ETUDE DE FAISABILITÉ DE LA MINI-AEP MULTI-VILLAGES DE KOUNGNAGO, DANS LA COMMUNE RURALE DE SAE-SABOU REGION DE MARADI/NIGER

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER EN INGENERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT

FILIERE : EAU & ASSAINISSEMENT

OPTION : QHSE

Présenté et soutenu publiquement le [17/01/19] par

ABDOU KANE Fadimatou (20140997)

Encadreur interne : M. Moussa OUEDRAOGO Enseignant à 2iE

Maitre de stage : M. MOUMOUNI Hamissou Ingénieur hydraulicien responsable de la cellule technique : Cabinet THEC

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. ANDRIANISA Anderson

Membres et correcteurs : Dr. LAWANI Mounirou

Mr. OUEDRAOGO Moussa

Promotion [2017/2018]

Institut International d'Ingénierie de l'Eau de l'Environnement
Fondation 2iE - Rue de la Science - 01 BP 594 - Ouagadougou 01 - BURKINA FASO – IFU 00007748B
Tél. : (+226) 50. 49. 28. 00 - Fax : (+226) 50. 49. 28. 01 - Mail : 2ie@2ie-edu.org - **www.2ie-edu.org**

Table des matières

Dédicaces v

Remerciements vi

RESUME vii

ABSTRACT viii

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ix

I. INTRODUCTION 1

II. PROBLEMATIQUE ET CONTEXTE 3

1. Contexte 3

2. Problématique 3

3. OBJECTIFS 4

3.1 Objectif du projet 4

3.2 Objectifs de l'étude 4

4. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL 4

1. Historique et domaines d'intervention 4

2. Organigramme 5

III. MATERIELS ET METHODE 6

1. Présentation de la zone d'étude 6

2. Caractéristiques du milieu physique 8

2.1 Sols 8

2.2 Végétation 8

2. Hydrologie de la zone 8

3. Etude socio-économique 9

3.1 Population 9

4. Etude technique 10

4.1 **Formules et hypothèses de calculs** 10

4.1.1 **Consommations spécifiques** 10

4.1.2 **Taux de couverture** 10

4.1.3 **Le coefficient de pointe journalière** 10

4.1.4 **Coefficient de pointe horaire (Cph)** 11

4.1.5 **Taux des pertes dans le réseau - rendement ' R'** 11

4.1.6 **Vitesse et pression** 11

4.1.7 **Les pertes de charge** 11

4.1.8 **Evaluation des consommateurs** 12

4.1.9 **Les besoins domestiques journaliers** 12

4.1.10 **Besoins sociaux** 12

4.1.11 **Les besoins finaux** 12
4.1.12 **Les besoins du jour de pointe** 12
4.1.13 **Electropompe et colonne d'exhaure** 13
4.1.14 **La hauteur manométrique totale HMT** 13
5. Dimensionnement 14
5.1 **Réservoir** 14
5.2 **Réseau de distribution** 16
5.3 **Les points de desserte en eau** 17
5.4 **Gestion de la Mini-AEP** 18
5.5 **Proposition des sites d'implantation des bornes fontaines** 19
5.6 **Horizon du projet** 19
IV. RESULTATS 19
5. Estimation de la population et du bétail 22
6. Les besoins et la demande en eau 22
7. Evaluation du besoin de production 22
8. Les conduites de distribution 23
9. Dimensionnement du château d'eau 26
9.1 **Détermination des caractéristiques géométriques du réservoir** 26
9.2 **Conduite de refoulement** 26
9.3 **Calcul de la hauteur manométrique** 27
9.4 **Choix du groupe électropompe** 28
9.5 **Vérification de la résistance de la conduite de refoulement aux coups de bélier** 29
9.6 **Système d'énergie thermique par groupe électrogène** 29
10. Proposition d'un système de traitement et contrôle de la qualité de l'eau 30
10.1 **Vérification du temps minimal de contact** 31
10.2 **Vérification du temps de séjour** 32
11. Notice d'impact environnemental et social 32
12. Coût du projet 34
V. Conclusion 35
Bibliographie 36
ANNEXES i

Liste des tableaux

Tableau 1: Localisation des villages 6
Tableau 2: Population de Koungnago et ses villages environnants 19
Tableau 3 : Formules de calcul du diamètre de refoulement 14
Tableau 4: Ouvrages hydrauliques existants dans la zone détude 20
Tableau 5: Infrastructures sociales 21
Tableau 6 : Evaluation de la capacité de la ressource 21
Tableau 7 : Projection de la population aux différentes phases du projet 22
Tableau 8: Données de base pour estimer les besoins 22
Tableau 9 : Besoins en eau des villages 22
Tableau 10 :Détermination du nombre de bornes fontaines **Erreur ! Signet non défini.**
Tableau 11 : Caractéristiques du réservoir 26
Tableau 12:Caractéristiques de la conduite de refoulement 26
Tableau 13: Paramètres de calcul de HMT 27
Tableau 14:Dimensionnement du réseau 24
Tableau 15 :Caractéristiques du groupe électropompe 29
Tableau 16 :Caractéristiques du groupe 30
Tableau 17 :Quantité de chlore en fonction du volume 31

Liste des figures

Figure 1: Organigramme du Cabinet THEC 5
Figure 2: Carte de localisation de la zone d'étude 7
Figure 3 :Cotes du système 27

Dédicaces

Je dédie ce travail à l'ensemble de ma famille qui m'aide à avancer chaque jour et j'aimerais qu'elle soit fière de moi.

A toutes ces personnes qui me remontent le moral dans les périodes difficiles.

Remerciements

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

- Monsieur Souley GONDA MAYAKI, Directeur Général du Cabinet THEC, pour nous avoir accordé ce stage ;
- Monsieur MOUMOUNI Hamissou, notre maitre de stage qui malgré ses occupations, a accepté de nous épauler lors de notre stage.
- Monsieur OUEDRAOGO Moussa, notre directeur de mémoire, qui de par ses conseils nous a accompagné, lu et relu ce rapport au fur et à mesure de son avancement ; et aussi pour le temps consacré tout au long de ce stage.

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il est nécessaire de remercier :

- Mes parents qui ont toujours été présents pour moi et ont suivi du mieux qu'ils pouvaient mon cursus scolaire.
- A mes frères et sœurs, ami(e)s et toutes les personnes qui nous ont assistées et soutenu de près ou de loin, nous leurs présentons notre grande satisfaction.

A tout le personnel du Cabinet THEC.

A tout le corps professoral et administratif de 2iE.

Aux membres du jury pour leurs remarques et conseils.

RESUME

Les populations rurales de la région de Maradi, ainsi que celles des autres régions du pays font face à des problèmes d'insuffisance ou manque d'accès à l'eau potable, bien qu'il y ait des points d'eau tels que les PMH, PC ou des PEA.

L'objectif de cette étude est de faire des propositions qui permettront la réalisation de la mini-adduction multi-villages regroupant les quatre villages de la commune de SAE-SABOUA à savoir : Koungnago (village centre), Dan-Bako, Dan-Souri et Tchido.

Les enquêtes socioéconomiques faites à cet effet, ont permis de connaitre les besoins en eau nécessaires pouvant satisfaire les populations à l'horizon du projet (219 m^3/j) pour une population de 10451habitants des centres cibles.

Le forage qui alimentera le système a un débit d'exploitation de 15m^3/h. La ressource sera ensuite acheminée vers un château d'eau en acier inoxydable de capacité 100 m^3 sur une longueur de refoulement de 16 m par le biais d'un système de pompage à énergie thermique**.**

La distribution de l'eau aux différents points se fera de manière gravitaire sur 12931m de conduites PVC DURAPLAST (PN10) dont 2485m de diamètres 160 mm, 350m (140mm), 213m (110mm), 5405m (90mm), 1223m (63mm), 314m (50mm), 2485m (40mm) et 456m (32mm).

L'eau de forage analysée par le laboratoire de la Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Assainissement peut être consommée sans danger après interprétation des résultats d'analyse. Cependant un système de chloration sera pris en compte au niveau du château pour éviter toute contamination au fil du temps le coût total du projet s'élève à 181.180.204CFA**.**

Mots clés

AEP

Etude de faisabilité

Koungnago

Maradi

ABSTRACT

Rural populations in the Maradi region,face problems of inedequacy or lack of access to drinking water,but there are water points such as PMH,PC or PEA.The objective of the study of this project is one of the following:Village of Koungnago(village center),Dan-Bako,Dan-Souri and Tchido.The socio-economic surveys carried out at this end,made possible to meet the needs of people at the project horizon(219m3/d) for a population of 10451 inhabitants of the target centers has an operating rate of 15m3/h.The resource will then be transported to a 100m3 stainless steel water tower over 16m discharge length through a thermal energy pumping system. The distribution of water to the different points will be gravitational on 12931m of DURAPLAST PVC pipes(PN10) includings 2485 diameters 160mm, 350m (140mm), 213m (110), 5405m (90mm), 1223m (63mm), 314m (50mm), 2485m (40mm), and 456m (32mm). The drilling water a total chlorination system will be taken into account at the time of contamination. The total cost of the project is 181.180.204CFA.

Keywords

AEP

Feasibility Study

Koungnago

Maradi

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

EPEM : équivalent point d'eau moderne

AEP : Adduction d'eau potable

BF : Borne Fontaine

CSI : Centre Intégré de Santé

DDHA : Direction Départementale de l'Hydraulique et de l'Assainissement

DRHA : Direction Régionale de l'Hydraulique et d'Assainissement

PN-AEPA : Programme National de l'Alimentation en Eau Potable et de l'Assainissement

PHM : Pompe à Motricité Humaine

PVC : Polychlorure de vinyle

Pseau : Programme Solidarité eau

PEA : poste d'eau autonome

BP : branchement privé

BS : branchements sociaux

TN : Terrain Naturel

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ISO : Organisation Internationale de Standardisation

ODD : Objectifs du Développement Durable

PHRASEA : Programme Hydraulique d'Appui au secteur eau et assainissement

MHE/LCD : Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification

PROSEHA : Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement ; Programme Sectoriel Eau Hygiène et Assainissement.

I. INTRODUCTION

Dans le monde, 1,8 milliard de personnes consomment quotidiennement une eau malsaine et 2,4 milliards sont toujours privées d'installations sanitaires (Unicef 2016). En Afrique subsaharienne, trois-quarts des ménages vont chercher leur eau hors du domicile (JMP 2012). Dans 50 à 85% des cas, ce sont les femmes qui sont responsables de cette tâche. L'absence d'accès à l'eau potable et à l'assainissement a des conséquences dramatiques sur d'autres secteurs tels que la santé, l'éducation, l'alimentation et la nutrition, l'économie ou l'environnement. Les maladies diarrhéiques causées par l'eau insalubre, l'assainissement inadéquat et le manque d'hygiène sont l'une des premières causes de mortalité des enfants de moins de 5 ans, selon un rapport récent de l'OMS (Atlas sur la santé des enfants et l'environnement, OMS, 2017).

En Afrique sub-saharienne, l'accès à l'eau potable qui est généralement faible, surtout en milieu rural (NYONGOMBE, 2012) où la majorité de la population y vit et fait face à des difficultés d'assainissement.

Etant une ressource essentielle, car elle intervient dans les activités quotidiennes de la vie, l'eau peut aussi être la source des maladies lorsqu'elle ne répond pas aux normes recommandées. C'est un droit pour chaque être humain de pouvoir en disposer en quantité suffisante et de qualité qui a été reconnu par les Nations Unies en 2002 (KOMBASSERE, 2006). Les besoins en eau ne cessant d'accroitre vu la croissance que connait le monde fait que la difficulté rencontrée pour l'approvisionnement en eau potable demeure une inquiétude à laquelle les états essaient de remédier tous les jours.

Au Niger, le progrès en matière d'accès en eau potable nécessite encore beaucoup d'investissements, l'implication de l'état ainsi que celle de la société. En vue de contribuer à l'atteinte des OMD, le Niger a adopté le Programme National d'Alimentation en Eau Potable et d'Assainissement pour la période 2011-2015, ce qui a permis d'enregistrer des progrès considérables dans le secteur de l'eau et de l'assainissement. Dans la continuité des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), les Nations Unies, sous l'égide de son Secrétaire Général, ont défini un nouvel agenda de développement, appelé les « Objectifs du Développement Durable (ODD) » pour la période 2016-2030. Parmi ces objectifs, y figure l'ODD N°6, qui consiste à assurer un accès universel à l'eau et à l'assainissement. Le Niger a souscrit à ce nouvel agenda de développement. En vue de s'aligner aux nouveaux indicateurs définis sur le plan international relativement à l'ODD N°6, le Ministère de l'Hydraulique et de

l'Assainissement a élaboré, avec l'appui de ses Partenaires Techniques et Financiers, le « Programme Eau, Hygiène et Assainissement pour la période 2016-2030, (PROSEHA).

Malgré les efforts consentis, beaucoup reste à faire, par le gouvernement du Niger dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable, car les besoins en eau des populations ne sont pas toujours couverts.

Le présent mémoire s'articule autour des points qui suivent :

- Faire l'état des lieux des systèmes d'alimentation en eau ;
- Collecter et traiter les données pour la réalisation de la mini-AEP multi-villages ;
- Dimensionner le système d'approvisionnement en eau potable ;
- Estimer le coût du projet.

II. PROBLEMATIQUE ET CONTEXTE

1. Contexte

Les zones rurales sont les plus confrontées au manque d'ouvrages hydrauliques ou même s'ils existent ne sont pas fonctionnels, abandonnés parce qu'ils manquent d'un réel suivi d'exploitation tout au long de leur durée de vie. Les services élémentaires d'approvisionnement en eau potable sont inférieurs à 50% au Niger (rapport d'évaluation des ODD, OMS/Unicef mis à jour en 2017). Plusieurs projets et programmes collaborent avec l'Etat afin de permettre aux zones concernées l'accessibilité à une eau de consommation n'entrainant aucun danger pour les populations.

Dans la même optique, le Programme Hydraulique d'Appui au secteur eau et assainissement phase 2 (PHRASEA 2), a financé la réalisation de 10 Mini-AEP multi-villages dont celle de KOUNGNAGO dans la commune rurale de Saé-Saboua région de Maradi au titre de l'année 2017. Ayant pour mandataire le Cabinet THEC pour la conduite des études, la réalisation de cette mini-adduction permettrait d'améliorer les conditions de vie et à renforcer les capacités de résilience des populations rurales dans la zone cible.

2. Problématique

L'accès à l'eau reste un défi majeur Niger. Toutefois, le potentiel hydrique et les innombrables efforts des gouvernements du Niger avec l'appui des partenaires techniques et financiers ont permis d'améliorer la couverture en eau potable au Niger. Cependant la disparité entre les villes et les zones rurales est importante. Le taux de couverture des besoins en eau potable en milieu rural et en milieu urbain enregistré en 2011 étaient de 63,7 et de 72,7 % respectivement. Le niveau est toutefois insuffisant pour atteindre la cible OMD fixée à 80% à l'horizon 2015. En effet, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement est un souci quotidien pour la majorité des Nigériens. Pour des millions de Nigériens, dont 50% à moins de 18 ans et 21% à moins de 5 ans, les puits simples, l'eau du fleuve Niger ou les marres sont les seules sources d'eau.

Avec une population estimée à 2.927.070 habitants en 2009 (dont 86,8% en milieu rural), Maradi est à la fois la région la plus peuplée et la plus dense du pays. La densité démographique moyenne (70 habitants au km²) est en effet plus de 8 fois supérieure à la moyenne nationale (8,7 hab. /km^2).

La concentration de la zone rurale et l'insuffisance d'ouvrages hydrauliques fait qu'il y ait nécessité que d'importantes ressources soient mobilisées.

3. OBJECTIFS

3.1 Objectif du projet

L'étude a pour objectif général l'amélioration des conditions de vie, ainsi que le renforcement les capacités de résilience de la population de KOUNGNAGO et des villages rattachés dans la région de Maradi au NIGER.

3.2 Objectifs de l'étude

Les objectifs spécifiques visés dans la présente étude sont :

- Faire un diagnostic des systèmes existants ;
- Conceptionner et dimensionner le système d'AEP ;
- Estimer le coût du projet.

4. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

1. Historique et domaines d'intervention

Le cabinet THEC a été créé en Octobre 1999.Jusqu'en 2002 ses principales activités étaient effectuées dans la région de Maradi. Mais à partir de 2003, il a connu un essor national, des représentations furent alors créées à Niamey et à Dosso (Gaya).

Outre son expérience dans le domaine de l'hydraulique notamment en adduction d'eau potable, puits et forages d'eau à travers plusieurs régions du pays, le cabinet THEC dispose d'un savoir-faire reconnu dans le domaine de l'accompagnement des communautés à l'appropriation et à la gestion des infrastructures hydrauliques (cf. Coopération suisse au Niger). Il dispose également des logiciels scientifiques, de gestion de base des données et de cartographie et de divers outils d'inventaires et de diagnostic des points d'eau.

THEC est un cabinet d'études spécialisé dans la planification, l'étude, le suivi, le contrôle des travaux hydrauliques et de constructions civiles. Il réalise aussi des études socio-économiques, la formation, l'encadrement et la redynamisation des structures villageoises de gestion des infrastructures hydrauliques.

Disposant d'un personnel compétent et expérimenté dans tous les domaines du développement rural, il nourrit une ambition constante d'assurer à sa clientèle un meilleur service et de contribuer au développement du monde rural. Son seul credo est de mettre son savoir-faire au service de la communauté.

En 2006, le Cabinet se voit mandaté par le Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification (MHE/LCD) pour assurer le suivi technique et financier des

toutes les mini adductions d'eau potable de la région de Maradi à travers la création à son sein d'un Bureau de Contrôle et Conseils (BCC) actuellement appelé le SAC/SPE.

