



*ETUDE DE L'ACCESSIBILITE A L'EAU POTABLE DANS
LES VILLAGES PILOTES DU PROJET IRRIGATION DE
COMPLEMENT ET INFORMATION
CLIMATIQUE DANS LA COMMUNE DE KONGOUSSI*

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

OPTION : INFRASTRUCTURES et RESRAUX HYDRAULIQUES

Présenté et soutenu publiquement le 25 Juin 2013 par

Romuald OMBALA

Travaux dirigés par : **M. Sévère FOSSI**, Ingénieur de recherche à 2iE

M. Boukary SAWADOGO, Ingénieur de recherche à 2iE

CENTRE COMMUN DE RECHERCHE EAU ET CLIMAT

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Dial NIANG

Membres et correcteurs : M. Boukary SAWADOGO

M. Sewa Dasilveira

M. Sévère FOSSI

Promotion [2012/2013]

*A toi Dieu Tout Puissant, de qui j'ai reçu grâce, bonté et bénédictions,
A mes parents, qui ont tout donné pour mon instruction et mon éducation.*

Remerciements

Au terme de ce travail j'exprime ma profonde gratitude à mes encadreurs : messieurs Sévère FOSSI et Boukary SAWADOGO pour leur constante recherche de solutions. Sans leur soutien, ce travail n'aurait pas abouti.

Je tiens également à remercier :

- ❖ La coopération française (SCAC/Cameroun) pour avoir financé mes études à 2iE ;
- ❖ Le Docteur. Corentin SOME pour son aide et sa disponibilité pour les besoins de cartographie ;
- ❖ Monsieur Seyram SOSSOU pour ses précieux conseils;
- ❖ Tout le personnel de la Fondation 2iE et particulièrement les enseignants pour la qualité de la formation reçue ;
- ❖ L'ensemble des étudiants de mes différentes promotions pour leur soutien et leur solidarité. La différence de culture connue à leur niveau est une richesse dont je me réjouis ;

Mes remerciements vont également à l'endroit de ma famille pour les efforts consentis ; à elle s'ajoute :

- ❖ La famille KIENOU au « LAC »-Burkina Faso, elle a été pour moi une famille d'accueil et un grand soutien pendant les moments de joie et de peine ;
- ❖ La famille SAVI au Bénin qui me considère comme son fils. Je remercie particulièrement Monsieur SAVI Raymond et son épouse Madame SAVI Victorine qui n'ont jamais cessé de m'encourager et de me soutenir ;
- ❖ Monsieur MINSOUMA BODO Anicet sans qui ma venue au Burkina n'aurait peut-être pas été possible ;

De près ou de loin, Ingrid Nadège SAVI est une aide et une conseillère pour moi ; je lui exprime ma profonde gratitude.

Merci à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

RESUME

Le gouvernement burkinabé et ses partenaires ont consenti beaucoup d'efforts en construisant des points d'eau modernes pour atteindre les OMD en milieu rural mais, il reste fort à faire pour que chacun ait un accès à l'eau potable. Au Burkina Faso, plus de quatre millions de personnes vivant en zone rurale n'ont pas accès à une eau de bonne qualité. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 94% des maladies diarrhéiques sont évitables grâce à l'approvisionnement en eau potable et l'hygiène du milieu et du corps. La présente étude vise à l'amélioration des conditions de vie à travers un meilleur accès des populations des villages du projet « irrigation de complément et information climatique » dans la commune de Kongoussi où les populations consomment l'eau de surface y compris celle des bassins de collecte d'eau de ruissellement sans aucun traitement.

L'analyse de l'eau de la zone d'étude montre que cette dernière est conforme aux directives de l'OMS sur le plan physico-chimique à l'exception de quelques points d'eau qui ont une forte concentration en nitrates et en fer. L'eau est acide et a une salinité modérée. Sur le plan bactériologique, 79% des échantillons d'eau analysés contiennent au moins un indicateur de contamination. La distance parcourue par les populations pour atteindre la source varie de 150m à 2500m. Il ressort de cette étude que l'accessibilité en eau potable est satisfaisante à Yennega, moyenne à Mogodin. A Sandouré, le besoin en eau est crucial. Vu le contexte socio-économique et démographique de cette zone d'étude, nous proposons l'utilisation des filtres biosable à Mogodin pour traiter l'eau à domicile. A Sandouré, la construction des forages est nécessaire ainsi que l'utilisation des filtres biosable pour les populations utilisant les BCER comme sources d'eau de consommation après décantation. Le stockage sûr de l'eau serait optimum dans les jarres et des seaux munis de robinet.

Mots Clés :

- 1 – Accessibilité à l'eau potable**
- 2 –Irrigation de complément**
- 3 –Filtre biosable**
- 4–Bassin de Collecte d'Eau de Ruissellement**
- 5 –Burkina Faso**

ABSTRACT

The Burkinabe government and its partners have made great efforts in building modern water points for achieving the MDGs, but in rural areas, much remains to be done to ensure that everyone has access to safe drinking water. In Burkina Faso, more than four million people living in rural areas have no access to clean water. The World Health Organization (WHO) estimates that 94% of diarrheal disease is preventable through drinking water and environmental health and body. This study aims to better access for people in the villages of the "supplemental irrigation and climate information" in the locality of Kongoussi where people consume surface water improvement of living conditions through including basins water runoff collection without any treatment.

Analysis of water in the study area shows that it is consistent with WHO guidelines on physico-chemically with the exception of a few water points that have a high concentration of nitrates and iron. The water is acidic with moderate salinity. The bacteriological, 79% of water samples analyzed contain at least one indicator of fecal contamination. The distance traveled by people to reach the source varies from 150m to 2500m. It appears from this study that the availability of drinking water is satisfactory in Yennega and average in Mogodin. In the village of Sandouré, the need for water is crucial. Given the socio-economic and demographic study area this context, we propose the use of bio-sand filters for water treatment in Mogodin's households. In the locality of Sandouré, construction drilling is necessary and the use of bio-sand filters for people using Runoff harvesting basins as drinking water sources after settling. The safe storage of water would be optimal in jars and pails with a tap for safe consumption.

Key words:

1 – Access to drinking water

2–Supplemental Irrigation

3– Biosand Filter

4 –Runoff harvesting basin

5–Burkina Faso

Liste des abréviations

2iE : Institut international d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

BCER : Bassin de Collecte d'Eau de Ruissellement

CAWST: Center for Affordable Water and Sanitation Technology

CF : Coliformes Fécaux

CT : Coliformes Totaux

DGRE : Direction Générale des Ressources en Eau

ICIC : irrigation de Complément et Information Climatique

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

NTU: Nephelometric Turbidity Unity

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisation Non Gouvernementale

pH : potentiel Hydrogène

PEM : Point d'Eau Moderne

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN-AEPA/BF : Programme National d'approvisionnement en Eau Potable et Assainissement au Burkina Faso

SF : Streptocoques Fécaux

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TEDS : Traitement d'Eau à Domicile et Stockage Sûr

TH : Titre Hydrotimétrique

UFC : Unité Formant Coloni

Table des matières

INTRODUCTION.....	4
I. GENERALITES.....	7
I.1. Terminologie.....	7
I.1.1. Eau potable.....	7
I.1.2. Accès à l'eau potable.....	7
I.1.3. Maladies hydriques.....	8
I.1.4. Assainissement.....	8
I.2. Présentation de la zone d'étude.....	9
I.2.1. Localisation de la commune de Kongoussi.....	9
I.2.2. Le milieu physique.....	10
I.2.3. Le cadre humain.....	10
II. MATERIEL ET METHODES.....	11
II.2. Prélèvement des échantillons au niveau des sources d'eau.....	12
II.3. Les mesures in situ.....	12
II.4. L'analyse au laboratoire.....	13
II.4.1. L'analyse physico-chimique.....	13
II.4.2. L'analyse bactériologique.....	15
II.5. Méthodologie de traitement de données des enquêtes et d'analyse de laboratoire.....	15
II.5.1. Méthodologie de traitement de données des enquêtes.....	15
II.5.2. Méthodologie de traitement de données d'analyse au laboratoire.....	15
II.5.3. Evaluation du besoin en eau de chaque village.....	16
III. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS.....	17
III.1. Les données des enquêtes.....	17
III.1.1. Source d'approvisionnement en eau de consommation.....	17
III.1.2. Accessibilité en eau potable.....	18
III.1.3. Pratique de l'hygiène.....	21
III.1.4. Connaissances de traitement d'eau à domicile et de stockage sûr.....	22
III.2. Analyse physico-chimique et microbiologique.....	23
III.2.1. Analyse Physico-chimique.....	23
III.2.2. Application statistique par l'analyse en composante principale.....	27
III.3. Qualité microbiologique de l'eau.....	29
IV. Proposition d'amélioration de la consommation de l'eau potable dans la zone du projet.....	31

VI.1. Proposition d'un système de traitement d'eau à domicile.....	31
VI.2. Proposition d'une solution pour la conservation de l'eau à domicile	36
CONCLUSION	37
RECOMMANDATIONS	38
Bibliographie	39
ANNEXES	42

Liste des Tableaux

Tableau 1: Population d la zone d'étude.....	11
Tableau 2: paramètres physico-chimique mesurés in situ.....	13
Tableau 3: Consommation unitaire d'eau, couverture des besoins et risques sanitaires	19
Tableau 4: Nombre théorique d'habitants par point d'eau potable	20
Tableau 5: distance parcourue pour accéder au point d'eau.....	20
Une étude et méta analyse systématique a montré que le lavage des mains est une protection de premier rang dans la lutte contre les maladies hydriques telle que le montre le tableau 6 (Fewtrell et al, 2005)	21
Tableau 7: moyens de lutte contre les maladies hydriques.....	21
Tableau 8: résultats des paramètres physiques et organoleptiques	23
Tableau 9 : Classe Conductivité électrique(CE) Indice de salinité.....	24
Tableau 10: résultats des paramètres chimiques	25
Tableau 11: Résultats des ETM.....	27
Tableau 12: étendu des valeurs des paramètres bactériologiques.	30
Tableau 13: avantages et limites du filtre biosable.....	34

Liste des figures

Figure 1: Consommation de l'eau des BCER par des enfants dans le village de Sandouré.....	6
Figure 2: Localisation de la zone d'étude	9
Figure 3: Pluviométrie de la localité de Kongoussi.....	10
Figure 4: Récapitulatif de démarche méthodologique utilisée.....	11
Figure 5: répartition de la population en fonction des sources d'approvisionnement en eau.	17
Figure 7: utilisation de l'eau de ruissellement comme source d'approvisionnement à Sandouré.....	20
Figure 8: état du périmètre des forages à Yennega	22
Figure 9: étapes du traitement d'eau à domicile	22
Figure 10: source d'eau non protégée dans le village de Mogodin.	23
Figure 11: cercle des corrélations des variables.....	28
Figure 12:représentation des sources d'eau sur le plan factoriel.....	28
Figure 13: degré de pollution bactériologique de l'eau	29
Figure 14: collecte des fèces comme engrais.....	30
Figure 15: plage d'utilisation de l'eau de la zone du projet selon le diagramme de DUCHEMIN (1998)	31
Figure 16: fonctionnement du filtre biosable.	33
Figure 17 : conservation sûre de l'eau à domicile.....	36

INTRODUCTION

A ce jour, les Nations Unies estiment que près d'un milliard de personnes n'ont pas accès à l'eau potable. Les populations n'ayant pas accès à une eau de bonne qualité se retrouvent surtout dans les pays en développement. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 2004) estimait à 42%, le pourcentage de la population en Afrique subsaharienne n'ayant pas accès à une eau de bonne qualité. Au Burkina Faso, selon la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE, 2011), le taux de couverture en eau potable en milieu rural serait de 56,63% au 31 décembre 2010. Dans la région du Centre Nord, région de la zone d'étude, les ménages rencontrent des difficultés pour avoir accès à des sources d'eau potable, particulièrement en zone rurale. 23,4% de la population de cette région utilisent les puits traditionnels, des rivières et des retenues d'eau comme sources d'approvisionnement en eau potable (INSD, 2005).

La consommation d'une eau de mauvaise qualité est à l'origine de nombreuses maladies. La faiblesse du taux d'accès à l'eau potable par les populations peut donc se présenter comme un problème de santé publique. En effet, 80% des maladies sont d'origine hydrique et plusieurs millions de personnes meurent chaque année des suites de maladies diarrhéiques causées par des bactéries, parasites ou virus (Molinie, 2009). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 94 % des cas de diarrhées, l'une des trois premières causes de décès chez les enfants de moins de 5 ans, sont évitables grâce à des interventions simples comme l'approvisionnement en eau potable et l'hygiène du milieu et du corps (Document de stratégie nationale de survie de l'enfant, République du Niger, 2008). Dans la Région du Centre Nord au Burkina Faso, le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans est de 161‰ et est de ce fait largement supérieur à la moyenne nationale (141.9 ‰) (INSD, 2006).

Cette situation préoccupante a poussé les nations Unies à consacrer en 2000 un des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) qui visent à améliorer les conditions de vie des populations à l'horizon 2015, à la question de l'eau potable. L'Objectif 7 sur la durabilité environnementale demande en effet de «réduire de moitié, d'ici à 2015, la proportion de la population n'ayant pas accès de manière durable à un approvisionnement en eau potable et à un système d'assainissement de base». Ces objectifs ne seront atteints que grâce à des actions réalisées sur le terrain. C'est dans ce cadre que plusieurs initiatives ont été développées au niveau national pour l'atteinte de ces OMD au Burkina Faso. Il est prévu au niveau du.

Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement (PN-AEPA 2007-2015), en milieu rural, la construction d'environ 17 300 points d'eau modernes (forages et puits équipés de pompe à motricité humaine), 520 réseaux d'adduction d'eau potable simplifiés (AEPS) et 75 postes d'eau autonomes pour apporter de l'eau à plus de 4 millions de personnes en zone rurale. De ce même programme, il ressort que les nouveaux investissements en matière d'AEPS pourraient être dirigés prioritairement vers les régions du Centre Nord, Centre Sud, Centre Ouest, Plateau Central et Sud-ouest où les besoins sont quantitativement importants et où il y a peu d'interventions en cours.

