



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



« Etude de la qualité de l'eau de boisson le long de la chaîne de l'eau dans les ménages de trois régions du Burkina Faso : cas des villages de Kamboinsé, Koubri, Sikoro et Bapla »

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

OPTION : Eau & Assainissement

Présenté et soutenu publiquement le 26 juin 2013 par

Gustave NKURUNZIZA

Travaux dirigés par : Dr Franck LALANNE

Enseignant chercheur en Chimie et traitement de l'eau
Centre Commun de Recherche Eau et Climat (CCREC)

Jury d'évaluation du stage :

Présidente : Dr Hela KAROUI

Membres et correcteurs : Boukary SAWADOGO

Eric Seyram SOSSOU

Emeline BEREZIAT

Mathieu ISNARD

Promotion 2012-2013

This publication was funded by the people of the United States through the Agency for International Development (USAID) within the framework of the West Africa Water Supply, Sanitation and Hygiene (USAID WA-WASH) Program. The views and opinions of authors expressed herein do not necessarily state or reflect those of the United States Agency for International Development of the United States Government.

« Quand le dernier arbre aura été coupé, quand la dernière rivière aura été empoisonnée, quand le dernier poisson aura été pêché, vous découvrirez - mais trop tard - que l'argent ne peut pas se manger. »

Aldous Huxley

« Le sage n'attend pas que les hommes soient malades pour les soigner, il les guide quand ils sont en bonne santé. »

HuangdiNeiJing

« Vis comme si tu devais mourir demain. Apprends comme si tu devais vivre toujours. »

Gandhi

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il est agréable d'évoquer en signe de gratitude toutes les personnes sans le concours desquelles ce stage n'aurait pas eu lieu.

Nous exprimons tout particulièrement nos remerciements au Dr Franck LALANNE, encadreur et directeur de ce mémoire. La pertinence de ses conseils méthodologiques, sa rigueur scientifique, sa patience et surtout sa disponibilité malgré ses multiples responsabilités ont apporté un grand édifice à ma formation.

Une vive reconnaissance va également à l'endroit des Autorités de USAID WA-WASH Burkina Faso, à Mademoiselle Emeline BEREZIAT, Responsable du volet WASH à USAID WA-WASH et Maître de stage, à Monsieur Mathieu ISNARD et tout le personnel de USAID WA-WASH pour leur soutien, leur assiduité au travail ainsi que pour les conseils méthodologiques et pratiques qu'ils nous ont prodigués pour la bonne réalisation de ce stage.

Aux enseignants du 2iE, spécialement ceux de la filière Environnement pour la formation scientifique qu'ils nous dispensent. A tout le personnel des laboratoires LEDES du 2iE, pour votre aide, trouvez dans cet œuvre votre satisfaction et votre fierté.

Nos sentiments de gratitude s'adressent aussi aux différentes autorités administratives des régions étudiées pour leur accueil chaleureux, leur collaboration.

Au Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France au Burundi, pour leur soutien indéfectible, leur sympathie, leur encouragement tout au long de cette formation, nous disons MERCI.

NKURUNZIZA Gustave

DEDICACES

A mes chers parents !

A tout le Peuple Burundais !

RESUME

Ce travail avait comme objectif d'évaluer la qualité de l'eau de boisson des ménages au niveau des sources, du transport et pendant la conservation et l'utilisation, dans trois régions du Burkina Faso, particulièrement dans les villages de Kamboinsé, Koubri, Sikoro et Bapla en vue de proposer des solutions pour l'amélioration de sa qualité.

La visite des lieux et les observations ont été complétées par les analyses bactériologiques, sur l'eau des sources, dans les récipients de transport et dans les réservoirs de stockage. De plus, des analyses des paramètres comme la turbidité et l'arsenic ont été effectuées, ainsi que la réalisation d'une enquête auprès des 56 ménages échantillonnés.

En effet, la turbidité et l'arsenic ont été déterminés suivant les méthodes standardisées. Les coliformes totaux et thermotolérants et les streptocoques fécaux, témoins d'une pollution bactériologique ont été dénombrés par la méthode de filtration sur membrane et sur des milieux de culture spécifiques.

