la conduite de refoulement

Dans une conduite circulaire, la vitesse peut être calculée par la formule de la continuité qui

s'écrit: $V = \frac{4 \times Q}{D^2 \times \pi}$

Avec :

Q : le débit de refoulement exprimé en m³/s

D : le diamètre intérieur en m

V : la vitesse de refoulement en m/s

Le calcul permet d'obtenir la vitesse de refoulement $V = 0,55$ m/s.

Vérification de la condition de Flamant : $V \leq 0,60 + D$

Avec :

V : la vitesse de la conduite en m/s

D : le diamètre en m

$$V = 0,55 \text{ m/s}$$

$$0,6 + D = 0,6 + 0,0678 = 0,6678$$

$0,55 \leq 0,6678$; la condition est respectée.

Les caractéristiques de la conduite de refoulement sont consignées dans le tableau récapitulatif ci-dessous.

Tableau 12 : Caractéristiques de la conduite de refoulement

Nature	PVC/PN10
Diamètre (mm)	75 / 63,8
Longueur (m)	1122,34
Vitesse (m/s)	0,63

VI.2.2 La station de pompage

Le choix de la pompe qui va permettre de tirer l'eau du forage et de l'envoyer au réservoir nécessite la connaissance de deux paramètres à savoir : le débit d'exploitation du forage et la Hauteur Manométrique Totale (HMT).

✚ Le débit

Il s'agit de la quantité d'eau nécessaire au bon fonctionnement de l'installation. C'est le débit d'exploitation du forage.

$$Q = 5,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

✚ La HMT

Il s'agit de l'énergie qui va permettre le transport de l'eau dans les tuyauteries et de la faire monter au point le plus élevé de l'installation. La HMT se calcule par la formule :

$$\mathbf{HMT = H_{géo} + H_T}$$

Avec :

$H_{géo}$: La hauteur géométrique de refoulement en m

H_T : Les pertes de charges totales en m

✚ Calcul de $H_{géo}$:

$$H_{géo} = Cr - (C_{TNsp} - nd)$$

Le tableau suivant donne une meilleure connaissance des termes précédemment utilisés.

Tableau 13 : Calcul de la hauteur géométrique

Cr	côte de refoulement (m)	379,47
C_{TNsp}	côte TN station de pompage (m)	347,10
Nd	Niveau dynamique (m)	323,19

Le calcul permet d'obtenir $H_{géo} = 56,28 \text{ m}$

✚ Calcul de H_T :

Les pertes de charges totales H_T s'obtiennent grâce à la formule de Manning Strickler :

$$\mathbf{H_T = (1,1 \times \frac{10,29 \times Q^2}{Ks^2 \times D^{(\frac{16}{3})}} L) .}$$

Ce qui donne: $H_T = 3,54$ m

Avec les valeurs de $H_{géo}$ et H_T , $HMT = 60$ m.

La puissance hydraulique de la pompe

$$P_h = \rho \times g \times Q \times HMT$$

Avec :

P_h : puissance hydraulique de la pompe en W

ρ : masse volumique de l'eau = 1000 kg/m^3

g : accélération de la pesanteur = $9,81 \text{ m/s}^2$

Q_{exp} : débit d'exploitation du forage en m^3/s

HMT : Hauteur Manométrique Totale en m

Le calcul avec les valeurs de ρ , g , Q , HMT ci-dessus citées permet d'obtenir :

$$P_h = 1173,57 \text{ W}$$

$$P_h = 1,17 \text{ KW}$$

Choix de la pompe

Le choix de la pompe sera porté sur la gamme des pompes Grundfos. Ce type de pompe a été privilégié car il s'agit de pompe robuste et disponible sur le marché avec surtout un accès facile aux pièces de rechanges.

Ainsi à l'aide du catalogue Grundfos et avec les données dont nous disposons sur le débit et la HMT, la marque SP5A remplissait au mieux les conditions. Le choix définitif a été porté sur la pompe SP5A-21 susceptible d'assurer efficacement le pompage de l'eau. (Voir annexe VII)

La pompe SP5-21 présente des caractéristiques consignées dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Caractéristique de la pompe SP5-21

Nom du produit	SP5A-21
Type de moteur	MS402
U (V)	380 – 400
P2 (KW)	2,2
Rendement de la pompe	52,7 %
Rendement du moteur	40,2 %

Le groupe électrogène

L'alimentation de la pompe sera assurée par un groupe électrogène autonome. Le démarrage temporisé sera privilégié du fait qu'il permet de mieux protéger le groupe électrogène en lui accordant une durée de vie plus élevée.

Calcul de la puissance du groupe électrogène (S_{GE})

$$S_{GE} \geq \frac{P_a}{\cos\varphi} \times 2$$

$$\frac{P_a}{\cos\varphi} \times 2 = 2,725 \times 10^{-3} \times \frac{Q \times HMT}{\eta_{pom} \times \eta_{mot} \times \cos\varphi} \times 2$$

Avec :

S_{GE} : puissance du groupe électrogène en kVA

P_a : puissance absorbée en KW

Q : débit en m³/h

HMT : Hauteur Manométrique Total en m

η_{mot} : Rendement du moteur en %

η_{pom} : Rendement de la pompe en %

$\cos\varphi$: Facteur de puissance (sans unité)

Le débit Q = 5,5 m³/h et la HMT = 60 m

D'après les caractéristiques de la pompe Grundfos données par le catalogue, on a :

$$\eta_{mot} = 76,3 \%$$

$$\eta_{pom} = 52,7 \%$$

$$\cos\varphi = 0,77$$

Il est nécessaire de multiplier S_{GE} par 2 pour éviter de casser le moteur diesel au démarrage.

(BAGRE Ahmed Ousmane, 2004)

Le tableau suivant montre les résultats de P_a et S_{GE} .

Tableau 15 : récapitulatif du calcul de la puissance absorbée et la puissance du groupe électrogène

Paramètres	Valeurs
Q (m ³ /h)	5,5
HMT (m)	60
Pa (KW)	2,24
SGE (kVA)	5,81

Choix du groupe électrogène

Le pompage étant autonome, le groupe électrogène fonctionnera en mode permanent. Le temps de fonctionnement annuel est supérieur à 500 heures.

Au regard de la puissance minimale requise du groupe électrogène pour assurer le fonctionnement, nous proposons un groupe électrogène de marque SDMO de 9 KVA ; 3P+N230/400V 50Hz 1500 Trs/min pour tenir compte la disponibilité sur le marché.

VI.3 Résultat du dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution en eau potable sera de type ramifié adapté pour la localité de Boulsin qui est non lotie avec des quartiers dispersés. Ainsi les conduites secondaires partent toutes d'une conduite maîtresse (tronçon R-A). Le sens de l'écoulement est unique. Les conduites de distribution seront en PVC de la classe 10 bars.

VI.3.1 Les points de distribution

Il s'agit essentiellement des BF.

 Nombre de BF nécessaires pour satisfaire les besoin en eau à Boulsin jusqu'en 2025

$$n = \frac{\text{Population en 2025}}{500} = \frac{4000}{500} = \mathbf{8 \text{ BF}}$$

Compte tenu des contraintes économiques de la population, les points de distributions d'eau du présent projet seront de quatre (04) BF de sorte que chaque quartier bénéficie d'une BF. Ainsi on pourra envisager une extension du réseau qui sera mis en place dans les années à venir. Les BF choisies sont celles couramment utilisées par l'ONEA. Elles sont équipées de 3

robinets de puisage et construites sous un hangar en tôle sur une aire de dallage (conformément aux TDR). Une goulotte permet de collecter les eaux de ruissellement et de les rejeter dans un puisard. Chaque BF sera équipée d’un compteur d’eau afin de permettre le comptage de l’eau qui sera distribuée.

Ces points d’eau sont repartis dans le village en tenant compte de la norme national en matière AEP qui prévoit : 500 personnes par BF dans un rayon de 500 m tout en tenant compte de la concentration des points d’eau potables existants dans la zone indiquée par la population pour abriter l’ouvrage. Le tableau ci-après donne la localisation des lieux d’implantation.

Tableau 16 : Lieux d’implantation des BF

Quartiers	Nombre
Tangporé	1
Boulsin Centre	1
Raporé	1
Boulkodogo	1
Total	4

(Enquêtes de terrain, Janvier 2014)

VI.3.2 Dimensionnement de la BF

Les BF seront dimensionnées en supposant qu’une BF fonctionne pendant un temps (T_{BF}) de 12 heures par jour avec une consommation spécifique (C_s) de 20 l/j desservant une population de 500 habitants. Le débit à fournir à la BF peut être calculé par la formule ci-dessous:

$$Q_{BF} = \frac{C_s \times 500}{3600 \times T_{BF}}$$

$$Q_{BF} = 0,23 \text{ l/s}$$

Etant donné l’inexistence de Branchements Particuliers (BP) en 2015, le débit total de distribution sera reparti équitablement aux quatre (04) BF pour le dimensionnement du réseau.

VI.3.3 Les conduites de distribution

Le débit de distribution

Le réseau est calculé avec le débit de l’heure de pointe.

$$Q_{ph} = 25,46 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{19,25 \times 1000}{3600} = 5,35 \text{ l/s}$$

Le débit de 5,35 l/s sera considéré pour la suite des calculs.

Le diamètre des conduites

Pour le dimensionnement des canalisations du réseau, le diamètre transitera le débit de vitesse $V=1 \text{ m/s}$. Le diamètre D sera calculé par la formule ci-dessous.

$$D = \left(\frac{4 \times Q}{\pi} \right)^{0,5}$$

Avec : Q : le débit en m^3/s

D : le diamètre en m

Après le calcul du diamètre théorique, le diamètre disponible sur le marché, immédiatement supérieur et le plus proche du diamètre calculé sera retenu. Le choix du diamètre tiendra compte des conditions de vitesses, ($0,30 < \text{vitesse} < 1,50 \text{ m/s}$). Le tableau suivant donne le récapitulatif des diamètres choisis.

Tableau 17 : Diamètre des conduites du réseau de distribution

Tronçons	DN (mm)
R-A	90
A-B2	63
B2-J10	63
J10-A3	63
A3-A4	63
A4-BF1	63
A-J1	90
J1-BF2	63
J1-J2	75
J2-J3	75
J3-BF3	63
J3-I3	63
I3-BF4	63

Le nombre de conduites nécessaire pour la mise en place du réseau est donné au niveau de l'annexe III.

Les pertes de charges

Les pertes de charges linéaires sont calculées grâce à la formule de Manning Strickler :

$$J = \left(\frac{10.29 \times Q^2}{Ks^2 \times Dth^{\left(\frac{16}{3}\right)}} \times L \right)$$

La côte minimale exploitable

L'altitude au niveau des BF est calculée grâce à la formule ci-après :

$$Z_{\text{mine}} \text{ en X} = \text{Côte aval TN} + J + P_{\text{mine}}$$

Avec : Côte aval TN : côte du terrain naturel du point aval en m

J : pertes de charges dans la conduite en m

P_{mine} : pression minimale en m

Z_{mine} : la côte minimale exploitable en m

La côte minimale du plan d'eau exploitable sera celle qui assurera la pression minimale de 9 m en tout point du réseau. Le calcul de la côte minimale exploitable donne :

$$Z_{\text{mine}} = \text{Côte aval} + J + P_{\text{mine}}$$

$$Z_{\text{mine max}} = 373,28 \text{ m}$$

La hauteur sous radier du château d'eau se calcule alors par la différence entre Z_{mine max} et la côte TN du château d'eau.

$$H = Z_{\text{mine max}} - \text{Côte TN château d'eau} = 373,28 - 364,97 = 8,31 \text{ m}$$

La hauteur sous radier du château d'eau sera définitivement retenue à **9 m**.

Ainsi P_{mine} pour Z_{mine max} est déterminée par : P_{mine} = Z_{mine} - J - Côte aval TN

La valeur de Pmine obtenue est **24,14** m.

Les vitesses des conduites

Les vitesses sont déterminées par la formule de la continuité: $V = \left(\frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \right)$

Les différents résultats des calculs ci-dessus seront reportés dans le tableau récapitulatif qui suit.

Tableau 18 : Calcul du réseau de distribution

Tronçons	L (m)	Q dim (l/s)	D th (m)	D th (mm)	Dint commer (mm)	J (m)	∑ J (m)	Côte aval TN (m)	P mine en X	Z mine (m)	P mine pour Zmine max	V (m/s)
R-A	13,9	5,35	0,083	82,55	81,4	0,200	0,20	363,85	9	373,05	9,23	1,03
A-B2	474,74	1,34	0,041	41,32	57	2,864	3,06	346,08	9	358,14	24,14	0,53
B2-J10	425,59	1,34	0,041	41,32	57	2,568	5,63	346,69	9	361,32	20,96	0,53
J10-A3	244,24	1,34	0,041	41,32	57	1,474	7,11	347,11	9	363,22	19,07	0,53
A3-A4	181,96	1,34	0,041	41,32	57	1,098	8,20	347,23	9	364,43	17,85	0,53
A4-BF1	162,71	1,34	0,041	41,32	57	0,982	9,19	348,26	9	366,45	15,84	0,53
A-J1	188,33	4,01	0,071	71,47	81,4	1,521	1,72	359,8	9	370,52	11,76	0,77
J1-BF2	277,65	1,34	0,041	41,32	57	1,675	3,40	356,96	9	369,36	12,92	0,53
J1-J2	62,61	2,67	0,058	58,32	67,8	0,594	3,33	359,79	9	372,12	10,16	0,74
J2-J3	169,77	2,67	0,058	58,32	67,8	1,612	4,95	357,97	9	371,92	10,37	0,74
J3-BF3	36,5	1,34	0,041	41,32	57	0,220	5,17	358,24	9	372,41	9,88	0,53
J3-I3	572,81	1,34	0,041	41,32	57	3,456	8,40	355,88	9	373,28	9,00	0,53
I3-BF4	266,66	1,34	0,041	41,32	57	1,609	10,01	353,88	9	372,89	9,39	0,53

VII. OUVRAGES ANNEXES

VII.1 Les ventouses

Les ventouses sont des ouvrages qui permettent l'entrée et la sortie de l'air dans les canalisations si besoin (remplissage du réseau, vidange). Elles sont implantées aux niveaux des points hauts du réseau de distribution et de refoulement.

Les ventouses sont placées dans un regard en béton armé muni d'une ouverture à l'extérieur afin d'évacuer l'air.

Le réseau de Boulsin comprendra d'un (01) ouvrage de ventouse qui sera placé au niveau du point J1. Le diamètre nominal de la ventouse sera de 80 mm pour toutes les conduites.

VII.2 Les vidanges

Les vidanges sont implantées au niveau des points bas. Ce sont des ouvrages qui permettent de nettoyer les conduites en cas de réparation ou d'entretien du réseau. Elles seront constituées :

- ✚ D'une vanne en fonte ;
- ✚ D'une conduite de décharge ;
- ✚ D'un regard de vidange à partir duquel l'eau est évacuée à l'extérieur.