Aussi, tenant compte du contexte hydrogéologique mal connu, de la faiblesse des capacités de gestion et d'exploitation des ouvrages hydrauliques, particulièrement l'entretien et la réparation des pompes à motricité humaine (PMH), il ressort un taux élevé (34%) de non fonctionnalité des infrastructures hydrauliques en milieu rural. Le programme prévoit à cet effet le remplacement de 4500 PMH. A ces facteurs, s'ajoutent la mauvaise répartition des ouvrages hydrauliques, leur insuffisance, la dispersion de la population. Il arrive que les populations aient recours à des sources d'eau non potable pour satisfaire leurs besoins de consommation. C'est aussi ce qu'ont constaté les chercheurs de 2iE dans la commune de Kongoussi et particulièrement dans les villages concernés par l'irrigation de complément.

Le projet «Irrigation de Complément et Information Climatique » vise à doter les paysans de bassins de collecte d'eau de ruissellement (BCER) pour réduire leur vulnérabilité vis-à-vis des aléas climatiques en apportant de l'eau aux plantes pendant les poches de sécheresse. Au cours de l'implémentation de cette technique, il a été constaté l'utilisation de l'eau des BCER et d'autres sources semblables à des fins domestiques, y compris pour l'eau de boisson sans aucun traitement par les ménages de certains villages pilotes.

C'est de ce constat que cette étude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes de l'irrigation de complément dans la commune de Kongoussi tire sa légitimité. Face à cette situation, il apparaît urgent d'apporter une solution pour l'accessibilité en eau potable des localités concernées par ce projet en assurant le transfert de compétences vers les collectivités pour le fonctionnement et l'entretien des ouvrages qui seraient mis en place d'une part et d'autre part, apporter des solutions adaptées à leur contexte.

L'objectif global de cette étude est de contribuer à l'amélioration des conditions de vie à travers un meilleur accès des populations des villages du projet ICIC à l'eau potable. La figure 1 montre comment les enfants consomment l'eau des BCER.



Figure 1: Consommation de l'eau des BCER par des enfants dans le village de Sandouré.

Plus spécifiquement, il s'agira de caractériser les sources d'eau utilisées (forage, puits, barrage, BCER) par les populations sur les plans physico-chimique et bactériologique, d'évaluer le niveau de connaissance de l'hygiène de base, la distance parcourue pour se ravitailler en eau. Il sera également question d'évaluer le niveau de connaissance du traitement d'eau à domicile et stockage sûr afin de proposer, après une revue de la littérature sur les méthodes de traitement d'eau dans les zones rurales des pays en voie de développement des choix technologiques qui pourraient satisfaire pleinement aux besoins spécifiques en eau potable des populations des villages concernés par l'irrigation de complément

I. GENERALITES

I.1. Terminologie

I.1.1. Eau potable

C'est une eau dont la consommation ne présente pas de dangers pour la santé humaine à court, moyen et long terme. Elle doit être conforme aux normes de potabilité adoptées par le Burkina Faso et dont les fondements sont, les directives pour la qualité de l'eau potable de l'Organisation Mondiale de la Santé (INSD, 2009). Selon l'OMS (2004) l'eau potable se définit comme une eau devant satisfaire à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. L'eau (que l'on peut aussi appeler oxyde de dihydrogène, hydroxyde d'hydrogène ou acide hydroxyque) est un composé chimique simple, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation (doit satisfaire à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine). Ces caractéristiques sont :

- la qualité organoleptique (couleur, turbidité, odeur, saveur) ;
- les paramètres physico-chimiques (température, pH, chlorures, sulfates, etc.) ;
- les substances indésirables (nitrates, nitrites, pesticides, etc.) ;
- substances toxiques (arsenic, cadmium, plomb, hydrocarbures, etc.) ;
- paramètres microbiologiques (l'eau ne doit pas contenir d'organismes pathogènes).

Toutefois, le fait qu'une eau soit potable ne signifie pas qu'elle soit exempte de substances toxiques. Elle peut contenir des substances toxiques à des doses qui ne peuvent pas causer de maladies même à long terme.

I.1.2. Accès à l'eau potable

L'accessibilité est une notion qui rend compte de la plus ou moins grande facilité avec laquelle l'on peut accéder à un service. Appliquée à l'eau potable, elle se décline en termes de disponibilité de la ressource, de permanence, de qualité et de distance qui sépare le ménage d'un point d'approvisionnement en eau. En termes de distance, on entend par accessibilité minimale, l'existence d'un point d'eau potable permanent à une distance inférieure à 1000 mètres de la concession (OMS, 2004). En termes de coût, l'accessibilité à l'eau potable est plus difficilement mesurable d'autant plus que le prix de l'eau varie en fonction des villes, des quartiers, des saisons, des types d'infrastructures, etc.

Selon l'INSD (2009), pour un ménage, l'accès à l'eau potable est la disponibilité d'une source d'approvisionnement en eau à moins de 30 minutes quel que soit le mode de transport utilisé. La notion d'accès à l'eau se définit aussi en termes de distance et de quantité d'eau disponible par jour et par personne (OMS, 2004). Sur cette base, elle fixe une quantité de 20 litres pour la satisfaction des besoins de base.

Pour DOS SANTOS (2005), l'accessibilité inclut la distance, la quantité d'eau disponible et utilisée, la qualité des eaux consommées et le poids monétaire de l'eau dans le budget des ménages.

La définition de l'accès à l'eau potable varie en fonction des institutions et intègre plusieurs critères. Dans le cadre de cette étude, la qualité, la quantité, le coût, la distance parcourue et le temps mis par un ménage pour accéder aux points d'eau seront considérés.

I.1.3. Maladies hydriques

Les maladies hydriques sont nommées comme telles car elles sont provoquées par l'ingestion ou le contact avec des eaux insalubres. Ces eaux non potables sont vectrices de micro-organismes (bactéries, eucaryotes etc.), de virus et de contaminants chimiques (plomb, pesticides...) qui engendrent des troubles et des pathologies pouvant être mortelles.

Le choléra, la dysenterie, la fièvre typhoïde, la poliomyélite, les hépatites A et E font partie des maladies hydriques les plus fréquentes.

I.1.4. Assainissement

Le Petit Larousse (2004) définit l'assainissement comme un ensemble de techniques d'évacuation et de traitement des eaux usées et des boues. Au Burkina Faso, le document de Politique et Stratégies Nationales de l'Assainissement définit l'assainissement comme « un ensemble d'actions permettant d'améliorer les conditions de vie et d'habitat des populations, de préserver leur santé et de protéger les ressources naturelles. Il ne consiste donc pas seulement à la fourniture d'ouvrages, mais aussi à la mise à disposition de services dans un contexte social, institutionnel et financier adéquat (PSNA, 2007)

I.2. Présentation de la zone d'étude

I.2.1. Localisation de la commune de Kongoussi

Kongoussi, chef-lieu de la province du Bam est située dans la région du Centre Nord au Burkina Faso. Elle est distante d'environ 110 kilomètres de Ouagadougou et de 55 kilomètres de Kaya. Les coordonnées géographiques relevées sur la carte touristique et routière, IGB, 2000 sont : 1°37'83.4'' longitude Ouest et 13°18'53,1'' latitude Nord, soit une distance de 38 km environ du Nord au Sud et 37 km d'Est en Ouest. Sur le plan de l'organisation administrative, la commune compte 57 villages administratifs dont Kongoussi, le chef-lieu, est découpé en sept (07) secteurs. Elle est limitée par les communes suivantes :

- au Nord par la commune de Bourzanga ;
- au Nord-Ouest par la commune de Rollo ;
- au Nord-est par la commune de Zimtenga ;
- à l'Est par la commune de Nasser ;
- à l'Ouest par la commune de Tikaré ;
- au Sud par les communes de Rouko et Sabcé.

La figure 2 montre la situation de la commune de Kongoussi :

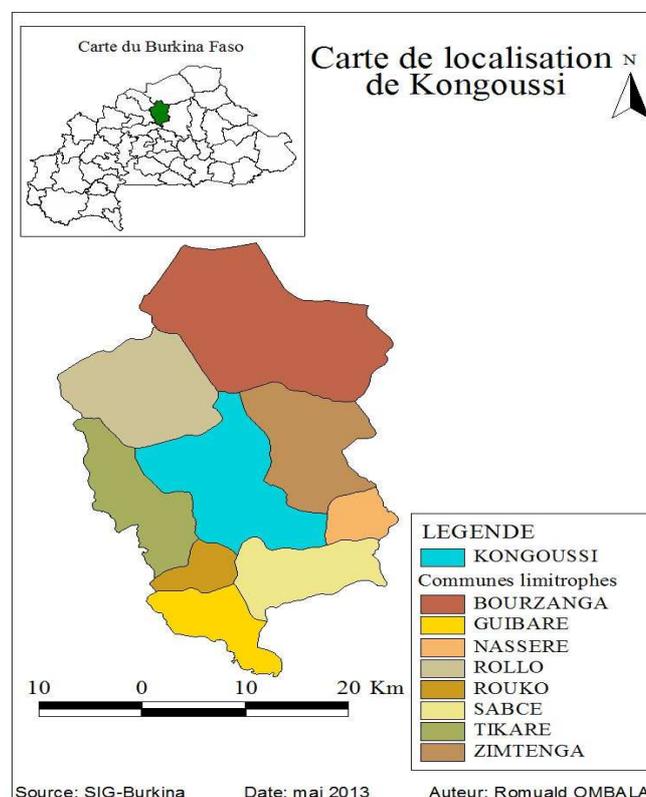


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

I.2.2. Le milieu physique

La commune de Kongoussi fait partie de la pénéplaine centrale dont les altitudes les plus élevées se situent autour de 500 m d'altitude dans les parties Sud-ouest. (Plan Communal de Développement de Kongoussi, 2010) Le climat de la commune de Kongoussi est de type sahélien caractérisé par une saison sèche de Novembre à Mai et une saison des pluies de Juin à Septembre-Octobre avec les maxima de précipitation enregistrés en Juillet et Août. Cette commune est traversée par de nombreux cours d'eau secondaires dont la majeure partie prend sa source dans le Nakambé ou dans le lac Bam, principal élément hydrographique de la commune. Au niveau du sous-sol, la présence de fractures dans le socle granitique constitue un aquifère fourni. Néanmoins dans certaines zones, la disponibilité en eau souterraine constitue un réel problème, notamment dans le nord de la commune. La figure 3 présente la pluviométrie observée de 1981 à 2011.

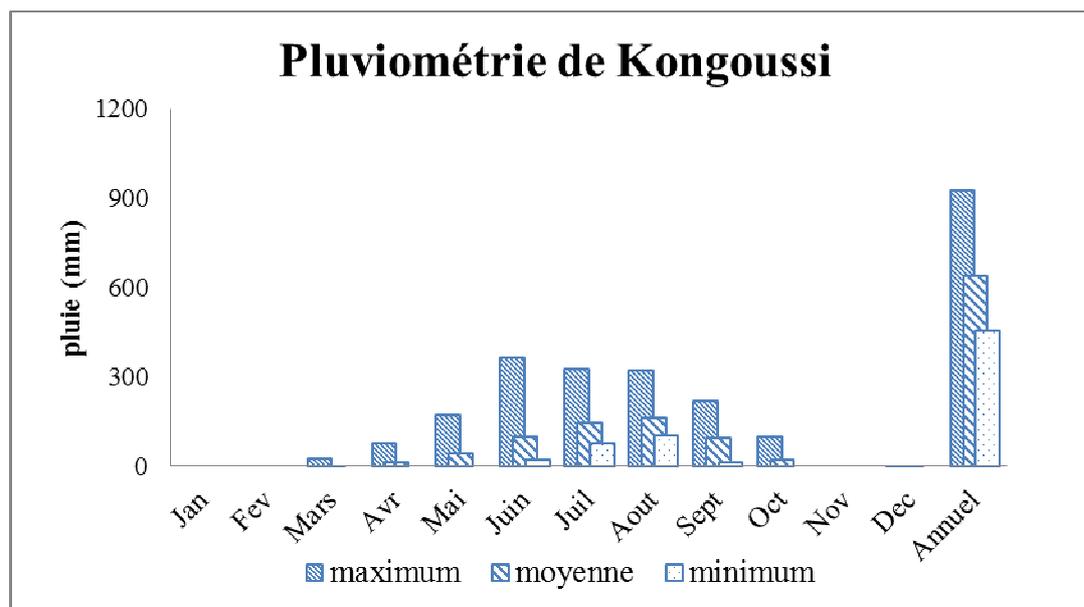


Figure 3: Pluviométrie de la localité de Kongoussi.

I.2.3. Le cadre humain

La commune de Kongoussi compte 70 840 habitants (INSD, 2006). Cette population est répartie en deux groupes : la commune urbaine de Kongoussi avec 25 172 habitants et la commune rurale avec 45 668 habitants.

La population des villages concernés par l'étude est présentée dans le tableau 1

Tableau 1: Population d la zone d'étude

Villages	Mogodin	Yennega	Sandouré
Nombre d'habitants	1266	622	871

(Source : INSD, 2006)

II. MATERIEL ET METHODES

La méthodologie utilisée pour ce travail s'articule autour de quatre axes : la revue bibliographique, les travaux de terrain, l'analyse en laboratoire des échantillons d'eau prélevés sur le site et l'analyse des données. Un travail préliminaire a été effectué avant la descente sur le terrain :

- La prise de contact avec l'ONG AZDN : partenaire la fondation 2iE dans le cadre du projet ICIC dans la province du Bam ;
- La préparation des outils de collecte de données de terrain notamment le matériel de prélèvement d'eau dans les forages et les autres sources (puits, BCER, barrage, etc.), et l'élaboration des fiches d'enquête ;
- La préparation des protocoles d'analyse de laboratoire et in situ.