Au niveau des sources, sur 8 points d'approvisionnement des ménages enquêtés, hormis 2 bornes fontaines (BF) de Kamboinsé où l'eau est chlorée (25% des échantillons) et 2 forages (25%) de Sikoro contaminés, les autres (50%) sont des forages exempts d'indicateurs de contamination.

Au cours du transport, des bactéries coliformes ont été isolées dans les ménages s'approvisionnant sur des sources potables : 35,71% d'échantillons de Kamboinsé sont contaminés contre 78,56% à Koubri et 100% à Bapla.

De même, dans la phase de stockage et d'utilisation, de fortes contaminations sont observées et une augmentation exponentielle de ménages contaminés : 49,98% à Kamboinsé, 100% dans les deux autres villages.

Le manque d'hygiène, de récipients efficaces et de techniques appropriées de traitement à l'échelle familiale apparaissent comme les éléments déterminant de la pollution bactériologique de l'eau de boisson sur toute la chaîne d'utilisation.

Enfin, le changement de comportements eu-égard à l'utilisation de l'eau et à l'hygiène ; l'adoption des techniques de traitement de l'eau à domicile (comme la chloration, filtration, la floculation,...) par usage de divers produits a été proposé en vue de protéger les sources et de préserver la qualité des eaux provenant des sources non contaminées, et par là préserver la santé de la population.

Mots-clés : chaîne de l'eau, eau de boisson, eau de forage, qualité de l'eau, Burkina Faso

ABSTRACT

This work was aimed to assess the quality of drinking water at the household sources, transport and during storage and use, in three regions of Burkina Faso, especially in villages Kamboinsé, Koubri, SikoroBapla and to propose solutions to improve its quality.

The field visits and observations were supplemented by bacteriological analysis of water sources, in the transport containers and storage tanks. In addition, analyses of parameters such as turbidity and arsenic have been made, as well as conducting a survey of 56 households sampled.

For water sources quality, on 8 households surveyed point, and except 2 BF Kamboinsé where water is chlorinated (25% of samples) and two holes (25%) contaminated in Sikoro, other (50%) wells are free of contamination indicators.

In terms of sources of supply, on the 8 sources of supply of households, except 2 BF in Kamboinsé where water is chlorinated (25% of samples) and two boreholes (25%) in Sikoro contaminated, other (50%) water points are free of contamination indicators.

During transport, coliform bacteria were isolated from households on supplying potable sources: 35.71% of samples were contaminated in Kamboinsé against 78.56% and 100% in Koubri and Bapla. Similarly, after the phase of storage and use, high contaminations are observed and an exponential increase in contaminated households: 49.98% in Kamboinsé, 100% in the other two villages.

The lack of hygiene, effective and appropriate container processing techniques at the family level appear as key elements of the bacteriological pollution of drinking water throughout the chain of use.

Finally, behavior change, had regard to the use of water and sanitation, the adoption of techniques for water treatment in the home (such as chlorination, filtration, flocculation, ...) by using various products have been proposed to protect sources and preserve the quality of water from uncontaminated sources, and thus the health of the population.

Keywords: boreholes, drinking water, household contamination, Burkina Faso

LISTE DES ABREVIATIONS

°C : degré centigrade

µm : micro mètre

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

AEPS/PEA : Adduction d'Eau Potable simplifiée/ Point d'Eau Autonome

CDI : Centre de Documentation et d'Information

CEAEQ : Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec

CREPA : Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût

DDGAT : Direction générale de l'aménagement du territoire et du développement

DLR : Direction Local et Régional

DGISS: Direction Générale de l'Information et des Statistiques Sanitaires

LEDES : Laboratoire Eau Dépollution Ecosystème et Santé

MAH : Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique

MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MEDD : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable

MEF : Ministère de l'Economie et des Finances

MES : Matières En Suspension

NTU : Nephelometric Turbidity Unit

OMD: Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONEA : Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement

ONU : Organisation des Nations-Unies

PCD-AEPA : Programme Communal de Développement Approvisionnement en Eau Potable et l'Assainissement