Le réseau AEPS de Boulsin sera équipé de deux (02) vidanges (placés respectivement après la BF1 et la BF4).

VII.3 Les vannes de sectionnement

Des vannes de sectionnement seront implantées en tête des conduites principales et secondaires. Elles permettent d'isoler une partie du réseau en cas de réparation et facilitent ainsi son exploitation. Ce sont des vannes en fonte de diamètre variables ; le réseau de Boulsin sera équipé de sept (07) vannes de sectionnement. L'emplacement de ces ouvrages est donné aux niveaux du plan de masse de Boulsin en annexe au niveau du plan de masse et du tracé du réseau.

VII.4 Les puisards

L'implantation d'une BF s'accompagne de la réalisation d'un puisard. Il permet de recueillir les eaux perdues et les eaux de ruissellement au niveau des BF ; ils participent ainsi à la propreté du milieu.

Dans le cadre de cette étude chaque BF est doté d'un puisard ; avec en tête une goulotte qui va collecter les eaux et les rejeter dans le puisard équipé de moellons.

VII.5 Les équipements annexes

Pour permettre au personnel commis à la gestion du système de mieux s'acquitter de ses obligations de gérant, un bâtiment d'exploitation sera construit. Ce bâtiment comprendra :

- ✚ le local pour le coffret et commandes électriques ;
- ✚ le bureau pour l'exploitant ;
- ✚ un magasin pour stocker et mettre en sécurité les matériaux nécessaires à la gestion et à la maintenance du système ;
- ✚ des toilettes pour le personnel et les visiteurs éventuels.

Un terrain suffisamment grand (15 m x 15 m) sera affecté à cet effet. Il sera clôturé par un mur en agglos creux.

VIII. TRAITEMENT DE L'EAU

La ressource en eau à utiliser pour l'AEPS est l'eau souterraine ; ces eaux sont généralement claires et limpides. Le traitement se fera essentiellement aux galets de chlore. Le chlore est adapté pour un traitement durable de l'eau et permet la désinfection des eaux qui présentent un aspect acceptable. En effet, le chlore est simple à utiliser et bon marché, faisant office de désinfectant et d'oxydant. Les galets de chlore seraient alors directement introduits dans le réservoir suivant le rythme des consommations. Les galets seront ajoutés dans l'eau de l'adduction de manière à ce que le mélange soit homogène et que le chlore ait le temps de faire son effet. On distingue deux types de galets de chlore : ceux de 200 g et de 500 g ; le dosage sera d'un galet de 200g pour 25 m³ pour une autonomie de 1 à 3 semaines.

Pour le présent système, les galets de chlore seront lestés dans le réservoir dans un panier crépiné plastique au 1/3 de la hauteur c'est-à-dire à 1m du réservoir en partant de la fermeture. L'eau refoulée solubilise alors le galet et le chlore diffusé assure la désinfection de l'eau.

L'OMS recommande une valeur de chlore comprise entre 0,5 mg/l et 5 mg/l en tout temps et en tous points du réseau. Burkina Faso le laboratoire national de l'ONEA constitue une référence en matière de traitement des eaux. L'ONEA traite à 0,5 et 1,5 mg/l pour les eaux souterraines dans un souci d'efficience.

Quantité de galets à consommer pour 20 m³

Les galets titrent à 90% ; le galet de 200g vaut 180g de chlore effectif, soit $0,9 \times 200$ g.

Tableau 19 : détermination de la quantité de galets à consommer

Volume réservoir m ³	Demande en chlore (mg/l)	Chlore libre (mg/l)	Chlore total nécessaire (mg/l)	Quantité pour 20m ³
20	0,5	1	1,5	$1,5 \times 20 = 30$ g $30 \times 0,9 = 27$ g (soit 1/6 galet)

La mesure du chlore résiduel une fois par jour permet de suivre la bonne désinfection de l'eau; lorsque la valeur du chlore est proche de 0,5mg/l, procéder à l'ajout d'un sixième (1/6) de galet. Pour assurer le traitement journalier 30 g de galet de chlore soit 1/6 du galet de 200g sera retenu. Le traitement mensuel sera effectif avec 5 galets.

IX. GESTION ET ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

Le point d'eau doit être entretenu et renouvelé pour maintenir le niveau de service pour lequel il a été conçu (IRC, 2012).

IX.1 Diagnostic de la situation de la gestion actuelle

A nos jours, le village de Boulsin ne compte aucune BF ; les seuls points d'eau étant les PMH et les puits. La gestion de ces points d'eau revient à l'Association des Usagers de l'Eau (AUE) à travers le Comité Villageois de Développement (CVD) du village. En effet, le CVD n'a pas la charge de la gestion des systèmes mais assure le contrôle du service public de l'eau (équité, qualité, disponibilité et accessibilité). Ainsi la commune contractualisera un maintenancier afin que celui-ci assure l'entretien des PMH. Chaque forage dispose d'un gestionnaire qui est chargé de percevoir les différentes cotisations qu'il reverse à la caisse de l'AUE.

Une bonne organisation existe dans le village pour l'entretien des points d'eau. En effet, autour de chaque point d'eau, un groupe de femmes assure la propreté. Leurs services restent à désirer car les points d'eau de la localité ne présentent pas un aspect très hygiénique comme le montre les photos suivantes.



Figure 3 : Photo d'une PMH de marque India II



Figure 4 : Déchets animaux non loin de la PMH

IX.2 Proposition d'un mode de gestion adaptée

Au Burkina Faso, il existe deux grandes options en mode de gestion des systèmes AEP. Ce sont :

- ✚ la gestion directe ou régie : où la collectivité est entièrement maîtresse de l'organisation du service ;
- ✚ la gestion déléguée ou concession : où la collectivité charge un organisme extérieur de l'exécution du service.

Afin de garantir de manière durable la gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable, a été adopté le 03 novembre 2000 le Décret n°2000-514/PRES/PM/MEE portant Réforme du système de gestion des infrastructures hydrauliques d'alimentation en eau potable en milieux rural et semi urbain (BAMOUNI Nestor, 2010).

La Réforme qui a été mise en place exclut en milieu rural le principe de la gestion communautaire pour les systèmes AEPS et préconise la délégation de la gestion à un opérateur privé compétent. Ainsi à travers un contrat d'affermage ou un contrat d'exploitation, la commune recrute sur la base d'une offre de service un opérateur privé professionnel (exploitant ou fermier) pour la gestion du service de l'eau. En matière de contrat d'affermage, il existe la société SAWES au niveau du chef-lieu de Tanghin-Dassouri et de Komsilga qui gère les AEPS. SAWES pourrait alors être recommandé à Boulsin.

De ce fait cet opérateur aura à sa charge la production et la distribution de l'eau aux usagers tout en assurant :

- ✚ l'entretien, la maintenance suivant les clauses du contrat à passer avec la commune;
- ✚ le renouvellement d'une partie des équipements ;
- ✚ la gestion financière du système : recouvrement du prix de l'eau, exécution des achats et paiements du personnel et des prestataires ainsi que l'établissement de bilans de gestion.

Alors, un contrôleur sera indispensable du point de vue personnel. Il aura pour tâche de gérer le système d'alimentation en eau potable: conduites, ouvrages de distribution (BF) et ouvrages de sectionnement et assurera une bonne gestion de ce système. Le contrôleur effectuera alors :

- ✚ le contrôle du fonctionnement normal du réseau (débit, pression) à travers une prospection des ouvrages du réseau une fois par semaine;

- ✚ le contrôle de la teneur en chlore résiduelle au niveau de chaque BF tous les jours;
- ✚ le nettoyage et la désinfection du réservoir tous les quinze (15) jours.

Le contrôleur du réseau aura une tâche permanente, il assurera une maintenance préventive des installations à travers le suivi de l’état du fonctionnement du réseau et notera les réclamations des usagers quant à la disponibilité de l’eau. Une maintenance curative sera aussi assurée afin de pallier aux problèmes que connaîtra le réseau.

Toutefois un gardien sera indispensable pour la surveillance des installations et un agent de vente est nécessaire au niveau de chaque BF.

IX.3 La motivation et la volonté à payer des futurs usagers

Le rapport socio-économique a permis de déterminer la motivation des futurs usagers et leur volonté à payer.

Suite à des assemblées générales préalablement tenues à Boulsin, la population a affirmé son adhésion à la réalisation de l’AEPS. Elle pense que l’AEPS leur apportera de l’eau potable en toute saison, c’est dire alors que la population est convaincue des bénéfices de l’AEPS. D’où leur engagement à apporter la contribution initiale requise pour l’AEPS conformément au PN-AEPA à savoir : 400 000 FCFA pour le réseau et 100 000 FCFA pour chaque BF. Le village se dit prêt à mobiliser la somme de 800 000 FCFA dans un délai de trois mois. Le mode de recouvrement de cette somme initiale est la cotisation.

Les ménages du village ayant fait l’objet d’une enquête ont manifesté leur volonté à payer l’eau. Malgré, l’organisation actuelle qui ne conditionne pas de payer l’eau avant tout prélèvement au niveau des PMH, les ménages sont conscients que l’eau qui sera délivrée au niveau de l’AEPS est payante. Cela a été confirmé lors des assemblées générales et les premiers responsables du village se sont engagés à sensibiliser la population sur le fait que l’eau des BF est directement payante.

Les prix proposés par les ménages lors des enquêtes concernent trois types de récipients à savoir :

- ✚ Le seau de 15 litres pour lequel les prix proposés vont de 5F à 10F CFA
- ✚ Le bidon de 20 litres pour lequel les prix vont de 10 à 20 F CFA
- ✚ Le fût de 220 litres pour lequel les prix vont de 100 à 125 F CFA

IX.4. La capacité à payer des populations

La capacité des ménages à payer l’eau du futur AEPS a été analysée sur la base des capacités financières des habitants du village. Ainsi, les enquêtes ont permis de connaître le revenu moyen des ménages et les dépenses moyennes mensuelles pour une taille moyenne des ménages à 08 personnes.

Ainsi, il ressort que le revenu moyen mensuel par ménage serait de 35 622 FCFA contre des dépenses moyennes mensuelles de 27 637FCFA. Selon les enquêtes, ces revenus sont repartis entre les dépenses de nourriture, d’éducation, de santé, d’essence et autres dépenses sociales. En ce qui concerne l’achat de l’eau, elle est apparue très modeste car les ménages avaient pour habitude le paiement par des cotisations périodiques et ponctuelles pour les forages.

Compte tenu de ces revenus moyens mensuels évoqués plus haut, l’achat direct de l’eau des populations pourrait être possible. Toutefois, la sensibilisation des populations s’avère importante vu qu’il n’y a pas de tradition en qui concerne l’achat de l’eau au récipient à Boulsin.

X. ESTIMATION DES INVESTISSEMENTS

X.1 Avant-métre des travaux

X.1.1 Mode de pose des canalisations

Les conduites du réseau seront enterrées afin de les protéger du soleil, du réchauffement de l’eau et des variations de température. Elles seront placées de sorte à éviter l’encombrement des routes tout en permettant de prévenir l’ovalisation ou l’écrasement des conduites par les charges trop lourdes ou des opérations agricoles. Les conduites traversant les grandes voies seront protégées par des fourreaux.

Les ouvrages de raccords seront bloqués en tranchée afin de les empêcher de se déplacer sous l’effet de la pression de l’eau. Les tranchées seront aussi uniformes que possible, régulières sans éboulement et exemptes de grosses pierres ou autres matériaux encombrant.

Lors de la pose de la conduite, la tranchée sera comblée du matériau issu des fouilles jusqu’à la moitié puis un grillage avertisseur bleu sera posé avant de terminer le comblement.

X.1.2 Dimensions des fouilles

A l’exception de la longueur totale et réelle des fouilles qui est déterminée après exécution des fouilles; les autres caractéristiques dépendent non seulement du cahier de charges mais aussi du diamètre des conduites. Pour ce qui concerne le présent projet, la profondeur et la largeur des tranchées sont obtenues par les formules suivantes :

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

$$l \geq 0,4 \text{ m} + D$$

Avec :

H : la hauteur minimale de la tranchée en m

l : la largeur minimale de la tranchée en m

D : le diamètre extérieur de la conduite à placer dans la tranchée en m.

Ce qui permet d’obtenir les hauteurs consignées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Calcul des profondeurs de fouilles

$H \geq 0,8 \text{ m} + D$		
D = 63 mm	D = 75 mm	D = 90 mm
0,863	0,875	0,89

On retiendra **H = 80 cm** pour toutes les conduites.

En ce qui concerne la largeur le tableau suivant montre les différents calculs.

Tableau 21 : Calcul des largeurs de fouilles

$l \geq 0,4 m + D$		
D = 63 mm	D = 75 mm	D = 90 mm
0,463	0,475	0,49

La largeur qui sera adoptée est de : **L = 40 cm** pour les conduites de 63 mm et 75 mm.

Et **L = 50 cm** pour les conduites de 90 mm.

Quant aux tranchées qui seront destinées à recevoir deux conduites (refoulement et distribution) dites doubles fouilles la largeur de la fouille sera de **60 cm**.

Le métré des fouilles est alors présenté dans le tableau récapitulatif suivant :

Tableau 22 : Métré des fouilles

N°	Désignation	U	Quantité	Dimensions (m)			Quantité Partielle	Quantité Totale
				Long	larg.	h / ép.		
1	Déblai et remblai pour pose de conduite d'adduction (double fouille)	m ³	1	1122,34	0,6	0,8	538,72	538,72
2	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution 63 mm	m ³	1	1502,52	0,4	0,8	480,81	1019,53
3	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution 75 mm	m ³	1	232,39	0,4	0,8	74,65	1094,18
4	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution 90 mm	m ³	1	202,23	0,5	0,8	80,89	1175,07
Total	1175,07 m³							

X.2 Coût des installations

Le coût global du projet d'approvisionnement en eau potable de la localité de BOULSIN s'élève à la somme de **QUATRE-VINGT-UN MILLIONS TROIS CENT QUINZE MILLE SEPT CENT QUARANTE-SIX FRANCS CFA** soit **81 315 746 FCFA**.
(Confère annexe VII)

X.3 Détermination du prix de l'eau

Au Burkina Faso, la politique en ce qui concerne la fixation du prix de l'eau est basée sur la récupération des coûts pour la couverture des charges d'exploitation/maintenance et amortissement des investissements de durée de vie inférieure à 10 ans.

Le prix du mètre cube de l'eau sera déterminé par le quotient de la somme (du coût d'investissement, des charges d'exploitations et des dotations aux amortissements) sur le volume total d'eau vendu.

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

PR = prix de revient du m³ d'eau

I = coût d'investissement des travaux

C_i = charges d'exploitations et de maintenance du système à l'année i

A_i = dotations aux amortissements à l'année i

V_i = volume d'eau vendu à l'année i

Les charges d'exploitations

On estime généralement que les dépenses d'entretien courant ou d'exploitation sont comprises entre 5% et 20% des dépenses d'investissements. L'entretien courant exclut, par définition, les grosses réparations qui relèvent des dépenses de renouvellement (IRC, 2012).

