

ETUDES TECHNIQUES D'AVANT-PROJET DETAILLE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DU MARCHE A BETAIL DE GABI DANS LA REGION DE MARADI AU NIGER

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

SPECIALITE GÉNIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMÉNAGEMENTS
HYDRO-AGRICOLES

Présenté et soutenu publiquement le 21/07/2021 par

Aboubacar SOULEYMANE AMADOU MAOULI (2015 0106)

Directeur de mémoire : Prof. Harinaivo Anderson ANDRIANISA (Enseignant-chercheur –
Chef du département Génie de l'Eau, de l'Assainissement, de l'Aménagement Hydro-Agricole).

Encadreur pédagogique : M. Moussa Diagne FAYE, Assistant d'enseignement et de
Recherche hydraulique à 2iE.

Maître de stage : M. Aminou MALAM KAILOU, codirecteur à AGECHRAU-SARL.

Structure d'accueil du stage : Bureau d'études AGECHRAU - SARL.

Jury d'évaluation du stage :

Président : D^r Angelbert Chabi BIAOU

Membre(s) et correcteur(s) : M. Bèga OUEDRAOGO

Promotion [2020/2021]

DÉDICACES



A ma très chère famille.

*Que le présent travail soit
l'accomplissement de vos vœux tant
allégués, et le fruit de votre soutien
infaillible.*

CITATION

“ L'eau est notre ressource la plus précieuse, un « or bleu » auquel plus de deux milliards de personnes n'ont pas directement accès. Elle est non seulement un enjeu essentiel à la survie mais aussi un enjeu sanitaire, social et culturel au cœur des sociétés humaines. ”

– Audrey Azoulay, Directrice générale de l'UNESCO.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous rendons grâce à Dieu de nous avoir permis de mener à bien cette étude de laquelle découle le présent travail.

La réalisation de ce travail compilé dans ce mémoire de fin d'études a été possible grâce à l'appui d'un certain nombre de personnes. C'est l'occasion de leur témoigner notre profonde gratitude et de leur formuler nos sincères remerciements. Nous tenons particulièrement, à remercier :

-  Professeur El Hadji Bamba DIAW, Directeur Général de 2iE ;
-  Professeur Mahamadou KOITA, Directeur des Enseignements et des Affaires Académiques;
-  Professeur Harinaivo Anderson ANDRIANISA, Chef du département Génie de l'Eau, de l'Assainissement, de l'Aménagement Hydro-Agricole, notre directeur de mémoire ;
-  Monsieur Moussa Diagne FAYE, Assistant d'enseignement et de Recherche hydraulique 2iE, mon encadrant pédagogique interne, pour sa disponibilité et ses remarques pertinentes ;
-  l'ensemble du corps professoral du 2iE pour leur dévouement dans la formation ;
-  mes camarades de promotion, recevez mes remerciements les plus chaleureux pour votre présence dans les moments difficiles et les excellents moments partagés tout au long de ce cycle.

Nous adressons également nos remerciements aux personnes suivantes, pour l'expérience tant enrichissante que nous avons vécus au sein du bureau d'études, AGECHRAU - SARL :

-  Monsieur Aminou MALAM KAILOU, Ingénieur Urbaniste et Co-directeur, mon encadrant externe pour m'avoir permis de faire ce stage de fin d'études, pour ses encouragements ainsi que ses précieux conseils.
-  Monsieur Amadou ALASSANE, Architecte et Directeur pour ses conseils ;
-  Monsieur Mahamane Djido ABOUBACAR, Ingénieur en chef du Génie Rural pour ses conseils et partage d'expérience. Merci pour vos valeureux enseignements ;
-  Monsieur Ousmane MIJITABA, Ingénieur génie civil pour sa disponibilité et ses conseils ;
-  Monsieur Bachir MOUSSA, Ingénieur en ressources en Eau et Génie de l'environnement/Specialiste en Sauvegarde Environnementale et Sociale pour son suivi et son encadrement ;
-  l'ensemble du personnel d'AGECHRAU-SARL.

Enfin, j'adresse mes plus vifs remerciements aux autorités et à la population de Gabi Mayaki pour leur disponibilité.

RÉSUMÉ

Dans le cadre de ses activités relatives à la promotion de la croissance économique durable en monde rural, l'agence gouvernementale américaine Millennium Challenge Account - Niger en partenariat avec les autorités Nigériennes réalise des travaux de construction du nouveau marché à bétail de Gabi. L'objectif est de réduire la pauvreté à travers l'amélioration et la modernisation des transactions commerciales relatives au bétail. C'est ce projet qui nous a servi de cadre de travail.

L'étude que nous avons réalisée a pour objet la conception d'un système simplifié d'approvisionnement en eau fonctionnant à l'énergie solaire pour ledit marché à bétail. Ce système se compose d'un réservoir d'eau métallique (ZTN =355,38 m) de 10 m³ surélevé de 6,5 m (sous cuve) par rapport au terrain naturel et alimenté à partir de forage (ZTN =355,26 m) de 30 m de profondeur situé dans le marché. Les besoins moyens journaliers en eau sont estimés à 20 m³/jr et le débit de pointe horaire est de 5,19 m³/h. Le refoulement sera assuré par une pompe immergée Grundfos SP 3A-9 de 2,6 m³/h. Les points de desserte sont constitués de 3 bornes fontaines, 3 branchements domestiques et 4 abreuvoirs. Les conduites du réseau de distribution seront en PVC PN10 pour des pressions de services prévisionnelles variant entre 5 et 6,6 mCE, de diamètre nominal variant de 63 mm à 90 mm et le raccordement aux points de desserte sera réalisé avec des tuyaux PEHD PN10 de diamètre nominal 32 mm. Au-delà de ces spécifications techniques, nous abordons une étude d'impact environnementale et sociale (EIES) et une étude de faisabilité financière du projet.

Le prix de revient de l'eau est 272,39 FCFA de pour prix de vente du mètre cube d'eau de 300 FCFA. Le coût total du projet est estimé à quatre-vingt-treize millions quatre cent quarante-un mille huit cent soixante-dix (93 441 870) FCFA. Le mode gestion des points d'eau du marché retenu est l'affermage.

Mots clés :

- 1 – Adduction en eau potable simplifié ;**
- 2 – Commerce du bétail ;**
- 3 – Conception ;**
- 4 - Gabi Mayaki ;**
- 5 - Marché à bétail.**

ABSTRACT

As part of its activities relating to the promotion of sustainable economic growth in rural areas, the US government agency Millennium Challenge Account - Niger in partnership with the Nigerien authorities is carrying out construction work on the new Gabi cattle market. The objective is to reduce poverty through the improvement and modernization of commercial transactions relating to livestock. It was this project that served as our framework.

The purpose of our study is to design a simplified solar-powered water supply system for said cattle market. This system consists of a metallic water tank (ZTN = 355.38 m) of 10 m³ raised by 6.5 m compared to the natural ground and supplied from borehole (ZTN = 355.26 m) 30 m deep located in the market. The average daily water needs are estimated at 20 m³/day and the hourly peak flow is 5.19 m³/h. The delivery will be provided by a Grundfos SP 3A-9 submersible pump of 2.6 m³ / h. The service points consist of 3 standpipes, 3 domestic connections and 4 drinkers. The pipes of the distribution network will be in PVC PN10 for provisional service pressures varying between 5 and 6.6 mWg, with a nominal diameter varying from 63 mm to 90 mm and the connection to the service points will be made with PEHD PN10 pipes of nominal diameter 32 mm. Beyond these technical specifications, we tackle an environmental and social impact study (ESIA) and a financial feasibility study of the project.

The cost price of water is CFAF 272.39 for the selling price of a cubic meter of water of CFAF 300. The project's global cost is estimated at ninety-three million four hundred and forty-one thousand eight hundred and seventy (93,441,870) FCFA. The leasing mode is the mode of management of the water points on the market selected.

Key words:

- 1 – Simplified drinking water supply;**
- 2 - Livestock trade;**
- 3 - Design;**
- 4 – Gabi Mayaki;**
- 5 - Cattle market**

Présentation du projet				
Localisation				
Région	Maradi			
Département	Madarounfa			
Commune	Gabi			
Village	Gabi Mayaki			
Coordonnées du site du projet	Longitude : X	13° 15' 21.1'' N		
	Latitude : Y	07° 02' 42.8'' E		
Population desservie				
Population desservie à terme du projet (2043)	Humains	1 357 personnes		
	Animaux	523 têtes de bétail		
Besoins en eau				
Demande en eau	20 m ³ /jr			
Débit de distribution	5,19 m ³ /h			
Débit d'adduction	2,90 m ³ /h			
Pompe immergée				
Marque	Grundfos SP 3A-9			
Débit	2,89 m ³ /h			
Côte niveau statique	340,38 m			
Côte niveau dynamique	325,26 m			
Côte TN réservoir	355,38 m			
HMT	40 m			
Energie				
Type	Solaire photovoltaïque			
Nombre de module à installer	12 modules photovoltaïques de 80Wc/24v chacun			
Réservoir				
Château d'eau	Nature	Acier (inox)		
	Volume	10 m ³		
	ZTN réservoir	355,38 m		
	ZTN forage	355,26 m		
	Hauteur sous radier	6,5 m		
	Diamètre cuve	2,3 m		
	Hgé	39,12 m		
Refoulement				
Nature	Partie enterrée	PVC		
	Partie non enterrée	Acier galvanisé		
Diamètre	DN 63			
Longueur réseau	49,50 m			
Distribution				
Conduites	Principale	PVC DN 90 PN 10		
	Secondaires	PVC DN 75, 63 (PN 10) / PEHD DN 32 (PN 10)		
Longueur du réseau	390,82 m			
Points de desserte d'eau				
Désignation	Bornes fontaines	Abreuvoirs	Toilettes	Habitations et bureau
Nombre	3	4	2	4
Débit unitaire	0,5 l/s	0,8 l/s	0,2 l/s	0,2 l/s
Mode de gestion et coûts				
Mode de gestion de l'AEPS	Affermage			
Coût de l'AEPS	56 991 870 F CFA			
Coût EIES	36 450 000 F CFA			
Coût de revient du m ³ d'eau	272,39 F CFA			
Coût de vente du m ³ d'eau	300 F CFA			

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
APD	: Avant-Projet détaillé
AEPS	: Système d'Adduction en Eau Potable Simplifié
AUSPE	: Associations d'Usagers du Service Public de l'Eau
BF	: Bornes Fontaines
CDA	: Chef District Agricole
Cf.	: Se porter à / voir [une page, une partie de l'ouvrage]
CR	: Commune Rurale
FEM	: Fonds pour l'Environnement Mondial
GPS	: Global Positioning System
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
HTVA	: Hors Taxe sur les Valeurs Ajoutées
IRH	: Inventaire des Ressources Hydrauliques
NIGELEC	: Société Nigérienne d'électricité
NTU	: Nephelometric Turbidity Unity
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
ONU	: Organisation des Nations Unies
PDC	: Plan de Développement Communal
PEM	: Points d'Eau Modernes
PEHD	: Polyéthylène haute densité
PLEA	: Plan Local Eau et Assainissement
PMH	: Pompe à Motricité Humaine
PROSEHA	: Programme Sectoriel Eau, Hygiène et Assainissement
PVC	: Polychlorure de polyvinyle
RGP/H	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
TA	: Titre Alcalimétrique
TAC	: Titre Alcalimétrique Complet
TH	: Titre Alcalimétrique Hydrotimétrique
TTC	: Toutes Taxes Comprises
TVA	: Taxe sur les Valeurs Ajoutées

LISTE DES SYMBOLES ET NOTATIONS

Cs	: Consommation spécifique
DN	: Diamètre Nominal
Dth	: Diamètre théorique
ff	: Frais forfaitaires
ha	: Hectare
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
jr	: Jour
km²	: Kilomètre carré
kVA	: Kilovoltampère
kW	: Kilowatt
l	: Litre
m	: Mètre
m²	: Mètre carré
m³	: Mètre cube
mCE	: Mètre Colonne d'eau
ml	: Mètre linéaire
mm	: Millimètre
Mwg	: Meter water gauge / metres of the water column
pH	: Potentiel hydrogène
TN	: Terrain Naturel
ZTN	: Cote du terrain naturel / Natural ground level

SOMMAIRE

DÉDICACES	i
CITATION	ii
REMERCIEMENTS	iii
RÉSUMÉ	iv
ABSTRACT	v
FICHE TECHNIQUE	v
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	vi
LISTE DES SYMBOLES ET NOTATIONS.....	viii
SOMMAIRE.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES PHOTOS	xiii
LISTE DES FIGURES	xiii
LISTE DES CARTES.....	xiii
LISTES DES EQUATIONS.....	xiv
INTRODUCTION.....	1
I. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL ET DE LA ZONE D’ETUDE.....	2
I.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D’ACCUEIL	2
I.1.1. Les domaines d’intervention de la structure d’accueil.....	2
I.1.2. Structure organisationnelle de la structure d’accueil.....	3
I.2. PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE.....	4
I.2.1. Situation géographique.....	4
I.2.2. Milieu biophysique.....	5
I.2.3. Milieu humain	11
II. PRESENTATION DU PROJET	14
II.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION	14
II.2. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS	15
II.2.1. Objectif général.....	15
II.2.2. Objectifs spécifiques	15
II.2.3. Résultats attendus	15
III. ETAT DES LIEUX.....	16
III.1. ETAT DES LIEUX DES SITES DU MARCHE	16
III.1.1. Le marché à bétail actuel.....	16
III.1.2. Le nouveau marché à bétail	17
III.2. DIAGNOSTIC DE L’ACCES A L’EAU DU VILLAGE ABRITANT LE MARCHE.....	18
III.2.1. Diagnostic du système actuel d’alimentation en eau potable du village.....	18

IV.	METHODOLOGIE DE CONCEPTION	25
IV.1.	RECHERCHE DOCUMENTAIRE.....	25
IV.2.	COLLECTE DES DONNEES	25
IV.2.1.	Matériels et logiciels.....	26
IV.2.2.	Outils de traitement des données.....	26
IV.3.	METHODES DE CONCEPTION DU SYSTEME.....	27
IV.3.1.	Hypothèses de dimensionnement.....	27
IV.3.2.	Evaluation des besoins en eau du nouveau marché à bétail de Gabi	30
IV.3.3.	Détermination des débits, vitesses, diamètres et pressions.....	32
V.	ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE	36
V.1.	MOBILISATION DE LA RESSOURCE EN EAU	36
V.1.1.	Tracé du réseau de distribution.....	37
V.1.2.	Conduites et débits de refoulement	39
V.1.3.	Conduites et débits de distribution.....	39
V.1.4.	Choix de la pompe.....	40
V.2.	DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS ELECTRIQUES	42
V.2.1.	Les sources d'énergie annexes	42
V.2.2.	Choix de la source d'énergie annexe	44
V.3.	LE RESERVOIR D'EAU	45
V.3.1.	Le type.....	45
V.3.2.	Le volume.....	45
V.3.3.	Le calage	45
V.4.	ETUDE DU COUP DE BELIER : SURPRESSION ET DEPRESSION.....	47
V.4.1.	Cas de dépression.....	47
V.4.2.	Cas de surpression	47
V.5.	LA POSE DES CONDUITES.....	48
V.5.1.	Mode de pose	48
V.5.2.	Dimensions des fouilles	48
V.6.	LES OUVRAGES ET PIECES HYDRAULIQUES ANNEXES.....	49
V.6.1.	Equipements de la tête du forage.....	49
V.6.2.	Equipement d'exhaure solaire	50
V.6.3.	Production de la ressource	50
V.6.4.	Les bornes fontaines	50
V.6.5.	Les abreuvoirs	50
V.6.6.	Autres infrastructures	51
V.6.7.	Robinetteries, équipements et pièces de raccord.....	51
V.7.	PROPOSITION D'UN SYSTEME DE TRAITEMENT DE L'EAU.....	51
V.7.1.	La pompe doseuse	52

V.7.2.	Le volume du bac de chlore en pied du château.....	52
V.7.3.	Vérification du temps minimal de contact du chlore	53
V.7.4.	Vérification de la durée d'efficacité du chlore	53
V.8.	MISE EN PLACE DU COMITE DE GESTION DE POINT D'EAU	54
VI.	ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE	55
VI.1.	LE COUT GLOBAL DE L'INSTALLATION SYSTEME D'AEPS DU MARCHE DE GABI.....	55
VI.2.	LE PRIX DU M ³ D'EAU.....	55
VII.	IMPACTS DU PROJET	57
VII.1.	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	57
VII.2.	ENJEUX SOCIAUX	58
VII.3.	IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS	58
VII.3.1.	Les impacts positifs	58
VII.3.2.	Les impacts négatifs	58
VII.4.	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE	59
VII.4.1.	Les mesures d'atténuation des impacts.....	59
VII.4.2.	Les mesures de surveillance environnementale.....	62
VII.4.3.	Les mesures de suivi environnemental.....	62
VIII.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	64
IX.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE ET WEBOGRAPHIE	65
X.	ANNEXES	66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population.....	11
Tableau 2 : Ouvrages de captage du village	18
Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques	20
Tableau 4 : Coût de l'eau et préférences	23
Tableau 5 : Consommation spécifique du bétail.....	28
Tableau 6 : Besoins en eau des animaux	31
Tableau 7 : Caractéristiques du forage	36
Tableau 8 : Evaluation des besoins en eaux	37
Tableau 9 : Conduites de refoulement.....	39
Tableau 10 : Débits des points de desserte du marché	39
Tableau 11 : Résultats calcul de débit	40
Tableau 12 : Caractéristiques de la pompe.....	41
Tableau 13 : Données du tracé du point de fonctionnement de la pompe retenue	41
Tableau 14 : Résumé du dimensionnement du système photovoltaïque	43
Tableau 15 : Avantages et inconvénients de chaque source.....	44
Tableau 16 : Dimension du château d'eau.....	45
Tableau 17 : Récapitulatif des caractéristiques des château, forages et pompes	46
Tableau 18 : Présentation des caractéristiques de la conduite de refoulement	47
Tableau 19 : Calcul des surpressions dans le réseau d'adduction	47
Tableau 20 : Calcul des profondeurs de fouilles	48
Tableau 21 : Calcul des largeurs de fouilles.....	49
Tableau 22 : Volume des fouilles	49
Tableau 23 : Devis estimatif du projet.....	55
Tableau 24 : Compte d'exploitation de la Mini AEPS du marché à bétail de Gabi.....	56
Tableau 25 : Programme d'atténuation et/ou de bonification des impacts de bonification des impacts ..	60
Tableau 26 : Programme de suivi environnemental	62

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Pas d'animation les jours où il n'y a pas de marché.....	16
Photo 2 : Animation du Jour de marché à Gabi Mayaki (marché à bétail actuel).....	16
Photo 3 : Aire d'abatage.....	17
Photo 4 : Abreuvoir.....	17
Photo 5 : PMH hors d'usage de Gabi Mayaki.....	19
Photo 6 : Château d'eau de Gabi Mayaki.....	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil	3
Figure 2 : Evolution des précipitations de la commune de Gabi de 2012 à 2017.....	6
Figure 3 : Coupe géologique d'Ouest en Est sur le bassin des Iullemenden	7
Figure 4 : Distance parcourue.....	21
Figure 5 : Hygiène et délais d'attente lors l'approvisionnement en eau	22
Figure 6 : Appréciations prix de l'eau par la population	22
Figure 7 : Schéma du réseau de distribution.....	38
Figure 8 : Détermination du point de fonctionnement de la pompe retenue.....	42
Figure 9 : Château d'eau.....	46
Figure 10 : Pose des conduites.....	48

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Présentation de la zone d'étude	4
Carte 2 : Carte topographique de la commune rurale de Gabi.....	5
Carte 3 : Le réseau hydrographique de la commune rurale de Gabi.....	8
Carte 4 : Carte hydrogéologique de la commune rurale de Gabi.....	9
Carte 5 : Carte lithologique de la commune rurale de Gabi	9

LISTES DES EQUATIONS

Équation 1 : Coefficient de pointe horaire	29
Équation 2 : Calcul des pertes de charge par la formule de Manning-Strickler	30
Équation 3 : Calcul besoins journalier du nouveau marché	31
Équation 4 : Besoins journalier en eau à l’horizon du projet	32
Équation 5 : Calcul du débit de production	32
Équation 6 : Calcul du débit de pointe horaire	32
Équation 7 : Débit d’adduction	33
Équation 8 : La vitesse de refoulement	34
Équation 9 : La vitesse de distribution	34
Équation 10 : Evaluation des conditions de mise en place d’un dispositif de anti-bélier	34
Équation 11 : Calcul du coup de bélier par la formule de Joukowski-Allievi.....	35
Équation 12 : Calcul du coup de bélier par la formule de Michaud.....	35
Équation 13 : Nombre de forage nécessaire	36
Équation 14 : Calcul de la Hauteur Manométrique Totale.....	40
Équation 15 : Calcul de la hauteur géométrique	40
Équation 16 : Besoin énergétique.....	43
Équation 17 : Besoin énergétique.....	43
Équation 18 : Calcul de la puissance crête	43
Équation 19 : La capacité du château d’eau	45
Équation 20 : Estimation du débit de la pompe doseuse	52
Équation 21 : Calcul du volume du bac à chlore.....	52
Équation 22 : Temps de contact	53
Équation 23 : Temps de séjour	54

INTRODUCTION

Pays enclavé, le Niger est un pays sahélien situé au cœur de l'Afrique Occidentale. Ce pays, à l'instar de beaucoup de pays en voie de développement, fait face à des problèmes d'accès à l'eau potable et à l'assainissement. En effet, selon le rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau (ONU, 2016) , le caractère insuffisant et erratique des approvisionnements en eau affecte la qualité et la quantité des emplois dans le secteur alimentaire, ce qui compromet la stabilité des revenus ménages les plus pauvres, lesquels disposent de biens et de filets de sécurité limités pour faire face aux risques.

L'eau est donc indispensable à la vie et reste l'aliment le plus utilisé au monde ; son inaccessibilité en zone rurale limite les capacités des populations rurales à accumuler le capital humain et les biens nécessaires pour se sortir durablement de la pauvreté. C'est face à cette situation que le gouvernement Nigérien a initié le Programme des travaux de réhabilitation et /ou la construction de 22 marchés à bétail dont celui de Gabi dans la zone d'intervention (Dosso, Tillabéry, Maradi et Tahoua). Ces marchés disposeront chacun de système d'approvisionnement en eau potable simplifié (AEPS). Ce programme financé par le Millennium Challenge Account (MCA) vise à promouvoir la croissance économique dans ces zones cibles. Ainsi, ce programme permettra aux populations rurales de la commune de Gabi et au-delà, de disposer d'un marché à bétail moderne doté d'un système d'AEPS autonome leur permettant des transactions commerciales relatives au bétail. Cela contribuera à réduire considérablement la pauvreté car les populations pourront y échanger (vendre) leurs animaux et se procurer des produits et services de base. C'est sur ce projet que nous avons réalisé notre étude intitulée études techniques d'avant-projet détaillé d'alimentation en eau potable du marché à bétail de Gabi dans la région de Maradi au Niger. Elle a pour objet l'étude de faisabilité technique pour la réalisation d'un système d'AEPS pour les besoins du marché à bétail de Gabi Mayaki dans la région de Maradi. Les travaux assignés à cette étude technique sont les suivants :

- l'évaluation des besoins en eau (personne et cheptel compris) du marché à bétail à l'horizon du projet ;
- la conception et le dimensionnement du système du marché ;
- L'estimation du coût global du projet ;
- l'étude d'impact environnementale et social.

I.PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

I.1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Située au 648, Boulevard Mali Béro, rue pavée menant à la voix du sahel (Niamey/NIGER), AGECRHAU est une société à responsabilité limitée (SARL.) créée en janvier 1997 par une équipe d'Architectes, d'Ingénieurs et d'Urbanistes. Elle compte à son actif d'importantes réalisations. Ce résultat découle du professionnalisme et de l'expérience de son personnel constitué de hauts diplômés ayant travaillé dans divers domaines d'ingénierie, d'architecture et d'urbanisme, dans l'administration, les organisations non gouvernementales et les bureaux d'études nationaux et internationaux.

I.1.1. Les domaines d'intervention de la structure d'accueil

AGECRHAU est un bureau d'études, de recherche, de conseil, d'expertise, de suivi et contrôle des travaux intervenant dans les domaines suivants :

- Architecture, Urbanisme, Aménagement urbain ;
- Génie civil – Bâtiment, routes et T.P ;
- Hydraulique urbaine, villageoise, agricole et pastorale ;
- Études et conception des réseaux d'assainissement ;
- Environnement, Aménagement et équipement de l'espace rural ;
- Expertise des projets de développement, montage des projets ;
- Assistance technique dans les domaines sus cités (maitrise d'ouvrage déléguée).

I.1.2. Structure organisationnelle de la structure d'accueil

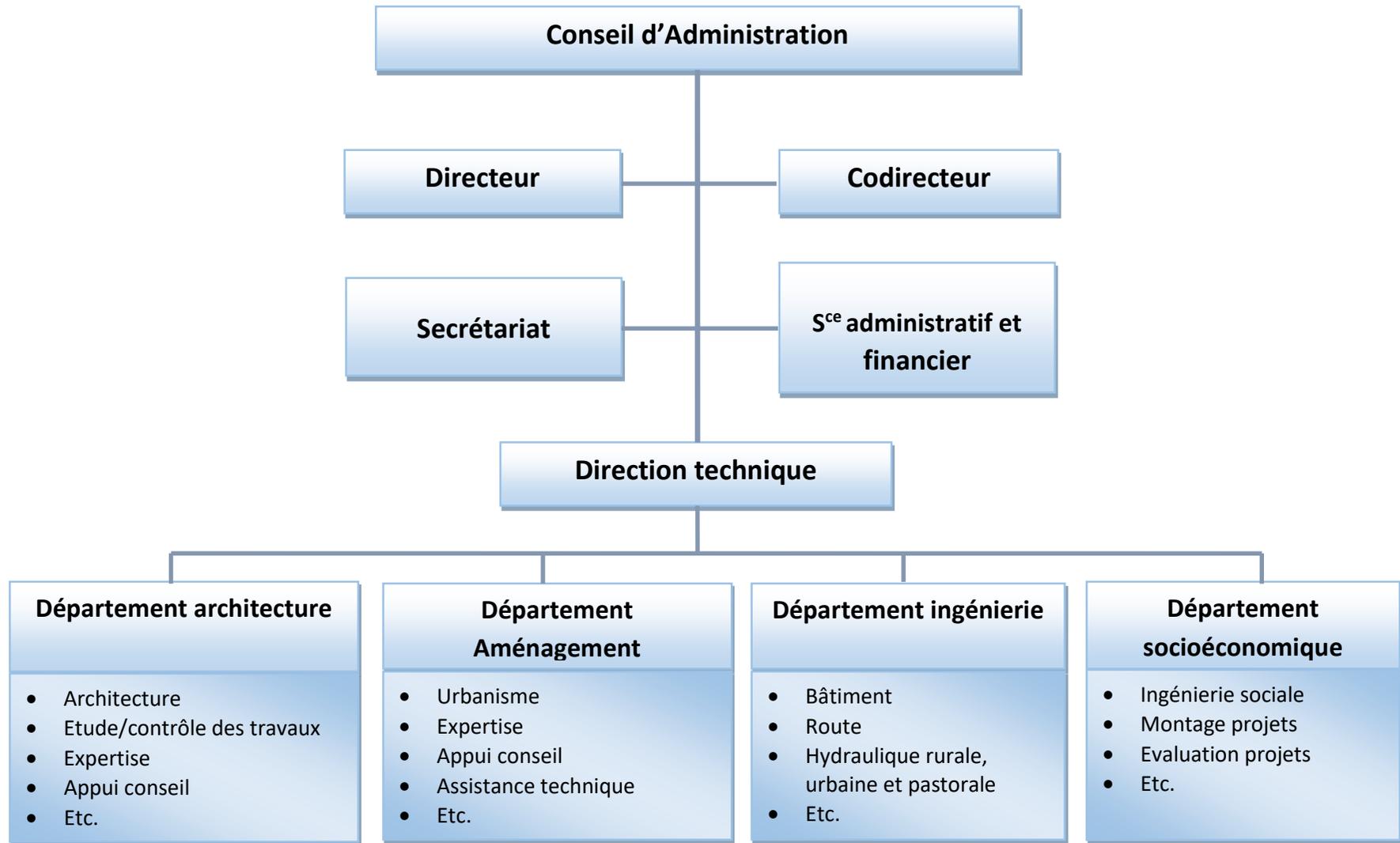


Figure 1 : Organigramme de la structure d'accueil

I.2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.2.1. Situation géographique

Située entre les parallèles 13° et 15°26' de latitude Nord et les méridiens 6°16' et 8°36' de longitude Est, la région de Maradi couvre une superficie de 41 796 km². Elle est limitée à l'Est par la région de Zinder, à l'Ouest par la région de Tahoua, au Nord par les régions de Tahoua et Agadez, et au Sud par la république fédérale du Nigéria. Maradi compte huit (8) départements que sont : Aguié, Bermo, Dakoro, Gazaoua, Guidan-Roundji, Madarounfa, Mayahi, et Tessaoua.