La figure 4 récapitule la méthode suivie :

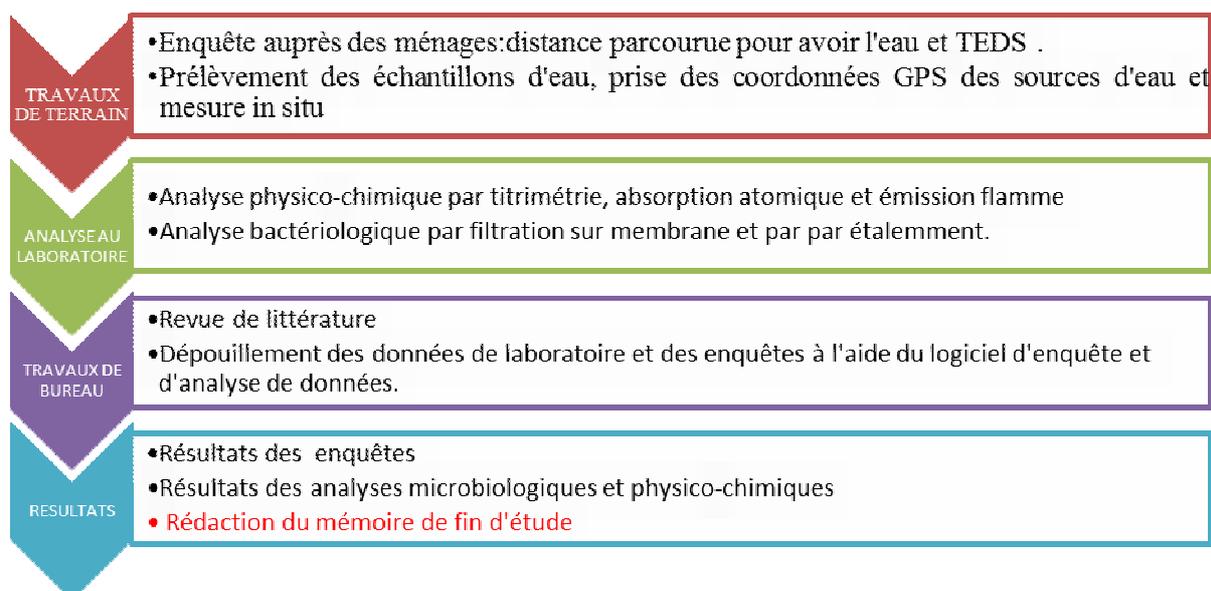


Figure 4: Récapitulatif de démarche méthodologique utilisée

Les enquêtes auprès des ménages se sont déroulées les 22, 23, 24 et 25 Avril 2013. Ces enquêtes ont été effectuées auprès des populations des villages de Mogodin, de Sandouré et de Yennega.

Un questionnaire a été administré à des personnes ressources identifiées dans chacun des groupes cibles (femmes, hommes, leaders religieux et communautaires) Les paramètres principaux recherchés sont la source d'approvisionnement en eau, la distance parcourue pour aller à cette source, les connaissances des techniques de traitements d'eau à domicile et de stockage sûr et l'hygiène liée au stockage de l'eau. Aucun critère particulier n'a été utilisé pour l'identification des personnes à interroger. Ces dernières ont été choisies par l'ONG AZND.

II.2. Prélèvement des échantillons au niveau des sources d'eau.

Toutes les sources des villages cibles ont été prélevées à raison de deux (02) échantillons par source :

Avant de prélever les échantillons pour l'analyse microbiologique, la sortie d'eau de la pompe était nettoyée à l'aide de l'alcool pour éviter une contamination à cet endroit. Un pompage suffisamment long au niveau des forages se faisait pour renouveler l'eau contenu dans le tubage. Quant à l'eau des BCER, on évitait au maximum les effets de bord (trop d'oxygénation près de la surface, mise en suspension des matières solides trop près du fond...)

Les échantillons, stockés dans les glacières contenant des accumulateurs de froid ont été transportés au laboratoire dans les vingt-quatre (24) heures qui ont suivi le prélèvement.

II.3. Les mesures in situ.

Un échantillon d'eau prélevé de son milieu naturel subit des modifications plus ou moins importantes selon les paramètres. Ces paramètres sont la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous et la turbidité.

Le pH ou potentiel hydrogène est relié à la concentration en ion hydronium (H_3O^+) contenus dans une solution. La conductivité d'une solution est sa capacité à conduire le courant électrique. Elle est fonction des ions en solution.

Le tableau 2 décrit les techniques utilisées pour mesurer les différents paramètres.

Tableau 2: paramètres physico-chimique mesurés in situ

Paramètres	Equipement utilisé	Référence de la méthode
Température	Multi-paramètre WTW	NF T 90-10
Conductivité électrique	Multi-paramètre WTW	NF EN 27888 (94)
Oxygène dissous	Multi-paramètre WTW	NF EN 25813 (mars 1993).
pH	Multi-paramètre WTW	NF T 90-008 (53)
Turbidité	ALT250-IR.	NF EN 27027 (94)

II.4. L'analyse au laboratoire

II.4.1. L'analyse physico-chimique

✓ Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet (TA, TAC)

Le but de la manipulation est de déterminer la teneur en espèces basiques et sels d'acides faibles contenus. On distingue deux types de titres:

- Le Titre Alcalimétrique (TA) correspondant à la somme des concentrations en ions carbonate CO_3^{2-} et ions hydroxydes OH^- .
- Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) correspondant à la somme des concentrations en ions carbonates CO_3^{2-} , hydroxydes OH^- et hydrogénocarbonates HCO_3^- .

Le principe est la neutralisation des espèces basiques d'un échantillon d'eau par le dosage de l'acide sulfurique (H_2SO_4) dilué.

✓ Titre hydrotimétrique ou Dureté totale (TH, TCa)

Le but de la manipulation est de déterminer la dureté d'une eau c'est -à-dire les concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des alcalins et de l'ion hydrogène. Généralement elle est due aux ions calcium et magnésium. On distingue :

- Le Titre Hydrotimétrique (TH) qui est la somme des concentrations en sels de calcium et de magnésium
- Le Titre calcique (TCa) qui correspond à la teneur globale en sels de calcium
- Le Titre magnésique (TMg) qui correspond à la teneur globale en sels de magnésium

Le principe est de complexer des ions calcium et magnésium avec un agent complexant, l'acide éthylène diamine tétra-acétique ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$) (EDTA) dans des conditions précises de pH. Le point d'équivalence est indiqué par un indicateur coloré.

✓ **Les chlorures.**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium comme indicateur. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

✓ **Spectrométrie d'absorption atomique**

L'objectif de cette méthode est de déterminer les concentrations en fer, manganèse, cuivre, potassium, de chaque échantillon.

La spectrophotométrie d'absorption atomique utilise la propriété qu'ont les éléments d'absorber certaines radiations. Il est alors utilisé un générateur de photons dont la fréquence correspond à l'élément à doser. Une population d'atomes, générée par un atomiseur à partir de l'échantillon, est éclairée par ce rayonnement lumineux de longueur d'onde donnée. Les atomes absorbent cette énergie incidente pour passer du niveau fondamental au niveau énergétique excité et le nombre de photons absorbés dans ce rayonnement incident peut être relié à la concentration par la relation:

$A = KC$ où A est l'absorbance, C la concentration caractéristique de l'élément considéré dans la solution à analyser et K le coefficient spécifique à chaque élément.

Lors de l'analyse, les molécules ont été atomisées par utilisation d'une flamme : c'est la spectrométrie d'absorption atomique avec flamme (SAAF). Un brûleur alimenté par un mélange combustible/comburant (air/acétylène) produit une flamme dans laquelle les molécules vont se dissocier en atomes. L'établissement de la courbe d'étalonnage débute par la mesure du blanc, puis des solutions étalons par ordre croissant de concentration.

✓ **Spectrophotométrie d'absorption moléculaire.**

Cette technique elle permet l'analyse d'une large gamme d'ions contenus dans les eaux. Ceux que nous avons mesurés sont les ions nitrates (NO_3^- -N), les ions nitrites (NO_2^- -N), les ions fluorures (F^-), les ions ammonium (NH_3 -N), les ions sulfates (SO_4^{2-}), les ions orthophosphates (PO_4^{3-}). Cette méthode utilise en effet un spectrophotomètre qui détermine l'absorption d'une solution pour une longueur d'onde donnée ou pour une plage de longueurs d'ondes judicieusement choisie.

L'appareil utilisé est le spectrophotomètre **DR 5000**.

Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

Les échantillons d'eau de surface ont été filtrés sur une membrane de 0.45µm avant d'être analysés.

II.4.2. L'analyse bactériologique.

L'eau contient naturellement des microorganismes issus de l'activité biologique naturelle, dont certains sont pathogènes pour l'homme. Les maladies d'origine microbienne constituent le risque sanitaire le plus important dans le domaine des eaux de consommation.

Pour l'analyse bactériologique, les paramètres choisis sont les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, indicateurs de contamination fécale.

Pour le dénombrement des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux nous avons utilisé la technique de filtration sur membrane à travers une rampe de filtration. Le milieu de culture utilisé pour les coliformes fécaux est le chromocult Agar pour coliformes et le dénombrement des colonies est effectué après 24 heures d'incubation à 44 °C. L'isolement des streptocoques fécaux est effectué par la même méthode mais sur le milieu de culture Chromocult Agar pour streptocoques incubé à 37 °C de 24 à 48 heures. Les résultats sont exprimés par Unité Formant Colonie par 100 mL (ufc/100 mL). Certains dénombrements des coliformes fécaux et des streptocoques ont été faits par la méthode d'étalement et cela était valable pour l'eau de surface.

II.5. Méthodologie de traitement de données des enquêtes et d'analyse de laboratoire.

II.5.1. Méthodologie de traitement de données des enquêtes.

Les enquêtes ont été traitées avec un logiciel d'enquête et d'analyse de données SPHINX, téléchargeable gratuitement sur le site <http://www.01net.com>. Le traitement des données se fait en trois phases : une phase d'élaboration de questionnaire, une phase de collecte de réponses et une phase de traitement de données.

II.5.2. Méthodologie de traitement de données d'analyse au laboratoire.

Pour la spectrophotométrie d'absorption moléculaire, la concentration de l'échantillon doit être multipliée par le facteur de concentration en fonction de l'élément analysé.

Soit F ce facteur.
$$F = \frac{\text{masse molaire de l'ion}}{\text{masse molaire de l'atome principal}}$$

Notons que les manipulations en volumétrie se sont faites avec des volumes de 50mL des échantillons alors qu'elles devraient se faire avec un volume de 100 mL, alors les valeurs de TAC, TH et TCa seront multipliées par deux afin d'obtenir les correspondants aux 100 mL. Le titre magnésique est déduit des titres hydrotimétrique et calcique par la relation :

$$\mathbf{TMg = TH - TCa}$$

La concentration en calcium en mg/L est égale au titre calcique (°F) multiplié par 4 et la concentration en magnésium est égale au titre magnésique (°F) multiplié par 2,4 pour des volumes respectifs de 100 mL d'échantillon.

II.5.3. Evaluation du besoin en eau de chaque village.

✓ Estimation de la population à l'horizon 2025

L'estimation de la population de chaque village à l'horizon 2025 est basée sur le fait qu'il ne serait pas intéressant d'immobiliser initialement des ressources financières trop importantes et pour concevoir les filtres, si cela s'avère nécessaire, pour une période d'amortissement assez courte d'environ 10 à 15 ans.

L'estimation de cette population à l'échéance du projet se fera en utilisant la formule suivante :

$$\mathbf{P_n = P_0 (1+I)^n}$$

Où n =nombre d'année et I=Taux d'accroissement de la population. Po=Population initiale (année de référence) et P_n=Population à l'année n

Le taux d'accroissement choisi est de 2,6 % tel que estimé par l'INSD. L'année de référence est 2013 et l'année d'échéance est 2025.

La consommation moyenne par habitant est estimée à 25 litres par jour.

Le besoin en eau **B_j** représente le produit de la population n'ayant pas accès à l'eau potable à l'horizon 2025 par la consommation moyenne majorée des besoins annexes qui constitue ici 20% de la consommation domestique.

$$\mathbf{B_j = P_{2025} * consommation spécifique * (1 + \% besoin annexe)}$$

Avec : Bj : besoins journaliers en eau (m³/j)

P2025 : population estimée à l'horizon 2025.

III. PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

Les observations faites sur le terrain ont permis d'identifier les pratiques d'hygiène menées autour des sources d'approvisionnement en eau de boisson qui peuvent être source de contamination de l'eau. Ces observations nous ont également montré les moyens utilisés pour le transport et le stockage de l'eau. A l'issue des enquêtes, les distances parcourues par les populations pour atteindre le point d'eau ainsi que le temps mis au forage ont été déterminées.

III.1. Les données des enquêtes

III.1.1. Source d'approvisionnement en eau de consommation

Il ressort de l'enquête que les sources d'approvisionnement en eau des populations des villages concernés par l'irrigation de complément sont : le forage, le puits, le marigot, le BCER ou le barrage.

La figure 5 montre la répartition de la population en fonction des sources d'approvisionnement en eau.

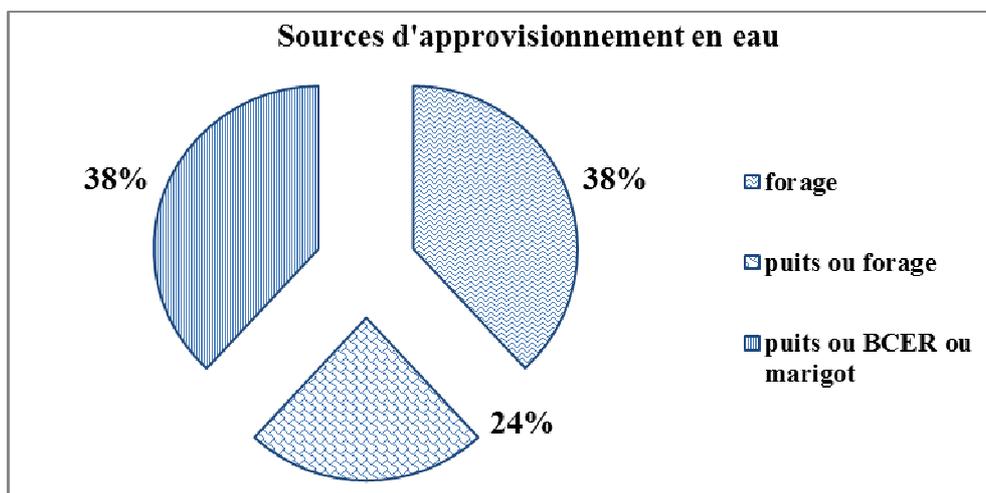


Figure 5: répartition de la population en fonction des sources d'approvisionnement en eau.

Notons que 100 % des personnes interrogées dans le village de Yennega utilisent le forage comme source d'approvisionnement en eau. Une alternance d'utilisation des sources d'eau (puits et/ou forage) est observée à Mogodin. Seize (16) forages ont été dénombrés dans ces

deux localités en raison de huit (08) par localité. Les forages recensés à Mogodin sont groupés et cela serait dû à la présence d'une fracture géologique dans cette zone. Pourtant la population est répartie dans tout le village si bien que c'est seulement une partie de cette dernière qui bénéficie de l'eau des forages.