Les charges d'exploitations du village de Boulsin comprennent la main d'œuvre, le carburant, les produits chimiques, les pièces de rechange. Toutes ces dépenses sont approximées, sommées et consignées dans les tableaux ci-dessous.

Conception et Dimensionnement du système d’Alimentation en Eau Potable Simplifié
(AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso

Tableau 23 : Calcul des charges dues aux personnels

Charges du personnel				
Personnel	nombre d'employé	salaire/mois	salaire /an	salaire en 10 ans
Contrôleur	1	30 000	360 000	17 400 000 FCFA
Gardien	1	15 000	180 000	
Fontainier	4	100 000	1 200 000	
Total		145 000	1 740 000	

Tableau 24 : Calcul des charges d’exploitation

CHARGES D’EXPLOITATION	MONTANT/mois	MONTANT/ans	MONTANT décennal
Charges du personnel		1 740 000	17 400 000
Entretien et réparation	50 000	600 000	6 000 000
Gasoil	75 000	900 000	9 000 000
Consommations du chlore	50 000	600 000	6 000 000
Téléphone	5 000	60 000	600 000
consommable de bureau	5 000	60 000	600 000
TOTAL (FCFA)			33 600 000

✚ Les dotations aux amortissements

Les dotations aux amortissements sont des dépenses de renouvellement, de remplacement ou de réhabilitation des actifs, décidées en fonction de la performance des actifs à remplir leur fonction. Dans le cadre de notre projet, ces actifs sont essentiellement le groupe électrogène et la pompe.

L’amortissement annuel est calculé en faisant le quotient du prix d’achat de l’actif par sa durée moyenne de vie.

Conception et Dimensionnement du système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié
(AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso

Tableau 25 : Calcul des dotations aux amortissements

Amortissement				
Equipements	durée de vie	Prix	Annuel	Décennal
Groupe électrogène	10 ans	6 000 000	600 000	6 000 000
Pompe	5 ans	2 400 000	480 000	4 800 000
TOTAL (FCFA)				10 800 000

✚ Le volume d'eau produit en 10 ans

Pour obtenir le volume d'eau produit en 10 ans, il faut faire le produit du besoin de production du jour de pointe par 365 jours et par 10 ans (92,4 x 365 x 10).

Avec un coût d'investissement de 81 583 658 FCFA, des charges d'exploitations s'élevant à 33 600 000 FCFA et des dotations aux amortissements de 10 800 000 FCFA, le prix du mètre cube d'eau est calculé et présenté ci-dessous.

Tableau 26 : calcul du prix du mètre cube d'eau

Volume d'eau produit en 10 ans (m ³)	443662,78
Prix du mètre cube d'eau (FCFA)	
$\text{Pr} = \frac{I + \sum C_i + \sum A_i}{\sum V_i}$	260

Après calcul le prix du mètre cube d'eau est de **260** FCFA soit 5,2 F le sceau de 20 litres. Contre 5 F le sceau de 20 litres selon les tarifs de l'ONEA.

✚ Remarque

Ce prix se situe au-dessus du prix du mètre cube de l'eau fixé par l'ONEA de 198 FCFA. Mais dans le cadre des contrats d'affermage que l'ONEA ligue avec les certaines sociétés, la fixation des tarifs de l'eau revient à ces derniers. Toutefois ils veilleront à ne pas dépasser les prix par l'ONEA de plus de 30%.

En matière de contrat d'affermage, il existe la société SAWES qui s'occupe de la gestion des AEPS de la localité de Tanghin-Dassouri et de Komsilga. Mais les prix fixé par SAWES, de 500 F le mètre cube sont largement au-dessus de celui de ceux de l'ONEA. Ainsi lors des enquêtes au niveau des ménages, les populations ont donné des prix similaires à ceux du SAWES ; c'est-à-dire le bidon de 20 litres à 10F. Nous pouvons de ce fait affirmer que le prix du mètre cube trouvé se situe dans les cordes du pouvoir d'achat de la population.

XI. ENVIRONNEMENT

L'étude de conception sera complétée par une étude d'impact environnementale.

XI.1 Proposition d'une notice d'impact environnementale

La mise en place du système AEPS aura divers impacts sur la localité de Boulsin. Ces impacts peuvent être positifs comme négatifs et intervenir sur plusieurs niveaux de la vie des populations du village.

XI.1.1 Sur le plan socio-économique et culturel

La réalisation de l'AEPS peut occasionner des aspects positifs :

- ✚ l'amélioration de la couverture des besoins en eau des populations ; qui favorisera l'atteinte des OMD au niveau du village.
- ✚ le village disposera alors d'une eau de meilleure qualité et en quantité suffisante. Ce qui contribuera à la diminution des maladies hydriques. Le mode d'approvisionnement permettra aux uns et aux autres de disposer de l'eau potable selon leurs moyens.
- ✚ l'exécution des travaux lors de la mise en place de l'AEPS contribuera à la création d'emplois pour les jeunes notamment lors de travaux de pose et d'exécution des tranchées.

Comme aspects négatifs le projet pourra être facteur de :

- ✚ propagation de maladies sexuellement transmissibles, de grossesses indésirées.
- ✚ Les travailleurs qui seront logés sur le chantier sont très souvent confrontés aux maladies comme le paludisme.
- ✚ les travaux de fouilles peuvent être à l'origine de maladies respiratoires (inhalation de la poussière qui se dégagera lors des travaux) et même causer des accidents aux usagers.
- ✚ l'occupation des terres de tierces personnes pourront être favorisée lors de l'exécution du projet, ce qui peut être source de dispute entre les populations et les manœuvres.

XI.1.2 Sur le plan environnemental

L'environnement est le lieu destiné à recevoir les ouvrages du système AEPS. Il faut alors s'attendre à ce que celui-ci connaisse des modifications.

- ✚ En effet pour la mise en place de certains ouvrages (l'implantation du réservoir, des BF, des locaux, magasin), il sera nécessaire d'aménager les terrains (défrichage, débroussaillage). Ce qui contribuera à la destruction du couvert végétal.
- ✚ Aussi l'occupation des terres inclura la destruction des installations, de certains édifices privés (étalages, boutiques) surtout lors de la pose des conduites.
- ✚ La production d'eau usée est aussi inévitable autour des BF ; d'où une pollution pour l'environnement.

XI.2 Proposition des mesures d'atténuations

Dans le but d'assurer la pérennité des infrastructures à mettre en place, des solutions adaptées et durables pour compenser les conséquences dommageables doivent être envisagées.

Sur le plan socio-culturel ce sont :

- ✚ Procéder à des campagnes de sensibilisations et d'informations auprès des populations afin de leur faire comprendre les avantages et inconvénients liés au projet.
- ✚ Poser des plaques de signalisations au niveau des voies interrompues lors de l'exécution des tranchées.
- ✚ Equiper les fouilleurs de matériaux de protection contre la poussière (cache-nez) et des moustiques (moustiquaires et pommades anti-moustiques).
- ✚ Favoriser un environnement de travail sécurisé pour le personnel et les sensibiliser à avoir une bonne santé sexuelle surtout à l'utilisation des préservatifs.

Sur le plan environnemental:

- ✚ L'étanchéité du réseau sera vérifiée afin d'éviter les fuites. La mise en place d'un système de surveillance des fuites du réseau serait nécessaire.
- ✚ La sensibilisation de la population sur les pratiques de l'hygiène et de l'assainissement surtout autour des points d'eau.
- ✚ A la suite des travaux d'exécution de l'AEPS des campagnes de reboisements seront menées afin de restaurer le milieu naturel détruit.

XII. CONCLUSION

Au sortir de cette étude, il apparaît que l'approvisionnement en eau potable dans la localité de Boulsin est un véritable problème qui mérite que l'on y accorde une attention particulière. En effet, l'analyse des points d'eau existants a montré que la principale ressource en eau de la localité est fournie par les PMH. PMH qui permettent d'assurer une desserte en eau de 72 % seulement avec une eau de qualité quelques peu contestable. Ce qui n'est pas sans risque pour la santé. C'est alors que la présente étude « Conception et Dimensionnement du système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié (AEPS) de la localité de Boulsin dans la commune de Tanghin-Dassouri, province du Kadiogo » est menée afin de permettre à ladite localité de disposer d'un système d'approvisionnement en eau potable. Ce qui va alors contribuer à l'amélioration de la qualité de vie des populations du village. Cette amélioration passe par un accès équitable et adéquat à l'eau potable s'inscrivant surtout dans un cadre de gestion durable et équilibré de la ressource en eau. Avec les données recueillies sur Boulsin et quelques hypothèses posées, l'étude a d'abord procédé à l'analyse des besoins en eau de la population qui s'élèvent à 80 m³ par jour ; ensuite à la conception du système AEPS ; puis à l'élaboration des plans nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages constitutifs de l'AEPS et enfin à l'évaluation du coût de réalisation des travaux qui seraient de **81 315 746** FCFA. Tout cela sans oublier un intérêt particulier pour le traitement de l'eau et la gestion des ouvrages qui seront mis en place et surtout en tenant compte de l'impact d'un tel projet pour l'environnement et la population.

La mise en place d'un AEPS qui n'est autre qu'un système constitué d'une station de pompage pouvant être alimentée par énergie thermique ou solaire, d'un château d'eau et d'un petit réseau de distribution d'eau, à Boulsin pourrait permettre d'assurer l'approvisionnement en eau potable des habitants. La question se pose tout de même de savoir si le présent système qui sera mis en place permettra à long terme de répondre efficacement aux besoins en eau du village. Surtout quand on sait que la population est en pleine expansion ; 4 BF seront-elles satisfaisantes ? Il sera plus qu'alors nécessaire d'envisager l'agrandissement du présent réseau de distribution. Pour l'heure les autorités du village et surtout les populations bénéficiaires du projet devront s'approprier les ouvrages et veiller à les garder en bon état.

XIII. RECOMMANDATIONS

Dans le but d'assurer la pérennité des ouvrages à mettre en place plusieurs dispositions doivent être prises. Ce sont entre autres :

- ✚ Des campagnes de sensibilisation avant, pendant et après la réalisation du projet pour que le maximum d'utilisateurs comprennent les raisons de la vente d'eau au niveau de l'AEPS.
- ✚ Afin d'assurer la propreté autour des BF, les autorités du village à travers le CVD pourraient encourager les populations à s'occuper de la propreté de ces points d'eau en mettant en place le prix de la BF la mieux entretenue par exemple.
- ✚ A l'avenir il serait souhaitable pour le système d'exhaure à mettre en place de penser à un système hybride (énergie solaire associée à un groupe électrogène) qui permettra de faire des économies d'énergies.

XIV. BIBLIOGRAPHIE

- Agence d'Exécution des Travaux Eau Equipements Rural, 2014. Etude de faisabilité socio-économique pour la réalisation d'Adduction en Eau Potable Simplifiée dans quatre village de la province du Kadiogo / village de Boulsin. Burkina Faso, 2014.
- BAGRE Ahmed Ousmane, 2004. Sources d'énergie pour systèmes simplifiés D'AEPA. Ouagadougou : 2iE, 2004.
- MAR A.L, 2003. Cours d'hydraulique : Ecoulements en charge. Ouagadougou : 2iE, 2003.
- BAMOUNI Nestor, 2010. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2, Contribution à l'élaboration du guide « Approvisionnement en eau potable et Assainissement » du maire en milieu rural. Burkina Faso, 2010.
- OUEDRAOGO Bèga, 2005. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE, 2005.
- ZOUNGRANA Denis, 2003. Cours d'approvisionnement en eau potable. Ouagadougou : 2iE, 2003.
- DABAL Idrissa, 2011. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur Master 2, Optimisation de la Gestion du système d'alimentation en eau potable de la ville de Tanghin-Dassouri. Burkina Faso, 2011.
- INSD, 2006. Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Burkina Faso, 2006.
- IRC Centre international de l'Eau et de l'Assainissement, 2012. le cout des systèmes d'approvisionnement en eau potable au Burkina Faso : une application de l'approche des couts à long terme. Burkina Faso. 2012.
- Ministère de l'agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques, Direction Générale des Ressources en Eau, 2006. Programme National d'Approvisionnement en Eau potable et d'Assainissement à l'horizon 2015. Burkina Faso. 2006.
- Ministère de l'économie et des finances, Comité National du Recensement, 2009. Monographie de la commune urbaine de Ouagadougou. Burkina Faso. 2009.

XV. ANNEXES

Annexe I : Phasage des besoins pour tous les 5 ans	59
Annexe II : Calcul du diamètre de la conduite de refoulement	60
Annexe III : Nombre de conduite nécessaire pour la mise en place du réseau et linéaire des conduites	61
Annexe IV : Protection de la conduite de refoulement	63
Annexe V : Equipement du château d’eau	65
Annexe VI : Caractéristiques de la pompe	66
Annexe VII : Devis estimatif	70
Annexe VIII : Résultat des analyses d’eau	78
Annexe IX : Les pièces dessinées	80

Annexe I : Phasage des besoins pour tous les 5 ans

Année:	2015	2020	2025	
population à l'année 0	3885	3885	3885	
taux d'accroissement (a)	0,036	0,036	0,036	
échéance du projet (n)	0	5	10	
Population	3885	4636	5533	
taux de desserte en 2025	0,72	0,76	0,8	
population réellement servie en 2025	0	3524	4427	
fréquence au niveau des PMH en 2025	1	0,75	0,5	
population utilisant toujours des PMH en 2025	0	2643	2213	
population réelle utilisant les Bornes Fontaines	0	881	4000	
coefficient de pointe journalière	1,1	1,1	1,1	
coefficient de pointe horaire	2,5	2,5	2,5	
rendement global du système 95%	1,05	1,05	1,05	
consommation spécifique (l/j)	20	20	20	
consommation moyenne (m ³ /j)	77,7	17,6	80,0	
besoin de production du jour de pointe (m ³ /j)	89,7	20,3	92,4	
débit de pointe horaire (m ³ /h)	0,06	4,24	19,25	
débit de pointe horaire (l/s)	0,017	1,18	5,35	
temps de pompage (h/jr)	15	dans une journée on pompe		82,5
débit du forage (m ³ /h)	5,5	alors un débit (m ³ /j) de:		
le nombre de forage nécessaire pour l'exploitation	0	1	2	

Annexe II : Calcul du diamètre de la conduite de refoulement

Le diamètre (D) de conduite de refoulement				
	Bresse	Bresse modifiée	Munier	Flamant
débit (l/s)	1,53	1,53	1,53	1,53
diamètre (m)	0,059	0,092	0,044	0,002
diamètre (mm)	58,67	92,18	43,81	1,95
choix du diamètre donné par la formule de Bresse				
diamètre PN10 75/67,8			67,8	
la vitesse de refoulement	$V = \frac{4 \times Q}{D^2 \times \pi}$			
V (m/s)	0,55			

Annexe III : Nombre de conduite nécessaire pour la mise en place du réseau et linéaire des conduites

Détermination du nombre total de conduite qu'il faut pour l'ensemble du réseau

Une longueur de conduite mesure 6 m à l'origine et 5,95 m lorsqu'elle est emboîtée à une autre. Pour trouver le nombre de longueur de conduite dont on a besoin, il suffit de faire le quotient de la longueur totale du tronçon en m concerné par la longueur de 5,95 m.