PEA : Postes d'Eau Autonome

PED : Pays En Développement

PEM : Point d'Eau Moderne

pH : Potentiel Hydrogène

PMH : Pompe à Motricité Humaine

PN-AEPA : Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PROMACO: Programme de Marketing Social et de Communication pour la Santé

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

UFC : Unité Format Colonies

UNICEF : United Nations Children's Fund

USAID WA-WASH: United States Agency for International Development West Africa Water Assessment, Sanitation and Hygien

WAWI : West Africa Water Initiative

CF : Coliformes fécaux

ST: Streptocoques Fécaux

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	iii
DEDICACES.....	iv
RESUME.....	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	vii
TABLE DES MATIERES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	xii
INTRODUCTION.....	1
Chap. I : CONCEPTUALISATION DU CADRE D’ETUDE	3
I.1. Contexte général de l’approvisionnement de l’eau en PED.....	3
I.2. Motivations et objectifs.....	5
I.3. Hypothèses	5
II.4. Le programme USAID WA-WASH.....	5
II.5. Identification de la zone d’étude.....	6
II.5.1. Choix des régions.....	6
II.5.2. Le choix des villages.....	7
II.5.3. Choix des 2 forages principaux	7
II.5.4. Le choix de ménages.....	7
II.5.5. Présentation de la zone d’étude	8
Chap. II : DEMARCHE METHODOLOGIQUE.....	12
II.1. Définitions	12
II.2. Revue bibliographique.....	12
II.3. Méthodologie de travail.....	13
II.4. Analyse de laboratoire	13
II.4.1. Echantillonnage	13
II.4.2. Description des paramètres et des principes d’analyse.....	14
II.4.3. Enquête et observations de terrain	17
II.5. Mode de traitement des données.....	18
II.5.1. Logiciels utilisés	18
II.5.2. Méthode Delphi	18
II.5.3. Détermination de la corrélation de Kendall (ou taux de Kendall)	19

Chap. III : PRESENTATION DES RESULTATS.....	20
III.1. Résultats d'enquête.....	20
III.1.1. Caractéristiques des localités et groupes enquêtés	20
III.1.2. Pratiques en rapport avec l'eau de boisson	21
III.1.4. Pratiques courantes relatives à l'hygiène corporelle	24
III.1.5. Perception de la qualité de l'eau.....	25
III.2. Résultats de laboratoire	25
III.2.1. Résultats bactériologiques	26
III.2.2. Résultats de physico-chimie.....	29
Chap. IV : ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION	30
IV.2. Analyse multicritères des résultats et discussion	30
IV.2.1. Relation entre le comportement et la contamination au cours du transport	30
IV.2.2. Relation entre le comportement et la contamination au cours du stockage.....	33
Chap. V : CONCLUSION GENERALE ET SOLUTIONS PROPOSEES.....	37
V.1. CONCLUSION GENERALE	37
V.2. RECOMMANDATIONS	38
V.2.1. Changement de comportement	38
V.2.2. Propositions techniques	39
BIBLIOGRAPHIE	43
ANNEXES	I
Annexe 1 : FICHE D'ENQUETE	I
Annexe 2 : Mode opératoire :analyse de l'arsenic	X
Annexe 2 bis.....	XI
Annexe 3 : LES RESULTATS DE LABORATOIRE	XII
Annexe 4: Traitement à base communautaire des eaux de boisson	XX
Annexe 5 : Normes de l'OMS sur l'eau potable.....	XXI
Annexe 6 : Libération de l'acide hypochloreux à partir de DCCNa	XXVI