Il existe un certain nombre de forages en panne dont la répartition est représentée sur la figure 6

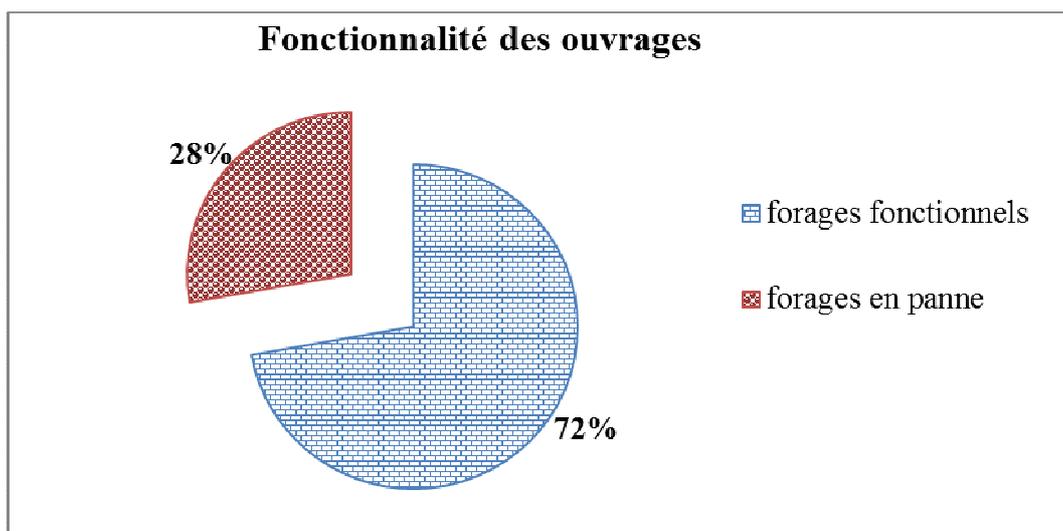


Figure 6: répartition des forages en fonctionnement.

Dans la zone du projet, il n'existe pas de personne pouvant assurer la maintenance des ouvrages hydrauliques et cela constitue un handicap pour les populations en cas de panne de ces ouvrages. Ces dernières n'hésitent pas à utiliser d'autres sources comme le marigot ou le puits.

III.1.2. Accessibilité en eau potable

L'accessibilité en eau potable obéit à certaines normes définies par chaque Etat. La norme est un ensemble de données (mesures, caractéristiques, qualités, composition) définissant un équipement standard d'AEPA ou un travail à exécuter, répondant à des objectifs de qualité de conception et à un souci d'homogénéité et/ou de compatibilité à l'échelle nationale. La norme contribue à standardiser les caractéristiques minimales à satisfaire, ou les plages de valeurs des différents paramètres caractérisant l'ouvrage ou le travail à exécuter. Au Burkina Faso, les normes sont définies sur la base des directives de l'OMS et concernent surtout consommation spécifique en eau, la distance et l'accessibilité.

Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

Le tableau 3 donne les valeurs des normes suivant les paramètres

Tableau 3: Consommation unitaire d'eau, couverture des besoins et risques sanitaires

Quantité d'eau	Distance du point d'eau	Couverture des besoins	Risques pour la santé
Pas d'accès < 5 L/pers/jour	> 1000 m ou 30 minutes	La consommation ne peut être assurée. Les pratiques d'hygiène sont impossibles (sauf si pratiquées à la source)	Très élevé
Accès minimal : ≤20 L /pers/jour	de 100 m à 1 000 m ou de 5 à 30 minutes	La consommation peut être assurée : – lavage des mains et hygiène pour la nourriture de base possible ; – douche et lessive difficiles à assurer, sauf si prises à la source.	Elevé
Accès intermédiaire : 50 L/pers/jour en moyenne	Robinet dans la parcelle ou à moins de 100 m ou à 5 minutes	La consommation et l'hygiène sont assurées : l'hygiène pour la nourriture et tous les aspects de l'hygiène personnelle (WC, douche, lessive) sont assurés.	Bas
Accès optimal : 100 L/pers/jour et +	Approvisionnement continu, grâce à de nombreux robinets	Consommation : tous les besoins assurés Hygiène : tous les besoins assurés.	Très faible
Le caractère intermittent de l'approvisionnement en eau réduit en général la consommation et accroît le risque sanitaire.			

(Source : Domestic Water Quantity, Service, Level and Health - WHO/SDE/WSH/03.02 - Guy Howard et Jamie Bartram, 2003)

Au Burkina Faso, les zones rurales considérées comme ayant accès à l'eau potable sont celles qui sont dans la plage d'accès minimal selon l'OMS, le nombre de personnes par point d'eau moderne est de trois cent (300).

Les résultats de l'enquête menée dans la zone d'étude récapitulés dans les tableaux 4 et 5 donnent le nombre théorique d'habitants par point et la distance parcourue pour atteindre ce dernier.

Tableau 4: Nombre théorique d'habitants par point d'eau potable

Village	Nombre d'habitants	Nombre de points d'eau potable	Nombre théorique d'habitants par point d'eau
Sandouré	1042	2	521
Yennega	744	6	124
Mogodin	1515	5	303

Tableau 5: distance parcourue pour accéder au point d'eau

Village	Distance maximale parcourue (m)	Distance moyenne parcourue (m)	Distance minimale parcourue (m)
Sandouré	2500	1500	300
Yennega	700	350	100
Mogodin	1800	1200	150

La Village de Sandouré ne répond à aucun critère d'accessibilité en eau défini au Burkina Faso. Il ressort également des entretiens menés que le village voisin Yargo se ravitaille auprès de ces deux forages. Toute la population de Yennega a accès à une eau potable. En plus des habitants des villages, s'ajoute le phénomène migratoire constaté autour de l'orpaillage. En effet, avec 9,7% de migrants, la province du Bam constitue la principale zone d'accueil des migrants dans la région. (RGPH, 2006)

Signalons qu'avant la présence du BCER, le marigot représenté sur la figure 7 constituait la source d'approvisionnement en eau pendant la période hivernale.

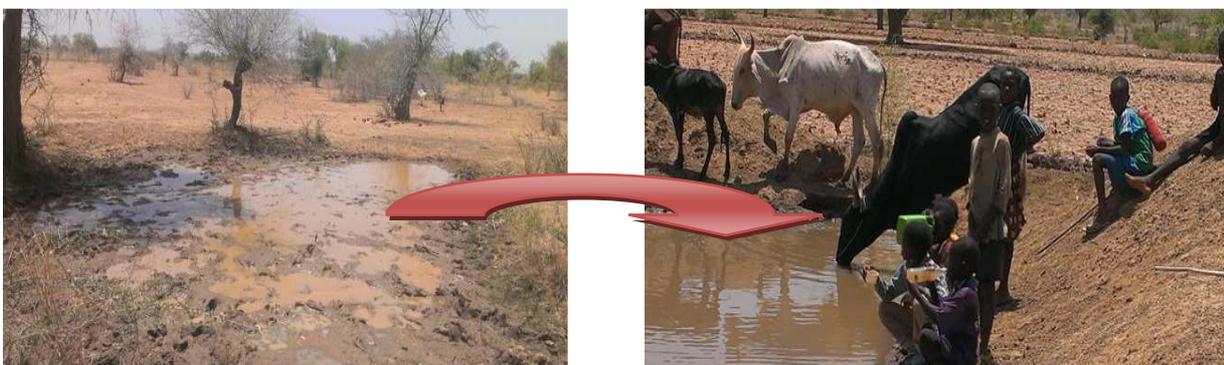


Figure 7: utilisation de l'eau de ruissellement comme source d'approvisionnement à Sandouré.

Le centre du groupement d'habitats ne se forme pas toujours autour des fractures qui constituent un aquifère fourni, pour faciliter l'accessibilité au futur forage qui serait implanté.

L'accessibilité en eau dans les villages concernés par l'irrigation de complément diffère d'un village à un autre. Elle est très faible à Sandouré, moyenne à Mogodin et très satisfaisante à Yennega selon les normes fixées par la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) dans son programme national d'approvisionnement en eau potable et assainissement dans la période 2007-2015. Il serait important d'ajouter dans les normes, le débit d'exploitation des forages car de ce dernier, dépend le temps mis au forage. Dans la suite du travail, Nous présenterons les résultats issus de l'analyse de la qualité de l'eau de ces forages et la pratique de l'hygiène.

III.1.3. Pratique de l'hygiène

Toutes les personnes interrogées dans le village de Sandouré nettoient leurs récipients de transport et de stockage de l'eau au moins une fois par jour. Les raisons évoquées sont multiples. Pour les unes, c'est à cause de la pratique de l'hygiène ; les autres le font pour être en bonne santé et enfin un groupe avoue nettoyer les récipients pour qu'ils ne soient pas sales. Le lavage des mains n'est pas beaucoup pratiqué par ces populations. Ce qui augmenterait leur exposition aux maladies hydriques.

Une étude et méta analyse systématique a montré que le lavage des mains est une protection de premier rang dans la lutte contre les maladies hydriques telle que le montre le tableau 6 (Fewtrell et al, 2005)

Tableau 7: moyens de lutte contre les maladies hydriques

Nature des interventions	% de réduction des maladies diarrhéiques
Hygiène	33
Assainissement	36
Approvisionnement en eau	19
Eau de qualité	15
Interventions multiples	30
Lavage des mains	42

Il ressort que le lavage des mains n'est pas possible sans l'approvisionnement en eau ; on peut donc conclure que le lavage des mains est en fait le lavage des mains plus l'approvisionnement en eau.

Une activité microbienne se développerait autour des forages car il n'y a pas de propreté dans le périmètre de sécurité comme le montre la figure 8.



Figure 8: état du périmètre des forages à Yennega

III.1.4. Connaissances de traitement d'eau à domicile et de stockage sûr

L'utilisation de l'approche à barrières multiples est la meilleure façon de réduire le risque de boire une eau insalubre (CAWST, 2010). Chaque étape du processus, de la protection des sources au traitement des eaux et au stockage sûr, prévoit une réduction progressive des risques sanitaires. Le processus de traitement d'eau à domicile inclut: sédimentation, filtration et désinfection. Ces étapes sont regroupées dans la figure 9 :



Figure 9: étapes du traitement d'eau à domicile

- Sédimentation pour enlever les grosses particules et souvent >50% des pathogènes
- Filtration pour éliminer les particules plus petites et souvent > 90% des pathogènes
- Désinfection pour supprimer, désactiver ou tuer les pathogènes restants

Des personnes interrogées, 30% disent connaître une technique traditionnelle de filtration sur un tamis. Elles l'utilisent pour l'eau de surface qui a beaucoup de matière en suspension et cela n'a aucun effet sur la contamination microbiologique. Par ailleurs, les puits ne sont pas

protégés si bien que l'eau est généralement contaminée dès la source. Les alentours de puits ne sont pas nettoyés et favorisent une activité microbienne.

La figure 10 montre l'état d'un puits utilisé comme source d'eau de consommation dans le village de Mogodin.



Figure 10: source d'eau non protégée dans le village de Mogodin.

III.2. Analyse physico-chimique et microbiologique

III.2.1. Analyse Physico-chimique

III.2.1.1. Les paramètres physiques et organoleptiques

Les résultats des paramètres physiques et organoleptiques sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 8: résultats des paramètres physiques et organoleptiques

	T° (°C)	PH	Cond (µS/cm)	O2 (mg/L)	Turbidité (NTU)
Maximum	35,4	7,0	1154,0	3,4	1057,0
Moyenne	31,3	6,7	492,8	1,8	99,4
Minimum	27,0	5,6	47,0	0,3	0,5
Médiane	31,7	6,8	427,0	1,7	1,4
Ecart-type	2,2	0,4	303,2	0,9	266,1

Les paramètres physiques analysés sont ceux de dix-neuf (19) points d'eau dont treize (13) forages, deux (02) bassins de collecte d'eau de ruissellement et quatre (04) puits. Les paramètres physiques sont en relation avec la structure naturelle des eaux : au contact du sol, les eaux se chargent de certains éléments minéraux qui influent sur la conductivité et le pH (acidité). La température de l'eau est également prise en compte. Les paramètres organoleptiques quant à eux concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur,

l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe. Les paramètres mesurés in situ sont la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous. La turbidité a été mesurée au laboratoire.

Le pH ou potentiel hydrogène caractérise la concentration d'une eau ou d'une solution aqueuse en ions hydronium (H_3O^+). Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé (**DUSSART, 1966; BERMOND et VUICHARD, 1973**) . Le pH des eaux analysées varie entre 5,57 et 7,03 ; ces valeurs sont en partie hors de la plage recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (6,5-9,5). Bien que les valeurs de pH n'aient pas d'effets directs sur la santé, les sources d'eau de la zone d'étude sont acides et agressives. Le risque sanitaire, fonction des métaux qui passent en solution dans l'eau sera analysé dans la suite de ce travail.

La conductivité représente la résistance qu'une eau oppose au passage d'un courant électrique. La majeure partie des eaux des puits et des bassins a une conductivité inférieure à 180 $\mu S/cm$ ce qui peut entraîner une dissolution des métaux toxiques comme le plomb. Les valeurs importantes (conductivité > 1 000 $\mu S/cm$) des eaux analysées peuvent avoir des effets laxatifs chez les populations.

La salinité d'une eau se détermine à partir de sa conductivité électrique. Selon la classification proposée par les United States Department of Agriculture (USDA), les eaux de notre zone d'étude ont globalement une salinité modérée.

Tableau 9 : Classe Conductivité électrique(CE) Indice de salinité

Classe 1 (C1)	250 $\mu S/cm$	basse salinité
Classe 2 (C2)	250 $\mu S/cm$ à 750 $\mu S/cm$	salinité modéré
Classe 3 (C3)	750 $\mu S/cm$ à 2250 $\mu S/cm$	haute salinité
Classe 4 (C4)	au-dessus de 2250 $\mu S/cm$	très haute salinité

Les teneurs en oxygène sont fonction de la température de l'eau et de l'air, de la pression atmosphérique et de la salinité de l'eau. Pour les échantillons analysés, l'oxygène dissous varie entre 0,25 et 3,38 mg/L. les valeurs faibles sont le plus rencontrées pour les eaux de surface (puits, BCER) ; elles favorisent généralement le développement des agents pathogènes. L'analyse microbiologique nous éclairera sur ce point.

