



**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système
d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale
de Bouza, région de Tahoua (Niger)**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER
SPECIALITE: INFRASTRUCTURES ET RESEAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le [04 juillet 2019] par :

Alhassane AG ALMAHMOUD

Encadrant 2iE : Dr. Lawani Adjadi MOUNIROU, enseignant-chercheur 2IE

**Maître de stage : M. Saley OUMAROU (Ingénieur du génie rural, Directeur technique du
Cabinet CEH- SIDI)**

Structure (s) d'accueil : Cabinet d'Étude et de contrôle des Travaux (CEH- SIDI)

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : **Dr. Harinaivo A. ANDRIANISA**

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

M. Moussa FAYE

Promotion [2018/2019]

DEDICACES

Je dédie ce travail à toute ma famille

REMERCIEMENTS

Au terme de la rédaction de ce mémoire, c'est un devoir agréable d'exprimer en quelques lignes la reconnaissance que je dois à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à l'élaboration de ce travail, qu'ils trouvent ici mes vifs respects et ma profonde gratitude.

J'adresse mes sincères remerciements à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE) pour nous avoir donné une formation de bonne qualité.

Je remercie particulièrement :

Monsieur Mahaman SIDI, le Directeur gérant du Cabinet CEH- SIDI pour m'avoir permis d'effectuer mon stage de fin d'études au sein du Cabinet.

Messieurs Saley OUMAROU et Sani OUMAROU, ingénieurs du génie rural qui nous ont tant appris sur le plan académique que social. Leurs disponibilités nous a permis d'avoir un bon encadrement.

Docteur, Lawani Adjadi MOUNIROU, enseignant-chercheur 2iE, Département Génie civil et hydraulique (GCH) 2iE, pour sa disponibilité et son encadrement.

Mme DIAKITE Madeleine EVRARD pour tout son soutien et appui.

Mes enseignants de 2iE qui n'ont ménagé aucun effort pour nous offrir une formation de qualité et un accompagnement à la hauteur de nos attentes.

RESUME

Aujourd'hui, l'un des défis majeurs auxquels le Niger fait face est l'accès à l'eau potable en milieu rural, malgré la disponibilité d'importantes ressources en eaux souterraines de bonne qualité. C'est le cas des populations de la commune rurale de Bouza dont les seuls points d'approvisionnement en eau sont des puits améliorés et traditionnels.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce thème dont l'objectif est de faire l'étude APD pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages regroupant huit (8) villages de la commune rurale de Bouza : Tsambo Illiassou (village centre), Tsambo Tinga, Kaoura Goga, Kaoura Guidan Dagi, Handirma, Akela, Dogon Gona et Handirma Guidan Fako. Les études socio-économiques faites à cet effet, ont permis d'évaluer les besoins moyens en eau nécessaires pouvant satisfaire les populations à l'horizon du projet (2034) à **566 m³/j** en période de pointe pour une population estimée à **31 289 habitants**.

La mobilisation de la ressource sera assurée par un forage de débit prévisionnel de **50 m³/h** et de profondeur 600 m. Ensuite, le refoulement se fera sur une longueur de **198 m** dans un réservoir d'eau métallique posé au sol de capacité **150 m³**, au moyen d'un groupe électrogène à moteur thermique de puissance apparente **80 kVA**.

Les points de desserte sont des bornes fontaines (50) à deux robinets, des branchements particuliers (9) et un abreuvoir. Le réseau de distribution est long de **22 038 ml**, constitué de conduites en PVC PN10 DURAPLAST de diamètre variant de DN32 à DN200.

La gestion du système sera confiée à un opérateur privé suivant les principes de la délégation par affermage. Le coût total du projet s'élève à **357 357 893 FCFA**. Le prix de revient du mètre cube d'eau en tenant compte de l'amortissement des investissements de moins de dix ans est 300 F CFA. Le prix de vente de l'eau est fixé à 500 F/m³.

Mots Clés :

- 1 - AEP multi villages
- 2 - Affermage
- 3 - APD
- 4 - Bouza
- 5 - Réseau

ABSTRACT

Today, one of the major challenges facing Niger is access to drinking water in rural areas, despite the availability of significant groundwater resources of good quality. This is the case of the rural communities of Bouza whose only water supply points are improved and traditional wells.

It is in this context that this theme is part of which the objective is to make the study before detailed project for the realization of a system of drinking water supply multi village regrouping eight (8) villages of the rural town of Bouza: Tsambo Illiassou (village center), Tsambo Tinga, Kaura Goga, Kaura Guidan Dagi, Handirma, Akela, Dogon Gona and Handirma Guidan Fako. The socio-economic studies carried out for this purpose, made it possible to evaluate the necessary water needs which could satisfy the populations at the project horizon (2034) to 566 m³ / d at peak period for a population of 31,289 in habitants.

The mobilization of the resource will be provided by predicted flow drilling of 50 m³ / h and depth 600 m. The discharge will be over a length of 198 m in a ground metal water tank of 170 m³ capacity, using a generator of 80 kVA.

The service points are two tap faucets (50), special connections (9) and a drinking trough. The distribution network consists of DURAPLAST PN10 PVC pipes ranging from DN32 to DN200 with a length of 22,038 m.

The management of the system will be entrusted to a private operator following the principles of the delegation by leasing. The total cost of the project is **357 357 893** FCFA. The cost price of the cubic meter of water taking into account the amortization of investments of less than ten years is 300 FCFA. The selling price of water is fixed at 500 F/m³.

Key words :

- 1 – BDP (before detailed project)
- 2 - leasing
- 3 - Bouza
- 4 - multi villages
- 5 - network

LISTE DES ABREVIATIONS

AEP : Alimentation en Eau Potable

APD : Avant - Projet Détaillé

BF : Borne Fontaine

BP : Branchement Privé

CEH-SIDI : Cabinet d'Études et de Contrôle des Travaux-SIDI

CS : Centre de Santé

CI : Continental Intercalaire

DN : Diamètre Nominal

PVC : Polychlorure de vinyle

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

PVC : Polychlorure de vinyle

ODD : Objectifs du Développement Durable

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

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

RENALOC : Recensement National par Localité

SEEN : Société d'Exploitation des Eaux du Niger

SOMMAIRE

Dédicaces	i
Remerciements.....	ii
Résumé.....	iii
liste des abréviations	v
Sommaire	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES	viii
I INTRODUCTION GENERALE	1
II PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE.....	3
II.1 Présentation de la structure d'accueil	3
II.2 Présentation de la zone d'étude	5
III PRESENTATION DU PROJET.....	11
IV APPROCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE.....	14
V ETUDE TECHNIQUE	21
V.1 Evaluation de la ressource en eau	21
V.2 Evaluation des besoins en eau actuels et futurs	25
V.3 Evaluation des besoins et demandes du jour de pointe	27
V.4 Dimensionnement du réseau de distribution	29
V.5 Le stockage	32
V.6 Dimensionnement du réseau d'adduction	33
V.7 Points de desserte	38
V.8 Proposition d'un système de traitement et contrôle de la qualité de l'eau	40
V.9 Ouvrages annexes sur le réseau	41
V.10 Mode de gestion du système d'alimentation en eau potable.....	42
VI étude du coût du projet et du prix de revient de l'eau.....	43
VI.1 Calcul du coût du projet.....	43
VI.2 Calcul du prix de revient de l'eau	44
VII Notice d'impact environnementale	48
VII.1 Cadre législatif et réglementaire.....	48
VII.2 Impacts potentiels du projet.....	50
VII.3 Plan de gestion environnementale et sociale (pges)	51
VIII CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	58
Bibliographie :.....	59
ANNEXES	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Population de la zone selon RENALOC 2012	10
Tableau 2. Inventaire des ouvrages d'approvisionnement en eau existantes.....	13
Tableau 3. Inventaires infrastructures existantes	13
Tableau 4. Caractéristiques des forages dans le département de Bouza	23
Tableau 5. Projection de la population totale aux différentes phases du projet	26
Tableau 6. Estimation du cheptel	26
Tableau 7. Projection des besoins aux différentes phases du projet	27
Tableau 8. La synthèse des simulations de la demande	28
Tableau 9. Caractéristique conduites de distribution	30
Tableau 10. Variantes proposées.....	31
Tableau 11. Dimensionnement de la conduite de refoulement	34
Tableau 12. Données de la pompe et de la conduite	36
Tableau 13. Calcul de la variation de pression dans la conduite.....	37
Tableau 14. Nombre de BF	39
Tableau 15: Qualité des eaux du CI dans la région de Tahoua	40
Tableau 16: Norme Nigérienne de qualité d'une eau potable.....	40
Tableau 17. Récapitulatif coût estimatif	43
Tableau 18. Calcul des amortissements	45
Tableau 19. Charges d'exploitation	46
Tableau 20. Les différents prix de revient du m ³	47
Tableau 21. Mesures d'atténuation des impacts négatifs	52
Tableau 22. Programme de surveillance de la mise en œuvre des mesures environnementales	55
Tableau 23. Programme de suivi environnemental	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Organigramme du cabinet ceh-sidi	4
Figure 2. Localisation de la zone d'étude	5
Figure 3. Zone du projet.....	6
Figure 4: Hydrographie du Département de Bouza	9
Figure 5: Puits cimenté à Akela Figure 6: Vente d'eau des puits au marché Tsambo Tinga .	12
Figure 7: Coupes géologiques à travers le bassin des Iullemeden	22
Figure 8. Site des forages réalisés	24
Figure 9. Schéma du réseau d'Adduction	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10. Détermination du point de fonctionnement	36
Figure 11: Schéma du réservoir	66

I INTRODUCTION GENERALE

L'accès à l'eau potable en Afrique reste un des sujets majeurs des préoccupations des gouvernements. Elle est aussi l'enjeu d'une part importante de l'aide internationale.

Dans la zone sahélienne, et plus particulièrement au Niger, la question de l'accès à l'eau est d'autant plus cruciale que les variations interannuelles sont de plus en plus fortes, accompagnées d'un assèchement rapide et d'un amenuisement progressif des cours d'eau (Vaucelle et Harouna, 2018).

Face au développement et à la croissance démographique, l'approvisionnement en eau potable reste problématique. En effet, en milieu rural où vivent plus de 84% de la population nationale, le taux d'accès théorique (TAt) à l'eau potable est de **44,2%** c'est-à-dire moins d'un nigérien sur deux (issus de ce milieu), a accès à l'eau potable (SPEN 2015).

Pour faire face à cette situation, l'Etat Nigérien dans sa politique d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural, s'est engagé, à l'instar des autres pays, à atteindre à l'horizon 2030, les Objectifs du Développement Durable (ODD), notamment l'ODD n° 6 qui vise à assurer la disponibilité et la gestion durable de l'eau et de l'assainissement pour tous (MHA).

Pour atteindre ces objectifs, le gouvernement a mis en place un vaste programme permettant l'amélioration durable de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement dans les zones reculées des régions de Dosso, Maradi, Tahoua et Tillabéri à travers la réalisation de :

- 120 forages positifs équipés des pompes à motricité humaine alimentant entre 200 et 250 habitants par ouvrage.
- 30 systèmes villageois d'alimentation en eau potable avec forages équipés de système de pompages solaires et servant aussi de pôles de croissance socio-économiques.
- 02 systèmes multi-villages d'alimentation en eau potable pour la satisfaction des besoins de plus de 4500 habitants.

Ainsi dans le cadre de financement de la Banque Islamique de Développement (BID) pour le projet BID-UEMOA d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural, le gouvernement a opté pour la réalisation des systèmes multi-villages d'alimentation en eau potable dans la région de Tahoua. Les principales raisons ayant conduit l'Etat du Niger à s'engager dans l'option des systèmes d'AEP multi-villages sont entre autres les avantages comparatifs en matière du coût d'investissement (par rapport à la réalisation de mini-AEP dans chaque localité), la rentabilité et la possibilité d'améliorer le taux de couverture en matière de desserte en eau

potable dans les zones rurales. Ces systèmes créent des emplois au niveau local et génèrent des recettes permettant d'assurer leur renouvellement. (SWISSAID 2016).

C'est dans ce cadre, l'Etat Nigérien à travers l'Agence Nigérienne des Travaux d'Intérêt Public (NIGETIP) a recouru aux services du Cabinet d'Etudes et de contrôle de travaux Hydrauliques (CEH-SIDI), afin d'assurer les Etudes de réalisation de deux (02) systèmes multi-villages d'alimentation en eau potable dans la commune rurale de Bouza (région de Tahoua).

En effet, la réalisation de ce système d'AEP multi-villages nécessite la recherche d'option socio-économique, hydrogéologique ainsi que technique, ce qui constituera l'objet de notre étude.

Les travaux à mener dans le cadre de ces études techniques sont entre autres :

- ✓ Enquêtes socio-économiques pour évaluer les besoins en eau de la population ;
- ✓ Dimensionnement du système d'AEP ;
- ✓ Evaluation financière du projet ;
- ✓ Etude d'impact environnemental et socio-économique du projet.

II PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 Présentation de la structure d'accueil

II.1.1 Localisation

Le Cabinet d'Etudes et de Contrôle de Travaux Hydrauliques (CEH - SIDI) est un bureau d'étude privé, dont le siège est situé dans la commune 2 de Niamey aux coordonnées géographiques 13°32'21.60"N et 2° 6'11.70"E.

II.1.2 Historique et missions

Le Cabinet d'Etudes SIDI a été créé en juin 1995. Il est devenu plus tard Cabinet d'Etudes et de Contrôle de Travaux Hydrauliques CEH - SIDI SARL. Le Cabinet d'Etudes s'est alors fixé comme objectifs, le développement d'une stratégie graduelle de croissance basée sur les axes suivants :

- ✓ La conquête d'un savoir-faire résolument moderne mais adapté à l'environnement socio-économique et culturel du Niger ;
- ✓ La mise en place d'un staff de jeunes diplômés formés sous l'encadrement de professionnels expérimentés ;
- ✓ La recherche et la promotion de partenariat avec des bureaux d'études et associations de développement du nord et du sud dans le but de partage, de transfert de technologie et de compétence ;

II.1.3 Organigramme

L'organisation du cabinet se présente comme suit :

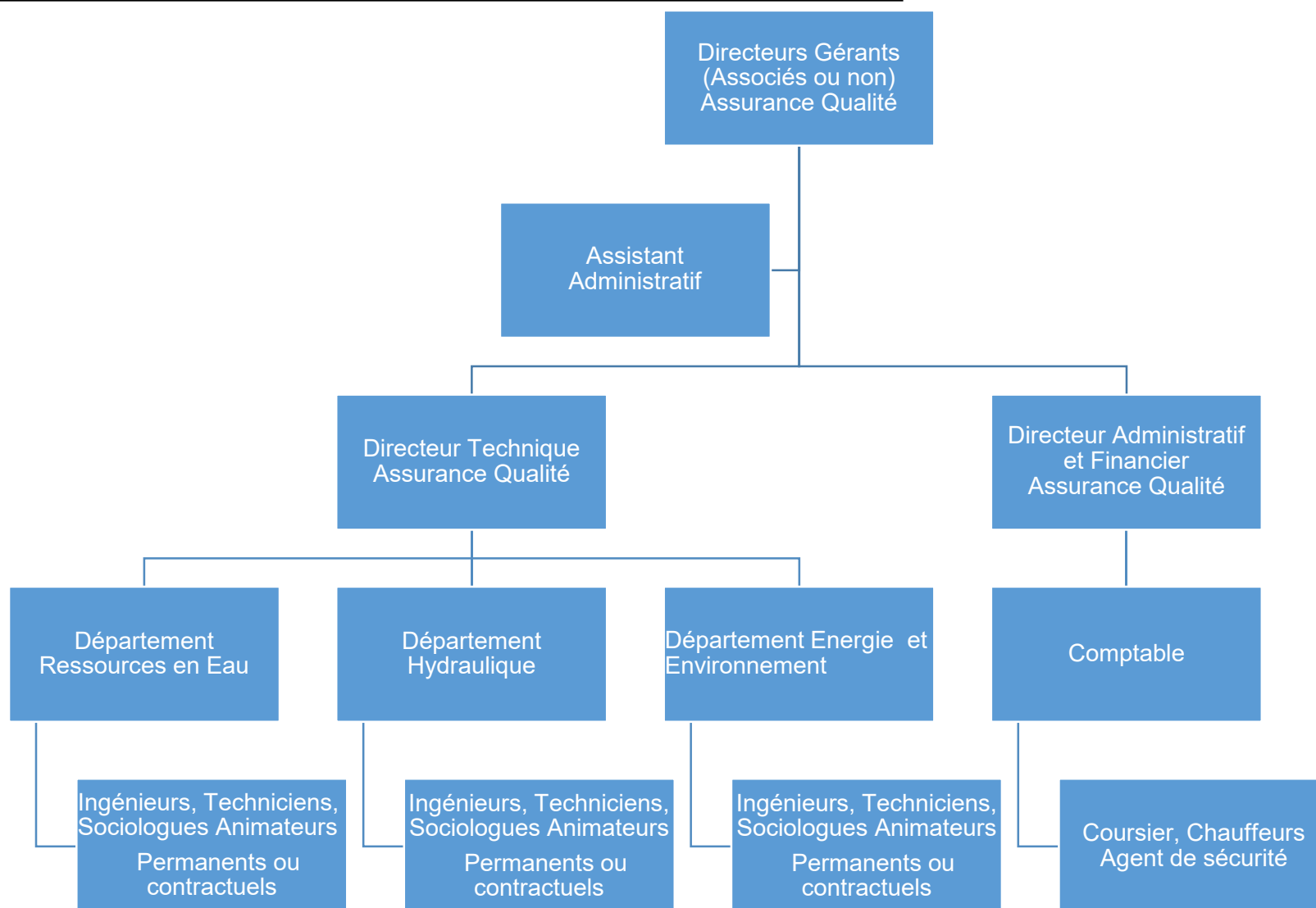


Figure 1. Organigramme du cabinet ceh-sidi

II.2 Présentation de la zone d'étude

II.2.1 Localisation de la zone d'étude

La Région de Tahoua est créée par la loi n° 98- 31 du 14 septembre 1998. Elle est située entre les parallèles 13°42' et 18°30' latitude Nord et les méridiens 3°53' et 6°42' longitude Est et est limitée au nord par la Région d'Agadez ; au sud par la République Fédérale du Nigeria ; à l'Est par la Région de Maradi ; à l'Ouest par la Région de Dosso, de Tillabéry et la République du Mali.

Bouza est un département situé au sud-est de la région de Tahoua. Il couvre une superficie de 3 777 km². Le département de Bouza est composé de la commune urbaine de Bouza et des communes rurales de Bouza, Allakaye, Babankatami, Déoulé, Karofane, Tabotaki et Tama.

La zone du projet comprend les villages de Tsambo Illiassou, Tsambo Tinga, Kaoura Goga, Dogon Gona, Kouara Dadj, Akela, Handirma et Guidan Fako Handirma.

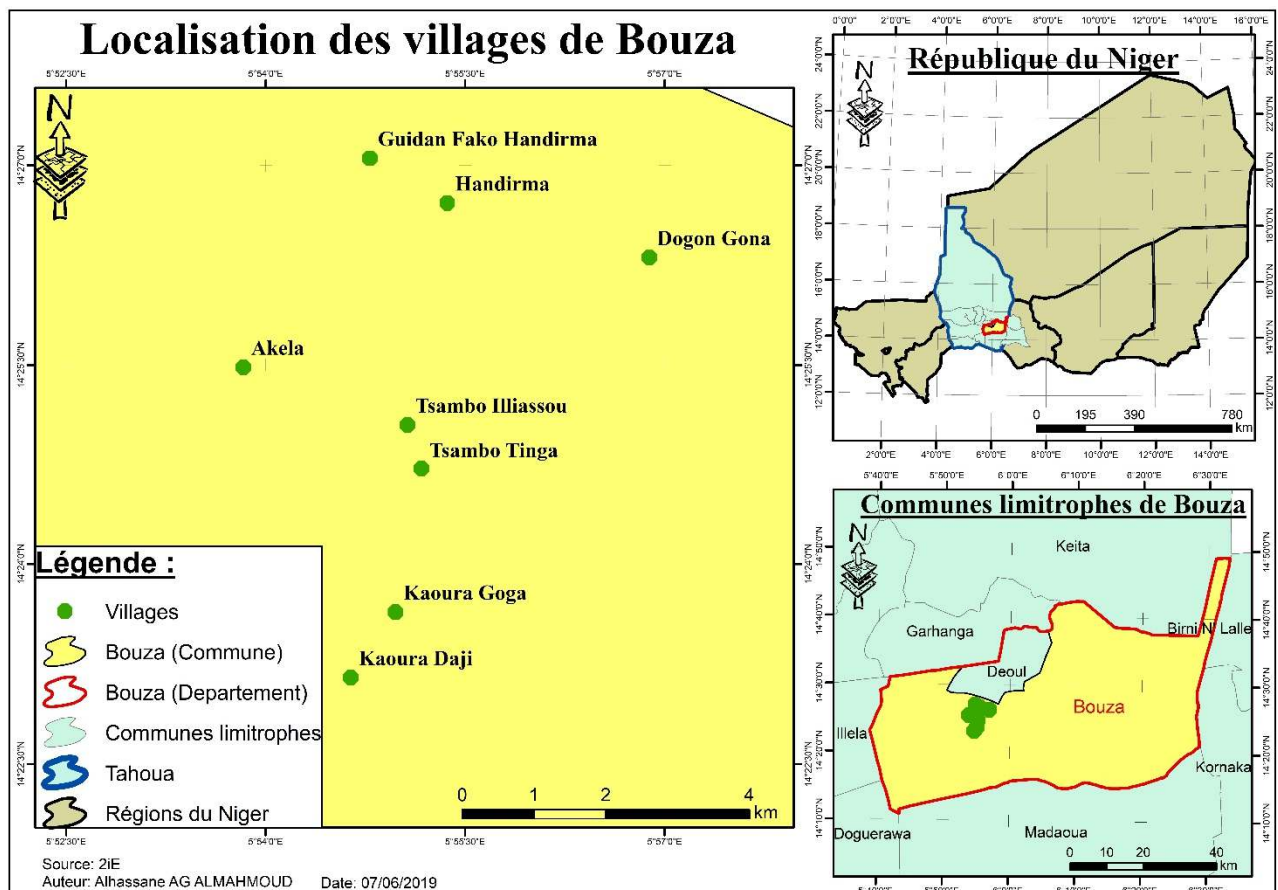


Figure 2. Localisation de la zone d'étude

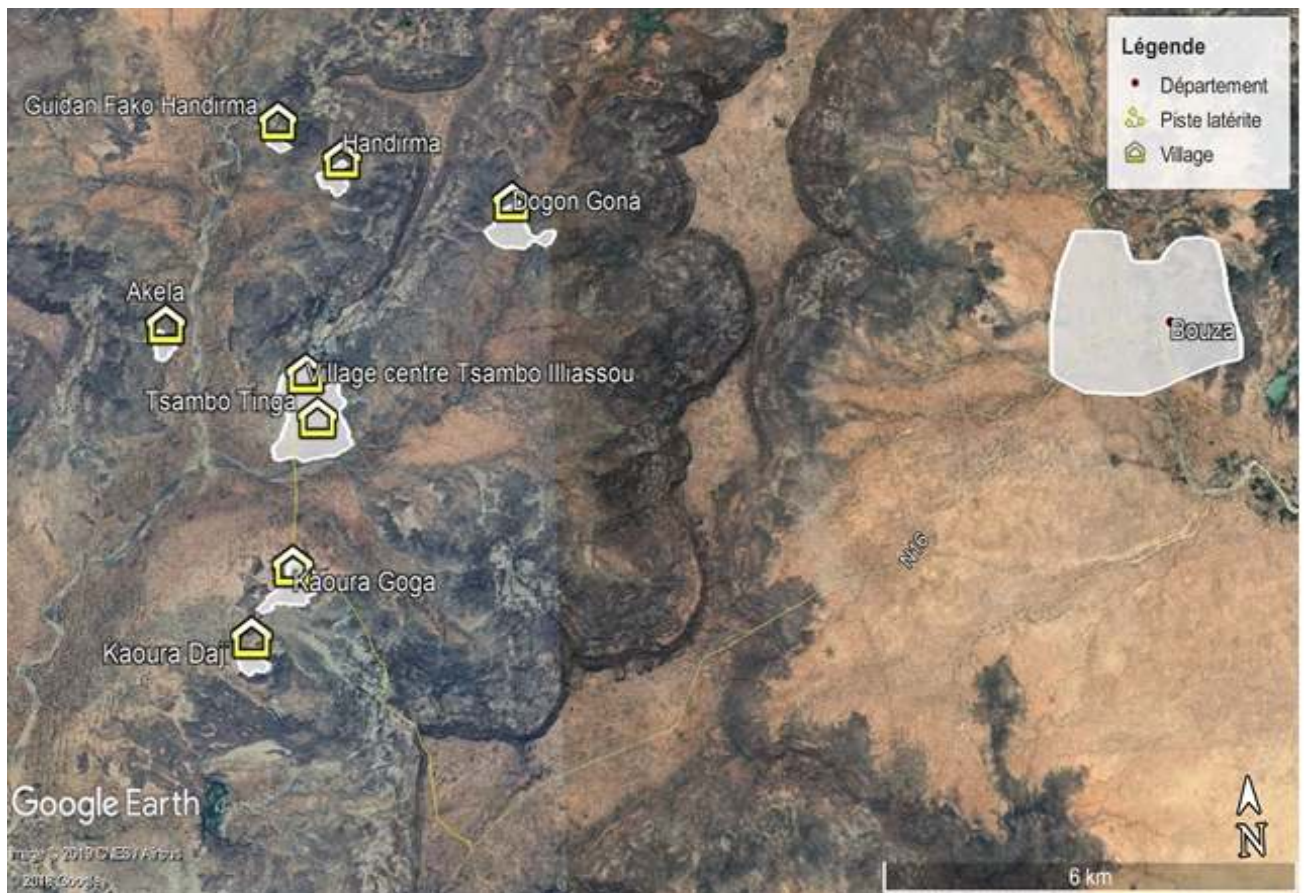


Figure 3. Zone du projet

II.2.2 Données de base

II.2.2.1 Climat :

Il est de type sahélien et se distingue par l'existence d'une succession de trois (3) saisons distinctes qui sont :

- Une saison sèche et froide, d'octobre à janvier ;
- Une saison sèche et chaude, de février à mi-juin et ;
- Une saison pluvieuse, de mi-juin à septembre.

Les pluviométries sont variables d'une année à une autre. Le cumul annuel moyen enregistré sur les trois (3) postes pluviométriques de la communauté urbaine entre 2002 et 2006 est de l'ordre de 344 mm en 33 jours (DRDA service des statistiques agricoles, Tahoua).

Les températures sont variables allant d'un minimum de 12°C en décembre à un maximum de 42°C en avril – mai.

Les vents dominants sont :

- L'harmattan qui souffle du Nord-Est au Sud-Ouest de novembre à avril, chaud et sec, cause principale de l'érosion éolienne.
- La mousson qui souffle du Sud-Ouest au Nord-Est de mai à octobre. C'est un vent humide qui annonce la saison hivernale.

II.2.2.2 Géologie :

La région de Tahoua est située dans le grand bassin Iulliminden, s'étendant de l'Aïr au fleuve Niger. Le bassin a été comblé par des sédiments continentaux (grès, sables argiles) pendant le crétacé et l'holocène. Lors des périodes humides (fin tertiaire, début quaternaire), un réseau hydrographique a érodé les surfaces continentales et a occasionné le creusement des vallées dans les plateaux, dont les formations supérieures furent dans le même temps fortement ferrugineuses.

II.2.2.3 Relief et les sols :

La région de Tahoua est située dans le grand bassin Iulliminden, s'étendant de l'Aïr au fleuve Niger. La zone se caractérise par deux grands ensembles :

- La zone de plateau (l'Ader-Doutchi-Maggia) d'une altitude moyenne comprise entre 300 et 500 m et un point culminant (746 m) localisé à la limite des départements de Keita et Abalak. Ce plateau est découpé par des vallées avec des versants de 200 m à l'Est et seulement 30 m à l'Ouest.
- La zone des plaines à l'Est de Madaoua, Sud-ouest de Konni, Ouest d'Illéla et dans le Nord les plaines de Tamesna et d'Azaouagh.

Les types de sols rencontrés sont :

- les sols de type ferrugineux de plateaux ;
- des sols hydro morphes des cuvettes situées dans les plateaux ;
- les sols des versants et piémonts ;
- les sols des vallées et des plaines alluviales (Taddis, Badaguichiri, Keita, Maggia, Tarka) ;
- les lithosols qui occupent les parties hautes des vallées, et les affleurements rocheux ;

Le relief de la commune de Bouza est caractérisé à l'Ouest par la vallée alluviale de la Maggia. Au centre se trouve le complexe plateau versant qui ne sont que des zones latéritiques avec des affleurements rocheux. En aval on rencontre des terres sablonneuses de faible valeur

agronomique. Du Nord au Sud la commune est bordée des collines de grande altitude suivies des glacis ferrugineux. De ces formations prennent naissance les koris qui drainent toutes les vallées.

II.2.2.4 Végétation :

La végétation est caractérisée par une formation arbustive et arborée dont les espèces les plus dominantes sont : *Acacia fhaiderbia*, *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalesis*, *Annona senegalensis*.

Quant à la végétation herbacée elle est composée de : *Cenchrus biflorus*, *Eragrostis tremula*, *Pennisetum pedicellatum*, *Commelina forskalasis*, *Adropogon gayanus* etc (PDC Bouza 2015-2019).

II.2.2.5 Etat des lieux de la ressource en eau

La région de Tahoua dispose d'énormes potentialités en eau de surface et souterraines. Le potentiel global des ressources en eau renouvelables chaque année est estimé à 1,2 milliards de m³ dont 2% seulement sont exploités (PDC Bouza 2015-2019).

Plusieurs nappes se superposent souvent dans la même zone fournissant des eaux de qualité et de débit variable. Toutes ces nappes se trouvent dans des formations sédimentaires. Mais leur exploitation est souvent difficile pour des raisons financières et techniques.

Les ressources en eau sont de deux sources : les eaux de surface et les eaux souterraines. Ces ressources sont à actuellement peu exploités.

La commune rurale de Bouza est touchée par deux (2) cours d'eau temporaire à savoir : le bras de la Tarka au Sud et la tête de la Maggia à l'Ouest.

Néanmoins la zone est marquée par beaucoup de grands koris (petit vallée, cours d'eau temporaire) qui collectent et évacuent les eaux de ruissellement au détriment de tout épandage et infiltration.

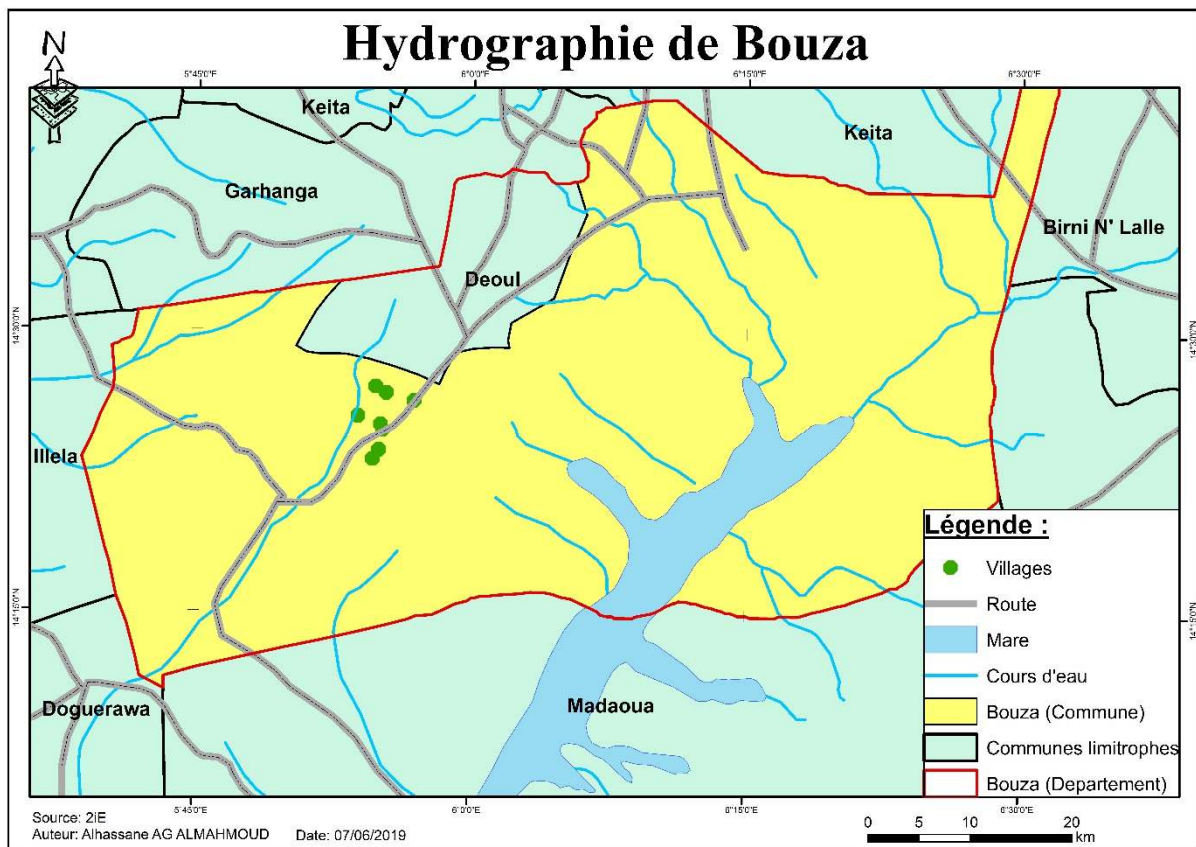


Figure 4: Hydrographie du Département de Bouza

La géologie du sous-sol montre qu'il n'existe qu'un seul élément : le continental terminal. Les sédiments sont composés d'altérites et d'argiles ferrugineuses, d'horizons d'oolithes ferrugineux alternant avec des limons, des sables quartzeux fins et de grès ferrugineux (PDC Bouza 2015-2019).

Les eaux souterraines sont localisées au niveau :

- du continental intercalaire, formations aquifère plus profonde, atteignant les 800 m par endroit. Elles regroupent les formations géologiques continentales déposées du permien au crétacé inférieur dans le bassin de Iullemenden. En général, les débits des forages varient entre 20 et 100 m³/h et peuvent dépasser le 100 m³/h à certains endroits ;
- de la nappe du continental terminal, plus ou moins accessibles (35 m à 50 m) et exploitables par puits profonds à gros diamètres (puits aménagés ou puits cimentés dans le langage local) ou forages moyens ;
- des nappes alluviales, tributaires des pluies. Elles sont plus accessibles, plus exploitées notamment par des puits maraichers ou traditionnelles. Ces nappes sont localisées dans les vallées où sont pratiquées les cultures maraichères.

II.2.3 Contexte socio-économique

II.2.3.1 Démographie

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2012 réalisé par l'Institut National de la Statistique (INS), la population des villages concernés par ce projet est estimée comme suite :

Tableau 1. Population de la zone selon RENALOC 2012

Commune	Village centre	Village de rattachement	Pop (habitants) RGPH 2012
Bouza	Tsambo Illiassou	Tsambo Illiassou	4 791
		Tsambo Tinga	2 356
		Kaoura Goga	2 028
		Kaoura Guidan Dagi	243
		Handirma	941
		Akela	519
		Dogon Gona	1 673
		Handirma Guidan Fako	105
		Total	12 656

La population totale s'élève à **12 656 habitants** avec un taux d'accroissement moyen de **4,2%** pour la commune (RGPH 2012). Par ailleurs ce taux d'accroissement est plus faible par rapport aux autres communes de la région bien qu'il reste tout de même élevé. Cette forte croissance entraîne une forte demande en infrastructures d'AEP, sanitaires, scolaires et a également une influence sur l'offre de travail.

La population est composée d'une ethnie haoussa majoritaire puis des Touaregs et des peulhs. Les langues parlées sont : le haoussa, le tamasheq et le fulfuldé. La religion pratiquée est l'Islam.

L'habitation est de type traditionnel, construit en banco et en paillote.

II.2.3.2 Activités socio-économiques

L'Agriculture est la principale activité économique de la commune et occupe 98% de la population active. Il existe deux systèmes de production, le système de cultures pluviales et le système de culture de contre saison (cultures maraîchères).

L'élevage constitue la seconde activité économique pour les populations. L'élevage est

majoritairement composé de bétail de case, et concerne aussi bien le gros bétail que les petits ruminants.