✚ Conduite de refoulement /diamètre 75mm et PN 10:

Longueur totale = 1122,34m

$$N = \frac{1122,34}{5,95} = \mathbf{189}$$

On aura alors besoin de 189 longueurs de conduites de diamètre 75mm, PN16 pour effectuer la pose de la conduite de refoulement

✚ Conduites de distribution PN10

- Diamètre 63mm

$$N = \frac{L(m)}{5,95}$$

$$N = \frac{900,33}{5,95} + \frac{244,24}{5,95} + \frac{181,96}{5,95} + \frac{162,71}{5,95} + \frac{277,65}{5,95} + \frac{36,5}{5,95} + \frac{839,47}{5,95}$$

$$N = 151 + 41 + 31 + 27 + 47 + 7 + 141$$

$$N = \mathbf{445}$$

- Diamètre 75mm

$$N = \frac{L(m)}{5,95}$$

$$N = \frac{62,61}{5,95} + \frac{169,77}{5,95} = 11 + 29$$

$$N = \mathbf{40}$$

- Diamètre 90mm

$$N = \frac{L(m)}{5,95}$$

$$N = \frac{13,9}{5,95} + \frac{188,33}{5,95} = 3 + 32$$

$$N = \mathbf{35}$$

Conception et Dimensionnement du système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié
(AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso

Pour la pose des conduites de distribution, il faudra :

Conduites	Longueurs
PVC PN10 90 mm	35
PVC PN10 75 mm	40
PVC PN10 63 mm	445

✚ Linéaire des conduites

Conduites	Linéaires
PVC PN10/Refoulement 75mm	1123 ml
PVC PN10 90 mm	203 ml
PVC PN10 75 mm	233 ml
PVC PN10 63 mm	2643 ml

Annexe IV : Protection de la conduite de refoulement

✚ Calcul de la célérité (a) qui provoque le coup de bélier

$$\text{Formule d'ALLIEVI : } a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{D}{e}}}$$

Avec k = 33 et D le diamètre intérieur de la conduite de refoulement

K	33
D (m)	0,0678
e (m)	0,0036
a (m/s)	382,54

✚ Calcul de la variation instantanée de la pression

$$\Delta h_0 = \frac{a * V_0}{g}$$

Avec a : la célérité, V₀ : la vitesse d'écoulement et g : la pesanteur

a (m/s)	669,8
V ₀ (m/s)	0,55
g (m ² /s)	9,81
Δh ₀ (m)	21,45

✚ Calcul de la pression maximale

$$P_{\max} = \text{HMT} + \Delta h_0$$

HMT (m)	60
Δh ₀ (m)	21,45
H max (m)	81,45

✚ Choix de la Pression Nominale à adopter

$$81,45 \text{ m} \leq 100 \text{ m} \rightarrow H \text{ max (m)} \leq 10 \text{ Bars}$$

La pression normale de service de la conduite de refoulement sera de PN 10 soit 100 m.

Vérification

Le rapport $\frac{H_{max}}{H_{ser}} = \frac{81,45}{100} = 81,45 \% < 115\%$ (valeur limite). Il n'y a donc pas de risque de coup de bélier sur la conduite de refoulement. Il n'est donc pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier.

Annexe V : Equipement du château d'eau

✚ Conduite d'arrivée (adduction)

L'arrivée de l'eau dans le château d'eau sera effectuée par averse en chute libre. Cela permet de mettre l'eau en contact avec l'air extérieur qui entre dans le château par une petite ouverture. L'eau est alors oxygénée, ce qui est favorable aux eaux souterraines qui sont ordinairement pauvres en oxygène dissous. L'alimentation par surverse favorise la décantation des particules solides qui pourraient exister dans l'eau au fond de la cuve.

✚ Conduite de départ (distribution)

Le départ de la conduite de distribution s'effectue de 0,15 à 0,2 m au-dessus du radier. La conduite de distribution sera munie d'une crépine en vue d'éviter l'introduction de dépôt solide dans le réseau de distribution.

✚ La conduite de vidange

Elle permet de vidanger le château d'eau en cas de nettoyage ou de réparation. La conduite partira du point bas du château d'eau et sera munie d'un robinet vanne puis raccordée à la conduite de trop plein.

✚ La conduite de trop plein

Cette conduite permet d'évacuer l'excès d'eau arrivant au château d'eau. La conduite de trop plein ne comportera pas de robinet sur son parcours et sa section transversale sera disposée selon un plan horizontal situé à une distance h au-dessus du niveau maximal. Elle sera munie à son départ d'un entonnoir pour le passage de débit Q sous une lame d'eau h .

✚ Conduite by-pass

Ce tronçon de conduite relie les conduites d'alimentation (arrivée) et de distribution (départ). Il permet de faire circuler l'eau sans que celui-ci ne passe au niveau du château d'eau ; permettant donc d'isoler le château d'eau en cas de besoin (nettoyage de la cuve du château d'eau ou intervention du château d'eau).

Annexe VI : Caractéristiques de la pompe

SP 5A-21

Pompes immergées multicellulaires pour l'arrosage, l'irrigation, l'adduction d'eau. Nombreuses applications industrielles, surpression, transfert.

La pompe est entièrement en Acier inoxydable DIN W.-Nr. DIN W.-Nr. 1.4301.

Moteur 3-phasé avec écran anti-sable, paliers lubrifiés par liquide et diaphragme de compensation.

Liquide:

Liquide pompé:	Eau potable
T° max. liquide à 0,15 m/sec:	40 °C
Densité:	1000 kg/m ³

Technique:

Vitesse pour donnée pompe:	2900 mn-1
Débit calculé:	5.91 m ³ /h
Pression fournie par la pompe:	65 m
Garniture mécanique pour moteur:	LIPSEAL
Tolérance de courbe:	ISO 9906

Matériaux:

Pompe:	Acier inoxydable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Roue mobile:	Acier inoxydable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Moteur:	Acier inoxydable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304

Installation:

Pression d'entrée min.:	-0.4 bar
Refoulement pompe:	Rp 1 1/2
Diamètre moteur:	4 inch

Donnée électrique:

Type moteur:	MS402
--------------	-------

Conception et Dimensionnement du système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié (AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso

Puissance nominale - P2:	2,2 kW
Fréquence d'alimentation:	50 Hz
Tension nominale:	3 x 380-400-415 V
Méthode de démarrage:	direct
Courant nominal:	5,50-5,50-5,70 A
Cos phi - facteur de puissance:	0,85-0,82-0,77
Vitesse nominale:	2850-2860-2870 rpm
Indice de protection (IEC 34-5):	58
Classe d'isolement (IEC 85):	B
Capteur de température intégré:	non
Autres:	
Poids net:	18,2 kg
Poids brut:	20 kg
Colisage:	0,012 m ³

Type	SP 5A-21
Quantité * moteur	1 * 2.2 kW , 380-400-415 V
Débit	5.91 m ³ /h (+7 %)
Htotale	65 m
Puissance P1	2.54 kW
Puissance P2	1.94 kW
Courant (nominal)	5.5 A
Courant (réel)	4.74 A
Cos phi (réel)	0.77
Eta pompe	54.0 %
Eta moteur	76.3 %
Eta total	41.2 % =Eta pompe * Eta moteur
Débit total	20075 m ³ /an
Conso. spécifique énergétique	0.4301 kWh/m ³
	6.75 Wh/m ³ /m
Conso. énergétique	8635 kWh/Année

Figure 4 : Caractéristique de la pompe



Figure 5 : Photo de la pompe

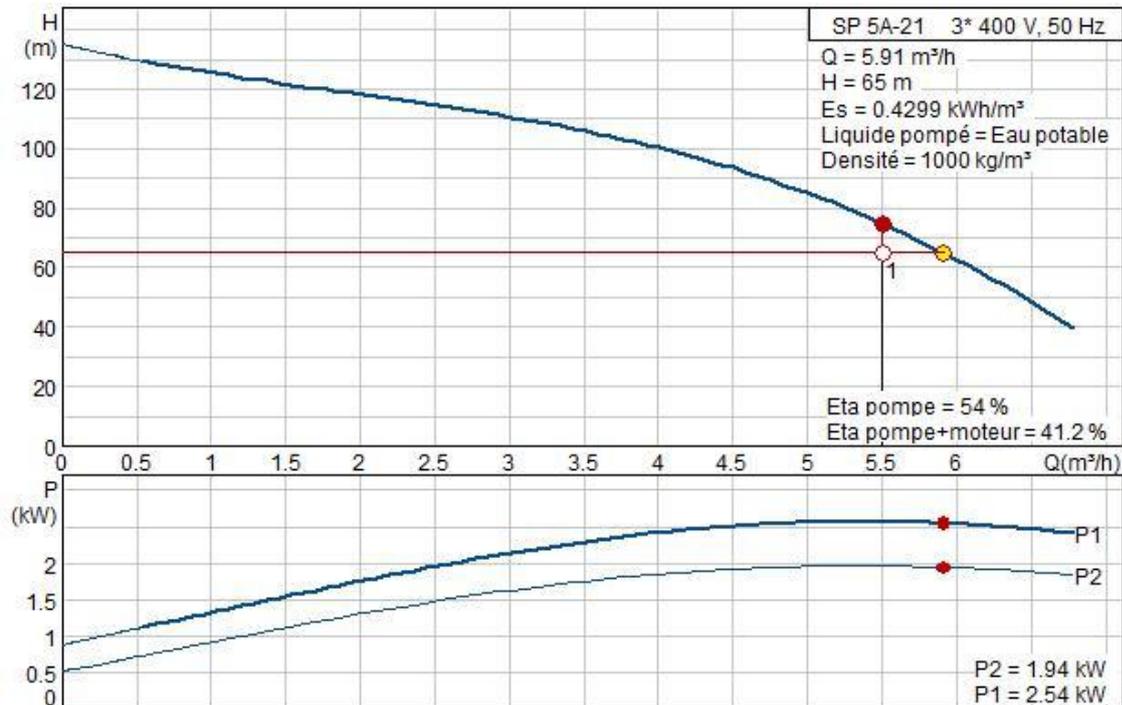


Figure 6: courbe caractéristique de la pompe

Détermination du point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement de la pompe est le point d'intersection de la courbe caractéristique de la pompe et de la courbe caractéristique de la conduite de refoulement.

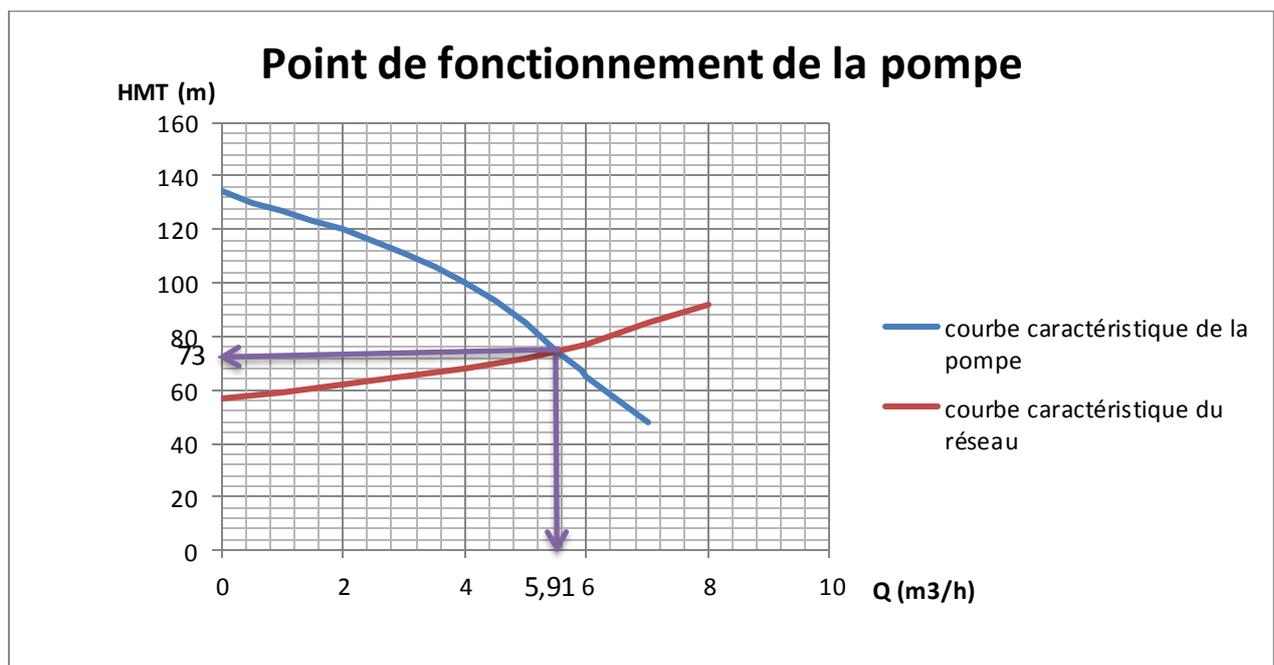


Figure 7 :point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement se situe au point de coordonnée $H = 73$ m et $Q = 5,91\text{m}^3/\text{h}$.

On veillera à ne pas sur dimensionner la pompe à plus de 0,5 à 1 bar.

Ainsi $H = 73$ m = 7,3 bar. Or HMT = 65 m soit 6,5 bar ; $6,5 + 0,5 = 7$ bar et $6,5 + 1 = 7,5$ bar.

$6,5$ bar < $7,3$ < $7,5$ bar, Ce qui est convenable. La pompe choisie permettrait alors de remplir efficacement sa fonction.