La température de l'eau est un paramètre important dans la production biologique. Les résultats de notre zone d'étude montrent que la température ne subit pas une grande variation.

Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

Ils varient entre 27 et 35,4 °C avec une moyenne de 31,3 et un écart type de 2,2. Ces écarts sont dus au temps pendant durant lequel s'est effectué la mesure.

La turbidité est une mesure de la limpidité ou de l'opacité relative de l'eau. Elle n'est pas une mesure directe des matières en suspension dans l'eau, mais plutôt une mesure générale de leur effet de diffusion et d'absorption de la lumière. Les eaux de forages ont une turbidité acceptable selon les normes de l'OMS (5 NTU) ; les eaux de surface quant à elles dépassent largement les normes, cela est dû en partie au fait que l'échantillonnage a été fait après la pluie du 18 Avril 2013 ; les eaux de ruissellement de cette pluie étaient beaucoup chargées car c'est la première après six à sept mois de saison sèche.

III.2.1. 2. Analyse des paramètres chimiques.

Certains paramètres chimiques sont considérés comme des substances indésirables c'est à dire que leur présence est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. De ces paramètres, nous avons analysé les nitrates, les nitrites, les sulfates, les fluorures, les bicarbonates, les ortho-phosphates, les chlorures, le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium et l'ammonium

Les paramètres chimiques analysés et, récapitulés dans le tableau 10 se trouvent en annexe.

Tableau 10: résultats des paramètres chimiques

	Maximum	Moyenne	Minimum	Médiane	Ecart-type
NO ₃ ⁻ (mg/L)	152	51	0	19	54
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0	0	0	0	0
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	138	13	0	1	34
F ⁻ (mg/L)	0	0	0	0	0
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	1	0	0	0	0
NH ₄ ⁺ (mg/L)	3	1	0	0	1
Cl ⁻ (mg/l)	0	0	0	0	0
K ⁺ (mg/l)	21	2	0	1	5
Na ⁺ (mg/l)	22	17	6	21	6
Ca ²⁺ (mg/L)	80	47	0	55	27
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	976	588	0	688	338
Mg ²⁺ (mg/L)	52	22	1	16	17

Les différents éléments analysés respectent globalement les directives de l'OMS à l'exception des nitrates, des bicarbonates, de l'ammonium, du potassium et du nickel.

L'ammonium : azote ammoniacal qu'on retrouve dans les eaux est généralement un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Sa transformation en nitrates et en nitrites est assez rapide. Il n'est pas nocif mais peut engendrer divers inconvénients comme des troubles intestinaux ; toutefois, il peut être l'indice d'une contamination fécale.

Les nitrates, éléments majeurs des végétaux, constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Les excès non absorbés par les plantes sont lessivés par les pluies et rejoignent les eaux souterraines et les eaux superficielles.

Les nitrites constituent le stade intermédiaire entre les ions ammonium et les nitrates. Les nitrites sont dangereux pour la santé car ils peuvent provoquer une réduction de l'hémoglobine du sang (qui est alors incapable de transporter l'oxygène) notamment chez les jeunes enfants. Ce symptôme se nomme la méthémoglobinémie ou cyanose du nourrisson. Les résultats montrent qu'il y a absence totale des nitrites dans tous les échantillons analysés. Les nitrates (NO_3^-) et les nitrites (NO_2^-) sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+), présent dans l'eau et le sol, qui est oxydé en nitrites par les bactéries du genre *Nitrosomonas*, puis en nitrates par les bactéries du genre *Nitrobacter* (Santé Canada, 1992). Les eaux de notre zone d'étude ont des concentrations en nitrates supérieures aux normes de l'OMS.

La dureté totale d'une eau traduit la quantité des ions métalliques en présence notamment du calcium et du magnésium. Les eaux de notre zone d'investigation sont des eaux très douces car la valeur maximale du titre hydrotimétrique (39°F) est inférieure à 50°F (CRAAQ, 2003). Elles respectent également les normes OMS avec une limite de 50°F .

✓ **Les Eléments Trace Métalliques**

Les Eléments trace Métalliques (ETM) sont Éléments naturellement présents dans les sols dont certains sont indispensables aux plantes. On utilise également l'expression métaux lourds, qui correspond à une définition physique (masse volumique supérieure à 5 g/cm^3) ou bien oligo-éléments. Les ETM les plus connus pour leur dangerosité sont le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le zinc (Zn). Il faut ajouter à cette liste l'arsenic (As) et le sélénium (Se), qui ne sont que des Eléments Traces et pas des métaux. Les ETM analysés dans notre étude sont le cuivre, le fer, le zinc, le nickel, le manganèse et le plomb. Le tableau 8 récapitule les résultats obtenus.

Tableau 11: Résultats des ETM

Eléments	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)	As (mg/L)
Minimum	<0.005	<0.005	< 0.01	<0.05	<0.005	<0.002	0
Maximum	<0.005	4,591	1,07	0,288	0,53	<0.002	0,011

Certains des échantillons analysés sont au-dessous du seuil de lisibilité. Le fer et le nickel sont les seuls éléments analysés de nos échantillons dont les concentrations dépassent le seuil fixé par l'OMS. Ces valeurs sont de 0,3mg/L et 0,02mg/L respectivement pour le fer et le nickel. Les sels de nickel sont relativement peu toxiques par voies digestives. Le fer par contre pas de problème de problème de santé. Les besoins nutritionnels varient de 10 à 50 mg/jour/personne. Il peut poser des problèmes de goût et de couleur. La valeur maximale de l'arsenic trouvé dans nos échantillons est conforme aux normes en vigueur. 0,01mg/L. au-delà de cette norme il peut provoquer des effets cancérigènes.

III.2.2. Application statistique par l'analyse en composante principale

Pour visualiser et analyser les sources d'eau de notre zone d'étude décrites par les paramètres physico-chimiques sur un graphique à deux ou trois dimensions, construit de manière à ce que la dispersion entre les données soit aussi bien préservée que possible et analyser les corrélations entre les différents paramètres, nous avons réalisé l'analyse en composantes principales (ACP).

L'ACP a été réalisé sur 23 variables et 14 observations. 18 axes ont été obtenus à partir des résultats. Les axes F1 et F2 représentant respectivement 30, 56% et 15,01% de la variance forment le plan factoriel. La figure 11 montre le cercle des corrélations des variables.

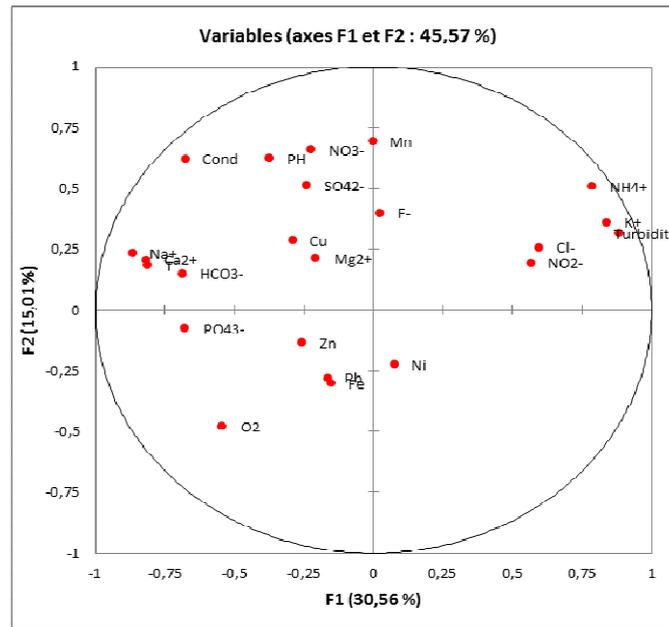


Figure 11: cercle des corrélations des variables.

L'axe F1 est majoritairement formé par le sodium, le calcium, les ions hydrogénocarbonates, la turbidité, les orthophosphates, le zinc, les nitrites et les chlorures. L'axe F2 est formé par les ETM, le magnésium, les nitrites et les nitrates. Les chlorures, l'ammonium, le potassium et la turbidité sont positivement corrélés et opposés au calcium, sodium, hydrogénocarbonates, phosphates et qui sont eux aussi positivement corrélés.

La figure 12 montre la représentation des sources d'eau sur un plan factoriel

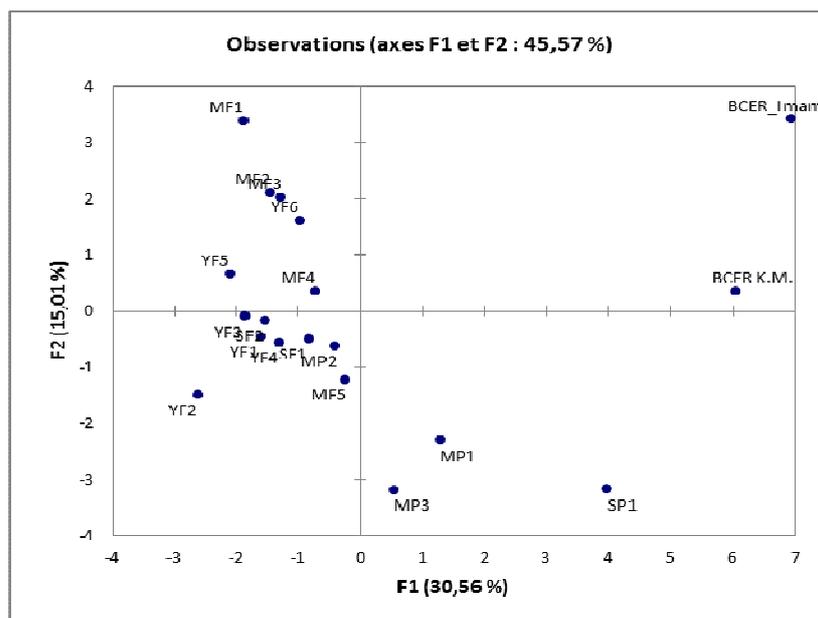


Figure 12:représentation des sources d'eau sur le plan factoriel

BCER_Imam et BCER K.M. sont particuliers. Ils représentent les bassins de collecte d'eau de ruissellement. La turbidité de ces bassins est très élevée : elle est de 1057 NTU pour BCER_Imam et de 517 NTU pour BCER K.M.. La position de SP1, MP1 et MP3 montre aussi leur particularité : ces sources d'eau sont des puits traditionnels et ont aussi une turbidité et sont exposées à la pollution d'origine organique et fécale

III.3. Qualité microbiologique de l'eau

La qualité bactériologique des eaux de notre zone d'étude est récapitulée dans la figure 13. Les paramètres recherchés sont les coliformes fécaux, *E. coli*, les coliformes totaux et les streptocoques fécaux. Ces résultats concernent 19 points d'eau (eau souterraine et eau de surface). Les résultats détaillés se trouvent en Annexe.

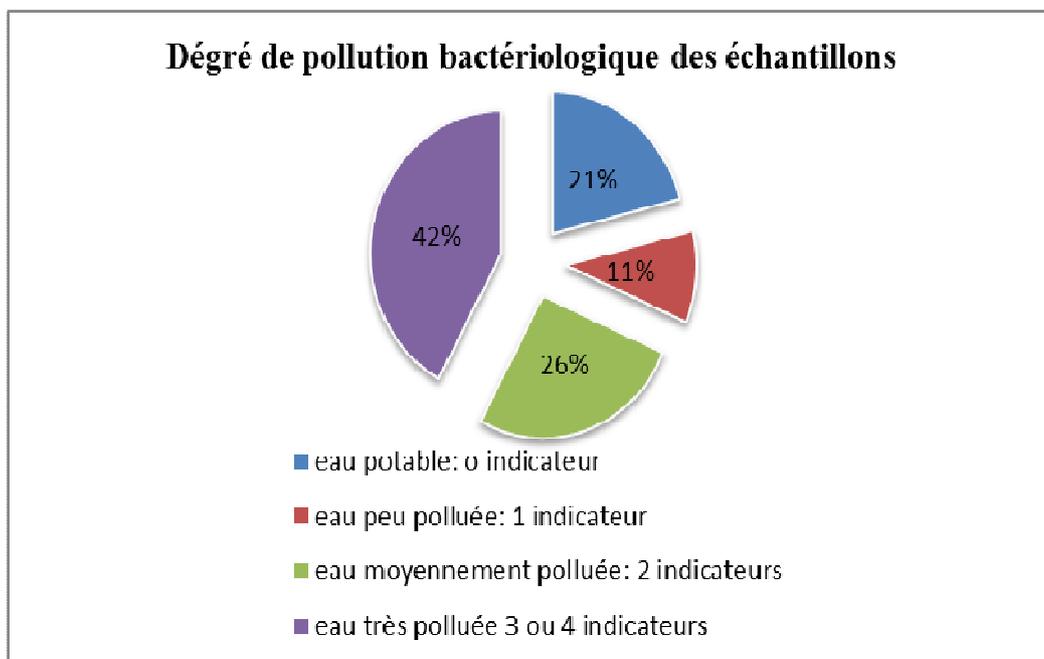


Figure 13: degré de pollution bactériologique de l'eau

On dénombre quatre (04) points d'eau sur 19 répondant aux normes de l'OMS c'est-à-dire qu'ils sont exempts de tout indicateur de contamination fécale. Les eaux très polluées sont surtout des eaux superficielles.

Les coliformes fécaux dont la présence dans l'eau met en évidence une pollution fécale d'origine animale ou humaine, démontrent la présence potentielle d'organismes pathogènes capables de causer des maladies entériques. Selon les directives de l'OMS, aucun de ceux-ci ne doit être présent par 100 mL d'eau potable pour que l'eau soit propre à la consommation.

La contamination par les coliformes totaux peut provenir d'une infiltration d'eau de surface dans les puits. Dans notre zone d'étude, 68,4% des points d'eau contiennent des coliformes fécaux (CF) dans les proportions allant de 2 à 432 000 UFC/100mL. Cette contamination serait principalement due à une pollution fécale d'origine animale car dans la zone du projet ICIC, la matière fécale des animaux (principalement les bœufs et les ânes) constitue de l'engrais, cette matière fécale est collectée et même vendue auprès des paysans. La figure 14 montre la collecte de la matière fécale d'origine animale.