Le reste de la population active se retrouve dans le commerce de détail et la réparation des articles domestiques.

III PRESENTATION DU PROJET

III.1 Contexte et problématique

Aujourd'hui, l'un des défis majeurs auxquels le Niger fait face est l'accès à l'eau potable notamment en milieu rural malgré la disponibilité d'importantes ressources en eaux souterraines de bonne qualité. En fait, plusieurs efforts considérables ont été entrepris à travers la réalisation des plusieurs points d'eau (PN-AEP, 2011-2015). Toutefois, le rythme actuel de la croissance démographique entraine davantage l'augmentation des besoins en eau. En milieu rural tout comme certaines zones urbaines, les besoins en eau potable sont satisfaits à partir des nappes souterraines profondes dont l'exploitation demande beaucoup de moyens financiers et matériels, d'où la difficulté rencontrée par les différentes politiques dans la construction des points d'eau. A cela, s'ajoute des pannes lourdes des ouvrages nécessitant l'intervention de l'Etat, et les pannes dues à un mauvais entretien et une mauvaise gestion (PN-AEP, 2011-2015). Pour toutes ces raisons, les acteurs de l'hydraulique rural se sont orientés vers le développement de systèmes d'adduction d'eau potable multi-villages et intercommunaux.

III.2 Objectifs

III.2.1 Objectif global :

L'objectif global de la présente étude est de proposer un système d'alimentation en eau potable multi-villages en vue d'améliorer les conditions d'accès à l'eau potable des populations rurales de Bouza.

III.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques assignés à cette étude sont :

- Inventorier les infrastructures d'approvisionnement en eau de consommation des villages concernés ;
- Implanter le forage, le réservoir et positionner les différents points de desserte (bornes fontaines, branchements particuliers et abreuvoir) ;

- Concevoir et dimensionner le système d'AEP multi-villages ;
- Proposer un système de gestion pour la pérennisation des équipements ;
- Estimer le coût global du projet et le prix de revient du m³ d'eau ;
- Evaluer l'impact du projet sur l'environnement et la vie socio-économique.

III.3 Diagnostic du système actuel d'alimentation en eau potable de la zone

Aucun point d'eau amélioré n'existe dans la zone, l'approvisionnement en eau des populations se fait au niveau de puits cimentés ou traditionnelles, dans un état assez dégradé et dont la qualité de l'eau ne répond pas aux standards sanitaires.



Figure 5: Puits moderne à Akela



Figure 6: Vente d'eau des puits au marché Tsambo Tinga

La situation des infrastructures hydrauliques dans la zone lors des sorties de terrain se présente comme suit :

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-village
dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)**

Tableau 2. Inventaire des ouvrages d'approvisionnement en eau existantes

Localité	Source d'eau	Profondeur (m)	Pérennité	Distance du puits	Méthode d'exhaure
Tsambo Illiassou	2 puits aménagés	30-35 m	Pérennes	900-1 230 m	Extraction manuel
Tsambo Tinga	1 puits aménagé	30 m	Pérenne	200 m	Extraction manuel
Kaoura Goga	1 puits aménagé et 1 puits traditionnel	Inférieure à 30 m	Pérenne	1 300 m	Extraction manuel
Kaoura Guidan Dagi				400 m	
Dogon Gona	1 puits aménagé	30-35 m	Pérenne	1 600 m	Extraction manuel
Akela	1 puits aménagé	30-35 m	Pérenne	300 m	Extraction manuel
Handirma	1 puits aménagé	30-35 m	Pérenne	1 600 m	Extraction manuel
Handirma Guidan Fako				950 m	

Les infrastructures socio-économiques dans notre zone sont entre autres les établissements scolaires, les cases de santé et les marchés.

Tableau 3. Inventaires infrastructures existantes

Village centre	Villages rattachés	Ecole primaire	Collège	Case de Santé	Marché hebdomadaire
Tsambo Illiassou	Tsambo Illiassou	1	1	1	1
	Tsambo Tinga				
	Kaoura Goga	1	0	0	0
	Kaoura Guidan Dagi	1	0	0	0
	Dogon Gona	1	0	0	0
	Akela	1	0	0	0
	Handirma	1	0	0	1
	Handirma Guidan Fako	0	0	0	0

IV APPROCHE METHODOLOGIQUE ADOPTEE

Afin d'atteindre les objectifs de cette présente étude, notre démarche s'est articulée autour des phases suivantes :

IV.1 Recherche documentaire

Cette étape a permis de collecter des sources d'informations afin de mieux s'imprégner du projet. Il s'agit de collecter et d'analyser les données relatives au sujet d'étude. Il faut également s'informer sur les normes nationales qui régissent les projets d'alimentation en eau potable. La documentation s'est portée essentiellement sur la situation hydraulique et hydrogéologique des sites retenus particulièrement les études antérieures réalisées dans la zone du projet relatives à la réalisation des forages et des systèmes d'AEP, les données existantes sur les activités socio-économiques de populations. Ce travail a été effectué auprès de la direction département de l'environnement/hydraulique de Bouza, sur le site web du ministère de l'hydraulique et de l'assainissement (MHA), et de l'institut national de la statistique (INS). Ainsi cette étape nous a permis de collecter les documents suivants :

- Plan de Développement Communal (PDC) de Bouza 2015-2019 ;
- Plan d'actions national de gestion intégrée des ressources en eau PANGIRE 2017 ;
- PROgramme Sectoriels Eau Hygiène et Assainissement PROSEHA 2016-2030 ;
- Guide des services d'Alimentation en Eau Potable au Niger.

IV.2 Enquêtes socio-économiques

Avant conception de tout projet, un certain nombre d'enquêtes doivent être menées pour connaître les données de base actuelles et pouvoir effectuer une prévision de la situation future à l'horizon d'étude. Dans notre cas, ces enquêtes ont consisté à conduire des séances d'animation et sensibilisation mais aussi de collecter les statistiques sur les ouvrages hydrauliques existants. Elles se sont essentiellement portées sur le choix des villages à retenir et la volonté d'engagement des bénéficiaires.

A l'annexe N°2 nous avons la fiche d'enquête.

IV.3 Visites et travaux de terrain

Reconnaissance du site :

Le travail de terrain commence par la reconnaissance du site. Avant d'aller sur le terrain, nous

avons eu à esquisser le tracé probable du réseau et d'emplacement des points de desserte sur les images Google Earth (à l'annexe 2).

Chaque village a fait l'objet d'une visite pendant laquelle, la mission a parcouru tous les tronçons des sites retenus.

Tracé du réseau et levé topographique :

Le tracé du réseau est défini de manière à desservir toutes les populations concernées et dans des conditions économiques optimales tout en tenant compte des difficultés d'exploitation et d'entretien. Les conduites seront posées le long des routes ou pistes évitant les cimetières, les lits de cours d'eau, les lieux de culte, les collines et les domaines privés.

Les travaux topographiques ont consisté en un levé systématique de l'ensemble du réseau.

Etudes hydrogéologiques :

Les études d'implantation des forages ne présentent pas des difficultés dans la mesure où la nappe du continental intercalaire s'étend sur la quasi-totalité de la zone d'intervention du présent projet.

Pour l'implantation du forage, il n'est pas nécessaire de faire d'études géophysiques. Il est juste question de trouver un compromis entre la proximité du réservoir et de droit foncier.

L'hydrogéologie de la zone est plus approfondie dans la section étude technique de ce rapport.

IV.4 Méthode de Conception du système : Hypothèses des calculs

IV.4.1 Echéance du projet

Tout projet de réalisation d'un ouvrage neuf doit être construit en vue de satisfaire les besoins des bénéficiaires pendant une durée déterminée. La durée résulte de l'optimisation des choix techno-économiques, et est déterminée en fonction de.

- la durée de vie des éléments du système : l'équipement hydraulique (Pompe, vannes,...) peut durer de 7 à 10 ans. En général, l'horizon de l'étude pour chaque élément du système peut être limité à la durée de vie de l'équipement hydraulique (Manuel pour les adductions villageois, PROTOS) ;
- l'évolution de la demande : la demande augmente dans le temps par l'accroissement de la population à desservir ;

Ainsi dans le cadre de notre étude conformément aux recommandations du Guide d'AEP Niger et du Manuel pour l'hydraulique villageois, il sera retenu une échéance de projet de 15 ans.

Les années de référence du projet sont :

- **2019** : année des études et de réalisation du système d'AEP ;
- **2034** : année d'échéance du projet.

IV.4.2 Consommation spécifique

La consommation spécifique est le besoin journalier en eau pour un usager, nécessaire à satisfaire ses activités quotidiennes. Elle est fonction du niveau de vie, de la culture des populations et des niveaux d'équipement sanitaire (Zoungrana, 2001).

Le guide des services d'alimentation en eau potable au Niger retient une consommation de 10-15 l/j/hbt en milieu rural.

Le Niger à travers le PROSEHA, a pris l'option d'assurer le service d'eau potable essentiellement par des infrastructures qui garantissent l'accès par le truchement du robinet. C'est ainsi que les nouveaux projets d'AEP seront désormais dimensionnés en Ménage Desservi (MD). Ceci afin de permet le passage progressif dans le futur des ouvrages d'alimentation collectif (PMH, PEA, BF) vers les branchements privés. D'où les forages destinés initialement à être équipés de Pompe à Motricité Humaine (PMH) devront être dimensionnés pour pouvoir être équipés de pompes électriques et alimenter des réseaux AEP dans le futur.

Les caractéristiques d'un ménage desservi (MD) 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
- (Source : PROSEHA 2016-2030)

La population desservie est calculée sur la base de 500 personnes desservies borne fontaine (BF) (EPEM : puits cimenté, PMH, ou robinet AEP) et 10 personnes par branchement particulier (BP).

Eu égard au fait que la zone du projet sont des sites encore vierges en matière de système AEP et que nous ne savons pas dans quel sens va évoluer la demande, nous nous proposons de classer

la demande comme suit :

Hypothèse haute : consommation spécifique de 20 l/j par habitant,

Hypothèse moyenne : consommation spécifique de 15 l/j par habitant,

Hypothèse basse : consommation spécifique de 10 l/j par habitant.

Les visites de terrain des villages nous recommandent d'aborder la demande en eau avec prudence. Etant donné que nous ne disposons pas de séries de données de consommation suffisantes, on peut faire les observations suivantes :

- les consommations sont si faibles que la consommation spécifique à ces centres de gestion est loin des recommandations du guide AEP ou des termes de référence ;
- il n'y a presque pas des points d'AEP concurrentiels ;
- Les puits améliorés restent une alternative d'alimentation en eau du fait des habitudes ;
- l'habitude d'acheter l'eau s'installera avec le temps, elle ne s'installera pas dès la mise en service du système AEP ;
- il n'est pas évident que les populations acceptent acheter l'eau pour les animaux de case à plus forte raison pour le bétail transhumant.

Ainsi pour toutes ces raisons, pour l'estimation des besoins globaux journaliers en milieu rural, nous considérons l'hypothèse moyenne, soit une consommation spécifique de 15 l/j par habitant.

IV.4.3 Taux de couverture

A l'horizon du projet, le taux de couverture du réseau sera de 80% afin de tenir compte de la présence des ressources alternatives qui freinent la fréquentation du réseau. De plus, on supposera qu'à partir de la date de mise en service du système (début 2019), le taux d'accroissement annuel du nombre de personnes s'approvisionnant dans le système est de 2%. Cela implique que le taux de couverture au début du projet est de 59.44 %.

IV.4.4 Coefficient de pointe journalière

Ce coefficient exprime la consommation maximale journalière à prendre en compte pour le dimensionnement des équipements du réseau. Il explique le pique des consommations comme pendant le week-end où les usagers font de lessive, lavage ou encore arrosage de jardin.

Des études antérieures réalisées sur certains centres ruraux équipés de système d'AEP au Niger, ont données des Cpj tournant autour de 1,2 pour l'exhaure thermique. Dans notre cas à défaut

des données plus précises nous allons considérer un coefficient de pointe journalière de 1,2.

IV.4.5 Coefficient de pointe horaire

Ce coefficient exprime les habitudes du consommateur au cours de la journée, il rend compte de la consommation au cours de la journée (Zoungrana, 2001).

Le Guide des services d'Alimentation en Eau Potable au Niger fixe le coefficient de pointe horaire à 1,6 en milieu rural.

IV.4.6 Rendement du réseau :

Les pertes en eau dépendent généralement de la nature des conduites, leur durée de vie, de l'entretien et le renouvellement du réseau. Ainsi les pertes en eau au niveau des nouvelles installations sont très faibles, ce qui donne des pertes en eau d'environ 5% soit un rendement du réseau d'ordre de 95%. Par ailleurs, une mauvaise qualité des travaux lors de l'exécution peut augmenter ces pertes. Pour ces raisons le rendement du réseau à considérer est de 95%.

IV.4.7 Vitesse et pression

Le fonctionnement hydraulique normal du réseau de distribution doit se faire de façon à assurer dans les conditions les plus défavorables (pointe horaire), une pression minimale de **5 mCE** chez tout usager (au niveau des BF et BP).

Les vitesses admises ne doivent jamais être inférieures à 0.3 m/s et sans pourtant dépasser 1,5 m/s.

IV.4.8 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 de la taille et 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 :

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

Avec :

ΔH_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 (m³/s)

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

D = diamètre intérieur de la conduite (m).

Pour assurer la sécurité du réseau, on placera des ventouses aux points hauts et des vidanges aux points bas pour l'évacuation de l'air.

IV.5 Estimation des besoins et de la demande des villages

IV.5.1 Estimation de la population à l'horizon du projet

L'évaluation de la population à l'horizon du projet se calculera en considérant une croissance géométrique (ou taux de croissance proportionnel à la population et au temps). Nous avons une population rurale présentant un accroissement rapide. Le nombre des consommateurs à l'horizon du projet est évalué par la formule suivante :

$$P_n = P_0(1+\alpha)^n$$

Avec **P₀**=Population initiale

P_n= Population échéance du projet

α=Taux d'accroissement = 4,2% (RGPH, 2012 par région et par département)

n= Nombre d'années entre le début et l'échéance du projet.

IV.5.2 Evaluation des besoins domestiques

Les besoins domestiques journaliers en eau à l'horizon du projet seront calculés par la relation :

$$B_{mjd} = P_n \times C_s$$

Avec :

B_{mj} = Besoins moyens journaliers domestiques (m³/j) ;

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

P_n=Population à desservir à l'échéance du projet (hab.).

IV.5.3 Evaluation des besoins non domestiques

Ce sont les besoins en eau potable au niveau des cases de santé et des écoles. Etant donné leur manque d'appréciation, nous les estimons à 5% de besoins journaliers domestiques (Voir annexe N°4).

$$B_{mjs} = 5\% * B_{mjd}$$

IV.5.4 Evaluation des besoins du cheptel

La zone du projet est une zone réputée d'élevage. Les enquêtes et les visites effectuées dans les villages nous ont permis de constater ce fait. La part du cheptel à prendre en compte pour le calcul des besoins en eau de la population est le troupeau de case, c'est-à-dire les têtes de bétail qui sont attachées aux piquets à l'intérieur de l'enclos familial.

Selon les normes du CILSS les besoins pastoraux sont définis comme suit : Bovins 40l/tête/j, Asins 20l/tête/j, Ovins et caprins 5l/tête/j.

IV.5.5 Les besoins totaux

Les besoins moyens journaliers de la ville englobent les besoins moyens journaliers domestiques, les besoins sociaux et les besoins du bétail.

$$B_{mjt} = B_{mj} + B_s + B_c$$

B_{mjt} = Besoins totaux en m^3/j ;

B_s = Besoins sociaux en m^3/j ;

B_{mj} = Besoins moyens journaliers en m^3/j ;

B_c = Besoins en eau du cheptel en m^3/j ;

IV.6 Méthode de dimensionnement

▪ Calcul des débits

Les débits de dimensionnement seront calculés par les formules suivantes :

Le débit de distribution $Q_{dist} = \frac{B_{mj} * C_{ph}}{\eta_r * T_d} * C_{pj}$ $Q_{dist} [m^3/h]$	Avec : B_{mj} = besoin moyen de production (m^3/j) C_{pj} = coefficient de pointe journalier T_d = Temps de distribution (heures) η_r = rendement du réseau. C_{ph} = coefficient de pointe horaire T_p = Temps de pompage (heures)
Le débit d'adduction $Q_{add} = \frac{B_{mj} * C_{pj}}{\eta_r * T_p}$ $Q_{add} [m^3/h]$	

▪ **Calcul du diamètre de la conduite de refoulement :**

Auteurs	Formules	Unités des paramètres et signification
Bresse	$D_{th} = 1,5 * Q^{1/2}$	D_{th} : diamètre intérieur théorique en m Q : débit refoulé en m ³ /s n = nombre d'heures de pompage par jour
Bresse modifié	$D_{th} = 0,8 * Q^{1/3}$	
Munier	$D_{th} = (1 + 0,02n) * \sqrt{Q}$	
BEDJAOUI	$D_{th} (m) = 1,27 Q^{0,5}$	

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

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

$$HMT = H_{géo} + \Sigma \Delta H$$

Détermination de la variation de pression (Joukovski-Allievi) : $\Delta P = C \times \frac{U_0}{g}$

Condition GLS : $V(m/s) \leq \left[\frac{Di(mm)}{50} \right] 0,25$

▪ **Réseau de distribution :**

Les diamètres théoriques sont calculés à partir des débits transités et des conditions de la vitesse (vitesse hypothèse $V_{hyp}=1m/s$).

$$D_{th} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$$

V ETUDE TECHNIQUE

Dans cette partie, nous allons étudier le potentiel hydrogéologique de la zone, proposer une source d'énergie, dimensionner le réseau d'adduction et de distribution.

V.1 EVALUATION DE LA RESSOURCE EN EAU

Nous avons choisi de développer la partie ressource en eau ici, afin d'apporter plus d'informations sur le système aquifère disponible étant donnée qu'aucun projet similaire d'AEP n'a été réalisé dans la zone concernée. Les études géophysiques ne sont pas non plus initiées par le maître d'œuvre.

V.1.1 Présentation hydrogéologique de la région

Le système aquifère d'Iullemeden est partagé par l'Algérie, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Bénin.

La région de Tahoua au Niger est située dans la partie centrale de ce bassin sédimentaire.

Le système aquifère d'Iullemeden constitue la principale source d'alimentation en eau potable des populations et une ressource stratégique pour le développement durable des pays le partageant. Sa capacité est estimée à 2000 km³ (projet RAF/7/011,2017). On y recense plusieurs aquifères très différents dans la région dont les principaux sont entre autres : le Continental Intercalaire (CI) et le Continental Terminal (CT).

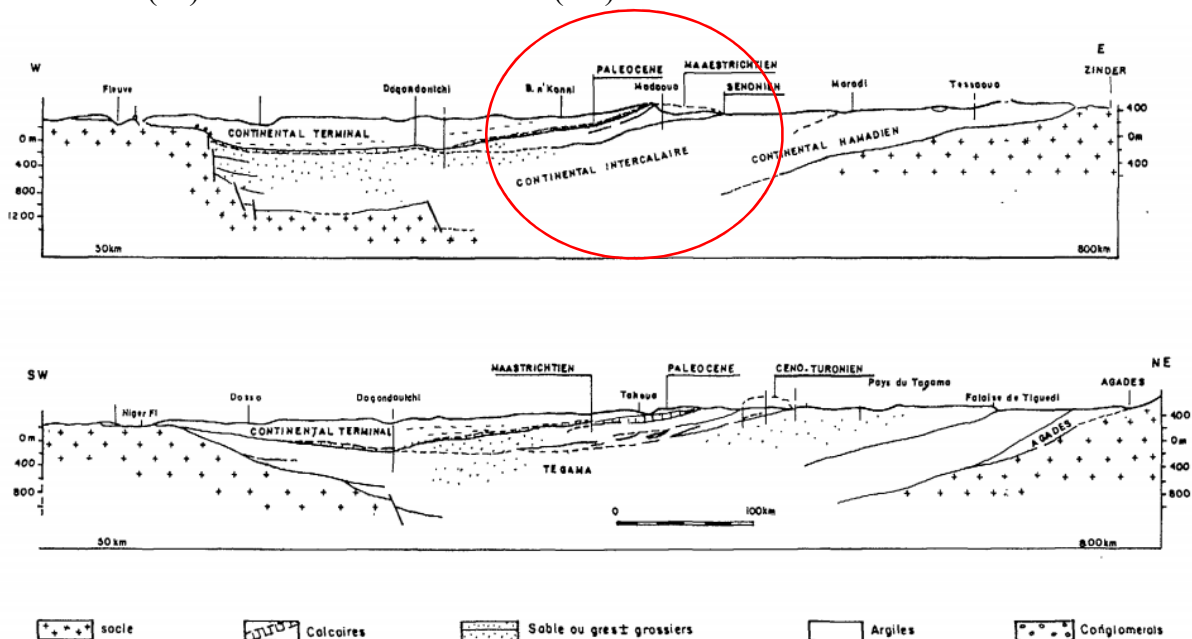


Figure 7: Coupes géologiques à travers le bassin des Iullemeden

Source : Projet RAF/8/012, Etudes hydrogéologiques et hydrologiques en Afrique de l'Ouest par les techniques isotopiques

V.1.2 Description de l'aquifère du Continental Intercalaire

Le continental intercalaire est la seule nappe disposant d'un important potentiel hydraulique en mesure de fournir une quantité suffisante en eau potable dans notre zone d'étude. L'aquifère est décrit comme étant constitué de dépôts continentaux sablo-gréseux et sablo-argileux du crétacé inférieur. Les valeurs de transmissivité sur le territoire du Niger varient de 1×10^{-3} à 1×10^{-5} m²/s et celles du coefficient d'emmagasinement de $0,5 \times 10^{-3}$ à 5×10^{-3} . Le débit spécifique varie de 0,1 à 26 m³/h/m. Dans la couche transmissive, il est en moyenne de 13 m³/h/m, avec

des valeurs minimales et maximales de 7m³/h/m et 26 m³/h/m (Observatoire du Sahara et du Sahel, 2011).

Le CI présente les caractéristiques suivantes :

- Nappe se trouvant en général dans toute la région ;
- Profondeur d'exploitation allant de 100 à 800m ;
- Niveau d'eau inférieur à 100m ;
- Débit de 50 à 100 m³/h ;
- Eau généralement bonne ;
- artésienne vers le Sud ;

(Mémoire de fin d'étude Abdou Kondo, 2009)

V.1.3 Capacité des forages

La nappe est captive sur toute l'étendue de la zone d'intervention et est exploitée par des forages profonds. Les débits sont presque toujours supérieurs à 50 m³/h et peuvent dépasser 100 m³/h à certains endroits.

Tableau 4. Caractéristiques des forages dans le département de Bouza

Forages existants		Niveau statique (m)	Niveau dynamique (m)	Qex (m ³ /h)
BOUZA	Allakaye	175	185	>50
	Déoulé	190	230	>50
	Gamé	220	230	>50
	Tama	70	80	>50

Source : CIMA

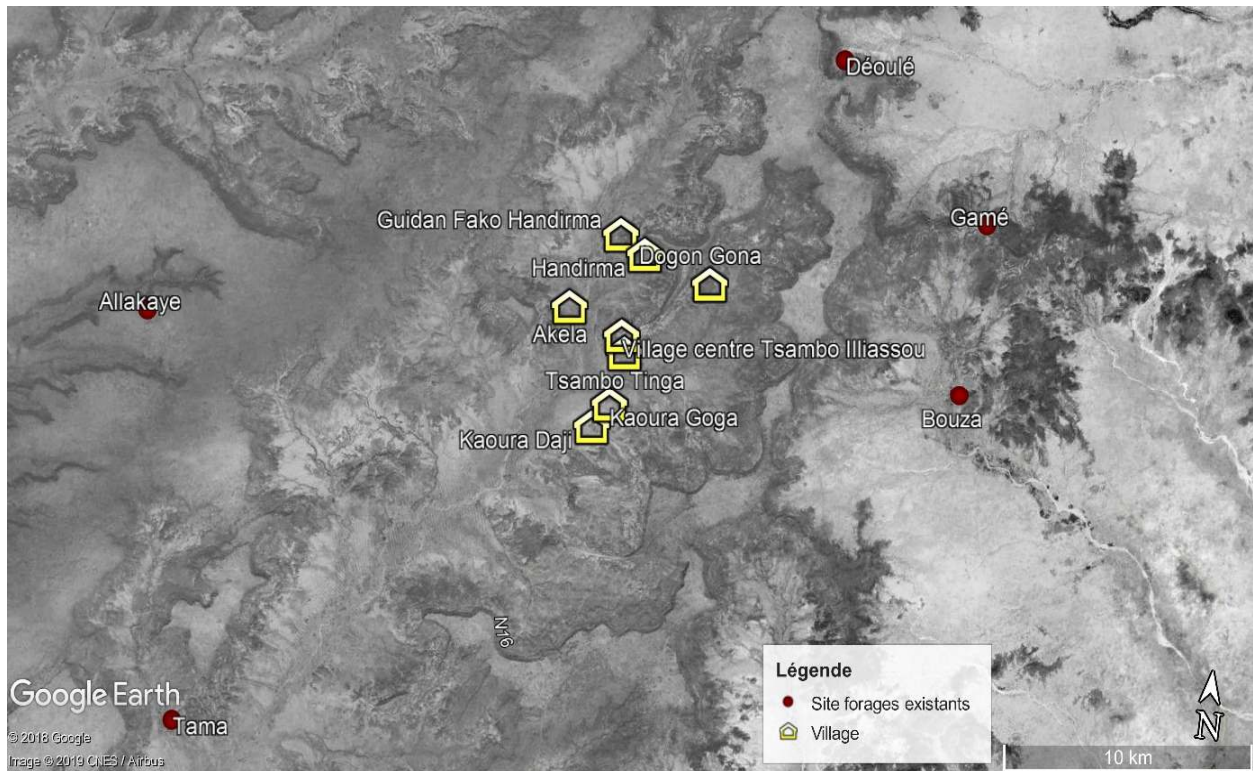


Figure 8. Site des forages réalisés

D'autres parts, il a été réalisé un forage récemment dans la commune de Karofane dans le cadre du projet aménagement hydro-agricoles de 500 ha dans les régions d'Agadez et Tahoua.

Site	Profondeur (m)	NS (m)	Débit (m ³ /h)	Aquifère
Karofane	400	85	75	CI

Source : Etudes d'APS des aménagements hydro-agricoles de 500 ha dans les régions de Tahoua et Agadez.

Les caractéristiques prévisionnelles du forage de Tsambo (village centre) sont :

- Profondeur prévisionnelle : 600 m ;
- Niveau statique : 150 m ;
- Niveau dynamique : 160 m ;
- Débit d'exploitation : 50 m³/h.

(Projet BID-UEMOA de Tahoua)

V.2 EVALUATION DES BESOINS EN EAU ACTUELS ET FUTURS

V.2.1 Etudes socio-économiques

Les études socio-économiques sur le site du projet se résument à des phases de prise de contact, d'information et de sensibilisation des bénéficiaires. Il s'agit des animations communautaires au cours desquelles les populations potentielles et les autorités administratives et techniques départementales donnent leur engagement d'implication dans le projet.

Dans cette zone, tous les villages sont convaincus et adhèrent au projet sans restriction ; Ils s'engagent à respecter toutes les clauses à savoir :

- Engagement pour l'obtention de l'autorisation d'attribution de terrain avant la réalisation de l'ouvrage ;
- Engagement pour une participation financière de l'ouvrage ;
- Engagement pour la mise en place d'une structure de gestion basée sur les critères de représentativité, de compétence et d'intégrité ;
- Engagement à accepter les principes de gestion en vigueur ;
- Engagement à mettre en place des règles de fonctionnement des points d'eau et des mécanismes de paiement et d'accès à l'eau ;

Au cours de ces concertations publiques, il a été question de choix des sites d'emplacement des bornes fontaines dans les différents quartiers.

V.2.2 Consommateurs à l'horizon 2034

Des informations recueillies auprès de la Direction de l'Institut National de la Statistique attestent que la population du département de Bouza suit une évolution géométrique avec un taux d'accroissement annuel de 4,2%.

En considérant ce taux de croissance de 4,2% pour l'estimation de la population et une période de dimensionnement de 15 ans, nous avons population actuelle de 16 880 habitants en 2019 et une population de 31 289 habitants à l'échéance du projet.

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-village
dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)**

Tableau 5. Projection de la population totale aux différentes phases du projet

Commune	Village centre	Village de rattachement	Pop (hbts) RGPH 2012	Taux d'accroissement (%)	Population estimées (hbts) 2019	Population estimées (hbts) 2034
Bouza	Tsambo Illiassou	Tsambo Illiassou	4 791	4,20%	6 390	11 844
		Tsambo Tinga	2 356		3 142	5 825
		Kaoura Goga	2 028		2705	5 014
		Kaoura Guidan Dagi	243		324	601
		Handirma	941		1 255	2 326
		Akela	519		692	1 283
		Dogon Gona	1 673		2 231	4 136
		Handirma Guidan Fako	105		140	260
		Total	12 656		16 880	31 289

V.2.3 Cheptel

La part du cheptel à prendre en compte pour le calcul des besoins en eau de la population est le troupeau de case, c'est-à-dire les têtes de bétail qui sont attachées aux piquets à l'intérieur de l'enclos familial. Il s'agit des petits ruminants et des jeunes veaux pour travailler les champs. En moyenne, nous avons estimé ce troupeau de case à cinq (5) têtes par ménage soit quatre (4) petits ruminants et un (1) gros. Le taux d'accroissement appliqué pour ce bétail est le taux annuel moyen national qui est de 3%.

Tableau 6. Estimation du cheptel

Village de rattachement	Nombre de ménages (2012)	Nombre bovins (2012)	Nombre petits ruminants (2012)	Cheptel en UBT (RENALOC 2012)	Cheptel en UBT (RENALOC 2019)	Cheptel en UBT (RENALOC 2034)
Tsambo Illiassou	683	683	2 732	751	924	1440
Tsambo Tinga	339	339	1 356	373	459	715
Kaoura Goga	336	336	1 344	370	455	708
Kaoura Guidan Dagi	42	42	168	46	57	89
Handirma	154	154	616	169	208	325
Akela	72	72	288	79	97	152
Dogon Gona	202	202	808	222	273	426
Handirma Guidan Fako	17	17	68	19	23	36
Total	1 845	1 845	7 380	2 030	2 496	3 889

V.3 EVALUATION DES BESOINS ET DEMANDES DU JOUR DE POINTE

La synthèse des simulations donne les résultats qui figurent au tableau Annexe N°4.

V.3.1 Besoins en eau des villages

La prévision future des besoins en eau des populations est estimée sur la base de la consommation spécifique et du taux d'accroissement de la population.

Afin de mieux cerner l'évolution des besoins, nous les avons simulés à l'année de mise en place du système, dans 5 ans, 10 ans et à l'échéance du projet.

Tableau 7. Projection des besoins aux différentes phases du projet

DESIGNATION	2018	2019	2024	2029	2034
Population estimée	16 200	16 880	20 735	25 471	31 289
Consommation domestique					
Taux de couverture du réseau		59,4%	65,6%	72,5%	80,0%
Population desservie		10 033	13 608	18 456	25 030
Consommation spécifique (l/j/habitant)		15	15	15	15
Consommation domestique totale (m³/j)		151	204	277	375
Consommation des édifices publics (m³/j)		8	10	14	19
Consommation cheptel					
Cheptel desservie (UBT)	1212	1248	1447	1677	1944
Consommation spécifique UBT (l/j)	40	40	40	40	40
Consommation cheptel totale (m³/j)	48	50	58	67	78
Besoin moyen total des villages (m³/j)	48	208	272	358	472

V.3.2 Demande en eau des villages et débits de dimensionnement

La synthèse des simulations donne les résultats qui figurent au tableau suivant :

Tableau 8. La synthèse des simulations de la demande

DESIGNATION		2019	2024	2029	2034
Population estimée		16880	20735	25471	31289
Besoin moyen total des villages (m³/j)		208	272	358	472
Coefficients de calcul					
_ Coefficient de pointe journalière		1,2	1,2	1,2	1,2
_ Coefficient de pointe horaire		1,26	1,26	1,26	1,26
Rendement du réseau (%)		95%	95%	95%	95%
Débit moyen de pompage (m³/h)		50	50	50	50
Besoin journalier de pointe (m³/j)		250	327	429	566
Demande journalière de pointe (m³/j)		263	344	452	596
Le débit de distribution (m³/h)		42.0	55.0	72.3	95.4
Le débit de distribution (l/s)		11,7	15.3	20.1	26.5
Temps de pompage nécessaire (h)		5.3	6.9	9.0	12

Le débit de base branchement particulier pour un robinet varie de 0,1 à 0,2 l/s (Zoungrana, 2003). Nous allons considérer pour la suite un débit de 0,2 l/s pour les branchements.

Le débit de pointe d'une borne fontaine est par la formule suivante :

$$Q_{bf} = \frac{\text{nombre habitant desservi} * C_s}{\text{temps de fonctionnement}}$$

En supposant qu'une BF alimente 500 habitants et la consommation spécifique est de 15 l/j/habitant. Le temps de fonctionnement est d'environ 10h par jour.

$$\text{Nous avons : } Q_{bf} = \frac{500*15}{10*3600} = 0,21 \text{ l/s}$$

Le type de borne fontaine retenu est le modèle à deux (2) robinet avec un débit de 0,5 l/s. La borne fontaine comporte un robinet de 0,30 l/s pour le remplissage des gros récipients et l'autre de 0,20 l/s pour les seaux et les petits récipients.

Pour le débit de dimensionnement nous avons considéré le cas où il y a prélèvement simultané à tous les points de consommations, soit :

$$Q_{dist} = \text{nombre BF} * Q_{bf} \left(\frac{l}{s} \right) + \text{nombre BP} * Q_{BP} \left(\frac{l}{s} \right) + \text{nombre AB} * Q_{AB} \left(\frac{l}{s} \right)$$

$$Q_{dist} \left(\frac{l}{s} \right) = 50 * 0.5 + 9 * 0.2 + 1 * 0.2 = 27$$

$Q_{BF} \text{ (l/s)}$	$=0,5$
$Q_{BP} \text{ (l/s)}$	$=0,2$
$Q_{AB} \text{ (l/s)}$	$=0,2$
$Q_{dist} \text{ (l/s)}$	$= 27$

Avec Q_{BF} : débit d'une borne fontaine

Q_{BP} : débit d'un branchement particulier

Q_{AB} : débit d'un abreuvoir

V.4 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION

V.4.1 Description et type de réseau

L'AEP multi-villages est un système d'approvisionnement en eau consistant en un seul forage et un château d'eau centraux, et d'un réseau ramifié de conduites les reliant à des bornes fontaines ou des branchements particuliers dans plusieurs villages. Les villages rattachés doivent être situés à environ 5 à 7 km du village centre.

Etant donné la complexité de la zone et la disposition des villages, nous avons proposé un réseau de type ramifié. Ce type de réseau est plus adapté en milieu rural, plus économique et plus facile à entretenir.

Le réseau se ramifie à partir du réservoir et de la conduite principale en arbre sans alimentation retour.