2. Organigramme

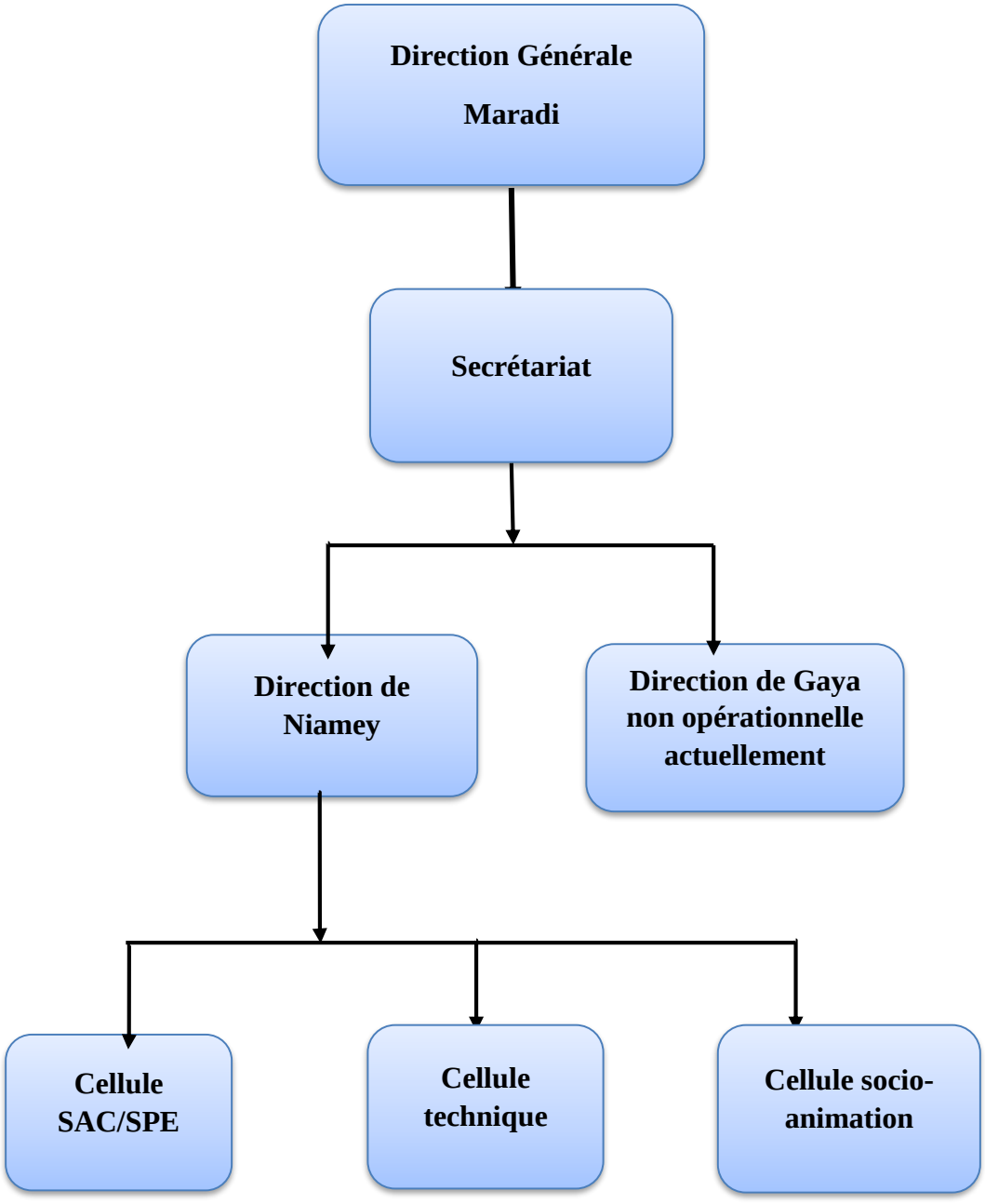


Figure 1: Organigramme du Cabinet THEC

III. MATERIELS ET METHODE

1. Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude concerne quatre (4) villages à savoir Koungnago (village centre), Dan-Bako, Dan-Souri et Tchido se trouvant tous dans la commune rurale de Sae-Saboua qui est l'une des cinq (5) communes que compte le département de Guidan Roumdji. Elle est située au centre de la région de Maradi et occupe une superficie estimée à 810 km² de coordonnées géographiques.

Elle est limitée :

A l'Est par la commune rurale de Tchadoua ;

Au Sud par la commune rurale de Jiratawa ;

A l'Ouest par la commune rurale de Tibiri ;

Et au Nord par la commune rurale de Chadakori et le département de Mayahi.

Tableau 1: Localisation des villages

Localité	Longitude	Latitude	Altitude (m)
Koungnago	7°18'31"	13°35'49"	416
Dan-Bako	7°19'36"	13°34'44"	412
Dan-Souri	7°17'36"	13°35'10"	413
Tchido	7°20'01"	13°32'58"	413

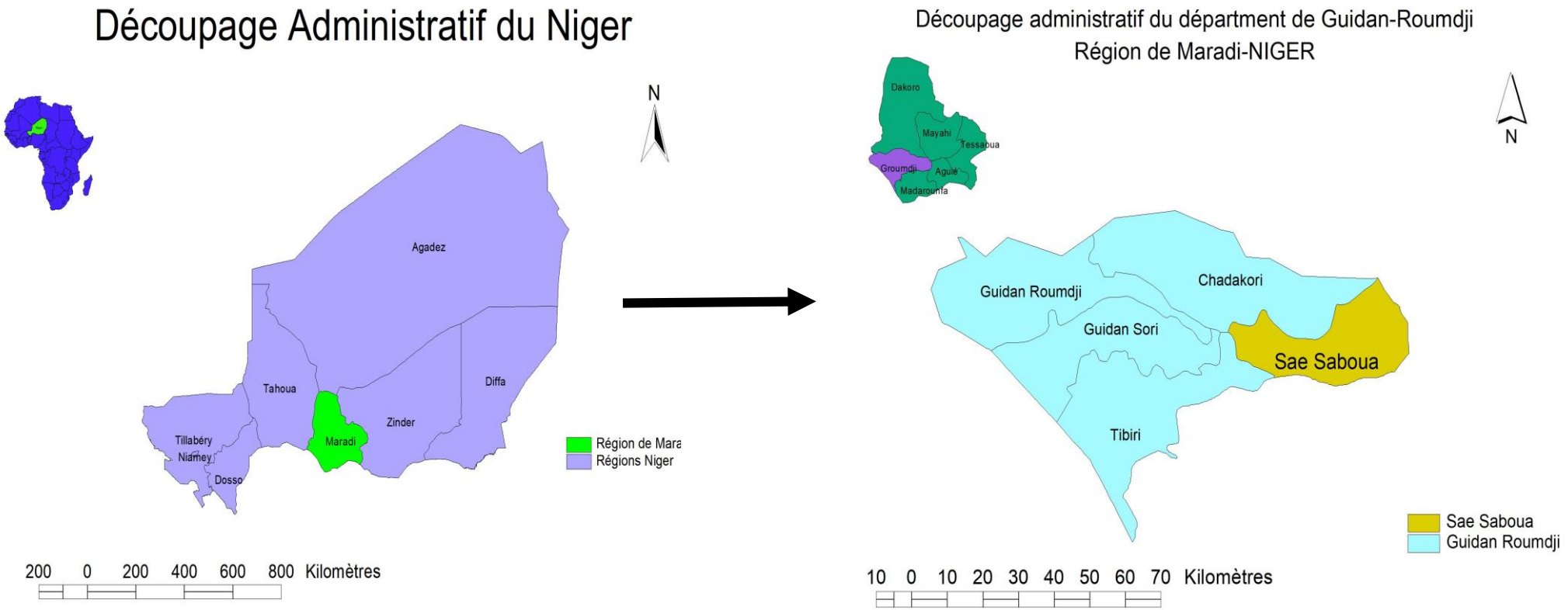


Figure 2: Carte de localisation de la zone d'étude

2. Caractéristiques du milieu physique

2.1 Sols

La zone d'étude repose sur un grand plateau décomposé par des dépressions de Goulbi, qui se divise également en deux grands ensembles géomorphologiques distincts du sud au nord. L'ensemble provenant des formations du Continental Hamadien et Continental Intercalaire constituant le substrat géologique qui est également recouvert d'un erg ancien aujourd'hui stabilise et l'ensemble des formations détritiques du Crétacé. Masquées soit par des alluvions du quaternaire ancien, soit par un recouvrement sableux issu des remaniements éoliens des alluvions anciens. En somme, les sols de la région de Maradi sont essentiellement sableux : des sables dunaires, argileux et alluvionnaires. (Source, Etude d'impact environnemental et social de la région de Maradi juin 2016).

2.2 Végétation

Le couvert végétal de la zone est strictement forestier selon les travaux du schéma Directeur d'Aménagement de Maradi (SDAM). Une vingtaine de forêts classées couvrant au totale une superficie de 102.000 ha (selon le SDDR) et comportant trois gommerais. Mais en réalité, ces forêts sont régulièrement dégradées et souvent transformées en terres de cultures ou d'habitations, des forêts protégées dont l'essentiel est constitué de formations à combrétacées de 310 838ha. Les grandes formatons végétales de la région peuvent être classées en quatre grands ensembles du sud Madarounfa-Guidan Roumdji au nord Mayahi-Dakoro (Source, Etude d'impact environnemental et social de la région de Maradi juin 2016).

:

- La formation arborée ;
- La formation arbustive ;
- Les formations ripocoles ;
- Les formations des jachères.

2. Hydrologie de la zone

➢ **Les eaux de surfaces**

Aucun cours d'eau permanent n'existe dans la région de Maradi, le réseau hydrographique se résume seulement à :

- Trois vallées fossiles les goulbi de Maradi et Gabi ; le goulbin kaba ; et la vallée de la Tarka qui sont le siège découlements temporaires pendant la saison des pluies.
- Quatre mares permanentes et une trentaine de mares semi-permanentes ou temporaires.

➢ **Les eaux souterraines**

La région de Maradi dispose d'énormes potentialités en eaux souterraines, quand bien même leur accessibilité pose quelques problèmes dans les parties sud (socle) et nord (profondeur et gaz asphyxiants). Ce qui explique une certaine disparité dans la couverture des besoins en eau. Le sous-sol de la région renferme quelques quatre à cinq systèmes aquifères, il s'agit :

- Des nappes superficielles ;
- Des nappes discontinues ;
- Des du continental intercalaire ;
- Des nappes des grès inferieurs ;
- Et celle du Tégama (Source, Etude de mobilisation des eaux dans la région de Maradi).

3. Etude socio-économique

L'étude socio-économique, nous permettra de ressortir l'état de l'environnement humain, social, économique et culturel de la zone d'étude dans le but de synthétiser les données disponibles.

En effet, à travers cette étude nous facilitera dévaluer l'environnement social et économique des communautés bénéficiaires de la mini-AEP, ceci afin de prendre tout cela en considération lors de du dimensionnement. Elle doit être faite au préalable et comporte trois phases :

- Une phase de préparation ;
- Une phase de mise en œuvre ;
- Et une phase rédaction du rapport de l'étude socio-économique.

Les enquêtes menées abordent les aspects tels que : démographie, ethnie de la communauté ; recenser les infrastructures socio-économiques fonctionnelles et non fonctionnelles, infrastructures de base, activités économiques.

3.1 Population

Le village de Koungnago est situé à environ 6,35 kilomètres de la commune rurale de Sae-Saboua.

La population est majoritairement sédentaire et vie essentiellement de l'agriculture, de l'élevage et du commerce. L'occupation de l'espace par les différentes ethnies s'est faite de manière progressive et à des époques différentes.

4. Etude technique

L'étude technique présente les résultats de la conception et du dimensionnement du système d'adduction, de stockage et de distribution (exhaure, conduite de refoulement, ouvrage de stockage, réseau de distribution) en tenant compte des besoins en eau futurs des localités.

Aussi, choisir le type de pompe et l'énergie thermique qui va avec (groupe électrogène).

4.1 Formules et hypothèses de calculs

Les caractéristiques d'un ménage desservi au Niger sont les suivantes :

• Nombre d'usagers : 10 personnes =1 MD (Ménage Desservi)

• Consommation spécifique : 20L par personne par jour en zones rurales ;

• 1 EPEM : équivalent point d'eau moderne (ancienne unité de planification) = 25 MD (ménages desservis) ;

• 1 Borne Fontaine = 2 EPEM = 50 MD

4.1.1 Consommations spécifiques

La consommation spécifique est le besoin journalier en eau pour un usager, nécessaire à ses activités quotidiennes.

Le guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rurale estime sa valeur à 15 litres par jour par habitant dans la zone (moyenne nationale).

Après les enquêtes de consommation, on se retrouve avec une valeur inférieure (variant entre 12 et 15 litres/hab./jr) à celle des documentations.

Pour la suite des calculs, nous allons considérer la valeur à 20 litres/hab./jr (programme sectoriel eau hygiène et assainissement 2016-2030).

4.1.2 Taux de couverture

Permet de connaitre le pourcentage de la population couverte par les services d'une eau potable. Au Niger, il est généralement compris entre 50 et 90% dans les textes du programme du ministère de l'hydraulique et de l'assainissement (MHA/2016).

Pour ce projet nous considérerons un taux de 90% à l'horizon 2032.

4.1.3 Le coefficient de pointe journalière

Dans des études antérieures relatives sur les mini-AEP des centres ruraux au Niger, le coefficient de pointe journalière tournait autour de 1,1 pour l'exhaure thermique et 1,2 l'exhaure solaire.

Dans notre cas, nous adopterons la valeur Cpj=1,26 indiquée par le guide de l'hydraulique rurale au Niger.

4.1.4 Coefficient de pointe horaire (Cph)

Le coefficient de pointe horaire détermine l'heure de consommation maximale de la population. Nous prendrons la valeur **Cph=2,4** pour les calculs étant donné que les fontainiers travaillent généralement 11heures par jour y compris une heure de pause.

4.1.5 Taux des pertes dans le réseau - rendement ' R'

En général, les pertes d'eau dans les nouveaux réseaux sont très faibles dans le cas des ressources souterraines, le traitement de l'eau n'entraine pratiquement pas de pertes. Elles se réduisent essentiellement aux petites fuites aux points de raccordements des équipements (BF, vannes).

Pour ce projet, des pertes d'eau de 5% seront considérées, soit un rendement de 95% du réseau.

4.1.6 Vitesse et pression

La pression de fourniture d'eau aux points les plus contraignants sera fixée à **5 mCE** par rapport au sol traduisant ainsi la pression minimale de service : Les villages seront essentiellement desservis par Bornes fontaines et par Branchements Privés au niveau des structures sociales et administratives.

La condition de vitesse est telle que : 0,3m/s ≤ U ≤ 1m/s.

4.1.7 Les pertes de charge

On rencontre deux types de pertes de charge à savoir linéaires (régulières) et singulières. Les pertes de charge singulières sont considérées étant égales à 5% des pertes charge linéaires à cause du faible taux des nœuds dans le réseau (vannes et ventouses ayant des singularités faibles).

Elles peuvent être évaluées par la formule de Manning-Strickler :

$$Jt = \mathrm{L} * 1,05 * \frac{10,29Q^2}{Ks^2 * D^{16/3}}$$

Avec :

J_t = pertes de charge totales (m)

L = longueur du tronçon (m)

1,05 = coefficient de pertes de charges singulières

Q = débit transporté par le tronçon (m^3/s)

K_s = coefficient de rugosité du PVC selon Manning Strickler à l'échéance du projet = 120

D = diamètre intérieur de la conduite (m).

4.1.8 Evaluation des consommateurs

Dans le dimensionnement des infrastructures AEP, la taille de la population est un facteur déterminant, ainsi que les données pouvant apportées des détails sur les effectifs des habitants occupants les zones seront pris en compte. La formule qui suit nous donnera une estimation de la population jusqu'à l'échéance du projet.

$$\boldsymbol{Pn = P_0(1+\alpha)^n}$$

Avec

$\boldsymbol{P_0}$=Population initiale

$\boldsymbol{P_n}$= Population échéance du projet

$\boldsymbol{\alpha}$=Taux d'accroissement = 3,6%(RGP/H, 2012 par région et par département)

$\boldsymbol{n}$= Nombre d'années entre le début et l'échéance du projet.

4.1.9 Les besoins domestiques journaliers

Les besoins domestiques journaliers en eau à l'horizon du projet seront calculés par la relation : $\boldsymbol{B_{mj} = P_n \times C_s}$

Avec :

$\mathbf{B_{mj}}$ = Besoins moyens domestiques journaliers ;

Cs = consommation spécifique (l/hab. /j) ;

$\mathbf{P_n}$ =Population à desservir à l'échéance du projet (hab.).

4.1.10 Besoins sociaux

Ce sont les besoins en eau au niveau des centres publics tels que : les écoles, CSI, mosquée, etc. Ils sont considérés dans les calculs mais, compte tenu de leur manque d'appréciation, nous prendrons une valeur forfaitaire de 5% des besoins domestiques journaliers.

$\boldsymbol{B_s} = 5\% * \boldsymbol{B_{mj}}$

4.1.11 Les besoins finaux

Ces besoins sont obtenus en faisant la somme de ceux précédemment calcules

$\mathbf{B_f = B_{mj} + B_s}$

$\mathbf{B_f}$ = Besoins finaux en m^3/j ;

$\mathbf{B_s}$ = Besoins sociaux en m^3/j ;

$\mathbf{B_{mj}}$ = Besoins moyens Journaliers en m^3/j

4.1.12 Les besoins du jour de pointe

Les besoins de la pointe journalière sont obtenus par le produit de la consommation de pointe par celui du coefficient du jour de pointe.

$$B_{fp} = B_f * C_{pj}$$

Ils sont obtenus par le produit de la consommation moyenne journalière et du coefficient de pointe horaire.

$$B_{fp} = B_f * C_{ph}$$

Les débits seront calculés par les formules ci-dessous :

Le débit de distribution $$Qdist = \frac{Bf * Cph * Cpj}{Rr * Td}$$	Avec : B_f= besoin moyen de production (m^3/j) C_{pj}=coefficient de pointe journalier T_d = Temps de distribution (heures) R_r=rendement du réseau. C_{ph}=coefficient de pointe horaire T_p = Temps de pompage (heures)
Le débit d'adduction $$Qadd = \frac{Bf * Cpj}{Rr * Tp}$$	

4.1.13 Electropompe et colonne d'exhaure

L'électropompe immergée est caractérisée par le débit et la hauteur manométrique totale (HMT) de refoulement. Il n'est envisagé que le refoulement direct dans le cadre de cette étude.

Pour assurer son bon fonctionnement, l'électropompe sera dotée des équipements devant la protéger contre la marche à sec, les surchauffes de moteur, les surtensions, les éventuelles chutes dans le forage (câble de sécurité).

Il sera aussi associé à l'électropompe, une armoire électrique de commande et de visualisation des différents paramètres de fonctionnement lorsque la pompe est en marche ; la colonne d'exhaure sera en acier inoxydable.