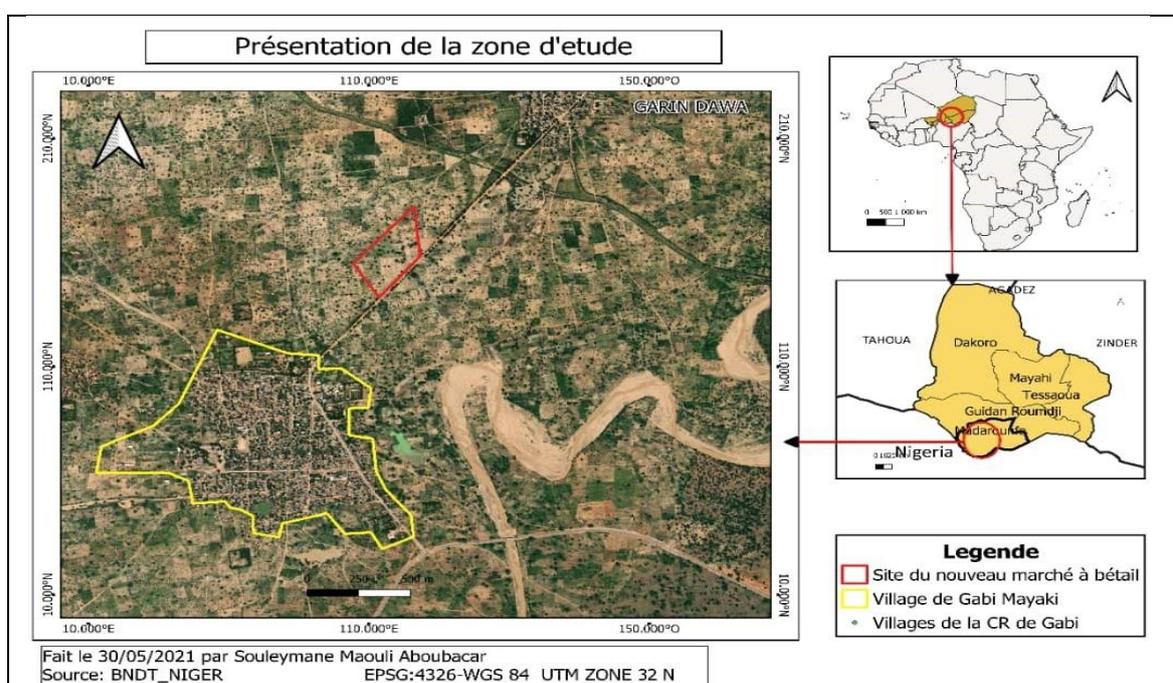
La zone du projet est localisée près du village de Gabi Mayaki (chef-lieu de commune). Ce village se situe dans la partie méridionale de la République du Niger à quatre-vingt-quatre kilomètres (84 km) de Maradi (chef-lieu de région), plus précisément dans sa commune rurale de Gabi se trouvant dans le département de Madarounfa.

La commune rurale de Gabi est limitée à :

- L'Est par la commune urbaine de Madarounfa ;
- L'Ouest et au Nord par la commune rurale de Safo ;
- Au sud par la République fédérale du Nigéria.

Les coordonnées géographiques du site du projet sont les suivant :

- Latitude : 13° 15' Nord ;
- Longitude : 7° 02' Est.



Carte 1 : Présentation de la zone d'étude

I.2.2. Milieu biophysique

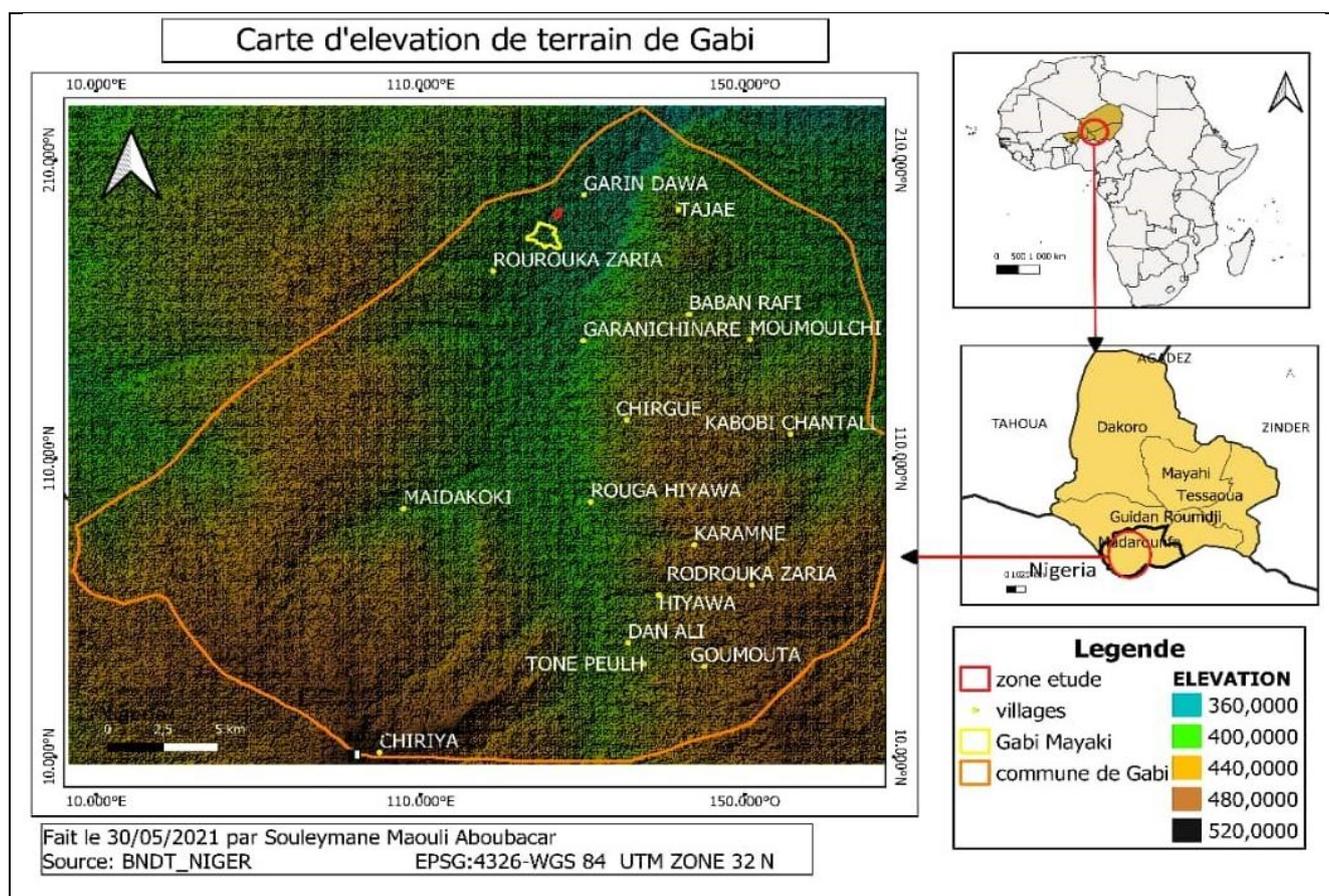
Le milieu physique constitue l'ensemble des ressources naturelles soumises à l'influence du climat pouvant moduler leur état. Il comprend :

I.2.2.1. Relief

Le relief de la commune rurale de Gabi est constitué essentiellement de deux (2) grands ensembles (SPIC-AIC, 2020) à savoir :

- Une zone des vallées ou « fadama » située au voisinage immédiat du Goulbin Gabi représentant 1/3 de la superficie de la commune ;
- Une zone dunaire ou « jigawa » qui encadre le Goulbin Gabi et ses affluents. Cette zone représente environ 70 % de la commune et s'étend du Sud au Nord en deux bandes Est et Ouest.

A celles-ci s'ajoute une troisième zone de nature gravillonneuse localisée dans les terroirs villageois et est généralement utilisée comme carrière pour la construction des maisons et l'entretien routier. Le relief de la zone d'étude est relativement plat (*Carte 2*).



Carte 2 : Carte topographique de la commune rurale de Gabi

II.2.2.2. Climat

La commune rurale de Gabi est soumise à un climat de type soudano-sahélien (PCD CR de GABI, 2018) avec une alternance de deux (02) saisons :

- une saison pluvieuse de Juin à Octobre (qui dure 5 mois) caractérisée par les vents chauds et humides de la mousson. Les premières pluies sont souvent violentes et accompagnées de vents, cela accentue l'érosion pluviale et éolienne ;
- une saison sèche subdivisée en une saison sèche et froide de Novembre à Février et une saison sèche et chaude de Mars à Mai caractérisée par des vents chauds et secs ou l'harmattan.

II.2.2.3. Pluviométrie

Les hauteurs de pluies diffèrent selon les années. Cependant, les pluies se trouvent dans la zone d'isohyètes comprise en 600 et 700 mm.

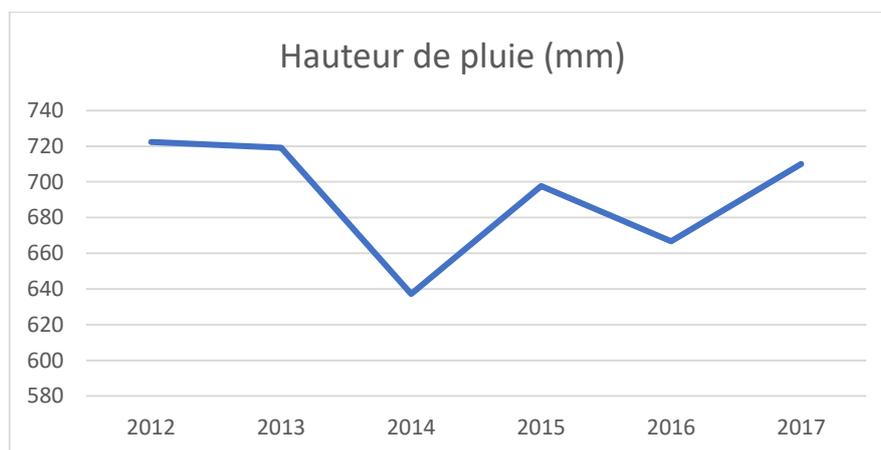


Figure 2 : Evolution des précipitations de la commune de Gabi de 2012 à 2017¹

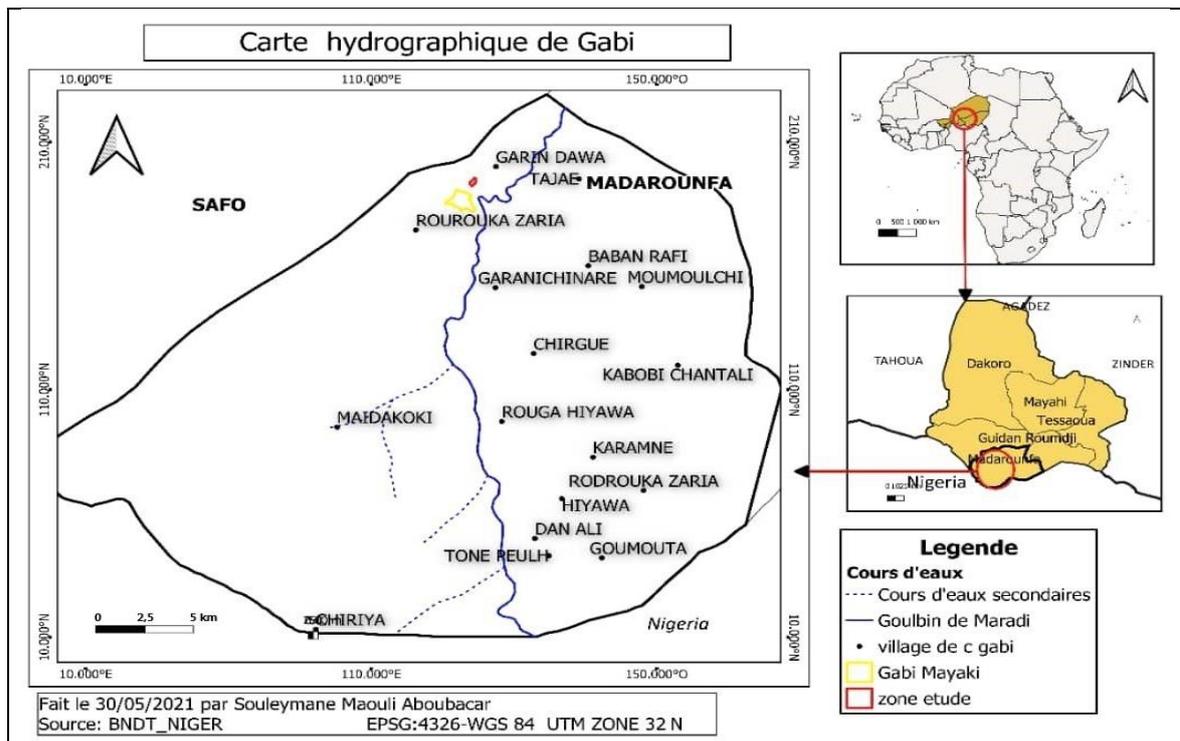
II.2.2.4. Ressources en eau

- **Les eaux de surface**

Les principales sources d'eau de surface sont composées du Goulbin Gabi prenant sa source au Nigeria et ses affluents. On dénombre dix-sept (17) mares semi-permanentes ainsi que quelques mares temporaires le long de la vallée dans la commune de Gabi. L'on signale également l'existence de quelques mares temporaires le long de la vallée (Cf. Carte 3).

La recharge des nappes alluviales est assurée par les eaux des pluies et les crues du Goulbi et ses affluents.

¹ **Source :** Données du CDA de Gabi (2017)



Carte 3 : Le réseau hydrographique de la commune rurale de Gabi

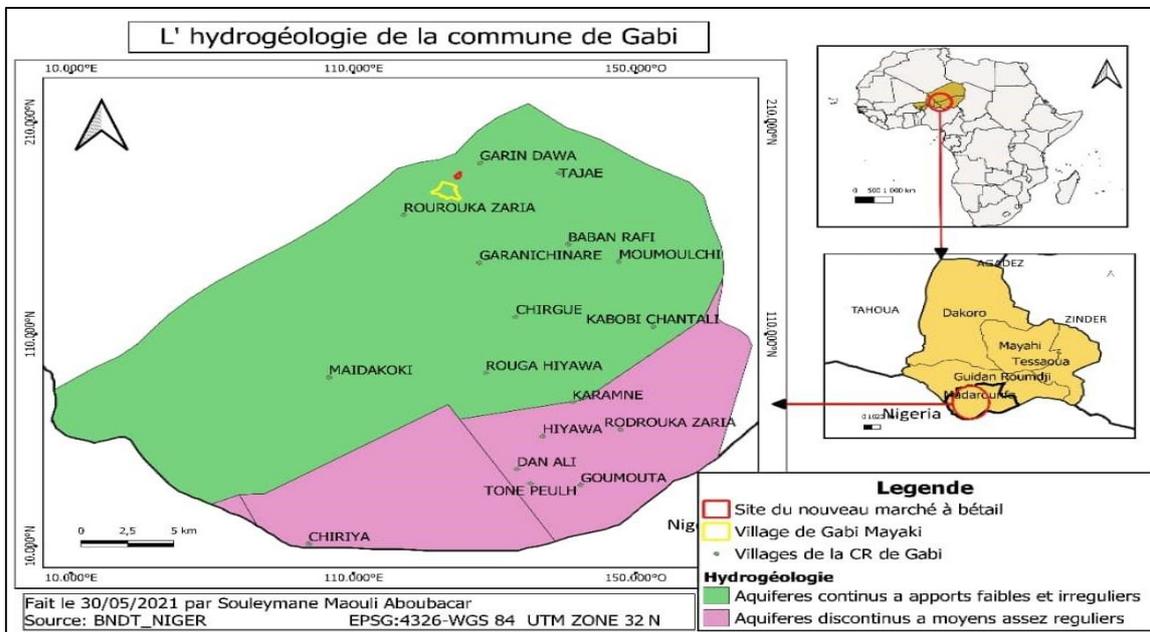
II.2.2.5. Géologie et hydrogéologie du site

a. Contexte géologique du site du marché

La commune de Gabi se situe dans la partie sud du grand bassin sédimentaire des Iullemeden au Niger. Ce bassin couvrant une grande partie du Niger et s'étendant jusqu'au Mali à l'Ouest et le Nigeria au sud. La géologie de la zone est complexe dans son ensemble. Les sédiments des bassins nigériens sont principalement continentaux ou marins littoraux. De ce fait, ils ont souvent des rapides variations latérales et verticales du faciès. Ils sont toujours peu consolidés, généralement sableux ou argileux, rarement calcaires ou schisteux. Les dépôts sédimentaires se sont mis en place en trois phases principales à savoir : une phase continentale (Continental Intercalaire/ Hamadien), une phase marine (Crétacé Supérieur et Paléocène) et une phase continentale (Continental Terminal). Ces phases ont une influence cruciale sur la qualité des eaux des différents niveaux aquifères qu'ils constituent. Les phases continentales ont produit des roches à dominante argilo-gréseuse et les phases marines des roches à dominante argilo-silteuse avec une fraction souvent importante de minéraux évaporitiques (gypse). Le site du marché à bétail de Gabi se trouve dans la zone des formations du Continental Intercalaire/Continental Hamadien dans la zone de dépôt d'alluvions actuels.

b. Contexte hydrogéologique du site du marché

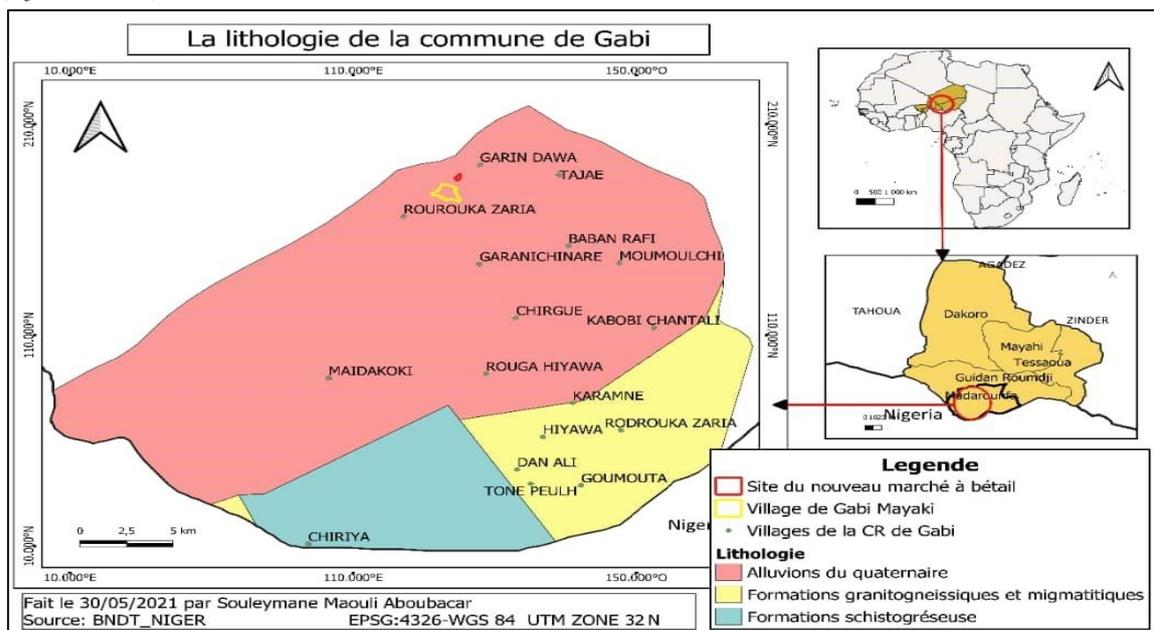
Dans cette zone, l'on note la présence d'un seul grand système d'aquifère : le système aquifère d'Iullemeden (AIEA, 2017), auquel s'ajoutent quelques nappes alluviales. Le site du marché à bétail se localise dans la zone d'Aquifères exploitables du Continental Intercalaire/Hamadien continu à apport très faible et irrégulier (généralement moins de 10 mm/an).



Carte 4 : Carte hydrogéologique de la commune rurale de Gabi

c. Contexte lithologique du site du marché

Le site du marché se trouve dans la zone des aquifères alluvionnaires du quaternaire (aquifères du Goulbi N’Kaba et Goulbi Maradi) à nappes libres du Continental Hamadien (Cf. Carte 5).



Carte 5 : Carte lithologique de la commune rurale de Gabi

I.2.2.6. Sols

La typologie des sols de la commune rurale de Gabi laisse place à deux (2) grandes unités de sols notamment :

- **les sols hydro morphes** rencontrés dans les vallées. Ils occupent environ 1/3 de la superficie de la commune et sont composés d'alluvions limono argileux possédant une bonne vocation agricole tant pour les cultures pluviales que pour l'irrigation.
- **les sols dunaires** qui sont à dominance sableuse et moins fertiles. Ils occupent les 2/3 restant de la superficie de la commune. Sur ces sols sont principalement cultivés le mil, le sorgho, l'arachide le sésame, l'oseille et le niébé.

I.2.2.7. Végétation

La végétation rencontrée se compose de :

- **le tapis herbacé** établi dans les zones de dunaires. Il est généralement composé de *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula* et *Pennisetum pedicelatum* ; dans les zones de vallées on a les *Brachiaria ramosa*, *Commelina forkalaei*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Aristida pallida*. De plus, l'on retrouve le *Zorniglochidiata*, *Pennisetum pedicelatum*, *Schizochyrium* dans les zones forestières.
- **Les formations végétales de vallée** qui ont une composition floristique dominée par *Acacia albida*, *Diospyros mespiliformis*, *Anogeissus leiocarpus*, *Tamarindus indica*. Il se pose toutefois un problème de vieillissement de ce peuplement et une réduction de sa diversité.
- **Les forêts classées et aménagées** qui couvrent une superficie de 38 500 ha dont 50% dans la commune de Gabi, le reste étant réparti dans les communes rurales de Safo et de Sarkin-Yamma. Les espèces dominantes sont *Guiera Senegalensis*, *Combretum Micranthum*, *Combretum Nigricans*, *Combretum Glutinosom*, *Acacia Macrostachia*, *Piliostigma reticulatum*, *Prosopis Africana*, *Sclerocarya Birrea*.
- **Les parcs agro forestiers** constituent la végétation épargnée par les producteurs agricoles pendant les défrichements améliorés. Ces parcs sont plus denses dans les zones Sud et les alentours de la forêt de Baban Rafi Sud. La commune rurale de Gabi dispose d'un potentiel important en rejets naturels : c'est le cas des espèces : *Hyphaene Thebaica*, *Acacia Albida*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera Senegalensis* sur les sols ferrugineux tropicaux.

I.2.2.8. Faune

Bien que la faune soit en voie de disparition, il en existe au niveau des différentes forêts de la commune de Gabi. On rencontre diverses espèces parmi lesquelles : les Gazelles dorcas, les écureuils, les pintades, les outardes, le ratel, les oiseaux, les singes patas, les perdrix, le calao, les reptiles, le porc épic, les batraciens, les lièvres, les hérissons, les tortues etc. Il faut cependant signaler qu'à cause de multiples pressions anthropiques, la grande faune a disparu complètement du terroir communal. Quant à la petite faune, elle aussi demeure soumise aux multiples pressions exercées sur elle et sur son habitat. Si l'on ne prend garde, celle-ci aussi risque de subir le même sort que la grande faune (PCD CR de GABI, 2018). Une initiative salubre qu'il faut noter est la mise en place d'une organisation des chasseurs traditionnels de Madarounfa qui est chargée de surveiller, de développer et de protéger la faune en collaboration avec les autres partenaires (services techniques, partenaires financiers, etc.).

I.2.3. Milieu humain

I.2.3.1. Population

La population a été estimée par compilation des données de l'Institut National de la Statistique (INS) du Niger relatives à la localité concernée et au taux de croissance naturel (4,3% pour le département de Madarounfa).

Ainsi, selon le dernier recensement de l'INS, la population de Gabi qui était de 83 203 habitants en 2012 (Institut National de la Statistique du Niger, 2013) passe à 121 534 habitants en 2021 (Cf. *Tableau 1*). La commune de Gabi a une superficie de 786 km², soit une densité de 155 habitants/km².

Tableau 1 : Evolution de la population

Population	Recensement 2012	Estimation 2017	Estimation 2021
Population de la CR de Gabi	83 203	102 693	121 534
Population du village de Gabi Mayaki	3 325	4 104	4 856

Selon le rapport sur le Questionnaire des Indicateurs de Base du Bien-être (Institut National de la Statistique (INS), 2006), la taille moyenne d'un ménage en milieu rural est de 7 personnes. Les principales activités économiques sont : l'agriculture, l'élevage, le commerce, le tourisme et l'artisanat.

La commune compte trois (3) grands groupes ethniques qui sont :

- les Haoussa à 92% qui sont majoritaires ;
- suivis des Peulhs (4,6%) ;
- les Touarègues à 1,4% et autres (2%).

Sur le plan religieux, l'islam est la religion prédominante à plus de 99% moins de 1% des habitants se répartissent entre le christianisme et l'animisme (PCD CR de GABI, 2018).

I.2.3.2. Activités socioéconomiques

Les principales activités économiques sont : l'agriculture, l'élevage, le commerce, l'exploitation du bois et l'artisanat.

I.2.3.2.1. Agriculture

C'est la principale activité dans la commune rurale de Gabi. Les principales spéculations de la zone sont le mil, le sorgho, le niébé, l'arachide et le sésame (SPIC-AIC, 2020). De plus, on remarque la croissance des cultures comme l'oseille, le voandzou bien que les données statistiques ne soient pas disponibles.