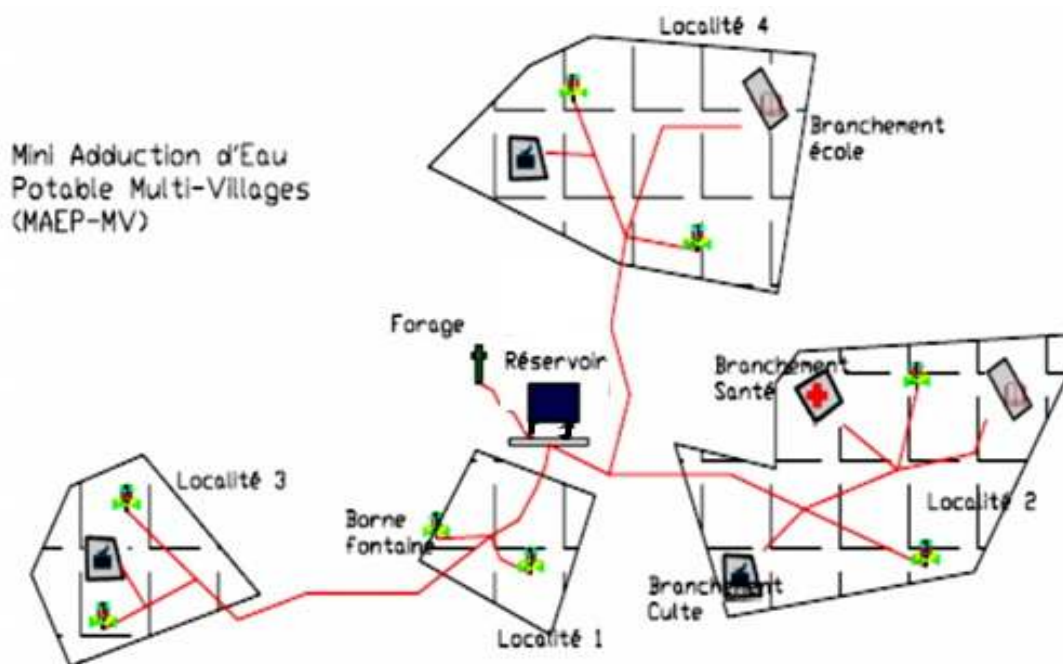


Figure 1. Schéma indicatif d'une AEP-MV

Source : (SWISSAID-Niger 2016)

V.4.2 Dimensionnement du réseau de distribution

Le réseau de distribution présente quatre conduites principales en PVC PN10 :

- Une conduite R-N1-N2-N3-N4-N9-N10-N11-N12 à partir du château et alimentant le village Tsambo Illiassou ; et à partir de laquelle est raccordé les trois autres principales ;
- Une conduite N12-N13-N14-N15-N19-N20-N21-N22 desservant les localités de Handirma, Guidan Fako Handirma et sur laquelle est piqué la secondaire au nœud N15 alimentant Akela ;
- Une conduite N9-N23-N26-N27-N28-N29-N32-N33 alimentant la localité de Dogon Gona ;
- Une conduite N12-N34-N36-N37-N40-N42-N43-N45-N48-N49-N50 desservant les villages de Tsambo Tinga, Kaoura Goga, Kaoura Dadji.

Le schéma détaillé du réseau est joint à l'annexe N°8.

Il est à noter que, le nœud est le point de rencontre entre deux ou plusieurs conduites ou l'emplacement d'une pièce hydraulique spéciale. Une conduite est comprise entre deux nœuds consécutifs.

Le réseau de distribution présente une longueur totale de **22,038 km** avec des conduites en PVC PN10 du fabricant local DURAPLAST Niger et est réparti comme suit :

Tableau 9. Caractéristique conduites de distribution

N°	Type de conduite	Diamètre (mm)	Linéaire total (m)
1	PVC PN10	DN 32	1379,9
2	PVC PN10	DN 50	5318,2
3	PVC PN10	DN 63	2298,4
4	PVC PN10	DN 90	3803,4
5	PVC PN10	DN 110	7117,5
6	PVC PN10	DN 125	681,2
7	PVC PN10	DN 160	471,5
8	PVC PN10	DN 200	968,2

➤ Détermination de la cote minimale du radier du réservoir de stockage :

La cote du radier est calculée pour assurer la pression minimale de service aux points les plus défavorisés. Elle est donnée par la formule suivante :

$$Z_R = Z + P_{\min} + \Delta H$$

Z : altitude

$P_{\min}$: la pression minimale de service

ΔH : les pertes de charge entre le réservoir et ce point

➤ **Pression de service :**

Pour une meilleure exploitation du système, cette pression doit être supérieure ou égale à 5mCE (pression de service recommandée par le Guide AEP en milieu Niger) en tout point de puisage et permettre à l'usager de prélever de l'eau normalement.

Les résultats des calculs sont consignés dans l'annexe N°5 et 6.

➤ **Proposition des variantes : détermination de la hauteur du réservoir**

Des mesures topographiques sur le terrain ont permis de connaître les côtes à tous les nœuds.

La côte terrain naturel (TN) de l'emplacement du réservoir est de 448 m, ainsi il se dégage deux variantes techniques pouvant contribuer à optimiser les coûts des travaux d'exécution du réservoir et ainsi que la qualité de pression de service.

Les deux variantes se présentent comme suit :

La **variante 1** : nous donne l'option de réalisation d'un réservoir totalement enterré, une pression de service de 5 mCE et des conduites de distribution en PVC PN10.

La **variante 2** : quant à elle, suggère la réalisation d'un réservoir posé au sol, une pression de service de 10 mCE et des conduites en PVC PN10.

La variante 2 semble plus avantageuse. Nous avons 15 bornes fontaines supplémentaires à raccorder sur le réseau à partir de la dixième (2029) du projet. L'extension du réseau se fera en fonction de l'extension des villages. Etant donné que les villages sont majoritairement agriculteurs les habitations auront tendance à s'étendre vers les points hauts, les collines laissant les terres cultivables. Cela pourra faire chuter la pression de service. Donc, nous retenons la variante 2 qui tient compte de ces variations de pression pour la suite de calcul.

Tableau 10. Variantes proposées

	Variante 1	Variante 2
Cote minimale du radier (m)	440	448
P dyn min (m)	5,00	13,38
P dyn max (m)	58,39	66,78
Vmin (m/s)	0,31	0,31
Vmax (m/s)	1,01	1,01

Le dimensionnement du réseau de distribution est donné à l'annexe N° 5 et 6.

V.5 LE STOCKAGE

V.5.1 Détermination de la capacité du réservoir

En absence de statistiques de consommation et de pompage, on prend généralement comme capacité du réservoir de distribution le tiers de la consommation journalière moyenne. D'après une étude réalisée par le BRGM (cf. étude de faisabilité pour l'installation de mini-AEP sur 49 forages–PRS-Niger-volume 1-note de synthèse-volet technique) la superposition de la courbe de consommation cumulée avec celle de production cumulée donne une capacité de réservoir qui se situe entre 30 et 50% de la demande moyenne journalière. Nous proposons ici de prendre le tiers (30%) de la demande moyenne journalière, soit 150 m³.

V.5.2 Type de réservoir

Les réservoirs métalliques sont plus répandus en milieu rural ou semi-urbain pour les mini-aep ou AEPS. Ils sont avantageux en termes coût relativement réduit, faibles charges de maintenance, résistant aux intempéries climatiques, facilité de mise en œuvre et de la fiabilité. Nous retenons dans ce projet un réservoir métallique de tôles en acier enrichies en carbone et qui sont facilement soudables de nuance S320. Le réservoir sera fourni par le fabricant local MIGAS S.A.

Le réservoir reposera sur le sol à la côte radier 448 m.

La capacité de réservoir retenue est de 150 m³.

V.5.3 Calcul du réservoir

Nous avons appliqué la norme française CODRES pour le dimensionnement de ce réservoir.

➤ **Principaux éléments :**

Le fond : le fond du réservoir sera en acier, et posera sur une fondation spéciale composée d'une couche de forme de sable bitumineux elle-même reposant habituellement sur un remblai.

La coque ou virole : c'est la partie cylindrique de l'enveloppe, mur cylindrique en tôle d'acier.

Toit-couverture : partie supérieure de l'enveloppe. Il est de forme conique.

➤ **Caractéristiques :**

Nature : métallique en tôles enrichies en carbone pur nuance S320 de forme cylindrique ;

Volume : 150 m³

Diamètre : 6 m

Hauteur : 5,3 m incluant une revanche de 30cm

Virole : cylindrique en tôle d'épaisseur 12 mm

Fond : de forme convexe en tôle de 10 mm

Toit : conique autoportant en tôle d'épaisseur 8 mm avec trou d'homme de 600 mm muni d'une fermeture étanche et comportant une cheminée d'aération coudée en 3 et protégée par un grillage contre les insectes.

La cuve comportera les équipements suivants :

- Un piquage DN 150 fonte en haut de la cuve pour l'alimentation
- Un piquage DN 80 sur le côté pour le trop plein avec une trompette d'entrée,
- Un piquage DN 80 sur le fond pour la vidange équipé d'une vanne,
- Un piquage DN 200 PVC sur le fond pour la distribution équipé d'une crépine, d'une vanne et d'un compteur,
- Une jauge à flotteur avec indicateur de niveau (câble inox),
- Une échelle intérieure à crinoline,
- Une échelle à l'extérieur partant de 0.40 m du sol.

La note de calcul est jointe à l'annexe N°1.

V.6 DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ADDUCTION

Ce système d'AEP est approvisionné par un forage de débit d'exploitation prévisionnel de 50 m³/h. La conduite de refoulement (forage-château) est dimensionnée pour assurer le transport ce débit.

A partir de traitement des levés topographiques du terrain sur le logiciel Covadis, nous avons déterminé une longueur optimale de refoulement sur 198 m.

En annexe N°17, nous avons le profil en long de la conduite de refoulement.

▪ Dimensionnement de la conduite de refoulement :

Le diamètre théorique de la conduite est déterminé par les formules de BRESSE, MEUNIER et BEDJAOUI. Nous avons retenu le résultat respectant au mieux à la fois la condition de GLS et proche de la vitesse économique.

Tableau 11. Dimensionnement de la conduite de refoulement

Conduite de refoulement					
PE100 PN6					
Formules	Dth (mm)	DN (mm)	D int (mm)	Vitesse (m/s)	GLS
BRESSE	176,8	200	184,6	0,52	1,5
BRESSE MODIFIE	192,3	225	207,8	0,41	1,6
MEUNIER	146,1	160	147,8	0,81	1,5
BEDJAOUI	149,7	180	166,2	0,64	1,5

Nous retenons une conduite : **DN 160 en PE100 PN6.**

▪ **Calcul de la HMT et choix de la pompe :**

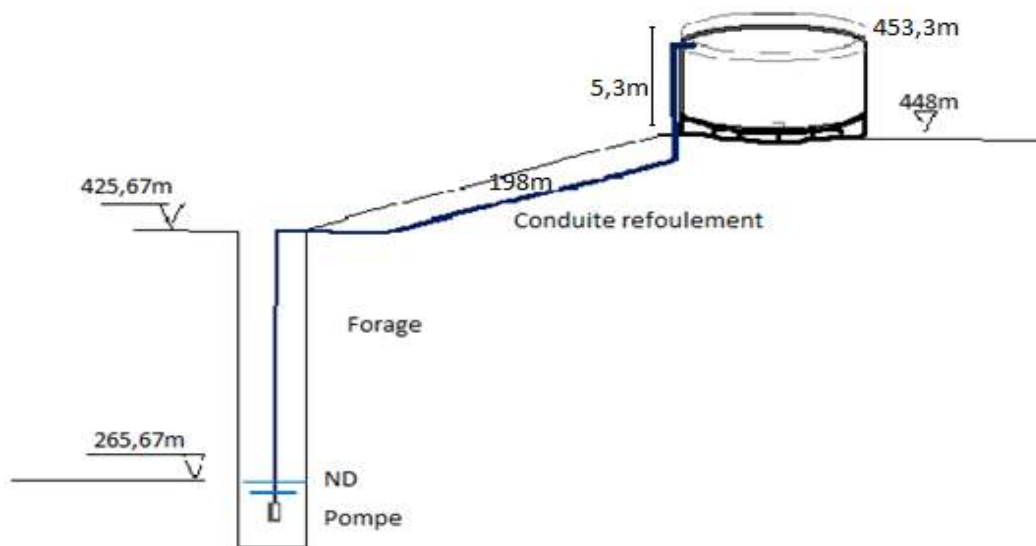


Figure 9: Schéma du réseau d'Adduction

La HMT est la différence de pression entre deux points, en tenant compte des pertes de charge. C'est la hauteur qu'il faut prendre en compte dans le choix de la pompe. Elle est déterminée par la formule suivante :

$$HMT = H \text{ géom.} + pdc \text{ totales}$$

$H \text{ géom.}$ = profondeur d'installation de la pompe + (différence de niveau de TN entre le sol au pied de château et la margelle du forage) + hauteur de la tour du château d'eau + hauteur d'eau dans la cuve.

Ici nous sommes dans le cas de refoulement dans un réservoir par une surverse à l'air libre.

Le niveau de l'eau à prendre en compte dans le forage est le niveau dynamique.

$$\text{Donc, } H \text{ géom. (m)} = Z_{\text{surverse (m)}} - Z_{\text{Niveau Dynamique (m)}}$$

$Z_{\text{Niveau Dynamique (ND)}}$: côte niveau dynamique du forage

Z_{surverse} : côte de déversement dans le réservoir

$Z_{\text{Niveau Dynamique}} = Z_{\text{TN}} - \text{profondeur ND}$

$Z_{\text{surverse}} = Z_{\text{TN}} + \text{hauteur réservoir}$

$H_{\text{géom.}} = (448 + 5,3) - (425,67 - 160) = 187,63 \text{ m}$

Les pertes de charge sont déterminées par la formule de Manning-Strickler. On prend les pertes de charge singulières à 5% des pertes linéaires au refoulement.

Ainsi on a $\Delta H_{\text{ref}} = 0,77 \text{ m}$.

$HMT = 187,63 + 0,77 = \mathbf{188,40 \text{ m}}$.

Dans la pratique la HMT calculée ne doit pas dépasser la pression nominale dans la conduite.

Le débit d'exploitation et la HMT nous permettent de faire un choix de pompe adaptée pour l'ouvrage de captage.

Le bon fonctionnement de l'équipement d'exhaure est fonction du choix adéquat de la pompe. Si le choix de la pompe est bien réalisé, elle consommera moins et durera plus longtemps. Ici, à partir du catalogue GRUNFOS nous retenons une pompe immergée, des caractéristiques suivantes :

Désignation	Caractéristiques /références
Marque	GRUNDFOS
Nom du produit	SP 60-21
Type de moteur	MMS6
Diamètre moteur (inch)	6
Matériaux	Acier inoxydable
Puissance (kW)	37
Fréquence (Hz)	50
Vitesse Nominale	2900tr/mn
HMT (m)	188,4
Débit (m ³ /h)	52.15
Rendement pompe triphasé (%)	77,0
Rendement pompe + moteur (%)	63,6
Facteur de puissance (cosinus φ)	0,79
Conso. spécifique énergétique (kWh/m ³)	0,8403
Tension nominale (V)	3 x 380-400-415
Courant nominal (A)	86.0-84.5-85.0
Poids brut (kg)	226
NPSHr (m)	4,43
NPSH disponible (m)	14,18

▪ **Point de fonctionnement :**

Le point de fonctionnement de la pompe présente les meilleures conditions de refoulement. Il est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe ($HMT = f(Q)$) et celle du réseau ($H_g + \Delta H(Q) = H_{rés} = f(Q)$).

A partir des données catalogue de la pompe SP60-21 suivantes, nous avons tracé les courbes caractéristiques.

Tableau 12. Données de la pompe et de la conduite

Q (m ³ /h)	0	10	20	30	40	50	60	70
HMT (m)	300	294	280	255	225	195	165	124
H réseau (m)	188	188	188	188	188	188	189	189
η pompe (%)	0	25	45	60	70	78	80	73

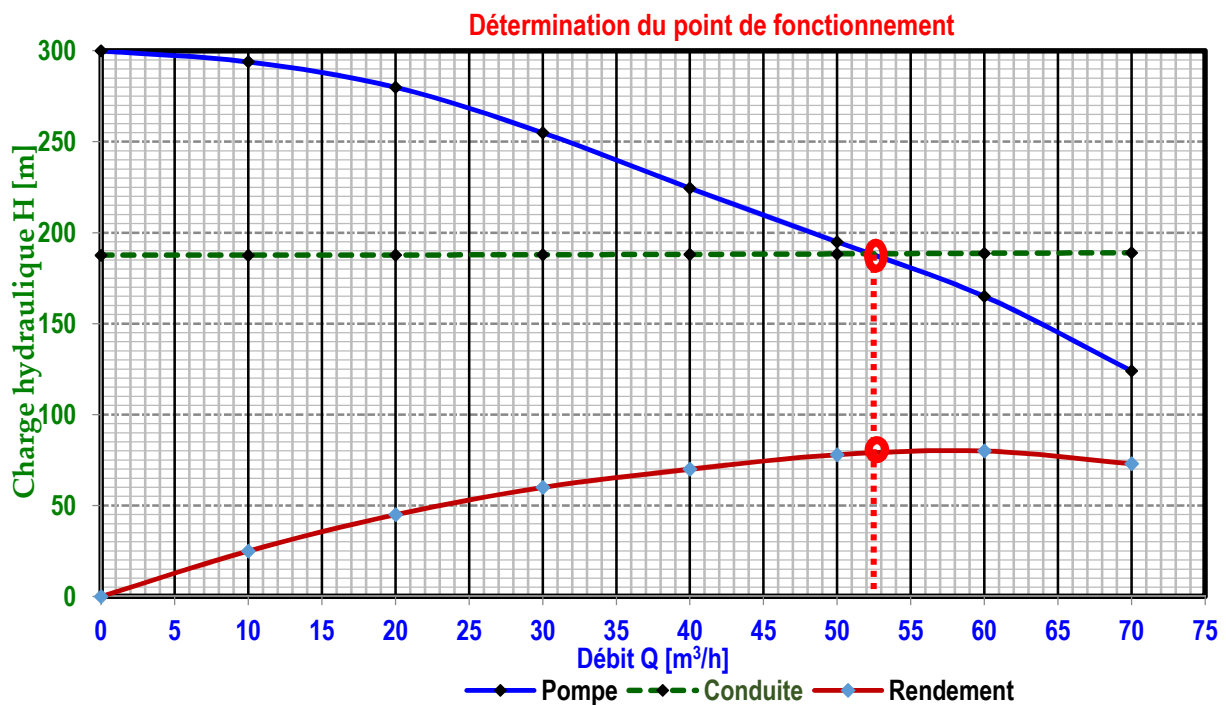


Figure 10. Détermination du point de fonctionnement

Nous obtenons au point de fonctionnement les coordonnées :

Débit = 52,5 m³/h ;

HMT = 190 m.

Le rendement de la pompe à ce point de fonctionnement est de 80%.

▪ **Vérification du coup de bélier :**

Le coup de bélier est un phénomène hydraulique qui provoque des surpressions pouvant

entraîner jusqu'à la rupture des conduites ou des équipements. La conduite de refoulement est le plus souvent sujette à ce phénomène, du fait de l'importance du débit de refoulement.

La formule de Joukovski-Allievi nous permet d'évaluer cette variation de pression dans la conduite :

$$\Delta P = C \frac{U_0}{g} \quad \Rightarrow \quad C = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho}} * \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{D}{e} * \frac{\varepsilon}{E}}}$$

Avec :

C = célérité de l'onde [m/s]

U₀ = vitesse initiale de l'eau [m/s] = 0,53 [m/s]

ΔP = variation de pression [m]

e = épaisseur de canalisation en [m]

D = Diamètre canalisation en [m]

E = 0,93.10⁹ [Pa]

ε = 2.10⁹

ρ = 10³

Les résultats de calculs sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 13. Calcul de la variation de pression dans la conduite

Méthodes	BRESSE	BRESSE Mod.	MUNIER	BEDJAOUI
Q pompage (m ³ /s)	0,014	0,014	0,014	0,014
D th (mm)	176,8	192,3	146,1	149,7
DN (mm)	200	225	160	180
D int (mm)	184,6	207,8	147,8	166,2
Epaisseur (mm)	7,7	8,6	6,1	6,9
V réelle (m/s)	0,5	0,4	0,8	0,6
Longueur conduite ref (m)	198	198	198	198
Célérité de l'onde (m/s)	195,07	194,33	194,06	194,62
Variation de pression ΔP (m)	10,54	10,50	10,48	10,51
Pertes de charge ΔH (m)	0,23	0,12	0,77	0,41
Hauteur géométrique (m)	165,2	165,2	187,63	187,63
HMT (m)	165,43	165,32	188,40	188,04
Niveau dynamique (m)	160	160	160	160
Pression max. (m)	15,97	15,82	38,88	38,56
Pression min. (m)	-5,10	-5,17	17,91	17,53
Dépression (m)	5,23	5,16	28,24	27,86
NPSH disponible	14,18	14,18	14,18	14,18

En tête de forage, avec le clapet anti-retour en place on a :

La suppression maximale = 38,88 m < 100 m (PE100 PN10)

Et la dépression maximale = 17,91 m > 10,33 m

Donc, il n'est pas nécessaire de mettre en place un dispositif anti-bélier.

▪ **Source d'énergie thermique : groupe électrogène**

Compte tenu de la profondeur de forage et l'importance de la demande en eau, il n'est pas recommandé d'utiliser l'énergie solaire. La seule source d'énergie envisageable dans ce cas est l'énergie thermique, bien qu'elle représente une part importante des dépenses d'exploitation.

Le calcul de la puissance apparente du groupe électrogène est donné par la formule suivante :

$$P_{app} = \frac{2 * \rho * g * Q * H_{mt}}{\eta_{pompe} * \eta_{moteur} * \cos\varphi} = \frac{2 * 2,725 * 10^{-3} * 50 * 188,4}{0,77 * 0,79} = 79,37 \text{ kVA}$$

Le groupe électrogène sera à moteur thermique diesel de puissance apparente 80 kVA.

▪ **Pose de canalisation**

La pose des conduites est une opération réalisée après la fouille. Cette dernière consiste à poser les canalisations dans le fond de la tranchée après avoir débarrasser de tous corps nuisibles qu'elle contienne et la mise en place du lit de pose.

La largeur de la tranchée est donnée en général par la formule :

$$l \geq 40 \text{ cm} + \varnothing_{ext. de la conduite}$$

La Hauteur de la tranchée est donnée :

$$H \geq 80 \text{ cm} + \varnothing_{ext. de la conduite} + \text{lit de pose}$$

V.7 POINTS DE DESSERTE

La desserte est assurée par des bornes fontaines (BF), des branchements sociaux (BP) et des abreuvoirs pour le cheptel. Le projet prévoit des branchements sociaux uniquement pour les établissements scolaires publics et les cases de santé. Un abreuvoir est retenu pour l'ensemble des villages à l'échéance du projet.

Le type de branchement retenu est celui habituellement réalisé par la SEEN. Les branchements seront exécutés selon le cas en PVC PN 6 DE 40 et PN 10 DE 32 ou 25.

Les bornes fontaines seront à deux (2) robinets de puisage selon le modèle couramment exécuté dans le cadre des mini-AEP. Les critères d'attribution d'une borne fontaine sont :

- 500 habitants /borne fontaine sera adopter afin de minimiser le temps d'attente au niveau des bornes fontaines.
- distance de parcours 200 à 500 m ;
- mobilisation de la contribution financière à hauteur de 250.000 FCFA des populations pour une borne fontaine ;

Le nombre de bornes fontaines à l'horizon du projet est donné par la relation suivante :

$$N_{BF} = \frac{Pop\ 2034}{500}$$

Compte tenu de la capacité des populations à mobiliser la somme 250 000 FCFA par borne fontaine, le nombre de borne fontaine ne respectera pas la norme de fixant 500 habitants/BF. Cette norme peut varier jusqu'à 112 habitants/BF ou au-delà de 500 habitants/BF selon les villages à l'année de réalisation. Ainsi à l'horizon du projet, 50 BF sont à installer dont 35 à la phase de réalisation. Ces 35 BF sont commandées par les populations et ont données leur engagement à payer la contribution financière. Les nombres des BF consigné dans le tableau suivant :

Tableau 14. Nombre de BF

Villages	Population estimée (hbts) 2019	Nbre BF souhaité	Population desservie par 1 BF	Population estimée (hbts) 2034	Nombre des BF à l'horizon du projet (500/BF)	Population desservie par 1 BF
Tsambo Illiassou	6 390	12	426	11 844	19	499
Tsambo Tinga	3 142	5	503	5 825	9	518
Kaoura Goga	2 705	6	361	5 014	8	501
Kaoura Guidan Dagi	324	1	259	601	1	481
Handirma	1 255	2	502	2 326	4	465
Akela	692	2	277	1 283	2	513
Dogon Gona	2 231	6	298	4 136	6	551
Handirma Guidan Fako	140	1	112	260	1	208
Total	16880	35		31289	50	

Les animations communautaires ont recensé neuf (9) branchements sociaux et un (1) abreuvoir à réalisés à l'horizon du projet.

La localisation des futurs points de desserte est donnée à l'annexe N° 7.

V.8 PROPOSITION D'UN SYSTEME DE TRAITEMENT ET CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU

L'eau captée dans l'aquifère du continental intercalaire est généralement de bonne qualité et propre à tous usages. Nous avons ici quelques données des forages captant la même nappe que notre projet.

Tableau 15: Qualité des eaux du CI dans la région de Tahoua

Localité (forages)	PH	CL	SO₄	HCO₃	NO₃	K	Na	Ca	Mg
	-	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l	Mg/l
Baguey	7,4	1,1	22,8	83,0	-0,5	11,5	9,3	13,3	0,3
Bouza	-	7,1	-	100,6	0,0	8,1	18,4	13,2	0,2
Tamaské	7,6	8,3	7,3	44,0	-0,5	14,1	4,4	6,1	0,4
Ibohamane	7,0	0,2	3,1	34,0	-0,3	8,1	2,0	4,1	0,2
Keita	7,1	5,0	11,0	79,0	0,0	7,8	3,9	10,2	0,2
Gadamata	-	12,0	250,0	46,0	0,0	5,3	36,3	31,3	0,1
Illela	7,6	7,8	17,3	70,1	0,0	11,7	10,8	11,0	0,3
Madaoua	7,4	8,5	-	10,4	0,0	8,2	17,2	17,7	0,2
Malbaza	6,4	5,7	5,3	70,2	0,0	9,6	12,0	11,2	0,2
Tahoua	7,9	13,5	23,1	67,5	0,0	7,9	17,2	30,5	0,2
Valeurs limite OMS	6.5-8.5	200,0	250,0	-	45,0	12,0	150,0	200,0	150,0

Source : Direction régionale de l'hydraulique de Tahoua

Tableau 16: Norme Nigérienne de qualité d'une eau potable

Paramètres	Unités	Valeurs
Nitrate	mg/l	50mg/l
Nitrites	mg/l	0,1mg/l
Sodium	mg/l	< 150mg/l
Fluorures	Micro g/l	< 700
Manganèses	Micro g/l	< 50
Fer	Micro g/l	< 300
PH	-	De 6,5 à 9
Chlorures	mg/l	< 200
sulfates	mg/l	< 250
Magnésium	mg/l	< 50
Potassium	mg/l	< 12

Source : Ministère de la santé

Il ressort de l'analyse de ces données que l'eau de la nappe est potable et respect les normes de

l'OMS et celle nationale d'une eau potable. Néanmoins, nous allons prévoir un traitement par le chlore de l'eau avant qu'elle ne passe dans le réseau de distribution.

- **Vérification du temps minimal de contact :**

Le temps minimal de contact du chlore doit être supérieur ou égal à 2. Ce temps se calcul comme suit :

$$Tc = \frac{Cu}{Qdist};$$

Cu = étant la capacité utile du réservoir

Q dist = le débit de distribution

$$Tc = \frac{150}{27} = 5,55 \text{ heures} > 2 \text{ heures}, \text{ donc la condition est vérifiée.}$$

- **Vérification du temps de séjour :**

Au-delà d'un certain temps le chlore n'assure plus son rôle de désinfectant. Il est efficace pour un temps maximal de contact de 48 heures.

$$Ts = \frac{Cu}{Qpj} \quad \text{avec} \quad Qpj = \text{débit de pointe journalier}$$

$$Ts = \frac{150}{566} = 0,3 \text{ jours} < 2 \text{ jours}, \text{ donc la condition est vérifiée.}$$

V.9 OUVRAGES ANNEXES SUR LE RESEAU

Nous préconisons d'installer sur le réseau des pièces hydrauliques pour la jonction entre différentes parties (voir carnet des nœuds Annexe N°18) et équipements hydrauliques spéciales pour la sécurité.

- **Ventouses** (voir annexe N°17 Profil en long)

Elles servent à évacuer l'air présent dans l'eau. Elles seront placées à des points hauts sur le réseau de distribution et sur la tête de forage. Il est judicieux de les raccorder aux conduites DN 90 mm minimum. Les ventouses abriteront dans des regards en béton armé.

- **Vidanges** (voir annexe N°17 Profil en long)

Elles permettent de nettoyer les canalisations des dépôts occasionnés par les faibles vitesses aussi bien lors de la phase d'exploitation qu'en interruption de service. Les vidanges seront positionnées aux points bas et les extrémités du réseau. Le diamètre de la vidange est choisis en fonction du diamètre de la conduite.

A côté de chaque vidange est placé un puits perdu avec un fond perméable constitué de sable ou de caillasse servant à faciliter l'infiltration de l'eau dans le sol.

- **Vannes de sectionnement** (voir annexe N°18 Carnet des nœuds)

Une vanne de sectionnement permet d'isoler un tronçon du réseau pour permettre l'exécution des travaux de maintenance. La vanne est placée dans un regard pour la gestion du réseau.

- **Unité de comptage par village**

Il s'agit de mettre en place un compteur général par village pour assurer la gestion technique.

V.10 MODE DE GESTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Au Niger les principaux modes de gestion du service de l'eau sont :

- Milieu urbain : la SPEN, Société d'Etat, délègue l'exploitation et le financement partiel du service à la SEEN, société de droit privé ;
- Milieu rural : la commune, maître d'ouvrage, délègue le service à des petits opérateurs privés ou à des comités de gestion des points d'eau selon le type d'ouvrages. Les différents modes de gestion ici sont la gestion directe (Régie simple, gestion communautaire, Régie autonome) et la délégation (affermage, concession).

Le code de l'eau au Niger stipule que relativement à la gestion des systèmes d'approvisionnement en eau potable de type AEPS, mini-AEP et Postes d'eau autonomes ; l'Etat a clairement orienté son choix vers la délégation de service public de type affermage (Article 67).

Il apparaît ici clairement que l'option envisagée par la politique nationale correspond mieux à ce projet. Le système qui sera mis en place sera une mini-AEP d'une complexité technique telle qu'il est impossible d'en laisser l'exploitation à des personnes ne disposant pas de l'expertise technique nécessaire à cette tâche. En effet, à la différence des mini-AEP classiques celle-ci est un système multi villages puisqu'il desservira simultanément huit (8) villages à travers 50 bornes fontaines, 9 branchements particuliers et 1 abreuvoir.

Principe de la délégation de gestion par affermage :

Le guide des services d'AEP définit comme suit les principes de la délégation de gestion par affermage :

- Le Maître d'Ouvrage est propriétaire des installations ;
- Le délégataire assure à ses risques et périls la gestion du système selon les termes du

contrat signé avec la Commune ;

- Le délégataire est rémunéré directement sur les recettes qu'il perçoit auprès des usagers selon un tarif défini et révisable selon des conditions fixées dans le contrat. Il doit assurer, grâce aux recettes tirées de la vente de l'eau :
 - ✓ l'exploitation courante ;
 - ✓ l'entretien ;
 - ✓ les réparations ;
 - ✓ et le financement du renouvellement de certains petits équipements ou accessoires.
- Le contrat précise la part des recettes tirée de la vente d'eau qu'il collecte pour le compte de la Commune (Part Maître d'Ouvrage) et les conditions de son versement.

VI ETUDE DU COUT DU PROJET ET DU PRIX DE REVIENT DE L'EAU

VI.1 CALCUL DU COUT DU PROJET

Tout projet doit être chiffré en termes de coût prévisionnel de réalisation. Cette dernière tâche résulte d'une étude avant-métré effectué à cet effet. Ainsi le coût global du présent projet s'élève à **357 357 893 FCFA**.

Le tableau suivant nous montre un récapitulatif des coûts des différents volets :

Tableau 17. Récapitulatif coût estimatif

N°	RECAPITULATION	Coût
1	Total forfaits généraux	17 000 000
2	Total captage	25 900 000
3	Total refoulement	7 251 000
4	Total Réseau de distribution	173 492 273
5	Total Château d'eau	31 200 138
6	Total local d'exploitation	6 560 000
7	Total clôtures	2 996 000
8	Total équipement d'exploitation	62 250 000
9	Coûts de mise en œuvre du PGES	20 300 000
10	Imprévus	10 720 737
	TOTAL GENERAL	357 357 893

Le détail de calcul est donné dans l'annexe N°19.

VI.2 CALCUL DU PRIX DE REVIENT DE L'EAU

Le prix de revient de l'eau représente, le prix d'une unité d'eau distribué par exemple le m³ en tenant compte de toutes charges comprises. Il comprend deux parties :

- Les charges d'investissement : le coût d'investissement ou amortissement pour renouvellement des ouvrages et des équipements ;
- Les charges d'exploitation (Entretien, Maintenance et pièce de rechange).

Pour le calcul du prix de revient du mètre cube d'eau pompée, on fera les hypothèses suivantes :

♣ Investissement initial :

- Coût des études ;
- Coûts du Forage équipé, du groupe électropompe, du groupe électrogène ;
- Réseau d'adduction / distribution (branchements particuliers, abreuvoir et bornes fontaines) ;
- Réservoir de stockage.

♣ Période d'amortissement :

- Conduites (adduction et distribution) : 25 à 30 ans
- Réservoir de stockage : 25 à 30 ans
- Forage : 10 ans
- Groupe électropompe du refoulement : 7 ans
- Groupe électrogène : 7 ans
- bâtiment (local du groupe) : 15 ans

♣ Charges d'exploitation (Entretien, Maintenance et pièce de rechange) :

- Conduites (adduction et distribution) : 3 % du coût d'investissement
- Réservoir de stockage : 3 % du coût d'investissement
- Groupe électropompe du refoulement : 5 % du coût d'investissement
- groupe électrogène : 5 % du coût d'investissement
- Frais de personnel (forfait) : 35 000 FCFA/mois/fontainier
- Gasoil : 550 FCFA / litre
- Prix du kg du chlore : 1200 FCFA
- Consommation spécifique maximum : 0.33 litre / kWh
- Chloration (g de chlore par m³) : 2 à 3
- Huiles : 5 % des coûts de gasoil
- Surveillance et contrôle de la qualité de l'eau : 600 000 F/an

La grille tarifaire se fera effectuée dans un premier temps sans subvention de l'investissement initial, puis avec subvention. Le taux d'actualisation est pris égal à 8%.

La détermination du prix du mètre cube d'eau produite s'obtient par les opérations suivantes :

VI.2.1 Calcul des annuités des amortissements des différents équipements du réseau :

- Annuité sans taux d'actualisation :

$$a = \frac{S_0}{N}$$

Où S_0 est le montant initial et N la durée d'amortissement

- Annuité avec taux d'actualisation :

$$a = \frac{\alpha \times S_0}{\left(1 - \frac{1}{(1+\alpha)^N}\right)}$$

Où α est le taux d'actualisation

Le calcul est récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau 18. Calcul des amortissements

Équipements	Durée de vie (ans)	Coût	Amortissement annuel	Annuité avec taux d'actualisation
Conduites (adduction et distribution)	25	170 083 273	7 229 731	16 931 809
Réservoir de stockage	25	31 200 138	1 248 006	2 922 791
Forage	10	22 400 000	2 240 000	3 338 261
Groupe électropompe du refoulement	7	3 500 000	500 000	672 253
Groupe électrogène	7	60 000 000	8 571 429	11 524 344
Bâtiment (local du groupe)	15	5 760 000	384 000	672 938
Total amortissement			20 173 165	36 062 396

VI.2.2 Calcul des charges d'exploitation :

Les charges d'exploitation sont liées à la quantité d'eau produite annuellement. Cependant, le prix de revient du mètre cube d'eau est calculé par rapport au volume d'eau facturée et non produit.