4.1.14 La hauteur manométrique totale HMT

Elle correspond à la pression que devra fournir la pompe entre le point d'aspiration et de refoulement.

On l'obtient par la formule :

HMT = Hgéom + pdc totales

Hauteur géométrique : correspond à la différence de niveau entre le niveau dynamique maximal et le trop plein du réservoir.

Tableau 2 : Formules de calcul du diamètre de refoulement

Auteurs	**Formules**	**Unités des paramètres et signification**
Formule de Bresse	**Dth= 1,5*Q½**	D : diamètre intérieur théorique en mètres, Q : débit refoulé en m³/s n = nombre d'heures de pompage par jour
Bresse modifié	**Dth = 0,8 ∗ $Q^{1/3}$**	
Munier	**Dth= (1 + 0,02n) ∗ $\sqrt{Q}$**	

La vitesse est donnée par la formule suivante et exprimée en m/s :

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

5. Dimensionnement

Le dimensionnement des éléments de la mini AEP portera sur :

- Le système de production qui comprend l'ouvrage de production et les moyens d'exhaure (électropompe, générateur d'énergie), la tête de forage et la conduite de refoulement.
- Le réservoir de stockage (capacité utile de stockage, hauteur du radier et les équipements accessoires).
- Le réseau de distribution comprenant les conduites de distribution et les accessoires du réseau et des points de desserte composés de bornes fontaines, branchements sociaux et abreuvoirs.

5.1 Réservoir

Détermination de la capacité du réservoir

Le volume utile du réservoir est calculé en se basant sur :

- 100% de la consommation maximale journalière dans le cas d'une agglomération rurale ;
- 50% de la consommation maximale journalière dans le cas d'une commune urbaine ;
- 25% de la consommation maximale journalière dans le cas d'une grande ville.

Types de réservoirs en fonction de matériaux constitutifs

La topographie du site impose un réservoir sur tour pour satisfaire les conditions de pression dans le réseau.

Par rapport au type de matériau de construction du réservoir, son choix dépend :

- Des caractéristiques physico-chimiques de l'eau (eau agressive ou non) ;
- Du coût de sa construction et des charges de maintenance ;
- Et du niveau de maîtrise de la technologie de mise en œuvre et de maintenance.

Cinq (5) types de matériau peuvent être exploités :

- **Le réservoir en acier inoxydable** : très répandu au Niger et disposant des avantages suivants : fabrication locale, coût relativement réduit, faibles charges de maintenance, résistant aux intempéries climatiques, démontage facile et possibilité de réutilisation, etc.
- **Le réservoir en béton** : dont le principal avantage est l'utilisation des matériaux locaux à 100%, il est également réputé pour sa grande solidité. En revanche, il présente des inconvénients notoires notamment le problème d'étanchéité dû aux fissures de dilatation lorsque les dispositions constructives ne sont pas rigoureusement respectées. Pour sa construction, le réservoir en béton nécessite des travaux de génie civil de haute qualité.
- **Le réservoir en polyester renforcé de fibre de verre** : il est très peu utilisé au Niger. Grâce à sa cuve emboîtable et à ses supports métalliques démontables, ce réservoir a, selon les constructeurs (il est difficile de se prononcer sur sa tenue parce qu'il n'est utilisé au Niger que depuis une dizaine d'années), les avantages suivants : cuve non corrodable, légère et résistante, facilité de transport. La légèreté de la cuve, la facilité de transport et son installation sans moyens de levage réduisent les coûts de transport, d'installation et de maintenance.
- **Le réservoir en tôle noire** : Une cuve en tôle noire d'au moins 5 mm d'épaisseur de forme cylindrique. Relativement moins cher par rapport aux autres types de réservoirs, le réservoir en tôle noire à un sérieux inconvénient à cause de son risque de corrodabilité très élevé. Il requiert une maintenance régulière et appropriée pour sa longévité. Dans le contexte rural et où les exploitants des systèmes sont encore peu professionnels, un tel réservoir est peu recommandable même lorsque les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont favorables.
- **Le réservoir en tôle galvanisé** : Il est plus résistant à la corrosion que celui en tôle noire, mais il reste aussi facilement attaquable. Lorsque des dépôts se forment au fond de la cuve, ils peuvent facilement détériorer la couche zinguée. Il peut être recommandable dans le contexte actuel du service public de l'eau en milieu rural, pourvu que la qualité de l'eau soit favorable et qu'un suivi de son entretien soit assuré.

Recommandations : Le réservoir en acier inoxydable est proposé pour Koungnago, compte tenu du manque d'expertise sur le réservoir en polyester renforcé de fibre de verre et des contraintes liées à la réalisation de réservoir en béton et aux charges d'entretien élevées des réservoirs en tôle et en acier galvanisé.

La cuve sera équipée des accessoires suivants :

- Une jauge à flotteur avec indicateur de niveau gradué en m^3 ;
- Une échelle intérieure en métal inoxydable ;
- Une échelle extérieure à crinolines ;
- Un garde-corps au sommet de la cuve ;
- Des piquages sur le côté haut de la cuve pour l'alimentation et le trop-plein, et sur le fond de la cuve pour la distribution et la vidange

5.2 Réseau de distribution

Le réseau de distribution sera de type ramifié, comprenant une conduite principale, des conduites secondaires reliant les différents points de desserte et des ouvrages et équipements de régulation et d'exploitation.

Toutes les conduites de distribution seront en PVC 10 bars. Elles seront dimensionnées en considérant les hypothèses suivantes :

- Vitesse d'écoulement **: 0.30 m/s ≤ v ≤ 1m/s ;**
- Pression de service : **P ≥ 5 mCE** en tout point du réseau (au sol).

❖ Les équipements du réseau

Ils comprennent les vannes de sectionnement, les ventouses et les vidange du réseau. Ces éléments seront placés dans des regards qui seront construits à cet effet.

- Ventouses

Elles servent à assurer la sécurité de l'exploitation des canalisations en permettant automatiquement des entrées et des expulsions d'air. Les ventouses seront de type triple fonction et placées aux points hauts de canalisation et sur la tête de forage.

Le corps des ventouses à trois fonctions sera en fonte ductile ou en fonte revêtue et les flotteurs seront à noyau en acier surmoule élastomère.

Le fonctionnement des appareils ne doit en aucun cas provoquer de coups de bélier dans les conduites et ceux-ci doivent par conséquent être munis d'organes de sécurité appropries.

- Compteurs d'eau

Ils seront de type compteur d'eau de vitesse, à jet multiples, horizontal, cadran sec à rouleaux protégés ou équivalents.

Ils devront avoir des minuteries à rouleaux de 6 à 7 chiffres en fonctions du mécanisme compteur. Les compteurs seront conformes aux normes ISO 4064 et BS 5728 ou équivalentes et poses horizontalement.

- Collier et robinet de prise

Les colliers de prise seront en fonte avec revêtement verni noir ou Epoxy, muni d'un bossage taraudé au diamètre du robinet de prise correspondant. Il sera sous forme de deux-demi colliers articulés, le serrage étant assuré par un boulon à tête auto bloquée.

Les robinets de prise en charge seront de type ¼ de tour, en fonte à raccord automatique pour tuyau PVC avec vis de manœuvre inoxydable.

- Equipements de la tête de forage

La tête de forage sera bien protégée pour que le système puisse bien fonctionner. Aussi, des équipements permettant la régulation et le suivi du pompage seront installés.

Une clôture grillagée assurera la protection de l'ensemble forage et tête de forage et groupe électrogène.

- Quelques formules utilisées dans les calculs

$Zmine=Max(Z_{TN}+Pser+\Sigma J)$ $Hc=$Cote radier du Réservoir - Cote TN sous radier

$Zcont=max\ Zmine+$ Marnage $P=max\ Zmine-$ (Cote TN sous radier+ ΣJ)

Avec :

Zmine = Côte minimale exploitable en m ;

Pser = Pression de service (m) ;

Zcont= côte maximale exploitable (m) ;

Hc = Hauteur sous cuve (m) ;

P = Pression (m) ;

J = Perte de charge (m) ;

V= vitesse d'écoulement (m/s) ;

D = Diamètre (m) ;

Q = Débit (m^3/s).

5.3 Les points de desserte en eau

Les bornes fontaines publiques (BF), les branchements sociaux (BP) pour les centres de santé, école sont en général les ouvrages utilisés pour la desserte.

La norme nationale fixe à cinquante (50) ménages, soit environ 500 personnes, le nombre de ménages à desservir par une (1) borne fontaine.

Les bornes fontaines comprendront :

- Un poteau en B.A. de 0.20 m x 0.20m supportant deux robinets. Il sera mis en place des carreaux sur la face avant de la dalle et sur la petite aire assainie de 1.40 m avec des pentes telles indiquées sur les plans permettant de rassembler les eaux de débordement pour les évacuer par un canal de drainage cimenté. La dalle repose sur un béton de propreté de 5 cm d'épaisseur ;
- Un abri compteur de 0.80 m x 0.50 m devant abriter le compteur et la vanne d'arrêt de la borne fontaine. Un couvercle métallique cadenassée assure la fermeture du compartiment ;
- Un canal en béton légèrement armé de 10 cm de largeur drainant les eaux perdues vers un puits perdu. La longueur de ce canal sera d'au moins de deux (2) mètres au sortir de l'aire assainie.
- Un hangar en tôle ondulée (aluminium) dont les dimensions sont les suivantes : 3,55 0 x 2,53 x 2,12 conformément au plan
- Une dalle Chaise pour fontainier de 0,50 x 0,50 conformément au plan

En outre, chaque BF aura les équipements ci-après :

- Une bouche à clé placée après le collier de prise
- Une vanne d'arrêt
- Un compteur d'eau à cadrant sec
- Deux robinets de puisage

5.4 Gestion de la Mini-AEP

L'ensemble de la communauté est unanime pour reconnaître l'utilité et l'importance de ce nouveau projet d'adduction d'eau potable dans leur village. L'arrivée de la Mini-AEP constitue donc la réponse claire à leurs attentes légitimes et leurs aspirations profondes. Elle contribuera, à améliorer leurs conditions de vie dans la perspective d'un développement local autogéré et auto-entretenu par les populations elles-mêmes.

Les villageois ont décidé qu'une gestion déléguée serait mieux pour la Mini AEP, les raisons invoquées pour ce choix se résument à :

- La sécurisation et la pérennisation des équipements ;
- La disponibilité de l'eau de manière permanente ;
- La participation à la gestion à travers un comité qui va exiger des comptes rendus réguliers ;
- La participation à la fixation du prix de l'eau proportionnellement à leurs revenus.

5.5 Proposition des sites d'implantation des bornes fontaines

Le choix du lieu d'implantation des bornes fontaines est une étape lourde de conséquences et une source de conflits risquant d'entraîner une faible utilisation du nouveau point d'eau ou un refus de l'utiliser par une partie de la population.

En effet leurs emplacements se sont faits en collaboration avec tous les villageois. Cela permet de contrer toute incitation à la tension sociale car toute la population a été consultée, concertée et a pleinement participé au processus.

5.6 Horizon du projet

La mini-AEP de Koungnago est prévue pour une échéance de 15ans, soit à l'année 2032.

Les années de référence sont les suivantes :

- **2018** : Année de réalisation du système de la mini AEP ;
- **2032** : Année d'échéance du projet.

IV. RESULTATS

1. Population

L'ensemble de la population de la zone d'étude repartie par villages est consigné dans le tableau ci-après :

Tableau 3 : Population de Koungnago et ses villages environnants

Localité	Nombre de concessions	Nombre de ménages	Population en 2017	Distance par rapport au village centre (Km)
Koungnago	149	225	1802	0
Dan-Bako	199	339	2411	3,22
Dan-Souri	132	229	1809	1,75
Tchido	85	124	1300	5,73
Total	565	917	7322	-

Source* : *Enquêtes socio-économiques 2017 dans le cadre du projet

2. Les ouvrages hydrauliques existants

Les infrastructures hydrauliques existantes dans la commune se composent des mini-adductions d'eau potable (MAEP), des forages et des puits. Ces infrastructures ont connu une évolution significative liée à l'intervention de projets et programmes dans ce domaine qui ont remonté le taux de couverture en eau de la commune. Les ouvrages existants dans la zone de notre étude sont consignés dans le tableau ci-dessous

Tableau 4 : Ouvrages hydrauliques existants dans la zone d'étude

Villages	Type	Coordonnées		Altitude (m)	IRH	Etat de l'ouvrage	NS (m)	Profondeur forée(m)	Profondeur équipée(m)	Profondeur totale(m)	Débit (m^3/h)
		Longitude	Latitude								
Dan-Bako	PC1	7°19'37"	13°34'46,99"	-	409463	Fonctionnel	60.93	61.24	-	71.15	-
	PC2	7°19'29"	13°34'50,02"	-	460694	Fonctionnel	58	61.36	-	58.37	-
	PC3	7°19'57"	13°34'54,98"	-	465190	Fonctionnel	60.8	58.30	-	61.30	-
	PMH1	7°19'41,19"	13°34'35,71"	403	467082	Fonctionnel	59,05	144	139,67	-	15
	PMH2	7°19'31,93"	13°34'41,41"	407	467483	Fonctionnel	61,45	147	146,57	-	5
	PEA1	7°19'36,95"	13°34'49,01"	-	-	Fonctionnel	-	-	-	-	-
	PEA2	7°19'50,41"	13°34'48,65"	-	-	Fonctionnel	-	-	-	-	-
Dan-Souri	PC1	7°17'43,01"	13°35'17,02"	-	409531	Fonctionnel	70,59	72,00	-	70,94	-
	PC2	7°17'31"	13°35'10"	-	465192	Fonctionnel	71,92	68,30	-	72,40	-
Koungnago	PC1	7°18'29"	13°35'45,42"	-	409044	Fonctionnel	69,90	71,03	-	70,06	-
	PC2	7°18'40,18"	13°36'9,14"	-	464388	Fonctionnel	65,88	67,52	-	70	-
	PMH1	7°18'39"	13°35'53,99"	402	467919	Fonctionnel	66,63	120	118,69	-	15
	PMH2	7°18'24,01"	13°35'52,01"	-	468280	Fonctionnel	-	117	-	-	-
Tchido	PC1	7°20'06,01"	13°32'59,53"	-	461100	Fonctionnel	60,30	62,15	-	62,15	-
	PC2	7°20'01,22"	13°32'52,83"	-	465776	Fonctionnel	59,80	60,27	-	60,27	-

Source : Direction régionale de l'hydraulique et de l'assainissement de Maradi

3. Infrastructures

Les infrastructures socio-communautaires existantes à Koungnago et ses villages environnants sont recensées dans le tableau qui suit :

Tableau 5 : Infrastructures sociales

Village centre	Villages rattachés	Ecole primaire	Collège	CSI	CS	Mosquée	Marché hebdomadaire
Koungnago	Dan-Bako	1	0	0	1	1	0
	Dan-Souri	1	0	0	0	0	0
	Koungnago	1	0	0	0	0	0
	Tchido	1	0	0	0	0	0

Source* : *Enquêtes socio-économiques 2017 dans le cadre du projet

4. Choix de la ressource en eau : qualité et disponibilité

Après les enquêtes durant lesquelles l'inventaire des points d'eau fut effectué, il en ressort que le village de Koungnago dispose de forages équipés de pompes à motricité humaine. Le forage réalisé pour la mini-AEP a un débit exploitable de 15m^3/h avec un temps de pompage de 15h.

Tableau 6 : Evaluation de la capacité de la ressource

Année	**2018**	**2022**	**2027**	**2032**
Production journalière (m^3/j)	177	204	243	260
Temps de Pompage maximal Tp (h)	12	14	16	19
Débit de pompage (Qp en m^3/h)	15	15	15	15
Nombre de Forage	1	1	2	2

Le temps de pompage étant fixé à 15heures par jour, nous constatons qu'à partir de l'année 2027, il faudrait deux forages pour assurer une production suffisante jusqu'à l'horizon du projet.

D'une manière générale, les eaux de tous les forages réalisés sont de bonne qualité physico-chimique acceptable pour la consommation humaine.

Les résultats des analyses sur la fiche en annexe.

5. Estimation de la population et du bétail

Tableau 7 : Projection de la population totale aux différentes phases du projet

Année / Localités	**2018**	**2022**	**2027**	**2032**
Dan Bako	1558	1795	2142	2556
Koungnago (Village centre)	2709	3121	3724	4445
Dan Souri	1686	1943	2319	2767
Tchido	1124	1295	1545	1844
TOTAL	**7077**	**8153**	**9730**	**11612**

6. Les besoins et la demande en eau

Les ménages du village de Koungnago s'approvisionnent à 59% aux puits (PC1, PC2), 19% PMH et 22% aux mares existantes du village et ses alentours. Le manque des points d'eau potable satisfaisants dans le village rend les conditions de vie de ces populations très précaires.

7. Evaluation du besoin de production

Tableau 2: Données de base pour estimer les besoins

Paramètres	**Unité**	**Valeur**
Echéance du projet	-	**2032**
Population totale en 2018	Hab.	**7077**
Taux d'accroissement de la population	%	**3,6**
Consommation spécifique population	L/ hab. /j	**20**
Rendement du réseau (r)	%	**95**

Le tableau ci-dessous présente les besoins totaux de production journalière de Koungnago et les villages rattachés.

Tableau 3: Besoins en eau des villages

Année	**Unité**	**2018**	**2022**		**2027**	**2032**
Besoin moyen	hab.	134	154		184	219
Besoin de pointe	m^3/j	169	194		231	248
Pertes	m^3/j	8	10		12	12
Taux de couverture		0,9				
Besoin de production	m3/j	177	204		243	260

Tableau 10 : Détermination du nombre de bornes fontaines

Années	**2018**		**2022**		**2027**		**2032**	
Localités	**Pop.dess.**	Nb BF	**Pop.dess.**	Nb BF	**Pop.dess.**	Nb BF	**Pop.dess.**	Nb BF
Dan Bako	1402	3	1615	3	1928	4	2300	5
Koungnago (Village centre)	2438	5	2809	6	3352	7	4000	8
Dan Souri	1518	3	1748	3	2087	4	2490	5
Tchido	1011	2	1165	2	1391	3	1660	3
TOTAL	6369	**13**	7337	**15**	8757	**18**	10451	**21**

Légende : Nb BF = Nombre de Bornes Fontaines ; Pop.dess= Population à desservir.