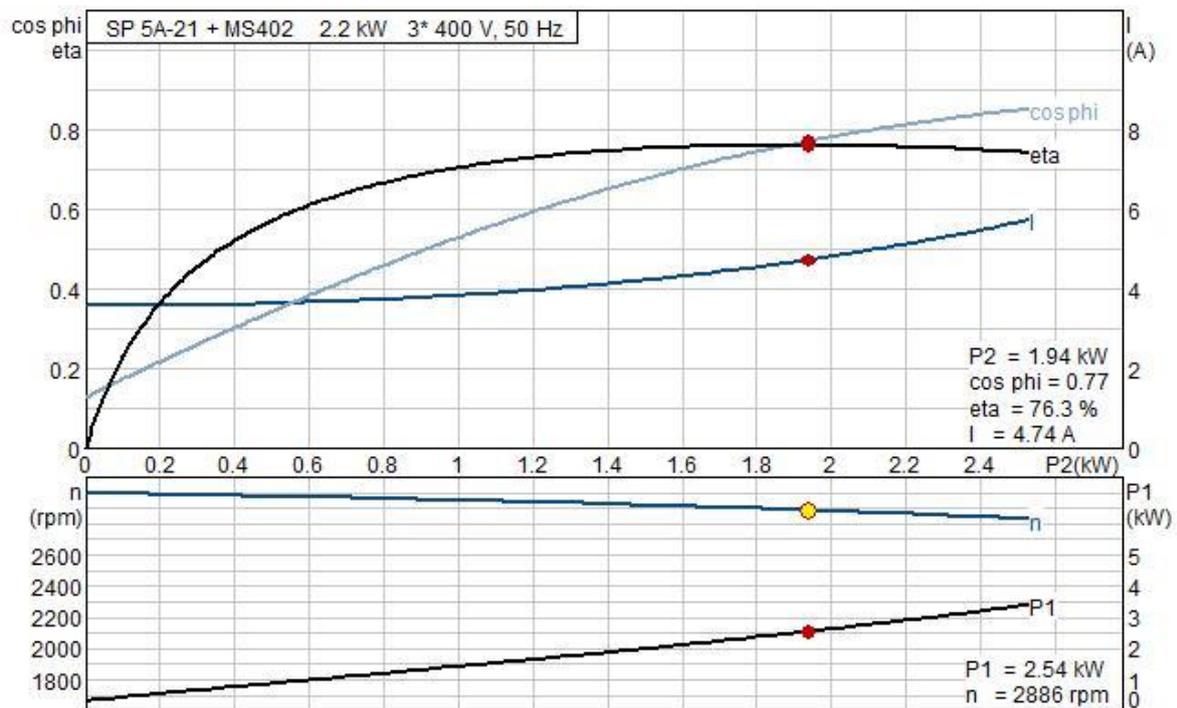


Figure 8: courbe moteur de la pompe

Annexe VII : Devis estimatif

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire	Prix Total
I	FRAIS GENERAUX DU CHANTIER				
I-1	Installation et replis de chantier	FF	1	2 000 000	2 000 000
I-2	Etudes d'exécution de l'ensemble du projet et établissement de dossiers des ouvrages à exécuter	FF	1	500 000	500 000
I-3	Etablissement de plans de recollement	FF	1	500 000	500 000
	SOUS TOTAL I				3 000 000
II	FORAGE				
II-1	Exécution et équipement du forage à grand diamètre de débit minimum de 5 m ³ /h	U	1	5 000 000	5 000 000
II-2	Développement du forage	FF	1	400 000	400 000
II-3	Pompage par palier	FF	1	400 000	400 000
II-4	Pompage longue durée	FF	1	750 000	750 000
II-5	Analyse de l'eau (chimique et bactériologique)	FF	1	75 000	75 000
II-6	Génie Civil du regard tête de forage suivant le plan	FF	1	200 000	200 000
	SOUS TOTAL II				6 825 000

III	CONDUITE DE REFOULEMENT				
III-1	Fourniture et pose de conduite de refoulement DN 75 PN 16	ML	1122,34	4 000	448 9360
III-2	Pose de lit de sable (ep. 10 cm), grillage avertisseur bleu, remblai	FF	1122,34	1 000	1 122 340
III-3	Tranché pour la pose de canalisation de 0,8 de profondeur et 0,6 de largeur	FF	1122,34	2 000	2 244 680
III-4	Raccordement à la colonne d'alimentation du réservoir (fourniture et pose)	FF	1	225 000	225 000
III-5	Fourniture et pose d'une ventouse et d'une vidange sur la conduite de refoulement	FF	1	300 000	300 000
	SOUS TOTAL III				8 381 380
IV	STATION DE POMPAGE				
IV-1	Fourniture et installation d'un groupe électrogène de 11 kVa, 3P+N 230/400 V, non insonorisé à démarrage électrique (avec possibilité de démarrage manuel-manivelle), y compris les pièces de rechanges et outillages	U	1	6 000 000	6 000 000
IV-2	Fourniture, pose et raccordement d'une cuve journalière de 250 litres équipés de pompe manuelle type JARRY, y compris toutes suggestions	U	1	250 000	250 000

IV-3	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec 1 pelle y compris toutes suggestions	U	1	100 000	100 000
IV-4	Fourniture, pose et raccordement d'une armoire électrique étanche d'automatisme équipé pour alimentation, la commande et l'avertissement de l'électropompe immergée du forage, y compris toutes suggestions	U	1	500 000	500 000
IV-5	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil et d'un robinet flotteur pour l'asservissement de la surpression au forage, y compris toute suggestion	U	1	90 000	90 000
IV-6	Fourniture et installation de pièces pour équipement de la tête de forage: tuyau galva, clapet anti retour, ventouse, compteur, vanne d'isolement manomètre et le robinet de purge y compris raccords à la pompe et au réseau de tuyaux PVC	U	1	750 000	750 000
IV-7	Fourniture et installation de pompe immergée de 3 à 5 KW: Débit 5,5 m ³ /h, HMT mini 62 m y compris câble immergé section 4 x 6 mm ² câble 3 x 1,5 mm ² et sonde de niveau et accessoires de montage	U	1	2 400 000	2 400 000
IV-8	Fourniture et pose de tuyau d'exhaure de 50	U	1	150 000	150 000

IV-9	Fourniture et pose de système de protection des installations	U	1	150 000	150 000
	SOUS TOTAL IV				10 390 000
V	CONSTRUCTION ET EQUIPEMENT DU CHATEAU D'EAU				
V-1	Aménagement de terrain, fourniture et pose de grillage de clôture	FF	1	750 000	750 000
V-2	Etudes géotechniques pour fondation du château d'eau	FF	1	750 000	750 000
V-3	Construction et montage d'un Réservoir métallique de 3 m de hauteur d'une capacité de 20 m ³ y compris les dispositifs d'accès, l'ensemble de vidange, trop plein etc., l'ensemble des pièces de raccordement, béton armé dosé à 350 Kg/m ³ pour semelle	U	1	18 000 000	18 000 000
V-4	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne d'alimentation	FF	1	100 000	100 000
V-5	Fourniture et pose de tuyaux et raccords de la colonne de distribution	FF	1	100 000	100 000
V-6	Fourniture et pose d'accessoires de by-pass et vidange	FF	1	600 000	600 000
V-7	Fourniture et pose d'un système de chloration (diffuseur, pastilles aux dérivés chlorés)	U	1	150 000	150 000

V-8	Fourniture, pose et réglage d'un contrôleur de niveau, type robinet flotteur au droit du château d'eau	U	1	100 000	100 000
V-9	Fourniture et pose de matériel de comptage et divers	FF	1	100 000	100 000
	SOUS TOTAL V				20 650 000
VI	FOURNITURE ET POSE DES CONDUITES DE DISTRIBUTION				
VI-1	Tranché, déblai et remblai	ML	3077,47	2 000	6 154 940
VI-2	Fourniture et pose de conduite DN 63 PN 10 y compris fouille pour tout type de terrain	ML	2642,86	1 500	3 964 290
VI-3	Fourniture et pose de conduite DN 90 PN 10 y compris fouille pour tout type de terrain	ML	232,38	3 000	697 140
VI-4	Fourniture et pose de conduite DN 110 PN 10 y compris fouille pour tout type de terrain	ML	202,23	4 000	808 920
VI-5	Fourniture et pose de lit de sable, grillage avertisseur bleu, remblai et toutes suggestions	ML	3077,47	1 000	3 077 470
	SOUS TOTAL VI				8 547 820
VII	FOURNITURE ET POSE DE PIECES SPECIALES				
VII-1	Adaptateur à bride DN 63	U	6	7 318	43 908
VII-2	Adaptateur à bride DN 75	U	4	11 788	47 152
VII-3	Adaptateur à bride DN 90	U	4	12 500	50 000

Conception et Dimensionnement du système d'Alimentation en Eau Potable Simplifié (AEPS) de la localité de Boulsin au Burkina Faso

VII-4	Bouchon DN 63	U	2	700	1 400
VII-5	Coude 1/8 2E DE 63	U	4	10 000	40 000
VII-6	Coude 1/16 2E DE 75	U	2	17 000	34 000
VII-7	Coude 1/4 2E DE 75	U	1	18 000	18 000
VII-8	Coude 1/16 2E DE 63	U	1	15 000	15 000
VII-9	Réducteur à bride DE 90/75	U	1	22 000	22 000
VII-10	Réducteur à bride 90/63	U	2	20 000	40 000
VII-11	Robinet vanne DE 63	U	4	55 000	220 000
VII-12	Robinet vanne DE 75	U	2	65 000	130 000
VII-13	Robinet vanne DE 80	U	2	70 000	140 000
VII-14	Prise pour BF	U	4	30 000	120 000
VII-15	Té fonte 3E DE 90	U	1	55 000	55 000
VII-16	Té fonte 3E DE 90/63/90	U	1	40 000	40 000
VII-17	Té fonte 3E DE 75	U	1	45 000	45 000
VII-18	Autres (Boulons, joints plats et manchon)	Ens	1	75 000	75 000
	SOUS TOTAL VII				1 136 460
VIII	OUVRAGES ANNEXES				
VIII-1	Aménagement de terrain, construction d'un mur de clôture 15 m x 15 m, 2 m de hauteur avec portail de 3 m	U	1	2 000 000	2 000 000
VIII-2	Génie civil du local groupe électrogène y compris tous	FF	1	1 000 000	1 000 000

	les équipements (électriques)				
VIII-3	Construction du local exploitation (bureau, magasin)	FF	1	100 000	100 000
VIII-4	Equipement pour bureau (1 bureau, 3 chaises et 1 armoire métallique)	U	1	250 000	250 000
VIII-5	Construction de latrine/douche	FF	1	750 000	750 000
VIII-6	Construction d'une BF à 3 robinets, fourniture et pose de hangar y compris l'ensemble de la tuyauterie, pièces de raccords, compteur, vanne et robinetterie, massif en béton, puits perdu, prise en charge sur la conduite de distribution et toutes suggestions	U	4	1 000 000	4 000 000
VIII-7	Construction de regards pour nœuds du réseau	U	4	150 000	600 000
VIII-8	Ventouse sur conduite en PVC DN 63	U	1	30 000	30 000
VIII-9	Vidange sur conduite DN 63	U	2	200 000	400 000
VIII-10	Fourniture et pose de bouches à clef pour robinets vannes (tabernacle, tube allongé, tête de bouche et carré de béton)	U	4	30 000	120 000
VIII-11	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du réseau	FF	1	200 000	200 000
VIII-12	Fourniture de pièces de rechange pour l'entretien du	FF	1	200 000	200 000

	électromécanique				
	SOUS TOTAL VIII				9 650 000
IX	ESSAIS ET AUTRES				
IX-1	Epreuves de débit de conduites et essai partiel et général du réseau	ML	4199,81	30	125 994
IX-2	Essai d'étanchéité du château	FF	1	100 000	100 000
IX-3	Rinçage et désinfection du réseau	ML	4199,81	25	104 995
	SOUS TOTAL IX				330 990
	TOTAL GENERAL HT-HD				68 911 650
	TVA (18%)				
					12 404 097
	TOTAL GENERAL TTC				81 315 746



LABORATOIRE AïNA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.

Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels

Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39

Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V

Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF

Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le

24/11/2015

RESULTATS DE L'EXAMEN MICROBIOLOGIQUE D'EAU

Analyse n°: 3766/2015

Date de prélèvement : 14/11/2015

Date de réception : 23/11/2015

Identité du préleveur : SOGEDAF

Lieu : Pvce : KADIOGO Com : Tanghin-Dassouri Vill : Boulsin

Identité du demandeur : SOGEDAF

PARAMETRES	Température et temps d'incubation	Technique et milieu de culture	RESULTATS /100 ml	Valeur inférieure ou égale REC.OMS
° Recherche et dénombrement des Coliformes totaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux	37°C 24h	Filtration sur membrane Chromocult agar Coliformes	0	0/100 ml
° Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	37°C 24h.	Filtration sur membrane Chromocult Entérocoques-agar	0	0/100 ml

Conclusion : Eau conforme aux normes sur le plan bactériologique pour les paramètres analysés.

LE CHEF DU LABORATOIRE

LABORATOIRE AïNA Suarl
01 B.P. 558 Ouagadougou 01
Tel 25 35 74 40 Fax 25 35 74 39
Cel 70 20 40 38

Ibrahim OUEDRAGO



LABORATOIRE AÏNA Suarl

Laboratoire d'analyse des eaux : - Analyses physico-chimiques et bactériologiques - Etude sur l'eau, l'assainissement et la santé.

Société de vente : - Produits et appareils de laboratoire - Instrument, matériel et consommable de laboratoire - Produits chimiques industriels

Fabrication et de vente de produits d'entretiens : - Eau déminéralisée.