- Population : $P_n = P_0(1+t)^n$;

- Volume Eau facturée : $V_{EF}^i = P_i \times Cs \times 365 \times \text{taux dessert}$

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-village
dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)**

- Volume Eau produite : $V_{EP}^i = \frac{V_{EF}^i}{rendement}$
- Coût annuel de la chloration : $Masse_chlore / m^3 \times prix_kg_chlore \times V_{EP}^i$
- Coût annuel de l'énergie : $Litre_gasoil / m^3 \times prix_gasoil \times V_{EP}^i$
- Salaire + charges sociales : $Salaire_mensuel \times 12 \times (1 + \%charges_sociales)$
- Entretien réseau : $Coût_initial_réseau \times \%entretien_réseau$
- Entretien groupe électrogène :
 $Coût_initial_groupe_électrogène \times \%entretien_groupe_électrogène$
- Entretien électropompe :
 $Coût_initial_groupe_électropompe \times \%entretien_groupe_électropompe$
- Surveillance contrôle qualité : Coût annuel de surveillance et de contrôle

Le calcul des charges d'exploitation est récapitulé dans le tableau suivant :

Tableau 19. Charges d'exploitation

Eléments	Formule/unité	Valeurs
Population (2034)	hbts	31 289
Volume Eau facturée	m3	137 044
Volume Eau produite	$V_{ep} = V_{ef}/rend.$	144 257
Entretien réseau: conduites (adduction et distribution)	$3\% * CI$	5 422 298
Réservoir de stockage	$3\% * CI$	936 004
Groupe électropompe du refoulement	$5\% * CI$	175 000
Entretien groupe électrogène	$5\% * CI$	3 000 000
Frais de personnel (forfait)	35 000 FCFA/fontainier	14 700 000
Gasoil	550 FCFA / litre	
Coût annuel de l'énergie	2 l/h	4 015 000
Huiles	5 % des coûts de gasoil	200 750
Prix du kg du chlore	1200 FCFA	
Coût annuel de la chloration (g/m ³)	2	346 217
Surveillance et contrôle de la qualité de l'eau	600 000 F/an	600 000
Total charge d'exploitation		29 707 859

VI.2.3 Le prix de revient du m³

Le prix de revient est fourni par les relations suivantes :

- Prix de revient sans amortissement :

$$PR_1 = \frac{\text{Total}_{\text{ch arg e}_{\text{exp loi}}}}{V_{EF}^i}$$

- Prix de revient avec amortissement (- 10 ans) :

$$PR_2 = \frac{\text{Total}_{\text{ch arg e}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{amor}_{(-10 \text{ ans})}}}{V_{EF}^i}$$

- Prix de revient avec tous les amortissements :

$$PR_3 = \frac{\text{Total}_{\text{ch arg e}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{tous}_{\text{amortissem ent}}}}{V_{EF}^i}$$

- PR avec tous les amortissements et taux d'actualisation :

$$PR_4 = \frac{\text{Total}_{\text{ch arg e}_{\text{exp loi}}} + \text{Total}_{\text{tous}_{\text{amortissem ent}_{\text{avec Act}}}}}{V_{EF}^i}$$

Le résultat de simulations est donné dans le tableau suivant :

Tableau 20. Les différents prix de revient du m³

Eléments	Coût (FCFA)
Prix de revient sans amortissement	217
Prix de revient avec amortissement (moins de 10 ans)	299
Prix de revient avec tous les amortissements	364
PR avec tous les amortissements et taux d'actualisation	480

On remarque que le prix de revient en tenant compte des amortissements ou non et du taux d'actualisation est compris entre 220 et 480 F/m³. En général, dans les systèmes d'AEPS, les investissements de plus de 10 ans ne sont pas pris en compte dans la facturation. La vente de l'eau permet de couvrir les charges d'exploitation et le renouvellement des équipements moins de 10 ans (pompes, groupe électrogène). On peut donc dire que le prix de revient de l'eau dans ce projet est de 300 F/m³ soit le bidon de 25L à 10 FCFA. En fixant le prix de vente à 500 F/m³, l'opérateur a donc une marge bénéficiaire de 200 F/m³ soit 40%.

VII NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

La présente étude qui tient lieu d'étude d'impact environnemental et social des travaux d'alimentation en eau potable de la commune rurale de Bouza a fait ressortir un certain nombre d'impacts potentiels qui seront générés par la mise en œuvre du projet. Ces impacts sont résumés comme suit.

VII.1 CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

Il s'agit des lois, décrets et ordonnances adoptées dans des domaines sectoriels de la gestion environnementale. Ce sont :

- la Loi n°98-56 du 29 décembre 1998 portant Loi-cadre relative à la gestion de l'environnement. Elle reprend en son article 31, les termes de l'article 4 de l'Ordonnance 97-001 sur les EIE. La Loi-cadre est un texte fédérateur en matière de gestion de l'environnement et doit servir de référence à toutes les questions environnementales. Elle fixe le cadre juridique général et les principes fondamentaux de la gestion de l'environnement au Niger.
- la Loi n° 2001-032 du 31 décembre 2001, portant orientation de la politique d'Aménagement du Territoire. Cette loi fixe le cadre juridique de toutes les interventions de l'État et des autres acteurs ayant pour effet la structuration, l'occupation et l'utilisation du territoire national et de ses ressources. Elle vise à définir, d'une part, les orientations sectorielles et spatiales capables de créer une synergie entre les différentes régions, d'autre part, les secteurs d'activités. Elle vise aussi la préservation et la valorisation des ressources naturelles à travers la préservation de l'environnement et des facteurs naturels de production. La loi traite également de la stratégie de mise en œuvre de l'aménagement du territoire.
- la Loi n°2004-040 du 8 juin 2004 portant régime forestier au Niger et déterminant les conditions d'utilisation des ressources forestières et notamment les dispositions relatives aux espèces protégées.
- l'Ordonnance 97-001 du 10 janvier 1997 portant institutionnalisation des Études d'Impact sur l'Environnement (EIE). L'article 4 de cette ordonnance précise que : « *Les activités, projets ou programmes de développement qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur les milieux naturel et humain, peuvent porter atteinte à ces derniers, sont soumises à une autorisation préalable du Ministre chargé de l'Environnement. Cette autorisation est accordée sur la base d'une appréciation des*

conséquences des activités, du projet ou du programme mis à jour par une EIE élaborée par le Promoteur »;

- l'Ordonnance n°2010-09 du 1er avril 2010 portant code de l'eau au Niger. Cette ordonnance précise à son Titre III les principes relatifs à la gestion de l'eau. L'article 6 indique que *« la présente ordonnance reconnaît que l'eau est un bien écologique, social et économique dont la préservation et d'intérêt général et dont l'utilisation sous quelque forme que ce soit, exige de chacun qu'il contribue à l'effort de la collectivité et/ou de l'Etat, pour assurer la conservation et la protection »*. L'article 12 stipule que *« Ceux qui de par leurs activités utilisent la ressource en eau, doivent contribuer au financement de la gestion de l'eau, selon leur usage, en vertu du principe Préleveur-payeur, nonobstant le droit de l'eau de chaque citoyen énoncé à l'article 4 de la présente ordonnance »*.
- le Décret n°97-006/PRN/MAG/E du 10 janvier 1997 portant réglementation de la mise en valeur des ressources naturelles rares. Ce texte fixe le régime juridique de la mise en valeur des ressources foncières, végétales, hydrauliques et animales telles que définies par l'article 2 de l'ordonnance n°93-015 du 2 mars 1993 fixant les principes d'orientation du Code rural. Il définit la mise en valeur comme *« toute activité ou action matérielle engagée par l'homme sur une ressource naturelle en vue de son exploitation rationnelle et durable suivant des moyens propres à la protéger, la restaurer et en améliorer la qualité productive et le rendement »*.
- le Décret n°2010-540 /PCSRD/MEE/LCD du 08 juillet 2010 portant organisation et fonctionnement du Bureau d'Evaluation Environnementale et des Etudes d'Impacts (BEEEI) du Ministère de l'Eau, de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification et déterminant les attributions du directeur ;
- le Décret n°2000-397/PRN/ME/LCD du 20 octobre 2000 portant Procédure Administrative d'Évaluation et d'Examen des Impacts sur l'Environnement. Ce décret précise la démarche administrative à suivre pour une intégration des préoccupations environnementales dans la planification des programmes, projets et activités de développement socio-économique.

VII.2 IMPACTS POTENTIELS DU PROJET

VII.2.1 Impacts négatifs

➤ Impacts négatifs sur le sol :

On observera une perturbation localisée des sols liée notamment aux activités de pose des tuyaux, de terrassement des aires de construction du réservoir, les locaux et de déplacements des véhicules dans les champs. Il faut ajouter aussi les risques de dégradation des berges et/ou la désorientation des koris.

➤ Impacts négatifs sur l'air :

Le principal impact négatif sur l'air sera la pollution de l'atmosphère, pollution liée aux émissions de poussières et de gaz (CO, CO₂, HC, SO₂). Les sources sont notamment les résultats des émissions gazeuses provenant des engins et camions et des remaniements des sols lors de l'excavation et des déplacements des camions.

➤ Impacts négatifs sur la faune :

Il n'existe pas d'habitat faunique particulier au niveau des sites de construction des ouvrages d'adduction d'eau envisagés dans le cadre du présent projet. Toutefois, les petits animaux peuplant la zone peuvent être momentanément dérangés dans leur déplacement lors de l'ouverture des fouilles pour la pose des conduites. Il faut aussi craindre des risques de chute des animaux domestiques pâturent dans la zone.

➤ Impacts négatifs sur le milieu humain :

Les activités de terrassements et de déplacements des engins vont entraîner un soulèvement de poussière provoquant une augmentation de la concentration dans l'air ambiant à la traversée de ces villages et surtout au niveau des habitations voisines des sites de construction. Il est donc à craindre la naissance de maladies respiratoires pour les populations riveraines, mais aussi pour les ouvriers.

Au nombre des impacts négatifs à l'exploitation sur les hommes il y'a les effets économiques sur le pouvoir d'achat des citoyens qui doivent payer le prix de l'eau.

VII.2.2 Impacts positifs

Ce qui fait l'importance de ce projet, ce sont les impacts positifs sur les populations locales en particulier et sur le pays en général. On peut citer entre autres :

- la création d'emplois: Les travaux de construction des bâtiments et de pose des tuyaux permettent la création d'emploi à travers le recrutement de la main d'œuvre locale ;

- La promotion de l'accès à l'eau potable aux populations rurales longtemps meurtries par les problèmes de mobilisation de l'eau de consommation domestique;
- L'amélioration de la santé humaine et du bien-être des populations.

VII.3 PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE (PGES)

Un Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) a pour objet d'intégrer la dimension environnementale et sociale dans le processus de conception, de planification, de gestion et de mise en œuvre des activités d'un projet. Il permet d'anticiper les nuisances éventuelles liées aux activités du projet et d'établir les procédures et les mesures pertinentes à l'atténuation de leurs impacts sur l'environnement.

Le PGES proposé pour ce présent projet, intègre les résultats de l'analyse des activités du projet adduction en eau potable des villages de la commune rurale de Bouza dans le cadre du projet BID-UEMOA, de leurs impacts sur l'environnement ainsi que les structures et les procédures prévues pour la gestion et la mise en œuvre du projet. Il est structuré en ces trois volets suivants:

- Mesures d'atténuation des impacts négatifs du projet ;
- Plan de surveillance et de suivi environnemental;
- Les mesures de renforcement des capacités pour assurer une gestion efficace des impacts sur l'environnement.

VII.3.1 Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Tableau 21. Mesures d'atténuation des impacts négatifs

Phase du projet	Eléments impactés	Activités sources d'impacts	Impacts négatifs potentiels	Mesures d'atténuation
Construction	Sol	✓ La préparation des terrains ✓ L'excavation ✓ Le déplacement des engins le long des tranchées	<i>Modification de la structure des sols</i>	1. Eviter les traversées inutiles des champs de cultures 2. Remise en état les zones sensibles (koris)
	Air	✓ Les manœuvres des sols lors de l'excavation et des déplacements des camions	– <i>Pollution locale de l'air par les soulèvements de poussière</i>	3. contrôle des vitesses des camions transportant les matériels et matériaux
	Végétation	✓ La réalisation des tranchées pour la pose des tuyaux ✓ L'ouverture des pistes pour les camions	– <i>Destruction de la végétation</i> – <i>Mutilation de racines des arbres</i>	4. Se limiter strictement à l'envergure de la tranchée définie par l'étude technique lors de l'excavation 5. Limiter l'abatage des arbres à ceux qui entravent les travaux 6. procéder à une coupe soignée des racines touchées 7. Sensibilisation du personnel travaillant sur les chantiers sur les respects de l'environnement
	Animaux	✓ La réalisation des tranchées pour la pose des tuyaux	– <i>Risque de chute des animaux</i>	8. fermeture systématique des tranchées à fin des travaux dans les zones de grande fréquentation des animaux et les voies de passage des animaux
	L'Homme, Santé et sécurité des populations	✓ Construction du château d'eau et de l'ouvrage de captage	– <i>Expropriation de terre (sites accueillant le château et la station)</i>	9. indemnisation des personnes dépossédées de leurs terres
		✓ Réalisation des tranchées	– <i>Risques d'accidents</i>	10. Sensibilisation du personnel travaillant sur les chantiers sur les règles de conduite sur le chantier 11. port obligatoire du casque et autres matériels de protection individuelle sur les chantiers
			– <i>Risques de blessures</i>	12. disposer d'une pharmacie de premiers secours

Exploitation	Pouvoir d'achat des populations	✓ La vente de l'eau	– <i>effet économique sur le pouvoir d'achat des populations</i>	13. Vendre aux populations l'eau à moindre coût
	Santé humaine	✓ Consommation de l'eau mal traitée	– risques pour la santé de la population desservie ou riveraines	14. Contrôle rigoureux des dosages des produits chimiques utilisés dans le traitement des eaux 15. former le personnel chargé du fonctionnement de la station de traitement

VII.3.2 Programme de surveillance de la mise en œuvre des mesures environnementales :

Elle vise à s'assurer de la mise en œuvre effective des différentes mesures proposées pour atténuer ou renforcer suivant les cas, les impacts découlant de la construction et de l'exploitation du projet conformément aux dispositions légales en vigueur au Niger.

Le suivi va porter particulièrement sur la qualité des eaux et la santé des hommes comme le détaille le tableau ci-dessous :

Tableau 22. Programme de surveillance de la mise en œuvre des mesures environnementales

Impacts	Mesures d'atténuation	Responsabilité		Période	Coûts en FCFA
		Mise en œuvre	Contrôle		
– <i>Modification de la structure des sols</i>	1. Eviter les traversées inutiles des champs de cultures 2. Remise en état les zones sensibles (koris)	L'entreprise	Le bureau de contrôle	Au cours des travaux	Clauses environnementales
– <i>Destruction de la végétation</i> – <i>Mutilation de racines des arbres</i>	3. Se limiter strictement à l'envergure de la tranchée définie par l'étude technique lors de l'excavation 4. Limiter l'abatage des arbres à ceux qui entravent les travaux	Idem	Le bureau de contrôle	Au cours des travaux	Idem
	5. procéder à une coupe soignée des racines touchées	Idem	Le bureau de contrôle	Au cours des travaux	Idem
	6. Sensibilisation du personnel travaillant sur les chantiers sur les respects de l'environnement	Le bureau de contrôle L'entreprise	Le bureau de contrôle	Avant le démarrage des chantiers	300 000
– <i>Risque de chute des animaux</i>	7. fermeture systématique des tranchées à fin des travaux dans les zones de grande fréquentation des animaux et les voies de passage des animaux	Idem	Le bureau de contrôle	Au cours des travaux	Clauses environnementales
– <i>Risques d'accidents</i>	8. Sensibilisation du personnel travaillant sur les chantiers sur les règles de conduite sur le chantier 9. port obligatoire du casque et autres matériels de protection individuelle sur les chantiers	L'entreprise	Le bureau de contrôle	Avant et au cours des travaux	Clauses environnementales
– <i>Risques de blessures</i>	10. disposer d'une pharmacie de premiers secours	L'entreprise	Le bureau de contrôle	Toute la durée des chantiers	300 000
– <i>Gêne de la circulation locale</i>	11. fermeture systématique des tranchées après la pose des tuyaux	L'entreprise	Le bureau de contrôle	Au cours des travaux	Clauses environnementales

VII.3.3 Programme de suivi environnemental :

Le suivi environnemental, permet de vérifier, sur le terrain, la justesse de l'évaluation de certains impacts et l'efficacité de certaines mesures d'atténuation ou de compensation prévues par le PGES et pour lesquelles subsiste une incertitude.

Tableau 23. Programme de suivi environnemental

Impacts	Lieu	Paramètre de suivi	Indicateurs	Fréquence de suivi	Responsabilités		Coûts (FCFA)
					Mise en œuvre	Suivi	
Qualité de l'eau fournie	✓ château d'eau	<i>Analyse bactériologique (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, E.coli)</i>	Teneur en bactéries	1 fois par mois	Laboratoire privé accrédité ; laboratoires de l'Hydraulique	Le Projet BID-UEMOA Le ministère de la santé	600 000
Risques de maladies	✓ villages bénéficiaires	<i>Santé des populations</i>	Taux de prévalence des différentes maladies	1 fois par semestre pendant la première année et 1 fois par an pendant 5ans	DRS	Le Projet BID-UEMOA Le ministère de la santé	3 000 000 7 500 000

NB : Le coût de mise en œuvre du plan de gestion environnementale et sociale est inclus dans le coût global du projet.

VIII CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La réalisation de ce projet vient à point nommé apporter une solution au plus grand calvaire des populations concernées. Ce système d'alimentation en eau potable présente également un avantage, d'autant plus qu'il desservira une importante population sur une grande étendue avec un niveau de service assez adéquat. Cela à partir d'un forage et un réservoir.

Par ce projet, huit (8) villages de la commune rurale de Bouza seront desservis à travers cinquante de bornes fontaines, neuf (09) branchements particuliers et un abreuvoir. Pour une pérennisation à long terme du projet, la gestion est confiée à un opérateur privé.

Par ailleurs, l'élaboration de ce système AEP multi village demande une étude plus profonde et intégrée des données socio-économiques, des conditions topographiques, de la disponibilité de la ressource en eau et de la répartition des différents points de consommation.

Pour cela nous recommandons :

- ✓ L'extension du réseau pour la réalisation de 15 BF supplémentaires à partir de 2029 ;
- ✓ De mener des investigations géophysiques pour une connaissance plus précise de l'implantation du forage ;
- ✓ La mise en place minutieuse et avec la plus grande vigilance des équipements d'exhaure car le débit d'exploitation du forage en dépend ;
- ✓ L'analyse périodique de la qualité de l'eau ;
- ✓ La sensibilisation de la population sur la nécessité de consommer l'eau potable ;
- ✓ La mise en place d'une structure de gestion basée sur les critères de représentativité, de compétence et d'intégrité.

BIBLIOGRAPHIE :

- ❖ Document du Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable PN-AEP (2011-2015);
- ❖ Recensement Général de la Population et de l'Habitation RGPH (2012): Monographie Régionale de Tahoua (INS, Octobre 2016) Pages 53-55;
- ❖ Guide des services d'alimentation en eau potable dans le domaine de l'hydraulique rurale au Niger. 2010, Direction générale de l'hydraulique, Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement.
- ❖ Dr Lawani A. MOUNIROU 2018, Enseignant- Chercheur en Hydraulique générale et appliquée, « essentiel de dimensionnement de pompe et stations de pompage ».
- ❖ Roland O. YONABA 2015, Adduction d'Eau potable, V1.0.0, « Calcul des Ouvrages constitutifs des réseaux d'AEP ».
- ❖ Denis ZOUNGRANA 2003 « Cours d'approvisionnement en Eau potable » EIER
- ❖ AIDE-MEMOIRE ; Calcul et exécution de branchement d'eau-Pose de réseau d'eau sous pression ;(Moussa OUEDRAOGO, Mars 2007)
- ❖ 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) » ;
- ❖ ABDOU KONDO « Etude de réalisation des adductions d'eau potable simplifiées dans le cadre du PHVT : proposition des variantes techniques pouvant contribuer à l'optimisation des coûts de revient des ouvrages ». Juin 2009 ;
- ❖ Manuel pour les adductions villageois, PROTOS ;
- ❖ Observatoire du Sahara et du Sahel, 2011 ; Tome II base de données commune, Système d'Aquifère d'Iullemeden ;
- ❖ Gestion intégrée et durable des systèmes aquifères et des bassins partagés de la région du Sahel : RAF/7/011, 2017.

Site internet :

- <https://wikiwater.fr/e44-les-bornes-fontaines>
- <http://www.stat-niger.org/statistique/>
- www.pseau.org

ANNEXES

Annexe N° 1: Note de calcul Réservoir Métallique	61
Annexe N° 2: Fiche d'enquête.....	67
Annexe N° 3: Tracé du réseau.....	68
Annexe N° 4: Synthèse simulations de la demande	69
Annexe N° 5: Simulation réseau de distribution Variante 1	70
Annexe N° 6: Simulation réseau de distribution Variante 2	75
Annexe N° 7: Points de desserte	80
Annexe N° 8: Plan du Réseau	82
Annexe N° 9: Plan d'exécution bornes fontaines.....	83
Annexe N° 10: Plan type d'exécution des BF	84
Annexe N° 11: Raccordement hydraulique de BF	85
Annexe N° 12: Plan type d'exécution de l'Abreuvoir	86
Annexe N° 13: Plan d'exécution des regards visites	87
Annexe N° 14: Plan d'exécution regard ventouse	88
Annexe N° 15: Plan d'exécution regard vidange.....	89
Annexe N° 16: Plan type traversée de koris.....	90
Annexe N° 17 : Profils en long	91
Annexe N° 18: Carnet des Nœuds.....	92
Annexe N° 19: Coût du projet.....	93

Annexe N° 1: Note de calcul Réservoir Métallique

La norme **CODRES** précise les règles de conception et de construction des "Réservoirs cylindriques verticaux en acier au carbone avec tôles de robe soudées bout à bout pour stockage de produits pétroliers liquides et dérivées".

❖ Pré-dimensionnement et hypothèses générales de calcul :

Normes : CODRES

Produit : l'Eau, Masse volumique : 1000kg/m³

La pression maximale admissible est 56.10⁻⁴ MPa (56 mbar)

Volume : 150 m³

$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ on obtient les caractéristiques générales $\phi = 6\text{m}$ et $h = 5,3\text{ m}$ incluant une revanche de 30cm.

Conditions d'études :

Le réservoir est posée sur le terrain naturel donc fonctionne sous pression ; il fonctionne à la pression atmosphérique, pour une pression interne de maximale de 5 mbar et un vide de 2.5 mbar.

Température d'étude :

$$t_U = \left(\frac{t_A + t_B}{2} \right) + 5^\circ\text{C}$$

t_A : Température minimale du produit stocké (0°C) ;

t_B : Température moyenne journalière 29,3 °C (Tahoua) ;

$$t_U = 19,65^\circ\text{C}$$

Type de toit :

Nous avons un toit fixe autoportant sans charpente (cône).

Matériaux : nous optons pour des tôles en acier.

Caractéristiques de flexion par choc :

Déterminé par l'essai de flexion par choc sur éprouvettes Charpy KV suivant la norme NF EN 10045-1.

Epaisseur et tolérance :

$$e = e_c + t_1$$

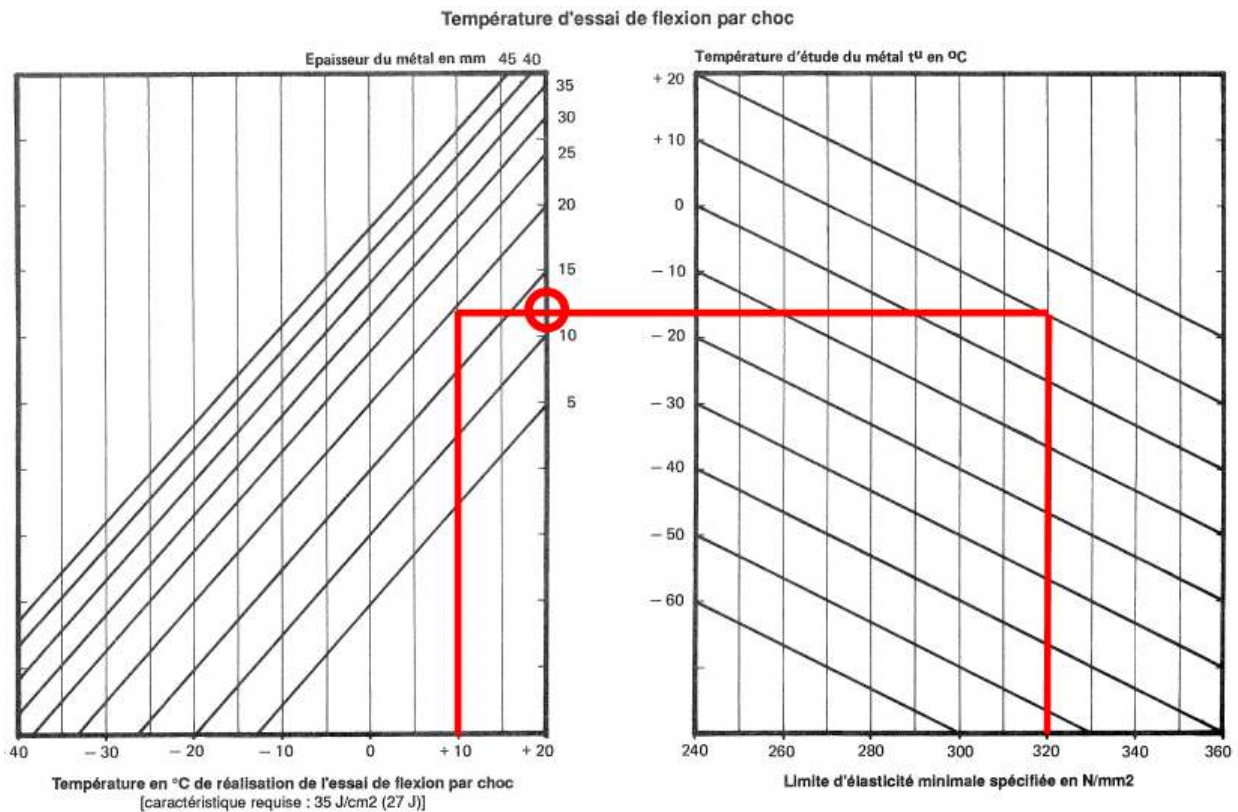
Avec : $\begin{cases} e_c : \text{épaisseur minimale avec corrosion} \\ t_1 : \text{tolérance négative} \end{cases}$

Avec $t_U = 19,65^\circ\text{C}$ on a la limite d'élasticité minimale = 243N/mm².

Dans notre cas, en l'absence de données sur l'essai par choc, on suppose qu'il a été réalisé à +10°C.

D'où nous obtenons à partir de l'abaque une épaisseur de 12 mm pour l'acier.

Ainsi on a : $e_{\text{acier}} = 12\text{mm}$ et Limite d'élasticité : 320N/mm² (MPa). (Voir figure ci-après)



L'acier retenu présent une caractéristique de résilience de 35 J/cm² (ou 27 Joules) à +10°C.

Charges de calcul :

Le réservoir est étudié pour la combinaison des charges suivantes :

Poids propre = 96 kg/m²

Surcharge minimale à supporter = $1.2 \cdot 10^{-3}$ MPa

Produit stocké : l'eau = 1000kg/m³

Vent : vitesse= 45m/s

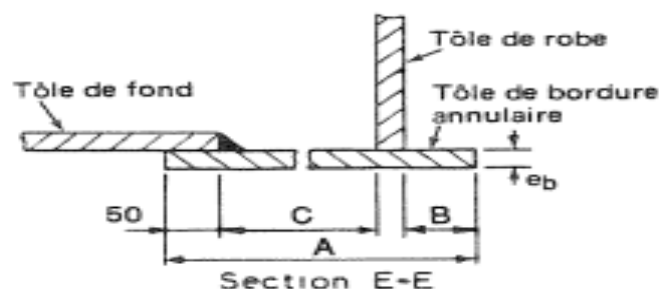
Charge des tuyauteries : 0.25t (par hypothèse).

❖ Etude du fond du réservoir :

La forme convexe est la plus adapté car elle permet de mieux gérer le tassement lors de l'épreuve hydraulique du réservoir. Convexe c'est à dire point haut au centre.

Bordure annuaire (B) avec diamètre $\phi = 6 \text{ m} < 30\text{m} \rightarrow B = 60 \text{ mm}$ (voir tableau P30).

$$f = D(H - 0.3)/2(e_v - C)$$



Longueur repérée :

$$\text{Max: } \begin{cases} 600 \text{ mm} \\ C = 2.10 \times e_b \times (H)^{-\frac{1}{2}} \end{cases} \rightarrow 600 \text{ mm}$$

Tôles centrales du fond :

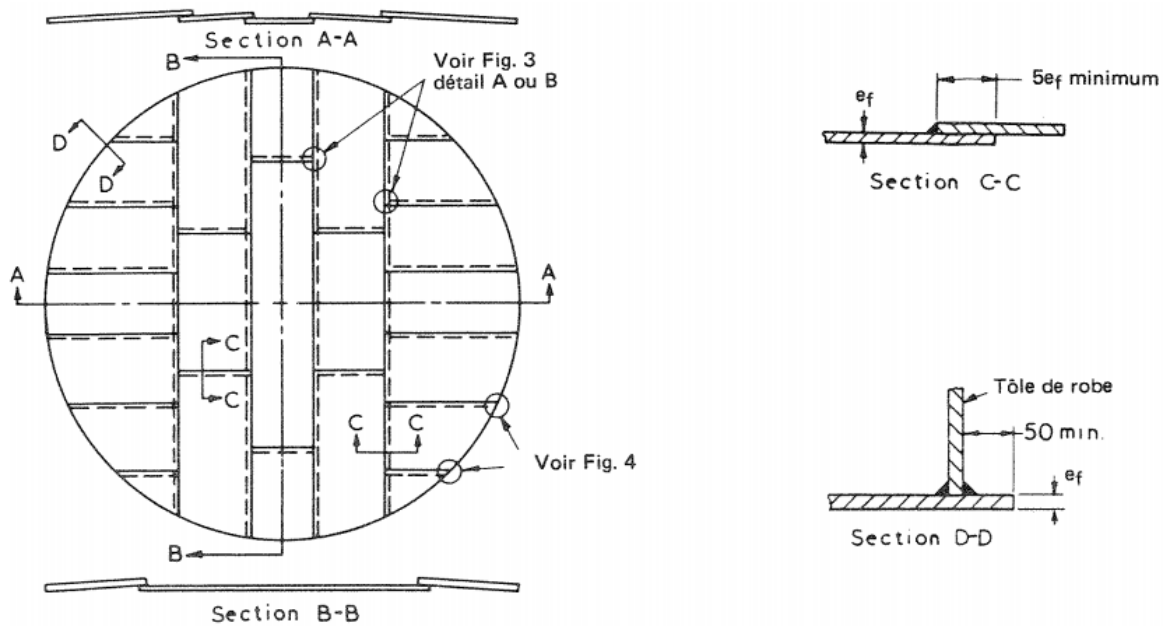
L'épaisseur minimale est de 6 mm, Nous optons pour 10mm.

La largeur l_f de la zone de recouvrement doit respecter l'exigence suivante : $l_f \geq 5e_f$

Jonction Robe-fond :

Effectué par soudure continue de chaque côté de la tôle de robe avec **a= 6mm**.

Exemple dispositions de tôles de fond de réservoir :



❖ Conception de la Robe :

Contrainte : nous avons une température de calcul inférieure à 100°C, la contrainte de calcul sera :

$$\text{Min} \left\{ \begin{array}{l} 260 \text{ MPa} \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right) \\ \frac{2}{3} (\text{lim élas} = 320) = 213.34 \end{array} \right. \rightarrow \delta = 213.34 \text{ MPa}$$

Epaisseur Robe (sans calcul) (voir P 32 du code).

Diamètre en (m)	Epaisseur minimale (mm)	Tolérance
D < 15	5	0,35
Ici, on a D= 6m < 15 l'épaisseur minimale est de 5mm d'où le 12 mm choisit est un bon choix.		

Calcul de l'épaisseur minimale de la Robe :

La formule à utiliser est la suivante :

$$e_{v(i)}c = \frac{P_{v(i)} \times D}{2 \times f} + c \quad \text{avec}$$

$$P_{v(i)} = [\rho g (H_{(T)} - 0.3) + P] \times 10^{-6} \rightarrow P_{v(i)} = 0,049 \quad \text{avec } P = 0$$

Donc $e_{v(i)}c = 3,00074 \text{ mm} \rightarrow \text{épaisseur minimale}$

Avec une épaisseur minimale de **3,00074 mm**, nous concluons que notre choix (12 mm) pour le dimensionnement est parfait.

Effort dus au vent et au vide :

Poutre au vent : (pas de poutre au vent car on a un toit fixe)

Raidisseurs secondaires :

Le raidisseur secondaire a pour but de prévenir un flambement local de la robe et maintenir la rotondité de toute la hauteur de la robe sous les conditions de charge au vent ou de dépression. Il est déterminé en fonction du diamètre du réservoir.

Diamètre (m)	Raidisseur en mm
$D \leq 20$	100 × 80 × 9

Dégression d'étude :

$5.10^{-4} \text{ MPa} \rightarrow$ réservoir à toit fixe sans pression

Raidisseurs secondaires :

$$K = \frac{95000}{(3.563 \times 10^2) + (5.80 \times 10^6 \times d)} = 9,39$$

Dispositions constructives (P39 du code)

❖ Calcul des toits fixes :

Nous optons pour un toit conique autoportant de pente 1/5 pour sa facilité de mise en œuvre.

Epaisseur toit :

L'épaisseur minimale : $e_d \geq 5 \text{ mm} \rightarrow \text{nous prenons } 8 \text{ mm};$

Epaisseur minimale de construction e_a^q de l'âme des profilés $\geq 4.4 \text{ mm} \rightarrow$ nous prenons 6 mm ;

Coefficients de soudures (Z) :

1 : joints de recouvrement soudés sur deux côtés

0.5 : joints de recouvrement soudés sur un côté

Contrainte admissible en tension

$$\delta_a = \frac{2}{3} \delta = \frac{2}{3} \times 320 = 213.34 \text{ MPa}$$

Toit autoportant conique sans charpente.

L'angle du toit 25° .

L'épaisseur $\leq 13 \text{ mm}$; on avait pris : 8mm

Epaisseur maximale $\rightarrow e_a^q = 5 \text{ mm}$;

Epaisseur calculée $\rightarrow e_a^q = 0.75 \times D \times \frac{(P_t)^{0.4}}{E} \times \frac{(tg \theta)^{0.4}}{\sin \theta}$ (page 42 du code)

Formule pratique :

$$e_a^q = \frac{D \times (tg \theta)^{0.4}}{2.027 \times \sin \theta} \quad \text{avec } e_a^q (\text{mm}) \text{ et } D (\text{mm})$$

$e_a^q = 5.592 \text{ mm}$ Ok car on a pris 8 mm.

Vérification de la robe-toit :

L'aire réduite : en tension

$$A(\text{tension}) \geq \frac{D^2}{8} \times \frac{P_e}{f \text{ réduite}} \times \frac{1}{\sin \theta}$$

En pratique

$$A(\text{tension}) \geq K \times \frac{D^2}{\sin \theta}$$

e_d	5	7	9
K	1.67	1.83	2

Détermination de K :

$$A(\text{tension}) \geq 1.92 \times \frac{(6.5)^2}{\sin 25^\circ} = 191.96 \text{ mm}^2$$

En compression:

$$A(\text{tension}) \geq \frac{D^2}{8} \times \frac{P}{f \text{ compression}} \times \frac{1}{tg \theta}$$

$$P = P_g - \frac{80 \times e_d}{\cos \theta} = 5 \times 10^{-2} - \frac{80 \times 8}{\cos 25} = -206,167$$

$$A(\text{tension}) \geq -1.945817 \times 10^{-5} \text{ mm}^2$$

Aires réduites des renforcements de la jonction robe toit :

Côte toit : $W_d = 0.6 (R_d \times e_d)^{\frac{1}{2}} (\text{mm})$ avec R_d : rayon de courbure du toit

Côte Robe : $W_r = 0.6 (b \times e_r)^{\frac{1}{2}} (\text{mm})$

Ventilation : toit fixe, donc vents libres suffisants.