Il sera retenu des bornes fontaines à deux robinets (2* 0,20l/s) et un robinet (0,20l/s) au niveau des branchements sociaux.

8. Les conduites de distribution

Le diamètre commercial intérieur sera celui voisin de celui théorique du fabricant DURAPLAST au Niger.

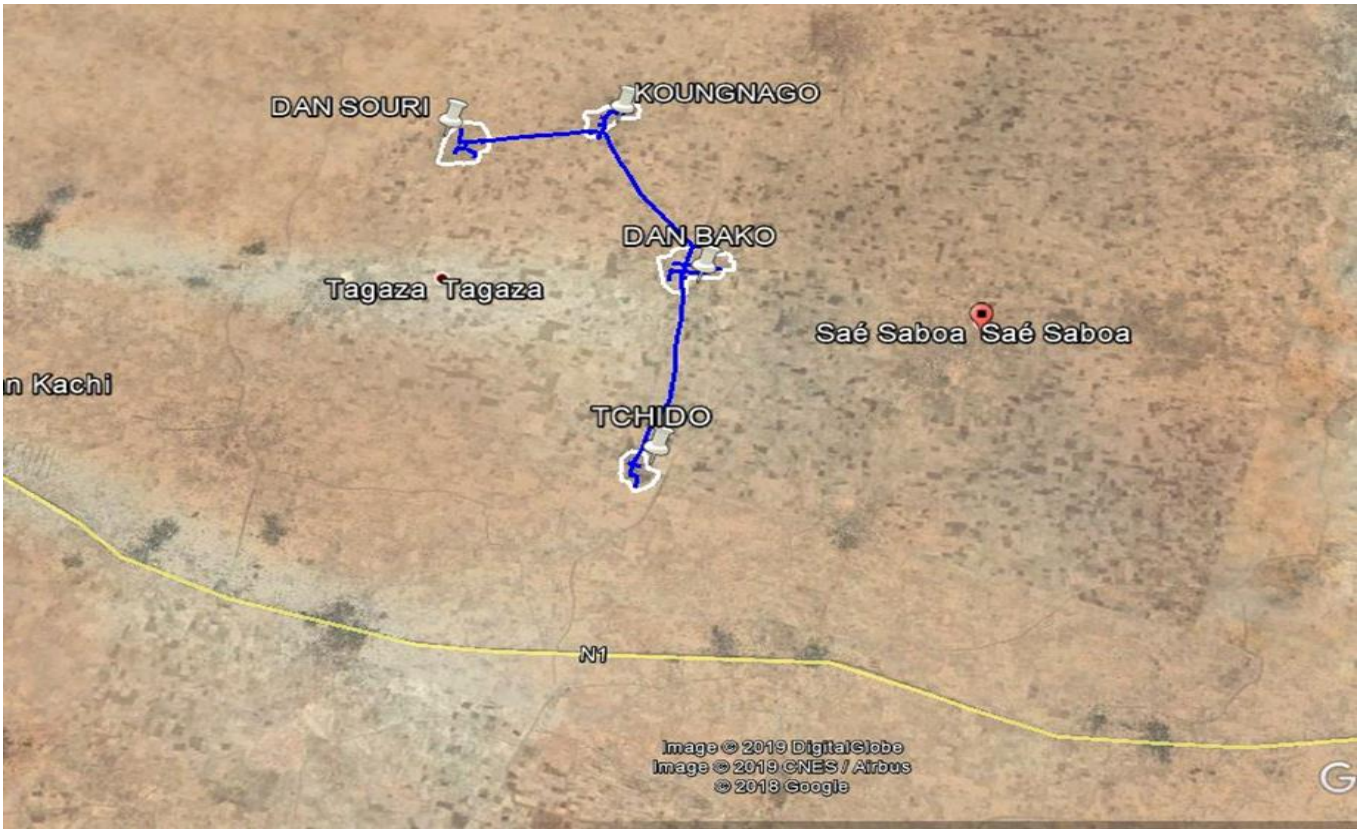


Figure 3 : Réseau de distribution

Tableau 11 : Dimensionnement du réseau : Hypothèses de calculs : V=1m/s ; Ks=120 ; Pser=5mce ; coeff Js=1,05

NOEUX	TRONCONS	L(m)	Q(l/s)	Dth(mm)	Dst(mm)	DN(mm)	J(m)	ΣJX	CoteTN(m) ext	Zmin	PX (m) min	V(m/s)
KOUNGNAGO												
N1	R-N1	50	9,4	141,27	147,6	160	0,098	0,10	419,89	424,99	10,47	0,5
N2	N1-N2	142	2	65,16	81,4	90	0,303	0,40	420,45	425,85	9,61	0,4
BF1	N2-BF1	93	0,4	29,14	36,2	40	0,597	1,00	419,91	425,91	9,55	0,4
BF2	N2-BF2	74	1,6	58,28	81,4	90	0,101	0,50	419,48	424,98	10,48	0,3
N3	BF2-N3	47	1,2	50,48	57	63	0,241	0,74	419,62	425,36	10,10	0,5
BF3	N3-BF3	77	0,4	29,14	36,2	40	0,494	1,24	418,6	424,84	10,62	0,4
BF4	N3-BF4	197	0,8	41,21	57	63	0,449	1,19	419,67	425,86	9,60	0,3
BF17	BF4-BF17	276	0,4	29,14	36,2	40	1,772	2,97	421	428,97	6,50	0,4
N5	N1-N5	106	2,4	71,38	81,4	90	0,325	0,42	417,56	422,98	12,48	0,5
BP1	N5-Bp1	90	0,2	20,61	26,8	32	0,718	1,14	417,5	423,64	11,82	0,4
DAN SOURI												
N8	N5-N8	1558	2,2	68,34	81,4	90	4,018	4,44	418	427,44	8,02	0,4
BP2	N8-Bp2	60	0,2	20,61	26,8	32	0,479	4,92	417,68	427,60	7,86	0,4
N9	N8-N9	275	2	65,16	81,4	90	0,586	5,03	415,4	425,43	10,03	0,4
BF5	N9-BF5	109	1,2	50,48	57	63	0,559	5,59	409,02	419,61	15,85	0,5
N10	BF5-N10	8	0,8	41,21	57	63	0,018	5,61	406,93	417,54	17,92	0,3
BF6	N10-BF6	221	0,4	29,14	36,2	40	1,419	7,03	406,77	418,80	16,67	0,4
BF18	N10-BF18	282	0,4	29,14	36,2	40	1,811	7,42	406,21	418,63	16,83	0,4
N12	N9-N12	89	0,8	41,21	57	63	0,203	5,23	414,37	424,60	10,86	0,3
BF7	N12-BF7	34	0,4	29,14	36,2	40	0,218	5,45	414,05	424,50	10,96	0,4
BF8	N12-BF8	271	0,4	29,14	36,2	40	1,740	7,19	416,81	429,00	6,46	0,4

NOEUX	TRONCONS	L(m)	Q(l/s)	Dth(mm)	Dst(mm)	DN(mm)	J(m)	ΣJX	CoteTN(m) ext	Zmin	PX (m) min	V(m/s)
DAN BAKO												
N18	N1-N18	2435	5	103,03	147,6	160	1,357	1,46	415,86	422,32	13,14	0,3
BP3	N18-Bp3	104	0,2	20,61	26,8	32	0,830	2,29	415,05	422,34	13,12	0,4
N19	N18-N19	350	4,8	100,95	126,6	140	0,408	1,86	413,62	420,48	14,98	0,4
BF10	N19-BF10	77	1,2	50,48	57	63	0,395	2,26	413,43	420,69	14,77	0,5
N30	BF10-N30	240	0,8	41,21	57	63	0,547	2,81	413,09	420,90	14,56	0,3
BF21	N30-BF21	154	0,4	29,14	36,2	40	0,989	3,79	415,36	424,15	11,31	0,4
BF19	N30-BF19	191	0,4	29,14	36,2	40	1,227	5,02	412,43	422,45	13,01	0,4
BF9	N19-BF9	234	0,4	29,14	36,2	40	1,503	3,37	412,42	420,79	14,67	0,4
N21	N19-N21	123	3,2	82,43	101,6	110	0,206	2,07	413,02	420,09	15,37	0,4
N22	N21-N22	314	0,6	35,69	45,2	50	1,388	3,46	412	420,46	15,00	0,4
BPCSI	N22-Bpcsi	21	0,2	20,61	26,8	32	0,168	3,62	412	420,62	14,84	0,4
BF13	N22-BF13	26	0,4	29,14	36,2	40	0,167	3,62	412	420,62	14,84	0,4
N23	N21-N23	175	0,8	41,21	57	63	0,399	2,47	412,79	420,26	15,20	0,3
BF11	N23-BF11	15	0,4	29,14	36,2	40	0,096	2,56	412,51	420,07	15,39	0,4
BF20	N23-BF20	315	0,4	29,14	36,2	40	2,023	4,49	410,93	420,42	15,04	0,4
N25	N21-N25	90	1,8	61,82	101,6	110	0,048	2,12	412,43	419,55	15,91	0,2
BF12	N25-BF12	77	0,4	29,14	36,2	40	0,494	2,61	410,55	418,16	17,30	0,4
TCHIDO												
N28	N25-N28	3250	1,4	54,52	81,4	90	3,395	5,51	412,48	422,99	12,47	0,3
BF14	N28-BF14	138	0,4	29,14	36,2	40	0,886	6,40	411,8	423,20	12,26	0,4
BF15	N28-BF15	81	0,4	29,14	36,2	40	0,520	6,92	412,37	424,29	11,17	0,4
BF16	N28-BF16	281	0,6	35,69	57	63	0,361	7,28	413,85	426,13	9,33	0,2
BP4	BF16-Bp4	181	0,2	20,61	26,8	32	1,444	8,72	416,21	429,93	5,53	0,4

Les conditions de vitesse sont respectées et les conduites se succèdent en fonction des diamètres pour éviter des disfonctionnements.

9. Dimensionnement du château d'eau

Pour déterminer le volume d'un réservoir d'eau plusieurs méthodes peuvent être utilisées, nous prendrons la méthode forfaitaire pour évaluer la capacité de notre réservoir. Le volume utile à prévoir dans le cas de cette mini-adduction d'eau potable regroupant quatre villages sera considéré étant égal à celui d'une commune urbaine.

Soit, Vu = 0,5* 219m^3 = 109,5 m^3.

Nous opterons pour un réservoir de **100m^3** dans la gamme des volumes de réservoir conçus localement au Niger.

9.1 Détermination des caractéristiques géométriques du réservoir

Il sera retenu un château d'eau potable à structure métallique avec une cuve de forme cylindrique pour assurer une bonne répartition de charges sur une tour de 5 m. Les paramètres déduits de la formule du volume cylindrique : $\boldsymbol{V = \frac{\pi D^2 H}{4}}$;

Tableau 12 : Caractéristiques du réservoir

Caractéristiques du réservoir	Unités	Valeurs
Capacité	m^3	100
Hauteur de la tour	m	11
Diamètre de la cuve	m	5,3
Hauteur totale de la cuve	m	5
Hauteur utile d'eau dans la cuve	m	4,5
Cote TN d'implantation	m	419,46

9.2 Conduite de refoulement

Le calcul du diamètre de la conduite de refoulement a été fait en tenant compte de la vitesse économique et de la limitation des pertes de charges. Quant à la classe de pression de la conduite, elle sera retenue après vérification des surpressions et dépressions pouvant être provoquées par le coup de bélier sur le tronçon.

Tableau 13: Caractéristiques de la conduite de refoulement

Formules	Diamètres th(m)	Dth (mm)	Dst int (mm)	DN (mm)	Vitesse (m/s)
BRESSE	0,09682	96,82	101,6	110	0,51
BRESSE MODIFIE	0,12873	128,73	147,6	160	0,24
MUNIER	0,08391	83,91	101,6	110	0,51

Nous retiendrons le diamètre calculé avec la formule de BRESSE ou MUNIER, car respectant les conditions de vitesse.

9.3 Calcul de la hauteur manométrique

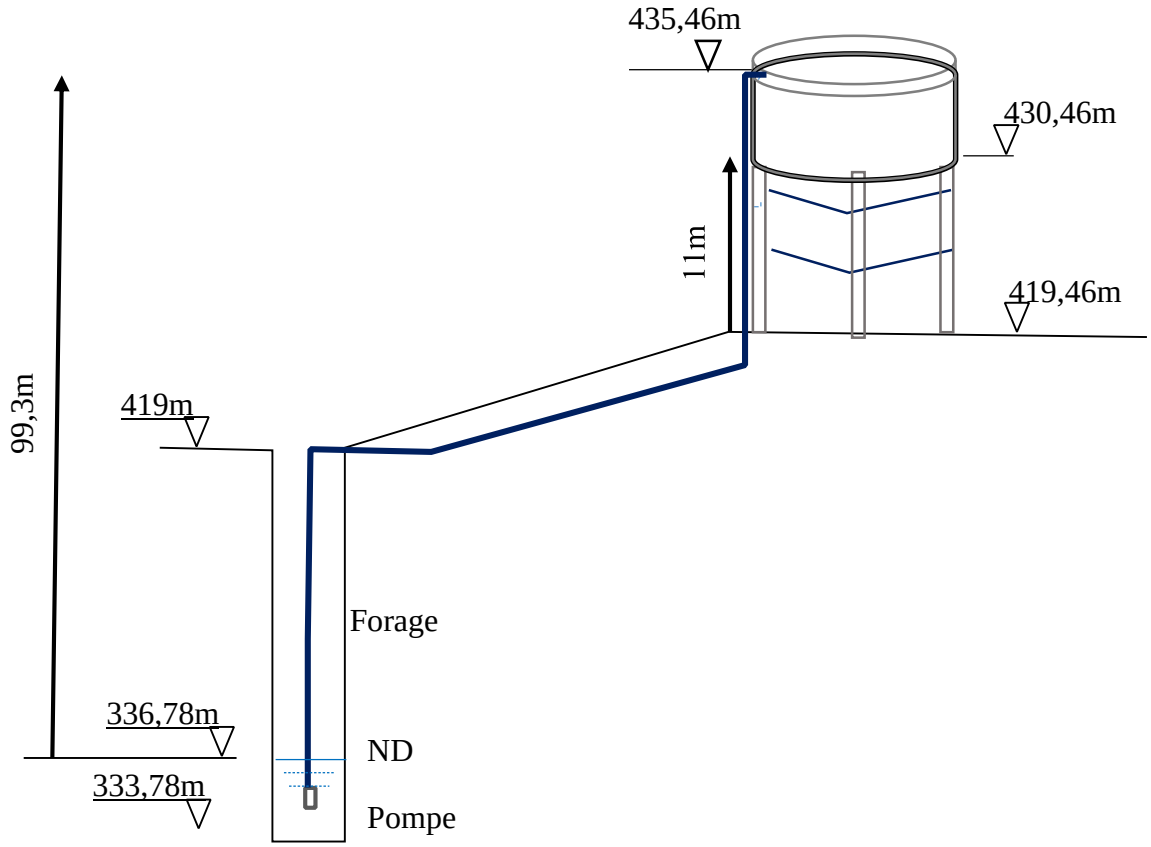


Figure 4 : Cotes du système de refoulement

Tableau 14 : Paramètres de calcul de HMT

Paramètres	**Unités**	**Valeurs**
Débit	m^3/s	$4,16*10^{-3}$
Longueur de refoulement	m	16
Cote du niveau dynamique	m	336,78
Cote TN du forage	m	419
Cote TN au site du réservoir	m	419,46
Cote d'alimentation du réservoir	m	434,46
Diamètre de refoulement	m	0,1016

Pour le calcul de la HMT, nous avons des conduites de diamètres et matériaux différents

La colonne de refoulement de la pompe sur une conduite en acier inox 3'' (88,90*3,05) sur 89m comprenant (la hauteur géométrique d'environ 82m, 3m sous le niveau dynamique maximal pour l'emplacement de la pompe, et 4m à l'horizontal pour les équipements de la tête de forage) ;

La colonne montante au château en acier inox 4'' (114,3*3,05) sur 16m ;

La conduite PVC PN10 (110*4,2) sur 16m.

$$Jt = 1{,}05 * 16 * \left(\frac{10{,}29(\frac{15}{3600})^2}{120^2 * 0{,}1016^{\frac{16}{3}}} \right) + 1{,}05 * (89 + 16) * \left(\frac{10{,}29(\frac{15}{3600})^2}{100^2 * 82{,}8^{\frac{16}{3}}} \right) = 1.068m$$

HMT=98,8+1,068 = **99,3m**

9.4 Choix du groupe électropompe

La pompe immergée SP14-27 en acier inoxydable de la marque GRUNDFOS a été retenu pour le pompage de l'eau du forage au réservoir. Nous avons utilisé le graphe sur lequel on projette le débit de pompage du forage et la HMT pour voir sur quelle courbe le point tombe. Ensuite on retrouve les caractéristiques de la pompe dans le catalogue.

Tableau 15 : Caractéristiques du groupe électropompe

Désignation	Caractéristiques /références
Marque	GRUNDFOS
Nom du produit	SP14-27
Type de moteur	MS4000
Fréquence(Hz)	50
Vitesse Nominale	2900tr/mn
HMT (m)	110
Débit (m^3/h)	15
Rendement pompe triphasé (%)	70
Puissance absorbée (kW)	7,5
Rendement moteur (%)	78,2
Rendement pompe + moteur (%)	54,74
Facteur de puissance (cosinus fi)	0,67
Intensité Nominale (A)	18,8
Tension Nominale(V)	415
Diamètre (mm)	95
Poids net en Kg	56,4

9.5 Vérification de la résistance de la conduite de refoulement aux coups de bélier

Un arrêt soudain de la pompe en marche à cause d'une coupure d'énergie accidentelle provoque une oscillation de la pression (suppression ou dépression) dans la conduite de refoulement.

La formule de Joukovski-Allievi nous permettra d'évaluer cette variation de pression :

$$\Delta P = \mathrm{C}\frac{\mathrm{U0}}{g} \qquad C = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3+k*\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{e}}}}$$

Avec :

C = célérité de l'onde (m/s)

Uo = vitesse initiale de l'eau (m/s) = 0,53 m/s

ΔP = variation de pression(m)

e =épaisseur de canalisation en (m)

D= Diamètre en (m)

k=33 pour les PVC

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48{,}3+33*\frac{101{,}6}{4{,}2}}} = 340{,}25\mathrm{m/s}$$

$$\Delta P = 340{,}25 * \frac{0{,}53}{10} = 18{,}03\mathrm{m}$$

La variation de pression ainsi estimée est de : ± 18,03 m, avec comme Hmt maximale et minimale :

Hmt max= 99,3+18,03 = 117,33m

Hmt mine= 99,3-18,03 = 81,27m

En tête de forage, avec le clapet anti-retour en place, la pression maximale sera 35.33 m et celle minimale de -0.73m déduction faite des 82 m de colonne de refoulement.