01 BP 558 Ouagadougou 01 Tél bureau : (226) 25 35 74 40 ou (226) 70 20 40 38 FAX : (226) 25 35 74 39

Mail : labo.aina@fasonet.bf www : laboratoire-aina.com RC N° BF OUA 2009 M 1622 IFU N°00021261V

Compte BSIC : Code IBAN : BF42 BF108 01001 020402300012 96 CODE SWIFT : BSAHBFBF

Division fiscale: DME du centre Réel normal Situé sur la rue Boalboala, Porte 383 Secteur 24 Ouagadougou

Ouagadougou le

24/11/2015

RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE D'EAU

Analyse n°: 3766/2015

Date de prélèvement : 14/11/2015

Date de réception : 23/11/2015

Identité du préleveur : SOGEDAF

Lieu : Pvcce : KADIOGO Com : Tanghin-Dassouri VIII : Boulsin

Identité du demandeur : SOGEDAF

PARAMETRES	UNITES	VALEURS	Valeur inférieure ou égale recommandée par la CEE ou OMS
Température	°C	29.3	
pH		7.13	
Conductivité électrique à 20°C	µS/cm	220	
Turbidité	NTU	1.2	5
Titre alcali métrique (TA)	°F	0	
Titre alcali métrique complet (TAC)	°F	12.3	
Dureté totale (TH)	°F	7.5	50
Calcium (Ca ²⁺)	mg/L	22.8	
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/L	4.3	
Sodium (Na ⁺)	mg/L	22.50	200
Potassium (K ⁺)	mg/L	7.10	
Fer total (Fe)	mg/L	0.04	0.3
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/L	0.02	1.5
Carbonates (CO ₃ ²⁻)	mg/L	0	
Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/L	150.4	
Chlorures (Cl ⁻)	mg/L	0.50	250
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/L	2.0	250
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.003	3
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/L	1.32	50
Orthophosphates (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.76	
Phosphore (P)	mg/L	0.25	

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

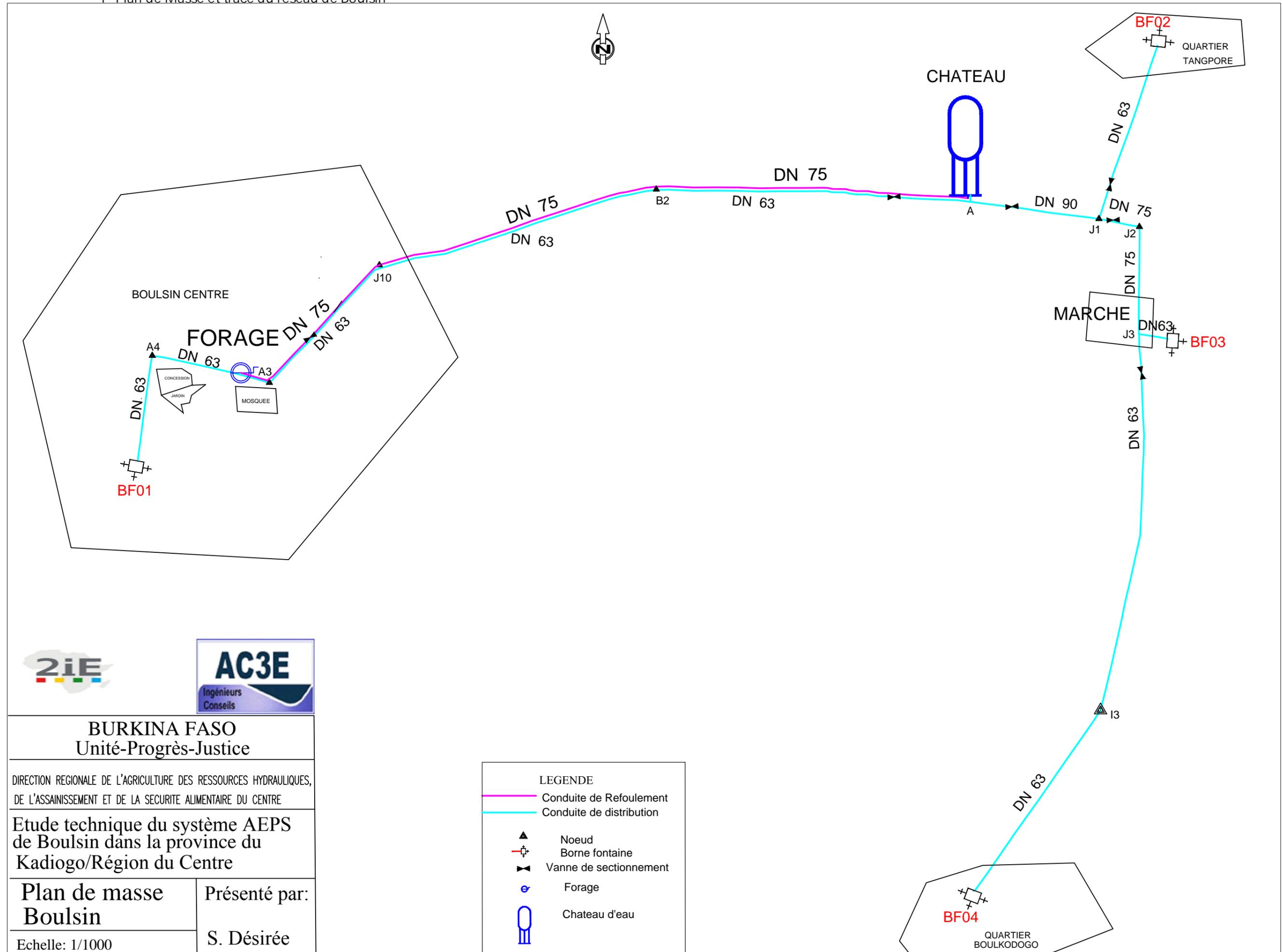
LE CHEF DU LABORATOIRE

LABORATOIRE AÏNA Suarl
01 B.P. 558 Ouagadougou 01
Tél 25 35 74 40 - Fax 25 35 74 39
Cel 70 20 40 38 - Burkina Faso

Ibrahim OUEDRAOGO

Annexe VIII : Les pièces dessinées

- 1- Plan de Masse et tracé du réseau de Boulsin
- 2- Carnet de nœuds
- 3- La tête du forage
- 4- Le château d'eau
- 5- La Borne Fontaine
- 6- Local bureau/ magasin
- 7- Local groupe électrogène
- 8- WC-Douche
- 9- Plan de masse des installations



BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES,
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE

Etude technique du système AEPS
de Boulsin dans la province du
Kadiogo/Région du Centre

Plan de masse
Boulsin

Présenté par:
S. Désirée

Echelle: 1/1000

LEGENDE	
	Conduite de Refoulement
	Conduite de distribution
	Noeud
	Borne fontaine
	Vanne de sectionnement
	Forage
	Chateau d'eau

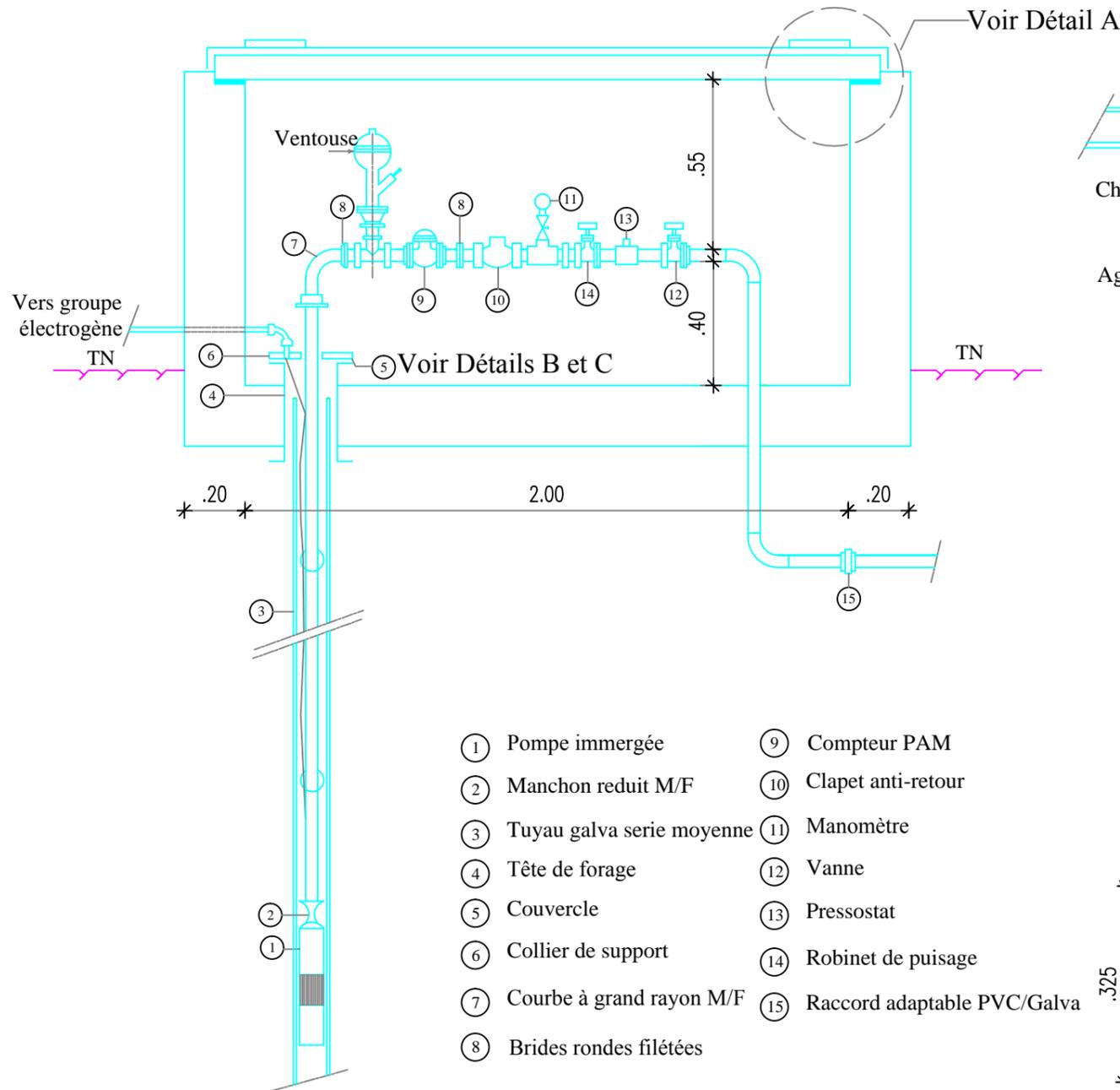
2- Carnet de nœuds

CARNET DE NŒUDS				
Nœud	Schéma	N°	Composantes	Quantité
B2 REF		1	Coude 1/16 à 2E DN 75	1
J10 REF		1	Coude 1/16 à 2E DN 75	1
		2	Robinet vanne DN 65	1
		3	Adaptateur à brides DN 75	1
B2 DIST		1	Coude 1/16 à 2E DN 60	1
		2	Adaptateur à brides DN 63	1
		3	Robinet vanne DN 60	1
J10 DIST		1	Coude PVC 1/8 à 2E DN 60	1
A3		1	Coude PVC 1/8 à 2E DN 60	1

A4		1	Coude PVC 1/8 à 2E DN 60	1
		2	Prise pour BF	1
A		1	Té fonte à 3B DN 80/80/80	1
		2	Robinet vanne DN 80	2
		3	Cône de réduction à 2B DN 80/60	1
		4	Adaptateur à brides DN 90	2
		5	Adaptateur à brides DN 63	1
J1		1	Té fonte à 3B DN 80/60/80	1
		2	Robinet vanne DN 80	1
		3	Robinet vanne DN 60	1
		4	Adaptateur à brides DN 63	1
		5	Adaptateur à brides DN 75	1
		6	Cône de réduction à 2B DN 80/65	1
		7	Adaptateur à brides DN 90	1
		8	Prise pour BF	1
		9	Bouchon DN 63	1
J2		1	Coude PVC 1/4 à 2E DN 65	1

J3	<p>Diagram for J3: A vertical pipe assembly. At the top is a tee labeled J3. Below it is a reducer (2), a ball valve (1), another reducer (3), and a ball valve (4). A branch from the right side of the pipe has a ball valve (7) and a plug (6) leading to BF3. At the bottom, there is an adapter (4) and another adapter (5) leading to I3.</p>	1	Té fonte à 3B DN 60	1
		2	Cône de réduction à 2B DN 65/60	1
		3	Robinet vanne DN 60	2
		4	Adaptateur à brides DN 63	2
		5	Adaptateur à brides DN 75	1
		6	Bouchon DN 63	1
		7	Prise pour BF	1
I3	<p>Diagram for I3: A 90-degree elbow (1) connects J3 to a vertical pipe. The vertical pipe has a plug (2) leading to BF4 and a connection to C.</p>	1	Coude PVC 1/8 à 2E DN 60	1
		2	Prise pour BF	1
D	<p>Diagram for D: A vertical pipe assembly enclosed in a red box labeled 1. It features a valve and a plug leading to A4.</p>	1	Dispositif de vidange DE 63	1
C	<p>Diagram for C: A vertical pipe assembly enclosed in a red box labeled 1. It features a valve and a plug leading to I3.</p>	1	Dispositif de vidange DE 63	1

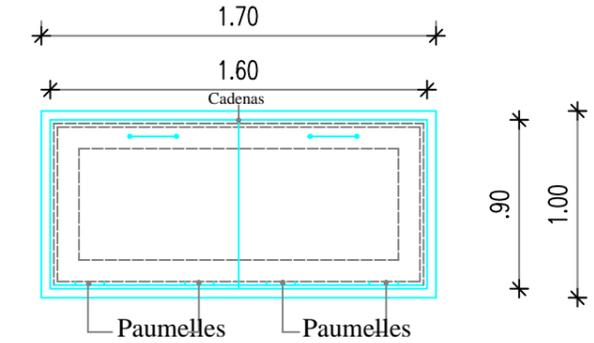
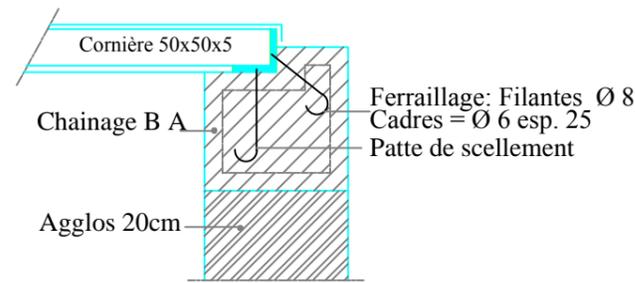
COUPE A A 1/200



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

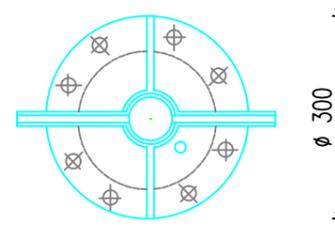
Voir Détail A

DETAIL A

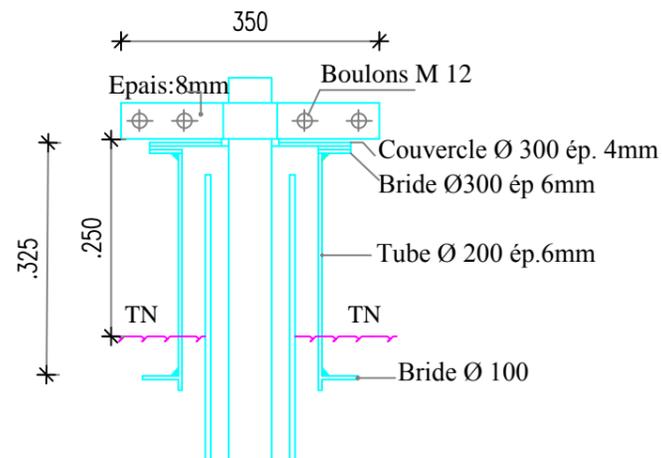


VUE DE DESSUS

DETAIL B 1/100



DETAIL C 1/100



BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES,
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE

Etude technique du système AEPS de
Boulsin dans la province du,
Kadiogo/Région du Centre