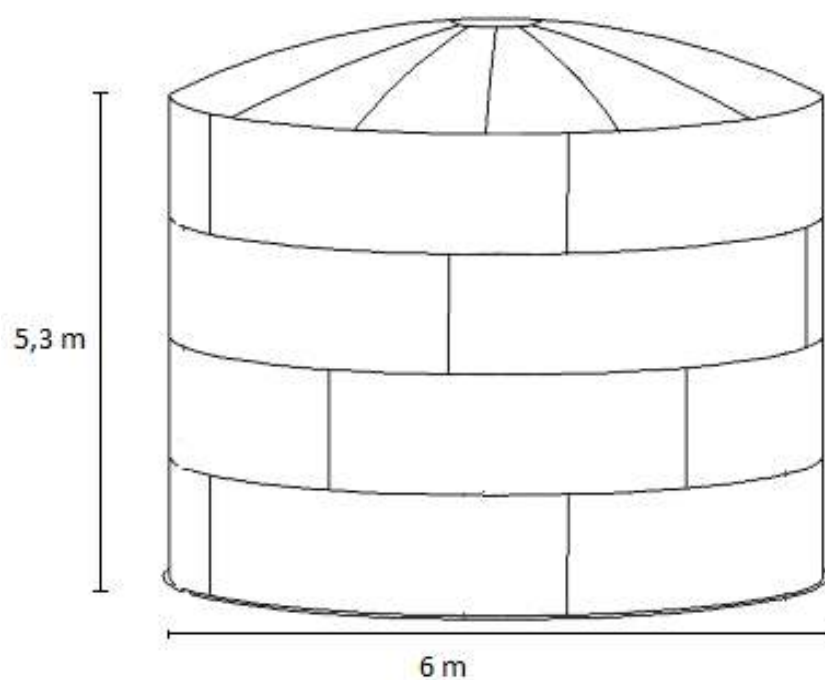
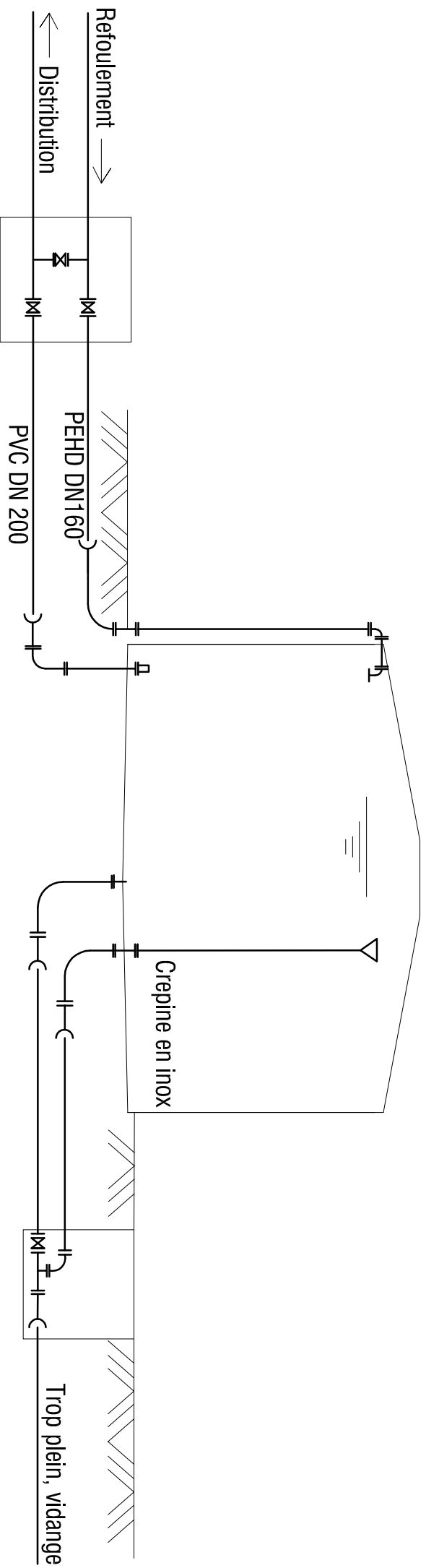


Figure 11: Schéma du réservoir



Annexe N° 2: Fiche d'enquête

Fiche d'enquêtes socioéconomiques pour la réalisation d'ouvrages d'hydraulique et d'assainissement : Mini-AEP et /ou forage équipé PMH ou SOLAIRE

i. Données générales

1.1. Identification de la localité

Région :	
Département :	
Commune :	
Date de passage de l'équipe	
Type de réunion tenue	

Village de :			
Coordonnées du village	Longitude E (DD MM SS.S)		Latitude N (DD MM SS.S)
Population totale du village (2018) :		Nombre de ménages :	
Nombre de quartiers :		Infrastructures existantes dans le village :	☐ Ecole ☐ CSI ☐ Marché ☐ Autres

1.2. Quels sont les Villages environnants de la localité enquêtée ?

N°	Noms des villages ou hameaux	Position géographique	Distance en km
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

1.3. Quels sont les Types d'ouvrages hydrauliques existants dans la localité ?

☐ F/PMH	☐ Puits Cimenté Villageois	☐ Puits Cimenté Pastoral
☐ Forage pastoral (SPP)	☐ Forage artésien	☐ Puits forages
☐ Mini AEP	☐ PEA	☐ Puits traditionnels
☐ Autre (A préciser)		

1.4. Quel est l'Etat de fonctionnalité de l'ouvrage ?

Ouvrage	Etat de fonctionnalité	Raisons d'abandon ou cause de panne
	☐ Fonctionnel	
	☐ En panne	
	☐ Abandonné	

1.5. Appréciation de la qualité et quantité d'eau

Quantité d'eau	☐ Suffisante	☐ Insuffisante en saison sèche	☐ Insuffisante toute l'année
Qualité de l'eau	☐ Bonne	☐ Trouble	☐ Mauvaise
Commentaire si mauvaise :			

1.6. Gestion des points d'eau dans le village

Qui gère le point d'eau ?	☐ CGPE	☐ Délégataire	☐ AUSPE	☐ Autre à préciser :
---------------------------	-------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	---

Y a-t-il vente / Paiement de l'eau ?	☐ Toute l'année	☐ Saisonnier	☐ Pas de vente d'eau
s'il y a vente d'eau, quel est le Prix en vigueur	☐ Prix d'un bidon / bassine de litres : FCFA	☐ autres à préciser	
Y a-t-il d'autres modalités de paiement de l'eau	☐ Cotisations régulières	☐ Cotisations en cas de panne	



2. Besoins et engagements des populations

1. Est-ce que les populations acceptent l'ouvrage : une Mini AEP ☐ , Forage avec PMH ☐ ou Forage avec solaire ☐ ?	☐ Oui	☐ Non
2. Date d'adhésion au projet	/...../2019	
3. Engagement des populations pour la contribution financière proportionnellement à la nature et à la quantité de l'ouvrage	☐ Oui	☐ Non
4. Date annoncée par la population pour le versement de la contribution financière		
5. Engagement des populations pour le principe de vente d'eau	☐ Oui	☐ Non
6. Engagement des populations pour le principe de la gestion déléguée	☐ Oui	☐ Non
7. Engagement des populations pour la mise en place de l'AUSPE	☐ Oui	☐ Non
8. Engagement des populations à fournir des sites d'implantation des ouvrages (forage, château, BF, etc.)	☐ Oui	☐ Non
9. Si oui, sont-ils prêts à fournir un acte de sécurisation foncière des sites d'implantation des ouvrages (voir modèle à signer)	☐ Oui	☐ Non
10. Nombre de BF Prévu		
11. Nombre d'abreuvoirs souhaités		
12. Besoin en branchements privés : si oui	Nombre :	
13. Besoin en branchements particuliers : si oui	Nombre :	
14. si oui, précisez l'institution bénéficiaire: ☐ Ecole ☐ CSI ☐ Mosquée ☐ Autres à préciser		
15. Prix de l'eau souhaité après la réalisation de la mini AEP	au niveau des BF et abreuvoirs :	
	☐ Prix d'un bidon litres :FCFA ☐ Prix d'un bidon litres :FCFA	
	☐ Prix au branchement particulierFCFA /m ³ ☐ Prix au branchement privéFCFA /m ³	

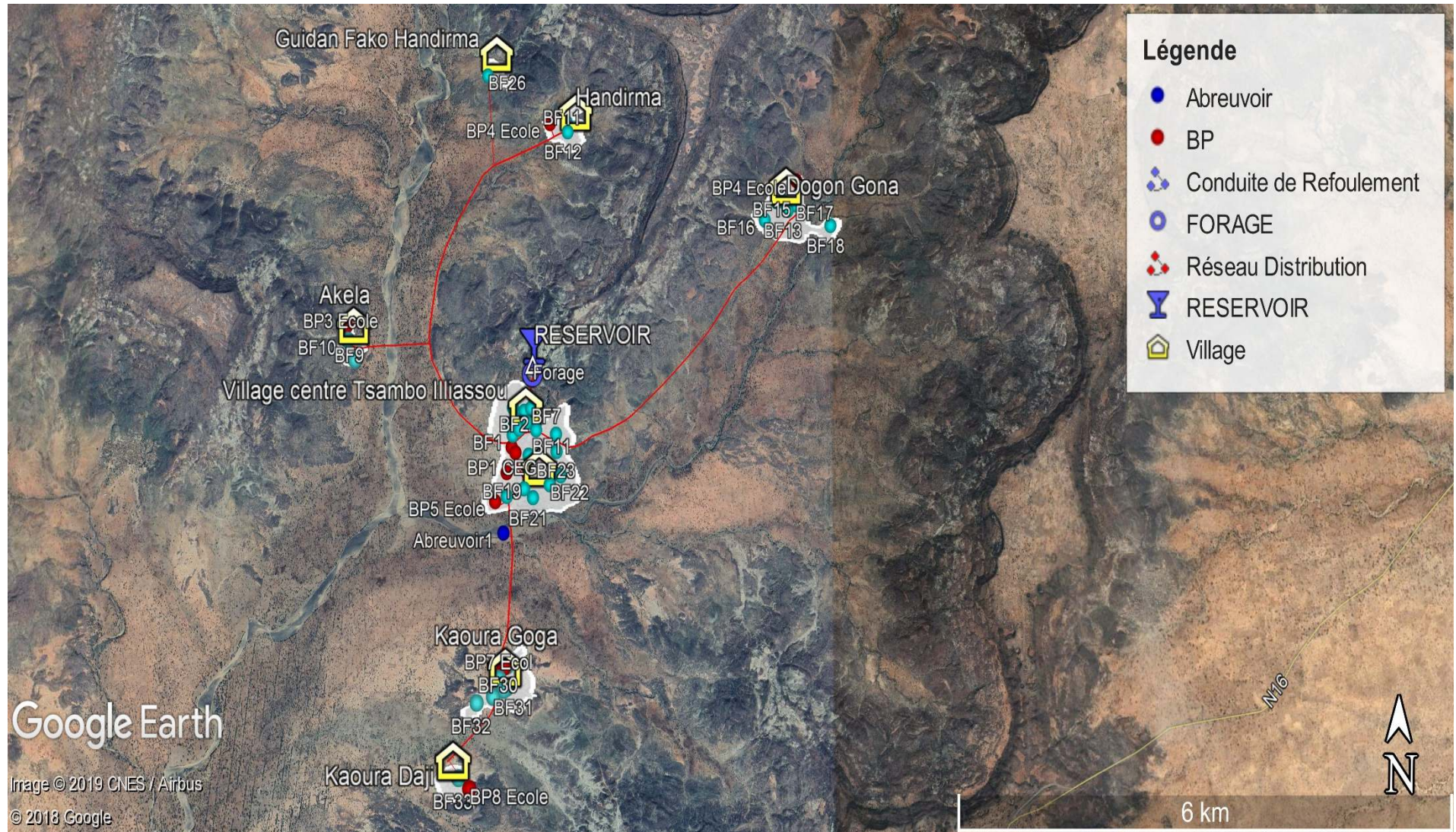


3. Implantation des ouvrages

Ouvrages	Lieu proposé	Coordonnées GPS		Observation
Forage				
Réservoir				
Château d'eau				
BF 1				
BF2				
BF3				
BF4				
BF5				
BF6				
BF7				
Abreuvoir 2				

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

Annexe N° 3: Tracé du réseau



Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 4: Synthèse simulations de la demande

Commune	Village centre	Village de rattachement	Pop (hbts) RGP H 2012	Taux d'accroissement (%)	Pop estimé e (hbts) 2018	Pop estimé e (hbts) 2019	Pop estimé e (hbts) 2034
Bouza	Tsambo Illiassou	Tsambo Illiassou	4 791	4,20%	6 132	6 390	11 844
		Tsambo Tinga	2 356		3 016	3 142	5 825
		Kaoura Goga	2 028		2 596	2 705	5 014
		Kaoura Guidan Dagi	243		311	324	601
		Handirma	941		1 204	1 255	2 326
		Akela	519		664	692	1 283
		Dogon Gona	1 673		2 141	2 231	4 136
		Handirma Guidan Fako	105		134	140	260
		Total	12 656	4,20%	16 200	16 880	31 289
DESIGNATION			2018	2019	2024	2029	2034
Population estimée			16 200	16 880	20 735	25 471	31 289
Consommation domestique							
Taux de couverture du réseau			80%	80%	80%	80%	80%
Consommation spécifique (l/j/hbt)			15	15	15	15	15
Consommation domestique totale (m3/j)			194	203	249	306	375
Consommation des édifices publics (m3/j)			10	10	12	15	19
Consommation cheptel							
Cheptel desservie (UBT)			1 248	1 285	1 490	1 728	2 003
Consommation spécifique UBT (l/j)			40	40	40	40	40
Consommation cheptel totale (m3/j)			50	51	60	69	80
Besoin moyen total des villages (m3/j)			254	264	321	390	474
Coefficients de calcul							
_Coefficient de pointe journalière			1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
_Coefficient de pointe horaire			1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Rendement du réseau (%)			95%	95%	95%	95%	95%
Débit moyen de pompage			50	50	50	50	50
Besoin journalier de pointe (m3/j)			305	317	385	468	569
Demande journalière de pointe (m3/j)			321	334	405	493	599
Le débit de distribution (m3/h)			40,43	42,03	51,07	62,08	75,50
Le débit de distribution (l/s)			11,2	11,7	14,2	17,2	21,0
Temps de pompage nécessaire (h)			6	7	8	10	12

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

Annexe N° 5: Simulation réseau de distribution Variante 1

Nœud s	TRONCON S	V hypothèse (m/s) = 1		PVC DURAPLAST-Niger PN10							Ks =	120				
		L(m)	Soutirage (l/s)	Qt (l/s)	Qt (m3/s)	Dth (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Vréel (m/s)	pdc (m)	Σpdc	Altitude (m)	Pmin	Charge (m)	Pression 1	Phd
TSAMBO ILLIASSOU-TSAMBO TINGA																
R												448,02	5		10,33	
N1	R-N1	80,83		27	0,0270	185,4	200	184,6	1,01	0,36	0,36	432,79	5	438,15	6,46	20,21
N2	N1-N2	232,73	0,5	27	0,0270	185,4	200	184,6	1,01	1,04	1,41	421,74	5	428,15	16,47	31,26
N3	N2-N3	185,25		26,5	0,0265	183,7	200	184,6	0,99	0,80	2,21	401,6	5	408,81	35,81	51,4
BF1	BF1-N3.2	23,37	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,07	2,37	399,37	5	406,74	37,87	53,63
N3.1	N3.1-N3	36,95		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,10	2,31	400,26	5	407,57	37,05	52,74
N4	N3-N4	89,18		26	0,0260	181,9	200	184,6	0,97	0,37	4,89	392,52	5	402,41	42,21	60,48
N5	N4-N5	73,71		2	0,0020	50,5	63	57	0,78	0,96	5,84	389,62	5	400,46	44,16	63,38
BF3	BF3-N5.1	43,85	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,12	6,09	395,35	5	406,44	38,18	57,65
N5.1	N5.1-N5	43,91		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,12	5,96	394,14	5	405,10	39,51	58,86
N6	N5-N6	80,91		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	0,59	6,43	385,13	5	396,56	48,06	67,87
BF2	N6-BF2	25,71	0,5	1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	0,19	6,62	385,99	5	397,61	47,01	67,01
N7	BF2-N7	36,15		1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	0,40	7,02	387,73	5	399,75	44,86	65,27
BF4	BF4-N7.1	13,19	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,04	7,19	386,24	5	398,43	46,19	66,76
N7.1	N7.1-N7	47,22		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,13	7,15	386,18	5	398,33	46,28	66,82
N8	N7-N8	86,78		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,24	7,26	394,9	5	407,16	37,45	58,1
BF5	BF5-N8	38,39	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,11	7,37	394,65	5	407,02	37,60	58,35
BF6	BF6-N4	108,02	0,5	24	0,0240	174,8	200	184,6	0,90	0,38	6,22	386,67	5	397,89	46,72	66,33
N9	BF6-N9	88,49		23,5	0,0235	173,0	200	184,6	0,88	0,30	6,52	385,01	5	396,53	48,08	67,99
N10	N9-N10	59,93		17,3	0,0173	148,4	200	184,6	0,65	0,11	6,63	384,14	5	395,77	48,84	68,86
BF7	BF7-N10	70,58	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,20	6,83	384,43	5	396,26	48,36	68,57
N11	N10-N11	97,45		16,8	0,0168	146,3	200	184,6	0,63	0,17	6,80	383,59	5	395,39	49,22	69,41
BF8	BF8-N11	72,46	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,20	7,01	382,28	5	394,29	50,33	70,72

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N12	N11-N12	26,28		16,3	0,0163	144,1	200	184,6	0,61	0,04	6,85	381,64	5	393,49	51,13	71,36
N34	N12-N34	89,32		11,2	0,0112	119,4	160	147,6	0,65	0,23	7,07	379,8	5	391,87	52,74	73,2
BP6	BP6-N34	37,56	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,19	7,26	379,84	5	392,10	52,52	73,16
N35	N34-N35	101,56		11	0,0110	118,3	160	147,6	0,64	0,25	7,32	378,54	5	390,86	53,75	74,46
BF23	BF23-N35.1	72,86	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,20	7,84	384,32	5	397,16	47,46	68,68
N35.1	N35.1-N35	111,19		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,31	7,63	385,43	5	398,06	46,55	67,57
N36	N35-N36	116,42	0,5	10,5	0,0105	115,6	160	147,6	0,61	0,26	7,58	377,71	5	390,29	54,32	75,29
BP2	BP2-N36	212,55	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	1,05	8,63	375,93	5	389,56	55,05	77,07
N37	N36-N37	164,18	0,5	9,8	0,0098	111,7	160	147,6	0,57	0,32	7,90	374,65	5	387,55	57,06	78,35
BF24	N37-BF24	15,48	0,5	3	0,0030	61,8	90	81,4	0,58	0,07	7,97	374,78	5	387,75	56,87	78,22
N38	BF24-N38	153		2,5	0,0025	56,4	90	81,4	0,48	0,46	8,43	374,75	5	388,18	56,43	78,25
BF25	BF25-N38	20,12	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,06	8,49	374,59	5	388,08	56,54	78,41
N39	N38-N39	313,76	0,5	2	0,0020	50,5	90	81,4	0,38	0,61	9,04	384,99	5	399,03	45,59	68,01
BF26	BF26-N39	114,59	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,32	9,36	387,61	5	401,97	42,65	65,39
N39.1	N39-N39.1	115,98	0,5	1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	1,30	10,34	390,91	5	406,25	38,37	62,09
BF27	BF27-N39.1	32,18	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,09	10,43	391,37	5	406,80	37,82	61,63
N40	N37-N40	215,37		6,3	0,0063	89,6	125	113	0,63	0,72	8,62	374,2	5	387,82	56,79	78,8
BF28	BF28-N40	21,25	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,06	8,68	374,69	5	388,37	56,24	78,31
N41	N40-N41	160,91	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	0,88	9,50	372,15	5	386,65	57,96	80,85
BP7	BP7-N41	32,93	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,16	9,67	373,84	5	388,51	56,11	79,16
N40.1	N40-N40.1	242,91		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	1,06	9,68	372,06	5	386,74	57,88	80,94
N40.2	N40.1-N40.2	54,13		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	0,24	9,91	371,31	5	386,22	58,39	81,69
N42	N40.2-N42	33,78		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	0,15	10,06	371,63	5	386,69	57,93	81,37
AB1	AB1-N42	61,96	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,31	10,37	371,32	5	386,69	57,93	81,68
N42.1	N42-N42.1	43,77		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	0,18	10,24	371,43	5	386,67	57,95	81,57
N42.2	N42.1-N42.2	20,91		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	0,08	10,32	371,44	5	386,76	57,86	81,56
N42.3	N42.2-N42.3	1014,57		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	4,07	14,39	377,72	5	397,11	47,51	75,28

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

BF14	N9-BF14	130,68	0,5	6,2	0,0062	88,8	125	113	0,62	0,42	6,65	389,7	5	401,35	43,27	63,3
N23	BF14-N23	247,32	0,5	5,7	0,0057	85,2	125	113	0,57	0,68	7,32	395,87	5	408,19	36,42	57,13
BF15	BF15-N24	28,74	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,08	7,52	401,04	5	413,56	31,06	51,96
N24	N24-N23	40,28		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,11	7,44	400,04	5	412,48	32,14	52,96
N25	N23-N25	87,82		4,7	0,0047	77,4	125	113	0,47	0,16	7,49	396,85	5	409,34	35,28	56,15
BF16	BF16-N25.1	21,25	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,06	7,91	388,85	5	401,76	42,86	64,15
N25.1	N25.1-N25	128,37		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,36	7,85	389,61	5	402,46	42,16	63,39
N26	N25-N26	229,48		4,2	0,0042	73,1	110	99,4	0,54	0,68	8,16	402,09	5	415,25	29,36	50,91
N27	N26-N27	582,49	0,5	4,2	0,0042	73,1	110	99,4	0,54	1,72	9,88	395,22	5	410,10	34,52	57,78
DOGON GONA																
N28	N27-N28	2732,26	0,5	3,7	0,0037	68,6	110	99,4	0,48	6,25	16,13	408,5	5	429,63	14,99	44,5
BF17	BF17-N28	267,47	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,75	17,55	417,07	5	439,62	5,00	35,93
N29	N28-N29	191		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	0,67	16,80	409,11	5	430,91	13,71	43,89
BF18	N29-BF18	157,24	0,5	1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	1,15	17,95	411,25	5	434,20	10,42	41,75
N30	BF18-N30	71,04		1	0,0010	35,7	63	57	0,39	0,23	18,18	413,15	5	436,33	8,29	39,85
BF19	BF19-N30.1	131,94	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,37	18,75	414,65	5	438,40	6,22	38,35
N30.1	N30.1-N30	73,07		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,20	18,38	413,88	5	437,26	7,36	39,12
BF20	BF20-N31	41,83	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,12	18,87	415,13	5	439,00	5,61	37,87
N31	N31-N30	207,08		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,58	18,76	415,15	5	438,91	5,71	37,85
N32	N29-N32	123,69		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	0,58	17,38	409,26	5	431,64	12,98	43,74
BF22	BF22-N32	513,8	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	1,43	18,81	410,25	5	434,06	10,55	42,75
N33	N32-N33	123,69		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	0,68	18,05	409,36	5	432,41	12,20	43,64
BF21	N33-BF21	125,1	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	0,68	18,74	412,44	5	436,18	8,44	40,56
N33.1	BF21-N33.1	72,25		0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,36	19,10	413,19	5	437,29	7,33	39,81
BP5	BP5-N33.1	205,24	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	1,01	20,11	413,91	5	439,02	5,60	39,09
KAOURA GOGA																
N43	N42.3-N43	308,07		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	1,24	15,62	377,77	5	398,39	46,22	75,23

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N44	N43-N44	74,59		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	0,41	16,03	378,23	5	399,26	45,36	74,77
BP8	BP8-N44	18,77	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,09	16,12	378,5	5	399,62	44,99	74,5
BF29	BF29-N44	64,52	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,18	16,21	379,31	5	400,52	44,10	73,69
N45	N43-N45	106,31		4,2	0,0042	73,1	90	81,4	0,81	0,91	16,53	377,85	5	399,38	45,24	75,15
BF30	N45-BF30	63,9	0,5	2	0,0020	50,5	63	57	0,78	0,83	17,36	378,94	5	401,30	43,32	74,06
N46	BF30-N46	87,23		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	0,64	18,00	379,1	5	402,10	42,52	73,9
N47	N46-N47	113,85		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	0,83	18,83	379,87	5	403,70	40,92	73,13
BF31	BF31-N47	39,93	1	1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	0,45	19,27	380,66	5	404,93	39,68	72,34
BF32	BF32-N47	58,53	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,16	18,99	380,74	5	404,73	39,89	72,26
N48	N45-N48	205,86		2,2	0,0022	52,9	63	57	0,86	3,23	19,76	380,03	5	404,79	39,83	72,97
BF33	BF33-N48	9,82	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,03	19,79	379,64	5	404,43	40,19	73,36
N49	N48-N49	97,45	0,5	1,7	0,0017	46,5	63	57	0,67	0,91	20,67	378,59	5	404,26	40,35	74,41
BF34	BF34-N49	226,03	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,63	21,30	387,96	5	414,26	30,35	65,04
KAOURA DADJI																
N50	N49-N50	654,76		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	3,58	24,26	374,7	5	403,96	40,66	78,3
BF35	N50-BF35	203,26	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	1,11	25,37	376,01	5	406,38	38,24	76,99
BP9	BP9-BF35	297,71	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	1,47	26,84	379,85	5	411,69	32,93	73,15
AKELA																
N13	N12-N13	57,17		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	0,25	7,09	380,48	5	392,57	52,04	72,52
BP1	BP1-N13	29,7	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,15	7,24	380,83	5	393,07	51,55	72,17
N13.1	N13-N13.1	241	0,5	4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	0,97	8,06	376,47	5	389,53	55,09	76,53
N14	N13.1-N14	691,46	0,5	4,4	0,0044	74,8	110	99,4	0,57	2,24	10,30	372,97	5	388,27	56,35	80,03
N14.1	N14-N14.1	542,63		3,9	0,0039	70,5	110	99,4	0,50	1,38	11,67	374,31	5	390,98	53,63	78,69
N15	N14.1-N15	322,91		3,9	0,0039	70,5	110	99,4	0,50	0,82	12,49	374,49	5	391,98	52,63	78,51
N15.1	N15-N15.1	391,29		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	1,83	14,32	371,11	5	390,43	54,19	81,89
N15.2	N15.1-N15.2	102,97		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	0,48	14,80	371,47	5	391,27	53,35	81,53
N16	N15.2-N16	392,76		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	1,83	16,64	382,16	5	403,80	40,82	70,84

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N17	N16-N17	56,67		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	0,26	16,90	385,56	5	407,46	37,16	67,44
BF10	BF10-N17	53,26	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,15	17,05	386,63	5	408,68	35,94	66,37
N18	N17-N18	48,15		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	0,26	17,16	385,9	5	408,06	36,55	67,1
BF9	BF9-N18	57,82	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,16	17,32	388,18	5	410,50	34,11	64,82
N18.1	N18-N18.1	218,02		0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	1,08	18,24	387,16	5	410,40	34,22	65,84
BP3	N18.1-BP3	38,73	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,19	18,43	385,19	5	408,62	35,99	67,81
HANDIRMA																
N19	N15-N19	651,95		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	2,30	14,80	375,88	5	395,68	48,94	77,12
N20	N19-N20	1648,66		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	5,82	20,62	392,17	5	417,79	26,82	60,83
N20.1	N20-N20.1	288,14		2,2	0,0022	52,9	90	81,4	0,42	0,68	21,30	393,67	5	419,97	24,65	59,33
N21	N20.1-N21	435,14	0,5	2,2	0,0022	52,9	90	81,4	0,42	1,02	22,32	404,43	5	431,75	12,87	48,57
BP4	BP4-N21	154,44	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	0,76	23,08	405,39	5	433,47	11,14	47,61
N22	N21-N22	201,81		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	1,47	23,79	404,05	5	432,84	11,78	48,95
BF11	BF11-N22	52,3	1	1	0,0010	35,7	63	57	0,39	0,17	23,96	403,05	5	432,01	12,61	49,95
BF12	BF12-N22	21,55	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	0,06	23,85	405,99	5	434,84	9,78	47,01
GUIDAN FAKO HANDIRMA																
BF13	BF13-N20	941,45	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	2,63	23,25	402,22	5	430,47	14,15	50,78

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

Annexe N° 6:Simulation réseau de distribution Variante 2

PVC DURAPLAST-Niger																
Nœuds	TRONCONS	Vhyp (m/s)= 1				PN10					Ks =120					
		L(m)	Soutirage (l/s)	Qt (l/s)	Qt (m3/s)	Dth (mm)	DN (mm)	D int (mm)	Vréel (m/s)	Altitude [m]	pdc (m)	Σpdc (m)	Pmin (m)	Charge (m)	Pression 2 (m)	Phd (m)
TSAMBO ILLIASSOU-TSAMBO TINGA																
R										448,02			5			
N1	R-N1	80,83		27	0,0270	185,4	200	184,6	1,01	432,79	0,36	0,36	5	438,15	14,85	20,21
N2	N1-N2	232,73	0,5	27	0,0270	185,4	200	184,6	1,01	421,74	1,04	1,41	5	428,15	24,85	31,26
N3	N2-N3	185,25		26,5	0,0265	183,7	200	184,6	0,99	401,6	0,80	2,21	5	408,81	44,19	51,4
BF1	BF1-N3.2	23,37	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	399,37	0,07	2,37	5	406,74	46,26	53,63
N3.1	N3.1-N3	36,95		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	400,26	0,10	2,31	5	407,57	45,43	52,74
N4	N3-N4	89,18		26	0,0260	181,9	200	184,6	0,97	392,52	0,37	4,89	5	402,41	50,59	60,48
N5	N4-N5	73,71		2	0,0020	50,5	63	57	0,78	389,62	0,96	5,84	5	400,46	52,54	63,38
BF3	BF3-N5.1	43,85	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	395,35	0,12	6,09	5	406,44	46,56	57,65
N5.1	N5.1-N5	43,91		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	394,14	0,12	5,96	5	405,10	47,90	58,86
N6	N5-N6	80,91		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	385,13	0,59	6,43	5	396,56	56,44	67,87
BF2	N6-BF2	25,71	0,5	1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	385,99	0,19	6,62	5	397,61	55,39	67,01
N7	BF2-N7	36,15		1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	387,73	0,40	7,02	5	399,75	53,25	65,27
BF4	BF4-N7.1	13,19	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	386,24	0,04	7,19	5	398,43	54,57	66,76
N7.1	N7.1-N7	47,22		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	386,18	0,13	7,15	5	398,33	54,67	66,82
N8	N7-N8	86,78		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	394,9	0,24	7,26	5	407,16	45,84	58,1
BF5	BF5-N8	38,39	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	394,65	0,11	7,37	5	407,02	45,98	58,35
BF6	BF6-N4	108,02	0,5	24	0,0240	174,8	200	184,6	0,90	386,67	0,38	6,22	5	397,89	55,11	66,33
N9	BF6-N9	88,49		23,5	0,0235	173,0	200	184,6	0,88	385,01	0,30	6,52	5	396,53	56,47	67,99
N10	N9-N10	59,93		17,3	0,0173	148,4	200	184,6	0,65	384,14	0,11	6,63	5	395,77	57,23	68,86
BF7	BF7-N10	70,58	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	384,43	0,20	6,83	5	396,26	56,74	68,57
N11	N10-N11	97,45		16,8	0,0168	146,3	200	184,6	0,63	383,59	0,17	6,80	5	395,39	57,61	69,41

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

BF8	BF8-N11	72,46	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	382,28	0,20	7,01	5	394,29	58,71	70,72
N12	N11-N12	26,28		16,3	0,0163	144,1	200	184,6	0,61	381,64	0,04	6,85	5	393,49	59,51	71,36
N34	N12-N34	89,32		11,2	0,0112	119,4	160	147,6	0,65	379,8	0,23	7,07	5	391,87	61,13	73,2
BP6	BP6-N34	37,56	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	379,84	0,19	7,26	5	392,10	60,90	73,16
N35	N34-N35	101,56		11	0,0110	118,3	160	147,6	0,64	378,54	0,25	7,32	5	390,86	62,14	74,46
BF23	BF23-N35.1	72,86	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	384,32	0,20	7,84	5	397,16	55,84	68,68
N35.1	N35.1-N35	111,19		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	385,43	0,31	7,63	5	398,06	54,94	67,57
N36	N35-N36	116,42	0,5	10,5	0,0105	115,6	160	147,6	0,61	377,71	0,26	7,58	5	390,29	62,71	75,29
BP2	BP2-N36	212,55	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	375,93	1,05	8,63	5	389,56	63,44	77,07
N37	N36-N37	164,18	0,5	9,8	0,0098	111,7	160	147,6	0,57	374,65	0,32	7,90	5	387,55	65,45	78,35
BF24	N37-BF24	15,48	0,5	3	0,0030	61,8	90	81,4	0,58	374,78	0,07	7,97	5	387,75	65,25	78,22
N38	BF24-N38	153		2,5	0,0025	56,4	90	81,4	0,48	374,75	0,46	8,43	5	388,18	64,82	78,25
BF25	BF25-N38	20,12	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	374,59	0,06	8,49	5	388,08	64,92	78,41
N39	N38-N39	313,76	0,5	2	0,0020	50,5	90	81,4	0,38	384,99	0,61	9,04	5	399,03	53,97	68,01
BF26	BF26-N39	114,59	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	387,61	0,32	9,36	5	401,97	51,03	65,39
N39.1	N39-N39.1	115,98	0,5	1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	390,91	1,30	10,34	5	406,25	46,75	62,09
BF27	BF27-N39.1	32,18	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	391,37	0,09	10,43	5	406,80	46,20	61,63
N40	N37-N40	215,37		6,3	0,0063	89,6	125	113	0,63	374,2	0,72	8,62	5	387,82	65,18	78,8
BF28	BF28-N40	21,25	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	374,69	0,06	8,68	5	388,37	64,63	78,31
N41	N40-N41	160,91	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	372,15	0,88	9,50	5	386,65	66,35	80,85
BP7	BP7-N41	32,93	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	373,84	0,16	9,67	5	388,51	64,49	79,16
N40.1	N40-N40.1	242,91		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	372,06	1,06	9,68	5	386,74	66,26	80,94
N40.2	N40.1-N40.2	54,13		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	371,31	0,24	9,91	5	386,22	66,78	81,69
N42	N40.2-N42	33,78		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	371,63	0,15	10,06	5	386,69	66,31	81,37
AB1	AB1-N42	61,96	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	371,32	0,31	10,37	5	386,69	66,31	81,68
N42.1	N42-N42.1	43,77		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	371,43	0,18	10,24	5	386,67	66,33	81,57
N42.2	N42.1-N42.2	20,91		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	371,44	0,08	10,32	5	386,76	66,24	81,56

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N42.3	N42.2-N42.3	1014,57		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	377,72	4,07	14,39	5	397,11	55,89	75,28
BF14	N9-BF14	130,68	0,5	6,2	0,0062	88,8	125	113	0,62	389,7	0,42	6,65	5	401,35	51,65	63,3
N23	BF14-N23	247,32	0,5	5,7	0,0057	85,2	125	113	0,57	395,87	0,68	7,32	5	408,19	44,81	57,13
BF15	BF15-N24	28,74	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	401,04	0,08	7,52	5	413,56	39,44	51,96
N24	N24-N23	40,28		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	400,04	0,11	7,44	5	412,48	40,52	52,96
N25	N23-N25	87,82		4,7	0,0047	77,4	125	113	0,47	396,85	0,16	7,49	5	409,34	43,66	56,15
BF16	BF16-N25.1	21,25	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	388,85	0,06	7,91	5	401,76	51,24	64,15
N25.1	N25.1-N25	128,37		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	389,61	0,36	7,85	5	402,46	50,54	63,39
N26	N25-N26	229,48		4,2	0,0042	73,1	110	99,4	0,54	402,09	0,68	8,16	5	415,25	37,75	50,91
N27	N26-N27	582,49	0,5	4,2	0,0042	73,1	110	99,4	0,54	395,22	1,72	9,88	5	410,10	42,90	57,78
DOGON GONA																
N28	N27-N28	2732,26	0,5	3,7	0,0037	68,6	110	99,4	0,48	408,5	6,25	16,13	5	429,63	23,37	44,5
BF17	BF17-N28	267,47	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	417,07	0,75	17,55	5	439,62	13,38	35,93
N29	N28-N29	191		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	409,11	0,67	16,80	5	430,91	22,09	43,89
BF18	N29-BF18	157,24	0,5	1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	411,25	1,15	17,95	5	434,20	18,80	41,75
N30	BF18-N30	71,04		1	0,0010	35,7	63	57	0,39	413,15	0,23	18,18	5	436,33	16,67	39,85
BF19	BF19-N30.1	131,94	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	414,65	0,37	18,75	5	438,40	14,60	38,35
N30.1	N30.1-N30	73,07		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	413,88	0,20	18,38	5	437,26	15,74	39,12
BF20	BF20-N31	41,83	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	415,13	0,12	18,87	5	439,00	14,00	37,87
N31	N31-N30	207,08		0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	415,15	0,58	18,76	5	438,91	14,09	37,85
N32	N29-N32	123,69		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	409,26	0,58	17,38	5	431,64	21,36	43,74
BF22	BF22-N32	513,8	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	410,25	1,43	18,81	5	434,06	18,94	42,75
N33	N32-N33	123,69		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	409,36	0,68	18,05	5	432,41	20,59	43,64
BF21	N33-BF21	125,1	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	412,44	0,68	18,74	5	436,18	16,82	40,56
N33.1	BF21-N33.1	72,25		0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	413,19	0,36	19,10	5	437,29	15,71	39,81
BP5	BP5-N33.1	205,24	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	413,91	1,01	20,11	5	439,02	13,98	39,09
KAOURA GOGA																