Pour plus de sécurité, en vue d'absorber la dépression, un petit ballon anti-bélier sera placé en aval immédiat du clapet anti-retour pour la protection de la conduite de refoulement.

Calcul de la puissance apparente du groupe électrogène

$$Papp = \frac{2 * (2{,}725 * 10^{-3} * Q * \mathrm{Hmt}}{\eta\mathrm{pompe} * \eta\mathrm{moteur} * \cos\varphi} = \frac{2 * (2{,}725 * 10^{-3} * 15 * 99{,}3}{0{,}70 * 0{,}782 * 0{,}67} = 22kVA$$

9.6 Système d'énergie thermique par groupe électrogène

Le groupe électrogène sera à moteur thermique diesel.

Le tableau suivant donne les principales caractéristiques de l'installation thermique.

Tableau 16 : Caractéristiques du groupe

Désignation	Marque
Modèle	Kipor KDE20SS3
Type	Générateur diesel silencieux
Puissance apparente	22KVA
Moteur type	Kipor KD488G diesel
Capacité du réservoir	65litres
Dimensions	157*78*105cm
Poids	720kg
Accessoires	Burette d'huile

Pour assurer le suivi de leur fonctionnement, le groupe électrogène sera doté d'un tableau de contrôle de tension, courant, fréquence, pression d'huile, température, etc. Le groupe électrogène sera installé dans le local construit en agglos et suffisamment aéré. Le détail de ce local est donné en annexe (n°).

10. Proposition d'un système de traitement et contrôle de la qualité de l'eau

La ressource du forage destiné à l'alimentation des populations concernées par le projet est bonne suite aux résultats d'analyse, néanmoins, nous allons prévoir un système de traitement manuel par le chlore qui est un désinfectant efficace et très utilisé, de par sa disponibilité et non couteux.

Pour pouvoir bien effectuer l'opération de désinfection, prévenir la population du jour et des consignes à respecter, le traitement peut se faire la nuit pour plus de précautions. Vérifier et sécuriser les vannes et le by-pass de l'ouvrage doit être bien organisé.

Mesures de sécurité à respecter

- Lors de la manipulation de l'eau de Javel, respecter les mesures de sécurité (port de gants ; lunettes).
- Ne pas déverser l'eau chlorée directement dans un cours d'eau (le chlore est toxique pour les poissons).
- Couper l'arrivée de l'eau au réservoir. Vider le réservoir à moitié.
- Calculer la quantité d'eau de Javel nécessaire au traitement selon les indications données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Quantité de chlore en fonction du volume

Volume du réservoir	**20 m³**	**50 m³**	**100 m³**
Eau de Javel 13-14 %	0.6 dl	1.5 dl	3 dl
Eau de Javel 9.6%	1 dl	2.5 dl	5 dl
Eau de Javel 5%	2 dl	5 dl	1 l

Les doses indiquées ci-dessus permettent d'obtenir une teneur en chlore dans l'eau désinfectée d'environ 0,5mg/l, la quantité totale à injecter doit être calculée sur le volume total du réservoir.

Il faudra diluer 10fois la quantité obtenue avec de l'eau dans un récipient propre, laisser arriver l'eau au réservoir et monter le niveau jusqu'au maximum. Durant le remplissage du réservoir, déverser l'eau de Javel par portion à un endroit du réservoir où l'eau pourra se mélanger facilement. L'important est d'assurer un brassage optimal de l'eau et une dilution aussi uniforme que possible de l'eau de Javel.

Lorsque le réservoir est plein, couper l'arrivée de l'eau au réservoir. Attendre 30 minutes pour laisser agir le chlore.

Soutirer l'eau au réseau aux bornes hydrantes, aux points les plus éloignés du réseau de manière à ce que la totalité du réseau soit rincée avec de l'eau chlorée. A la fin du soutirage, s'assurer que l'eau contient du chlore (test olfactif ou mesurer la teneur en chlore à l'aide de bandelettes ou d'un appareil de mesure).

Lors d'une chloration du réseau, il faut prévoir de prélever des échantillons avant et après la chloration.

10.1 Vérification du temps minimal de contact.

Pour une meilleure utilisation en toute sécurité de la ressource, on prévoit un traitement par Chlore de l'eau avant qu'elle ne passe dans le réseau de distribution. Pour cela, le temps minimal de contact doit être déterminé pour comparaison à la norme qui dit doit être supérieur ou égal à 2.

$\boldsymbol{TC = \frac{Cu}{Qdist}}$; **Cu** =étant la capacité utile du réservoir

Qdist =le débit de distribution

$Tc = \frac{100}{29}$ = 3,45 heures > 2 $heures$, donc condition vérifiée.

10.2 Vérification du temps de séjour

Afin de bien son rôle de désinfectant pour l'eau, le chlore requiert un temps maximal de contact durant 48 heures.

Le rapport de la capacité utile du réservoir par la consommation journalière de pointe permettra de constater si le temps de contact voulu est obtenu.

$\boldsymbol{Ts = \frac{Cu}{Qpj}}$; **Qpj** = débit de pointe journalier

$\boldsymbol{Ts = \frac{100}{291}}$ = 0,34jours < 2 $jours$, donc la $condition$ est $verifiée$

Ts = 8,26heures < 48heures

11. Notice d'impact environnemental et social

Les actions entrant dans le cadre de ce projet, de par les différentes activités qui seront entreprises génèreront des impacts environnementaux certains pendant la durée des travaux et à la phase d'exploitation.

❖ Les activités sources d'impacts négatifs potentiels

Les sources d'impacts potentiels se définissent comme l'ensemble des activités prévues dans le cadre du projet. Ainsi, les activités qui suivent ont été identifiées et retenues pour être considérées comme activité sources d'impacts potentiels :

- Acquisition des terrains pour la construction de bâtiment et la clôture des forages ;
- Réalisation des conduites d'adduction et de distribution qui nécessitera l'ouverture de tranchées du point de captage au château et du château aux bornes fontaines ;
- Les travaux de terrassement pour la préparation des sites ;
- Le transport des matériaux ;
- Exploitation des ouvrages.

- Impacts sur les sols

Le sol sera incontestablement l'une des composantes de l'environnement qui sera la plus impactée par les effets lies au projet. L'impact sur les sols sera beaucoup plus ressenti au niveau des champs de cultures qui seront traverses par les réseaux d'adduction ; ainsi qu'au niveau des voies d'accès.

- Impacts sur la qualité de l'air

Les activités de terrassement, déplacements d'engins et des camions transportant des matériels vont entrainer un soulèvement de poussière provoquant une augmentation de la concentration de poussière dans l'atmosphère durant les travaux. Cependant ces impacts négatifs seront temporaires.

- Impacts sur les eaux souterraines

La prise d'eau au centre de Koungnago se fera à partir de deux forages pour satisfaire les besoins des populations bénéficiaires. Ce prélèvement aura un impact négatif sur certaines réserves de la nappe, les risques d'épuisement de la nappe sont cependant négligeables.

Les eaux souterraines seront également exposées à une éventuelle contamination liée à des souillures produites en surface dans les environs des ouvrages. Cependant, vu la profondeur de la nappe plus de 70metres et le dispositif de sécurité qui sera mis en place autour des forages, les risques de contamination par infiltration seront quasi nuls.

- Impact sur le milieu humain

La pause des tuyaux dans les villages peut être source de mécontentement pour les populations victimes du passage des tranchées. Au nombre des effets négatifs sur la sante de l'homme on peut noter la gestion des déchets générés par le chantier. Ces déchets sont des rejets de carburant, lubrifiant aux boites de conserves jetées par les ouvriers. Une mauvaise gestion de ces déchets peut avoir des conséquences immédiates sur la santé des populations. Notamment chez les enfants qui seront tentés d'utiliser les boites de conserve usagées ou de consommer des restes d'aliments avaries.

❖ Impacts positifs du projet

Au-delà de tous ces impacts négatifs énumérés, il faut retenir que la réalisation du projet dans la zone aura des impacts positifs sur les populations locales et la région en général. Ces différents impacts positifs se manifestent au niveau des différentes phases du projet. Entre autres on peut citer

- Création d'emploi : Les travaux de construction de bâtiment pour abris groupe et pause de tuyaux permettent le recrutement de la main d'œuvre locale. Il en est de même en phase d'exploitation les gens du village seront employés dans la gestion des bornes fontaines.
- Amélioration de la santé humaine et bien être des populations **:**la réalisation de ce projet d'alimentation en eau potable permettra la mise à disposition de l'eau de qualité et en quantité suffisante pour les populations de ces localités longtemps meurtries par les problèmes de mobilisation d'eau potable. Il participera aussi à n'en point douter à l'amélioration des conditions sanitaires des populations par l'apport des quantités d'eau nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme humain et la prévention des maladies d'origine hydrique dont les populations sont fréquemment victimes.

La proximité des points d'eau des consommateurs favorisera une réduction considérable du temps et de l'énergie que consacrent les femmes et les enfants à la corvée d'eau.

❖ Mesures d'atténuation

Pour minimiser les dommages cités plus haut, nous préconisons un certain nombre de mesures préventives et correctives qui seront nécessaire pour permettre au projet d'atteindre ses objectifs de développement socio-économique et environnemental.

✓ Il sera instruit aux travailleurs le port des masques de protection durant les travaux et interdire au public la fréquentation des chantiers ;

✓ L'entreprise évitera les dépôts de produits pouvant être dangereux pour la sante de l'homme et des animaux ;

✓ Les camions charges du transport des matériaux éviteront les traversées inutiles des champs et emprunteront les principales voies d'accès existantes ;

✓ L'abattage des arbres devrait se limiter seulement à ceux qui entravent les travaux ;

✓ Informer la population des villages bénéficiaires sur la durée des travaux, à cet effet, il est souhaitable de tenir de leurs suggestions notamment pour le choix des itinéraires que doivent suivre les engins ;

✓ Sensibiliser la population vis-à-vis des risques sanitaires ;

✓ Procéder à la fermeture systématique des tranchées après la pause des tuyaux ou lors de la traversée des places publiques.

12. Coût du projet

Le coût d'investissement prévisionnel de la mini - AEP multi - villages de Koungnago établi s'élève à environ Cent quatre-vingt-un millions cent quatre-vingt mille deux cent quatre francs (169 813 029 FCFA).

(Voir annexe n°4)

V. Conclusion

La pérennisation des mini adductions d'eau potable est un problème réel dans les zones rurales au Niger, cela doit davantage attirer l'attention de l'état, les partenaires ainsi que les communautés.

La réalisation de ce projet d'alimentation en eau potable, viendra à satisfaire des besoins exprimés il y a plusieurs dizaines d'années par les populations en proie à un manque d'eau potable suffisante Il s'inscrit parfaitement dans la stratégie de lutte contre la pauvreté prônée par le gouvernement. Il contribuera au développement socio-économique de ces villages et du pays en général.

Pour cela nous recommandons :

- Etre attentif au moment de la conception des ouvrages et se baser sur des données objectives telles que les résultats des études, car chacun souhaite avoir l'ouvrage central dans sa localité ;
- Enquêter sur l'existence d'éventuels conflits et les prendre en compte dans la mise en œuvre.
- La création d'un Service Municipal Eau et Assainissement (SMEA) doit être exigée, ou à défaut un point focal Eau et Assainissement qui va superviser les travaux de construction et les contrats de délégation de gestion du service public de l'eau ;
- Des ouvrages inter-communaux peuvent être envisagés pour augmenter le volume d'eau distribué et les moyens humains disponibles ;
- Porter un accent sur le renforcement des capacités de l'AUSPE. En effet dans la stratégie nationale, l'AUSPE ne gère pas de recettes, mais peut disposer d'une subvention dans les recettes issues de la vente de l'eau de la part de la mairie pour mener des actions à travers un plan d'action approuvé. Cependant l'élaboration de ce plan d'actions est rarement garantie, ce qui limite la participation effective de cet acteur dans le suivi de la gestion des MAEP-MV.
- Pour que ces ouvrages fonctionnement de façon durable, il faut impérativement confier leur gestion à un délégataire disposant des capacités techniques (moyens personnel et matériels) nécessaires pour assurer la continuité du service public de l'eau.
- Exiger de tous les opérateurs privés contractualisés par les mairies la mobilisation de personnel compétent et expérimenté. Les contrats doivent être établis avant la réalisation des ouvrages pour que le personnel du délégataire puisse être initié par l'entreprise ayant réalisé les travaux.

Bibliographie

- AIDE–MEMOIRE ; Calcul et exécution de branchement d'eau-Pose de réseau d'eau sous pression ;(**Moussa OUEDRAOGO, Mars 2007**).
- Aide-mémoire de Travaux Pratiques de branchement d'eau et de Pose de réseau d'eau **(19/12/2011)**
- Centre International de Référence pour l'approvisionnement en eau collective et l'assainissement (CIR) Alimentation en eau des petites collectivités, technologies appropriées pour les petites installations d'alimentation en eau dans les pays en voie de développement**, (Août 1983).**
- Cabinet THEC – Etudes technique de la réalisation de mini-AEP. Avant-projet sommaire, **(Mars 2010).**
- Cabinet ISEAU – Etude d'avant-projet de huit (8) mini adductions d'eau potable (MAEP) dans les communes de Bader Goula, Dakoro et Korahane. **(Février 2010).**
- Cabinet THEC – Etude de faisabilité de la mini AEP du village de Oubandjada. **(Août 2004).**
- Guide technique AEP 3M ; Prescriptions techniques pour la conception et la réalisation des ouvrages d'eau **; (Octobre 2014)**
- Groupe Art et Génie - Etudes d'avant-projet sommaire de huit (8) mini adductions d'eau potable dans les communes de Dakoro, Chadakori, Guidan Roumdji et Guidan Sori, **(Août 2010).**
- KRB Ingénier Conseils SARL – Etude de faisabilité de réalisation de 5 mini-AEP dans la région de Maradi ; **2006**.
- Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, Niger – Guide des services d'alimentation en eau potable en milieu rural ; (**Avril 2010)**.
- Ministère de l'hydraulique et de l'environnement ; Programme Solidarité Eau, Agir pour l'eau et l'assainissement au Niger **; (Béatrice Tourlonnias Décembre 2013).**
- Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement ; Stratégie Opérationnelle de Promotion de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base au NIGER ;**(SOPHAB 2014-2018).**
- Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement ; Programme Sectoriel Eau Hygiène et Assainissement **;(PROSEHA, 2016-2030).**

- OUMAROU_MAMANE_Nana_Balkissa<<Etude technique de l'adduction d'eau potable multi villages dans la localité de Dara Ichirwa dans la région de Zinder (NIGER)>>.
- Programme National d'Alimentation en Eau Potable et d'Assainissement **;(PN-AEPA 2011-2015).**
- Projet d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement rural dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry.
- Rapport d'évaluation ; département et assainissement OWAS **; (Mai 2006 Niger)**
- Soumeila, DAOUDA. 2012 « Etude de faisabilité de la mini – adduction d'eau potable multi villages de Mallamawa labaran ». OUAGADOUGOU, Institut International de l'Eau et de l'Environnement.

Webographie

www.pseau.org

www.pseau.org/niger/ cadre_sectoriel

www.sgps.be

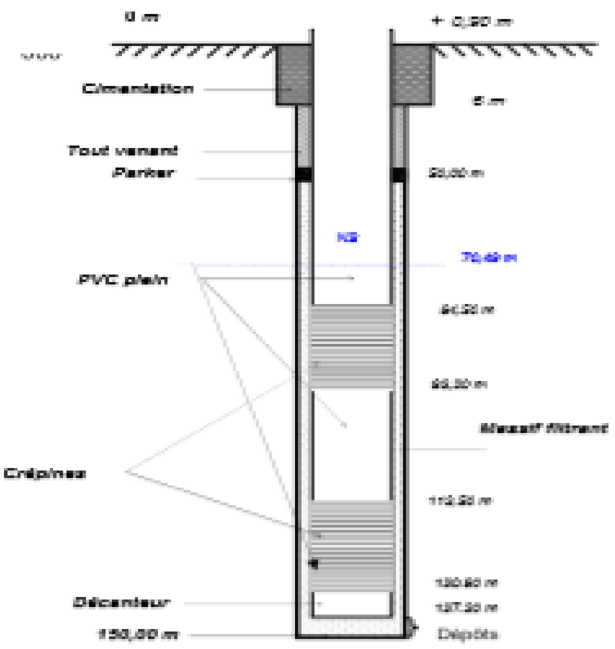
http://fr.slideshare.net/rolandyonaba/cours-dadduction-en-eau-potable-47234215

https://www.cieau.com/eau-transition-ecologique/enjeux/la-consommation-deau-domestique est-elle-la-même-a-travers-le-monde/

ANNEXES

Annexe n°1 Coupe technique du forage

Coupe technique et lithologie du forage la mini AEP Multi villages de Koungnago



Lithologie du forage

0 – 7 m : Sable moyen, peu argileux, brun de recouvrement

7–15 m : Grès moyen argileux, rougeâtre

15 –23 m : Microconglomérats, argileux, roussâtre

23 –39 ,50 m : Grès grossiers, argileux, roussâtre

39,50–48,50 m : Grès moyens argileux à élément isolés de feldspath roussâtre

48,50–78,50 m : Gravier grossier à élément isolés de feldspath, gris-roussâtre

78,50–84,50 m : Microconglomérats, lessivés à élément de feldspath gris

84,50–94,50 m : Graviers grossier, lessivés gris à beige

94,50–106,50 m : Grès moyens et grossiers à passage d'argile, gris blanchâtre,

106,50–111,50 m : Grès moyens peu argileux alternés de grossiers, grisâtre

111,50–122,50 m : Graviers moyens et grossier, alternés de grossier, grisâtre,

122,50–127,50 m : Graviers grossier, lessivés à passage silteux, roussâtre,

127,50–131,50 m : Gravier moyens à passage argileux, roussâtre,

131,50–138,50 m : Microconglomérats lessivés, gris-roussâtre,

138,50–142,50 m : Gravier moyen alternés de conglomérats à passage d'argile roussâtre,