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution du taux de couverture et de fonctionnalité des ouvrages d'approvisionnement en eau potable en milieu rural (ZOUNGRANA, 2011)	3
Tableau 2 : Nombre de cas de maladies d'origine hydrique observé au Burkina Faso (MAH, 2012).....	4
Tableau 3: Etat des lieux de l'approvisionnement en eau dans la Boucle du Mouhoun et du Sud-Ouest (Zoungrana, 2011)	6
Tableau 4 : Critères choisis pour évaluer le comportement lié au transport	31
Tableau 5: Critères choisis pour évaluer le comportement lié au stockage	33
Tableau 6: Produits chimiques couramment utilisés pour la désinfection de l'eau à domicile	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude	8
Figure 2: Bornes Fontaines ONEA	9
Figure 3: Puits traditionnels (à gauche); Forage équipé de PMH (à droite)	10
Figure 4: Puits modernes (à gauche) ; Forage équipé de PMH (à droite)	11
Figure 5: Aspect des colonies coliformes totaux et E. coli sur les boîtes de Pétri	16
Figure 6: Représentation ethniques dans les 4 villages	20
Figure 7: Croyances religieuses des populations	20
Figure 8: Proportion de l'usage des récipients de transport.....	21
Figure 9: Type de récipients de stockage	22
Figure 10: Lieu de stockage de l'eau de boisson	23
Figure 11 :(de gauche à droite): 1. gobelet sale au-dessus de la jarre; 2. Gobelet plongé dans l'eau du canari non couvert; 3. calebasse pour extraire l'eau déposé à terre	23
Figure 12: Lieux de défécation dans les 4 villages	24
Figure 13: Perception de la qualité de l'eau dans les ménages les enquêtés	25
Figure 14: Répartition des sources d'eau par nombre d'indicateurs de contamination fécale ..	26
Figure 15: Taux de contamination des ménages sur la chaîne d'eau.....	28
Figure 16: Courbes comportements et coliformes fécaux liés au transport	31
Figure 17: Courbes charges des streptocoques comportement liés au transport.....	32
Figure 18: Courbes coliformes fécaux somme des comportements liés au stockage	34
Figure 19: Courbes contamination par les streptocoques - sommes des comportements liés au stockage	35
Figure 20: Moringa oleifera (à gauche); Graines de Moringa oleifera (à droite).....	41

INTRODUCTION

L'eau est indissociable de la vie et en particulier celle des populations humaines dont elle influence l'histoire et conditionne le développement. Elle est aussi un des vecteurs de transmission des maladies, par l'intermédiaire des germes infectieux ou des éléments toxiques, et par voie de conséquence de la mortalité humaine.

Or, la qualité de l'eau est un déterminant de santé humaine particulièrement préoccupant en zone aride (Ndiaye et al, 2010) où l'eau est une denrée difficilement accessible. L'assurance de la qualité de l'eau de boisson constitue un élément fondamental de la prévention primaire depuis plus de 150 ans et continue d'être la pierre angulaire de la prévention des maladies à transmission hydrique et de la lutte en la matière (OMS, 2011)

En effet l'eau de consommation dans les ménages en milieu rural est sujette à une pollution chimique et/ou bactériologique ; la première due à la contamination naturelle des eaux par des éléments contenus dans les roches (Kouakou et al, 2012), dans les effluents industriels, dans les alliages et les conservateurs de bois, dans les combustibles fossiles..., et la deuxième due à la contamination fécale d'origine humaine ou animale, directe ou indirecte (Ndiaye et al, 2010). L'utilisation de cette eau dans la préparation des aliments ou comme boisson peut être à l'origine de plusieurs cas d'infections avec comme causes les pathogènes dont les bactéries, les virus, et les protozoaires (Sanders et al, 2009).

Ces pathogènes peuvent provoquer des maladies de gravité variable, la gastro-entérite bénigne, la dysenterie, le choléra, des diarrhées sévères voire même mortelles, fièvre typhoïde, hépatite, Dracunculose, Schistosomiasis, Onchocercose ... (Monjour, 1997, 2000 ; Poda, 2007). Ces maladies dites hydriques tuent environ 5 millions de personnes chaque année et 2,3 milliards en souffrent.

Plusieurs études ont été effectuées sur la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux dans les villages africains, en particulier au Burkina Faso, mettant en évidence les caractéristiques des eaux à la source et au niveau des réservoirs de conservation (Ndiaye et al, 2010 ; Lalanne, 2012, Dianou et al, 2002). D'autres recherches ont établi un lien entre la dégradation de la qualité de l'eau et la fréquence de certaines maladies et/ou la mortalité (Mc Donald et al, 2007 ; Monjour, 1997 ; Poda, 2007 ; Abernathy et al, 1999 ; Dos Santos, 2006).