Figure 14: collecte des fèces comme engrais.

Des points d'eau analysés, 26% contiennent des streptocoques allant de 960 à 38000 UFC/100mL ; ce qui représentent 13 points d'eau. Ils dénotent donc la présence éventuelle de micro-organismes pathogènes et le pourcentage réduit montre que la contamination serait ancienne. 79% des analyses contiennent des coliformes totaux soit 15 point d'eau sur 19.

Tableau 12: étendu des valeurs des paramètres bactériologiques.

Paramètre	Unité	Normes BF/OMS	Minimum	Moyenne	Maximum
NH4	(mg/L)	0,2	0,1	0,7	2,9
CF	UFC/100mL	0	0	38098	432000
SF	UFC/100mL	aucune mention	0	10687	128000

Les valeurs des paramètres ci-dessus nous ont permis de classer à l'aide du diagramme de DUCHEMIN (1998) l'usage de l'eau en fonction du degré de pollution de la source.

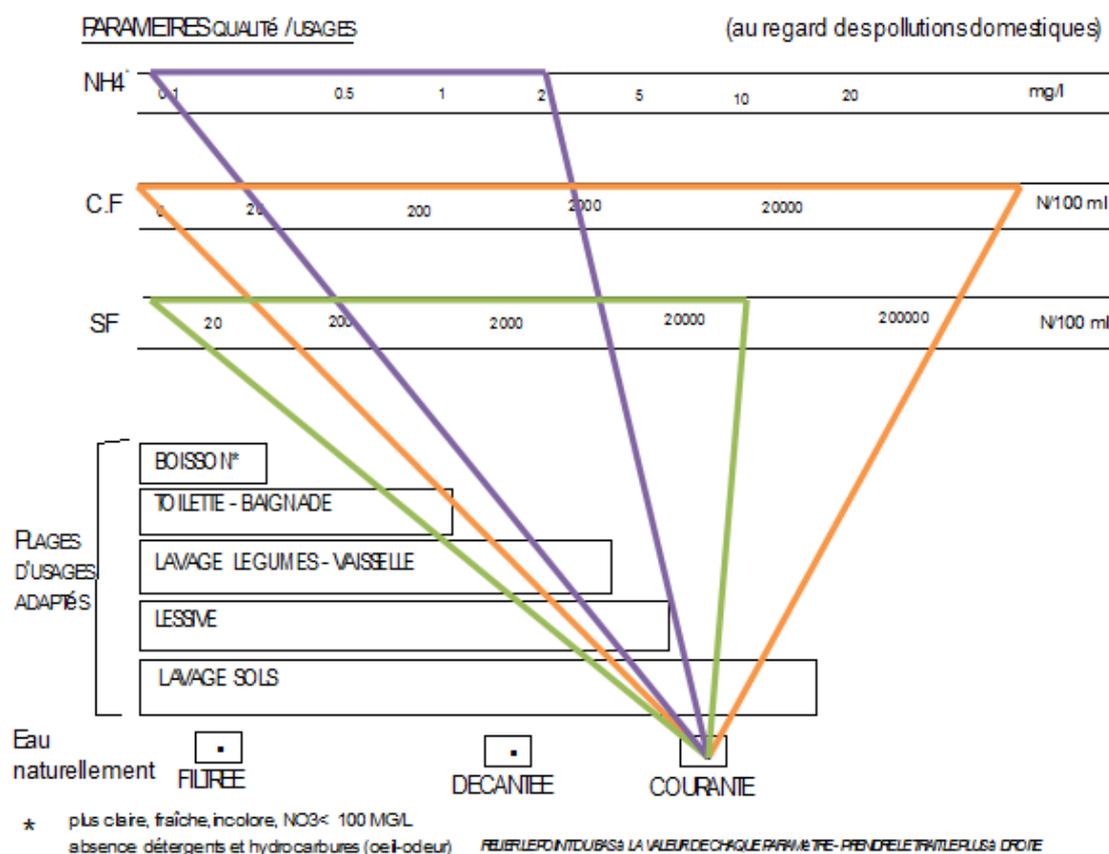


Figure 15: plage d'utilisation de l'eau de la zone du projet selon le diagramme de DUCHEMIN (1998)

Le diagramme de DUCHEMIN confirme les résultats de la figure 11 ; il ressort de ce même diagramme que les eaux analysées, à l'exception des quatre forages, peuvent s'utiliser pour :

- ➔ Le lavage des légumes,
- ➔ La vaisselle,
- ➔ Le lavage des sols ;
- ➔ des précautions doivent être observées en ce qui concerne la toilette et la baignade.

Cette eau ne doit pas être utilisée pour la consommation à moins qu'il y ait un traitement.

IV. Proposition d'amélioration de la consommation de l'eau potable dans la zone du projet.

VI.1. Proposition d'un système de traitement d'eau à domicile

L'accès à l'eau ne rime pas toujours avec la consommation d'eau potable. Bien que l'eau soit potable à la prise au forage, elle peut faire l'objet d'une pollution au cours du transport et/ou

du stockage. Le suivi de la chaîne d'eau de trente-deux (32) sources dans 10 villages de la Province du Ganzourgou, Burkina Faso, montre que 94 % des échantillons ont une contamination récente (la présence des coliformes fécaux) pendant le transport de l'eau dans les villages non formés à la pratique de l'hygiène ; 100% des échantillons sont contaminés pendant le stockage dans ces mêmes villages. Ces pourcentages sont respectivement de 54 et de 79 pour les villages formés à la pratique de l'hygiène (Lalane, 2012). Les habitudes en matière de transport et de stockage d'eau sont similaires dans les provinces du Ganzourgou et du Bam.

Pour améliorer la consommation de l'eau potable dans la zone du projet, il est proposé de faire le traitement de l'eau à domicile et le stockage sûr (TEDS). Cette méthode s'applique aux usagers disposant d'une source d'eau potable et aussi à ceux ne disposant pas. Le choix de la technologie satisfait aux exigences suivantes:

- Efficacité,
- Appropriation,
- Viabilité technique,
- Viabilité financière,
- Pérennité et répliquabilité.

Ces exigences constituent des facteurs clés pour la réussite d'un projet de traitement et de conservation de l'eau à domicile l'eau (Désille, 2012)

La technologie proposée pour le traitement de l'eau est le filtre biosable. L'usage de cette technologie réduit de manière significative (47 %) les maladies diarrhéiques (Water and Sanitation Program, 2010). L'ONG canadienne Center for Affordable Water and Sanitation Technology (CAWST) estime que plus de six millions de personnes dans plus de 53 pays dans le monde utilisent le filtre biosable. Le filtre biosable (BSF) est une adaptation du filtre à sable lent traditionnel qui a été utilisé pour le traitement communautaire de l'eau pendant presque 200 ans. Il est une innovation du Dr. David Manz qui l'a développé dans les années 1990 à l'Université de Calgary, au Canada dans le domaine des systèmes traditionnels de filtration lente de l'eau par le sable, spécialement conçu pour un usage sporadique ou domestique.

Le filtre biosable est plus petit et le plus adapté pour une utilisation intermittente, et convient donc pour les ménages. (Source : CAWST).

Le filtre biosable dont le fonctionnement est décrit sur la figure 16 peut s'utiliser par toutes les personnes et ne nécessite aucune connaissance scientifique pour être utilisé.

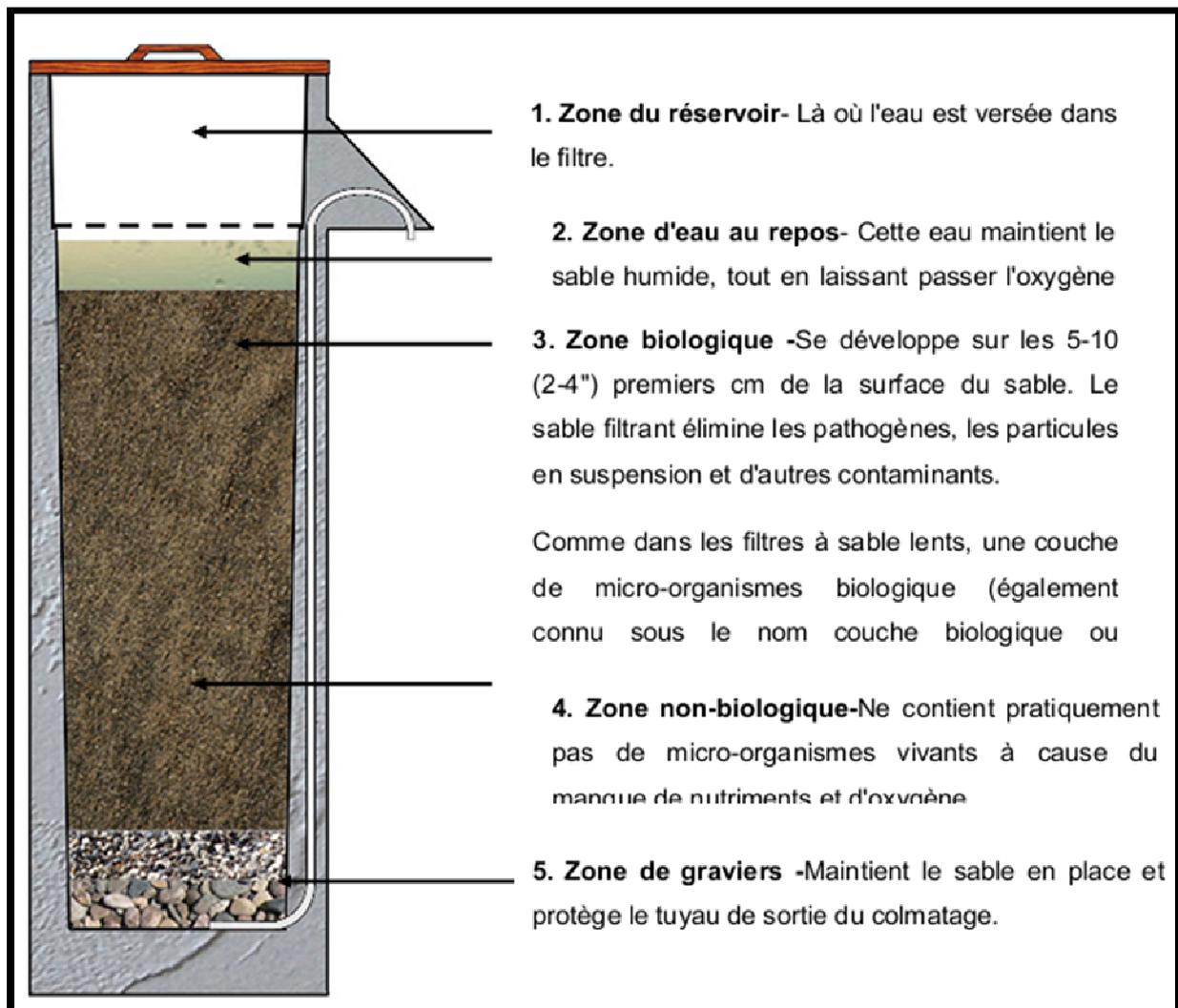


Figure 16: fonctionnement du filtre biosable.

La moyenne de personnes par famille est de 6. Ce qui donne une demande en eau de 120 litres par famille. Avec un débit de 24L/h, le filtre biosable satisfait aux besoins en eau de la famille en leur offrant une eau de bonne qualité pour la consommation.

CAWST a effectué des analyses auprès de 107 utilisateurs du filtre biosable sur le long terme (un à cinq ans) en Haïti et a trouvé une efficacité moyenne de purification de 98% (mesures des E. coli, les bactéries témoins recommandés par l'OMS); Il a été également prouvé par

CAWST que le filtre supprime plus de 96% de coliformes fécaux, 100% des protozoaires et helminthes, 50-90% de matières toxiques organiques et non organiques, plus de 75% du fer et manganèse. (Duke et al. 2006)

Quatre processus suppriment les pathogènes et autres polluants dans le filtre biosable :

1. *Piégeage mécanique* : Les sédiments, œufs de parasites et vers sont éliminés de l'eau en étant capturés dans les espaces entre les grains de sable. Au fil du temps les espaces se rétrécissent, permettant au filtre de piéger plus vite de plus petites particules dans le lit de sable.
Le filtre peut supprimer certains composants non organiques et des métaux s'ils adhèrent à d'autres matières ou les uns aux autres.
2. *Adsorption ou fixation* : Les virus sont adsorbés ou fixés aux grains de sable. Une fois fixés, ils sont métabolisés par les cellules ou inactivés par les produits chimiques antiviraux produits par les organismes dans le filtre.
3. *Prédation* : Les microorganismes dans la couche biologique se nourrissent des bactéries et autres pathogènes trouvés dans l'eau, effectuant ainsi un traitement de l'eau hautement efficace.
4. *Mort naturelle* : La raréfaction de la nourriture, des températures inférieures aux températures optimales et un cycle de vie relativement court provoqueront la mort des pathogènes qui se transformeront en produits nutritifs pour d'autres microorganismes

Les avantages et les inconvénients du filtre sont récapitulés dans le tableau 13.