142,50–150,50 m : Gravier moyen, lessivé, roussâtre

PLAN D'EQUIPEMENT DU FORAGE DE KOUNGNAGO

- **Profondeur forée :** 150 m
- **Profondeur équipée :** 137.20 m
- **Remblayage et cimentation de tête de forage**
- **Crépines :** de 130,90 m à 113,50 m et 93.20 m à 84.50 m
- **PVC plein :** de 136.70m à 130.90 m, de 113.50m à 93.20 m et de 84.50m à + 0.90m
- **Massif filtrant :** de 50 m à 137.20 m
- **Tout venant :** de 6 m à 50 m
- **Cimentation : de** 0 m à 6 m
- **Décanteur :** 0,50 m

Rapport de fin des travaux de réalisation de trois forages Financement PHASEAII et d'optimisation d'un forage– Cabinet THEC

Annexe n°2 Rapport d'analyse d'eau

REPUBLIQUE DU NIGER
REGION DE MARADI
DIRECTION REGIONALE
DE L'HYDRAULIQUE ET ASSAINISSEMENT
LABORATOIRE DE LA QUALITE DES EAUX
BP: 477 TEL: 20410526

RAPPORT D'ANALYSE

Identification de l'échantillon
Échantillon N° : 87

Région: Maradi	Lieu: Kounyogo
Departement : Guidan Roumdji	Date de prélèvement : 16/04/2018
Commune : Saé Saboua	Date d'analyse : 17/04/2018

Résultats

Paramètre	résultat	Unité	Normes *
Température	32,4	°C	
pH	6,2		6.5 - 9.5
Conductivité	160	µS/cm	1250
Dureté totale	53	mg/L $CaCO_3$	200
Alcalinité	61	mg/L $CaCO_3$	
Turbidité	2	NTU	5
Chlorure	35	mg/L	250
Fluorure	0,36	mg/L	1.5
Sulfate	Traces	mg/L	500
Nitrite	0	mg/L	0,2
Nitrate	11,88	mg/L	50
Sodium (Na)		mg/L	
Potassium (K)		mg/L	12
Fer total	0	mg/L	0.3
Calcium	14	mg/L	100
Magnésium	4,32	mg/L	50
Carbonate	0	mg/L	
Bicarbonate	74,42	mg/L	

* Valeurs guide de l'eau de boisson, Directives de qualité pour l'eau de boisson, OMS 2006

Observations

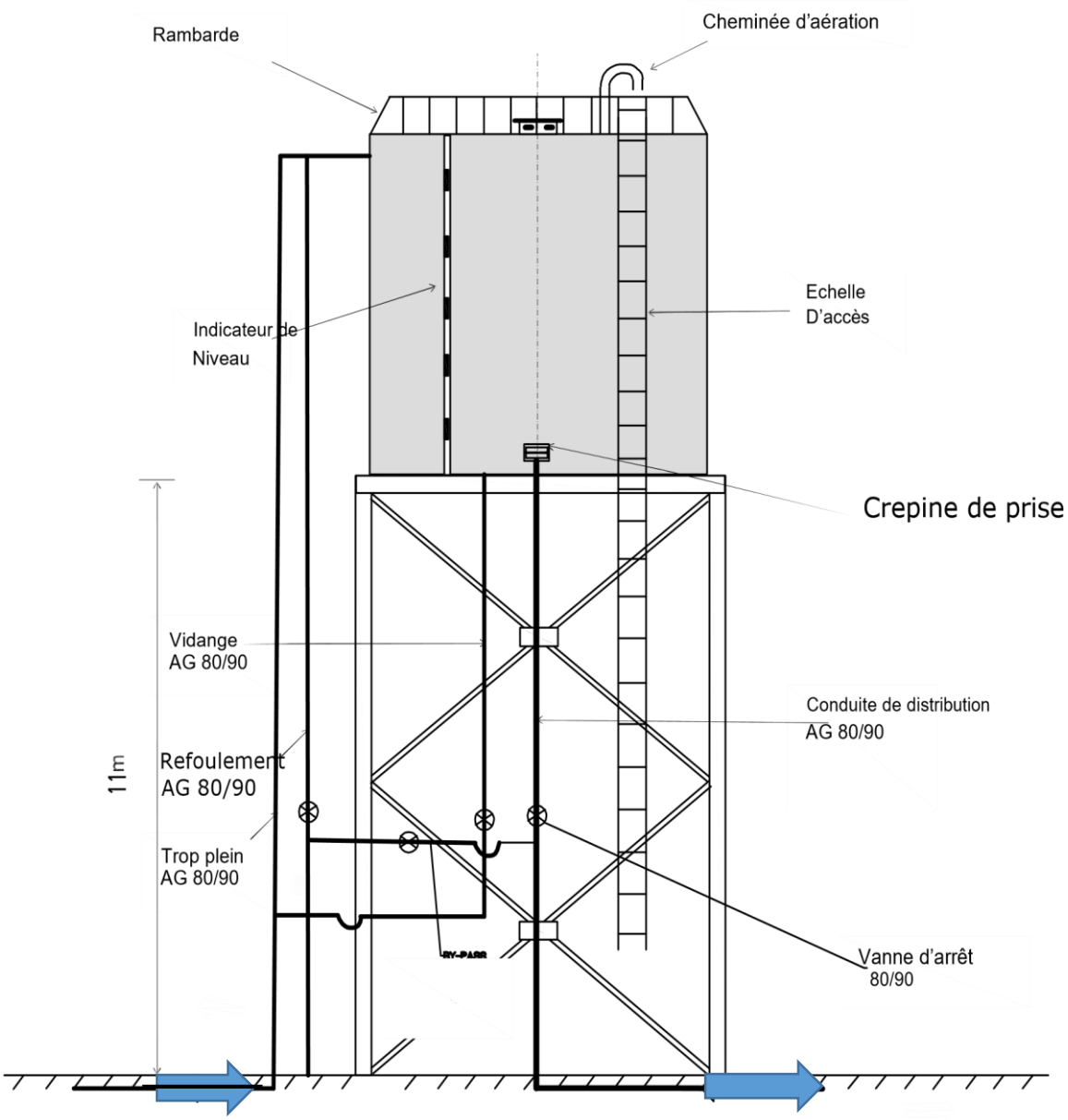
Eau faiblement corrosive, mais présentant des caractéristiques chimiques conformes aux normes de potabilité des eaux destinées à la consommation humaine ; pour les paramètres analysés.

Maradi, le 17/04/18

Le Chef du Laboratoire

Rapport de fin des travaux de réalisation de trois forages Financement PHRASEAIT et d'optimisation d'un Forage– Cabinet TARC 40

Annexen°3 Schéma du reservoir



Annexe n°4 Devis quantitatif et estimatif

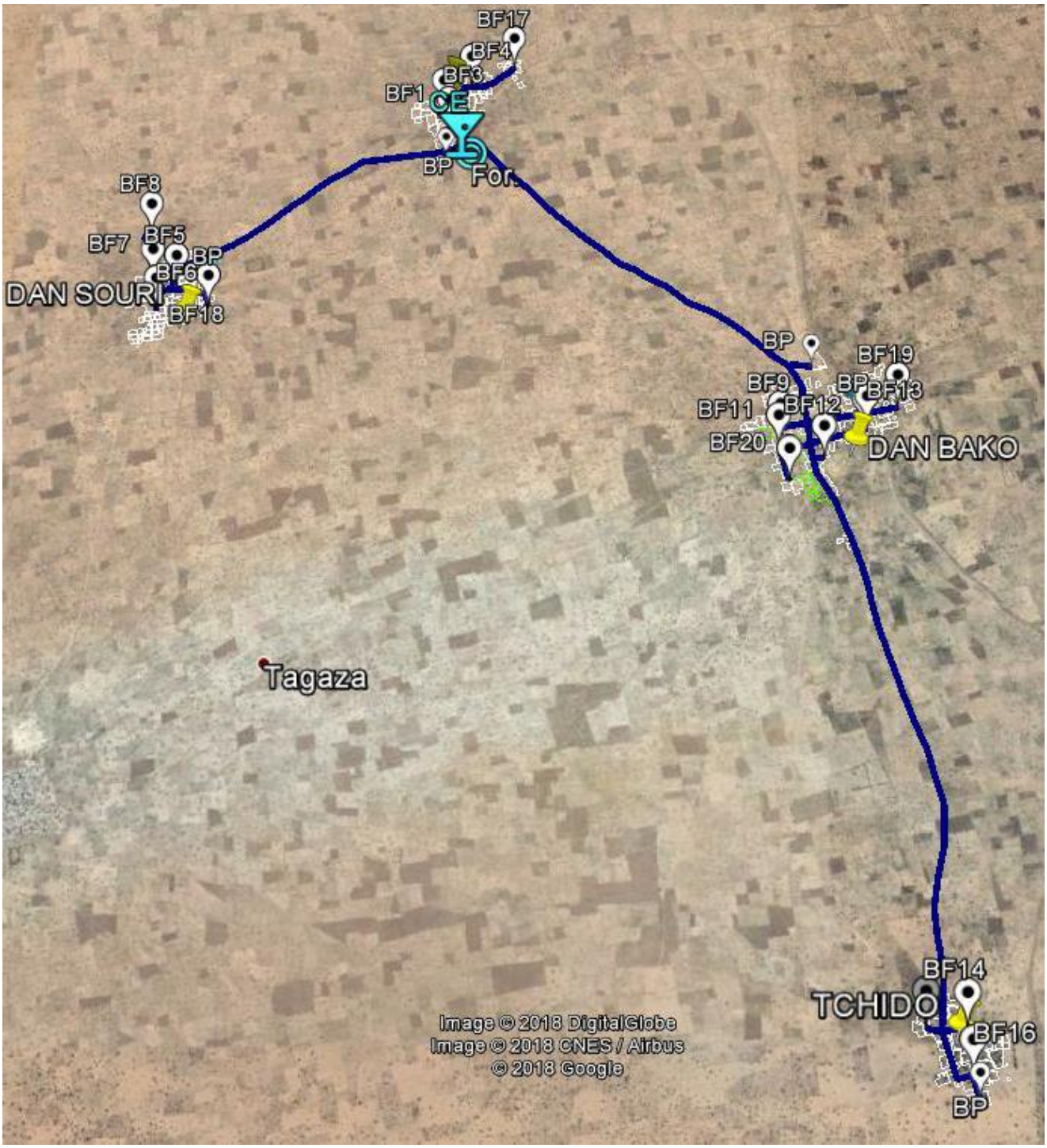
	Désignation	Unité	Prix unitaire (FCFA)	Quantité	Prix Total (FCFA)
1	**PRIX GENERAUX**				
1.1	Installation générale du chantier	F	750 000	1	750 000 F
1.2	Implantation des ouvrages	F	400 000	1	400 000 F
1.3	Dossier d'exécution et plan de récolement	F	1 000 000	1	1 000 000 F
2	**ADDUCTION**				
2.1	**Groupe électrogène**				
	Fourniture, installation et la mise en service de groupe électrogène à moteur diesel		400 000		400 000 F
2.1.1	Groupe de 22 kVa de puissance	U	7 000 000	1	7 000 000 F
2.2	**Générateurs solaires**				
2.3	**Electropompes immergées**				
	Fourniture, installation complète et la mise en service d'une pompe immergée avec raccordement fileté pour le forage vertical, avec moteur, matériel adapté aux caractéristiques du forage et à l'agressivité de l'eau (débit, HMT et longueur du câblage électrique selon le site). La fourniture comprend également les électrodes et les câbles correspondants pour la protection contre la marche à sec, ainsi que l'armoire de commande et de contrôle, un câble de sécurité et toutes sujétions				
2.3.3	Pompe immergée	U	4 100 000		4 100 000 F
2.4	**Colonne d'exhaure**				
2.4.6	Acier inoxydable de 3" de diamètre et accessoires	ml	30 000	88	2 640 000 F
2.5	**Conduite de refoulement**				
2.5.1	Acier inox 4"	ml	5 000	16	80 000 F
2.5.2	Conduite PVC PN10 -DN110	ml	6 000	16	96 000 F
2.6	**Tête de forage**				

2.6.1	Tête de forage DN 90	ens	1 800 000		1 800 000 F
2.7	**Réservoir**				
	Fourniture, transport et pose d'un château d'eau cuve en acier inox et supports en profilés acier selon spécifications techniques et selon les normes avec échelle d'accès, ensemble de pièces de tuyauterie et plomberie, dispositif de vidange, y compris excavation du sol pour les fondations en béton armé, raccordement hydraulique. L'ensemble des essais et tests géotechniques in situ et au laboratoire conduits par un laboratoire agréé nécessaire au dimensionnement des fondations du réservoir, calcul statique complet des fondations et des supports, notes de calcul, plans de ferraillage et de coffrage des fondations et toutes sujétions.				
2.7.5	Château d'eau de 100 m3, hauteur de 11 m	Ens	60 000 000		60 000 000 F
2.8	**Clôtures et bâtiments**				
2.8.1	**Bâtiment d'exploitation**				
2.8.1.1	Local de groupe électrogène	U	2 000 000	1	2 000 000 F
2.8.1.2	Local de chloration et groupe électrogène	U	2 500 000		2 500 000 F
2.8.2	**Clôture grillagée**				
2.8.2.1	Clôture de 2x (7+7)	Ens	600 000		600 000 F
2.8.2.2	Clôture de 2x (10+10)	Ens	800 000		800 000 F
2.8.2.3	Clôture de 2x (15+20)	Ens	1 000 000	1	1 000 000 F
2.8.2.4	Clôture de 2x (50+50)	Ens	2 000 000		2 000 000 F
3.	**RESEAUX DE DISTRIBUTION**				
3.1	**Fourniture et pose de canalisations PVC**				
	PVC DN 32	ml	1 500	456	684 000 F
3.1.1	PVC DN 40	ml	1 900	2 485	4 721 500 F
3.1.2	PVC DN 50	ml	2 400	314	753 600 F
3.1.3	PVC DN 63	ml	3 300	1 223	4 035 900 F
3.1.5	PVC DN 90	ml	4 100	5 505	22 570 500 F
3.1.6	PVC DN 110	ml	4 700	213	1 001 100 F

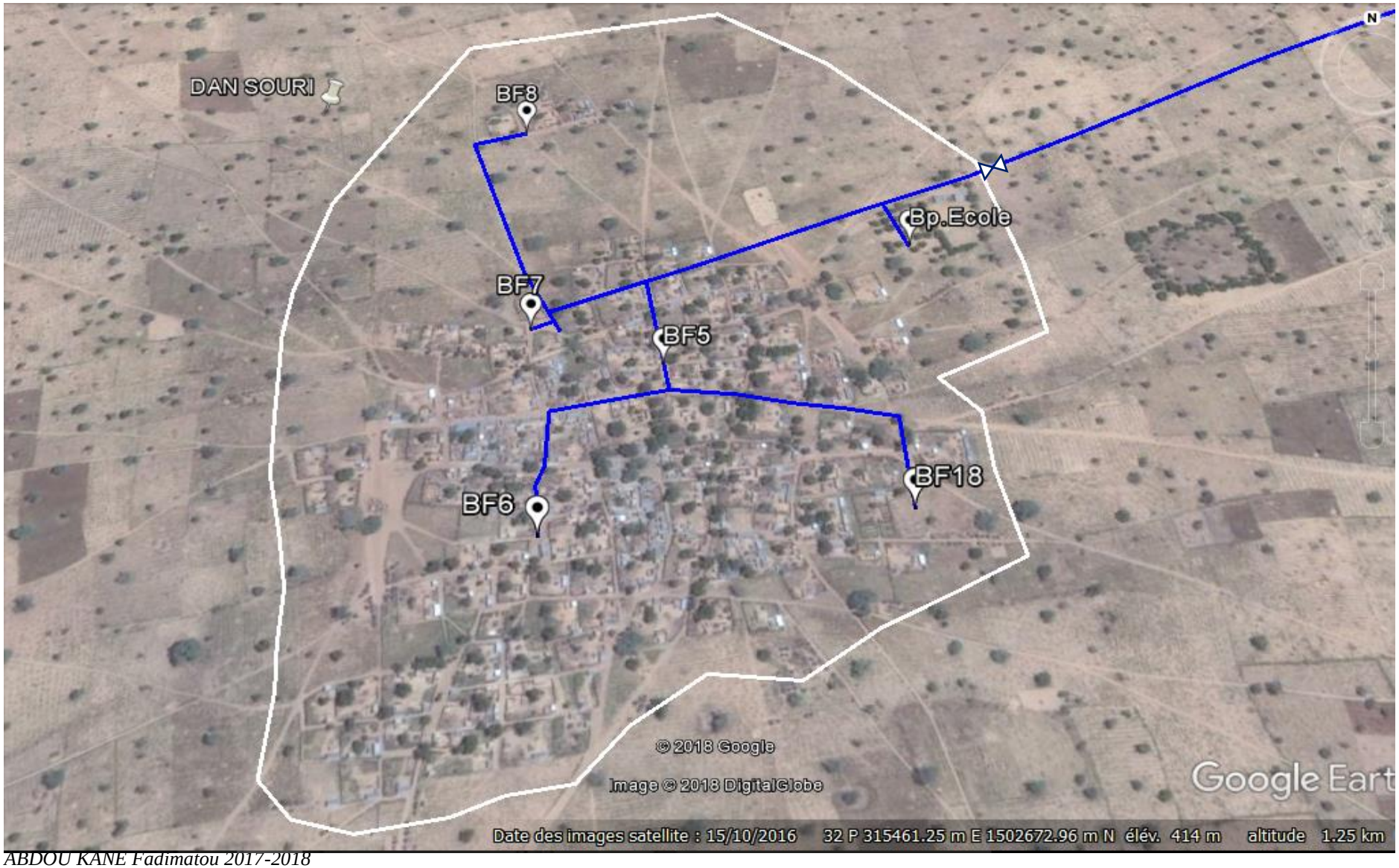
3.1.7	PVC DN 140	ml	7 200	350	2 520 000 F
3.1.8	PVC DN 160	ml	8 400	2 485	8 400 F
3.2	**Robinetterie et pièces spéciales**				
3.2.1	**Vannes**				
3.2.1.2	Vanne pour PVC DN 50	U	90 000	2	180 000 F
3.2.1.3	Vanne pour PVC DN 63	U	100 000	5	500 000 F
3.2.1.5	Vanne pour PVC DN 90	U	140 000	5	700 000 F
3.2.1.6	Vanne pour PVC DN 110	U	150 000	3	450 000 F
3.2.1.7	Vanne pour PVC DN 140	U	200 000	1	200 000 F
3.2.1.8	Vanne pour PVC DN 160	U	240 000	1	240 000 F
3.2.2	**Dispositif de Ventouse**				
	Fourniture et pose en regard de ventouse en conformité aux spécifications techniques. Il comprend aussi la fourniture et pose des pièces spéciales, les pièces et accessoires de raccordement, la construction du regard en maçonnerie				
3.2.2.1	Ventouse pour PVC DN 110	U	220 000	3	660 000 F
3.2.2.2	Ventouse pour PVC DN 140	U	250 000	1	250 000 F
3.2.2.3	Ventouse pour PVC DN 160	U	300 000	1	300 000 F
3.3.3	**Dispositifs de vidange**				
3.3.3.1	Vidange pour PVC DN 63	U	220 000	3	660 000 F
3.3.3.2	Vidange pour PVC DN 90	U	250 000	1	250 000 F
3.3.3.3	Vidange pour PVC DN 110	U	300 000	1	300 000 F
3.3.3.4	Vidange pour PVC DN 140	U	350 000	1	350 001 F
3.3.3.5	Vidange pour PVC DN 160	U	400 000	1	400 001 F
3.4.4.	**Regards de vannes**				
3.4.4.1	Regard de vanne 100 x 100 int	U	125 000	6	750 000 F
3.4.4.2	Regard de vannes 150 x 100 int	U	150 000	5	750 000 F