Suivant la répartition des sols, l'on note :

- en la zone dunaire est essentiellement exploitée pour les cultures pluviales, notamment le mil, le sorgho, l'arachide, le niébé, l'oseille, le sésame et le manioc ;
- dans la zone des vallées on y pratique les cultures de sorgho, coton, maïs, riz, manioc, canne à sucre, en saison pluvieuse, et des cultures irriguées et de décrue en saison sèche comme le tabac, la tomate, la patate douce, la dolique, l'oignon etc.

I.2.3.2.2. Elevage

La commune regorge d'un important cheptel riche et varié constitué des petits ruminants, des bovins, chamelins, équins et asins dû à la présence des massifs forestiers. Notons aussi que l'aviculture est assez développée et constitue une source de revenus constants pour la commune.

Le principal mode d'acquisition des animaux est l'héritage, on note aussi l'achat et le 'habanayé' et /ou confiage. On distingue trois (3) types d'élevage :

- **l'élevage sédentaire**, pour les animaux de trait et d'embouche qui se fait autour des villages. Ces animaux sont généralement confiés à un éleveur qui les conduit au pâturage tôt le matin pour les ramener le soir ;
- **l'élevage transhumant**, dans lequel les animaux sont conduits dans les zones Nord au début de l'hivernage à la recherche de pâturages ; puis, vers les zones Sud après les récoltes pour pouvoir profiter des résidus des récoltes ;

- **l'élevage nomade**, où les animaux de la commune se déplacent à l'intérieur du département de Madarounfa particulièrement dans les forêts de Madarounfa, Gabi et de Baban Rafi ainsi que dans les forêts de Kandamaou et Tapkin Guiwa (CR Dan Issa).

I.2.3.2.3. Commerce

La commune dispose de deux marchés hebdomadaires dont un marché à bétail. Le commerce est pratiqué aussi bien par la gente masculine que féminine. Le caractère informel de cette activité, fait qu'il est difficile d'établir une situation claire des différents acteurs qui y interviennent. Les marchés fréquentés par la population de la commune sont généralement le marché de Magama et Jibia au Nigeria, celui de El Kokia dans la commune de Djirataoua, le marché de Kéguel dans la commune de safo et le marché central de Maradi.

La commune rurale de Gabi dispose d'importants espaces forestiers, c'est d'ailleurs pour cette raison qu'elle a été retenue comme site du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). La mise en place des marchés ruraux de bois a suscité le développement de la filière commercialisation du bois énergie où chaque année près de 17 040 stères de bois de chauffe sont coupés et revendus ; le tout pour un chiffre d'affaires annuel de 26 607 000 F CFA (PCD CR de GABI, 2018).

I.2.3.2.4. Tourismes et artisanat

Bien qu'il y ait de nombreux sites historiques et naturels pouvant servir de *sites touristiques*, ceux-ci ne sont pas mis en valeur. La mise en valeur de ces derniers devrait être parmi les activités priorités de la commune car pouvant lui être à la base de beaucoup d'investissements particulièrement dans le cadre de l'aménagement des espaces forestiers.

Le *secteur de l'artisanat* est très diversifié. Les produits qui en découlent sont entre autres les matériels aratoires, les bijoux, les vans, les lits, portes et fenêtres, les habitats, etc. On distingue deux (2) groupes d'artisanat :

- l'artisanat traditionnel qui regroupe les forgerons, les cordonniers, les bûcherons, les potières, vannerie, la maroquinerie, les sculpteurs, etc.
- l'artisanat dit moderne qui regroupe la menuiserie bois, la menuiserie métallique, la soudure, la maçonnerie, etc.

II.PRESENTATION DU PROJET

II.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Face à une forte croissance démographique et l'urbanisation galopante, Gabi à l'instar de nombreuses communes rurales du Niger rencontre des problèmes d'accès à l'eau et à l'assainissement ; le tout accentué par un déficit en infrastructures de base se traduisant par une hausse du besoin alimentaire (d'origine agricole et animale), des problèmes de développement liés à l'accès à l'eau, l'hygiène et à l'assainissement. Un état de fait constaté d'après l'enquête du Plan Local Eau et Assainissement de Gabi (CERISES-CSF, 2020) qui a fait ressortir un taux de couverture en eau de 41,47 % ; un faible taux d'accès aux services basiques d'assainissement soit 35 %, et un fort taux de défécation à l'air (DAL) soit 86,99%.

C'est dans l'optique de pallier aux difficultés précitées que s'inscrit le programme financé par l'entité appelée Millennium Challenge Account - Niger. Ce programme va promouvoir une croissance économique durable afin de réduire la pauvreté à travers l'amélioration et la modernisation des transactions commerciales relatives au bétail par des travaux de réhabilitation et /ou la construction de 22 marchés à bétail dans la zone d'intervention (Dosso, Tillabéry, Maradi et Tahoua). L'accès au marché permettra aux éleveurs de monnayer leurs animaux pour se procurer de la nourriture, des ressources (produits vétérinaires, aliments pour animaux) et d'autres produits et services de base.

Le présent thème de mémoire intitulé « *Etudes techniques d'avant-projet détaillé d'alimentation en eau potable du Marché à Bétail de GABI dans la région de MARADI au Niger* » vise à proposer un rapport d'étude technique et financière des différents ouvrages ainsi qu'un plan de gestion environnementale relatifs à l'approvisionnement en eau potable du Marché à bétail de la commune GABI. Ces études concernent la mise en place d'un système d'adduction en eau potable simplifié (AEPS) dans le cadre de la construction d'un nouveau marché de regroupement de bétail près du village de Gabi Mayaki localisé dans la commune rurale de Gabi.

II.2. OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS

II.2.1. Objectif général

L'objectif global de l'étude d'améliorer l'accès à l'eau potable et à l'assainissement pour les activités relatives à une meilleure exploitation du nouveau marché de bétail de Gabi tout en incluant le processus de création et de renforcement des structures locales de gestion des infrastructures socio-économiques en vue d'assurer un bon suivi, une bonne gestion et un meilleur entretien des infrastructures.

II.2.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques assignés à cette étude consistent à :

- Faire l'état des lieux des systèmes d'AEP et d'assainissement existants (réseau hydraulique, réservoir de stockage, système de pompage, latrines, etc.) ;
- Evaluer les besoins en eau de consommation des usagers (population et bétail) et les besoins en ouvrages d'assainissement ;
- Conceptualiser et dimensionner les réseaux d'alimentation en eau et d'assainissement du marché ;
- Proposer un mode de gestion socialement économiquement acceptable ;
- Estimer l'enveloppe financière du projet ;

II.2.3. Résultats attendus

- Un état de lieux du réseau et du marché existant est réalisé ;
- Le schéma du réseau du site du marché est réalisé ;
- Des alternatives/options d'alimentation en eau sont proposées ;
- Le schéma du réseau est fixé ;
- Les coûts de différentes alternatives/options sont connus ;
- Un système de gestion pour la pérennisation des équipements est retenu ;
- Les impacts environnementaux et socio-économiques du projet sont identifiés.

III. ETAT DES LIEUX

III.1. ETAT DES LIEUX DES SITES DU MARCHE

III.1.1. Le marché à bétail actuel

Conçu et réalisé en 2012, l'ancien marché (encore en activité) de Gabi Mayaki se situe en plein village ($7^{\circ}02'06''$ *Est* et $13^{\circ}14'31''$ *Nord*). Ce marché se tient chaque Jeudi et est relié au réseau d'adduction en eau dudit village, cependant il n'est pas connecté au réseau électrique. Le marché actuel dispose d'un enclos, deux (2) portails, et abreuvoir. L'agent d'élevage vit dans le village de Gabi Mayaki et offre ses services vétérinaires au niveau communal.

De nos entretiens avec les responsables du marché, il s'est avéré que les principaux clients sont la population autochtone et les commerçants de Maradi (chef-lieu de région), des communes voisines (Djirataoua, Sarkin Yamma, etc.) et de certaines localités du Nigéria (Jibia, Katséna, Goussaou, Batsari, etc.). L'approvisionnement du marché se fait par convoi à pied ou par camions.



Photo 1 : Pas d'animation les jours où il n'y a pas de marché



Photo 2 : Animation du Jour de marché à Gabi Mayaki (marché à bétail actuel)

Le marché dispose d'une aire d'abatage à fosse pour la collecte de sang après abatage, le reste des carcasses (viande, peau, etc.) est revendu. Il dispose aussi de latrines mais celles-ci ne sont pas bien entretenues et ne dispose pas de poubelle de collecte de déchets, ce qui crée un environnement assez insalubre autour du marché.



Photo 3 : Aire d'abatage



Photo 4 : Abreuvoir

Enfin, la position géographique par rapport au village rend son accès difficile car situé à l'extrême Ouest du village. En effet, pour se rendre à ce marché, il faudrait traverser entièrement le village d'Est en Ouest. Vu l'importance du flux d'animaux et d'humains qui y transitent, sa relocalisation vers le site près de la voie latéritique permettra un accès plus facile et lui octroiera une meilleure visibilité.

III.1.2. Le nouveau marché à bétail

Bien qu'un marché à bétail existe actuellement dans le village, le projet propose la relocalisation et la construction du nouveau marché de regroupement (en zone agropastorale) sur un site voisin se trouvant à moins d'un (1) km au Nord-Est du village Gabi Mayaki ($7^{\circ}02'43''$ *Est* et $13^{\circ}15'21''$ *Nord*) dans la région de Maradi.

Ce nouveau marché comportera :

- un (1) bloc administratif pour le gérant et l'agent d'élevage ;
- un (1) dépôt vétérinaire ;
- deux (2) blocs sanitaires- séparés (hommes / femmes) ;
- un (1) hébergement pour les opérateurs économiques ;
- un (1) logement clôturé pour l'agent d'élevage ;
- un (1) logement pour gardien avec clôture.

Le nouveau site retenu pour la relocalisation du marché à bétail est situé à environ 1,18 km du marché actuel, près d'une route latéritique. Ce site est actuellement utilisé que pour l'agriculture.

III.2. DIAGNOSTIC DE L'ACCES A L'EAU DU VILLAGE ABRITANT LE MARCHE

III.2.1. Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable du village

Gabi Mayaki dispose d'une mini AEPS en activité et une PHM non fonctionnelle. Ces deux (2) infrastructures datent de 1981 et sont gérées par un délégataire recruté par la commune elle-même et suivi par l'Associations d'Usagers du Service Public de l'Eau (AUSPE)³. Leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 2 suivant :

Tableau 2 : Ouvrages de captage du village

Type		Mini AEPS	PMH
Coordonnées géographiques	X	7°02'22.9'' E	7°02'23.5'' E
	Y	13°14'24.7'' N	13°14'33.0'' N
N° IRH ³		417 880	417 382
Date/Année de réalisation		14/05/1981	1981
Profondeur totale		30,50 m	30,50 m
Profondeur équipée		30,00 m	18,00 m
Profondeur du niveau statique		14,17 m	14,50 m
Débit d'exploitation		9 m ³ /h	13 m ³ /h
Aquifère captée		Nappe phréatique alluvionnaire rechargée par le Goulbin Gabi	Nappe phréatique alluvionnaire rechargée par le Goulbin Gabi
Etat actuel		Fonctionnelle	Non fonctionnelle
Niveau de satisfaction de la population		Population pas satisfaite	–

III.2.1.1. La mini adduction en eau potable

L'a AEPS de Gabi Mayaki dispose d'une électropompe immergée (Grundfos SP 14A-18) de **5,5kW** installée à 16 m (de profondeur) et qui est alimentée par un système mixte électrique/solaire de **13 kVA**. Le groupe électrogène de secours installé est un *Perkins* modèle P22-1.

³ Numéro d'Inventaire des Ressources Hydrauliques



Photo 5 : PMH hors d'usage de Gabi Mayaki

- **Stockage**

Le stockage se compose d'un **réservoir métallique de 30 m³** placé à 10 m du sol sur un support métallique. Cet ouvrage dessert le réseau hydraulique du village comportant dix (10) bornes fontaines, six (6) branchements privés et trois (3) branchements sociaux.



Photo 6 : Château d'eau de Gabi Mayaki

III.2.1.2. Qualité de l'eau desservie

Les résultats (TH, TAC, pH, turbidité, température et conductivité) des échantillons d'eau prélevés à Gabi Mayaki montrent globalement, du point de vu physico-chimique, le respect des directives établies par l'Organisation Mondiale de la Santé tant au niveau des paramètres analysés in-situ que ceux analysés au laboratoire. Il est quand même à noter que pour le TAC (90 °F) et Turbidité (13 NTU) l'échantillon pris au niveau de la mini-AEPS de Gabi Mayaki excèdent les normes de l'OMS qui est respectivement de 50 °F et 5 NTU.

Les paramètres chimiques analysés à ce niveau (*Tableau 3*), nous permettent d'apprécier la teneur des éléments analysés (ions : cations et anions). Sur les échantillons analysés, l'on constate que les valeurs obtenues sont en deçà des directives OMS, cela nous amène à affirmer que la qualité de l'eau en fonction de la teneur en ces différents points de prélèvement est acceptable.

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques

Paramètre	Unité	Valeur /Observation	Directives OMS
pH :	–	7,46	6,5 - 8,5
Température :	°C	31,7	–
Conductivité :	µs/cm	240	300
Turbidité :	NTU	13	5
Présence de sable	–	Non	
Goût	–	Agréable	
Odeur	–	Sans	
TAC :	°F	90	50
TH :	–	35	–
cl -	mg/l	19	250
NO2-	mg/l	0,046	50
NO3-	mg/l	6,5	
SO4-	mg/l	2	250
Fe	mg/l	0,07	0,5 - 50
F-	mg/l	0,35	1,5 - 10
Na+	mg/l	21,05	200
K+	mg/l	6,73	200

III.2.1.3. Résultats de l'enquête sur terrain

a. Distance par rapport à la source de ravitaillement d'eau

La Figure 4 nous renseigne sur la distance parcourue par la population pour son approvisionnement en eau de consommation. Il ressort que le ménage le plus distant d'un point d'eau (ménage 2) se trouve à moins 300 m de la source, alors que le plus proche (ménage 3) n'est seulement qu'à 3 m de sa source d'approvisionnement. Pour les corvées domestiques, la population s'approvisionnement généralement au niveau des Bornes Fontaines (BF). Les normes OMS fixent cette distance d'approvisionnement à 500 mètres.

De l'analyse des distances d'accès à l'eau potable, traduite par la Figure 4, on observe que les 20 ménages soient 100%, sont situés à moins d'un demi (1/2) kilomètre d'une source d'eau. Cette norme est donc respectée pour le cas des ménages enquêtés.

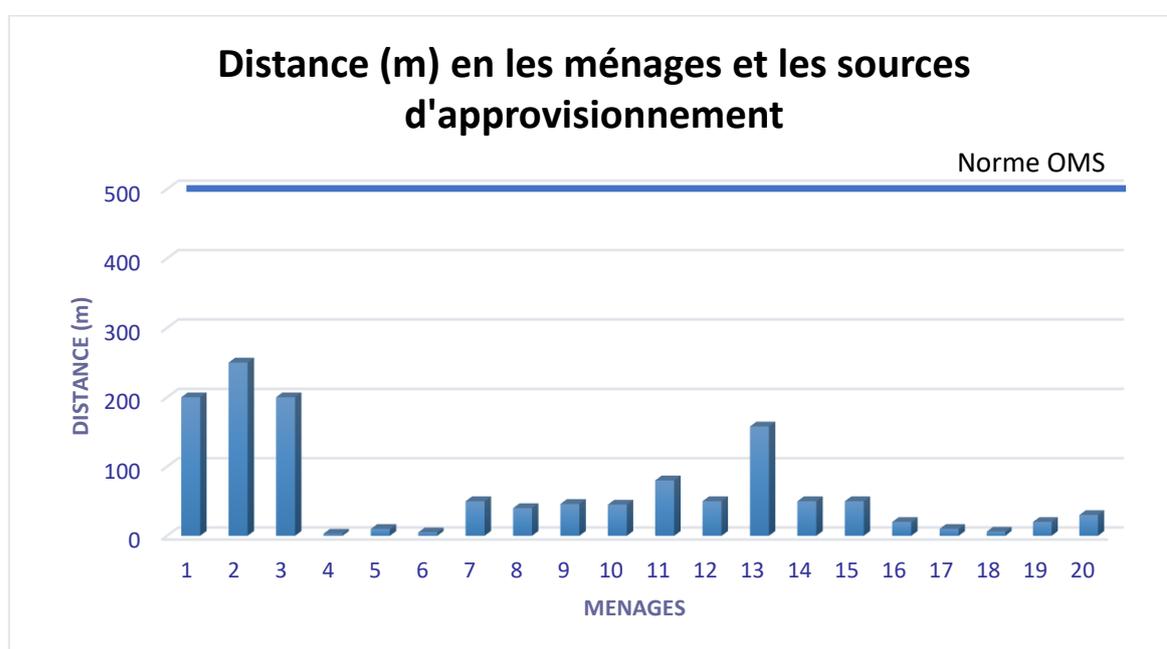


Figure 4 : Distance parcourue

a. Hygiène et délais d'attente lors de l'approvisionnement en eau

Les enquêtes ont démontré que la totalité des 20 ménages (échantillons) utilise des bidons de 25 L et des fûts métalliques pour se ravitailler en eau. Le moyen de transport utilisé est généralement le pousse-pousse. Lors du transport d'eau de la source au ménage ; treize (13) ménages affirment couvrir (ou fermé) leurs récipients de transport, contre qui sept (7) qui soulignent ne pas disposer de tous les bouchons ou ne voient pas l'intérêt de les fermer (Cf. Figure 5). Cela peut être à la base d'une contamination de ces eaux. Cependant l'ensemble des ménages enquêtés affirment laver les récipients de transport d'eau. De plus, le délai d'attente varie de 20 minutes à 3 heures selon les heures bien que la distance séparant le ménage au point d'eau de ravitaillement soit dans les

normes. Ce qui donne un taux d'accès au service basique d'eau potable (milieu rural) du village Gabi Mayaki de 25%.

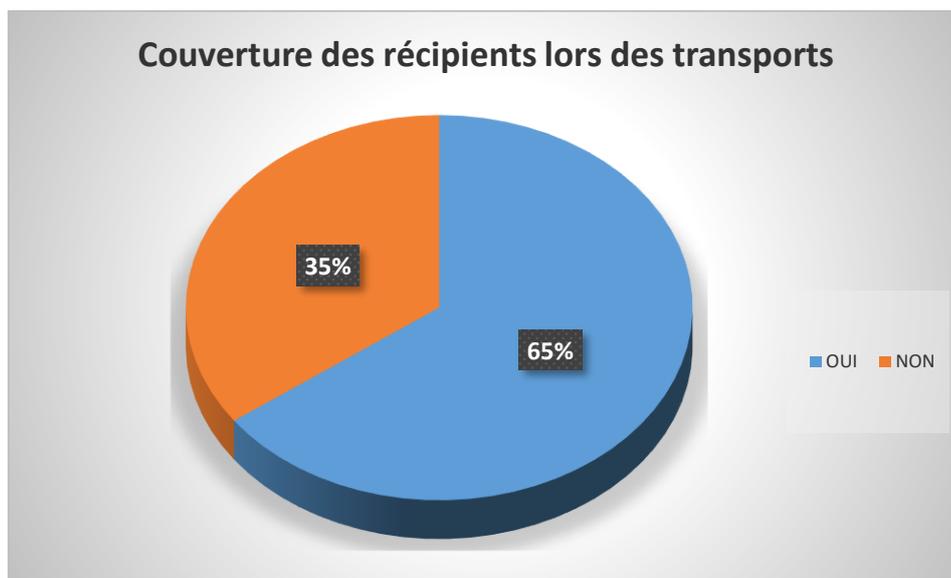


Figure 5 : Hygiène et transport

b. Coût de l'eau

Les 35% de l'échantillon soit six (7) ménages trouvent le prix de l'eau raisonnable. Par contre, les 65% autres restant préféreraient que ce prix soit réduit à la baisse, voir devenir gratuit. La Figure 6 présente les différentes appréciations de la population concernant la question du coût de l'eau à la pompe. 50l d'eau (soient deux bidons de 25l) sont vendus à 25 FCFA et 100 FCFA le fut métalliques de 100l.

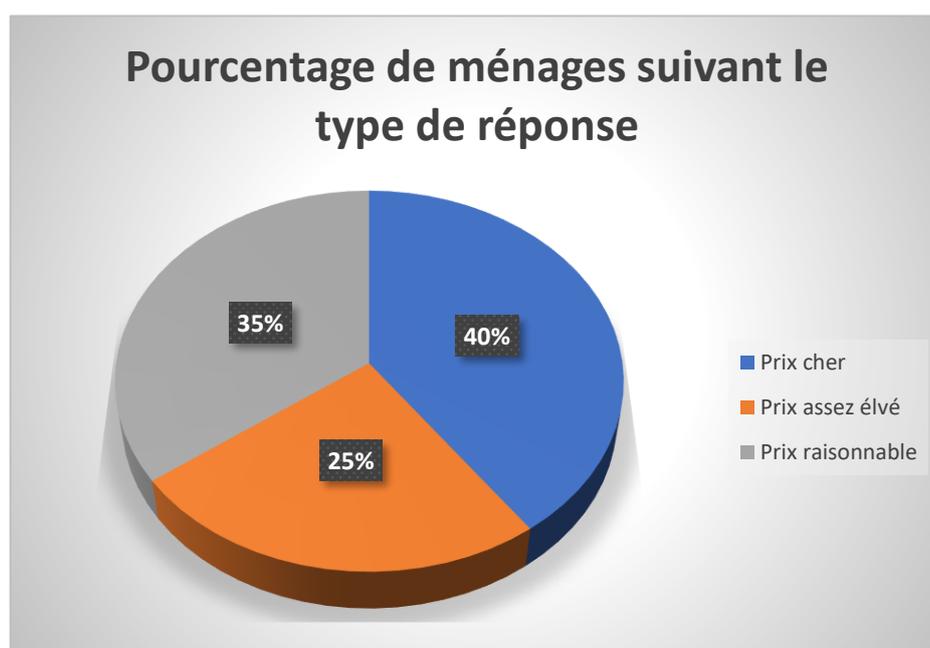


Figure 6 : Appréciations prix de l'eau par la population

Le *Tableau 4* suivant met en avant les préférences des villageois à propos du prix de vente de cette eau.

Tableau 4 : Coût de l'eau et préférences

Types de réponses	Nombre de ménages par type de réponse	Préférence sur le coût de l'eau vendue	Classement /Appréciation	
Prix assez élevé	3	50l à 20 FCFA	Cherté du prix : 13 (65%)	
	1	75l à 20 FCFA		
	1	Vendre gratuitement		
Prix cher	2	50l à 10 FCFA		
	2	50l à 20 FCFA		
	1	50l à 10 FCFA		
	1	50l à 20 FCFA		
	1	Vendre gratuitement		
	1	Revoir le prix à la baisse		
Prix raisonnable	1	50l à 10 FCFA		Acceptabilité du prix : 7 (35%)
	6	Garder le prix tel qu'il est		
TOTAL				20 (100%)

NOTE :

D'une façon globale, il ressort de notre enquête que le dimensionnement de la mini-AEPS datant de 1981 est presque arrivée à son échéance. Cela s'observe par le long délai d'attente bien que les consommateurs habitent non loin des différents points de desserte d'eau. Vu la demande et le coût de vente de l'eau qui, selon 65% des habitants de la localité est cher, certains particuliers se sont lancés dans la vente d'eau car celle-ci est une réelle source de revenue : c'est le cas de la mini-AEPS privée près de l'école Magabatchi.

De plus, la population dudit village est de 4 856 habitants en 2021 (*Tableau 1*) pour dix (10) BF confirme que la mini-AEPS du village est presque à son échéance car l'OMS préconise une (1) BF pour 500 habitants : cela implique qu'à 5 000 habitants le réseau existant sera saturer. On ne pourra donc pas le relier à un marché pouvant accueillir plus de 144 personnes. Les analyses physico-chimiques de l'eau desservie confirment la bonne qualité de la nappe alluviale de Gabi (*Cf. III.2.1.2. Qualité de l'eau desservie*), donc l'eau desservie est apte à la consommation.

Enfin, le fait de relier le nouveau marché au réseau de distribution existant, surchargera certainement la desserte en eau dudit village. L'idéal serait donc de construire de nouveaux forage ou de réhabiliter le forage abandonné afin d'augmenter le nombre de points de desserte d'eau du village ; ce qui augmenterait considérablement le coût du projet : on peut citer à titre indicatif le remplacement ou la pose des équipements de production, la réalisation d'un réservoir avec une hauteur permettant l'alimentation du marché, et l'extension du réseau de distribution.

IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

Cette section traite des différentes méthodes appliquées et matériels utilisées pour la réalisation de l'étude.

IV.1. RECHERCHE DOCUMENTAIRE

C'est la première étape du travail. Cette phase consiste tout d'abord à analyser les termes de référence (TDR) afin d'avoir une bonne compréhension de la problématique et du travail attendu. Elle a permis également d'avoir une meilleure compréhension des enjeux et de prendre en comptes les attentes du projet. Elle commence donc par la consultation et l'analyse des documents techniques disponibles et se poursuivra tout le long de la rédaction de ce livrable. Comme documents consultés, on peut citer :

- le code de l'eau au Niger ;
- le guide d'AEP du Niger ;
- le Plan Local Eau et Assainissement (PLEA) de la commune rurale de Gabi (version Janvier 2020) ;
- le Programme Sectoriel Eau, Hygiène et d'Assainissement 2016-2030 (version Novembre 2016) ;
- le décret déterminant les principes de base de L'Evaluation Environnementale au Niger ;
- le PDC de la commune rurale de Gabi (version Janvier 2018) ;
- le décret traitant des normes de qualité de l'eau de consommation au Niger.

Après cette phase d'analyse, il s'ensuit la phase de la collecte des données.

IV.2. COLLECTE DES DONNEES

La collecte des données fut faite auprès de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement de la région de Maradi. Des recherches supplémentaires ont été effectuées sur internet et à la bibliothèque de 2IE. Cela nous a permis de parcourir plusieurs documents en rapport avec notre thème d'étude. La collecte d'informations et données s'inscrivant dans le cadre de cette étude s'est aussi faite sur le terrain, s'est prolongée dans le village cible auprès de la Mairie de Gabi, du marché à bétail actuel ainsi qu'auprès de certains ménages.

Notons aussi que les enquêtes sur terrain se sont effectuées dans un climat d'insécurité qui règne sur la partie Sud de la commune, près de la frontière avec le Nigeria. Cette insécurité fait suite à la détérioration de la situation sécuritaire au nord-ouest du Nigeria voisin qui

occasionna le déplacement de plus 70 000 personnes pour le Niger vers la fin de l'année 2019.

IV.2.1. Matériels et logiciels

Afin de mener à bien la collecte des données, nous avons d'abord établi une liste de différents outils nécessaires à la réalisation de cette collecte ; et ce, avant de partir sur le terrain. La collecte de données a pu se faire suivant les différents diagnostics que nous avons eu à faire grâce aux questionnaires, guides d'entretiens, analyses physico-chimiques de l'eau et au GPS.