Tableau 13: avantages et limites du filtre biosable

Avantages	Limites
<ul style="list-style-type: none"> • Peut être mis en œuvre plus rapidement qu'un système communautaire • Repose sur la motivation individuelle plutôt qu'une entente communautaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Exige que l'ensemble des ménages soit bien informé sur le fonctionnement et l'entretien • élimine les pathogènes plutôt que les produits chimiques
<ul style="list-style-type: none"> • Relativement peu coûteux et rentable • Fournit un point d'entrée pour l'éducation à l'hygiène et l'assainissement 	<ul style="list-style-type: none"> • La qualité de l'eau traitée peut être inférieure à celle offerte par un système communautaire bien conçu, géré et maintenu

<ul style="list-style-type: none">• Traite l'eau d'une turbidité voisine à 100 NTU	
<ul style="list-style-type: none">• Réduit le risque de contamination entre le traitement et la consommation	
<ul style="list-style-type: none">• Dure plus de 20 ans	

❖ Avantages du filtre biosable en béton par rapport au filtre en plastique

Bien que le filtre biosable ait des facilités de distribution et de transport (Christnie E. et al, 2012), nous proposons le filtre biosable en béton pour notre zone d'étude pour les raisons suivantes :

- On peut aisément se procurer du ciment dans la plupart des pays en voie de développement.
- Les gens connaissent bien les techniques de construction.
- On peut utiliser la main d'œuvre du foyer ou des volontaires pour la fabrication.
- Le bac en béton est lourd et résistant. Il a moins souvent besoin d'être changé qu'un bac plastique.
- La tuyauterie d'écoulement est située à l'intérieur du filtre. Par conséquent, elle est moins sujette à l'usure qu'un filtre plastique dont la tuyauterie est extérieure.
- Le produit plastique nécessite l'importation de la matière première ou du produit fini. Selon vos conceptions du commerce international, ce peut être un avantage ou un inconvénient.
- La durée de vie d'un modèle en plastique est nettement inférieure à celle d'un modèle en béton. Enfin la mise au rebut du plastique est un problème environnemental.
- Encourager et donner aux gens le pouvoir de gérer intégralement leur propre projet accroît la pérennité de la région et en encourage d'autres à agir en faveur d'une eau plus sûre. Cette opération ne peut être favorisée que par la gestion locale de la fourniture du produit. Dans la plupart des cas si on utilise un modèle en plastique, on

sera toujours dépendant de fabricants extérieurs et de distributeurs qui fourniront des filtres à un prix plus élevé. (CAWST)

✓ **Comment ça marche?**

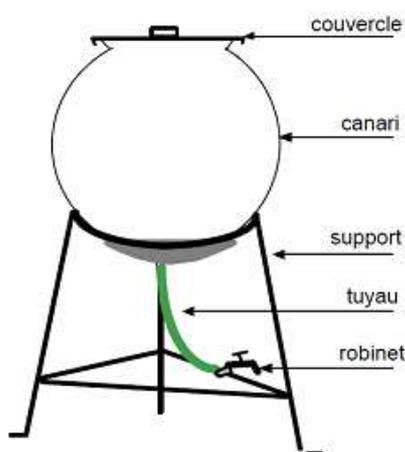
On verse l'eau dans la partie supérieure du filtre selon les besoins, où une plaque de diffusion positionnée au-dessus du lit de sable atténue la force initiale de l'eau. Dans sa lente traversée du lit de sable l'eau passe par une couche intermédiaire de sable lavé et se retrouve dans un tuyau à la base du filtre. A ce stade, l'eau est propulsée par une tuyauterie en plastique enchâssée dans la cloison externe en béton et sort du filtre pour être récupérée par l'utilisateur. On se doit d'utiliser un récipient propre.

Pour assurer un traitement complet, l'eau sera désinfectée au chlore.

VI.2. Proposition d'une solution pour la conservation de l'eau à domicile

100% des ménages interrogés utilisent un gobelet ou un petit récipient qui est introduit dans la jarre pour le retrait de l'eau. Cette technique est source de recontamination. Pour limiter le contact des gobelets et autres récipients voir même des mains avec l'eau à consommer, nous proposons des jarres équipées de robinet ou encore des récipients à large ouverture équipés de robinet. Tous ces contenants disposent d'une large ouverture permettant de les nettoyer facilement.

La figure 17 montre les récipients appropriés pour le stockage sûr de l'eau.



Source : EAA



Source : Oxfam

Figure 17 : conservation sûre de l'eau à domicile

CONCLUSION

La présente étude a porté sur la contribution à l'accessibilité en eau potable dans les villages concernés par l'irrigation de complément dans la commune de Kongoussi. Les populations de ces villages utilisent les forages, les puits traditionnels et les bassins de collecte d'eau de ruissellement pour s'approvisionner en eau potable.

L'objectif de cette étude était d'apporter une contribution à l'accessibilité en eau pour augmenter le taux de consommation de l'eau potable à partir de l'existant. La méthodologie utilisée s'appuie sur l'enquête auprès des ménages pour évaluer la consommation, la distance parcourue, la pratique de l'hygiène, le traitement d'eau à domicile et le stockage sûr. Elle s'appuie également sur la caractérisation des échantillons d'eau prélevés sur le terrain afin de déterminer l'éventuelle pollution.

Les résultats des enquêtes montrent que 38% de la population utilisent les forages comme source d'approvisionnement en eau, 24% utilisent alternativement les forages et l'eau de surface et 38% utilisent exclusivement l'eau de surface pour tous leurs besoins ; 28% de forages sont en panne, ce qui pousse les populations à utiliser de nouveau l'eau insalubre. La distance parcourue par les populations pour atteindre le point d'eau potable varie entre 300m et 2500 m.

Les analyses physico-chimiques montrent que l'eau est acide avec un pH compris entre 5,57 et 7,03. La turbidité est dans les normes de l'OMS sauf pour certaines eaux de surface. Les autres paramètres sont globalement dans les normes ; pour les traces métalliques, seul le fer est présent dans les concentrations dépassant les recommandations de l'OMS. Sur le plan bactériologique, les eaux de la zone d'étude sont polluées à 79 % par la matière fécale.

L'eau connaît une nouvelle contamination pendant le transport et le stockage quand bien même elle est potable à la source. Le filtre biosable développé par CAWST est une solution pour lutter contre cette situation et améliorer la qualité de l'eau des sources polluées jusqu'à l'atteinte des standards de l'OMS avec l'ajout du chlore après filtration. Le stockage sûr peut être fait dans des jarres ou des seaux munis de robinets afin d'éviter le contact de l'eau avec le milieu extérieur.

RECOMMANDATIONS

Cette étude montre le niveau d'accessibilité à l'eau potable dans les villages concernés par l'irrigation de complément en tenant en compte des paramètres distance usager-point d'eau, la qualité de l'eau sur les plans physico-chimique et bactériologique, le transport et le stockage pour éviter une contamination ou une recontamination de l'eau. Elle permet aux ONG, aux responsables des collectivités locales et autres décideurs de prendre des mesures ciblées pour améliorer la santé dans la zone d'étude.

L'accès à l'eau potable ne saurait à lui seul améliorer la santé des populations de manière considérable. Il doit être accompagné par l'assainissement. Nous proposons un assainissement individuel. Les microbes pathogènes responsables des maladies diarrhéiques se trouvent en partie dans les fèces humains, d'où l'importance de l'assainissement. Les latrines VIP conviendraient à la population du fait d'un accès limité à l'eau. La promotion de l'hygiène, en particulier le lavage des mains au savon est une barrière aux germes pathogènes présents au niveau des mains. L'accompagnement des femmes pour la fabrication artisanale du savon serait un atout pour réussir cette pratique. Il serait donc souhaitable de cibler des campagnes de sensibilisations adaptées aux différents publics et insérer certaines rubriques dans les programmes d'enseignement au primaire et au secondaire. Vu le nombre insuffisant des sources d'eau dans certaines localités, nous proposons de faire des puits ou des forages à Sandouré et particulièrement là où le manque est crucial. Pour les puits déjà existants et les nouveaux, il faudrait les couvrir et faire une margelle en béton pour éviter que l'eau de ruissellement ne pénètre dans l'ouvrage et les protéger aussi de la matière fécale. Les bassins de collecte d'eau de ruissellement pourraient être utilisés par les populations comme source d'approvisionnement en eau après traitement : une phase de décantation suivie de la filtration sur filtre biosable. Vu le volume actuel des bassins, (150m³ utiles pour l'irrigation de complément) il serait souhaitable qu'on agrandisse le volume des bassins afin de couvrir les besoins domestiques en période hivernale. La formation des artisans pour la réparation des ouvrages hydrauliques dans la zone d'étude serait un atout car, « *introduire un opérateur privé en milieu rural dans le domaine de l'eau alors que sa gestion sur le plan endogène s'apparente à celle du foncier, est perçue par les paysans comme une ingérence* » (Ramatou, 2012) et cela éviterait que les populations utilisent des sources d'eau non appropriées pour la boisson.

Bibliographie

- ✓ **Center for Affordable Water and Sanitation Technology**, 2010. Manuel du filtre biosable conception, construction, installation, fonctionnement et entretien
- ✓ **Christine E. Stauber , Byron Kominek ,Kaida R. Liang , Mumuni K. Osman and Mark D. Sobsey**, 2012. Evaluation of the Impact of the Plastic BioSand Filter on Health and Drinking Water Quality in Rural Tamale, Ghana.
- ✓ **Denis Désille**, 2012. Conservation et traitement de l'eau à domicile.
- ✓ **Direction Générale des Ressources en Eau-Burkina Faso**, 2006. Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à l'horizon 2015
- ✓ **Franck Lalanne**, 2012. Etude de la qualité de l'eau le long de la chaîne d'approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou, (Région du Plateau Central, Burkina Faso).
- ✓ **Institut national de santé publique du Québec**, 2003. Fiche Nitrates/Nitrites
- ✓ **Institut National de la Statistique et de la Démographie du Burkina Faso**, 2007. La région du Centre Nord en chiffres.
- ✓ **Léa Molinie**, 2009. Dispositifs rustiques d'alimentation et de traitement de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées.
- ✓ **Moulay Lafdil BELGHITI, Abdelkader CHAHLAOUI et Driss BENGOUMI**, 2013. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de certains puits utilisés comme source d'eau potable en milieu rural dans la région de Meknès (Maroc).
- ✓ **Ministère de la Santé- République du Niger**, 2008. Document de stratégie nationale de survie de l'enfant.

- ✓ **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE**, 2004. directives de qualité pour l'eau de boisson troisième édition Volume1 –Recommandations.
- ✓ **Programme Solidarité Eau**, 2012. Accès à l'eau potable dans les pays en développement.
- ✓ **Ramatou TRAORE**, 2012. Eau, Territoire et Conflits : analyse des enjeux de la gestion communautaire de l'eau au Burkina Faso : l'exemple du bassin versant du Nakambé.
- ✓ **Water and Sanitation Program**, 2010. Improving Household Drinking Water Quality, Use of BioSand Filters in Cambodia.
- ✓ **W. F Duke et al.**, 2006. The use and performance of BioSand filters in Artibonite valley of Haiti. A field study of 107 households

ANNEXES

Liste des annexes

Annexe 1: Fiche des enquêtes.....	43
Annexe 2: Résultats de l'analyse physico-chimique et bactériologique	47
Annexe 3: zone d'étude.....	52
Annexe 4: photos de terrain.....	53
Annexe 5: construction du filtre biosable en béton.....	54

Annexe 1: Fiche des enquêtes

Fiche N° : Numéro de forage :

Commune: Distance au forage :

Village : Nom de l'enquêteur :

Date: Numéro du foyer :

Variable	Question	Réponse
Identification de la personne enquêtée		
1	Nom et prénom(s):	<input type="text"/>
2	Sexe: 1. Masc. 2.Fem	<input type="text"/>
3	Age/année de naissance	<input type="text"/>
4	Ethnie: 1. Mossi 2.Yarga 3.Yardéga 4.Peuhl 5. Dioula 6.Autre.	<input type="text"/>
5	Religion: 1. Chrétien 2.Musulman 3.Animiste 4.Autre.	<input type="text"/>
6	Nombre de personnes vivant dans la concession	<input type="text"/>
7	Nombre d'enfants de moins de cinq ans	<input type="text"/>
8	Activité principale du chef de famille: 1. Agriculteur 2. Eleveur 3. Commerçant 4. Fonctionnaire 5. Sans activité 6. Autres :	<input type="text"/>
I. Première partie : Comportements, connaissances et perceptions de la chaîne de l'eau: Comportements et connaissances des TEDS		

9	Quelle est votre principale source d'eau ? 1. Forage 2. Borne Fontaine 3. Puits 4. Marre 5. BCER 6. Autre	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	Combien de fois par jour allez-vous chercher de l'eau ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11	Quel mode de transport utilisez-vous pour ramener l'eau chez vous ? 1. pied 2. vélo 3. charrette (pousse-pousse) 4. charrette avec âne	<input type="checkbox"/>
12	Quel type de récipient utilisez-vous pour transporter l'eau ? 1. bidon plastique 2. fût métallique 3. bidon métallique 4. Autre	<input type="checkbox"/>
13	Nettoyer vous les récipients de transport de l'eau ? 1. oui 2. non	
14	Si oui, comment ? 1. avec de l'eau et du savon 2. A l'eau sans savon 3. Autre	<input type="checkbox"/>
15	Si oui, pourquoi ? 1. Pour se protéger contre les maladies 2. Pour que ce ne soit pas sale 3. Autre	<input type="checkbox"/>
16	Quand ? 1. Une fois par jour 2. Avant chaque utilisation 3. Autre	<input type="checkbox"/>
17	Protégez-vous l'eau transportée ? 1. oui 2. non	<input type="checkbox"/>
18	Changez-vous de récipient entre le transport et le stockage de l'eau ? 1. oui 2. non	<input type="checkbox"/>
19	si oui, pourquoi? 1. Pour refroidir l'eau 2. Libérer les bidons pour le prochain transport 3. Autre	<input type="checkbox"/>
20	Quel type de récipient utilisez-vous pour stocker/garder l'eau de boisson ? 1. jarre 2. bidon plastique 3. Fût métallique 4. bidon métallique 5. autre	<input type="checkbox"/>
21	Comment l'eau est-elle extraite du récipient de stockage ? 1. Un gobelet ou un plat sert à puiser 2. Autre	<input type="checkbox"/>