Cependant peu d'études ont été menées sur l'évaluation de la dégradation de la qualité de l'eau sur la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble (DIANOU 2002), liant la qualité de l'eau à la pratique et au comportement de la population, dans la zone d'intervention de ce projet. Le Burkina Faso, malgré les efforts fournis, n'est pas épargné.

La présente étude servira comme contribution et appui scientifiques aux diverses actions menées par de nombreux organismes ou centres de recherche en matière d'approvisionnement en eau potable et d'hygiène par la mise en place d'un état de lieu des régions étudiées et des modes de traitement accessibles à la population rurale.

Outre l'introduction, ce travail se structure en cinq grandes parties : la première et la deuxième partie portent respectivement sur la conceptualisation du domaine d'étude et la démarche méthodologique suivie pour obtenir les Résultats. La troisième partie présente les résultats. Quant à la quatrième partie, elle aborde la discussion et l'analyse des résultats en rapport avec les pratiques et les conditions d'accès à l'eau de boisson potable. Enfin, la cinquième partie qui va dégager la conclusion après avoir proposé les modes performants de potabilisation de l'eau dans les villages.

Chap. I : CONCEPTUALISATION DU CADRE D'ETUDE

I.1. Contexte général de l'approvisionnement de l'eau en PED

Au sein des pays en voie de développement, le secteur de l'eau en milieu rural connaît depuis 15 ans de profonds changements, dus aux processus de décentralisation en cours et aux réformes du secteur de l'eau potable et de l'assainissement (Zoungana, 2011).

En Afrique, le retard accusé dans l'approvisionnement et dans la mise en place de systèmes d'assainissement est à la base des principaux problèmes hydriques. Dans les faits, seulement 62% de la population africaine a accès à l'eau potable (Seck, 2004). Cette situation est beaucoup plus accentuée dans les zones rurales et périurbaines où la couverture avoisine 47% contre 85% en zones urbaines (OMS, UNICEF, Water Supply and Sanitation, 2000).

Au Burkina Faso pour mettre en œuvre cette politique, le gouvernement a adopté en 2006, un programme national unique pour le développement des infrastructures d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement, PN-AEPA, pour la période 2005-2015. Selon celui-ci, l'hydraulique villageoise ou rurale se charge de la satisfaction de la demande en eau potable des agglomérations de moins de 2 000 habitants. Les technologies choisies sont les forages équipés de pompe à motricité humaine, et les puits.

Le tableau suivant met en évidence les performances du PN-AEPA de 1999 à 2009

Tableau 1 : Evolution du taux de couverture et de fonctionnalité des ouvrages d'approvisionnement en eau potable en milieu rural (ZOUNGRANA, 2011)

Année	1999	2005	2006	2007	2008	2009
Taux de couverture milieu rural (%)	-	52	52,72	54,11	55,4	56,63
Taux de fonctionnalité PEM (%)	80	77	-	-	76,68	81,78
Taux de fonctionnalité AEPS/PEA (%)	-	66	-	-	66	65,68

Cependant, la quantité de l'eau en milieu rural, au Burkina Faso, est toujours insuffisante et sa qualité reste à améliorer.

Le tableau suivant illustre la portée des maladies hydriques dans ce pays.

Tableau 2 : Nombre de cas de maladies d'origine hydrique observé au Burkina Faso (MAH, 2012)

Cas de maladies	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nombre de cas de choléra ⁽ⁱ⁾	1	0	0	0	0	46
Nombre de cas de diarrhée sanguinolente et non sanguinolente ⁽ⁱ⁾	302 672	305 339	370 550	432 327	455 944	444 367
Nombre de cas de ver de Guinée ou Dracunculose ⁽ⁱ⁾	11	3	3	0	0	1
Nombre de cas de bilharziose ou schistosomiase intestinale ⁽ⁱ⁾	12 616	12 789	11 039	9 994	10 651	8 603
Nombre de cas de paludisme ⁽ⁱⁱ⁾ (simple ou grave)	2 312 862	2 905 669	3 760 885	4 507 420	5 686 417	5 364 731
Nombre de cas d'onchocercose ⁽ⁱⁱ⁾	9	12	16	11	3	6
Nombre de cas de parasitose intestinale ⁽ⁱⁱ⁾	240 332	273 598	310 098	352 947	382 820	353 531
Nombre de cas de filariose lymphatique ou éléphantiasis ⁽ⁱⁱ⁾	984	973	1 052	1 304	1 042	667