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N43	N42.3-N43	308,07		4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	377,77	1,24	15,62	5	398,39	54,61	75,23
N44	N43-N44	74,59		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	378,23	0,41	16,03	5	399,26	53,74	74,77
BP8	BP8-N44	18,77	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	378,5	0,09	16,12	5	399,62	53,38	74,5
BF29	BF29-N44	64,52	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	379,31	0,18	16,21	5	400,52	52,48	73,69
N45	N43-N45	106,31		4,2	0,0042	73,1	90	81,4	0,81	377,85	0,91	16,53	5	399,38	53,62	75,15
BF30	N45-BF30	63,9	0,5	2	0,0020	50,5	63	57	0,78	378,94	0,83	17,36	5	401,30	51,70	74,06
N46	BF30-N46	87,23		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	379,1	0,64	18,00	5	402,10	50,90	73,9
N47	N46-N47	113,85		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	379,87	0,83	18,83	5	403,70	49,30	73,13
BF31	BF31-N47	39,93	1	1	0,0010	35,7	50	45,2	0,62	380,66	0,45	19,27	5	404,93	48,07	72,34
BF32	BF32-N47	58,53	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	380,74	0,16	18,99	5	404,73	48,27	72,26
N48	N45-N48	205,86		2,2	0,0022	52,9	63	57	0,86	380,03	3,23	19,76	5	404,79	48,21	72,97
BF33	BF33-N48	9,82	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	379,64	0,03	19,79	5	404,43	48,57	73,36
N49	N48-N49	97,45	0,5	1,7	0,0017	46,5	63	57	0,67	378,59	0,91	20,67	5	404,26	48,74	74,41
BF34	BF34-N49	226,03	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	387,96	0,63	21,30	5	414,26	38,74	65,04
KAOURA DADJI																
N50	N49-N50	654,76		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	374,7	3,58	24,26	5	403,96	49,04	78,3
BF35	N50-BF35	203,26	0,5	0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	376,01	1,11	25,37	5	406,38	46,62	76,99
BP9	BP9-BF35	297,71	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	379,85	1,47	26,84	5	411,69	41,31	73,15
AKELA																
N13	N12-N13	57,17		5,1	0,0051	80,6	110	99,4	0,66	380,48	0,25	7,09	5	392,57	60,43	72,52
BP1	BP1-N13	29,7	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	380,83	0,15	7,24	5	393,07	59,93	72,17
N13.1	N13-N13.1	241	0,5	4,9	0,0049	79,0	110	99,4	0,63	376,47	0,97	8,06	5	389,53	63,47	76,53
N14	N13.1-N14	691,46	0,5	4,4	0,0044	74,8	110	99,4	0,57	372,97	2,24	10,30	5	388,27	64,73	80,03
N14.1	N14-N14.1	542,63		3,9	0,0039	70,5	110	99,4	0,50	374,31	1,38	11,67	5	390,98	62,02	78,69
N15	N14.1-N15	322,91		3,9	0,0039	70,5	110	99,4	0,50	374,49	0,82	12,49	5	391,98	61,02	78,51
N15.1	N15-N15.1	391,29		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	371,11	1,83	14,32	5	390,43	62,57	81,89
N15.2	N15.1-N15.2	102,97		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	371,47	0,48	14,80	5	391,27	61,73	81,53

**Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de
Tahoua (Niger)**

N16	N15.2-N16	392,76		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	382,16	1,83	16,64	5	403,80	49,20	70,84
N17	N16-N17	56,67		1,2	0,0012	39,1	63	57	0,47	385,56	0,26	16,90	5	407,46	45,54	67,44
BF10	BF10-N17	53,26	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	386,63	0,15	17,05	5	408,68	44,32	66,37
N18	N17-N18	48,15		0,7	0,0007	29,9	50	45,2	0,44	385,9	0,26	17,16	5	408,06	44,94	67,1
BF9	BF9-N18	57,82	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	388,18	0,16	17,32	5	410,50	42,50	64,82
N18.1	N18-N18.1	218,02		0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	387,16	1,08	18,24	5	410,40	42,60	65,84
BP3	N18.1-BP3	38,73	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	385,19	0,19	18,43	5	408,62	44,38	67,81
HANDIRMA																
N19	N15-N19	651,95		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	375,88	2,30	14,80	5	395,68	57,32	77,12
N20	N19-N20	1648,66		2,7	0,0027	58,6	90	81,4	0,52	392,17	5,82	20,62	5	417,79	35,21	60,83
N20.1	N20-N20.1	288,14		2,2	0,0022	52,9	90	81,4	0,42	393,67	0,68	21,30	5	419,97	33,03	59,33
N21	N20.1-N21	435,14	0,5	2,2	0,0022	52,9	90	81,4	0,42	404,43	1,02	22,32	5	431,75	21,25	48,57
BP4	BP4-N21	154,44	0,2	0,2	0,0002	16,0	32	28,8	0,31	405,39	0,76	23,08	5	433,47	19,53	47,61
N22	N21-N22	201,81		1,5	0,0015	43,7	63	57	0,59	404,05	1,47	23,79	5	432,84	20,16	48,95
BF11	BF11-N22	52,3	1	1	0,0010	35,7	63	57	0,39	403,05	0,17	23,96	5	432,01	20,99	49,95
BF12	BF12-N22	21,55	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	405,99	0,06	23,85	5	434,84	18,16	47,01
GUIDAN FAKO HANDIRMA																
BF13	BF13-N20	941,45	0,5	0,5	0,0005	25,2	50	45,2	0,31	402,22	2,63	23,25	5	430,47	22,53	50,78

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 7: Points de desserte

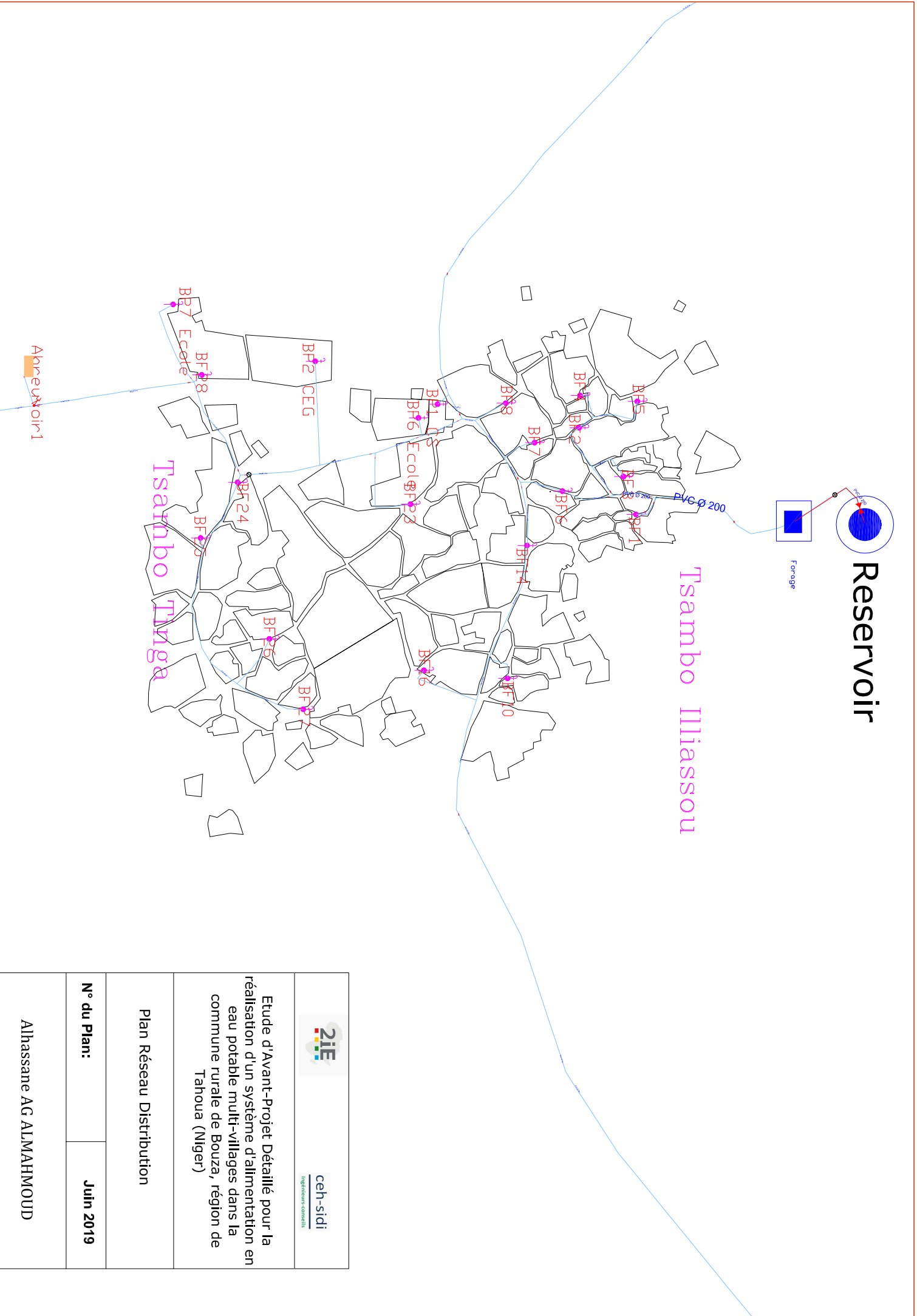
Ouvrages	Données géographiques			Localisation
	X (°)	Y (°)	Z (m)	
FORAGE	5.918452°	14.422192°	425.67	Tsambo Illiassou
RESERVOIR	5.918467°	14.423133°	448.84	
BF1	5.918383°	14.419200°	399.37	
BF2	5.916750°	14.418150°	385.99	
BF3	5.917600°	14.418933°	395.35	
BF4	5.916098°	14.418224°	386.24	
BF5	5.916250°	14.419267°	394.65	
BF6	5.917917°	14.417900°	386.67	
BF7	5.917067°	14.417317°	384.43	
BF8	5.916300°	14.416783°	382,28	
BF9	5.896529°	14.425280°	388.18	Akela
BF10	5.895872°	14.424258°	386.63	
BF11	5.922261°	14.446797°	403,05	Handirma
BF12	5.923183°	14.444905°	405.99	
BF13	5.913555°	14.450752°	402.22	Guidan Fako Handirma
BF14	5.919033°	14.417233°	389.70	Tsambo Illiassou
BF15	5.921383°	14.416867°	400.04	
BF16	5.921400°	14.415367°	388.85	
BF17	5.946252°	14.436501°	417.05	Dogon Gona
BF18	5.947471°	14.437844°	411.25	
BF19	5.947717°	14.439067°	414.65	
BF20	5.945216°	14.437471°	415.13	
BF21	5.948481°	14.439624°	412.44	
BF22	5.953739°	14.435779°	410.25	
BF23	5.918233°	14.414933°	384.32	Tsambo Tinga
BF24	5.917549°	14.412060°	374.78	
BF25	5.918934°	14.411196°	374.59	
BF26	5.920850°	14.412440°	387.61	
BF27	5.922022°	14.413120°	391.37	
BF28	5.915815°	14.410846°	374.69	
BF29	5.916254°	14.396289°	379.31	Kaoura Goga

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

BF30	5.915310°	14.395022°	379.03	
BF31	5.916481°	14.394375°	380.66	
BF32	5.916133°	14.393829°	380.74	
BF33	5.914987°	14.393355°	379.65	
BF34	5.912990°	14.393018°	387.96	
BF35	5.910909°	14.386756°	376.01	
				Kaoura Dadjji
BP1	5.916233°	14.415633°	379.66	Tsambo Illiassou
BP2	5.915617°	14.413267°	375.93	Tsambo Illiassou
BP3	5.896417°	14.426650°	385.19	Akela
BP4	5.920050°	14.446350°	405.39	Handirma
BP5	5.949183°	14.440917°	413.92	Dogon Gona
BP6	5.916550°	14.415217°	379.84	Tsambo Illiassou
BP7	5.914439°	14.410441°	373.84	Tsambo Tinga
BP8	5.915753°	14.396036°	378.50	Kaoura Goga
BP9	5.912017°	14.384783°	379.85	Kaoura Dadjji
AB1	5.915550°	14.407850°	371.32	Tsambo Tinga

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

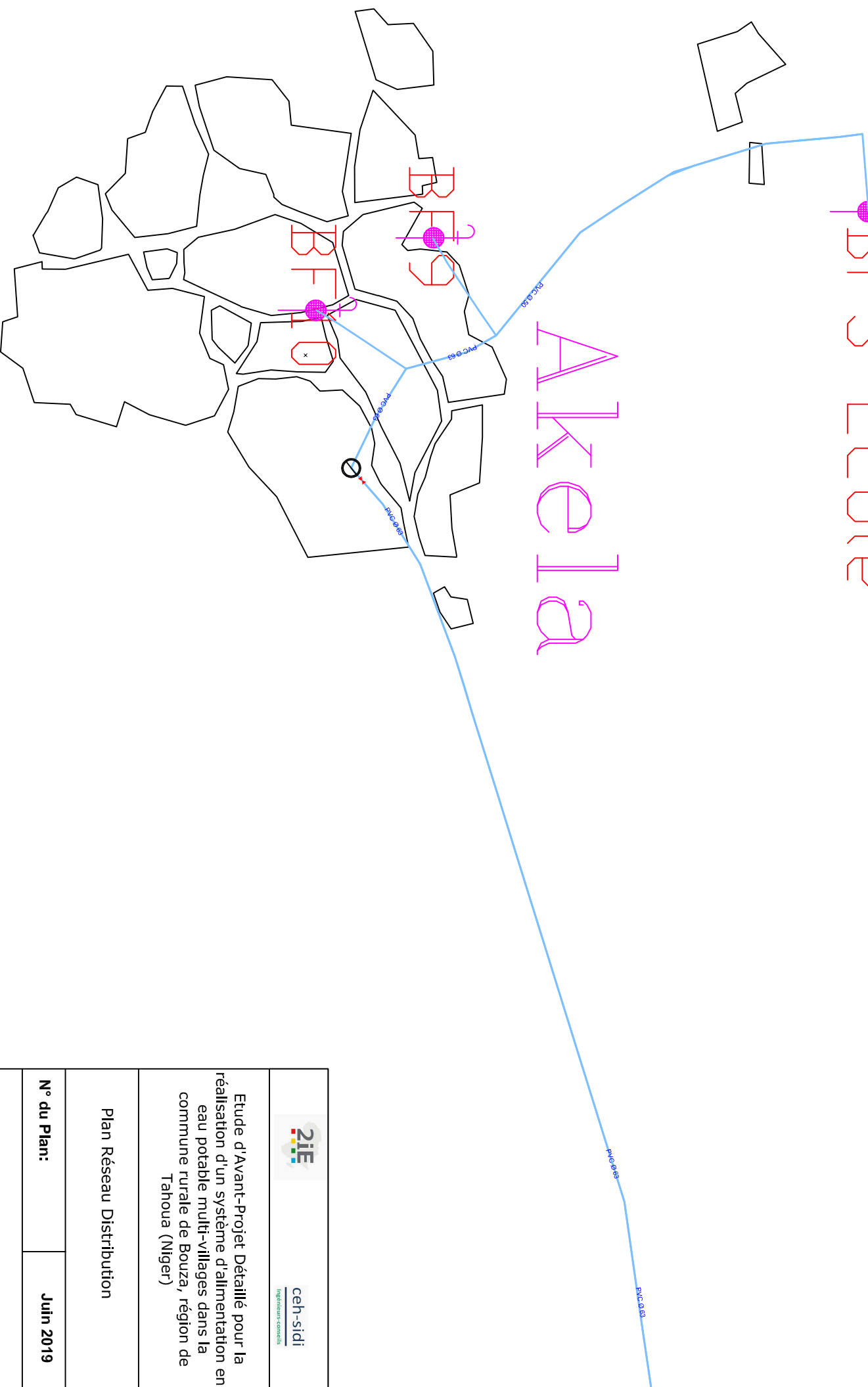
Annexe N° 8: Plan du Réseau



  ceh-sidi Ingénieurs-consultants	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan Réseau Distribution	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	

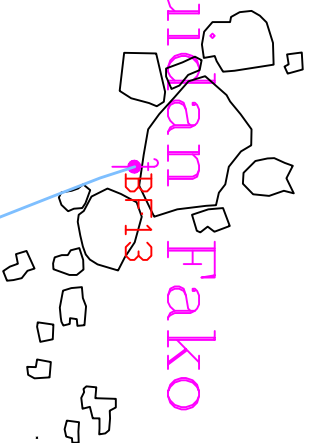
BP3 Ecole

Alkela

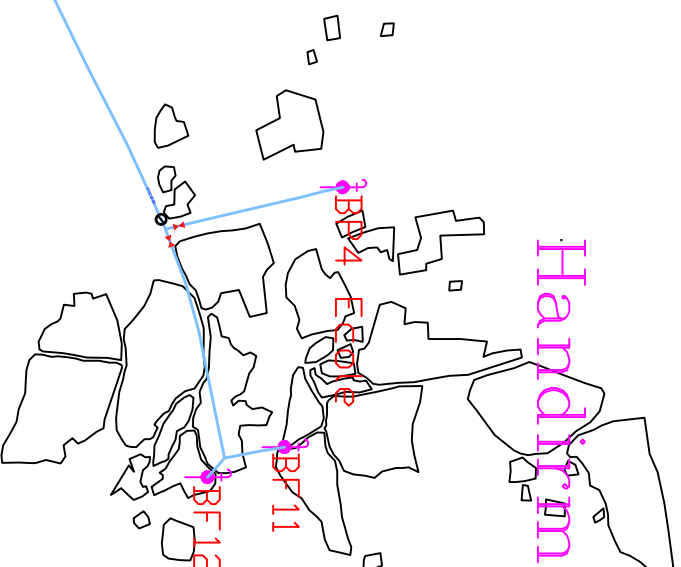


 	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan Réseau Distribution	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	

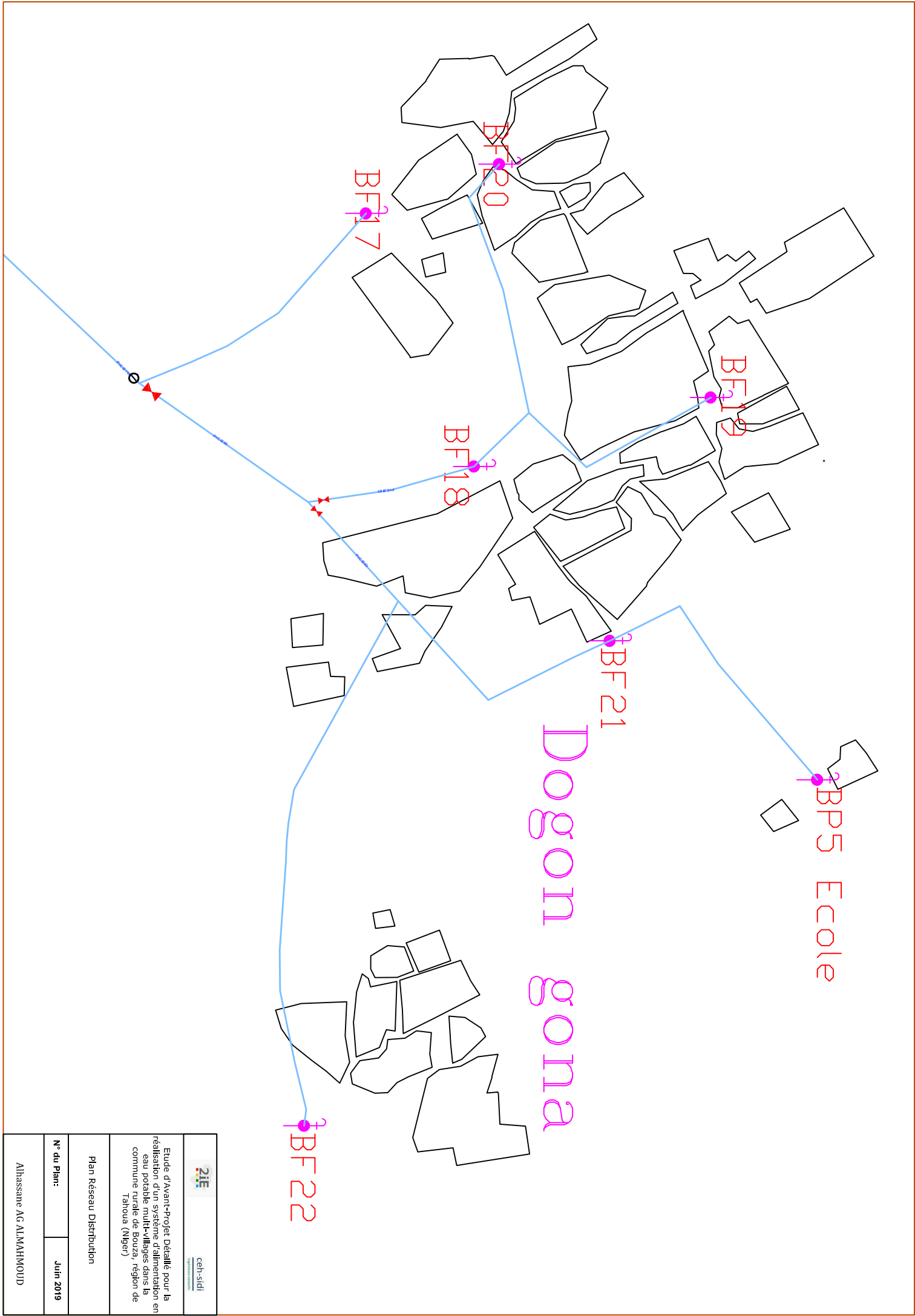
Guian Fako Handirma



Handirma

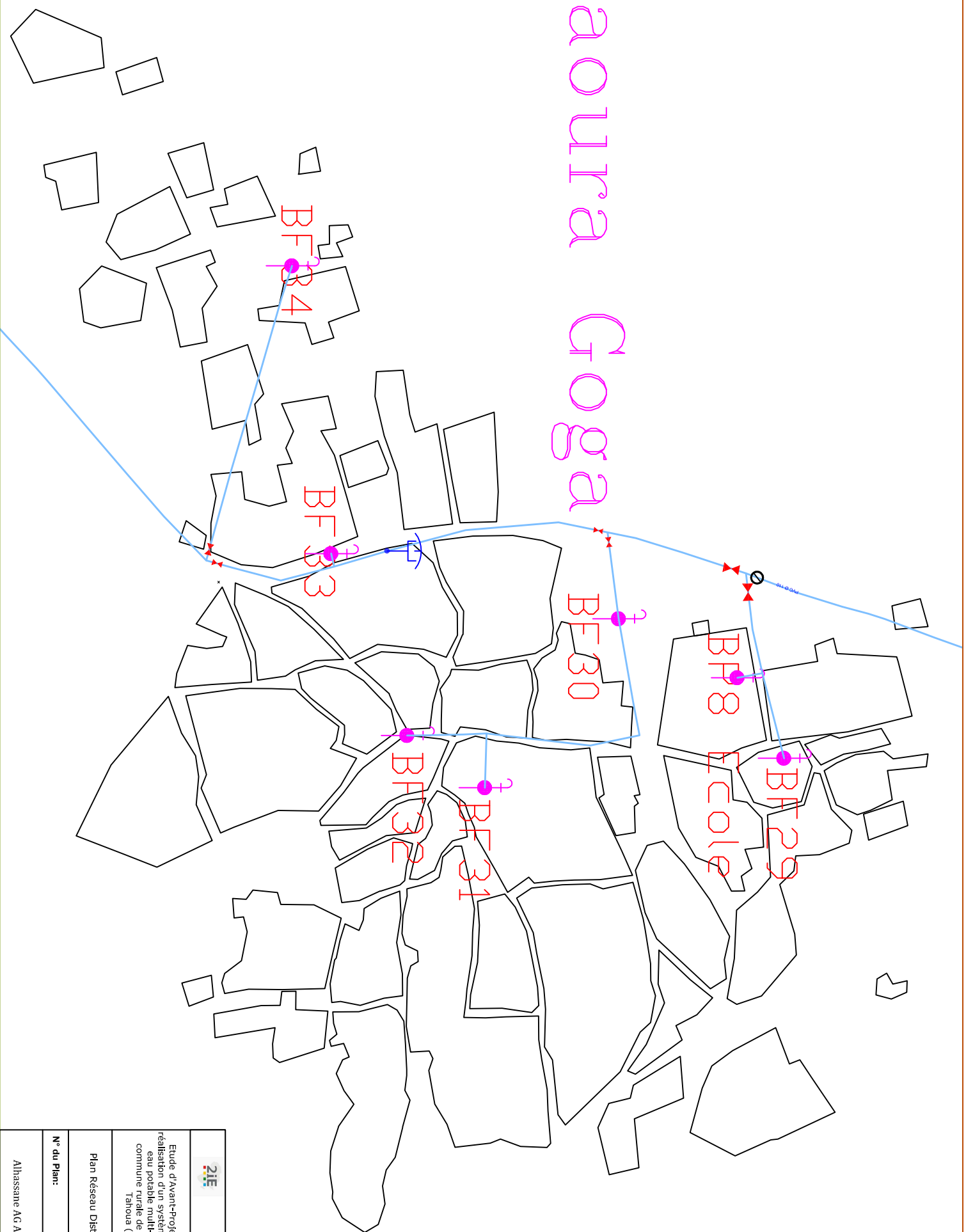


			
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)			
Plan Réseau Distribution			
N° du Plan:		Juin 2019	
Alhassane AG ALMAHMOUD			

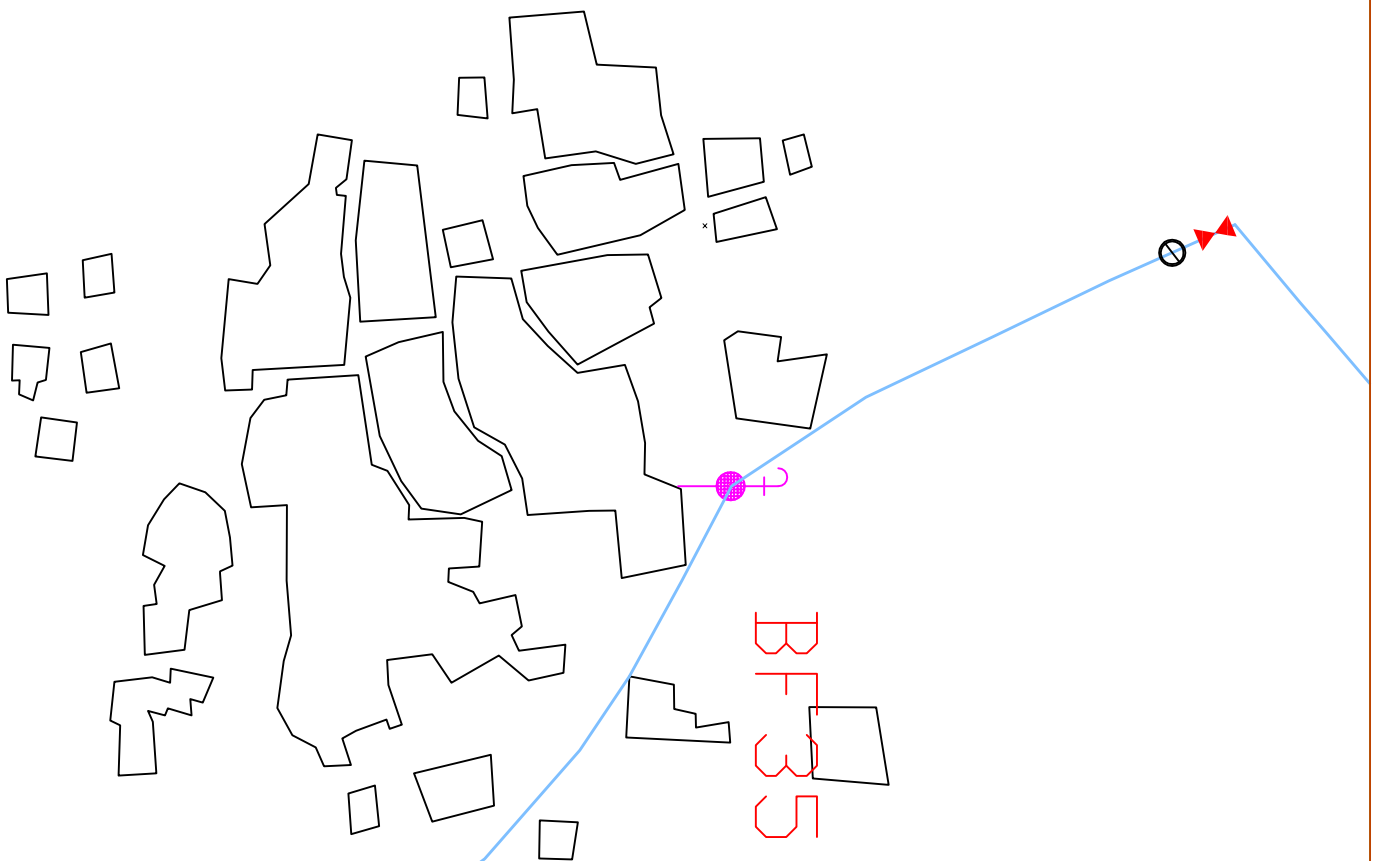


 	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan Réseau Distribution	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	

Kaoura Goga



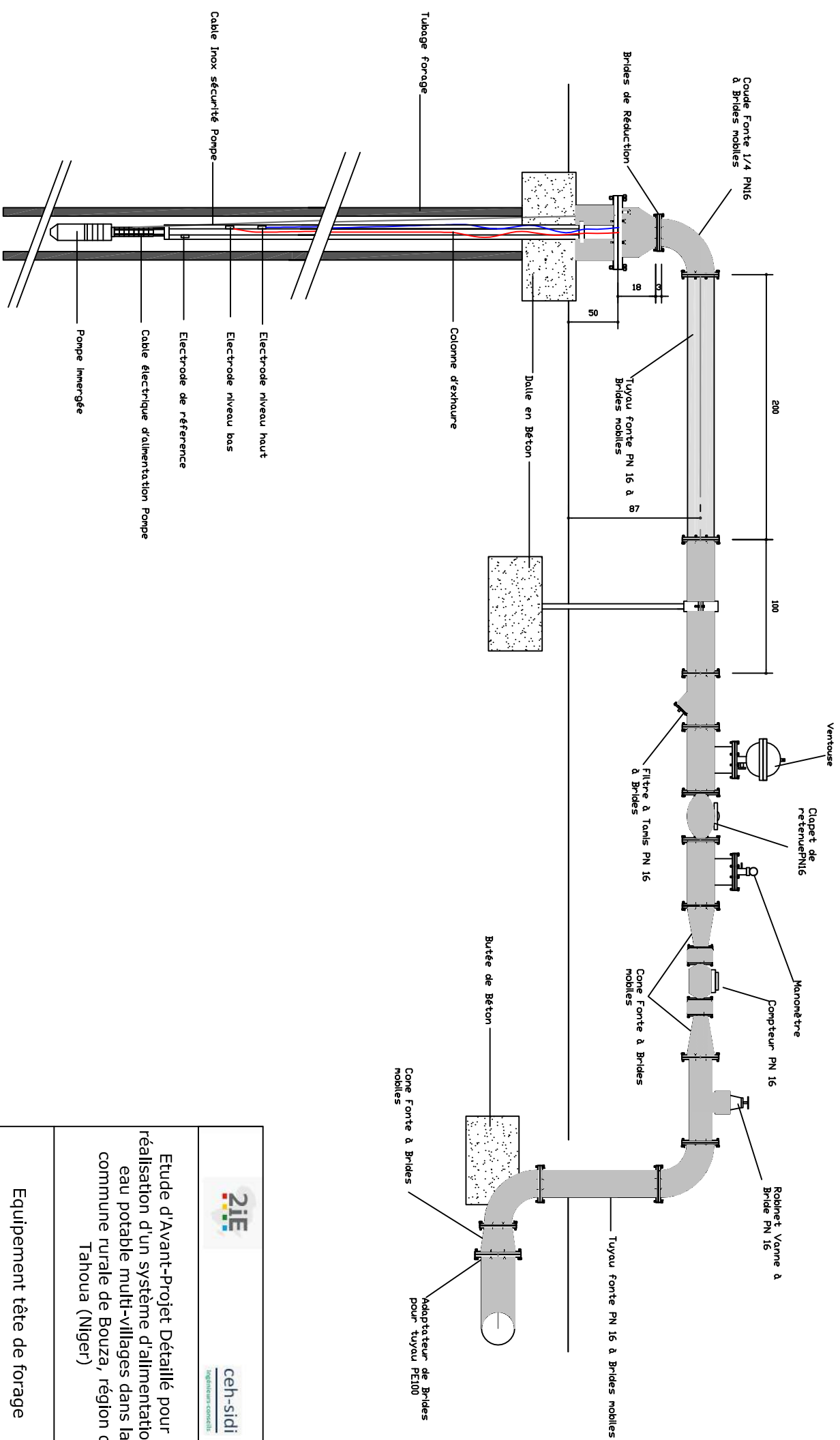
 	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan Réseau Distribution	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	



Kaoura Dadji

 	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan Réseau Distribution	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	

Annexe N° 9: Equipements tête forage



ceh-sidi
INGÉNIEUR CONSULTANT

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)

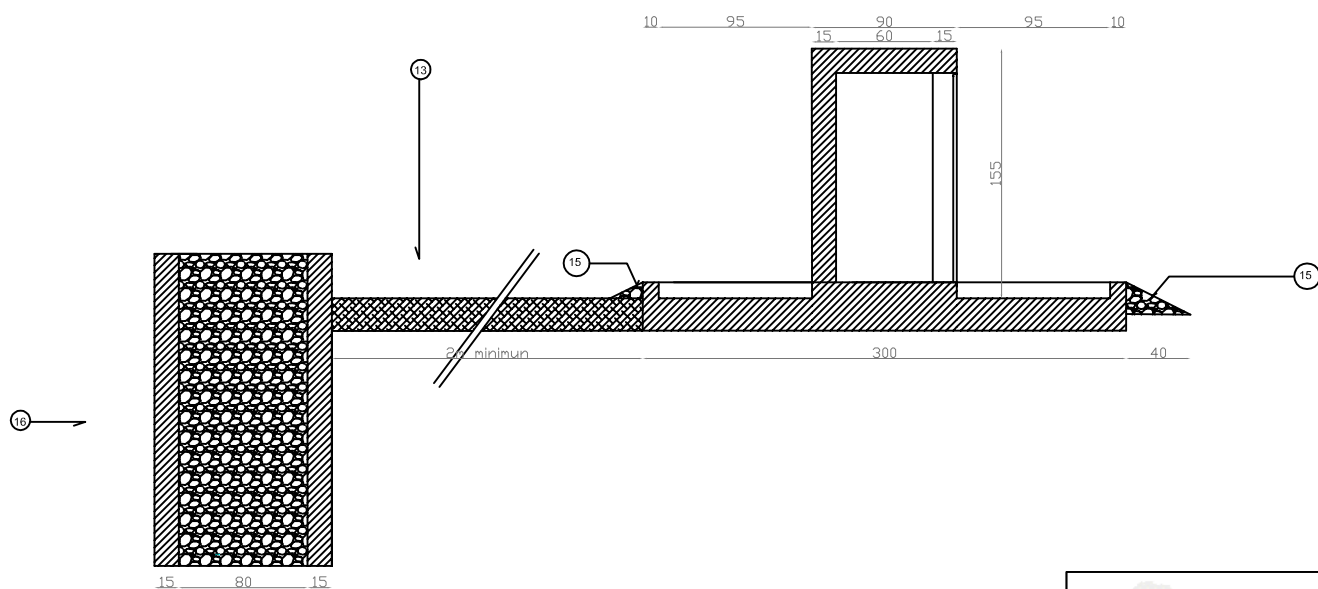
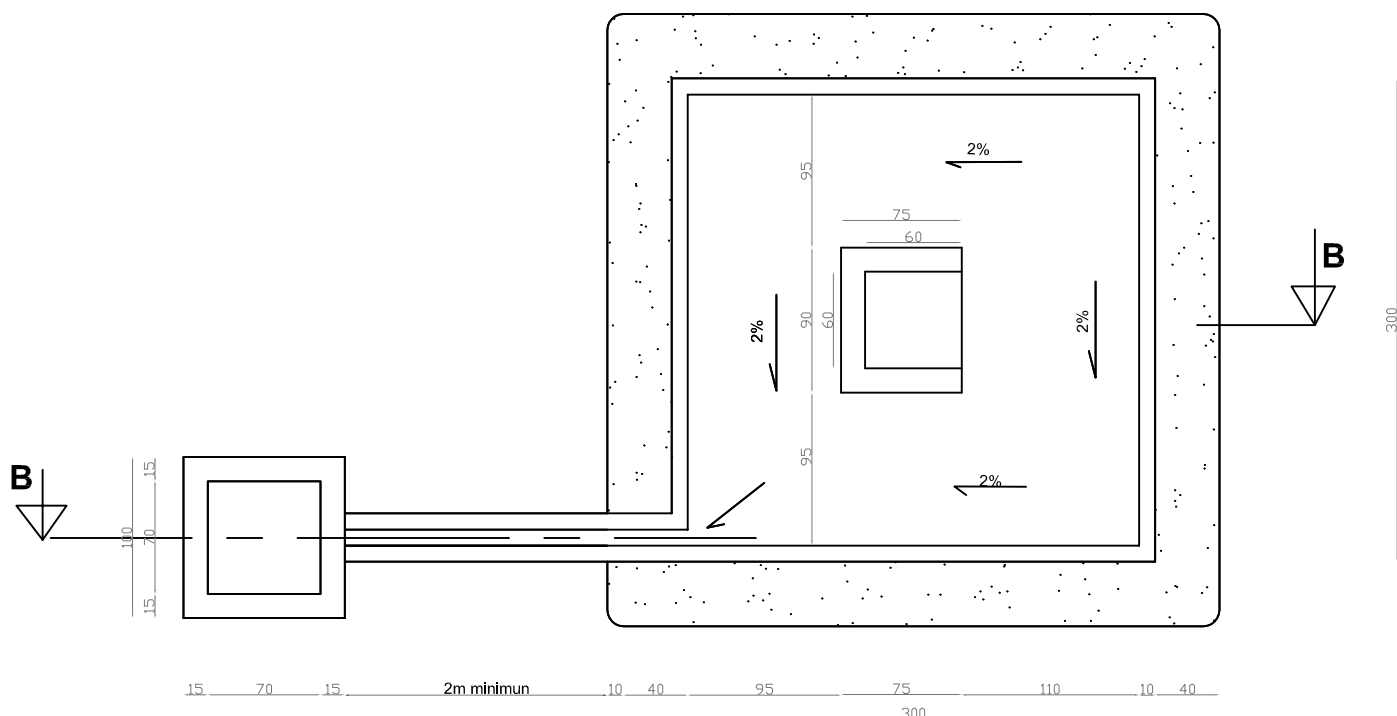
Equipement tête de forage