- Les questionnaires ont été établis en vue de recueillir des informations auprès de la population et les usagers du marché à bétail existant et auprès du gestionnaire du service d'eau.
- Le guide d'entretien fut établi pour recueillir des informations auprès des personnes ressources de l'autorité municipale (Mairie) sur la gestion des points d'eau et au niveau des responsables du marché à bétail existant. De ces entretiens, nous comptons collecter l'ensemble des données techniques utilisables pour le choix de la meilleure configuration du système d'approvisionnement du nouveau marché à bétail de Gabi.
- Ne disposant pas d'équipement adéquat pour la détermination de la qualité des eaux au niveau des points d'eau, nous avons obtenu nos résultats d'analyse auprès de la Direction Régional de l'Hydraulique de Maradi. Cette dernière effectue régulièrement des analyses afin s'assurer de la qualité des eaux desservies dans la localité.
- Enfin, nous nous sommes également équipés d'un GPS (Garmin GPSMAP 64x). Il nous a permis de déterminer relever les coordonnées géographiques de nos différents points de collecte ainsi que les distances séparant ces différents points. Ces données permettront de faire une cartographie points que nous avons eu à visiter grâce au logiciel QGIS 3.10 (A Coruña).

IV.2.2. Outils de traitement des données

Les données récoltées ont été analysés selon les critères existants sur l'accès à l'eau et à l'assainissement. La méthode d'analyse des données que nous avons optés fut l'analyse de contenu qui est une méthode couramment utilisée pour l'analyse des entretiens. Elle consiste à traiter automatiquement les données qualitatives et quantitatives découlant des entretiens et questionnaires. Pour se faire, nous nous sommes servi de l'option traitement des données et analyses du logiciel Sphinx Plus² (V5).

Le traçage des plans et canalisations a été réalisé sur AutoCad 21, les l'implantation des repères sur Google Earth Pro et les calculs et rédaction du livrable à l'aide du pack Microsoft office (Word, Excel, PowerPoint). Enfin, le logiciel Epanet 2.0 a été utilisé pour la simulation du réseau hydraulique et les plans 3D ont été réalisés à l'aide du logiciel ArchiCad 21.

IV.3. METHODES DE CONCEPTION DU SYSTEME

IV.3.1.Hypothèses de dimensionnement

Pour la mise en place du système d'approvisionnement en eau potable simplifié (AEPS), nous sommes parties des deux (2) hypothèses suivantes :

- la première hypothèse consiste à relier le nouveau marché à bétail au réseau de distribution d'eau existant. Cela impliquerait des travaux de réhabilitation et renforcement de l'installation existante ;
- la seconde hypothèse quant à elle, serait de construire un système d'AEPS autonome pour le nouveau marché à bétail.

Le village de Gabi Mayaki ne possède ni d'industries ni de services publics significatifs, donc le cheptel transitant et la population seront les seuls consommateurs à prendre en compte. Etant établi que le marché à mettre en place est destiné à la population de toute la commune et ses environs (avec forte croissance démographique (4,3%) et que le village de Gabi Mayaki fait face à des difficultés d'accès à l'eau relevées lors des enquêtes sur le terrain : *nous retiendrons l'hypothèse numéro 2 qui consisterait à construire un système d'AEPS autonome pour le nouveau marché à bétail.*

IV.3.1.1. Horizon du projet

L'échéance du projet a été fixé à 20 ans. Ce qui implique que le système d'AEPS à mettre en place répondra aux besoins des usagers jusqu'à l'horizon **2043**.

Les années de référence du projet sont :

- **2021** : Conception et études de faisabilité technique et financière du projet (marché à bétail et son système d'AEPS) ;
- **2023** : Année de la réception du projet donc de mise en service, A0 ;
- **2043** : Année d'échéance du projet.

IV.3.1.2. La consommation spécifique ou unitaire

Selon le Programme Sectoriel Eau, Hygiène et Assainissement du Niger (PROSEHA, 2016), une consommation spécifique (C_s) de **20 l/jour/habitant** est adoptée en milieu rural pour l'estimation des besoins globaux journaliers.

Le *Tableau 5* donne les différentes consommations unitaires des animaux suivant le type de famille.

*Tableau 5*⁴ : Consommation spécifique du bétail

Animaux	Consommation spécifiques (l/jr)
Bovins	27
Ovins	5
Caprins	5
Asins	16
Chamelins	50
Equins	45

IV.3.1.3. Le coefficient de pointe journalier

Ce coefficient permet d'évaluer la production du jour de pointe pour le dimensionnement des ouvrages de captage et stockage. Dans les pays sahéliens, le jour de pointe est enregistré durant les périodes chaudes de l'année. En zones rurales, les pointes de consommation sont souvent enregistrées les jours de marché des périodes chaudes de l'année.

Il sera retenu un *coefficient de pointe journalier* (C_{pj}) de **1,2**. (Guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rural, 2010)

IV.3.1.4. Le coefficient de pointe horaire

Ce coefficient intervient aussi bien dans le dimensionnement du réseau de distribution que celui du réservoir. *Le coefficient de pointe horaire* (C_{ph}) met en exergue les habitudes des consommateurs durant la journée de pointe en déterminant leurs besoins à l'heure de pointe. Il varie généralement en fonction du degré d'urbanisation de la zone, allant de 1,5 pour une grande ville (comptant plus de 200 000 habitants) à 3 voire 2,5 pour une petite localité (comptant moins de 10 000 habitants).

Dans le cadre de ce projet, ce coefficient sera calculé par la formule (*Équation 1*) suivante :

⁴ **Source** : Rapport PRAPS/ QCBS/ 2018/ 17/ MCA/ Millennium Challenge Account–Niger : Consommation spécifique selon le type d'animal.

$$C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q(m^3/h)}}$$

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

Q_{mh} : Débit moyen horaire de distribution en m^3/h .

Équation 1 : Coefficient de pointe horaire

IV.3.1.5. Le pourcentage des pertes d'eau dans le réseau

Le taux des pertes en eau dans le réseau est corrélé à la vétusté des équipements du réseau mais aussi aux conditions de la réalisation du réseau (pose des canalisations).

Un rendement de l'ordre de 95 % sur des anciens Mini AEPS de moins 15 ans a été constaté, nous considérerons donc pour ce projet des pertes de 5 % des besoins de consommation.

IV.3.1.6. Pression et vitesse dans les canalisations

La pression de service (PS) délivrée par le système de distribution devrait permettre à l'utilisateur d'opérer les prélèvements d'eau. C'est un élément de confort à l'intérieur des habitations car elle permet aux usagers d'avoir de l'eau juste en ouvrant le robinet, pas besoin de compresseur ou d'autre effort supplémentaire. Une faible pression entraîne donc des difficultés d'alimentation des populations en bout de réseau.

Dans le cadre de ce projet, une pression de service de 5 mCE et une vitesse variant entre 0,3 et 1,5 m/s sont donc retenues.

IV.3.1.7. Le taux de desserte

A l'horizon du projet, un taux de desserte de l'ordre de 100% est visé au niveau de tous les points de desserte d'eau du marché à bétail.

IV.3.1.8. Les pertes de charge

Les pertes des charges découlent des frottements des molécules entre elles ou des frottements avec la paroi intérieure des conduites d'eau. Ainsi, il existe deux (2) types de pertes de charge qui sont : les pertes de charges régulières ou linéaires et les pertes de charges singulières.

Les expériences ont démontré que les pertes de charges singulières varient entre 5 à 15 % des pertes de charges linéaires.

Dans le cadre de ce projet, les pertes des charges singulières seront estimées à 5 % des pertes de charges linéaires du fait de la taille et du faible taux des nœuds dans le réseau.

L'ensemble des pertes des charges sont déterminées par la formule de Manning-Strickler :

$$\Sigma \Delta H = 1,05 \times \frac{10,294 \times Q^2}{Ks^2 \times D^{\frac{16}{3}}} \times L$$

- $\Sigma \Delta H$: Pertes de charges totales (m) ;
 L : Longueur du tronçon (m) ;
 Q : Débit transporté par le tronçon (m³/s) ;
 D : Diamètre intérieur de la conduite (m) ;
 Ks : Coefficient de rugosité du PVC, selon Manning Strickler, $Ks = 120$;
5% : Coefficient de pertes de charge singulières.

Équation 2 : Calcul des pertes de charge par la formule de Manning-Strickler

IV.3.2. Evaluation des besoins en eau du nouveau marché à bétail de Gabi

IV.3.2.1. Evaluation de la consommation moyenne journalière d'eaux

V.3.2.1.1. L'évaluation des besoins (Cmp) : cas des personnes

A l'image de l'ancien, le nouveau marché de Gabi Mayaki se tiendra hebdomadairement, c'est-à-dire tous les jeudis. Il occupera une superficie de 1,5 hectare dont seulement 0,40 ha sera réellement utilisée par les marchands et les acheteurs. Le restant d'espace est réservé aux locaux techniques (administration, habitation etc.) et aux animaux (enclos, piste de débarquement et d'embarquement, voies et pistes, etc.). En supposant que ce marché comportera trois (3) blocs résidentiels, deux (2) blocs sanitaires et un (1) bloc administratif, susceptibles d'être utilisés en dehors du jour de marché, et que la demande d'un marché disposant d'infrastructures sanitaires est de 400 l/jr pour 1000. Le marché pourrait accueillir 1 369 personnes le jour de marché pour une demande globale en eau des personnes (visiteurs et résidents) dans le marché estimée à 1 624 m³/jr. Le nombre de personnes pouvant être accueillies le jour du marché est estimé à 1 357

V.3.2.1.2. L'évaluation des besoins (Cmb) : cas du bétail

Afin d'estimer le nombre de bétail pouvant transiter par le marché de Gabi Mayaki, nous nous sommes entretenus avec le responsable d'élevage qui nous a donné une estimation des animaux qui transitent hebdomadairement par le marché à bétail actuel de Gabi le jour de marché. Le marché pourra accueillir 523 têtes de bétail.

Tableau 6 : Besoins en eau des animaux

Animaux	Consommation spécifiques (l/tête/jr)	Animaux transitant le jour de marché (Nombre de têtes)	Animaux transitant le jour de marché (l/jr)
Bovins	27	300	8 100
Ovins	5	110	550
Caprins	5	100	500
Asins	16	80	2 500
Chamelins	50	50	1 280
Equins	45	0	–
Total			12 930

V.3.2.1.3. Consommation moyenne journalière

Les besoins moyens journaliers sont calculés en faisant la sommation des besoins de l'ensemble du bétail et des personnes présentes dans le marché.

$$C_{mj} = C_{mp} + C_{mb}$$

Avec :

$$C_{mp} = (N_{p_{résidant}} \times C_{S_{personne}}) + \left(\frac{400}{1\,000} \times N_{p_{visiteurs}} \right)$$

et

$$C_{mb} = (N_b \times C_{S_{bétail}})$$

C_{mj}	: Consommation moyenne journalière (l/jr) ;
C_{mp}	: Consommation moyenne journalière des personnes (l/jr);
C_{mb}	: Consommation moyenne journalière du bétail (l/jr);
C_{S_{bétail}}	: Consommation spécifique bétail (l/tête/jr)
C_{S_{personne}}	: Consommation spécifique d'une personne (l/personne/jr)
N_{p_{résidant}}	: Nombre de personne résidant dans le marché (personne) ;
N_{p_{visiteurs}}	: Nombre de personne visitant dans le marché (personnes) ;
N_b	: Nombre de bétail transitant par le marché (têtes).

Équation 3 : Calcul besoins journalier du nouveau marché

IV.3.2.2. Evaluation des besoins globaux journalière en eau eaux

Les besoins globaux journaliers sont déterminés en fonction de la consommation moyenne journalière et du taux desserte.

On a :

$$B_{mj} = (C_{mj} \times 1,05) \times T_{AEP}$$

C_{mj}	:	Consommation moyenne journalière (m ³ /jr) ;
B_{mj}	:	Besoin moyens journalier (m ³ /jr) ;
1,05	:	Pourcentage des pertes d'eau dans le réseau liés au rendement du réseau ;
T_{AEP}	:	Taux de desserte (100 %) ;

Équation 4 : Besoins journalier en eau à l'horizon du projet

IV.3.3. Détermination des débits, vitesses, diamètres et pressions

IV.3.3.1. Les débits

IV.3.3.1.1. Le débit moyen horaire de production (Q_{mhp})

Le débit moyen horaire de production (Q_{mhp}) est le quotient de la demande journalière de pointe et du temps de distribution (12h).

$$Q_{mhp} = \frac{B_{mj}}{12}$$

Q_{mhp}	:	Débit moyen horaire de production (m ³ /jr) ;
B_{mj}	:	Besoin moyens journalier (m ³ /jr) ;

Équation 5 : Calcul du débit de production

IV.3.3.1.2. Le débit de pointe horaire (Q_{ph}) ou débit de dimensionnement

Le débit de pointe horaire (Q_{ph}) permet de dimensionner le réseau de distribution. Il correspond au produit du débit moyen horaire de production et du coefficient de pointe horaire (Q_{mhp}). Il est obtenu par la formule suivante :

$$Q_{ph} = \frac{B_{mj} \times C_{ph} \times C_{pj}}{t_d \times \eta}$$

Q_{ph}	:	Débit de pointe horaire (m ³ /h) ;
C_{ph}	:	Coefficient de pointe horaire ;
C_{pj}	:	Coefficient de pointe journalier ;
B_{mj}	:	Besoin moyens journalier (m ³ /jr) ;
t_d	:	Temps de distribution (heures) ;
η	:	Rendement du réseau (%).

Équation 6 : Calcul du débit de pointe horaire

IV.3.3.1.3. Le débit d'adduction

$$Q_{add} = \frac{B_{mj} \times C_{pj}}{\eta \times t_p}$$

C_{ph}	: Coefficient de pointe horaire ;
C_{pj}	: Coefficient de pointe journalier ;
Q_{add}	: Débit de d'adduction (m ³ /h) ;
B_{mj}	: Besoin moyens journalier (m ³ /jr) ;
t_p	: Temps de pompage (heures) ;
η	: Rendement du réseau (%).

Équation 7 : Débit d'adduction

IV.3.3.2. Diamètre de la conduite de refoulement

Ce diamètre correspond au diamètre des conduites acheminant l'eau pompée du forage vers le château d'eau. Pour le déterminer, nous utiliserons les formules suivantes :

- Formule de Bresse : $D_{th} = 1,5 \times Q_{expl}^{0,5}$	Avec,	D_{th} : Diamètre intérieur théorique (m) ;
- Formule de Bonnin : $D_{th} = Q_{expl}^{1/2}$		
- Formule de Achour : $D_{th} = 1,27 \times Q_{expl}^{1/2}$		
- Formule de Bresse modifié : $D_{th} = 0,8 \times Q_{expl}^{1/3}$		
- Formule de Munier : $D_{th} = (1+0,02n) \times Q_{expl}^{0,5}$		

IV.3.3.3. Vitesses

Pour favoriser Les conditions d'auto-curage dans les conduites de refoulement et de distribution devrait entre comprise entre $0,3 < V(m/s) < 1,5$.

IV.3.3.3.1. Vitesse de refoulement

La vitesse de refoulement d'eau du forage vers le réservoir de stockage s'obtient comme suit :

$$V = \frac{4 \times Q_{add}}{\pi \times D_{th}^2}$$

D_{th}	: Diamètre interne théorique (m) ;
Q_{add}	: Débit d'eau dans la conduite (m ³ /s) ;
V	: Vitesse de refoulement (m/s).

Équation 8 : La vitesse de refoulement

- Condition de vérification de la vitesse :

Condition GLS :

$$V \text{ (m/s)} \leq \left(\frac{D_{int} \text{ (m)}}{50} \right)^{0,25}$$

IV.3.3.3.2. Vitesse de distribution

La vitesse se calcule par la formule :

$V = \frac{4 \times Q_{dist}}{\pi \times D_{th}^2}$	D_{th} : Diamètre interne théorique (m) ; Q_{dist} : Débit d'eau dans la conduite = Q _{ph} (m ³ /s) ; V : Vitesse de distribution (m/s).
---	---

Équation 9 : La vitesse de distribution

IV.3.3.4. Phénomène du coup de bélier

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique engendrant une surpression ou une dépression dans la conduite de refoulement. Ce phénomène découle d'un arrêt brusque de la pompe le plus souvent provoqué par une coupure accidentelle d'énergie.

Une protection anti bélier n'est nécessaire que lorsque la somme de la pression (P) du régime permanent et la variation de pression (ΔP) excède la pression maximale admissible dans le réseau. C'est-à-dire lorsque $P + \Delta P \geq PMA$.

Autrement dit, un dispositif anti-bélier est prévu dès que : $P + \Delta P \geq 1,2 \times PFA$.

Avec :	PMA (m) : Pression Maximale Admissible : correspond à la pression supportée par un composant lors d'un coup de bélier, $PMA \approx 1.2 PFA$ avec $PMA = HMT + \Delta P$; PN (m) : Pression nominale ; PFA (m) : Pression de Fonctionnement Admissible : correspond à la pression admise par un composant lors d'un fonctionnement normal : $PFA \approx PN$; ΔP (m) : Variation de pression (m).
--------	---

Équation 10 : Evaluation des conditions de mise en place d'un dispositif de anti-bélier

Une onde célérité C met un temps $t = 2L/C$ pour parcourir une conduite de longueur L en sens aller-retour. Soit T_f , le temps de fermeture/ouverture d'une vanne ou d'un groupe de pompage. Deux cas de figures (surpression et dépression) se présentent :

- Cas n°1 : $Tf \leq 2L/C$, variation brutale du régime d'écoulement suite à la fermeture rapide d'une vanne.

$$\Delta P = \frac{C \times U_0}{g}$$

Avec,

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

$$e = 0,5 * (DN - D_{int})$$

- C** : Célérité (m/s) ;
- U₀** : Vitesse du fluide (m/s) ;
- ΔP** : Variation de pression (m) ;
- g** : Accélération de l'apesanteur $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;
- k** : Module de Young ($k=33$ pour les plastiques) ;
- e** : Epaisseur de la conduite (m) ;
- D** : Diamètre intérieur de la conduite (m).

Équation 11 : Calcul du coup de bélier par la formule de Joukowski-Allievi

- Cas n°2 : $Tf \geq 2L/C$, variation lente du régime d'écoulement suite à la fermeture lente d'une vanne.

$$\Delta P = \frac{2L}{T} \cdot \frac{U_0}{g}$$

- L** : Longueur de la conduite (m) ;
- U₀** : Vitesse du fluide (m/s) ;
- ΔP** : Variation de pression (m) ;
- g** : Accélération de l'apesanteur $g = 9,8 \text{ m/s}^2$;
- T** : Temps de fermeture lente de la vanne (s).

Équation 12 : Calcul du coup de bélier par la formule de Michaud

V. ETUDE DE FAISABILITE TECHNIQUE

V.1. MOBILISATION DE LA RESSOURCE EN EAU

Le système d'AEPS du marché sera donc situé en zone de vallée, à environ 0,8 km du forage de la mini-AEPS du village, nous considérerons donc les mêmes caractéristiques de ce dernier (consignés dans le *Tableau 2* de la page 18) pour notre dimensionnement. La nappe se recharge infiltration directe des eaux de pluie et par drainage grâce aux systèmes phréatiques des nappes alluviales de Goulbin Maradi. Les prélèvements des eaux liées aux activités du nouveau marché à bétail hebdomadaire de Gabi Mayaki qui sera construit n'aura pas d'impact à long terme.

Le *Tableau 7* suivant donne une synthèse des caractéristiques du nouveau forage à mettre en place.

Tableau 7 : Caractéristiques du forage

Forage	
Département	Madarounfa
Commune	Gabi
Village	Gabi Mayaki
Type de forage	Peu profond
Coordonnées	X 13° 15' 6.56'' N
	Y 07° 2' 34.90'' E
Aquifère captée	Continentale Intercalaire/Hamadien
Q _{exp} (m ³ /h)	2,6
Temps de pompage (h)	8
Production journalière (m ³)	20,80
Nombre de forage	1
Niveau statique (m)	15
Niveau dynamique (m)	30

Le débit d'exploitation d'un forage dans le cas de notre projet est fixé à 2,6 m³/h et le nombre d'heures de fonctionnement (pompage) à 8 h par jour pour une production d'eau journalière de 20,80 m³.

$$N_{forage} = \frac{B_{jp}}{P_j}$$

B_{jp} : Besoin journalier de pointe (m³/h) ;

P_j : Production journalière (m³/h).

Équation 13 : Nombre de forage nécessaire

Tableau 8 : Evaluation des besoins en eaux

Consommation moyenne des personnes : Cmp (l/j)	1 526
Consommation moyenne des animaux : Cmb (l/jr)	12 930
Consommation par jour de marché : Cmj (l/jr)	14 456
Taux de desserte (100%)	14 456
Perte d'eau dans le réseau (15%)	2 168
Besoin moyen journalier : Bmj (l/jr)	16 624
Besoin moyen journalier : Bmj (m³/jr)	16,624
Coefficient de pointe journalier : Cpj	1,20
Besoin journalier de pointe Bjp : (m³/jr)	19,949

V.1.1. Tracé du réseau de distribution

Le tracé du réseau (*Figure 7*) s'effectue après le positionnement l'emplacement des différents points de desserte du marché sur le plan topographique. Ce tracé tient compte du site d'implantation du forage et de l'emplacement du château d'eau et des différents points de desserte.

Le type de réseau retenu pour ce projet est le branchement de type ramifié (les conduites sont disposée comme les branches d'un arbre). Ce choix se justifie par le fait que type de branchement est simple économique et parfaitement adapté aux centres ruraux.

Le mode de distribution sera gravitaire c'est-à-dire que le réservoir sera placé en hauteur de manière à l'écoulement se fait par le biais de la force de l'apesanteur et en assurant une pression de service minimale au point le plus défavorable (le point le plus haut ou le plus éloigné).

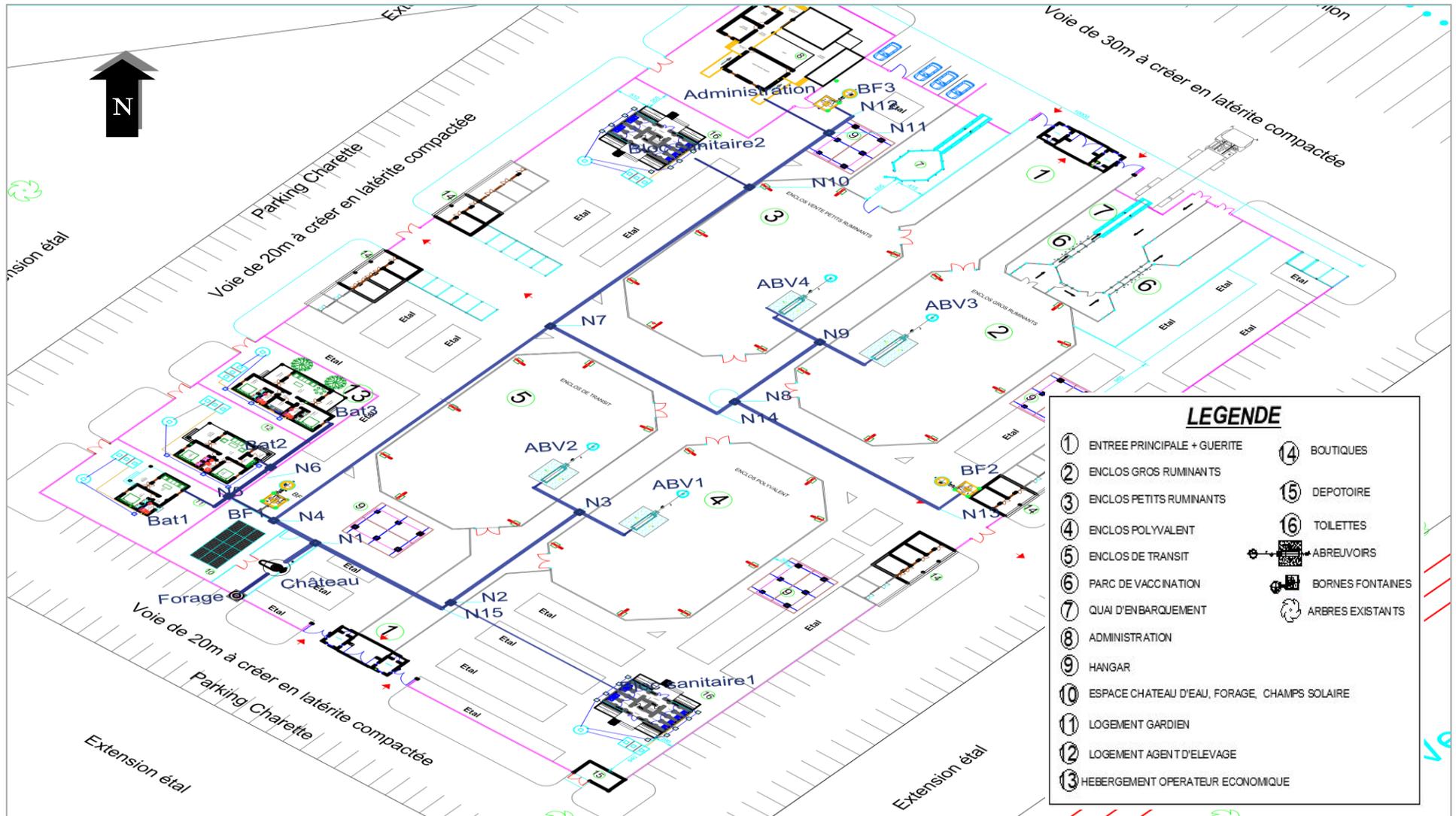


Figure 7 : Schéma du réseau de distribution

V.1.2. Conduites et débits de refoulement

La nature de la conduite de refoulement tient compte des caractéristiques de l'eau et des contraintes physiques pouvant s'y exercer. Le refoulement sera constitué de conduite DN63 en acier galvanisé pour la partie aérienne et en PVC pour la partie enterrée du réseau.

Tableau 9 : Conduites de refoulement

	Longueur	Diamètre interne (Dth)	Diamètre nominale (DN)	Nature
La colonne d'exhaure	30 m	57 mm	63 mm	PVC
Conduite d'allure horizontale du forage au réservoir	10,5 m	57 mm	63 mm	PVC
Conduite d'alimentation d'allure verticale par surverse du château	9 m	57 mm	63 mm	Acier galvanisé

V.1.3. Conduites et débits de distribution

Le réseau de distribution sera en PVC PN 10 pour sa facilité de mise en œuvre (pose des canalisations) et sa résistance à l'agression extérieure. Son dimensionnement se basera sur les débits unitaires des différents points de desserte. Des conduites PEHD DN32 seront utilisées pour le raccordement du réseau de distribution aux différents points de desserte. Le Tableau 10 ci-dessous donne les points qui seront desservis ainsi que le débit de pointe considéré.

Tableau 10 : Débits des points de desserte du marché

Lieux de desserte	Nombre de point en fonctionnement simultané	Débit unitaire (l/s)	Débit au point de branchements (l/s)
Administration	2	0,2	0,4
Logement gardien	1	0,2	0,2
Logement agent d'élevage	2	0,2	0,4
Hébergement opérateur économique	3	0,2	0,6
Toilettes	4	0,2	0,8

Abreuvoir	4	0,8	3,2
Borne fontaine	3	0,5	1,5

Le réseau de distribution devra supporter les besoins de l'heure de pointe du jour de pointe. Il sera donc dimensionné pour le scénario le plus défavorable. Nous fixons le temps de distribution au niveau des bornes fontaines à une durée maximale de 12 heures par jour soit de 7h à 19h.