(i) Les maladies directement liées à l'eau

(ii) Les maladies indirectement liées à l'eau

Source : DGISS, Annuaire statistique de la santé

Face à cette situation préoccupante, tous les acteurs se sont impliqués en vue d'améliorer les conditions de vie des populations, particulièrement des pays en développement. Ainsi en guise d'exemple, lors de la conférence de Mar delPlata, les Nations Unies ont lancé en 1977, la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA, 1981-1990) dont l'un des objectifs était de fournir 20 litres d'eau potable par jour et par habitant.

Au Sommet du Millénaire de septembre 2000 à New York, les dirigeants des pays du monde se sont convenus de réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion de la population qui n'a pas accès, de façon durable, à un approvisionnement en eau potable.

Au Sommet Mondial sur le Développement Durable de Johannesburg de septembre 2002, la Communauté Internationale a entériné les Objectifs du Millénaire sur l'eau potable et a ajouté l'engagement de réduire de moitié, au plus tard en 2015, la proportion d'individus qui n'ont pas accès à des services adéquats d'assainissement.

C'est dans ce contexte également que les politiques sectorielles de l'eau au sein des gouvernements (cas du PN-AEPA au Burkina Faso) impliquant les ONGs (comme c'est le cas

pour USAID-WA WASH, PROMACO, WATERAID, ...) et le secteur privé ont été élaborés, en vue d'attendre les OMD sur l'eau potable.

I.2. Motivations et objectifs

Les motivations de cette étude proviennent du besoin de réaliser plus de recherches sur la qualité de l'eau dans les systèmes d'approvisionnement en milieu rural ainsi que les causes éventuelles de la contamination de l'eau de la source au point de consommation dans les ménages.

C'est ainsi que ce travail se donne comme objectif principal d'examiner les caractéristiques de la qualité des eaux consommées dans trois régions pilotes du Burkina Faso, de la source, aux réservoirs de stockage, en passant par les récipients de transport, d'une part et les impacts du comportement et des pratiques de la population sur la qualité de l'eau d'autre part. Ainsi, il permettra d'atteindre quatre objectifs spécifiques :

- ✓ Dresser un état des lieux de la qualité de l'eau des différentes sources dans les villages étudiés ;
- ✓ Analyser les facteurs de contamination et dégager les étapes susceptibles d'être améliorées tout au long de la chaîne de l'eau ;
- ✓ Analyser séparément les résultats de laboratoire et les résultats d'enquête et dégager des liens statistiques entre les deux
- ✓ Proposer des solutions de traitement au programme USAID WA-WASH et ses partenaires

I.3. Hypothèses

Dans la perspective d'atteindre les objectifs fixés, cette étude se chargera de vérifier les hypothèses suivantes :

- ✓ Les eaux sont contaminées par les récipients et les moyens de transport
- ✓ Les réservoirs de stockage ont un impact sur la pollution des eaux de consommation
- ✓ Le comportement, les habitudes et les pratiques d'hygiène dans les ménages dégradent la qualité de l'eau.

II.4. Le programme USAID WA-WASH

Ce travail de recherche est commandité par le programme USAID WA-WASH dont l'un des principaux objectifs poursuivis est de soutenir les approches accélérant l'accès à l'eau potable,

l'assainissement et l'hygiène. C'est un programme financé par la United States Agency for International Development (USAID). Il est mis en œuvre par une équipe de dix partenaires américains et européens sous l'égide de l'Université internationale de Floride, basée à Miami aux Etats-Unis. Le but principal de ce programme est d'augmenter l'accès à l'eau potable, à l'assainissement et à l'hygiène au Burkina Faso, au Ghana, au Mali et au Niger, en construisant et en élargissant les efforts précédents de WAWI en Afrique de l'Ouest.

Ce programme entend également renforcer les capacités et l'environnement institutionnel régional pour développer les services AEPHA en vue d'atteindre les Objectifs du millénaire pour le développement (OMD).