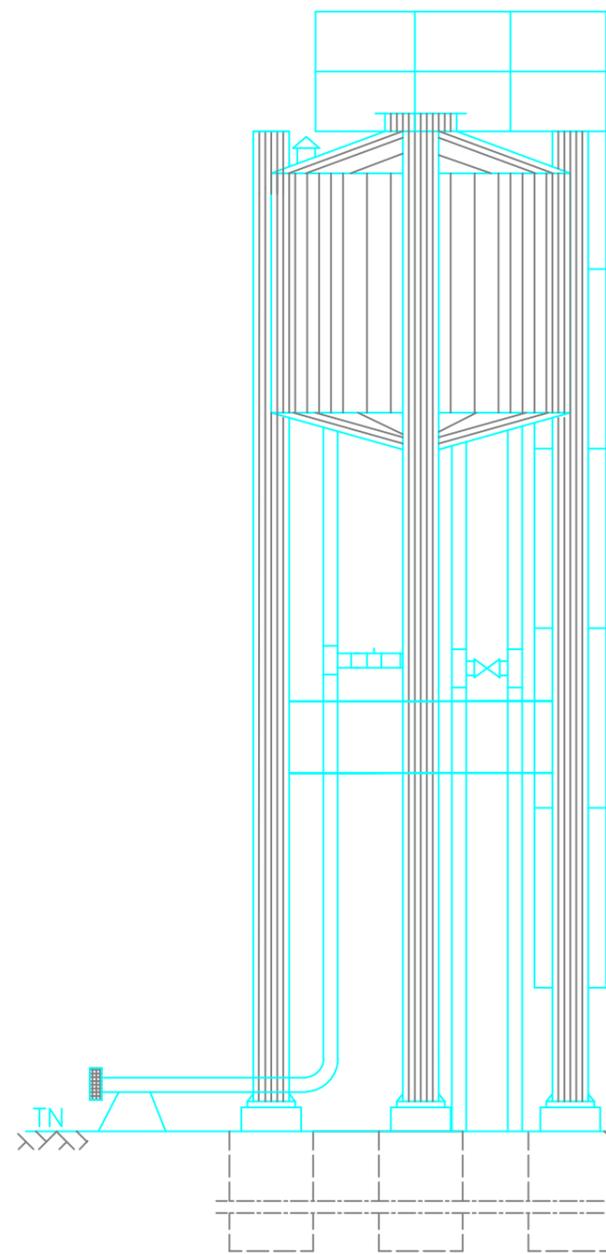
TETE FORAGE

Ech: 1/500

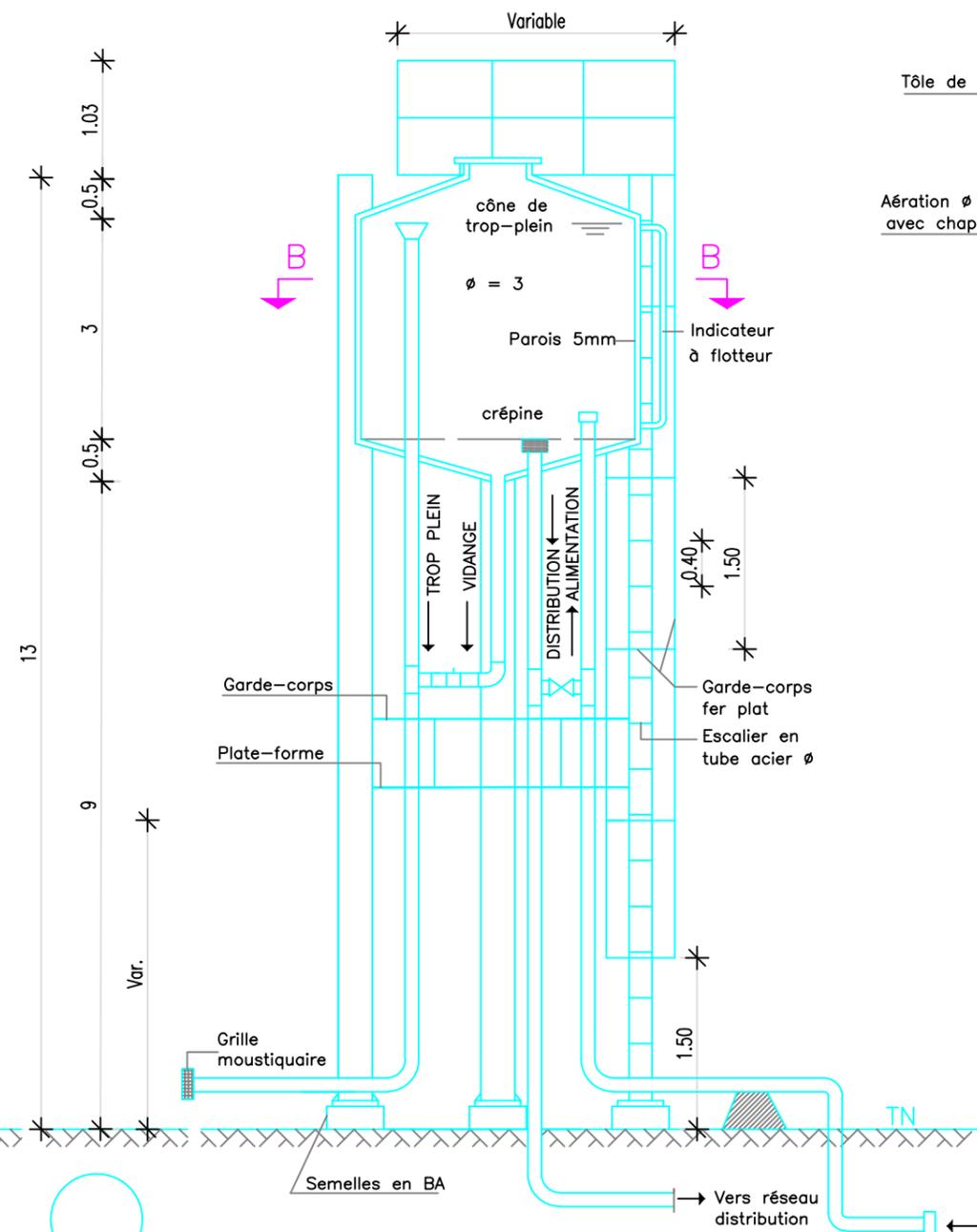
Plan n° 1

Présenté par :
S. Désirée

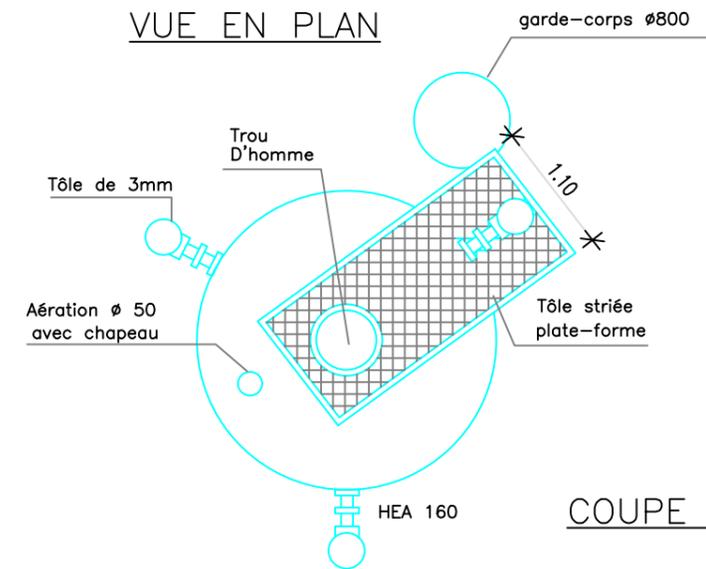
VUE DE FACE



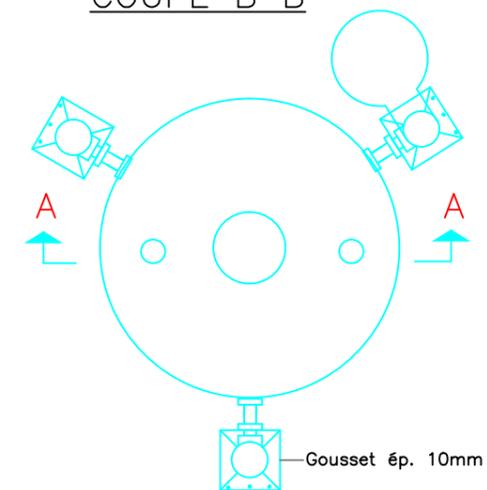
COUPE A A



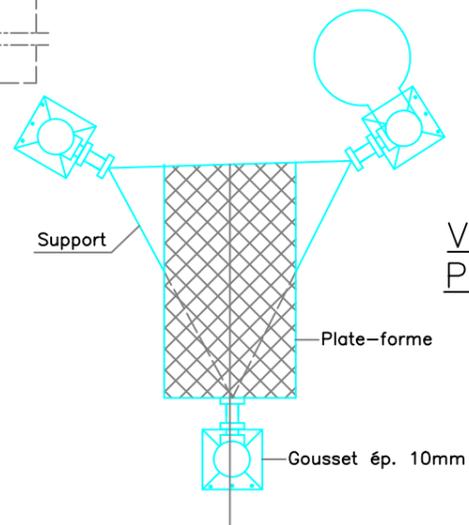
VUE EN PLAN



COUPE B B



VUE EN PLAN DE LA PLATE-FORME



BURKINA FASO
Unité-Progress-Justice

DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE ET DES RESSOURCES HYDRAULIQUES
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE

Etude technique du système AEPS
de Boulsin dans la province du
Kadiogo/Région du Centre



CHATEAU D'EAU

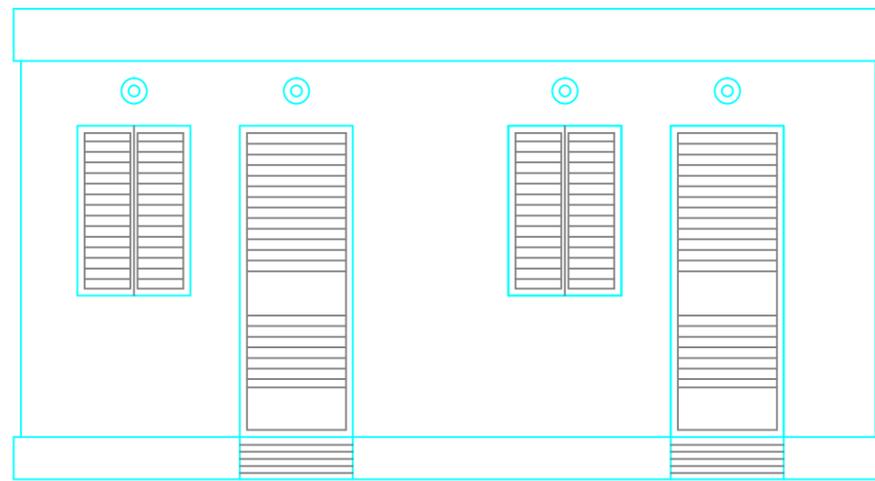
Présenté par:

Ech: 1/1500

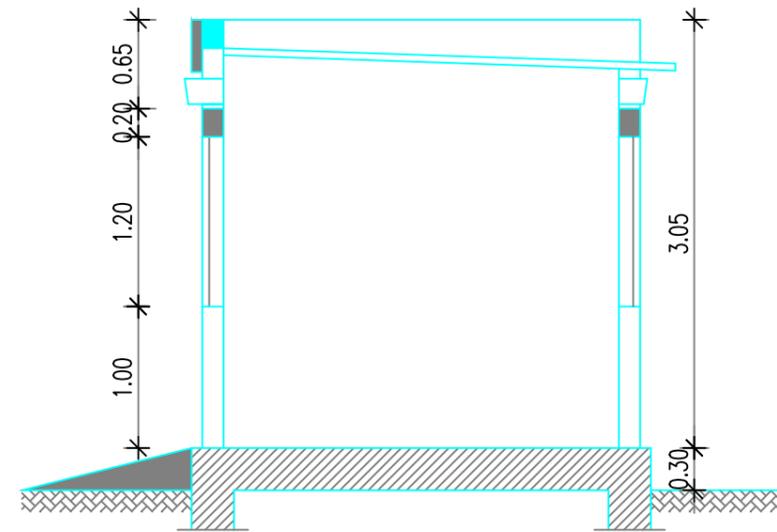
Plan n°2

S. Désirée

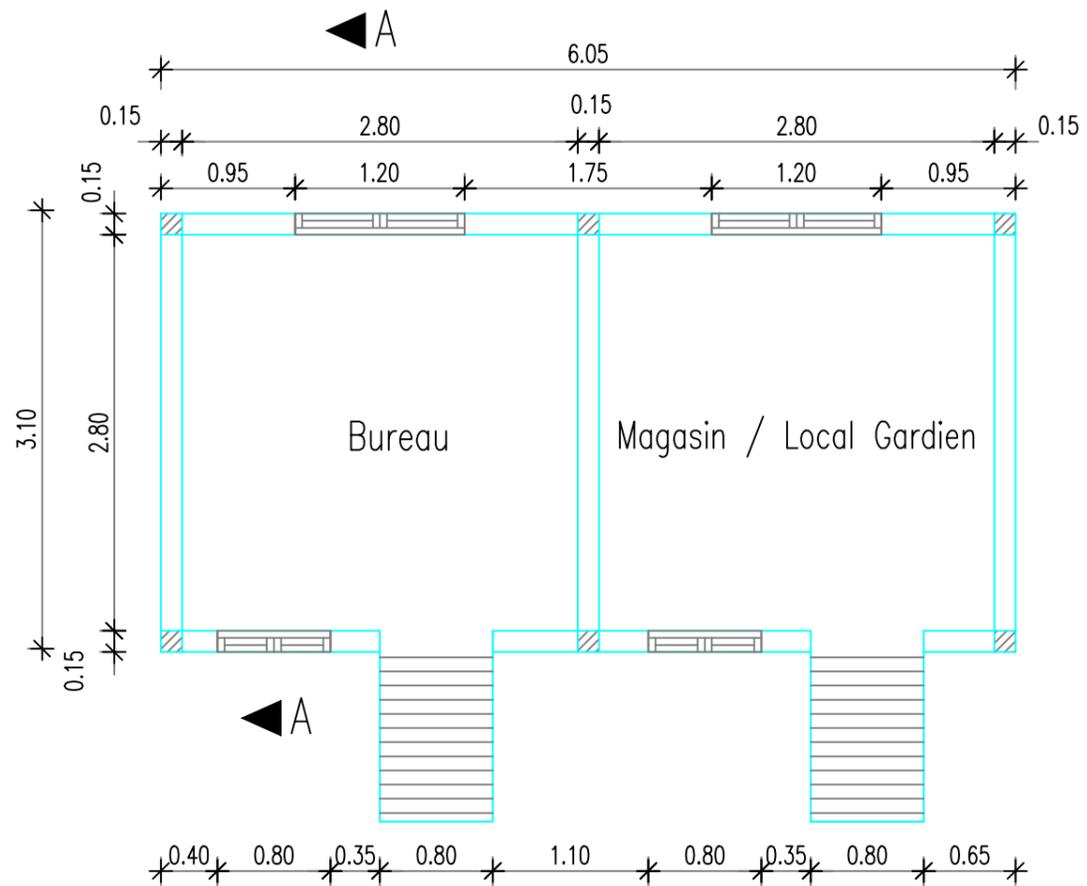
6- Local bureau/magasin



FACADE PRINCIPALE



COUPE AA



PLAN DE NIVEAU

BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES,
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE

Etude technique du système AEPS
de Boulsin dans la province du
Kadiogo/Région du Centre