3.4.4.3	Regard de vannes 150 x 150 int	U	175 000	1	175 001 F
4	**POINTS DE DISTRIBUTION**				
4.1	Bornes fontaines à 2 robinets	ens	600 000	21	12 600 000 F
4.2	Branchements sociaux (école, santé)	ens	250 000	5	1 250 000 F
5	**ESSAI ET DESINFECTION DES INSTALLATIONS**				
5.1	Essai de pression	U	1 257 500	1	1 257 500 F
5.2	Essai des installations	U	350 000	1	350 000 F
5.3	Désinfection des installations	U	450 000	1	450 000 F
6	**DIVERS**				
6.1	Formation d'un surveillant et de son adjoint, y compris outillage et toutes sujétions.		500 000	1	500 000 F
6.2	Elaboration des documents techniques.	U	500 000	1	500 000 F
6.3	Mise à disposition de l'équipe.	Jour	150 000		150 000 F
Sous-total					147 663 503 F
Imprévus					22 149 526 F
TOTAL					169 813 029 F

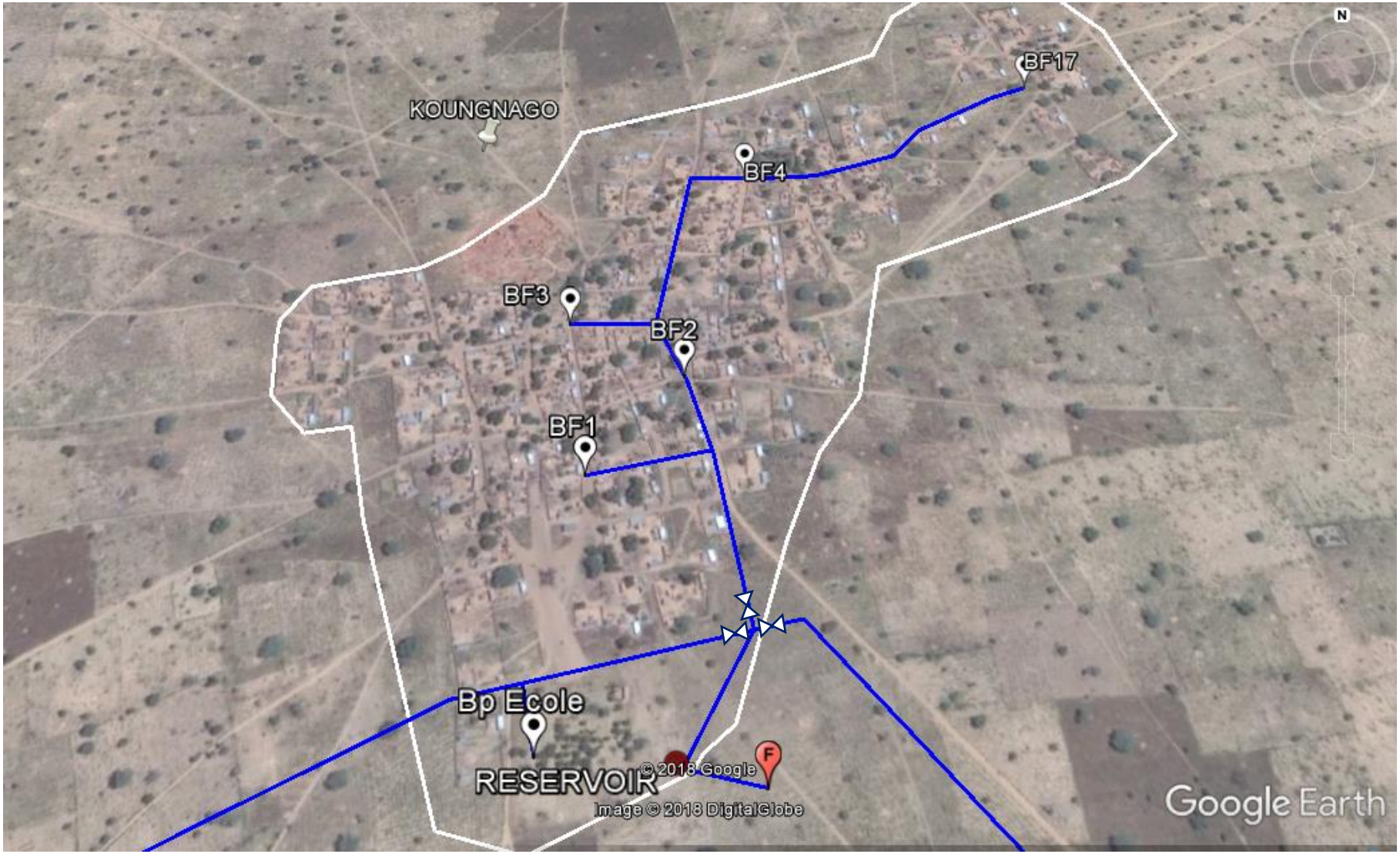
Annexe n°5 : vue d'ensemble du réseau d'eau



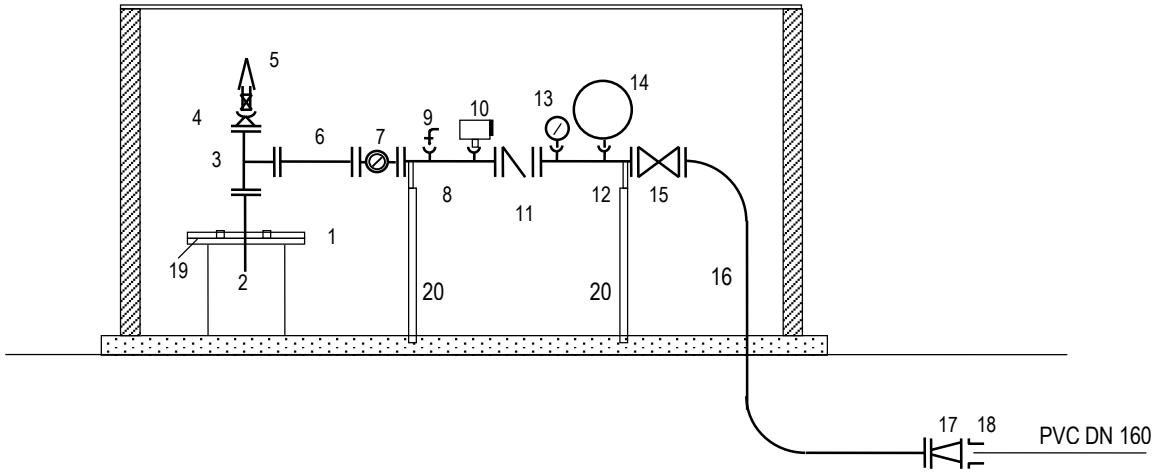
Annexe n°5 Plan du réseau de DAN-SOURI



Annexe n°6 Plan du réseau de TCHIDO


KOUNGNAGO
BF17
BF4
BF3
BF2
BF1
Bp Ecole
RESERVOIR
© 2018 Google
Image © 2018 DigitalGlobe
Google Earth
N

Annexe n°8 tête de forage

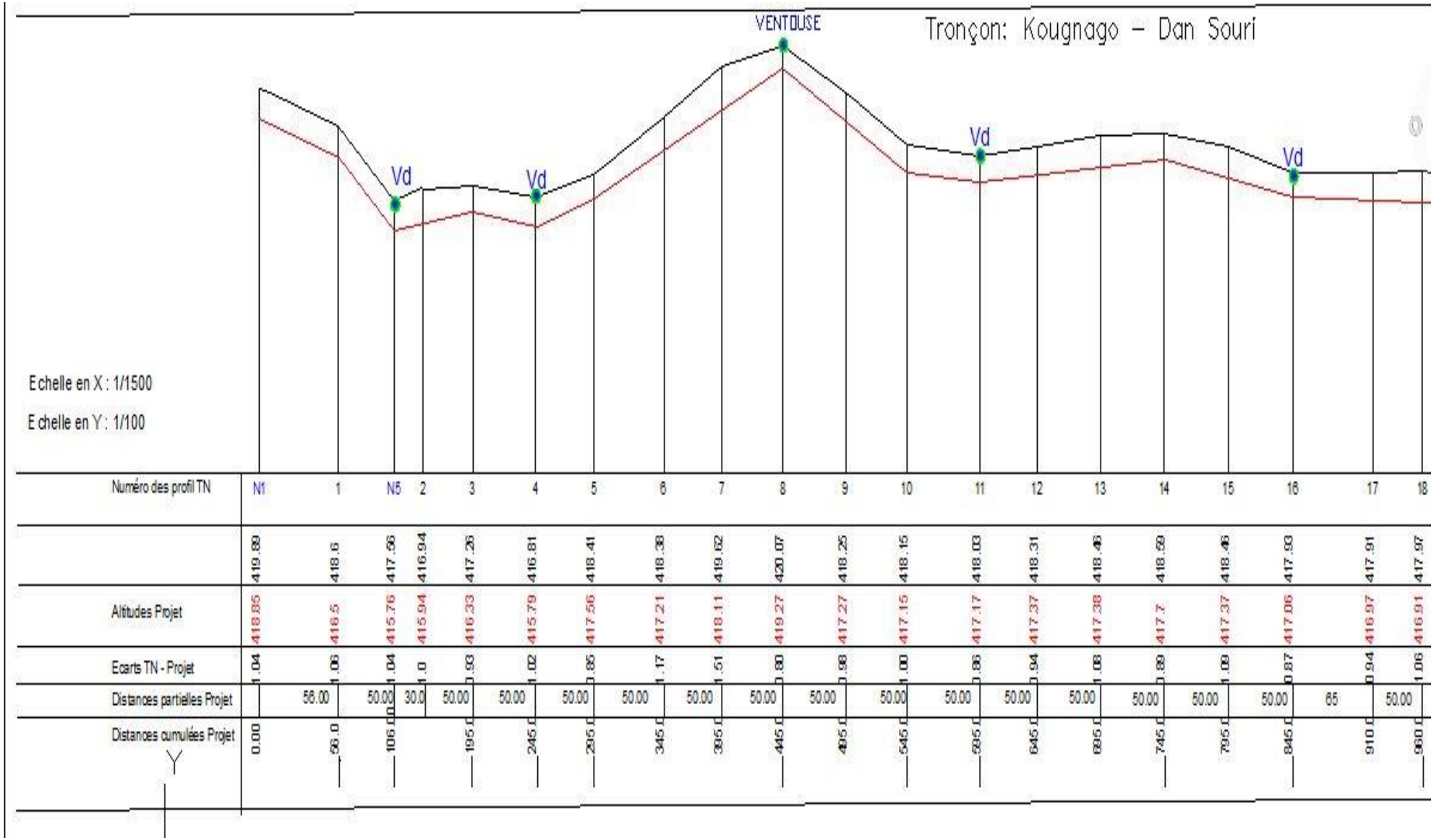


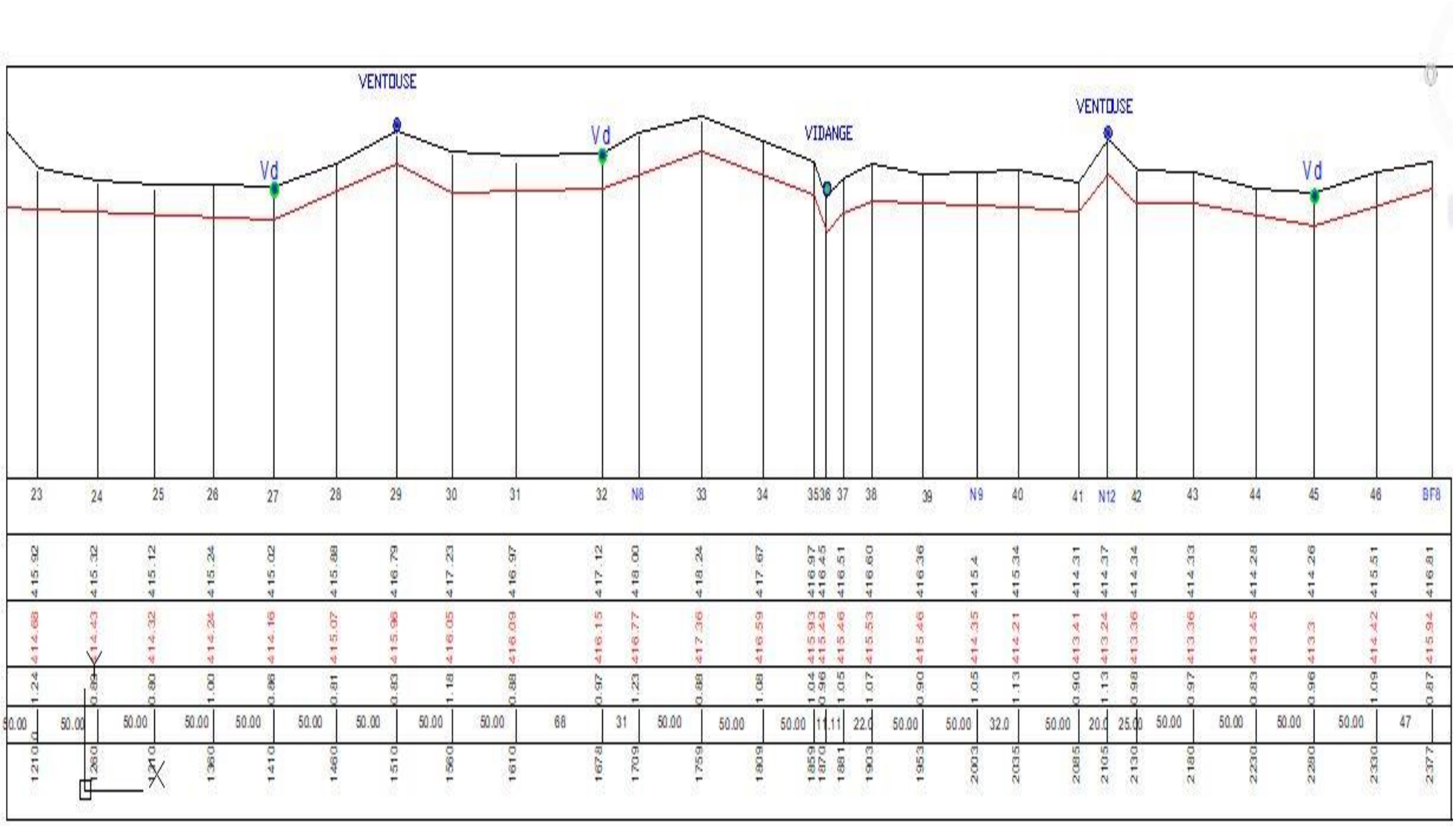
Pièces constitutives

N° d'identification	Nombre	Désignation & Références
1	01	Plaque de tête de forage acier inox 3''
2	01	Bride-uni en acier DN 160
3	01	Té acier à brides DN 160
4	01	Plaque de réduction porte ventouse DN 160
5	01	Mini - purgeur PFA 10 bars DN G ¾'' (avec robinet d'arrêt)
6	01	Manchette à brides acier DN 160 long de 40 cm au moins
7	01	Compteur de vitesse à brides Classe B DN 50mm
8	01	Manchette à brides acier DN 160 porte robinet de puisage et pressostat
9	01	Robinet de puisage de 15 x 21
10	01	Pressostat XMG B008

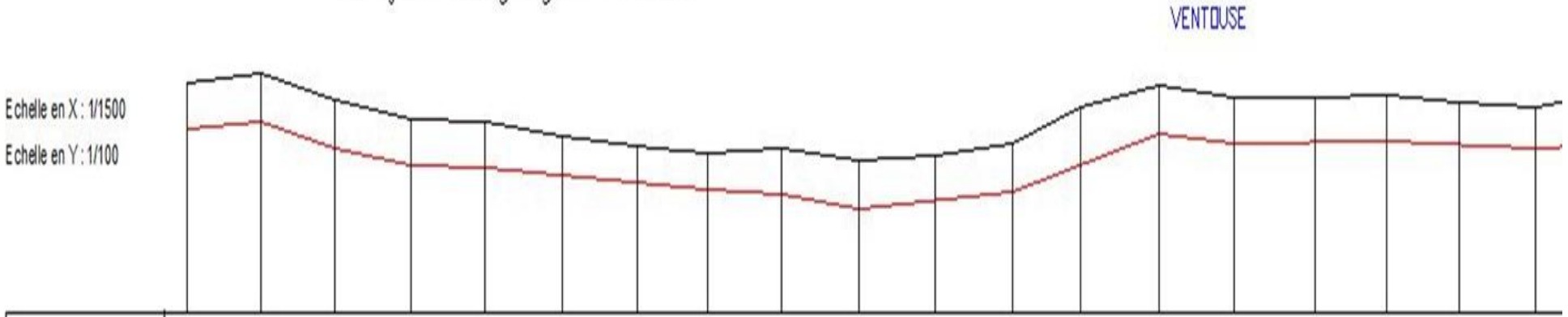
11	01	Clapet anti-retour à battant PFA 16 bars DN 160
12	01	Manchette à brides acier DN 50 porte manomètre et réservoir anti-bélier
13	01	Manomètre à bain d'huile de 0 à 10 bars (∅ sortie : 12 mm)
14	01	Réservoir anti-bélier
15	01	RVR à brides à opercule caoutchouc DN 160
16	01	Esse de réglage en acier à brides DN 160
17	01	Cône à brides en acier DN 160
18	01	Raccord major pour PVC DN 160
19	01	Bride en acier DN 160
20	02	Support métallique