N° du Plan: 01 Juin 2019

Alhassane AG ALMAHMOUD M2-IRH

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 10: Plan type d'exécution des BF



COUPE BB

2iE

ceh-sidi

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)

Plan type d'exécution BF

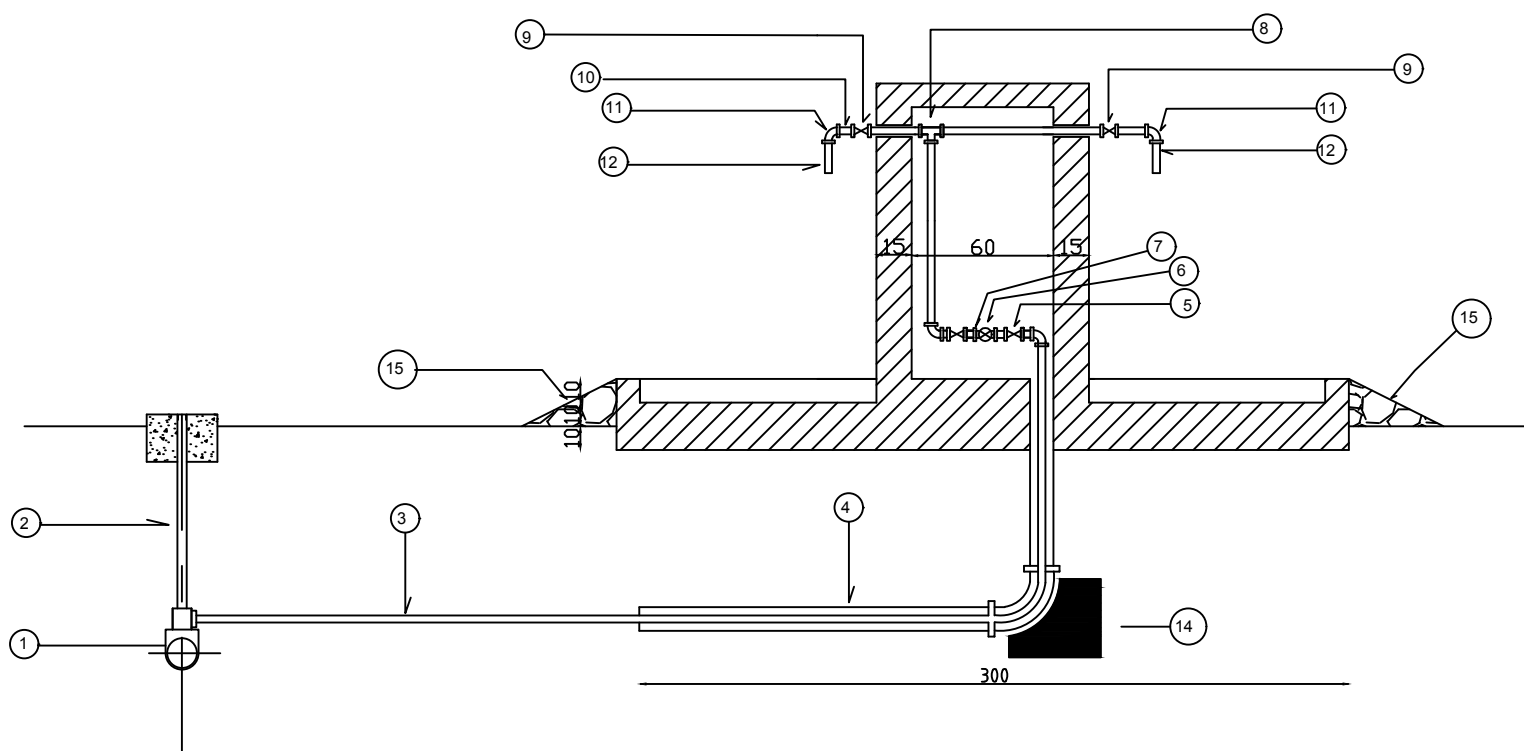
N° du Plan:

Juln 2019

Alhassane AG ALMAHMOUD

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 11: Raccordement hydraulique de BF



LISTE MATERIELS D'UNE BORNE FONTAINE			
1	Collier de prise en charge avec vanne intégrée et raccord latéral (FD)		1
2	Bouche à clé		1
3	Tuyau PVC PN10	50 mm	1
4	Fourreau en PN 6		1
5	Vanne d'arrêt avant le compteur		1
6	Compteur d'eau		1
7	Raccord conique		1
8	Té AG PN 10	3/4"	1
9	Robinet de puisage avec volant de manoeuvre démontable FD PN 10	3/4"	2
10	Tuyau allonge AG PN 10	3/4"	2
11	Coude AG PN 10	3/4"	2
12	Tuyau allonge	3/4"	2
13	Rigole de drainage des eaux perdues		1
14	butée d'ancrage		1
15	Remblai latéritique		1
16	puits perdu		1



ceh-sidi
ingénierie conseil

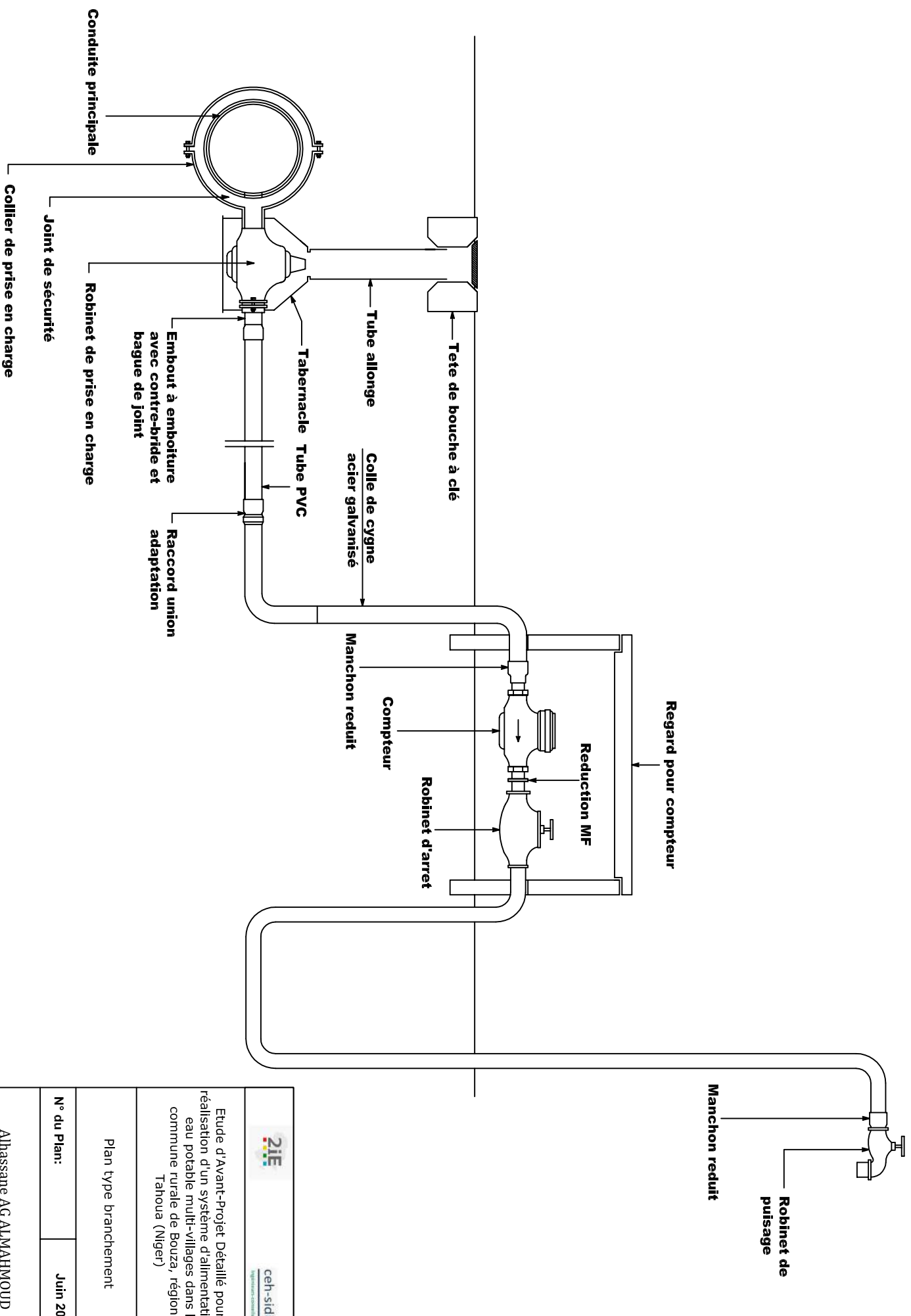
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)

Raccordement hydraulique de BF

N° du Plan: 03

Juin 2019

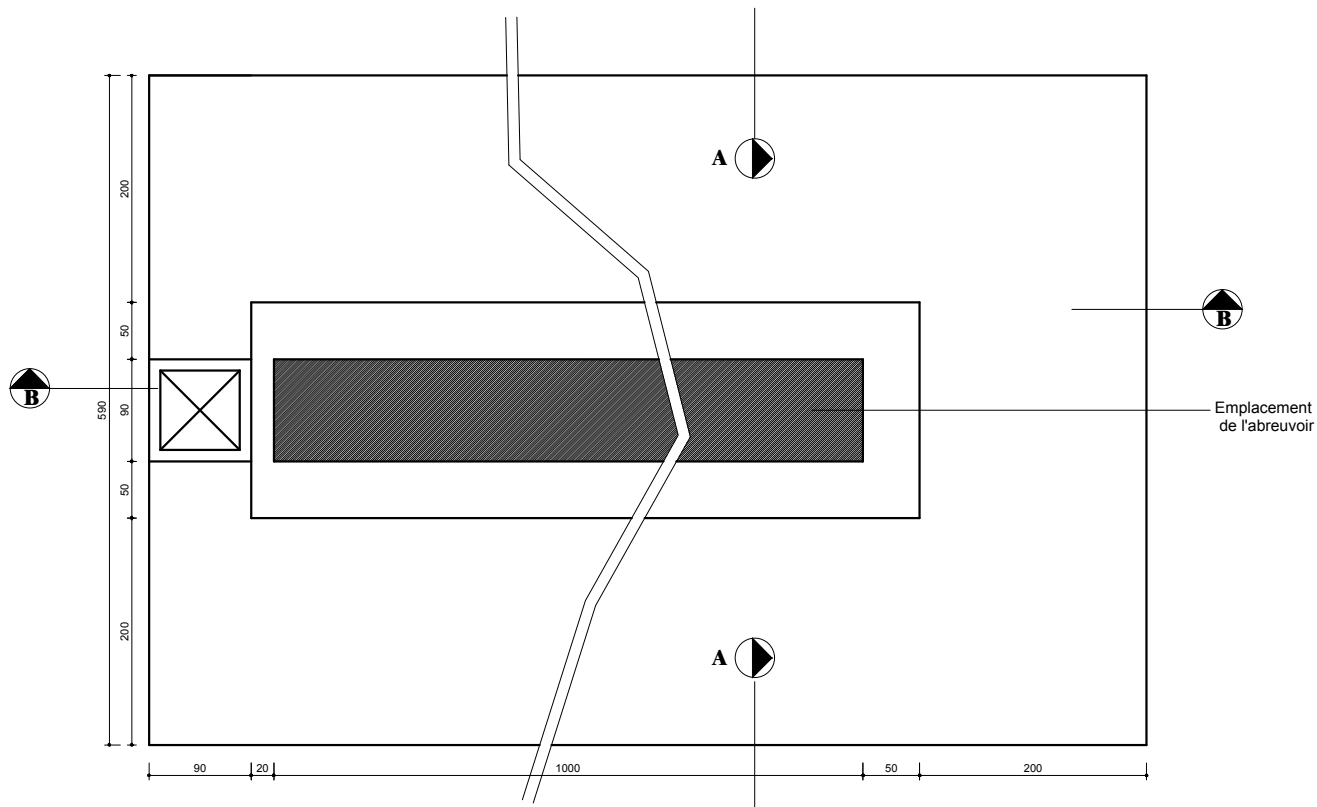
Alhassane AG ALMAHMOUD



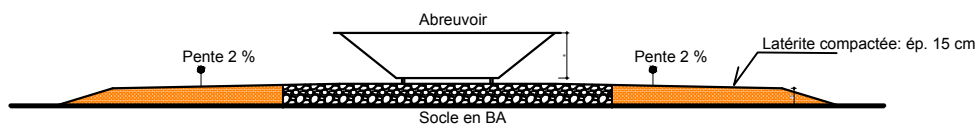
 	
Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)	
Plan type branchement	
N° du Plan:	Juin 2019
Alhassane AG ALMAHMOUD	

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

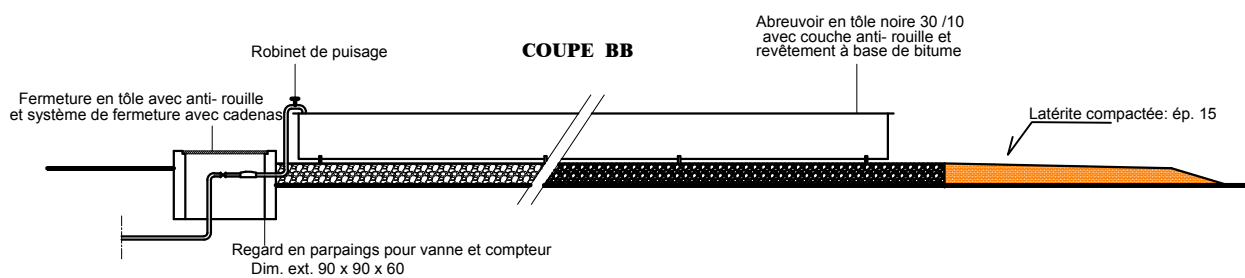
Annexe N° 12: Plan type d'exécution de l'Abreuvoir



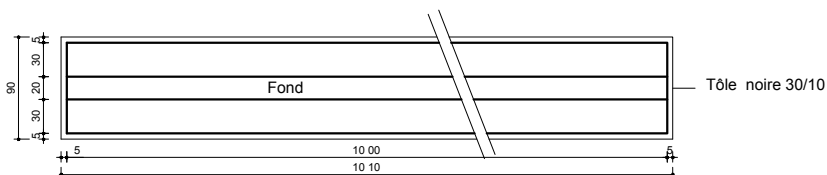
**VUE DE DESSUS DU BLOC EN BA
pour ouvrages de l'abreuvoir**



COUPE AA



COUPE BB



**VUE DE DESSUS DE L'ABREUVOIR
(Dim. Int. 10 m x 0,8 m x 0,4 m)**



ceh-sidi
Ingénieurs-conseils

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la
réalisation d'un système d'alimentation en
eau potable multi-villages dans la
commune rurale de Bouza, région de
Tahoua (Niger)

Plan type d'exécution ABREUVOIR

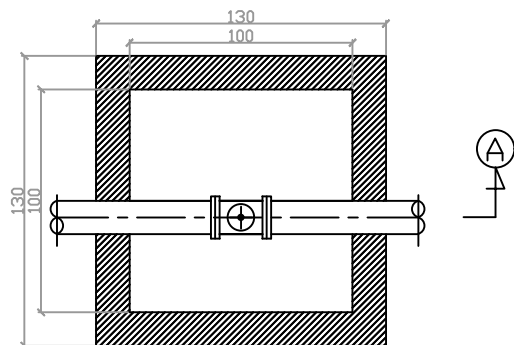
N° du Plan: 02

Juin 2019

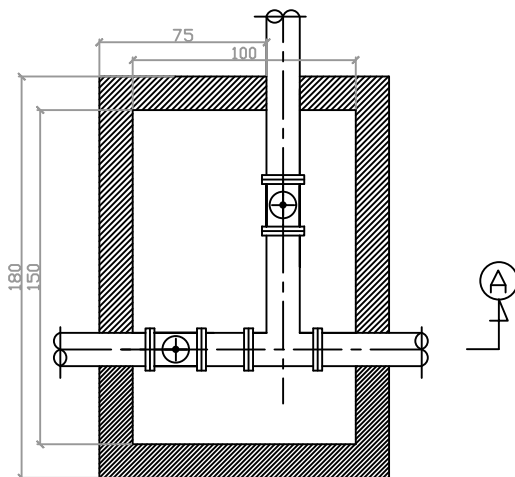
Alhassane AG ALMAHMOUD

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

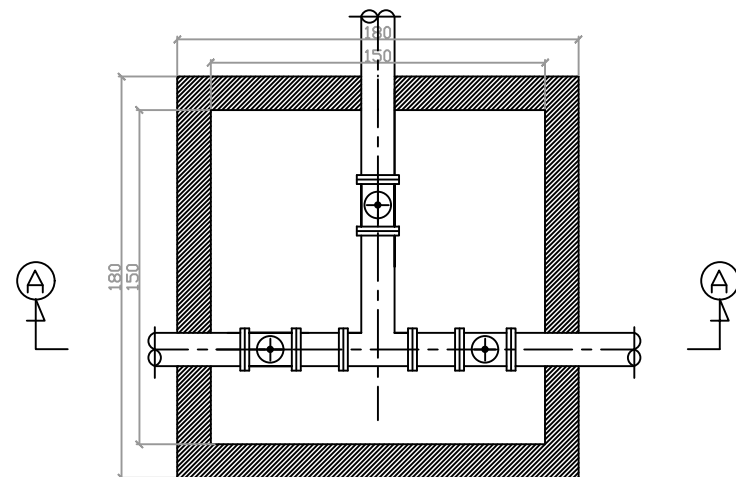
Annexe N° 13: Plan d'exécution des regards visites



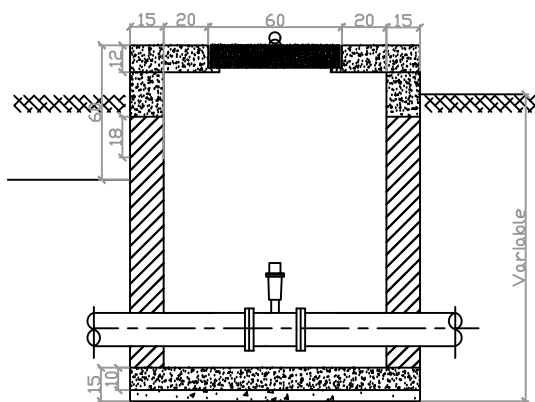
Vue en plan



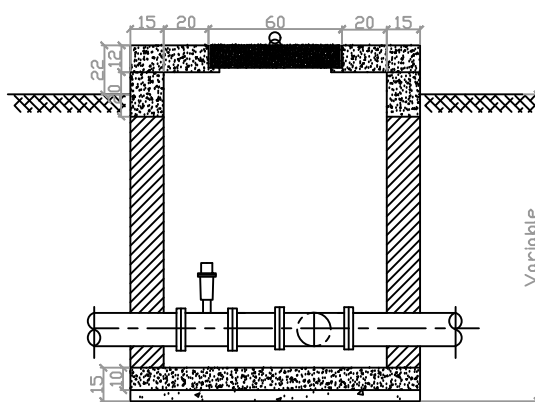
Vue en plan



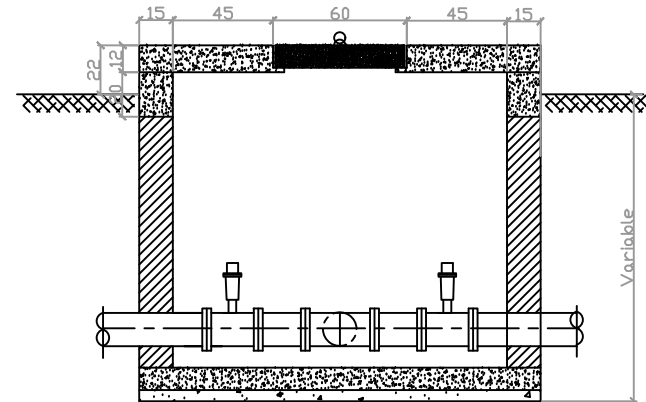
Vue en plan



A-A



A-A



A-A

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)

Plan regards visites

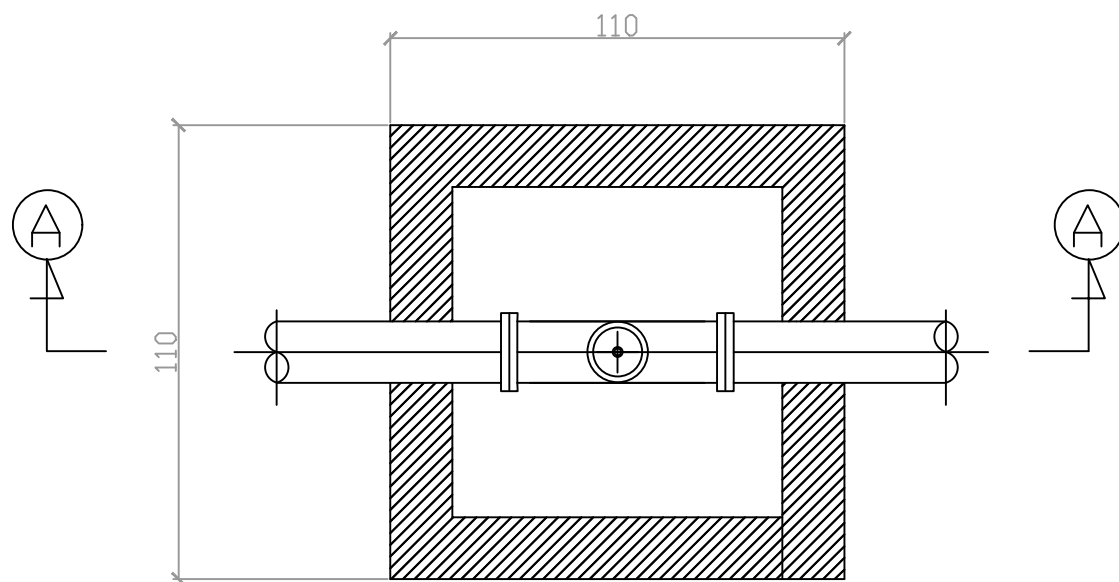
N° du Plan: 03

Juin 2019

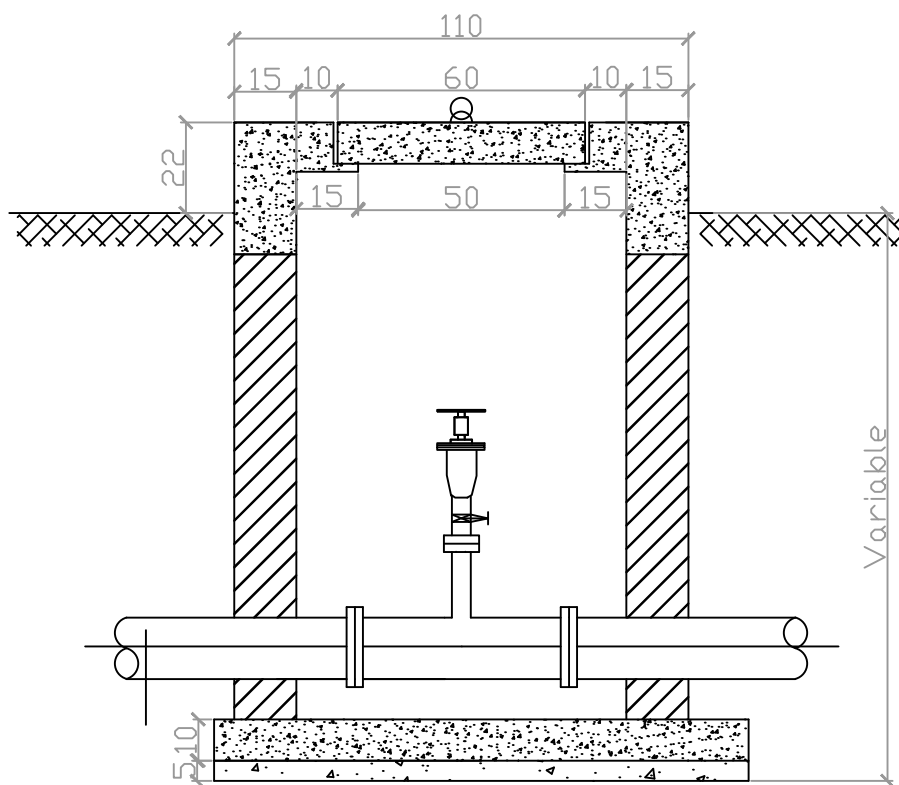
Alhassane AG ALMAHMOUD

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 14: Plan d'exécution regard ventouse



Vue en plan



A-A

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la
réalisation d'un système d'alimentation en
eau potable multi-villages dans la
commune rurale de Bouza, région de
Tahoua (Niger)

Plan d'exécution regard ventouse

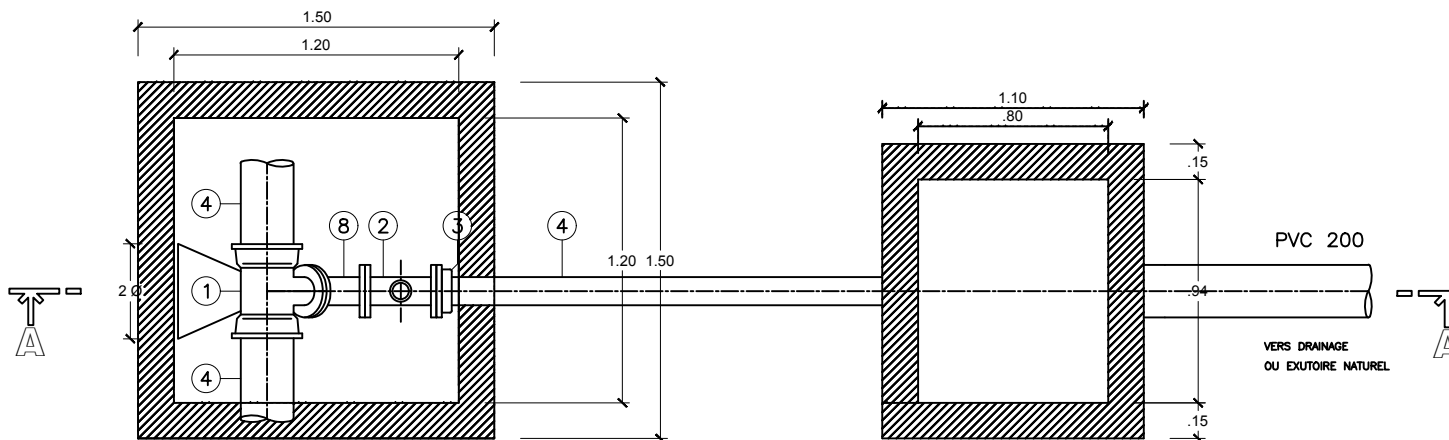
N° du Plan: 04

Juin 2019

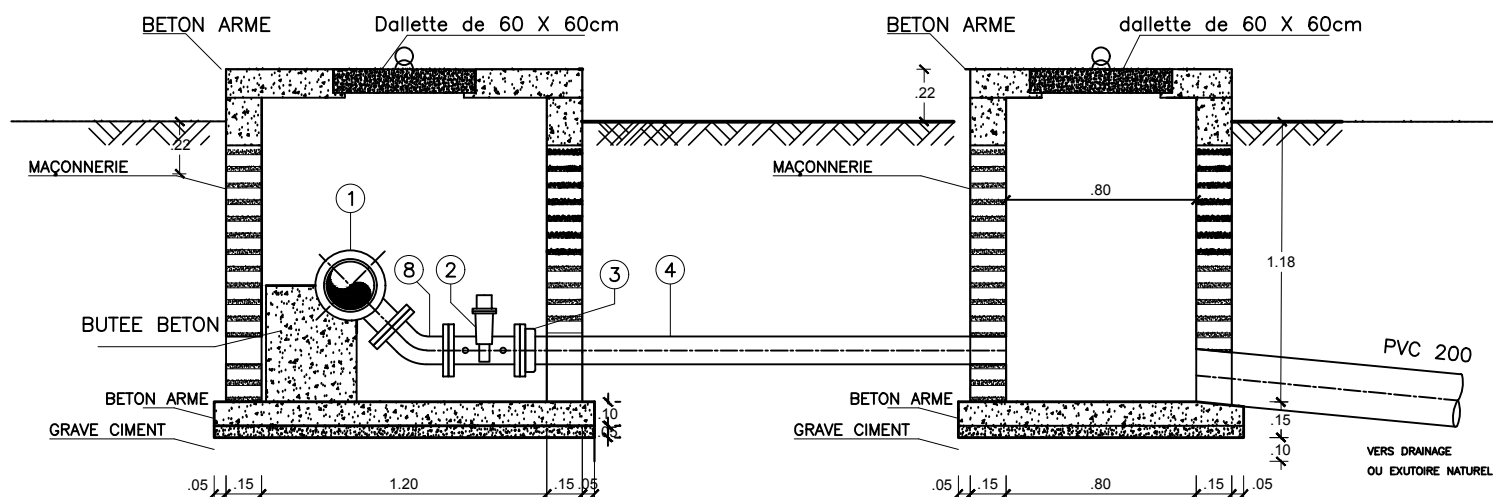
Alhassane AG ALMAHMOUD

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 15: Plan d'exécution regard vidange



VUE EN PLAN
ECHELLE 1:20



COUPE A-A
ECHELLE 1:20

ITEM	DESCRIPTION	QTE
1	TE EEB POUR TUYAU FD OU PVC	1
2	VANNE A OPERCULE	1
3	RACCORD-BRIDE POUR TUYAU PVC	1
4	TUYAU PVC	
5	SUPPORT PVC POUR TUBE ALLONGE	1
6	TUBE ALLONGE PVC 75	1
7	TETE DE BOUCHE A CLE	1
8	COUDE 1/8	1



ceh-sidi
ingénierie conseil

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)

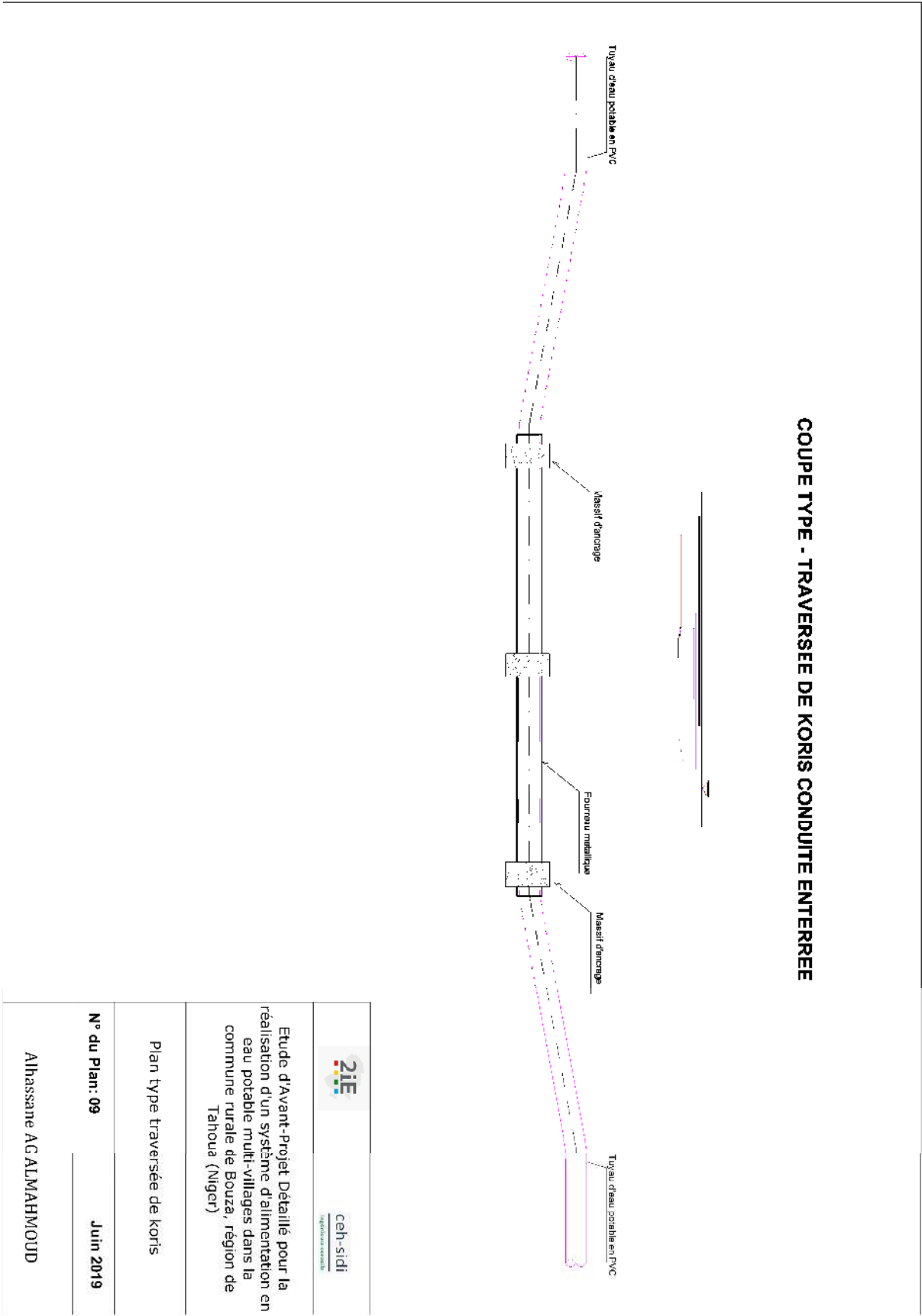
Plan type d'exécution regard vidange

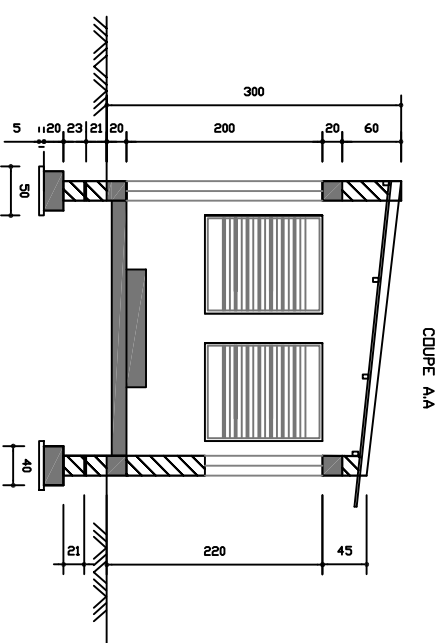
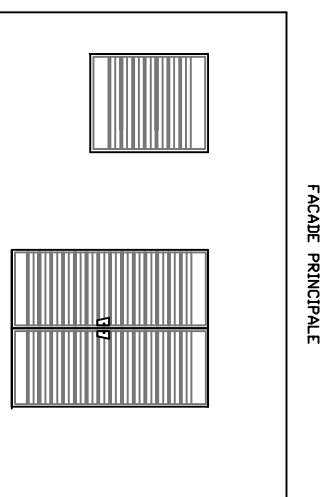
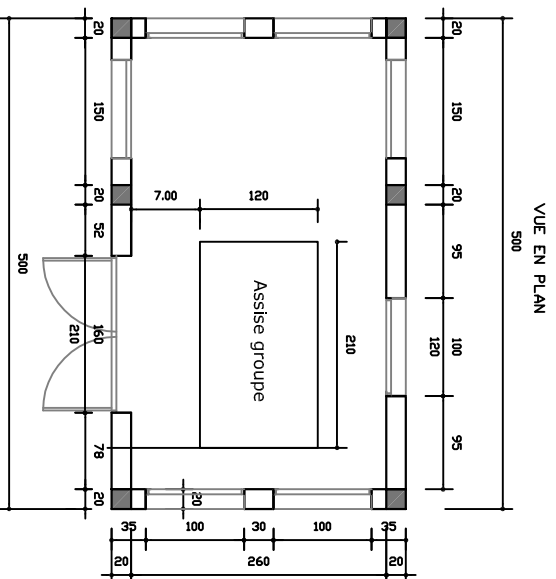
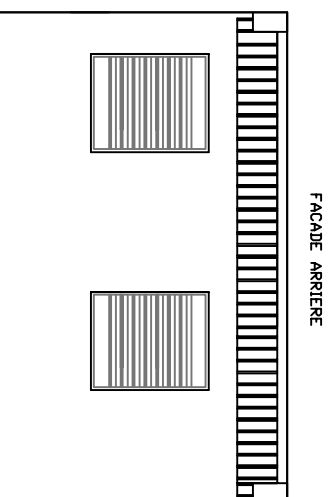
N° du Plan: 05