Tableau 11 : Résultats calcul de débit

Années	2023	2028	2033	2040	2043
Demande eau = production (m³/jr)	17,78	18,78	19,38	20,37	20,77
Échéance du projet	0	5	10	17	20
Débit moyen de pompage (m³/h)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Temps de pompage (h)	6,8	7,2	7,5	7,8	8,0
Temps de distribution (h)	12	12	12	12	12
Débit moyen horaire : Q_{mh} (m³/h)	1,48	1,56	1,61	1,70	1,73
Coefficient de pointe horaire : C_{ph}	3	3	3	3	3
Débit de pointe horaire : Q_{ph} (m³/h)	4,45	4,69	4,84	5,09	5,19
Débit de pointe horaire : Q_{ph} (L/s)	1,23	1,30	1,35	1,41	1,44

V.1.4. Choix de la pompe

Les paramètres entrant dans le choix de la pompe sont le débit d'exploitation du forage et la hauteur manométrique totale (HMT). La HMT correspond à la pression totale que doit fournir la pompe à l'eau pour pouvoir refouler l'eau du forage jusqu'au réservoir de stockage, elle est calculée de la façon suivante :

$$HMT = H_{géo} + \sum \Delta H$$

HMT : Hauteur manométrique totale (m) ;
H_{géo} : Hauteur géométrique (m) ;
 $\sum \Delta H$: Somme des pertes de charges.

Équation 14 : Calcul de la Hauteur Manométrique Totale

$$H_{géo} = Z_{TP} - Z_{ND}$$

Z_{TP} : La côte de déversement d'eau du réservoir (m) ;
Z_{ND} : La côte du niveau dynamique (m).

Équation 15 : Calcul de la hauteur géométrique

Il est prévu l'installation d'une pompe de forage en acier inoxydable immergée centrifuge monobloc : Grundfos modèle SP 3A-9 (GRUNDFOS, 2021). Cette pompe devra vaincre une HMT de 40 m et devra fournir un débit de refoulement de 2,6 m³/h. La pompe Grundfos retenue alimentera le réservoir du marché à bétail de Gabi. Ses caractéristique sont résumés dans le Tableau 12 suivant.

Tableau 12 : Caractéristiques de la pompe

Caractéristiques de la pompe									
Matériau	Fréquence (Hz)	Tension nominale (V)	Intensité nominale (A)	Puissance (kW)	Débit nominal (m ³ /h)	Vitesse nominale (tr/mn)	Poids (Kg)		HMT (m)
							Net	Brut	
Acier inoxydable	50	3 x 380-400 - 415 V	2.00-2.20-2.35 A	0,55 kW	2,887	2 900	10	11,3	40

❖ **Point de fonctionnement de la pompe retenue**

Le point de fonctionnement de la pompe correspond au point d'intersection entre la courbe caractéristique de la pompe $HMT=f(Q)$ et de celle du réseau $H_{géo} + \Delta H(Q) = H_{réseau}$. Ce point illustre les conditions de fonctionnement de la pompe en fonction de la vitesse d'entraînement et du débit.

Le Tableau 13 met présente les données qui nous ont permis de tracer les courbes caractéristiques de la pompe et du réseau. Ces informations proviennent du catalogue de la pompe Grundfos SP 3A-9.

Tableau 13 : Données du tracé du point de fonctionnement de la pompe retenue

Q (m ³ /h)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
HMT (m)	57	55	53	50	47	43	39	32	23
ΔH (m)	0	0,0031	0,0124	0,0279	0,0495	0,0774	0,1114	0,1517	0,1981
H_{géo} (m)	39,12								
H _{réseau} (m)	39,12	39,12	39,13	39,15	39,17	39,20	39,23	39,27	39,32
η pompe (%)	0	28	42	50	54	56	55	52	43

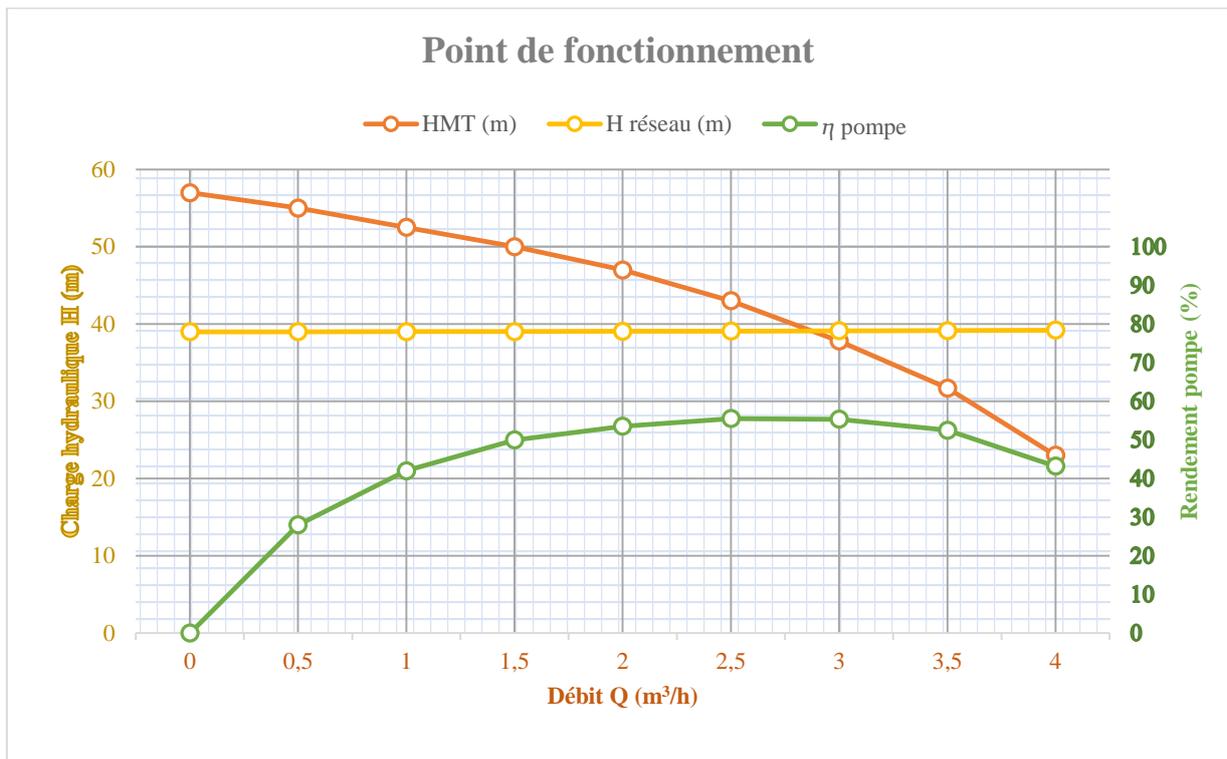


Figure 8 : Détermination du point de fonctionnement de la pompe retenue

Au point de fonctionnement, on a un débit de refoulement de $2,89 \text{ m}^3/\text{h}$, une HMT de 40m , et un rendement pompe de $56,4 \%$.

V.2. DIMENSIONNEMENT DES COMPOSANTS ELECTRIQUES

Bien qu'il existe le réseau de la société Nigérienne d'électricité (NIGEELEC) dans la zone du projet, l'on observe des délestages de courant pouvant souvent durer plusieurs heures. Afin de pallier à ce problème, nous proposons l'installation d'une source d'énergie annexe qui alimentera la mini-AEPS du marché à bétail. Notre choix sera porté entre une source d'énergie solaire de type photovoltaïque ou une source d'énergie thermique (groupe électrogène).

V.2.1. Les sources d'énergie annexes

V.2.1.1. Le groupe électrogène

La puissance apparente (P_{app}) est obtenue par l'Équation 16 suivante :

$$P_{app} = \frac{2 \times 2,725 \times 10^{-3} \times Q \times HMT}{\cos\varphi \times \eta_{moteur} \times \eta_{pompe}}$$

- η_{moteur} : Rendement du moteur (%) ;
- g : Accélération de la pesanteur = 9.81 m/s^2 ;
- Q : Débit journalier (m^3/h) ;
- ρ : Masse volumique de l'eau (1000 kg/m^3) ;

- HMT** : Hauteur manométrique totale (m) ;
 η_{pompe} Rendement de la pompe (%).

Équation 16 : Besoin énergétique

$$P_{app} = \frac{2 \times 2,725 \times 10^{-3} \times 2,887 \times 40}{0,63 \times 0,628 \times 0,564} \Rightarrow P_{app} = 2,82 \text{ kVA}$$

La puissance du groupe électrogène après prise en compte des appareils électriques annexes sera de **4 kVA**.

V.2.1.2. Le système photovoltaïque

Le système d'énergie photovoltaïque est composé d'un assemblage des modules solaires en parallèle et en série. Le temps moyen d'ensoleillement de la zone du projet est de 8 heures par jour. Ce temps correspond à la durée possible pour le pompage solaire. Ainsi, le débit journalier correspondant à ce temps (8 heures) est de $Q_j = 20 \text{ m}^3/\text{jr}$.

Le besoin énergétique est déterminé par la formule ci-après :

$$E_j = \frac{Q_j \times \rho \times g \times HMT}{3600 \times \eta_{pompe} \times \eta_{onduleur}}$$

- E_j** : Besoin énergétique (Wh/jr) ;
 g : Accélération de la pesanteur = 9.81 m/s^2 ;
 Q_j : Débit journalier (m^3/h) ;
 ρ : Masse volumique de l'eau (1000 kg/m^3) ;
 $\eta_{onduleur}$: Rendement onduleur = $90 \% ^5$;
 η_{pompe} : Rendement de la pompe.

Équation 17 : Besoin énergétique

$$P_c = \frac{E_j}{E_i \times kp}$$

- P_c** : Puissance crête (Wc) ;
 E_i : Ensoleillement journalier, compris de 5 à 7 kWh/m²/jr ;
 kp : Rendement du générateur photovoltaïque = $80 \% ^6$.

Équation 18 : Calcul de la puissance crête

Tableau 14 : Résumé du dimensionnement du système photovoltaïque

⁵ Valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque des Mini-AEPS au Niger

⁶ Valeur guide utilisée pour le dimensionnement photovoltaïque des Mini-AEPS au Niger

Paramètres	Résultats de calcul
Ei (Kwh/m ² /jr)	6
Rendement du générateur photovoltaïque	0,8
Puissance module (wc/24v)	80
Rendement onduleur	0,9
Tension de sortie (V)	220
Energie (Kwh/jr)	4,295
Puissance crête (kWc)	0,895
Nombre de module en série	3
Nombre de module en parallèle	4
Nombre de module de 80 wc/24v	12
Puissance totale à installer (wc)	960

V.2.2. Choix de la source d'énergie annexe

Tableau 15 : Avantages et inconvénients de chaque source

Type d'énergie	Avantages	Inconvénients
Thermique	<ul style="list-style-type: none"> - Pompage au besoin (souple) ; - Investissement initial avantageux ; - Pose facile ; - Occupe peu d'espace ; - Adapté au gros besoin ; - Indépendant de la présence du soleil. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintenance coûteuse ; - Ils sont bruyants ; - Source d'énergie non renouvelable pour leur fonctionnement et dégagent du CO₂, donc émettent de la pollution ; - Lourds ; - Coût de fonctionnement élevé ; - Durée de vie assez courte.
Solaire	<ul style="list-style-type: none"> - Moins polluants ; - Faible coût de fonctionnement ; - Durée de vie longue ; - L'énergie est directement captée du rayonnement solaire (source inépuisable et écologique). 	<ul style="list-style-type: none"> - Dépendant de l'ensoleillement ; - Occupe plus d'espace ; - Coût d'investissement initial élevé ; - Possibilité de voler les panneaux solaires ; - Légers.

Suite aux résultats obtenus pour le dimensionnement des deux sources d'énergies considérées ci-dessus et à l'analyse du Tableau 15, nous optons pour la source d'énergie solaire parce qu'elle est :

- respectueuse de l'environnement car étant moins polluante que l'énergie thermique (fossile) ;
- bien plus économique que l'énergie thermique sur le long terme ;
- adaptée aux AEP classiques simples qu'aux AEP multi-villages.

V.3. LE RESERVOIR D'EAU

V.3.1. Le type

Le château d'eau à mettre en place sera de type métallique (inox) étanche, de forme cylindrique et soudé sur des supports en acier profilé. Notre choix s'est basé sur les critères suivants :

- son coût d'investissement est moindre par rapport au réservoir en béton ;
- son entretien est facile ;
- sa résistance aux intempéries climatiques ;
- sa disponibilité de la main d'œuvre qualifiée pour la réalisation d'un tel réservoir au Niger.

V.3.2. Le volume

Selon des études déjà effectuées dans le cadre de l'installation des mini-AEPS en milieu rural au Niger, La capacité utile du réservoir est généralement estimée entre **30 et 50 %** de la demande moyenne journalier.

Le retour d'expérience montre que pour un pompage solaire, le volume du réservoir correspond à 50% du volume journalier de pointe. En considérant une durée maximale de pompage de 8 heures qui est le temps imposé par l'ensoleillement. Pour ce projet, le volume journalier est de **10 m³**.

$$\text{Capacité} = 50\% * B_{pj}$$

$$\text{Capacité} = 50\% * (B_{mj} \times C_{pj})$$

$$\text{Capacité} = 0,5 \times (16,624 \times 1,2)$$

$$\text{Capacité} = 10 \text{ m}^3$$

B_{pj} : Besoin de pointe journalier (m³/jr)

B_{mj} : Besoin moyen journalier (m³/jr)

C_{pj} : Coefficient de point journalier = 1,20

Capacité : Capacité du réservoir (m³)

Équation 19 : La capacité du château d'eau

Tableau 16 : Dimension du château d'eau

Dimensions du réservoir d'eau	Volume (m ³)	Surface (m ²)	Hauteur (m)	Diamètre (m)
	10	4,0	2,5	2,3

V.3.3. Le calage

La hauteur sous radier est déterminée de manière à assurer la pression minimale de service au point le plus défavorisé du réseau. On l'obtient par la formule suivante :

Hauteur sous radier = maximum côte exploitable – côte TN réservoir

Avec, *Côte minimale exploitable* = pression de service + côte TN + $\Sigma\Delta H$

Tableau 17 : Récapitulatif des caractéristiques des château, forages et pompes

Paramètres		Données
Réservoir	Côte TN Réservoir (m)	355,38
	Côte trop plein (m)	364,38
	Volume (m ³)	10
	Hauteur sous cuve (m)	6,50
	Hauteur cuve (m)	2,50
Forage	Cote TN Forage (m)	355,26
	Niveau Dynamique (m)	30,00
	Production journalière (m ³)	20,00
H géo	H géométrique (m)	39,12
HMT (m) calculé		39,49
HMT (m) retenue		40
Q_{exp} (m³/h)		2,6

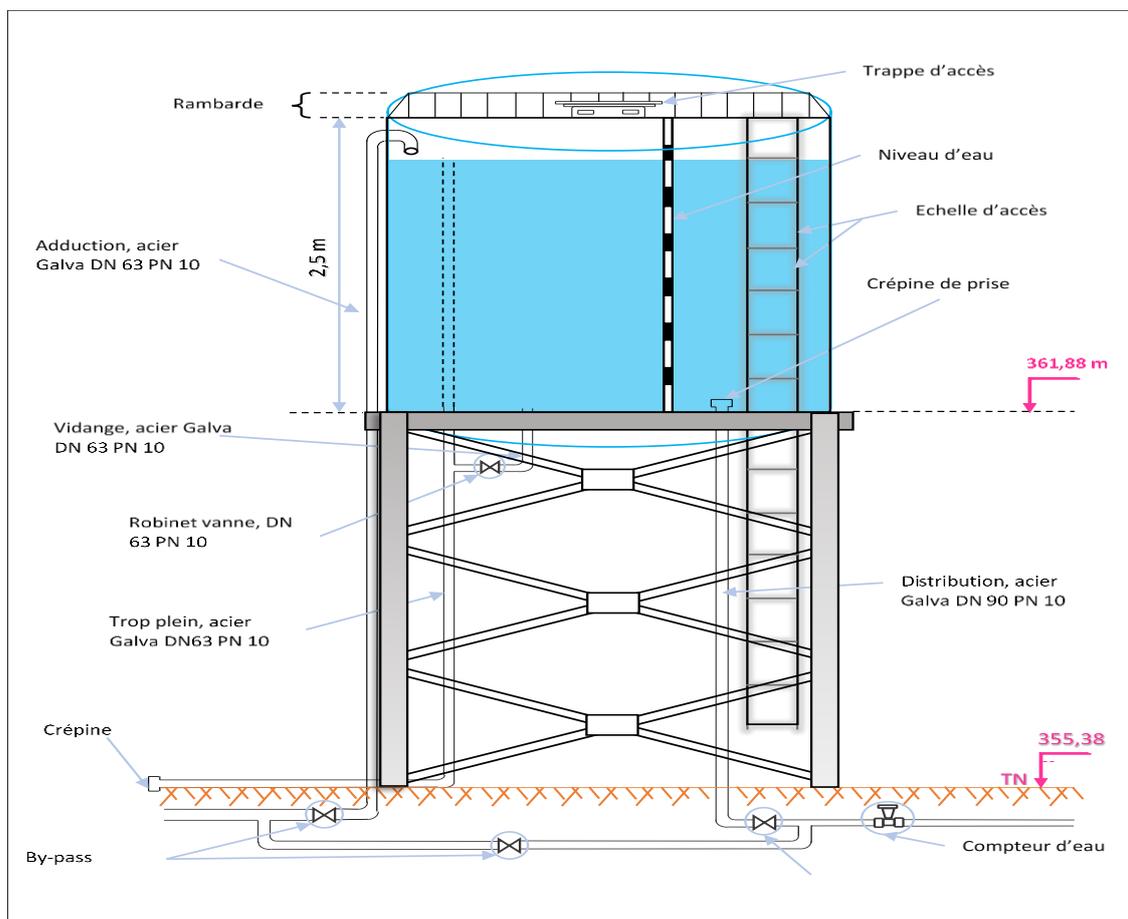


Figure 9 : Château d'eau

V.4. ETUDE DU COUP DE BELIER : SURPRESSION ET DEPRESSION

L'étude du coup de bélier permet de savoir s'il y a nécessité de prévoir un dispositif anti-bélier pour le système d'AEPS du marché. Les calculs sont faits sur la base des caractéristiques de la conduite d'adduction F-R (*Tableau 18*) et les résultats sont présentés dans le *tableau 19*.

Tableau 18 : Présentation des caractéristiques de la conduite de refoulement

Caractéristiques	Tronçon Forage - Réservoir
Module de Young pour PEHD	33
Accélération de la pesanteur (m ² /s)	9,81
Diamètre extérieur nominal (m)	0,063
Diamètre intérieur nominal (m)	0,057
Epaisseur de la conduite (m)	0,003

Tableau 19 : Calcul des surpressions dans le réseau d'adduction

Paramètres	Résultats
Vitesse du fluide : U_o (m/s)	0,57
Célérité : c (m/s)	380,97
Cas1 : Variation de pression : $\Delta P1$ (mCE)	21,98
Cas2 : Variation de pression : $\Delta P2$ (mCE)	1,48
HMT (mCE)	40
PN (mCE)	100
PMA (mCE)	120

V.4.1. Cas de dépression

- Fermeture rapide (Cas1) : $HMT - \Delta P1 = 18,02 \text{ mCE} > 0$;
- Fermeture lente (Cas2) : $HMT - \Delta P2 = 38,52 \text{ mCE} > 0$.

Il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite d'adduction.

V.4.2. Cas de surpression

- Fermeture rapide (Cas1) : $HMT + \Delta P1 = 61,98 \text{ mCE} < PMA = 120 \text{ mCE}$;
- Fermeture lente (Cas2) : $HMT + \Delta P2 = 41,48 \text{ mCE} < PMA = 120 \text{ mCE}$.

Il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite d'adduction.

Récapitulatif : les calculs démontrent qu'il n'y a pas de risque de coup de bélier dans la conduite d'adduction. Donc il n'est donc pas nécessaire d'installer un dispositif anti-bélier.

V.5. LA POSE DES CONDUITES

V.5.1. Mode de pose

Les conduites du réseau seront enterrées afin de les protéger du soleil, du réchauffement de l'eau, des variations de température et de l'écrasement des conduites par les charges trop lourdes. Les ouvrages de raccords seront quant à eux bloqués en tranchée afin de les empêcher de se déplacer sous l'effet de la pression de l'eau. Lors de la pose des conduites, 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.

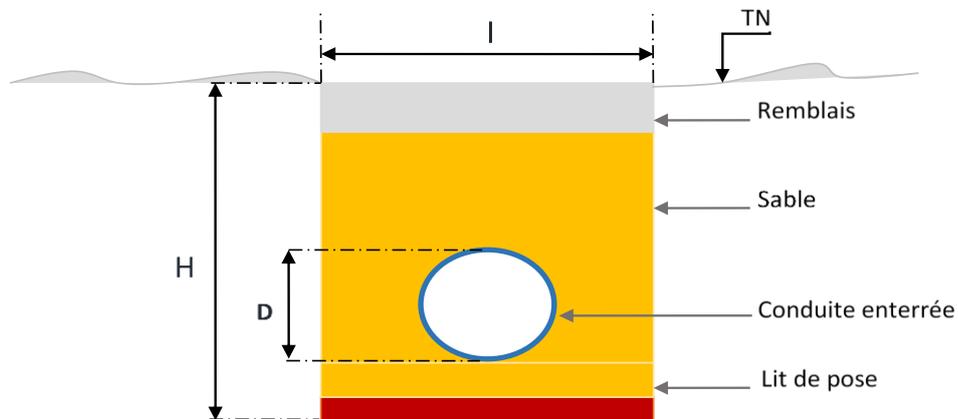


Figure 10 : Pose des conduites

V.5.2. Dimensions des fouilles

En ce qui concerne le présent projet, la profondeur et la largeur des tranchées sont obtenues par les formules suivantes : $H \geq 0,8 \text{ m} + D$ et $l \geq 0,4 \text{ m} + D$.

H (m) : la hauteur minimale de la tranchée ;

Avec : **l (m)** : la largeur minimale de la tranchée ;

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

Le Tableau 20 suivant permet d'obtenir les profondeurs de fouilles.

Tableau 20 : Calcul des profondeurs de fouilles

	$H \geq 0,8 \text{ m} + D$			
DN des conduites	DN = 32 mm	DN = 63 mm	DN = 75 mm	DN = 90 mm
Profondeur des fouilles (m)	0,832	0,863	0,875	0,890

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

Les largeurs de fouilles sont quant à elles présentées dans le Tableau 21 ci-après :

Tableau 21 : Calcul des largeurs de fouilles

	$l \geq 0,4 \text{ m} + D$			
DN des conduites	DN = 32 mm	DN = 63 mm	DN = 75 mm	DN = 90 mm
Largeur des fouilles (m)	0,432	0,463	0,475	0,490

La largeur de fouille retenue pour toutes les conduites est de : **$l = 60 \text{ cm}$ soit $0,6 \text{ m}$.**

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

Tableau 22 : Volume des fouilles

N°	Désignation	U	Dimensions (m)			Volume de fouille (m³)	
			Long.	Larg.	Haut.	Partiel	Cumulé
1	Déblai et remblai pour pose de conduite de refoulement DN 63	m ³	10,50	0,6	0,8	5,04	5,04
2	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution DN 32	m ³	58,57	0,6	0,8	28,11	33,15
3	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution DN 63	m ³	238,91	0,6	0,8	114,68	147,83
4	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution DN 75	m ³	56,20	0,6	0,8	26,98	174,81
5	Déblai et remblai pour pose de conduite de distribution DN 90	m ³	37,14	0,6	0,8	17,83	292,64
Total							193 m³

V.6. LES OUVRAGES ET PIÈCES HYDRAULIQUES ANNEXES

V.6.1. Equipements de la tête du forage

L'ouvrage de production sera un forage captant les eaux souterraines (Cf. *ANNEXES/Plans/Plan n°5 : Tête de forage*). Son plan de foration est le suivant :

- un avant trou de 17''1/2 pour un équipement monolithique de 7''7/8 sur toute la colonne du forage ;
- une foration de 12''1/4 monolithique du forage jusqu'à dans la nappe.

Les équipements en tête de forage se présentent comme suit :

- une réserve pour la margelle de 0,50 mètre ;
- un captage de 30 mètres y compris le bouchon, le décanteur et les crépines ;
- un tubage plein en PVC lisse de diamètre 7''7/8 d'une trentaine de mètre de profondeur ;
- une colonne de gravier couvrant au moins toute la puissance de l'aquifère capté ;
- un isolant au-dessus du gravier du massif filtrant ;
- un remblai au-dessus du toit de l'isolant ;
- une cimentation sur cinq (05) mètres de la tête du forage au-dessus du remblai.

V.6.2. Equipement d'exhaure solaire

Le système d'exhaure solaire sera constitué d'un ensemble de modules photovoltaïques, d'un onduleur, d'un convertisseur et d'une électropompe. Le dimensionnement se fait sur la base des besoins de production et des caractéristiques hydrodynamiques du forage. Ces instruments seront installés dans un local technique.

(Cf. *ANNEXES/Plans/Plan n°4 : Matérialisation 3D/Photo n°4 : Dispositif de pompage et stockage d'eau*).

V.6.3. Production de la ressource

Des clôtures assureront la protection de la tête de forage et du réservoir. Toutes les clôtures seront réalisées en grillage d'acier galvanisé, de maille 50 mm, de diamètre 2 mm, de hauteur 2 m au-dessus du sol. La forme de l'enclos sera carrée de 15m x15m pour le forge et le champs solaire et de 8mx8m pour le château.

V.6.4. Les bornes fontaines

Le type et les équipements des bornes fontaines sont choisis en fonction des équipements d'hydraulique villageoise les plus utilisés au Niger. Le nombre de bornes fontaines implantées est de trois (3). Le *plan n°6* de borne fontaine est en *ANNEXES/Plans/Plan n°6 : Borne fontaine*, de même que la nomenclature des pièces de plomberie.

La borne fontaine devra être munie de :

- deux (2) robinets de puisage ;
- un (1) compteur volumétrique équipé d'un clapet anti retour ;
- un (1) robinet-vanne avec volant de manœuvre.

V.6.5. Les abreuvoirs

De forme allongée et de section semi-cylindrique, ils seront réalisés en tôle d'acier d'épaisseur 30/10 mm peinte à l'antirouille alimentaire, et reposeront sur une dalle en béton

armé (Cf. *ANNEXES/Plans/Plan n°7 : Abreuvoir*).

V.6.6. Autres infrastructures

Le marché compte :

- un (1) bloc sanitaire pour les hommes ;
- un (1) bloc sanitaire pour les femmes ;
- un (1) hébergement pour les opérateurs économiques ;
- un (1) logement clôturé pour l'agent d'élevage ;
- un (1) logement pour gardien avec clôture ;
- un (1) bloc administratif pour le gérant et agent d'élevage ;
- un (1) dépôt vétérinaire ;
- un (1) enclos polyvalent ;
- un (1) enclos de transit ;
- un (1) enclos pour les gros ruminants ;
- un (1) enclos pour les petits ruminants.

V.6.7. Robinetteries, équipements et pièces de raccord

Elles sont installées sur le réseau afin d'assurer son bon fonctionnement et la sécurité des maintenanciers. Des regards de visite seront nécessaires afin d'abriter les différentes pièces hydrauliques à installer. La pose de chacune de ces pièces hydrauliques (vanne, ventouse, vidange) est sujette à la réalisation des butées de protection.