22	Protégez-vous l'eau stockée chez vous ? 1. oui 2.non	<input type="checkbox"/>
23	Si oui, Pourquoi ? 1. Pour se protéger des maladies 2. Pour ne pas salir l'eau 3. Pour protéger l'eau du vent qui amène la poussière 4. Autre	<input type="checkbox"/>
24	Nettoyer vous les récipients de stockage de l'eau ? 1. oui 2. non	<input type="checkbox"/>
25	Si oui, comment ? 1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau sans savon 3. Autre	<input type="checkbox"/>
26	Combien de temps stockez-vous l'eau en moyenne ? : 1. ½ journée 2.1 journée 3.2 jours 4. 3 jours 5.1 semaine 6. + d'1 semaine	<input type="checkbox"/>
27	Que pensez-vous de la qualité de l'eau ? 1. Bonne 2. Moyenne 3. Mauvaise 4.Ca dépend 5. Autre	<input type="checkbox"/>
28	Connaissez-vous des techniques de traitement de l'eau à domicile ? 1.oui 2.non	<input type="checkbox"/>
29	Si oui, quelles sont ces techniques ? 1. Bouillir 2.Filtration 3. Coagulation par méthodes traditionnelles 4. Autres	<input type="checkbox"/>
30	Consommez-vous l'eau des BCER? 1.oui 2.non	
	si oui, pendant combien de mois/an utilisez-vous l'eau des BCER? 1. < à 1 mois 2. entre 1 et 3 mois 3. > à 3 mois	
	si oui, quelle(s) technique(s) utilisez-vous avant de la consommer 1. décantation 2. Filtration 3.bouillir 4. aucune 5.Autre	

	l'eau des BCER vous cause-t-elle des problèmes de santé? 1. oui 2.non	
	seriez-vous prêts à utiliser un filtre pour purifier l'eau des BCER? 1. oui 2.non	
	seriez-vous prêts à utiliser un filtre pour purifier d'autres sources d'eau? 1. oui 2.non	
	Si oui, seriez-vous prêt à participer financièrement/matériellement à l'acquisition de ce filtre? 1. oui 2.non	
	Seriez-vous intéressé par une autre technique de traitement de l'eau à domicile ? 1. oui 2. Non	<input type="checkbox"/>
	Si Non, Pourquoi?	
31	Payez-vous de l'eau? 1. oui 2. non	
		<input type="checkbox"/>
32	si oui, A combien?	
		<input type="checkbox"/>
33	Si non, seriez-vous prêts à acheter?	
		<input type="checkbox"/>
34	Qui va chercher de l'eau au puits/forage 1.femmes 2.hommes 3.enfants	
		<input type="checkbox"/>
35	Participez-vous aux travaux communautaires comme la propreté autour du puits ? 1. oui 2.non	<input type="checkbox"/>
36	Seriez-vous prêt à participez physiquement et/ou financièrement aux travaux communautaires pour la construction des sources d'eau potable 1.oui 2.non	<input type="checkbox"/>

Annexe 2: Résultats de l'analyse physico-chimique et bactériologique

Village	source d'eau	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (µg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)
SANDOURE	BCER K.M.	6,6	0,0016	1	0,34	0,24	2,62	0,10	9,00	6,63	0	0,0	10,08
	P1	2,7	0,0115	0	0	0,24	0,84	0,00	2,82	6,28	9,600	117,1	47,04
	F1	43,4	0,00	20	0,35	0,50	0,75	0,02	0,59	21,90	20,000	244,0	51,84
	F2	15,1	0,00	0	0,01	0,61	0,68	0,02	0,23	20,82	66,400	810,1	18,24
Yennega	F1	89,9	0,00	1	0,44	0,69	0,19	0,01	0,82	21,30	55,200	702,7	8,88
	F2	97,9	0,00	0	0,26	0,42	0,11	0,00	0,80	16,48	57,600	927,2	43,728
	F3	18,6	0,00	4	0,43	0,55	0,5	0,02	0,45	19,96	76,000	976,0	24,624
	F4	0,0	0,0066	5	0,25	0,48	0,46	0,02	0,79	21,94	80,000	653,9	15,36
	F5	117,0	0,0049	5	0,22	0,48	0,32	0,00	0,79	21,29	53,600	956,5	24,72
	F6	24,4	0,0082	0	0,43	0,31	0,18	0,02	0,85	21,24	78,400	205,0	15,6
MOGODIN	P1	8,4	0,0033	0	0	0,34	0,32	0,01	1,31	12,29	16,800	780,8	1,296
	F1	152,4	0	138	0,12	0,45	1,25	0,02	0,72	21,82	45,200	946,7	45,84
	F2	148,8	0,0033	65	0,07	0,41	0,65	0,02	0,65	21,96	64,000	751,5	25,44
	F3	95,7	0,0033	2	0,50	0,53	0,91	0,02	0,55	21,90	77,600	497,8	47,52
	F4	9,3	0	0	0,44	0,55	0,24	0,02	0,29	12,07	61,600	688,1	6,96
	F5	6,6	0	0	0,42	0,56	0,22	0,01	0,53	20,22	40,800	361,1	4,56
	P2	5,3	0	5	0,48	0,27	0,35	0,01	1,06	21,23	56,400	0,0	8,64
	P3	10,6	0	0		0,52	0,05	0,02	1,49	13,30	29,6	976,0	0,96
	BCER_Imam	107,2	0,0132	0	0,50	0,24	2,94	0,03	20,82	6,28	0	570,7	14,88
	Maximum	152,4	0,0	138,0	0,5	0,7	2,9	0,10	20,82	21,96	80,00	976,00	51,84
	Moyenne	50,5	0,0	12,9	0,3	0,4	0,7	0,02	2,35	17,31	46,78	587,64	21,91
	Minimum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,00	0,23	6,28	0,00	0,00	0,96
	Médiane	18,6	0,00	1,0	0,3	0,5	0,5	0,02	0,79	20,82	55,20	688,08	15,60
	Ecert-type	53,914	0,004	33,81	0,181	0,135	0,793	0,02	4,88	5,88	26,71	338,26	17,13

Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

Village	source d'eau	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)	Zn (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)
SANDOURE	BCER K.M.	-0,118	0,549	-0,025	-0,227	0,207	-0,826
	P1	-0,132	-0,003	-0,049	-0,276	0,44	-0,139
	F1	-0,140	-0,378	-0,038	-0,263	0,517	-0,772
	F2	-0,101	-0,097	-0,059	-0,11	0,274	-0,816
Yennega	F1	-0,144	-0,468	-0,069	-0,282	0,244	-0,249
	F2	-0,067	4,591	1,070	-0,188	0,375	-0,715
	F3	-0,121	1,617	-0,057	-0,127	0,024	-0,579
	F4	-0,133	0,744	0,065	-0,271	0,300	-1,104
	F5	-0,087	-0,121	-0,049	-0,042	0,512	-0,670
	F6	-0,082	0,376	0,020	0,288	0,278	-1,068
MOGODIN	P1	-0,119	-0,215	-0,060	-0,141	0,235	-0,992
	F1	-0,083	0,376	-0,032	0,034	0,111	-0,576
	F2	-0,122	0,093	0,047	0,048	0,065	-0,662
	F3	-0,110	0,128	-0,020	0,264	0,530	-0,512
	F4	-0,053	-1,331	0,073	-0,004	-0,129	-1,163
	F5	-0,126	2,064	-0,029	-0,217	0,188	-0,880
	P2	-0,095	1,206	-0,028	0,043	0,219	-0,283
	P3	-0,126	2,064	-0,066	-0,109	0,412	-0,610
	BCER_Imam	-0,118	0,302	-0,037	0,201	0,307	-1,187
	Maximum	-0,053	4,591	1,070	0,288	0,530	-0,139
	Moyenne	-0,109	0,605	0,035	-0,073	0,269	-0,726
	Minimum	-0,144	-1,331	-0,069	-0,282	-0,129	-1,187
	Médiane	-0,118	0,302	-0,032	-0,110	0,274	-0,715
	Ecart-type	0,025	1,295	0,254	0,181	0,175	0,303

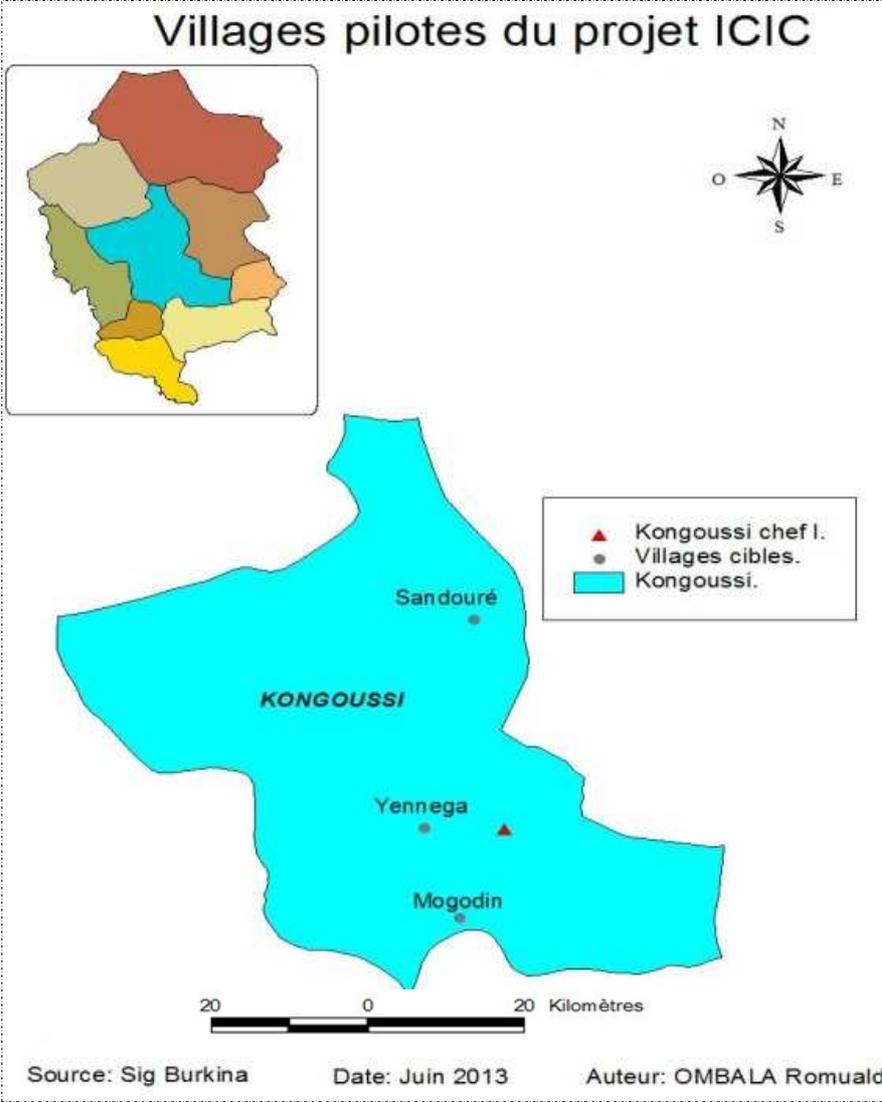
Etude de l'accessibilité à l'eau potable dans les villages pilotes du projet irrigation de complément et information climatique dans la commune de Kongoussi.

Village	source d'eau	T° (°C)	PH	Cond (µS/cm)	O2 (mg/L)	Turbidité (NTU)	Localisation
SANDOURE	BCER K.M	27,1	6,62	114	0,25	517	N: 13° 27' 00,1" W: 1° 34' 50,7"
	P1	27	5,57	47	1,16	279	N: 13° 26' 51,4" W: 1° 35' 21,6"
	F1	33,1	7,00	559	2,83	0,92	N: 13° 27' 51" W: 1° 33' 00,4"
	F2	31,9	6,77	745	1,49	0,72	N: 13° 25' 43,3" W: 1° 32' 51,8'
Yennega	F1	32,7	7,02	422	1,64	0,70	N: 13° 20' 42,7" W: 1° 34' 31,3"
	F2	33,3	6,68	379	3,38	1,54	N: 13° 20' 45,4" W: 1° 34' 36,3"
	F3	31,8	6,92	627	2,23	0,86	N: 13° 21' 00,7" W: 1° 34' 35,7"
	F4	32,2	7,00	666	2,72	1,07	N: 13° 20' 55" W: 1° 34' 34,7"
	F5	34	7,02	632	2,51	0,7	N: 13° 20' 53,9" W: 1° 34' 26,2"
	F6	35,4	7,01	604	1,74	0,89	N: 13° 20' 55,9" W: 1° 34' 19,6"
MOGODIN	P1	29,3	6,2	135	2,32	1,35	N: 13° 16' 28,7" W: 1° 32' 58,1"
	F1	31,1	6,78	1154	1,07	1,29	N: 13° 17' 08,9" W: 1° 33' 35,4'
	F2	31,7	6,78	964	1,25	2,18	N: 13° 17' 04,5" W: 1° 33' 30,1"
	F3	32,1	6,8	827	0,96	0,5	N: 13° 17' 01,7" W: 1° 33' 23,7"
	F4	30,9	6,76	396	1,97	2,06	N: 13° 16' 53,3" W: 1° 32' 42,9"
	F5	30,9	6,76	318	1,13	8,65	N: 13° 16' 51,5" W: 1° 32' 42,9"
	P2	30,4	7,03	427	2,95	8,07	N: 13° 16' 58,8" W: 1° 32' 07,4"
	P3	31,3	6,17	170	2,65	3,38	N: 13° 16' 34,6" W: 1° 32' 48"
	BCER_Imam	28,6	7,01	178	0,73	1057	N: 13° 16' 34,2" W: 1° 32' 50,4"

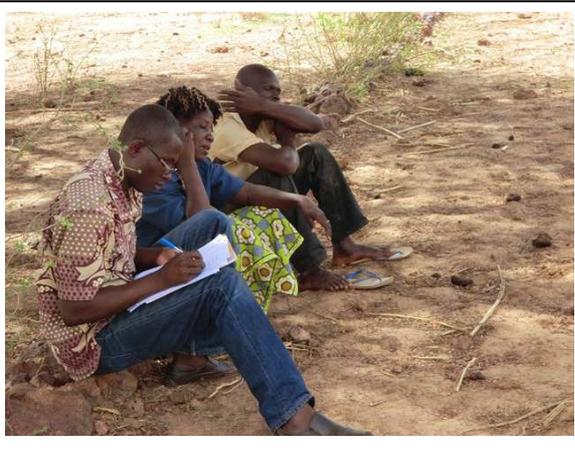
Résultats d'analyse microbiologique

Village	Echantillon	en UFC/100ml			
		CT	CF	E coli	ST
Sandouré	BCER K.M.	500000	432000	8000	38000
	P1	392000	290000	14000	128000
	F1	2	2	0	0
	F2	0	0	0	0
Yennega	F1	2	2	0	0
	F2	30	4	0	0
	F3	2	0	0	0
	F4	0	0	0	0
	F5	76	72	2	0
	F6	6	2	0	0
Mogodin	P1	36	72	30	0
	F1	14	6	0	86
	F2	6	2	0	0
	F3	0	0	0	0
	F4	34	0	0	0
	F5	0	0	0	0
	P2	300	232	36	0
	P3	500	466	82	960
	BCER_Imam	40000	1000	3000	36000
minimum	0	0	0	0	
moyenne	49106	38098	1324	10687	
max	500000	432000	14000	128000	

Annexe 3: zone d'étude



Annexe 4: photos de terrain



Annexe 5: construction du filtre biosable en béton