Annexe n°9 Profils en long

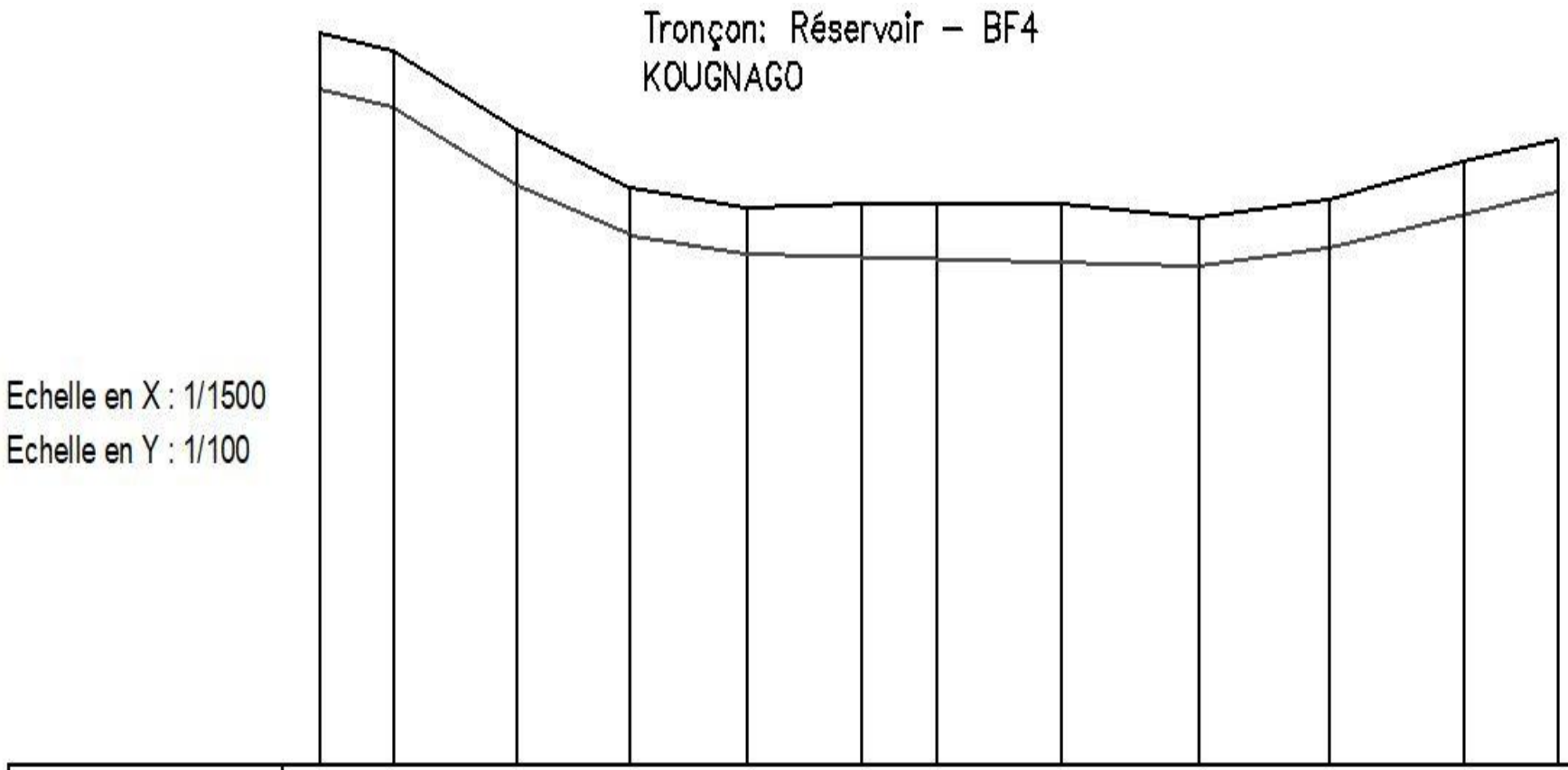



VENTOUSE
Vd
Vd
VIDANGE
VENTOUSE
Vd
23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 N8 33 34 35 36 37 38 39 N9 40 41 N12 42 43 44 45 46 BF8
415.92 415.32 415.12 415.24 415.02 415.88 416.79 417.23 416.97 417.12 418.00 418.24 417.67 416.97 416.45 416.51 416.60 416.36 4154 415.34 414.31 414.37 414.34 414.33 414.28 414.26 415.51 416.81
412.68 414.43 414.32 414.24 414.16 415.07 415.96 416.05 416.09 416.15 416.77 417.36 416.59 415.93 415.49 415.46 415.53 415.46 414.35 414.21 413.41 413.24 413.36 413.36 413.45 413.3 414.42 415.94
1.24 0.80 0.80 1.00 0.86 0.81 0.83 1.18 0.88 0.97 1.23 0.88 1.08 1.04 0.96 1.05 1.07 0.90 1.05 1.13 0.90 1.13 0.98 0.97 0.83 0.96 1.09 0.87
50.00 50.00 50.00 50.00 50.00 50.00 50.00 50.00 50.00 68 31 50.00 50.00 50.00 11.11 22.0 50.00 50.00 32.0 50.00 20.0 25.00 50.00 50.00 50.00 50.00 47
1210.0 1260 1310 1360 1410 1460 1510 1560 1610 1678 1709 1759 1809 1859 1870 1881 1903 1953 2003 2035 2085 2105 2130 2180 2230 2280 2330 2377

Tronçon: Kougnago – Tchido



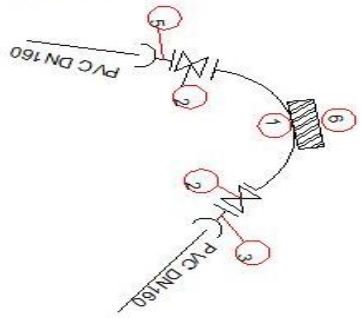
Numéro de profils en travers	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Altitudes TN	416.79	416.9	416.63	416.24	416.19	415.85	415.59	415.46	415.61	415.33	415.43	415.70	416.50	416.97	416.73	416.70	416.77	416.58	416.50
Altitudes Projet	416.76	415.87	415.60	415.21	415.16	414.49	414.46	414.43	414.58	414.30	414.48	414.67	414.26	414.94	415.70	415.71	415.74	415.67	415.60
Ecarts TN - Projet	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	0.95	0.99	1.03	1.03	1.03	0.95	1.03	1.24	1.03	1.03	0.99	1.03	0.91	0.90
Distances partielles Projet		50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Distances cumulées Projet	0.00	50.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	400.0	450.0	500.0	550.0	600.0	650.0	700.0	750.0	800.0	850.0	900.0



Numéro de profils en travers	CHATEAU	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
Altitudes TN	419.46	419.19	418.74	417.66	417.30	417.07	417.05	417.03	416.81	416.91	417.15	417.55
Altitudes Projet	418.43	418.15	417.75	416.66	416.44	416.13	416.09	416.08	415.93	415.99	416.14	416.57
Ecarts TN - Projet	1.03	1.04	0.99	1.00	0.86	0.94	0.96	0.95	0.88	0.92	1.01	0.98
Distances partielles Projet		26	50.00	50.00	39	50.00	24	50.00	50.00	50.00	50.00	39
Distances cumulées Projet	0.00	26.0	76.0	126.0	165.0	215.0	239.0	289.0	339.0	389.0	439.0	478.0

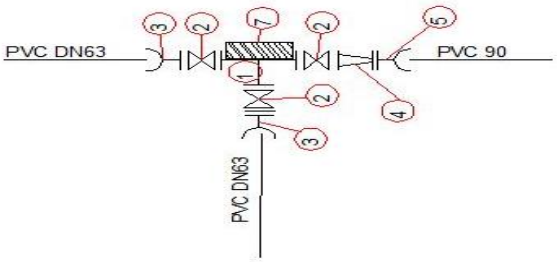
Annexe n°9 : Carnet des nœuds

Noeud 16/17



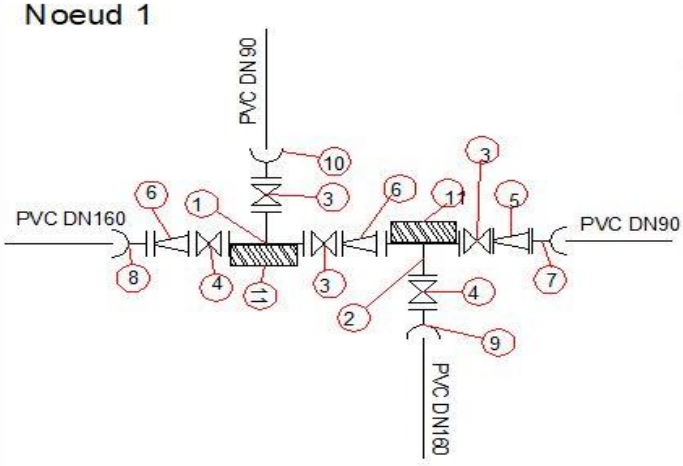
1 .Coude 90 DN160
2 .Vanne DN160
3. Adaptateur a bride DN160
5. Adaptateur a bride DE160
6. Butée

Noeud 9



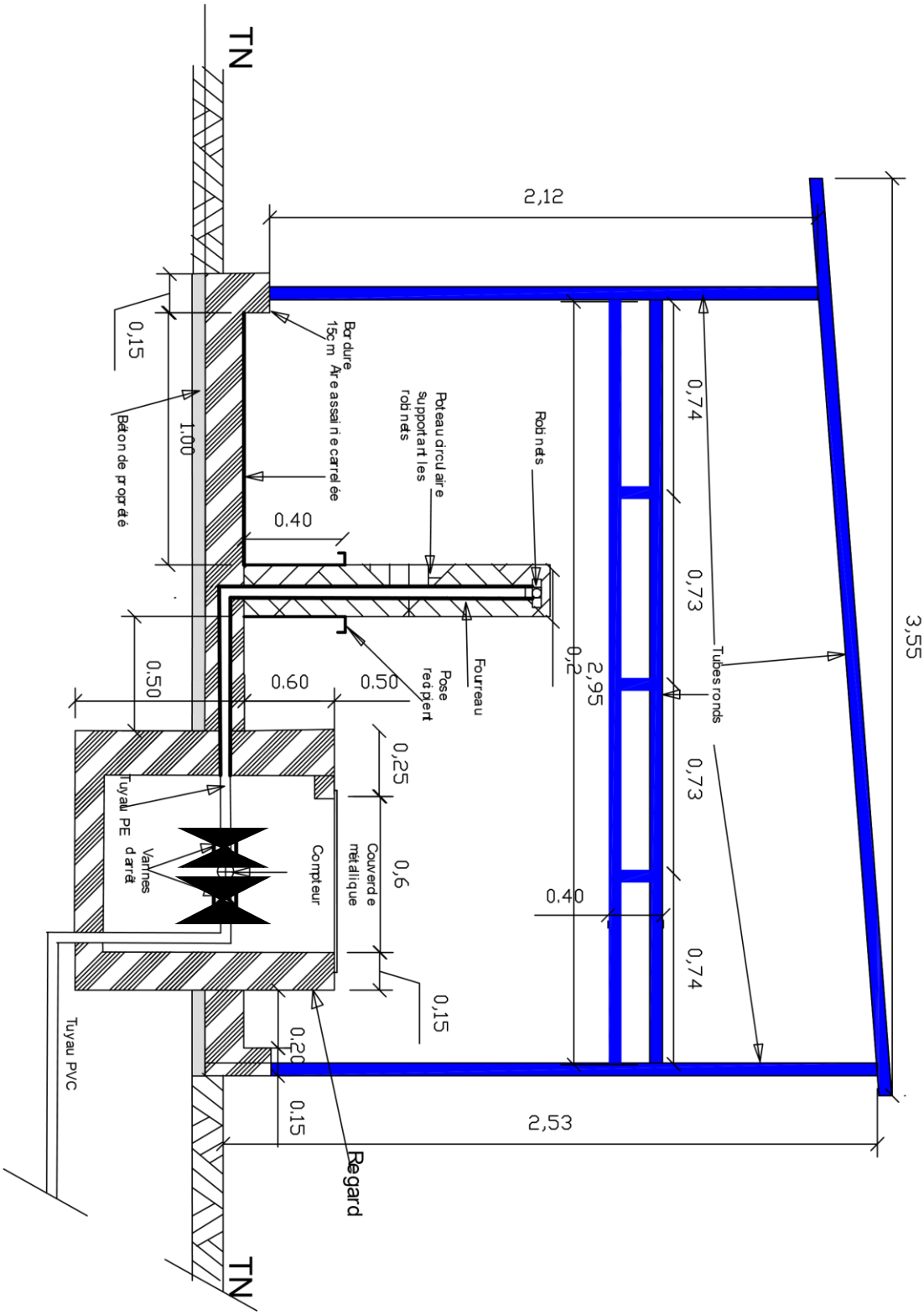
1 .TE 90 3B DN63/90
2 .Vanne DN63
3. Adaptateur a bride DN63
4. reducteur à emboitement 90/63
5. Adaptateur a bride DE90
7. Butée

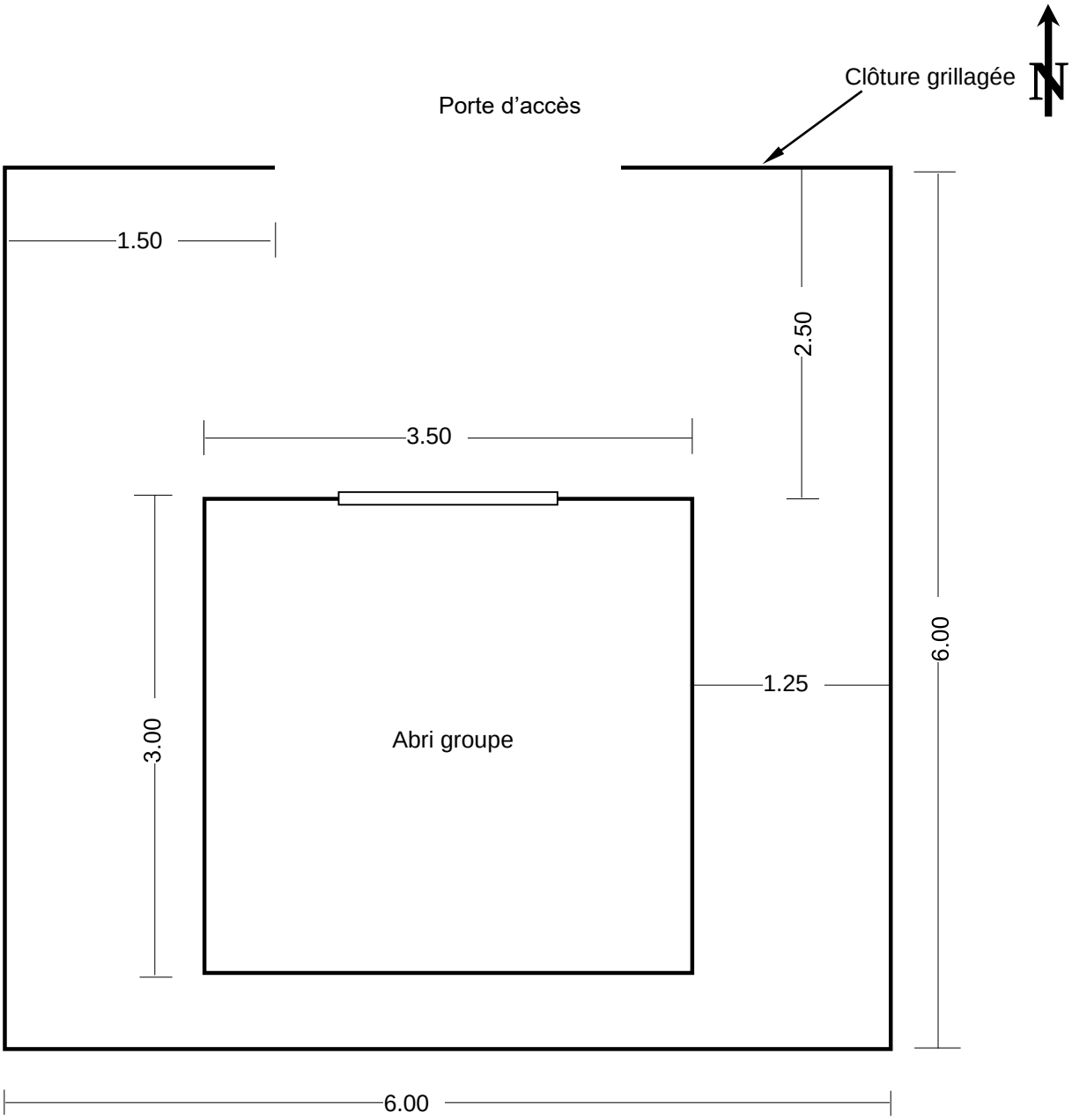
Noeud 1



1. TE 90 3B DN160
2. TE 90 3B DN90
3 .Vanne DN80/90
4. Vanne DN150/160
5. reducteur à emboitement 160/90
6. reducteur à emboitement 400/250
7. Adaptateur a bride DE90
8. Adaptateur a bride DE160
9. Adaptateur a bride DE160
10. Adaptateur a bride DE90
11. Butée

Annexe n°10 Coupe borne fontaine


TN
2,12
0,15
Bordure 15cm
Aire assainie carrelée
Poteau circulaire supportant les robinets
Robinets
Béton de propreté
1.00
0.40
0,74
0,73
0,73
0,74
3,55
Tubes ronds
0,2
2,95
0,50
0.60
0.50
Pose regard
Fourreau
0,25
0,6
0,15
0,20
0,15
0.40
Tuyau PE
Vannes d'arrêt
Compteur
Couverde métallique
Tuyau PVC
2,53
Regard
TN

COUPE AA

Annexe n°11 : Abris groupe