- **Les vidanges** : Placées aux extrémités et points bas du réseau, elles permettent de nettoyer le réseau des dépôts occasionnés par des faibles vitesses engendrées lors d'un arrêt de production ou de la phase d'exploitation ;
- **Les ventouses** : elles permettent de purger l'air se trouvant dans les conduites afin de protéger les canalisations des effets néfastes engendrés par l'accumulation d'air dans les points hauts ou les points singuliers du réseau ;
- **Les vannes de sectionnement** : elles pour but de permettre l'isolement des conduites de réseaux afin d'effectuer des travaux de maintenance. Les vannes seront en fonte de diamètre correspondant au diamètre de la conduite sur laquelle elles seront placées.

V.7. PROPOSITION D'UN SYSTEME DE TRAITEMENT DE L'EAU

Bien que les eaux souterraines les eaux souterraines ne présentent pas de signe particulier de contamination, nous proposons un système de traitement afin de garantir la qualité de l'eau

distribuée au niveau des points de distribution d'eau du marché. Nous préconisons de faire un traitement de l'eau en la désinfectant avec l'hypochlorite de calcium ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$: chlore non stabilisé). Ensuite, la solution de chlore sera injectée dans le réseau au moyen d'un dispositif composé de bacs de préparation et de pompe d'injection. Cette désinfection permettra de renforcer la qualité de l'eau du réseau. Le dispositif de traitement est placé dans un local au pied du château d'eau.

V.7.1. La pompe doseuse

Nous procédons par un traitement d'entretien de la qualité de l'eau par le chlore. On considèrera un taux de traitement $X = 2\text{g}/\text{m}^3$ dans le but d'avoir une concentration de chlore résiduel comprise entre 0,5 et $2\text{g}/\text{m}^3$. Pour l'hypochlorite de calcium, on prendra une concentration de 5g/l.

Ainsi, le débit de la pompe doseuse du chlore est donné par la formule :

$Q = X \times \frac{Q_{add}}{C}$	<p>q : Débit de la pompe doseuse (l/h) ;</p> <p>X : Taux de traitement (g/m^3) ;</p> <p>Q_{add} : Débit d'eau arrivant au réservoir (m^3/h) ;</p> <p>C : Concentration de l'hypochlorite de calcium (g/l).</p>
----------------------------------	--

Équation 20 : Estimation du débit de la pompe doseuse

$$Q = 2 \times \frac{5,378}{5} \Rightarrow Q = 2,15 \text{ l/h}$$

La pompe doseuse sera installée au pied du château d'eau du marché à bétail. Elle fournira un débit de 2,15 l/h de chlore.

V.7.2. Le volume du bac de chlore en pied du château

Pour pouvoir injecter le chlore de façon plus pratique, il faut construire un bac de stockage de ce dernier. Le volume du bac se détermine comme suit :

Avec,	$V = \frac{M}{C}$	<p>V : Volume du bac de stockage de chlore (l) ;</p> <p>M : Masse de chargement (kg) ;</p> <p>X : Taux de traitement = $2\text{g}/\text{m}^3$;</p> <p>$\%activité$: Régime/rendement pompe doseuse (%) ;</p> <p>Bj : Besoin de pointe journalier en eau (m^3/jr) ;</p> <p>C : Concentration de l'hypochlorite de calcium = 5g/L.</p>
$M = \frac{Bj \times X}{1000 \times \%activité}$		

Équation 21 : Calcul du volume du bac à chlore

Alors, on a :

$$M = \frac{39,18 \times 2}{1000 \times 0,8} \quad \text{d'où} \quad V = \frac{0,098}{5} \times 1000$$
$$\Rightarrow M = 0,098 \text{ kg} \quad \Rightarrow V = 19,59 \text{ l}$$

On retiendra donc un volume de **20L** pour le bac à chlore et un débit de **2,15 l/h**.

• Les locaux du dosage

Un local technique sera construit. Il servira de logis pour :

- L'espace de stockage des réactifs.
- Les plateformes supportant les bacs de préparation, et au-dessus desquels sont montées les pompes doseuses ;
- Les caniveaux pour les conduites de dosage et les caniveaux de drainage ;
- Le raccordement au refoulement vers le réservoir d'eau.

Vu l'action corrosive du produit (chlore), il serait utile de construire le toit en béton armé et des ouvertures en PVC. L'alimentation en énergie de la pompe doseuse est prise en compte dans le dimensionnement des panneaux solaires.

V.7.3. Vérification du temps minimal de contact du chlore

Pour que le chlore puisse faire effet, il est conseillé d'observer un temps de contact de deux heures minimum. Le temps de contact est déterminé à l'aide de l'expression suivante :

$$T_C = \frac{Cu}{Q_{ph}}$$

Cu : Capacité utile du réservoir (m^3) ;
 Q_{ph} : Débit de pointe horaire (m^3/h) ;
 T_C : Temps de contact du chlore (h) ;

Équation 22 : Temps de contact

D'où :

$$T_C = \frac{20}{10} \Rightarrow T_C = 02 \text{ heures} \quad , \text{ donc la condition du temps de contact du chlore libre est vérifiée.}$$

V.7.4. Vérification de la durée d'efficacité du chlore

Le chlore étant un produit volatil, un long séjour réduirait considérablement son effet rémanent voir engendrer carrément sa disparition. Le temps de volatilisation du chlore à 48 heures, donc son temps d'efficacité doit être inférieur à 2 jours. Il est donc nécessaire de vérifier son temps de séjour afin de s'assurer de la continuité du traitement de l'eau. Le temps de séjour du chlore est déterminé à l'aide de l'expression suivante :

$$T_s = \frac{Cu}{Q_{pj}}$$

Cu : Capacité utile du réservoir (m³) ;
 Q : Débit de pointe journalier (m³/h) ;
 T_s : Temps de séjour du chlore (h) ;

Équation 23 : Temps de séjour

D'où :

$$T_s = \frac{20}{39,18} \Rightarrow T_s = 0,51 \text{ h} \quad \text{et } 0,51 \text{ h} < 48 \text{ h} \quad , \text{ la condition est donc vérifiée.}$$

V.8. MISE EN PLACE DU COMITE DE GESTION DE POINT D'EAU

Pour une gestion durable des investissements réalisés un comité de gestion sera mis en place qui aura pour tâches la vente de l'eau et l'entretien des investissements. Afin d'assurer une pérennité des ouvrages hydrauliques, l'Etat a mis en place le guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rurale et le code de l'eau. Ainsi, selon l'article 67 de l'ordonnance N°2010-09 du 1^{er} avril 2010 portant Code de l'eau au Niger, le mode de gestion retenu pour ce projet est l'affermage.

L'affermage correspond au premier niveau de délégation de service public de l'eau. Ainsi, la gestion du système d'AEPS du marché à bétail sera confiée, par contrat, à un délégué privé qui assure l'exploitation et fonctionnement du système sous la supervision de l'Association des Usagers du Service Public de l'Eau (AUSPE). L'entreprise sera rémunérée directement sur les recettes qu'elle perçoit auprès des usagers selon un tarif défini contractuellement.

Le renouvellement des équipements et les extensions peuvent être à la charge du délégataire conformément au cahier des charges, il n'est donc pas transféré. Un Fonds de Renouvellement et d'Extension (FRE) contrôlée par l'autorité délégante pourrait être constitué afin de sécuriser les provisions et ainsi couvrir les potentiels risques.

VI. ETUDE DE FAISABILITE FINANCIERE

VI.1. LE COUT GLOBAL DE L'INSTALLATION SYSTEME D'AEPS DU MARCHE DE GABI

Le coût des travaux y compris le suivi et le contrôle s'élève à la somme de cinquante-six millions neuf cent quatre-vingt-onze mille huit cent soixante-neuf virgule quarante (56 991 869,40) FCFA TTC. Les différents coûts des travaux sont résumés dans le Tableau 23 du devis estimatif :

Tableau 23 : Devis estimatif du projet

N°	Désignation	Prix en FCFA
1	INSTALLATION DU CHANTIER	4 000 000
2	FORATION ET EQUIPEMENT DE FORAGE	5 200 000
3	DEVELOPPEMENT DU FORAGE	500 000
4	POMPAGE D'ESSAI, CAPOT, ANALYSE D'EAU	510 000
5	CHAMP SOLAIRE	5 086 000
6	RESERVOIR	8 979 200
7	POMPES	14 300 000
8	RESEAU ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION	5 315 985
9	FOURNITURE ET POSE DE VANNES DE SECTIONNEMENT	1 510 000
10	CONSTRUCTION DES REGARDS	960 000
11	DIVERS	8 800 000
	TOTAL HTVA	45 961 185
	ETUDE, SUIVI ET CONTRÔLE DES TRAVAUX (5%)	2 298 059,25
	TVA 19%	8 732 625,15
	TOTAL GENERAL TTC	56 991 869,40

VI.2. LE PRIX DU M³ D'EAU

Le coût de revient de l'eau s'obtient à partir des charges d'exploitations et de l'amortissement des équipements du réseau. Pour ce projet, un retour sur investissement de 10 ans afin de renouveler les équipements dont la durée de vie est inférieure à 10 ans.

Le Tableau 24 donne la récapitulation du calcul de prix de revient du m³ d'eau au marché.

Tableau 24 : Compte d'exploitation de la Mini AEPS du marché à bétail de Gabi

Charges	F CFA / An	F CFA / m³
Activités de production et de distribution d'eau		
Salaires et charges sociales du personnel de terrain (*)	2 880 000	
Location du bureau (*)	120 000	
Maintenance et réparation	100 000	
Activités de supervision, gestion et contrôle		
Déplacements	200 000	
Amortissements des matériels et outillages appartenant au délégataire (y compris véhicule)	150 000	
<i>Sous-total charge d'exploitation</i>	3 450 000	
Marge exploitant	500 000	
<i>Total charge d'exploitation</i>	3 950 000	49,53
Fonds de garantie (25F CFA/m ³)		25
Provision pour fonds de renouvellement	312 060	49,28
Provision pour Extension futurs du réseau (50% du fonds de renouvellement)	156 030	24,65
Total fonds de renouvellement et d'extension (FRE)		73,93
Service communal de l'eau et de l'assainissement (SMEA)		
Redevance SAC/SPE + Appui AUSPE + Frais de suivi/ Commune (50 F FCFA/m ³)		50
Prix de revient du m³ (F CFA)		272,39
Prix de vente du m³ (F CFA)		300
(*) voir détail du calcul du compte d'exploitation pour ces postes de dépenses en ANNEXES n°VIII		

Le prix de revient du m³ d'eau est estimé 272 F CFA, et le prix de vente est fixé à 300 F CFA.

VII. IMPACTS DU PROJET

Le présent chapitre vise à circonscrire les questions environnementales et sociales liées à la réalisation des différentes infrastructures entrant dans le cadre de ce projet. Cela passe par la détermination et l'évaluation des risques d'incidences sur l'environnement et sur les populations dans les différentes phases de la construction de la Mini-AEPS. Il sera aussi question de proposer des mesures d'atténuation et de compensation ; et faire une évaluation du coût de la mise en place de ces dernières.

Conformément aux dispositions du décret N°2019-027/PRN/MESU/DD du 11 Janvier 2019 portant sur les modalités d'application de la loi N°2018-28 du 14 Mai 2018 déterminant les principes fondamentaux de L'Evaluation Environnementale au Niger. L'article 13 (de la section 2 : De l'Etude d'Impact Environnementale et Sociale) du décret précité permet de classer les travaux de réalisation de la Mini-AEPS du nouveau marché à bétail de Gabi Mayaki en travaux de catégorie B (Décret n°2019-027/PRN/MESU/DD, 2019). Ces travaux sont donc soumis à une Etude d'Impact Environnementale et Sociale Simplifiée (EIESS) ou Notice d'impact environnemental et social (NIES).

VII.1. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Les enjeux environnementaux majeurs méritant une attention particulière sont :

- *La préservation des ressources forestières* notamment les espèces protégées lors de l'implantation de certaines infrastructures. L'abattage d'arbre pourrait entraîner l'éloignement ou la disparition de certaines espèces de leur lieu de pâturage habituel. Alors il est souhaitable de réaliser un reboisement afin de compenser les pertes d'espèces et la remettre les zones d'emprunts en état.
- *Biodiversité* : les mouvements des engins et véhicules au niveau du site pourrait occasionner des accidents avec l'habitat faunique.
- *Sols* : les travaux d'excavation et de terrassement lors de la phase de réalisation modifieront la texture du sol notamment ses différentes couches.

VII.2. ENJEUX SOCIAUX

Nous avons entre autres, les impacts liés à :

- *La préservation du cadre de vie et de la circulation des biens et des personnes* : Bien que le site des travaux soit à 0,8 kilomètre en amont du village, sa présence près de la principale latérite d'accès fait appeler la mise en place des dispositions particulières de gestion des travaux pour faciliter la libre circulation des biens et des personnes et éventuellement réduire les gênes et nuisances du cadre de vie résultant de ces travaux ;
- *La sécurité routière et lutte contre les maladies hydriques, les IRA et l'IST/VIH/SIDA* : la réalisation des travaux dans les villages va mobiliser plusieurs ouvriers et techniciens. Cela appelle à prendre à bras le corps la question de la sécurité et de la santé durant les travaux.

VII.3. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS

Les différents impacts potentiels des travaux en AEPS ont été identifiés par la méthode matricielle de Léopold (Cf. *ANNEXES/Matrice de Léopold*) suivant les différentes phases du projet. Ce choix se justifie par la capacité de cette matrice à permettre :

- une approche systématique des impacts ;
- une présentation compréhensive.

L'ensemble de ces impacts peuvent être regroupés en deux (2) catégories à savoir : les impacts positifs et les impacts négatifs.

VII.3.1. Les impacts positifs

Les impacts positifs sont entre autres :

- la création d'emploi pour la population ;
- l'amélioration des conditions de vie des populations ;
- l'amélioration de la santé et du bien-être de la population ;
- la diminution de la prévalence des maladies d'origine hydriques ;
- la baisse des dépenses liées à la santé.

VII.3.2. Les impacts négatifs

Les impacts négatifs sont entre autres :

- la perturbation de la structure du sol ;

- la destruction de la végétation dans l'emprise de la zone concernée par les travaux ;
- pollution du sol par les déchets ;
- la perturbation de la vie faunique ;
- les risques de blessures ;
- émission de poussière et gaz à effet de serre.

VII.4. PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

VII.4.1. Les mesures d'atténuation des impacts

La prise en compte de l'environnement doit être intégrée le plus tôt possible dans la conception d'un projet (que ce soit dans le choix du projet, sa localisation, voire même dans la réflexion sur son opportunité), afin qu'il soit le moins impactant possible pour l'environnement. Cette intégration de l'environnement faite dès l'amont, est essentielle pour :

- prioriser les étapes d'évitement des impacts ;
- réduire les impacts ;
- compenser des impacts résiduels du projet si les deux étapes précédentes n'ont pas permis de les supprimer.

Après avoir identifié et étudié les impacts environnementaux et sociaux liés à la mise en place d'une AEPS du nouveau marché à bétail de Gabi Mayaki, nous proposons un plan de gestion environnementale et sociale (PGES) en préconisant une assurance de la surveillance et suivi de mise œuvre de ces mesures envisagées pour non seulement garantir la qualité du projet, mais aussi son insertion dans l'environnement communautaire. L'objectif général du PGES est de mettre en œuvre les mesures de prévention, d'atténuation, de bonification, de compensation et suivi institutionnel requis afin de prévenir, réduire, éviter, bonifier, ou même compenser les risques et impacts des travaux et de l'exploitation du dit projet. Nous avons établi le PGES suite à l'analyse des risques et impacts du projet tout en considérant certains paramètres de ces impacts qui sont entre autres :

- la persistance des effets de certains impacts, c'est-à-dire que leurs effets ne se limitent pas seulement pendant la période de réalisation des travaux mais vont plutôt au-delà ;
- la limitation de certains impacts que dans la zone d'emprise du projet ;
- la création d'activités qui peuvent engendrer elles même des impacts.

Tableau 25 : Programme d'atténuation et/ou de bonification des impacts de bonification des impacts

Phases	Milieux	Matrice impactée	Impacts potentiels	Mesures d'atténuation	Responsable	Coût
Pré-construction	Milieu humain	Sol (foncier)	La zone destinée au projet étant utilisée par des famille pour faire de l'agriculture. L'implantation du projet impactera leurs activités agricoles.	Acheter l'espace ou leur proposer un autre espace en échange	Mairie et Entreprise chargée d'exécuter les travaux	20 000 000
Construction	Milieu biophysique et humain	Sol	Erosion / modification de la structure du sol	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir la collecte des déchets solides et liquides dans toutes les phases du projet ; • Doter les sites d'implantation des infrastructures en poubelles ; • Assurer la communication pour le changement de comportement des acteurs intervenant dans le projet. 	Entreprise chargée d'exécuter les travaux	2 500 000
		Air	Production des fumées, de la poussière, des gaz d'échappement des engins et autres véhicules, les bruits et les vibrations des engins de terrassement	<ul style="list-style-type: none"> • La limitation de vitesse pour les véhicules de chantier ; • Le contrôle et la visite technique régulière des moteurs et leur entretien régulier ; • L'arrosage d'appoint afin d'atténuer les émanations de poussière ; • Le choix raisonné des lieux de stockage matériaux et de déchets issus du chantier ; • L'interdiction des travaux nocturnes sauf autorisation spéciale de l'équipe de surveillance des chantiers. 		2 300 000
		Faune	Perturbation de la vie faunique	<ul style="list-style-type: none"> • Informer et éduquer les employés de l'entreprise sur le braconnage, respecter les lieux de repos de la faune et assurer la sécurité des sites. 		900 000

		Flore	Destruction du couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire au maximum ou éviter la destruction des arbres tout en se confiant au conseil d'un forestier et/ou d'un aménagiste au besoin ; • Emprunter les voies existantes pour le transport des matériaux/matériels de chantier ; • Promouvoir le reboisement en plus des plantes existantes, des espèces d'intérêts avérés et compatibles avec le milieu récepteur. 		–
		Santé & sécurité sur chantier	<ul style="list-style-type: none"> • Accidents et blessures sur chantier • Propagation d'IEC MST/Sida et du Coronavirus 	<ul style="list-style-type: none"> • Assurer le suivi médical réglementaire du personnel de l'entreprise ; • Mettre en place des panneaux de signalisation à l'entrée du chantier limitant la vitesse à 20 Km / h ; • Faire des campagnes d'IEC MST/Sida ; • Doter le personnel d'équipements de protection individuelle (masques anti-poussières, anti gaz, gants, bottes, casques) et former les ouvriers en fouille des tranchées ; • Disposer d'extincteurs pour lutter contre les éventuels incendies ; • Se soumettre aux régimes particuliers d'hygiène et de sécurité définis par la réglementation en vigueur au Niger. 		5 550 000
Exploitation	Milieu biophysique	Ressources hydriques	Modification de l'hydrologie locale	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser régulièrement les paramètres physico-chimiques des eaux par un laboratoire ou les services régionaux de l'hydraulique pour un suivi de la qualité des eaux. 	PROSEHA	(Cf. Tableau 26)
		Sol	Erosion du sol due à l'exploitation de la ressource	<ul style="list-style-type: none"> • Former comités de la gestion des AEPS sur les risques d'érosion des sols ; et les mesures de restauration et de protection des sols. 		900 000
		Flore	Destruction du couvert végétal	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibiliser la populations sur l'importance de la flore herbacée et arborée ; 		900 000
		Santé & sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • Conflit lié à la gestion ; • Développement et de propagation des maladies telluriques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organiser des campagnes d'éducation et de sensibilisation à l'hygiène et à l'assainissement ; • Mise en place et formation des AUSPE. 		(pris en compte dans le Tableau 26)
Total						33 050 000

VII.4.2. Les mesures de surveillance environnementale

Le Bureau National des Evaluations Environnementales (BNEE) est chargée du suivi environnemental à travers les services des évaluations environnementales et du contrôle sur le terrain de l'application effective des mises en œuvre des activités du Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES). Cette tâche est assurée par le service du suivi des PGES. C'est donc, le BNEE et les Directions Régionale et Provinciale chargées de l'Environnement qui interviendront pour assurer le suivi externe des PGES, l'exécution des recommandations et des mesures préconisées. La surveillance et le suivi environnemental s'effectueront suivant des critères de surveillance environnementale et des indicateurs de surveillance.

VII.4.3. Les mesures de suivi environnemental

Le suivi environnemental concerne l'évolution de certains récepteurs d'impacts (les milieux naturel et humain) affectés par la construction de la Mini-AEPS du nouveau marché à bétail. Avec l'exploitation de ces infrastructures prévues, il faudrait suivre l'évolution de certains récepteurs d'impacts. Concrètement, il sera question de considérer les indicateurs environnementaux en fonction des composantes environnementales et sociales de la zone concernée. Ces composantes sont *la ressource en eau, la santé et la sécurité*.

Tableau 26 : Programme de suivi environnemental

Composante	Action de suivi	Paramètre de suivi	Fréquence de suivi	Responsable du suivie	Coût de la mission de suivi
La ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de l'eau Niveau de la nappe 	<ul style="list-style-type: none"> Analyses physico-chimiques de l'eau Suivi du niveau de la nappe 	2 missions par an	Direction régionale de l'hydraulique	1 800 000
La santé	<ul style="list-style-type: none"> Santé des population 	<ul style="list-style-type: none"> Suivi du taux de prévalence maladies 	2 missions par an	Direction régionale de la santé	950 000
La sécurité	<ul style="list-style-type: none"> Prévention des conflits, risques et accidents 	<ul style="list-style-type: none"> Respect des normes et consigne de sécurité ; Efficacité des mesures des mesures de sécurité. 	2 missions par an	Bureau de Contrôle, l'entreprise exécutrice des travaux	650 000
Total					3 400 000

NOTE :

La présente EISS met en exergue les enjeux environnementaux et sociaux de la construction du mini système d'Adduction en Eau Potable Simplifiée (AEPS) du nouveau marché à bétail de Gabi Mayaki. De cette étude, l'on retient que la phase de construction présente des impacts négatifs liés notamment à :

- la destruction et/ou modification d'une partie du couvert végétal ;
- la production de déchets solides et les risques liés à la sécurité du personnel lors des travaux de mise en place des différentes infrastructures (*Cf. Tableau 25 phase de construction*).

Les impacts positifs découlant de la phase d'exploitation qui permettront l'amélioration des conditions de vie des populations.

Toutefois, bien vrai que la phase d'exploitation présente des points positifs, des risques sont présents notamment lors du traitement et à la maintenance des eaux de forages. Soulignons aussi que les impacts liés à la phase de construction sont cependant maîtrisables dans le temps et l'espace.

Afin de contenir ces risques, un plan de gestion environnemental (PGES) comprenant des programmes d'atténuation des impacts, de surveillance et de suivi environnementale été mis en place. Le coût de l'ensemble de ces programmes est estimé à **36 450 000 FCFA**.

VIII. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Lieux privilégiés de commercialisation du bétail entre les pasteurs et les commerçants et entre commerçants, les marchés à bétail contribuent à faciliter de l'accès des éleveurs aux marchés ainsi que leur insertion dans les filières bétail/viande. La création et l'expansion de ces infrastructures mettent en exergue des enjeux majeurs en termes de gestion, de fiscalité et de sécurisation des acteurs et des transactions commerciales relatives au bétail.

Le réseau d'AEPS autonome permettra au marché de fonctionner indépendamment du réseau existant du village qui est presque saturé. Ainsi, pour une demande en eau de 19,95 m³/j à l'horizon du projet. Il comportera ainsi un réseau de 432,87 m linéaires de conduites, un château d'eau de 10 m³, trois (3) bornes fontaines, quatre (4) abreuvoirs, deux (2) sanitaires, un bâtiment administratif et trois (3) habitations afin de satisfaire l'ensemble des besoins des consommateurs

Le coût global du projet s'élève 93 441 870 TTC pour un prix de vente du mètre cube d'eau de 300 F CFA. Enfin, pour le succès des différentes études du projet, nous proposons les recommandations suivantes :

Au-delà de toutes ces considérations techniques et financières, nous recommandons pour le succès du projet :

- la mise en place d'un programme de suivi régulier de la qualité de l'eau du réseau de distribution ;
- l'élaboration et la mise en œuvre d'un programme de sensibilisation pour une meilleure implication des femmes dans la gestion des bornes fontaines ;
- l'instauration d'un programme de suivi régulier de la maintenance et du contrôle des ouvrages (étanchéité au niveau du réservoir, des vannes, des robinetteries etc....) ;
- la sensibilisation des populations sur l'aspect écologique et rentable du projet.