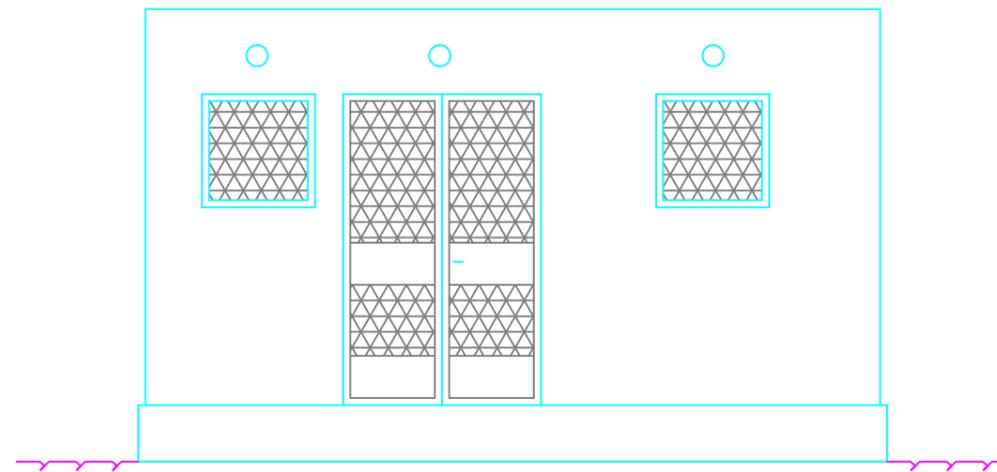
LOCAL BUREAU ET MAGASIN

Présenté par:

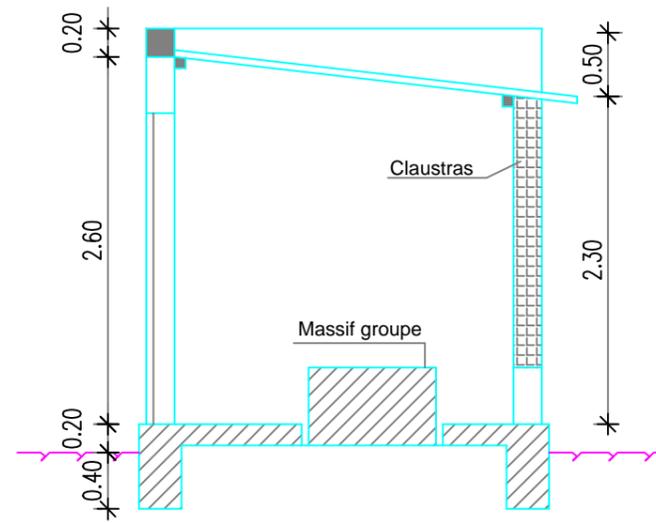
Ech: 1/50

Plan n° 4

S. Désirée

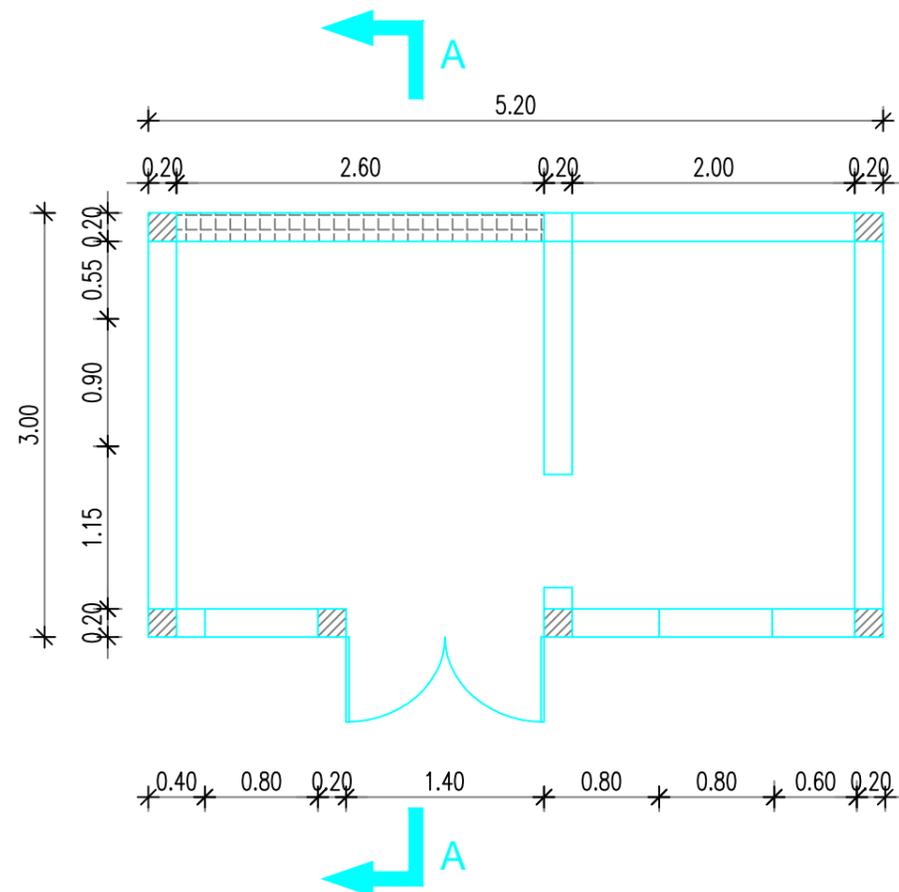


FACADE PRINCIPALE



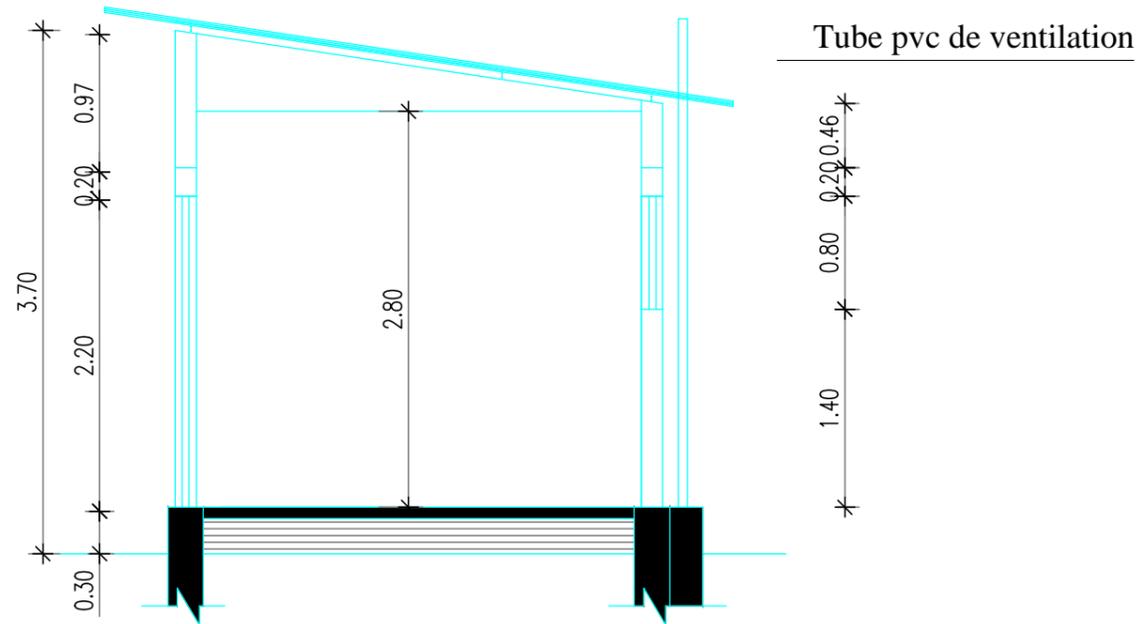
COUPE AA

VUE EN PLAN

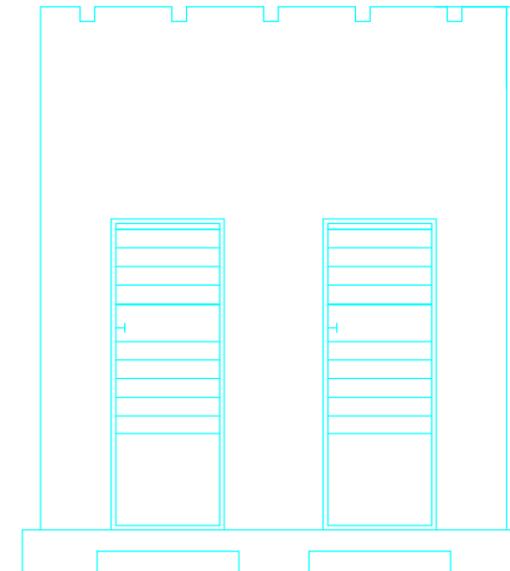


<p>BURKINA FASO Unité-Progrès-Justice</p>	
<p>DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE</p>	
<p>Etude technique du système AEPS de Boulsin dans la province du Kadiogo/Région du Centre</p>	
	
<p>LOCAL GROUPE ELECTROGENE</p>	
<p>Ech: 1/50</p>	<p>Plan n° 5</p>
<p>Présenté par: S. Désirée</p>	

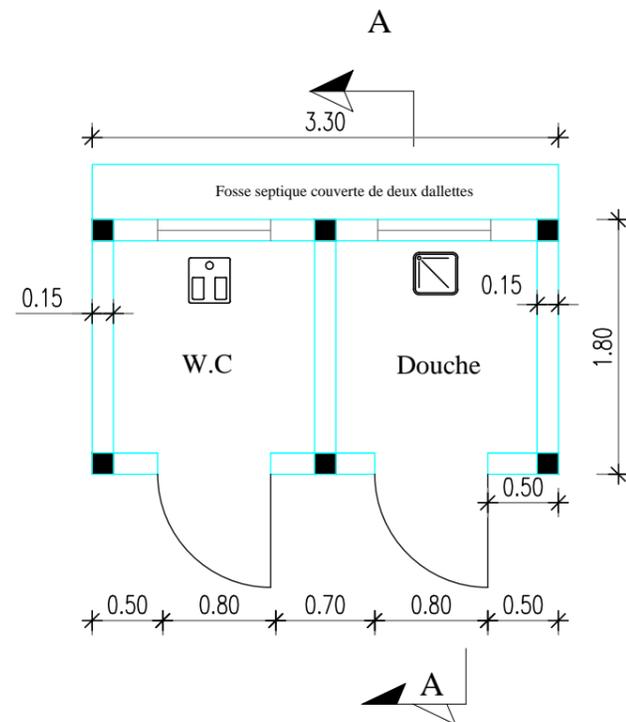
COUPE A-A



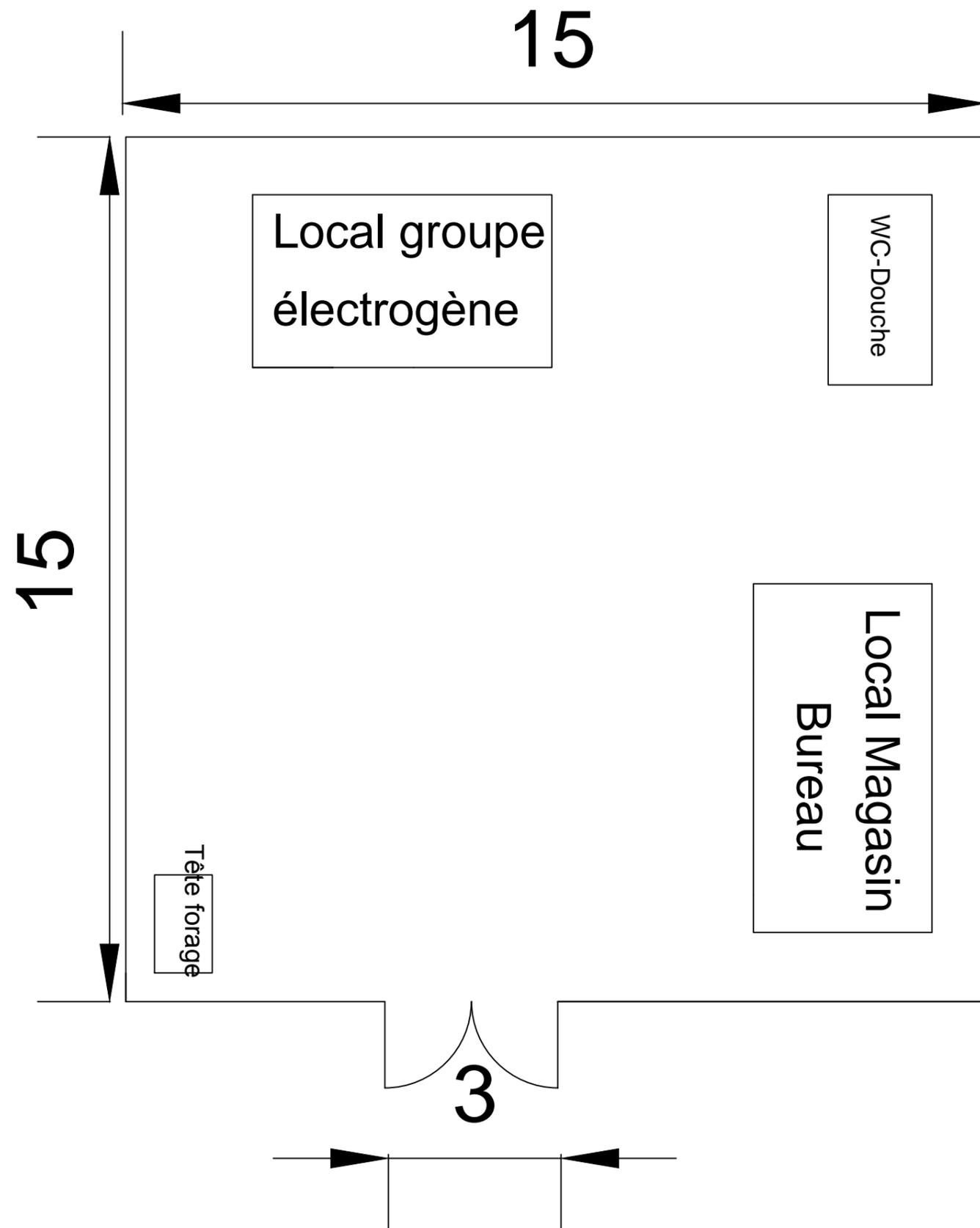
FACADE PRINCIPALE



VUE EN PLAN



BURKINA FASO Unité-Progrès-Justice	
DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES, DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE	
Etude technique du système AEPS de Boulsin dans la province du Kadiogo/Région du Centre	
	
WC-DOUCHE	
Ech: 1/50	Plan n° 6
Présenté par: S. Désirée	



BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

DIRECTION REGIONALE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES,
DE L'ASSAINISSEMENT ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE DU CENTRE

Etude technique du système AEPS
de Boulsin dans la province du
Kadiogo/Région du Centre



PLAN DE MASSE

Présenté par:
S. Désirée

Ech: 1/90

Plan n° 7