Juin 2019

Alhassane AG ALMAHMOUD

Annexe N° 16: Plan type traversée de koris

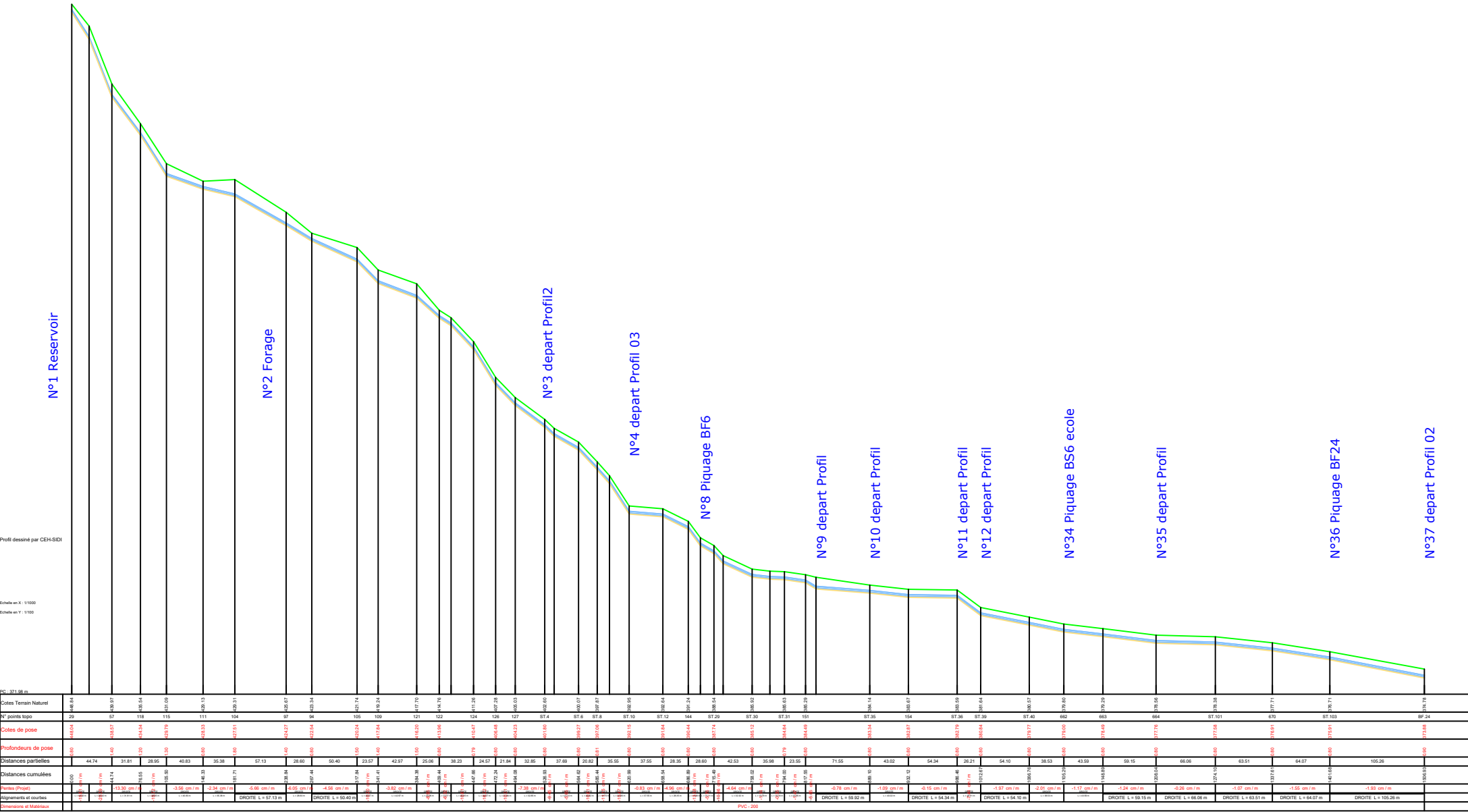




 		Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'alimentation en eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza, région de Tahoua (Niger)
Plan local abri groupe électrogène		
N° du Plan:	Juin 2019	
Alhassane AG ALMAHMOUD		

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 17 : Profils en long



Profil dessiné par CEH-SIDI

PROFIL N° 03

Echelle en X : 1/1000

Echelle en Y : 1/100

N°4 Piquage Profil 01

N°5 depart profil 04

N°6 Piquage BF 02
Tsambo Illiassou

N°7 depart profil

Ve 03

Piquage BF 05
Tsambo Illiassou

Vi 03

PC : 380.00 m

Cotes Terrain Naturel	392.95	391.52	389.62	386.72	385.61	385.13	385.99	388.54	388.58	392.48	394.90	394.65
N° points topo	ST.10	135	ST.13	140	ST.15	ST.16	BF.2	ST.18	ST.20	ST.24	ST.26	BF.5
Cotes de pose	392.15	390.72	388.82	385.92	384.81	384.33	385.06	387.74	387.78	391.68	394.10	393.85
Profondeurs de pose	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.93	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Distances partielles		39.60	38.75	29.84	29.35	20.10	24.63	30.04	28.46	31.53	34.79	38.39
Distances cumulées	0.00	39.60	78.35	108.19	137.54	157.64	182.27	212.31	240.78	272.30	307.10	345.49
Pentes (Projet)	-5.31 cm / m	-3.19 cm / m	-4.89 cm / m	-9.73 cm / m	-3.77 cm / m	-2.81 cm / m	2.83 cm / m	9.22 cm / m	0 cm / m	13.11 cm / m	11.84 cm / m	-0.66 cm / m
Alignements et courbes		L = 31.43 m	L = 38.75 m	L = 29.84 m	L = 29.35 m	L = 20.10 m	L = 24.63 m	L = 30.04 m	L = 14.43 m	L = 14.63 m	L = 20.06 m	L = 38.39 m
Dimensions et Matériaux		PVC - 90								PVC - 63		



ceh-sidi

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la
réalisation d'un système d'alimentation en
eau potable multi-villages dans la
commune rurale de Bouza, région de
Tahoua (Niger)

Plan d'exécution ABREUVOIR

N° du Plan: 02

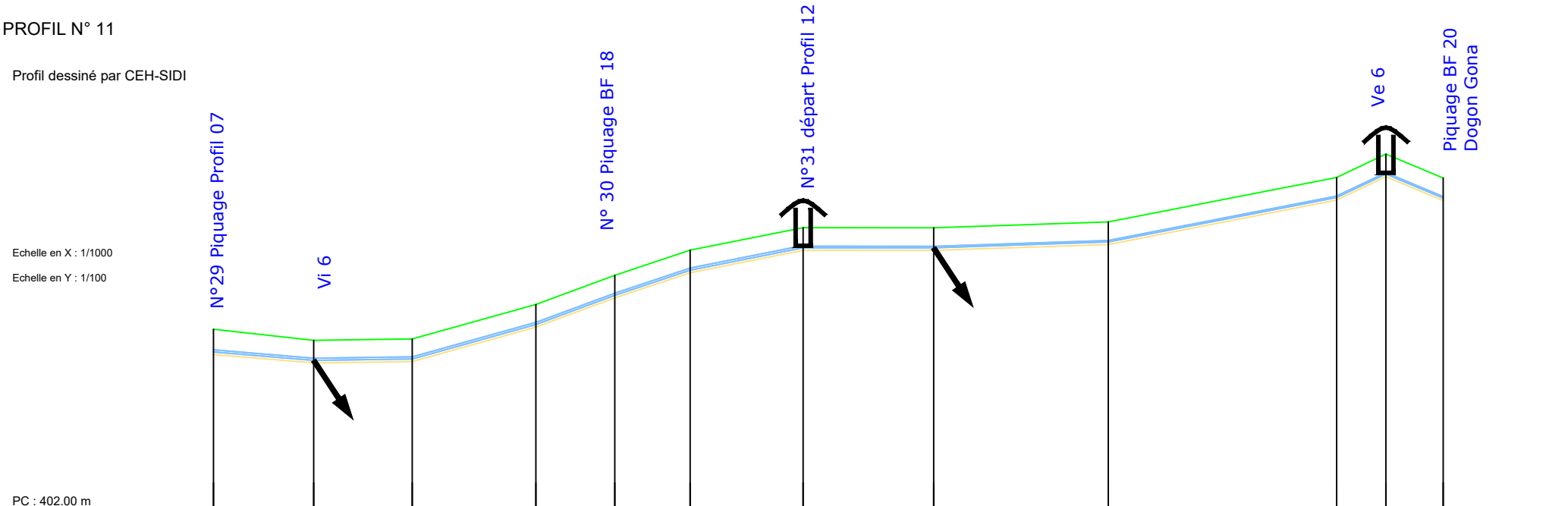
Juin 2019

Alhassane AG ALMAHMOUD M2-IRH

PROFIL N° 11

Profil dessiné par CEH-SIDI

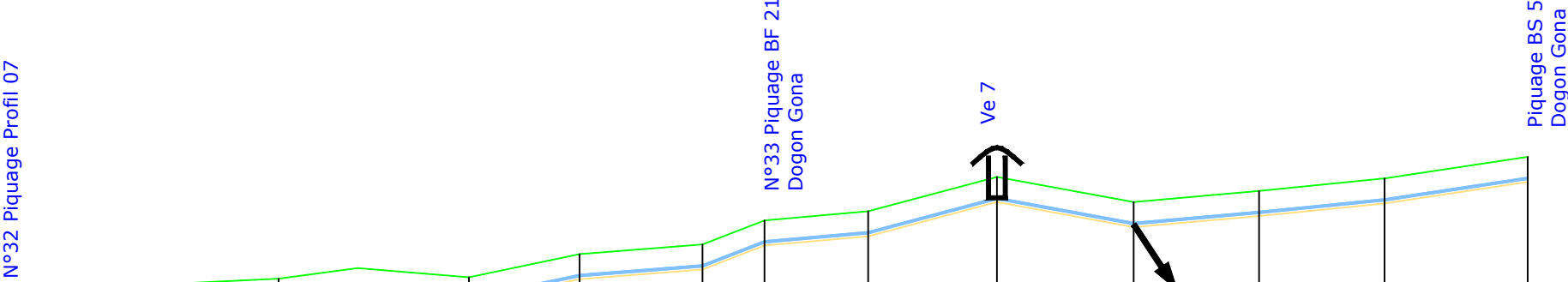
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



PC : 402.00 m												
Cotes Terrain Naturel	409.10	408.67	408.72	410.09	411.25	412.25	413.15	413.14	413.38	415.15	415.13	
N° points topo	ST.87	623	ST.88	625	BF.18	ST.90	ST.91	627	628	ST.93	BF.20	
Cotes de pose	408.20	407.87	407.92	409.29	410.45	411.45	412.35	412.34	412.58	414.35	414.32	
Profondeurs de pose	0.91	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	
Distances partielles		39.91	39.21	49.21	31.42	29.97	44.97	51.96	69.48	90.91	42.39	
Distances cumulées	0.00	39.91	79.11	128.33	159.75	189.72	234.69	286.66	356.13	447.04	489.43	
Pentes (Projet)		-0.84 cm / m	0.14 cm / m	2.79 cm / m	3.70 cm / m	3.34 cm / m	1.99 cm / m	-0.01 cm / m	0.34 cm / m	1.95 cm / m		
Alignements et courbes		DROITE L = 39.91 m	DROITE L = 39.21 m	DROITE L = 49.21 m	DROITE L = 31.42 m	DROITE L = 29.97 m	DROITE L = 44.97 m	DROITE L = 51.96 m	DROITE L = 69.48 m	DROITE L = 90.91 m	DROITE L = 42.39 m	
Dimensions et Matériaux		PVC - 90						PVC - 63				

Profil dessiné par CEH-SIDI
PROFIL N° 13

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



PC : 402.00 m

Cotes Terrain Naturel	408.74	409.26	409.54	409.59	410.42	410.77	411.63	411.96	413.19	412.29	412.69	413.14	413.91
N° points topo	633	ST.89	634	637	639	640	641	642	643	644	645	646	BS.5
Cotes de pose	407.84	408.46	408.74	408.79	409.62	409.97	410.83	411.16	412.39	411.49	411.89	412.34	413.11
Profondeurs de pose	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Distances partielles		38.48	58.95	68.24	39.69	44.03	22.23	37.17	46.15	49.03	44.95	44.98	51.32
Distances cumulées	0.00	38.48	97.42	165.67	205.36	249.39	271.62	308.79	354.94	403.97	448.92	493.91	545.22
Pentes (Projet)		1.61 cm / m	0.48 cm / m	0.07 cm / m	2.10 cm / m	0.78 cm / m	3.88 cm / m	0.88 cm / m	2.66 cm / m	-1.84 cm / m	0.89 cm / m	1.00 cm / m	1.50 cm / m
Alignements et courbes		DROITE L = 38.48 m	DROITE L = 58.95 m	DROITE L = 68.24 m	DROITE L = 39.69 m	DROITE L = 44.03 m	DROITE L = 22.23 m	DROITE L = 37.17 m	DROITE L = 46.15 m	DROITE L = 49.03 m	DROITE L = 44.95 m	DROITE L = 44.98 m	DROITE L = 51.32 m
Dimensions et Matériaux		PVC - 63											



ceh-sidi

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la
réalisation d'un système d'alimentation en
eau potable multi-villages dans la
commune rurale de Bouza, région de
Tahoua (Niger)

Plan d'exécution ABREUVOIR

N° du Plan: 02

Juin 2019

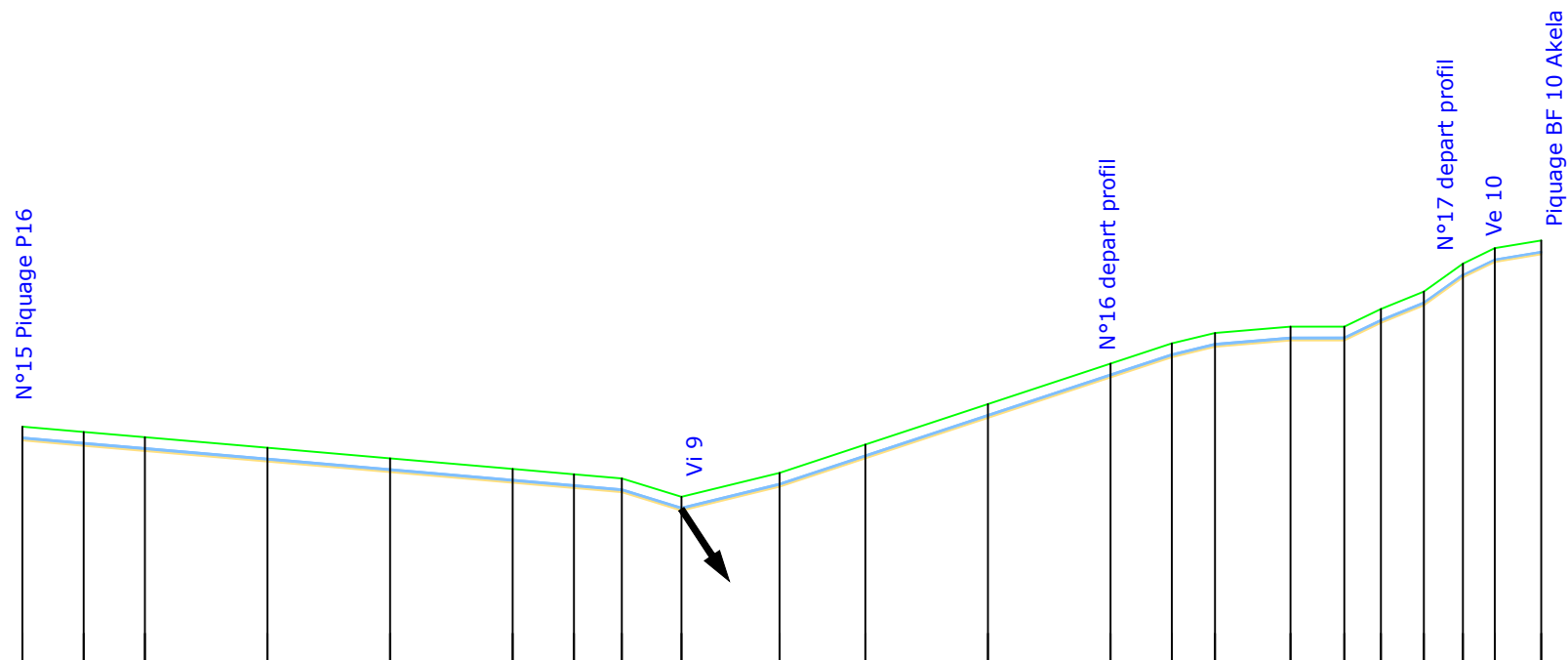
Alhassane AG ALMAHMOUD M2-IRH

PROFIL N° 18

Profil dessiné par CEH-SIDI

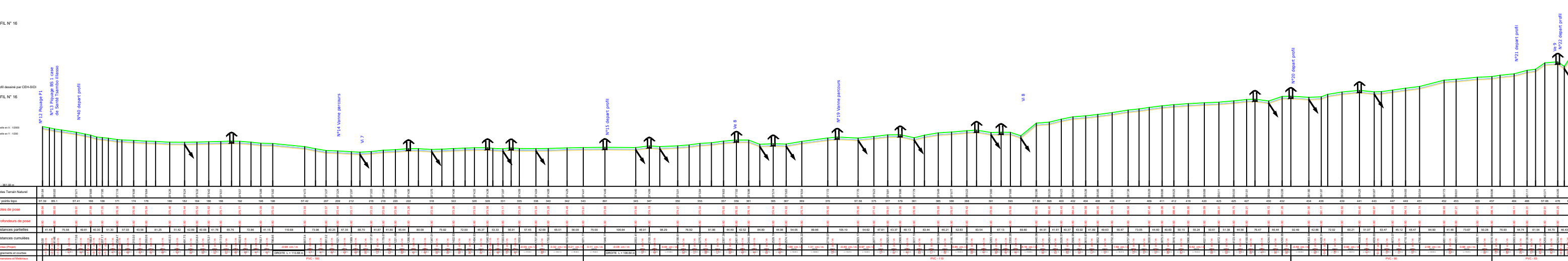
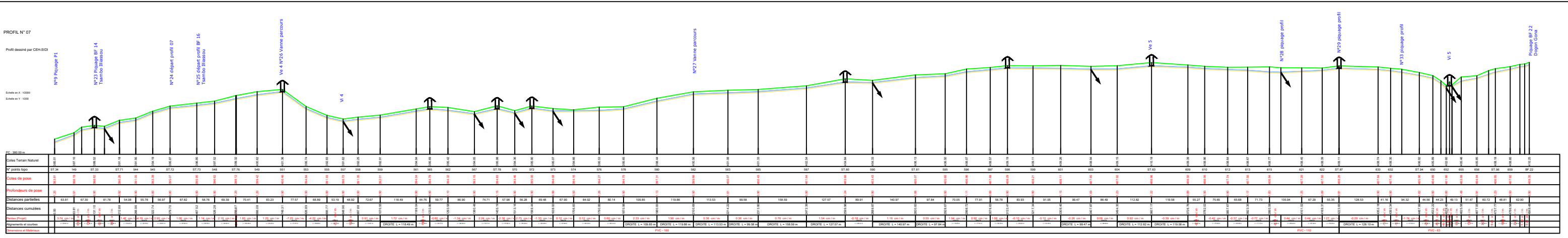
Echelle en X : 1/2000

Echelle en Y : 1/200



PC : 359.00 m

C : 339.00 m																													
Cotes Terrain Naturel	374.49		373.80		373.11		372.42		371.73		371.11		371.47		373.32		375.96		378.60		380.60		381.01		382.16		385.12		386.63
N° points topo	891		901		903		905		907		892		893		899		897		895		294		296		299		301		BF.10
Cotes de pose	373.69		373.00		372.31		371.62		370.93		370.31		370.67		372.52		375.16		377.80		379.80		380.21		381.36		384.32		385.83
Profondeurs de pose	0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80		0.80
Distances partielles		80.00		80.00		80.00		80.00		71.27		102.93		56.03		80.00		80.00		68.19		49.27		59.06		53.47		51.11	
Distances cumulées	0.00		80.00		160.00		240.00		320.00		391.27		494.20		550.23		630.23		710.23		778.42		827.69		886.75		940.22		991.33
Alignements et courbes	L = 40.00 m	L = 40.00 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 40.00 m	L = 31.27 m	L = 36.90 m	L = 64.03 m	L = 56.03 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 80.00 m	L = 40.00 m	L = 28.19 m	L = 49.27 m	L = 35.15 m	L = 28.01 m	L = 25.45 m	L = 25.45 m	L = 25.45 m	L = 25.45 m	L = 25.45 m	L = 30.28 m			
Dimensions et Matériaux	PVC - 90																									PVC - 63			



Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 18: Carnet des Nœuds

NOEUD 1 et 2

Composantes	Nombre
Coude 1/4 à 2 emboîtures PVC DN 200	1



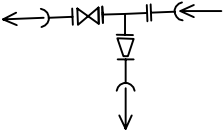
NOEUD 8

Composantes	Nombre
Coude PVC à 2 emboîtures DN 50	1



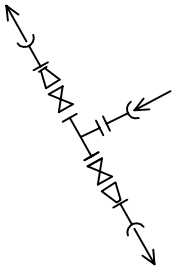
NOEUD 3

Composantes	Nombre
Robinet vanne DN 200	1
Té à 3 brides DN 200	1
Adapteur à bride DN 200	2
Cône à bride DN 200/60	1
Adapteur à bride DN 60	1



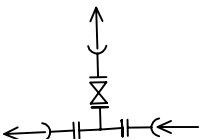
NOEUD 9

Composantes	Nombre
Robinet vanne DN 125	2
Té à 3 brides égal DN 200	1
Adapteur à bride DN 200	1
Cône à bride DN 200/125	2



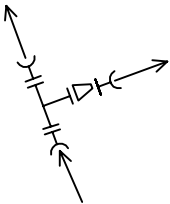
NOEUD 4

Composantes	Nombre
Robinet vanne DN 200	1
Té à 3 brides DN 200/60/200	1
Adapteur à bride DN 60 et DN 200	2



NOEUD 10

Composantes	Nombre
Té à 3 brides DN 200/200/50	1
Adapteur à bride DN 200	2
Cône à bride DN 200/50	1



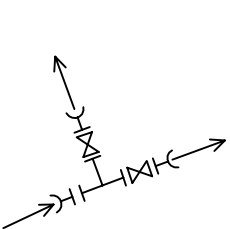
NOEUD 6

Composantes	Nombre
Coude PVC à 2 emboîtures DN 63	1



NOEUD 7

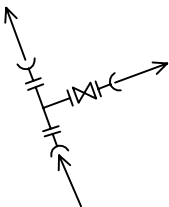
Composantes	Nombre
Té à brides égal DN 60	1
Adapteur à bride DN 60/50	2
Robinet vanne DN 50	2



NOEUD 11

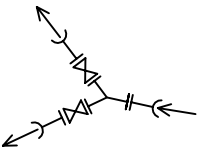
Composantes	Nombre
Té à 3 brides DN 200/200/60	1
Adapteur à bride DN 200	2
Cône à bride DN 200/63	1

Robinet vanne DN 50



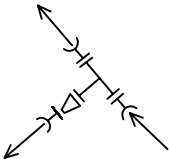
NOEUD 12

Composantes	Nombre
Robinet vanne DN 63	2
Té à 3 brides DN 200/160/110	1
Adapleur à bride DN 200	1



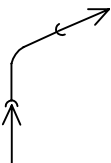
NOEUD 13

Composantes	Nombre
Té à 3 brides DN 110/110/32	1
Adapleur à bride DN 110	2
Cône à bride DN 200/32	1



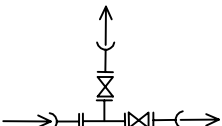
NOEUD 13.1

Composantes	Nombre
Coude PVC à 2 emboîtures DN 110	1
Adapleur à bride DN 110	2



NOEUD 15

Composantes	Nombre
Robinet vanne DN 63 et DN 90	2
Té à 3 brides DN 110/90/63	1
Adapleur à bride DN 110	1



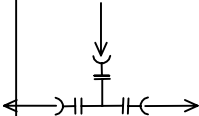
NOEUD 16

Composantes	Nombre
Coude en PVC DN 63	1



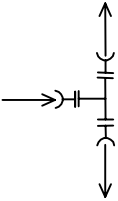
NOEUD 17,18

Composantes	Nombre
Té à 3 brides DN 63/50/50	1
Adapleur à bride DN 63	2
Adapleur à bride DN 50	1



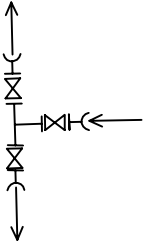
NOEUD 30

Composantes	Nombre
Té à 3 brides DN 63/50/50	1
Adapleur à bride DN 63	1
Adapleur à bride DN 50	2



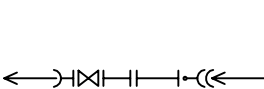
NOEUD 37

Composantes	Nombre
Robinet vanne	3
Té à 3 brides DN 160/125/90	1
Adapleur à bride DN 160	1
Adapleur à bride DN 125	1
Adapleur à bride DN 90	1



NOEUD 42.3

Composantes	Nombre
Robinet vanne	1
Adapleur à bride DN 110	1
Ventouse DN 110	1



Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

Annexe N° 19: Coût du projet

Devis estimatif pour le projet d'alimentation en eau potable multi-villages de la commune rurale de Bouza (Tahoua)					
N° DES PRI X	DESIGNATION DES FOURNITURES ET TRAVAUX	UNITE	QUANTI TE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
1	FORFAITS GENERAUX				
1,1	Installation de chantier	ff	ff	3 500 000	3 500 000
1,2	Repli de chantier	ff	ff	1 500 000	1 500 000
1,3	Etudes d'exécution	ff	ff	7 500 000	7 500 000
1,4	essais de pression et hydrauliques	ff	ff	500 000	500 000
1,5	Désinfection des installations	ff	ff	1 500 000	1 500 000
1,6	fourniture des plans de récolement+ notice-manuels d'entretien	ff	ff	2 500 000	2 500 000
	Total forfaits généraux				17 000 000
2	EXHAURE				
2,1	PVC DE200 crépiné	ml	450	22 500	10 125 000
2,2	PVC DE200	ml	150	22 500	3 375 000
2,3	Fourniture et pose d'électropompe immergée	u	1	3 500 000	3 500 000
2,4	fourniture et pose de coffret électrique , dispositif de protection et de contrôle de niveau	u	1	6 000 000	6 000 000
2,5	Développement des forages	u	1	250 000	250 000
2,6	Génie civil et accessoires des têtes des forages	u	1	200 000	200 000
2,7	Analyse des eaux	ff	1	50 000	50 000
2,8	Tête d'exhaure DN 150	u	1	2 000 000	2 000 000
2,9	Mise en place des butées en béton	u	2	50 000	100 000
2,10	Clôture du forage	u	1	300 000	300 000
	Total captage				25 900 000
3	REFOULEMENT				
3,1	Fourniture et pose de canalisation, pièces spéciales, accessoires, équipements hydrauliques, robinetterie				
3,2	Tuyau Fonte DN 150	ml	198	22 500	4 455 000
3,3	Compteur DN 100	u	1	150 000	150 000
3,4	coudes 1/4 Fonte à brides mobiles	u	5	100 000	500 000
3,5	Brides de reduction	u	2	20 000	40 000
3,6	Cone Fonte à Brides mobiles	u	4	100 000	400 000
3,7	Adaptateur de brides	u	22	20 000	440 000

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

3,8	Manomètre	u	1	22 000	22 000
3,9	Robinet vanne	u	1	22 000	22 000
3,10	Clapet anti-retour	u	1	22 000	22 000
3,11	Dispositif de vidange	u	1	550 000	550 000
3,12	pour regard de vanne de vidange	u	1	200 000	200 000
3,13	dispositif de ventouse	u	1	22 000	22 000
3,14	grillage avertisseur	ml	198	1 000	198 000
3,15	massifs/butées d'ancrage en B300	u	4	50 000	200 000
3,16	bornes de repérage	u	2	15 000	30 000
	TOTAL refoulement				7 251 000
4	RESEAU DE DISTRIBUTION				
4,1	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 63	ml	2298,4	2 250	5 171 378
4,2	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 32	ml	1379,9	1 000	1 379 860
4,3	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 90	ml	3803,4	4 500	17 115 480
4,4	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 110	ml	7117,5	5 500	39 146 470
4,5	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 125	ml	681,2	5 500	3 746 545
4,6	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 160	ml	471,5	11 500	5 422 020
4,7	Fourniture, transport et pose des conduites PVC PN10 DN 200	ml	968,2	14 000	13 554 240
4,8	Compteur DN 125	unité	1	400 000	400 000
4,9	Compteur DN 80	unité	3	50 000	150 000
4,10	Compteur DN 30	unité	1	50 000	50 000
4,11	Compteur DN 15	unité	2	50 000	100 000
4,12	Robinet vanne à opercule métallique DN200	unité	3	450 000	1 350 000
4,13	Robinet vanne à opercule métallique DN 125	unité	3	400 000	1 200 000
4,14	Robinet vanne à opercule métallique DN 110	unité	3	400 000	1 200 000
4,15	Robinet vanne à opercule métallique DN 90	unité	1	375 000	375 000
4,16	Robinet vanne à opercule métallique DN60	unité	4	275 000	1 100 000
4,17	Robinet vanne à opercule métallique DN 50	unité	25	200 000	5 000 000
4,18	Té à bride 200/125/200	unité	1	200 000	200 000
4,19	Té à bride 200/50/200	unité	3	150 000	450 000
4,20	Té à bride 200/60/200	unité	1	100 000	100 000
4,21	Té à bride 200/60/200	unité	4	80 000	320 000

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

4,22	Té à egale bride Fonte DN60	unité	5	60 000	300 000
4,23	Reducteur DN 200/110	unité	1	80 000	80 000
4,24	Reducteur DN 200/125	unité	1	80 000	80 000
4,25	Reducteur DN 200/160	unité	1	100 000	100 000
4,26	Reducteur DN 160/110	unité	2	80 000	160 000
4,27	Reducteur DN160/90	unité	1	60 000	60 000
4,28	Reducteur DN110/63	unité	1	50 000	50 000
4,29	Reducteur DN90/63	unité	3	45 000	135 000
4,30	Reducteur DN90/110	unité	2	60 000	120 000
4,31	Adaptateurs à brides tous DN	unité	72	130 000	9 360 000
4,32	Cone à bride 200/125	unité	2	100 000	200 000
4,33	Cone à bride 200/50	unité	8	80 000	640 000
4,34	Cone à bride 200/60	unité	2	80 000	160 000
4,35	Cone à bride 200/110	unité	3	100 000	300 000
4,36	Coude à bride 45° DN Fonte DN 90	unité	1	70 000	70 000
4,37	Coude à bride 90° DN Fonte DN60	unité	8	80 000	640 000
4,38	Coude à bride 135° DN Fonte DN60	unité	1	125 000	125 000
4,39	Autres accessoires hydrauliques (vannes, ventouse, vidange, cablage etc)	ff	1	5 000 000	5 000 000
4,40	Mise en place des bornes de repérage des conduites de distribution	ff	1	1 150 000	1 150 000
4,41	Mise en place des butées en béton	m3	12	20 000	240 000
4,42	Equipements complets regard by pass	unité	2	2 000 000	4 000 000
4,43	Regards de type 1 pour vannes de sectionnement	unité	4	200 000	800 000
4,44	Regards de type 2 pour vannes de sectionnement	unité	12	250 000	3 000 000
4,45	Regards de type 3 pour vannes de sectionnement	unité	4	300 000	1 200 000
4,46	Regards pour ventouses	unité	12	200 000	1 200 000
4,47	massifs/butées	u	68	6 000	408 000
4,48	traversée de kori torrentiel	m	4	12 000	48 000
4,49	traversée de route latérite	ml	27	8 000	216 000
4,50	bouchon PVC DE 90	u	1	50 000	50 000
4,51	bouchon PVC DE 63	u	2	50 000	100 000
4,52	fouille en terrain ordinaire	ml	21840,28	1 000	21 840 280
4,53	fouille en terrain rocheux	ml	198	3 000	594 000
4,54	abattage d'arbres	u	PM	25 000	
4,55	POINTS DE DISTRIBUTION				
4,56	Ce prix rémunère la réalisation du génie civil, la fourniture et pose des tuyauteries et des robinetteries, le branchement au réseau conformément aux clauses du CPT et aux plans				
4,57	bornes fontaines	u	35	650 000	22 750 000
4,58	branchements sociaux	u	9	15 000	135 000

Etude d'Avant-Projet Détaillé pour la réalisation d'un système d'adduction d'eau potable multi-villages dans la commune rurale de Bouza région de Tahoua (Niger)

4,59	abreuvoir	u	1	650 000	650 000
	Total Réseau de distribution				173 492 273
5	CHÂTEAU D'EAU				
5,1	TERRASSEMENTS				
5,1,1	Décapage aux engins	m2	100	500	50 000
5,1,2	fouilles fondation	m3	30,6	2 000	61 261
5,2	BETONS FONDATION				
5,2,1	béton propriété B150	m3	1,0	50 000	51 051
5,2,2	B350	m3	21,4	165 000	3 537 826
5,2,3	fourniture et pose de château d'eau de 170 m3 au sol	u	1	25 000 000	25 000 000
5,2,4	EQUIPEMENT (hydraulique, mesure, lavage)	ff	1	2 500 000	2 500 000
	Total Château				31 200 138
6	EQUIPEMENT D'EXPLOITATION				
6,1	groupe électrogène de 80 KVA	u	2	30 000 000	60 000 000
6,2	outillage d'électromécanicien	u	1	750 000	750 000
6,3	outillage de plombier	u	2	750 000	1 500 000
	Total équipement d'exploitation				62 250 000
7	CLOTURES				
7,1	Clôtures	ml	428	7 000	2 996 000
	Total clôtures				2 996 000
8	LOCAL D'EXPLOITATION				
8,1	local d'exploitation	m2	32	180 000	5 760 000
8,2	Abris des équipements	m2	8	100 000	800 000
	Total local d'exploitation				6 560 000