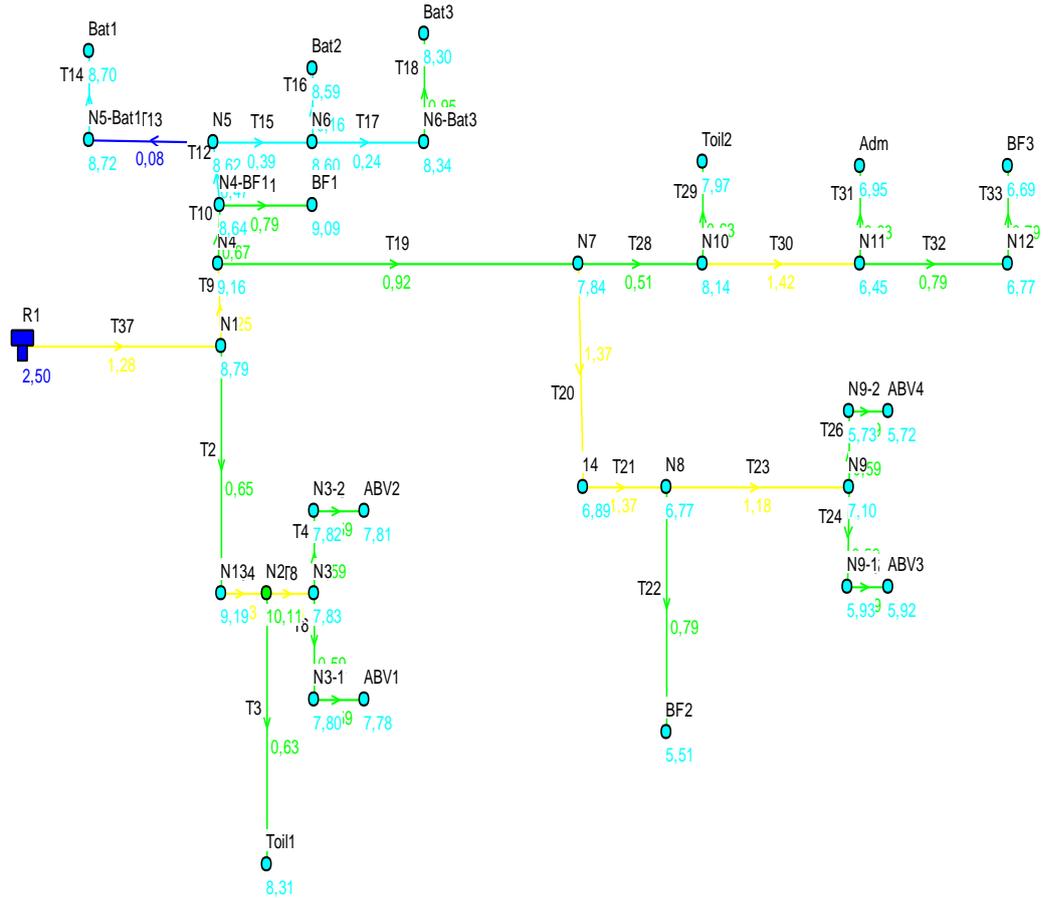
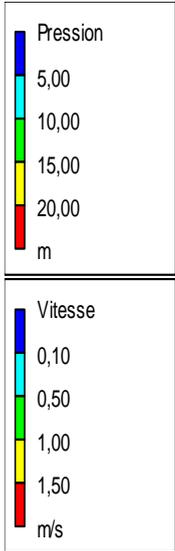
IX. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE ET WEBOGRAPHIE

- AIEA. (2017). *Gestion intégrée et durable des systèmes : SYSTÈME AQUIFÈRE (RAF/7/011). RAPPORT DU PROJET RÉGIONAL DE COOPÉRATION TECHNIQUE RAF/7/011 APPUYÉ PAR L'AIEA.*
- CERISES-CSF. (2020, Janvier). Plan Local Eau et Assainissement (PLEA) de la commune de Gabi. *PLEA 2020*. Gabi, Niger/maradi. Consulté le Mars 29, 2021
- Décret n°2019-027/PRN/MESU/DD. (2019). République du Niger. Consulté le Mai 18, 2021, sur https://www.bnee.ne/wp-content/uploads/2020/01/Decret-n%C2%B02019-027-MESUD-du-11-janvier-2019_compressed.pdf
- GRUNDFOS. (2021). Consulté le Juin 15, 2021, sur Grundfos/produits et selections/Applications/SP,SP-G,SP-NE,SPE/SP/SP3A-9: <https://product-selection.grundfos.com/fr/products/sp-sp-g/sp-sp-3a-9-10001909?pumpsystemid=1349288549&tab=variant-specifications>
- Institut National de la Statistique (INS). (2006). *Questionnaire des Indicateurs de Base du Bien-être (QUIBB)*. Rapport sur les indicateurs sociaux, Ministère de l'Economie et des Finances/Institut National de la Statistique/Banque Mondiale. Consulté le Mars 2021, 14, sur http://cns.bf/IMG/pdf/eaquibb_2005.pdf
- Institut National de la Statistique du Niger. (2013). Consulté le Mars 7, 2021, sur www.isn-niger.org
- Observatoire du Sahara et du Sahel. (2011). *Système d'Aquifère des Iullemenden (Mali - Niger - Nigeria)* (Vol. III). Tunis. Consulté le Mai 06, 2021, sur http://www.oss-online.org/sites/default/files/publications/OSS-Modele_Vol-III_Fr.pdf
- ONU. (2016). WWDR 2016 : L'EAU ET L'EMPLOI. Dans UNESCO, *The United Nations World Water Development Report (WWDR) 2016* (pp. 12-40). Consulté le Mars 28, 2021, sur <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-26458-rapport-emploi-eau.pdf>
- PCD CR de GABI. (2018). *PLAN DU DEVELOPPEMENT COMMUNAL Replanifié*. Consulté le Mars 15, 2021
- PROSEHA. (2016). *PROGRAMME SECTORIEL EAU HYGIENE 2016-2030*. Consulté le Mars 11, 2021
- SPIC-AIC. (2020). *RAPPORT D'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL (EIES) DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT DE 25 HA DE PERIMETRES IRRIGUES DANS LE CADRE DU SOUS-PROJET INTEGRE COMMUNAL POUR UNE AGRICULTURE INTELLIGENTE AU CLIMAT (SPIC-AIC) DANS LA COMMUNE RURALE DE GABI*. PASEC, MARADI. Consulté le Mars 19, 2021

X. ANNEXES

Annexe I : Réseau de distribution du marché à bétail de Gabi Mayaki	67
Annexe II : Récapitulatif des calculs des réseaux de refoulement et distribution.....	68
Annexe III : Exemple de catalogue	71
Annexe IV : Carnet des nœuds.....	72
Annexe V : Matrice de Léopold	75
Annexe VI : Plans	76
Annexe VII : Estimation du coût global du projet	84
Annexe VIII : Détails de calcul du prix de revient du m ³ d'eau	87
Annexe IX : Fiches d'enquête	89
Annexe X : Résultat de l'analyse physico-chimique de l'eau de l'AEPS du village.....	93

Annexe I : Réseau de distribution du marché à bétail de Gabi Mayaki



Annexe II : Récapitulatif des calculs des réseaux de refoulement et distribution

• Conduite de refoulement

Temps de
pompage
(h) = **8 h/jr**

Débit de
pompage
(m³/h)= **2,9 m³/h**

Forage 01								
Formules	Débit (m ³ /s)	Dint th (m)	Dint th (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Vitesse (m/s)	Condition GLS	Vérification GLS
Bresse	0,00097	0,046679	46,679	63	57	0,57	1,389	Vérifiée
Bonnin	0,00097	0,031119	31,119	50	45,2	1,27	0,78	Vérifiée
Achour	0,00097	0,039521	39,521	50	45,2	0,79	0,78	Vérifiée
Munier	0,00097	0,035337	35,337	50	45,2	1,08	0,78	Vérifiée
Bresse modifié	0,00097	0,029681	29,681	50	45,2	1,39	0,78	Vérifiée

Le diamètre de la conduite principale de refoulement retenu a un **DN = 63 mm**.

• HMT et pertes de charge au refoulement

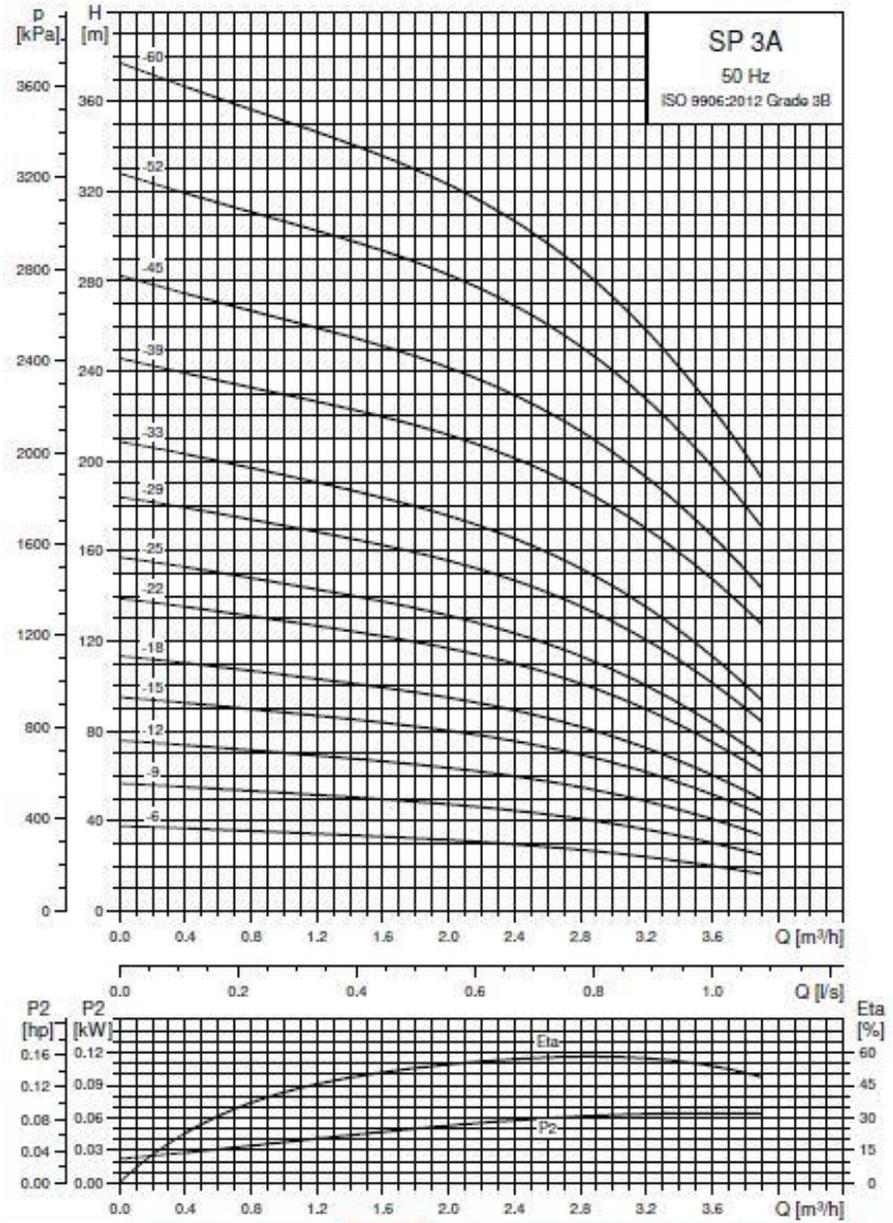
Désignation	Résultats				
Dimensions Chateau	V (m3)	S (m2)	h (m)	D (m)	r (m)
	10,00	4,00	2,5	2,3	1,1
<i>Cote TN résér. (m)</i>	355,38				
<i>Cote ND (m)</i>	325,26				
<i>Cote trop plein (m)</i>	364,38				
<i>Cote sous radier R (m)</i>	361,88				
<i>Hgéó (m)</i>	39,12				
Troçons	ND-TN	F-R	Colonne refoulement reservoir	TOTAL	
Longueur (m)	30	10,5	9,00	49,5	
<i>Dint (mm)</i>	57	57	57		
<i>DN</i>	63	63	63		
<i>Pdc L</i>	0,062333287	0,02181665	0,018699986		
<i>Pdc S</i>	0,003116664	0,001090833	0,000934999		
Somme pdc	0,065449951	0,088357434	0,10799242	0,370 m	
HMT	39,49			40 m	

• Réseau de distribution

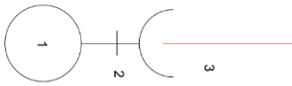
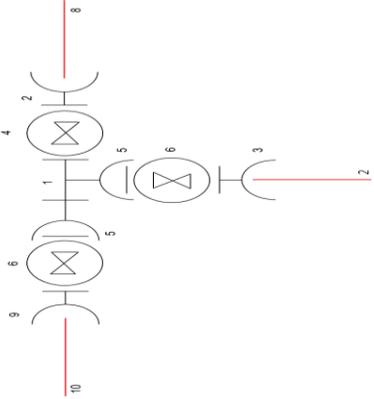
Tronçons	Longueurs (m)	Qr (l/s)	Qe (l/s)	Qs (l/s)	Qfictif (l/s)	Qser (l/s/m)	Qf en m3/s	Dth(m)	Dint (mm)	DN(mm) PN10		Dint retenu (m)	ΔH linéaire (m)	ΣΔH	Cote avale TN (m)	Pmin en X (m)	Z Min (m) (imposé par X)	P en X(m) pour Max des Zmin	Vitesse (m/s)
										Calc.	Choix								
C-N1	5,755575	0	6,7	6,7	6,7	0,004	0,007	0,092	92,39	110	90	63	0,0570	2,148E-01	355,50	5	360,815	5,86	0,6
N1-N2	24,003351	4,9	6,7	1,8	4,495	0,004	0,004	0,076	75,67	90	90	63	0,0570	3,134E-02	353,00	5	360,621	6,06	0,5
N2-Toilette1	29,744423	0	0,2	0,2	0,2	0,004	0,000	0,016	15,96	32	32	63	0,0570	3,252E-02	355,75	5	360,593	6,09	0,5
N2-N3	26,136839	0	1,6	1,6	1,6	0,004	0,002	0,045	45,15	50	63	90	0,0814	1,230E-01	355,60	5	360,623	6,05	1,1
N3-ABV1	6,347802	0,8	1,6	0,8	1,24	0,004	0,001	0,040	39,74	50	63	63	0,0570	1,891E-02	355,59	5	360,519	6,16	0,6
N3-ABV2	6,587729	0,8	1,6	0,8	1,24	0,004	0,001	0,040	39,74	50	63	63	0,0570	1,705E-02	355,56	5	360,517	6,16	0,5
N1-N4	7,376904	1,8	6,7	4,9	5,89	0,004	0,006	0,087	86,62	110	90	63	0,0570	2,538E-02	355,50	5	360,525	6,15	0,4
N4-BF1	2,707500	0,5	1,7	1,2	1,475	0,004	0,001	0,043	43,35	50	63	63	0,0570	9,216E-03	355,50	5	360,409	6,27	0,3
BF1-N5	3,687698	0	1,2	1,2	1,2	0,004	0,001	0,039	39,10	50	63	63	0,0570	3,436E-03	355,50	5	360,503	6,17	0,3
N5-N6	6,414742	0,2	1,2	1	1,11	0,004	0,001	0,038	37,60	50	63	63	0,0570	2,673E-02	355,50	5	360,777	5,90	0,3
N5-Bat1	5,103178	1	1,2	0,2	0,75	0,004	0,001	0,031	30,91	50	63	75	0,0678	9,275E-01	355,40	5	361,678	5,00	1,0
N6-Bat2	2,008304	0,6	1	0,4	0,73	0,004	0,001	0,030	30,49	50	63	63	0,0570	2,211E-01	355,50	5	360,971	5,03	0,8
N6-Bat3	12,383747	0,4	1	0,6	0,82	0,004	0,001	0,032	32,32	50	63	63	0,0570	2,469E-01	355,75	5	360,997	5,00	0,5
N4-N7	56,204731	0	3,6	3,6	3,6	0,004	0,004	0,068	67,72	75	75	63	0,0570	1,945E-01	355,75	5	360,195	5,80	0,7
N7-N8	15,618047	0	2,1	2,1	2,1	0,004	0,002	0,052	51,72	50	63	63	0,0570	3,138E-02	355,75	5	360,781	5,21	0,5
N8-BF2	40,387181	1,6	2,1	0,5	1,38	0,004	0,001	0,042	41,93	50	63	0,0570	1,440E-01	3,949E-02	355,75	5	360,901	5,94	0,4
N8-N9	17,232319	0,5	2,1	1,6	1,875	0,004	0,002	0,049	48,87	50	63	0,0570	1,541E-01	2,901E-01	355,00	5	360,233	6,60	0,7
N9-ABV3	6,356272	0,8	1,6	0,8	1,24	0,004	0,001	0,040	39,74	50	63	0,0570	2,989E-02	3,138E-02	355,75	5	360,781	6,06	0,5
N9-ABV4	7,999434	0,8	1,6	0,8	1,24	0,009	0,001	0,040	39,74	50	63	0,0570	3,761E-02	3,949E-02	355,50	5	360,539	6,30	0,5
N7-N10	40,161365	0	1,2	1,2	1,2	0,009	0,001	0,039	39,10	50	63	0,0570	1,768E-01	1,136E+00	355,70	5	361,836	5,00	0,5
N10-Toilette2	9,609231	0,6	0,8	0,2	0,53	0,009	0,001	0,026	25,98	50	32	0,0284	3,383E-01	3,552E-01	355,24	5	360,595	5,13	0,8
N10-N11	15,848957	0,2	0,8	0,6	0,71	0,009	0,001	0,030	30,07	50	63	0,0570	2,443E-02	2,565E-02	355,70	5	360,726	5,00	0,3
N11-Administration	11,237085	0,2	0,6	0,4	0,51	0,009	0,001	0,025	25,49	50	32	0,0284	3,663E-01	3,846E-01	355,00	5	360,385	5,05	0,8
N11-BF3	7,981075	0,4	0,6	0,2	0,42	0,009	0,000	0,023	23,13	50	32	0,0284	1,764E-01	1,853E-01	355,25	5	360,435	5,00	0,7

La vitesse dans les conduites de distribution varie entre 0,3 et 1,5 m/s. la condition d'auto-curage est vérifiée.

Annexe III : Exemple de catalogue



Annexe IV : Carnet des nœuds

Nomenclature des nœuds	Croquis	N° des pièces	Nombres des pièces	Nom des pièces
N0 (Raccordement)		1	1	Collier de prise en charge
		2	1	Raccord PVC 63
		3	1	Tuyau PE 63
N1		1	1	Té DN 80
		2	1	Tuyau PE 63
		3	1	Raccord PVC 63
		4	1	Vanne DN 80
		5	2	Réducteur DN 80/60
		6	2	Vanne DN 60
		7	1	Raccord PVC 90
		8	1	Tuyau PE 90
		9	1	Raccord PVC 32
		10	1	Tuyau PE 32
N2		1	1	Té DN 80
		2	2	Tuyau PE 63
		3	2	Raccord PVC 63

N4		4	1	Vanne DN 80
		5	2	Réducteur DN 80/60
		6	2	Vanne DN 60
		7	1	Raccord PVC 90
		8	1	Tuyau PE 90
N7		1	1	Té DN 80
		2	2	Tuyau PE 63
		3	2	Raccord PVC 63
		4	1	Vanne DN 80
		5	2	Réducteur DN 80/60
		6	2	Vanne DN 60
		7	1	Raccord PVC 75
		8	1	Tuyau PE 75
N3		1	1	Té DN 60/60
N5		2	3	Vanne DN 60
N9		3	3	Raccord PVC 63
N11		4	3	Tuyau PE 63
N6		1	1	Collier de prise en charge
N8		2	1	Raccord
N10		3	1	Réducteur
N10		4	1	Vanne DN 30
N10		5	1	Raccord PVC 32
N10		6	1	Tuyau PE 32
N12		1	1	Tuyau PE 63

N13		2	1	Tuyau PE 32
		3	1	Raccord major DN 20
		4	1	Cône réducteur DN 60/20
		5	1	Robinet vanne à opercule à brides DN 60
		6	1	Raccord major DN 60
		7	1	Coude DN60
		N14		1
2	1	Robinet vanne à opercule à brides DN 60		
3	1	Raccord major DN 60		
4	1	Coude DN 60		
N15		1	1	Tuyau PE 90
2		1	Robinet vanne à opercule à brides DN 90	
3		1	Raccord major DN 90	
4		1	Coude DN 90	
N16 (Fin des nœuds)		1	1	Collier de prise en charge
2		1	Raccord PVC 32	
3		1	Tuyau PE 32	

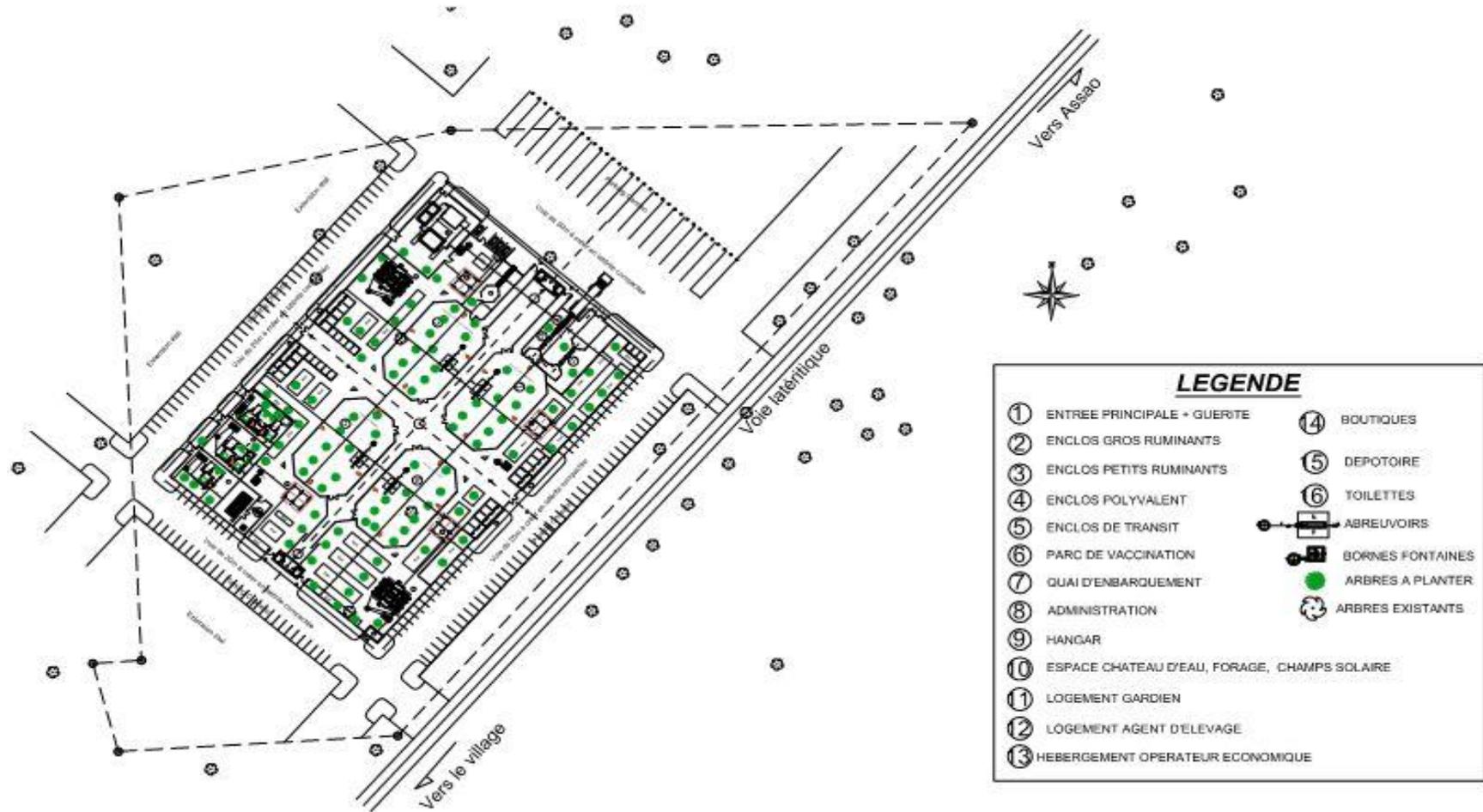
Annexe V : Matrice de Léopold

	Milieu récepteur							
	Environnemental					Humain		
Activités sources d'impacts	Faune	Flore	Sol	Eau	Air	Santé et sécurité	Economie	Sociale
Installation de la base vie								
Installation du chantier								
Excavations et remblai								
Transport des matériaux et								
Construction des infrastructures								
Tests de fonctionnement								
Utilisation des infrastructures								
Branchement au réseau d'électricité								
Approvisionnement en eau potable								
Entretien et maintenance du réseau								

<i>Impact négatif</i>	<i>Impact neutre</i>	<i>Impact positif</i>
-----------------------	----------------------	-----------------------

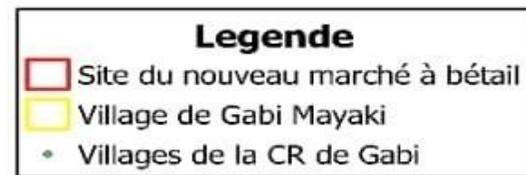
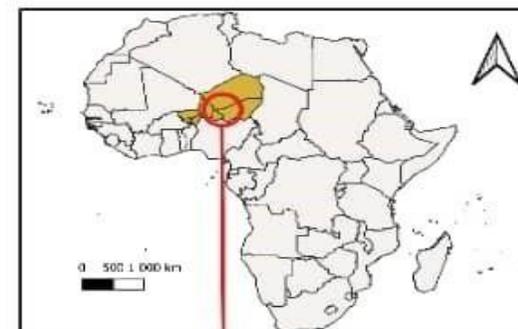
Annexe VI : Plans

- Plan n°1 : Plan de masse



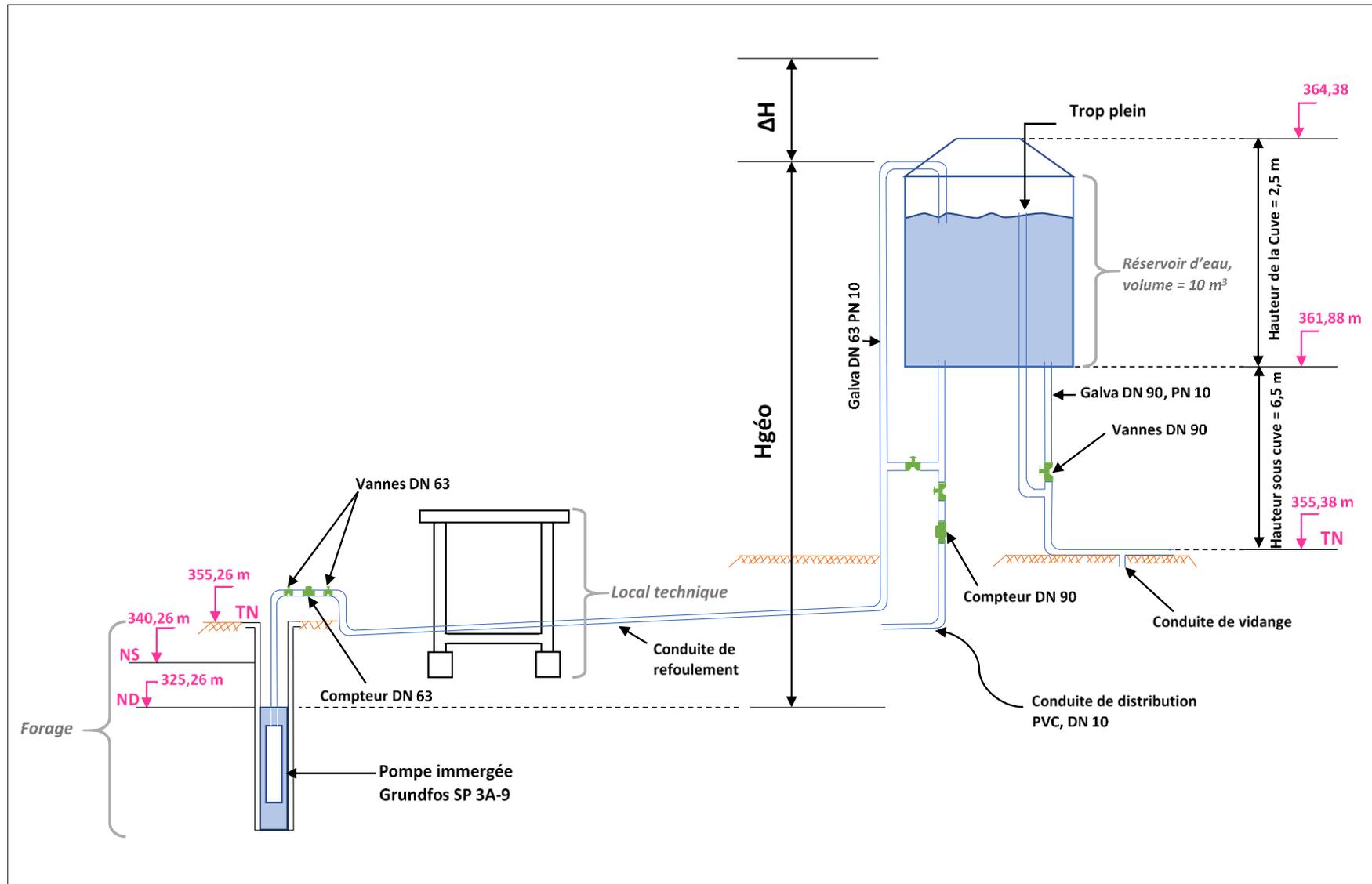
- Plan n°2 : Présentation de la zone d'étude

Localisation de la zone d'étude



Fait le 30/05/2021 par Souleymane Maouli Aboubacar
 Source: BNDT_NIGER EPSG:4326-WGS 84 UTM ZONE 32 N

- **Plan n°3 : Adduction d'eau du marché**



- **Plan n°4 : Matérialisation 3D**



Photo n°1 : Façade Nord



Photo n°2 : Vue d'ensemble



Photo n°3 : Vue aérienne globale

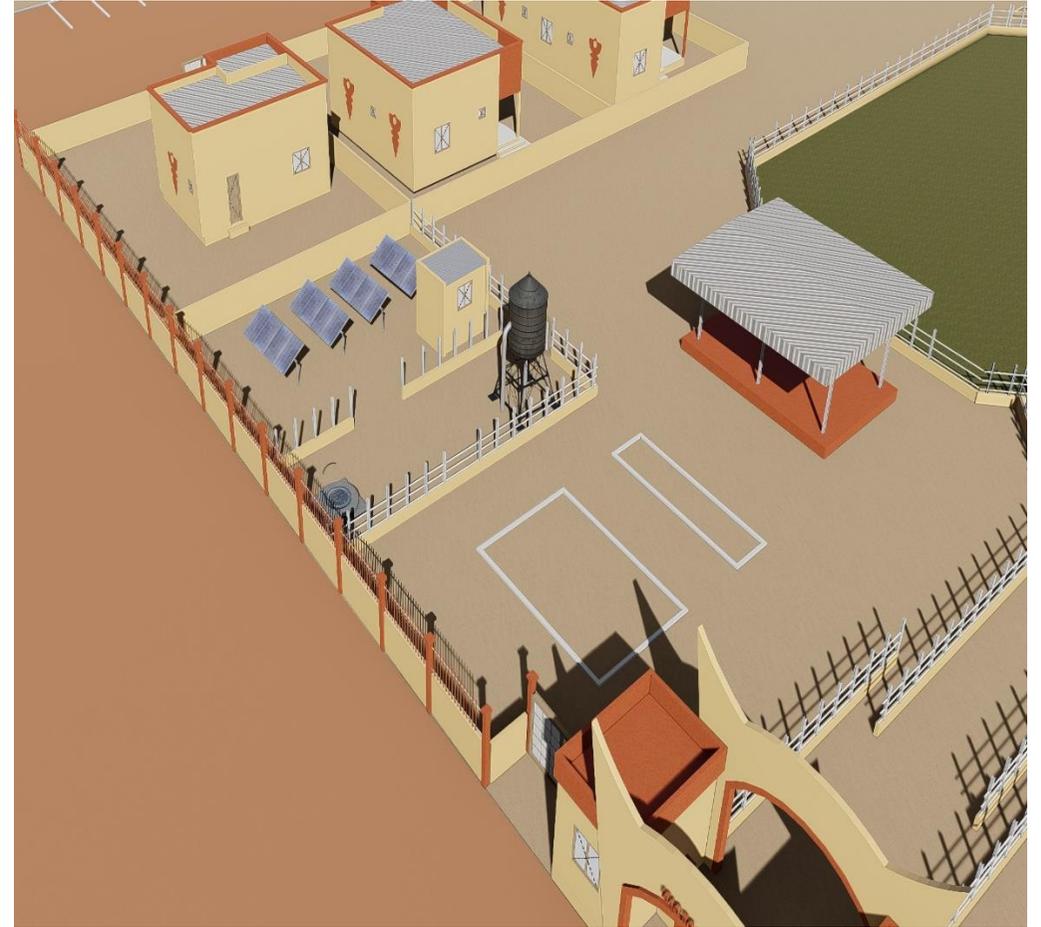
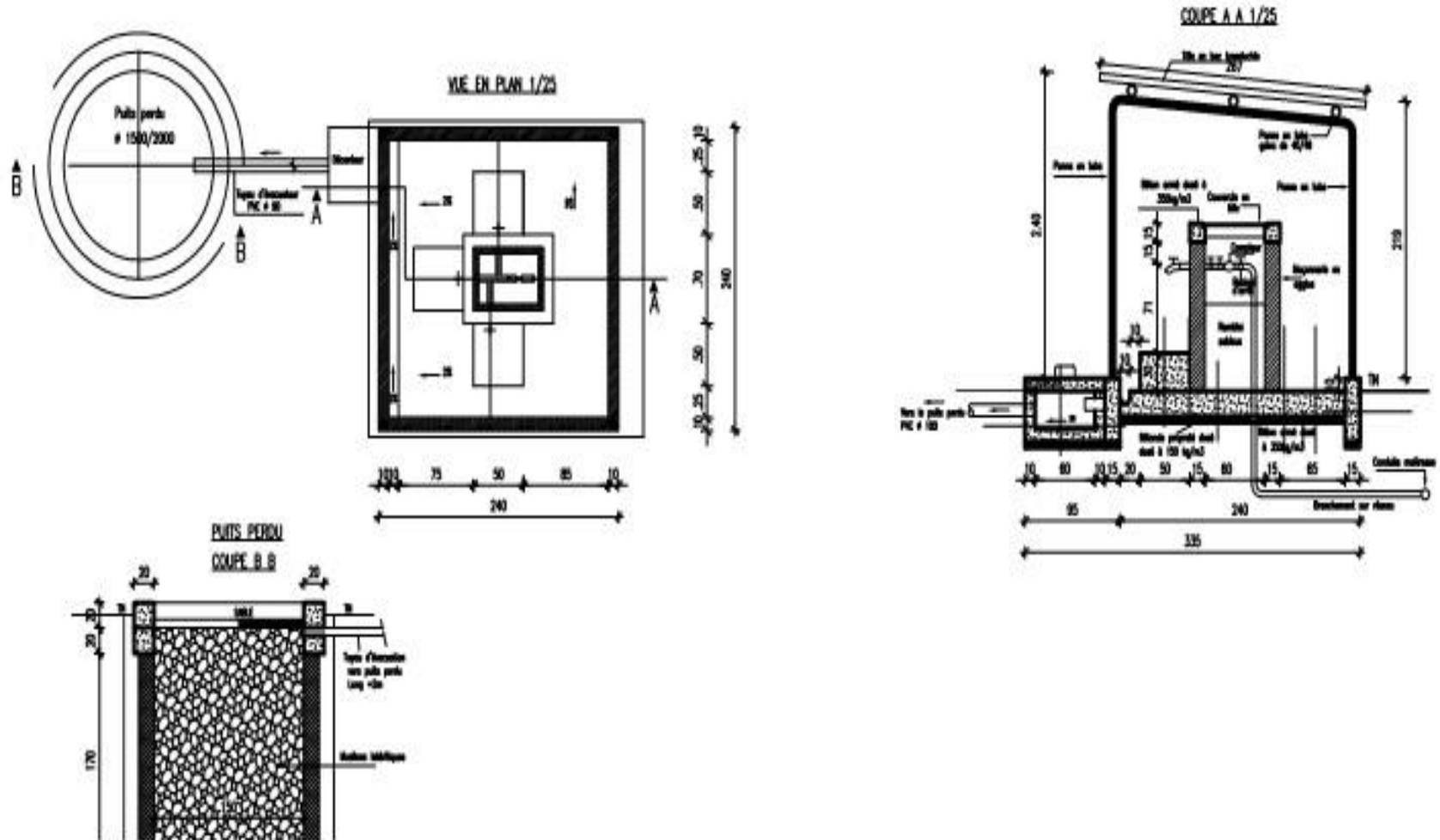
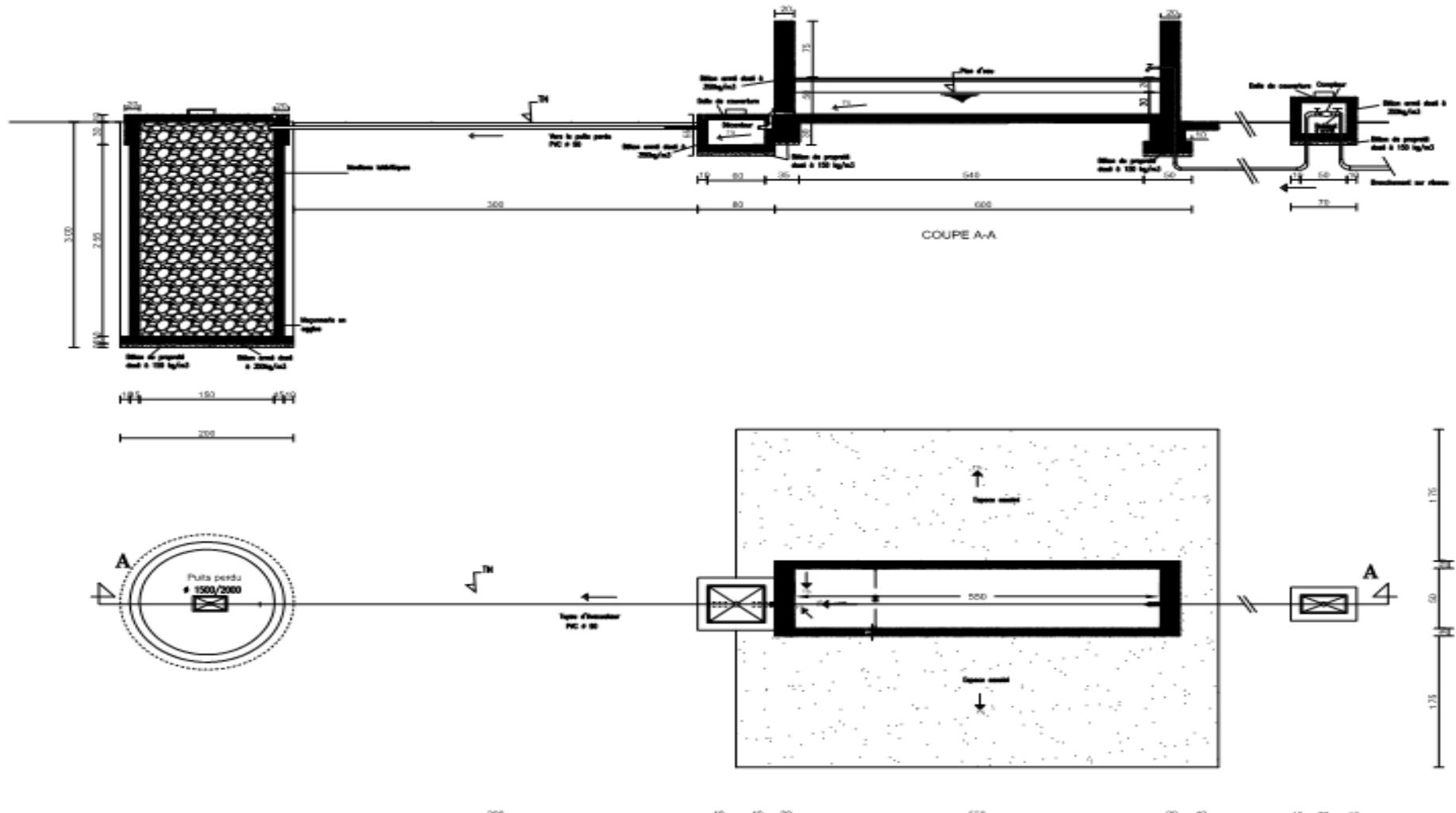


Photo n°4 : Dispositif de pompage et stockage d'eau (Façade Sud)

- Plan n°6 : Borne fontaine



• Plan n°7 : Abreuvoir



Annexe VII : Estimation du coût global du projet

• Devis

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
1	Installation du chantier				
1.1	Amenée, installation générale et repli + toutes sujétions	ff	1	4 000 000	6 000 000
	Sous total 1				6 000 000
2	Foration et équipement du forage				
2.1	Exécution du forage diamètre minimal 6'	Unité	1	5 000 000	5 000 000
2.3	Cimentation tête de forage sur 5 mètres	Unité	1	200 000	200 000
	Sous total 2				5 200 000
3	Développement du forage				
3.1	Développement à l'air lift jusqu'à l'obtention de l'eau claire	Heure	4	100 000	400 000
3.2	Développement à la pompe	Unité	1	100 000	100 000
	Sous total 3				500 000
4	Pompage d'essai, capot, analyse d'eau				
4.1	Pompage d'essai	Unité	1	90 000	90 000
4.2	Suivi de la remontée	Unité	1	90 000	90 000
4.3	Capot cadernassé	Unité	1	80 000	80 000
4.4	Prélèvement et analyse physico-chimique de l'eau	Unité	1	250 000	250 000
	Sous total 4				510 000
5	Champ solaire				
5.1	Fourniture et installation de modules solaires de 80 Wc y compris toutes sujétions (supports, câblages, etc.)	Unité	12	390 000	4 680 000
5.2	Onduleur compatible avec le champ solaire	Unité	1	70 000	70 000
5.3	Clôture grillagée tête de forage et champ photovoltaïque 15m x 15m	ml	60	5 600	390 000
	Sous total 5				5 140 600
6	Réservoir				
6.1	Fourniture et installation du réservoir en inox de 10 m ³ et 6,5 m de haut sur support à acier profilés avec système d'arrêt automatique réservoir plein, système de refoulement, de distribution et de vidange, indicateur de niveau d'eau dans le château y compris toutes sujétions (compteur départ réseau, vannes, by-pass, ...) et	Unité	1	6 800 000	6 800 000

	études géotechniques.				
6.2	Clôture grillagée du château d'eau 8m x 8m	ml	32	5 600	179 200
Sous total 6					8 979 200
7	Pompes				
7.1	Fourniture et installation d'une pompe solaire de type SP3A-9 ou similaire avec accessoires, colonne d'exhaure, y compris toutes sujétions et équipement tête de forage (manomètre, ventouse, clapet anti-retour, etc.)	Unité	1	10 500 000	10 500 000
7.2	Fourniture et installation de la pompe doseuse délivrant un débit de 2,15 l/h y compris toutes sujétions (espace de stockage des réactifs, bacs de préparation, caniveaux pour les conduites de dosage et les caniveaux de drainage,, conduits refoulement vers le réservoir d'eau, etc.)	Unité	1	3 800 000	3 800 000
Sous total 7					14 300 000
8	Réseau d'adduction et de distribution				
8.1	Réseau d'adduction				
8.1.1	Fourniture et installation de conduite en acier galva remontant au réservoir diam 63 y compris toutes sujétions	ml	9	11 500	103 500
8.1..2	Fourniture et installation de conduite de enterrée refoulement diam 63 y compris toutes sujétions	ml	10,5	3 500	36 750
Sous total 8.1					140 250
8.2	Réseau de distribution				
8.2.1	Fourniture et pose de tuyau PVC PN10 diam 32 (branchement) y compris toutes sujétions	ml	58,57	2 000	117 140
8.2.2	Fourniture et pose de tuyau PVC PN10 diam 63 y compris toutes sujétions	ml	238,91	3 500	836 185
8.2.3	Fourniture et pose de tuyau PVC PN10 diam 75 y compris toutes sujétions	ml	56,20	5 000	281 000
8.2.4	Fourniture et pose de tuyau PVC PN10 diam 90 y compris toutes sujétions	ml	37,14	6 500	241 410
8.2.5	Construction et branchement d'abreuvoirs y compris l'ensemble de la tuyauterie, pièces de raccordement, compteur, vanne et robinetterie, massif en béton, prise en charge sur la conduite de distribution et toutes sujétions	Unité	4	550 000	2 200 000
8.2.6	Réalisation d'une Borne Fontaine avec deux (2) robinets, une aire	Unité	3	500 000	1 500 000

	assainie, un puits perdu, un regard muni d'une vanne, une fermeture métallique cadenassée et d'un compteur DN63 y compris toutes sujétions				
	Sous total 8.2				5 212 485
9	Fourniture et pose de vannes de sectionnement				
9.1	Vanne DN 63	Unité	2	135 000	270 000
9.2	Vanne DN 100	Unité	4	150 000	600 000
9.3	Fourniture et pose d'un dispositif de vidange y compris toutes sujétions	Unité	2	200 000	400 000
9.4	Fourniture et pose d'une ventouse y compris toutes sujétions	Unité	1	240 000	240 000
	Sous total 9				1 510 000
10	Construction des regards				
10.1	Réalisation d'un regard avec té de 1 vanne DN63 avec butée et contre butée	Unité	2	240 000	480 000
10.2	Réalisation d'un regard avec té de 2 vannes DN63 avec butée et contre butée	Unité	2	240 000	480 000
	Sous total 10				1 060 000
11	DIVERS				
11.1	Formation et équipements des artisans maintenanciers	Unité	1	2 800 000	2 800 000
11.2	Formation d'un surveillant mécanicien et adjoint, conformément au CPT y compris fourniture de l'outillage et suivi pendant 1 an	Unité	1	6 000 000	6 000 000
	Sous total 11				8 800 000
Total général					45 961 185

Annexe VIII : Détails de calcul du prix de revient du m³ d'eau

SALAIRES ET CHARGES SOCIALES DES GERANTS DE L'AEPS DU MARCHE				
Désignation	Quantité	Prix unitaire/ mois	Nombre de mois/ an	Montant
Secrétaire	1	30 000	12	360 000
Gardien-pompiste	1	35 000	12	420 000
Plombier	1	35 000	12	420 000
Electro-mécanicien	1	35 000	12	420 000
Gérant des points desserte	7	15 000	12	180 000
Total				2 880 000

FONCTIONNEMENT DU BUREAU LOCAL				
Désignation	Quantité	Prix unitaire/ mois	Nombre de mois/ an	Montant
Location du bureau	1	10 000	12	120 000
Total				120 000

TABLEAU DES AMMORTISSEMENT	
Désignation	Résultat de calcul
Investissements	
Electropompe	14 300 000
Module solaire 80 Wc/24 V	5 140 600
Réservoir métallique de 10 m ³ surélevé d'une hauteur de 6,50 m	6 979 200
Réseau d'adduction et de distribution	5 315 985
Charges d'exploitation	
Salaires	2 880 000
taux d'accroissement des salaires	0%
Entretien du réseau (3% du coût d'investissement/an)	159 480
Entretien des modules solaires de 80 Wc/24 V (3% du coût d'investissement/an)	154 218
Suivi et contrôle de la gestion (F cfa/ an)	100 000
Amortissement des équipements et durée de vie inférieure à 10 ans	
Electropompes (sur 5 ans)	2 860 000
Amortissement durée de vie supérieure à 10 ans	
Amortissement du réseau (30 ans)	177 200
Amortissement du réservoir sur (30 ans)	232 640
Amortissement des modules solaire (25 ans)	203 440

Année Désignation	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Vente annuelle (m ³)	6 331,71	12 663,42	18 995,14	25 326,85	31 658,56	37 990,27
Production annuelle (pertes et non recouvrement)	6 388,70	12 790,06	19 375,04	26 086,65	32 924,90	39 889,79
Salaire et charge social	2 880 000	2 880 000	2 880 000	2 880 000	2 880 000	2 880 000
Entretien du réseau	159 480	159 480	159 480	159 480	159 480	159 480
Entretien des modules solaires	154 218	154 218	154 218	154 218	154 218	154 218
Suivi et contrôle de la gestion	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
Total	3 293 698	3 293 698	3 293 698	3 293 698	3 293 698	3 293 698
Amortissement inférieur à 10 ans	2 860 000	2 860 000	2 860 000	2 860 000	2 860 000	2 860 000
Amortissement supérieur à 10 ans	613 280	613 280	613 280	613 280	613 280	613 280

Année Désignation	20210	2030	2031	2032	2033
Vente annuelle (m ³)	44 321,98	50 653,70	56 985,41	63 317,12	69 648,83
Production annuelle (pertes et non recouvrement)	46 538,08	53 692,92	60 974,39	67 749,32	75 220,74
Salaire et charge social	2 880 000	2 880 000	2 880 000	2 880 000	2 880 000
Entretien du réseau	159 480	159 480	159 480	159 480	159 480
Entretien des modules solaires	154 218	154 218	154 218	154 218	154 218
Suivi et contrôle de la gestion	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
Total	3 293 698	3 293 698	3 293 698	3 293 698	3 293 698
Amortissement inférieur à 10 ans	2 860 000	2 860 000	2 860 000	2 860 000	2 860 000
Amortissement supérieur à 10 ans	613 280	613 280	613 280	613 280	613 280

Annexe IX : Fiches d'enquête

- Fiches n°1 : Questionnaire destiné aux ménages

Questionnaire AEP - Gabi Mayaki

Mars 2021 - Stagiaire AGECHRAU

Questionnaire établi dans le cadre du Mémoire de fin de cycle Master de l'étudiant SOULEYMANE A M Aboubacar (2iE 20150106)

Date : / / 2021

Contact :

Mail :

Information sur le ménage

1. Ménage # :

La réponse doit être comprise entre 1 et 20.
La réponse est obligatoire.

2. Mlle / Mme / M :

1. Madame 2. Mademoiselle 3. Monsieur

3. Nom & prénom :

4. Lieu de l'interview :

Cordonnées X / Cordonnées Y

Fréquence de ravitaillement et distances des points de ravitaillement

5. Combien de fois par jour vous y rendez-vous aux points d'eau ?

6. A quel moment de la journée vous approvisionnez-vous généralement ?

7. L'emplacement de votre source est-il éloigné de votre habitation ?

1. OUI 2. NON

8. A quelle distance (m) l'estimez-vous ?

En mètres

9. Echelle de Distance (m) selon les normes OMS ?

1. $d < 300m$ 2. $300m < d < 500m$
 3. $500m < d < 1000m$ 4. $d > 1000m$

Temps d'attente et moyens de transport

10. Quel est le temps d'attente (estimation en mn) lors de l'approvisionnement ?

en minutes

11. Quels sont les moyens de transport d'eau dont dispose la population ?

1. Pousse-pousse 2. Vélo 3. Traction animal
 4. Engins roulant 5. Autres

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

Récipients de transport et hygiène

12. Avec quels récipients transportez-vous l'eau ?

1. Bidon de 25L 2. Fut métallique 3. Fut plastique
 4. Seau/Bassine 5. Autre

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).

13. L'eau, est-elle couverte pendant son transport ?

1. OUI 2. NON

14. Si OUI, comment ?

La question n'est pertinente que si HYGIENE/TRANSPORT = "OUI"

15. Pendant combien de temps stockez-vous cette eau ?

En jours

16. Commentaire :

Commentez la réponse précédente pour plus d'éclaircissement

17. Est-ce que les récipients (transport et stockage) sont lavés ?

1. OUI 2. NON

18. Si OUI, donnez la fréquence ?

En jours/mois

19. Si OUI, dites comment ?

Avec quoi ?

Cout de l'eau et satisfaction de la clientèle

20. Combien est vendue l'eau ?

21. Que pensez-vous de prix ?

La question n'est pertinente que si COUT DE L'EAU = <Réponse effective>

22. La quantité d'eau prise permet-elle la satisfaction de vos besoins journaliers ?

1. OUI 2. NON

23. Si NON, donnez vos raison ?

La question n'est pertinente que si SATISFACTION DES BESOINS EN EAU 1 = "NON"

Usage domestiques

24. Quel type d'usage faites-vous généralement avec cette eau ?

- 1. Boisson
- 2. Lessive
- 3. Vaisselle
- 4. Cuisine
- 5. Bain
- 6. Animaux
- 7. Autres (Construction, maraichage, ...)

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

- **Fiches n°2 : Guide d'entretien destinés aux autorités**

*Guide d'entretien établi dans le cadre du Mémoire de fin de cycle Master de l'étudiant
SOULEYMANE AMADOU MAOULI Aboubacar*

Mars 2021 - Stagiaire AGECHRAU

*Guide d'entretien adressé aux autorités du village, il est établi dans le cadre du Mémoire de fin de cycle
Master de l'étudiant SOULEYMANE A. M. Aboubacar (2iE_20150106)*

Date : / / 2021

Contact :

Mail :

1. Quel est l'état actuel en matière d'adduction en eau potable du village en général ?

2. Comment faites-vous lorsque l'eau est insuffisante / Comment couvrez-vous vos besoins en cas d'insuffisance de l'eau ?

3. Avez-vous des propositions qui permettront de venir à bout de ce problème d'accès à l'eau ?

4. De combien de sources d'eau disposez-vous dans le village ? Quelle est leur nature ?

• **Fiches n°3 : Guide d'entretien aux gérants de l'ancien marché**

Questionnaire relatif à la gestion du marché à bétail de Gabi Mayaki

Questionnaire établi dans le cadre du Mémoire de fin de cycle Master de l'étudiant SOULEYMANE A. M. Aboubacar (2iE_20150106)

Mars 2021 - Stagiaire AGECHRAU

Date : / / 2021

Contact :

Mail :

Information sur l'enquête

1 Mlle / Mme / M:

1. Madame 2. Mademoiselle 3. Monsieur

2. Nom et Prénoms

3. Profession:

Questionnaire axé sur la l'exploitation du marché à bétail

4. Comment les taxes sont perçues ?

6. Existe-t-il un service vétérinaire ?

1. OUI 2. NON

7. Qui s'en charge et quels en sont les frais ?

5. Quelles sont les différents acteurs (Comités/Responsables et autres,) intervenant dans la gestion du marché ?

La question n'est pertinente que si Agents de sante = "OUI"

8. Quelle est la clé de répartition entre les acteurs ?

Questionnaire axé sur le circuit du bétail

9. Quels sont les animaux généralement admis les jours ordinaires ?

1. Ovins 2. Bovins 3. Caprins 4. Chamelins
 5. Asins 6. Equins

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

10. Combien d'animaux transitent le jour de marché (flux) ?

Nombre d'animaux transitant par le marché à bétail le jour de marché

11. Quelle est la provenance des petits ruminants ?

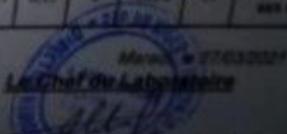
La réponse est obligatoire.

Annexe X : Résultat de l'analyse physico-chimique de l'eau de l'AEPS du village

REPUBLIQUE DU NIGER
REGION DE MARADI
DIRECTION REGIONALE
LABORATOIRE DE LA QUALITE DES EAUX
BP: 477 TEL: 20410526

Résultats d'analyse physico-chimiques d'eau des réservoirs désinfectés pendant la campagne de désinfection chimique dans la commune de Gabi

Département	Commune	Localité	Date de prélèvement	Paramètres physique in situ				Paramètres chimiques											QUALITE DE L'EAU
				conductivité (µS/cm)	pH	Turbidité 4 (en NTU)	Température (en °C)	cations											
								Fer total (mg/l)	Calcium (mg/l)	Magnésium (mg/l)	Sodium (mg/l)	Potassium (mg/l)	Nitrate (mg/l)	Nitrite (mg/l)	Ammoniac (mg/l)	Chlorure (mg/l)	Sulfate (mg/l)	Phosphate (mg/l)	
				1250	6,5-9,5	5		0,3	100	50		12	50	0,2	2,5	500	200		
Madarounfa	Gabi	Takoudé	21/03/2021	100	5,9	5	37,4	0,05	5,2	0,24	5,99	6,84	77,88	0,013	Traces	0	18,3	15	Eau corrosive et présentant une teneur substantielle élevée en sulfate
Madarounfa	Gabi	Tokarawa Ta Gabaase	21/03/2021	100	5,52	4	32,1	0,02	7,6	0,96	3,9	9,02	11	0,086	0,28	1	37,82	19	Corrosive, Qualité acceptable
Madarounfa	Gabi	Dan Takobo	22/03/2021	130	6,9	37	32	1,26	3,6	0,96	8,94	5,21	Traces	0,023	Traces	4	56,12	20	Eau turbide et présentant une teneur élevée en fer
Madarounfa	Gabi	Gabi Mayaki	22/03/2021	240	7,46	2	31,7	0,07	12	1,2	21,05	6,73	28,6	0,132	0,35	2	100,8	19	Qualité conforme aux normes
Madarounfa	Gabi	Gabi Tajat	22/03/2021	80	6,96	1	31,6	0,07	8,4	0,96	3,57	6,52	5,72	0,017	0,15	1	61,56	17	Qualité conforme aux normes


 Le Chef du Laboratoire
 Mars 2021