II.5. Identification de la zone d'étude

II.5.1. Choix des régions

Le choix des régions a été dicté par les critères communs pris en compte par la PROMACO, une ONG partenaire de USAID, qui contribue à la désinfection de l'eau à l'aide des pastilles de aquatabs. Ces critères sont :

- ✓ Taux d'utilisation d'eau potable
- ✓ Taux d'accessibilité à l'eau potable
- ✓ Source d'approvisionnement en eau de boisson (barrages, rivières, cours d'eau et lac)

Le tableau suivant indique l'état des lieux de ces zones :

Tableau 3: Etat des lieux de l'approvisionnement en eau dans la Boucle du Mouhoun et du Sud-Ouest (Zoungana, 2011)

Région	Taux d'utilisation d'eau potable	Taux d'accessibilité à l'eau potable	Source d'approvisionnement en eau de boisson
Boucle du Mouhoun	39,8% taux le plus faible au Burkina	33% taux le plus faible au Burkina	0,10%
Sud-Ouest	65,10%	60% 3ème taux le plus faible au Burkina	13,1% taux le plus élevé au Burkina

Ainsi les Régions de la Boucle du Mouhoun et le Sud-Ouest ont été choisies du fait qu'elles sont les moins approvisionnées en eau potables au Burkina Faso (Zoungana, 2011).

Quant au choix de la zone périurbaine de Ouagadougou constituée des communes rurales de la région du Centre se justifie par le fait que ces zones bien que proche de la ville de

Ouagadougou ne bénéficient pas des mêmes avantages que la zone urbaine elle-même. Ses populations sont victimes du surpeuplement, ont un niveau d'instruction moyen, de mauvaises pratiques d'hygiène, de mauvaises pratiques de stockage de l'eau, n'établissent pas toujours de lien entre la diarrhée et le manque d'hygiène, sont souvent conscientes du risque mais pas de moyen de prévention etc.

II.5.2. Le choix des villages

Le choix des villages cibles du projet s'est effectué sur la base des données obtenues dans l'enquête de USAID-WA WASH en collaboration avec ses partenaires dont PROMACO, celles relatives à la liste de villages dont les points d'eau étaient jugés de mauvaise qualité. Pour les 5 villages analysés le choix a été généralement aléatoire.

Néanmoins, d'autres critères sont considérés en vue de faciliter la réalisation de ce travail :

- ✓ Accessibilité à la glace pour la conservation des échantillons
- ✓ La proximité d'un centre important pour faciliter l'hébergement
- ✓ Motivation et implication de la population concernée

II.5.3. Choix des 2 forages principaux

Les critères retenus pour le choix de forage sont :

- ✓ Le nombre d'utilisateurs
- ✓ La présence ou non d'abreuvoir d'animaux

II.5.4. Le choix de ménages

Les ménages sont sélectionnés sur la base de leurs sources d'approvisionnement. Sept (7) ménages sur le premier forage identifié précédemment et 7 autres sur le deuxième. Les critères considérés sont :

- ✓ L'usage du forage
- ✓ La distance entre le ménage et le forage
- ✓ Autres critères aléatoires (collaboration et l'implication de la population, nombre de personnes dans le ménage,...)

II.5.5. Présentation de la zone d'étude

II.5.5.1. Le Burkina Faso

Avec une superficie de 274 000 km², le Burkina Faso est situé au cœur de l'Afrique de l'Ouest, entre 9°20' et 15° de latitude Nord et 5°3' de longitude Ouest et 2°30' de longitude Est, dans la zone soudano-sahélienne. Il est subdivisé en 13 régions administratives, 45 provinces et 351 communes (49 communes urbaines, 302 communes rurales) et environ 8000 villages.

Les changements climatiques ainsi que la pression humaine participent à l'accélération de la dégradation de ses ressources naturelles déjà limitées.

Sur le plan démographique, la population au Burkina faso est estimée à 16 248 558 d'habitants en 2011, dominée majoritairement par les femmes (52%) (MEAH, 2012), dont 77,3% résident en milieu rural (ZOUNGRANA, 2011). La figure suivante montre les 3 régions d'intervention du projet WA-WASH ainsi que les 4 villages faisant l'objet de cette étude:

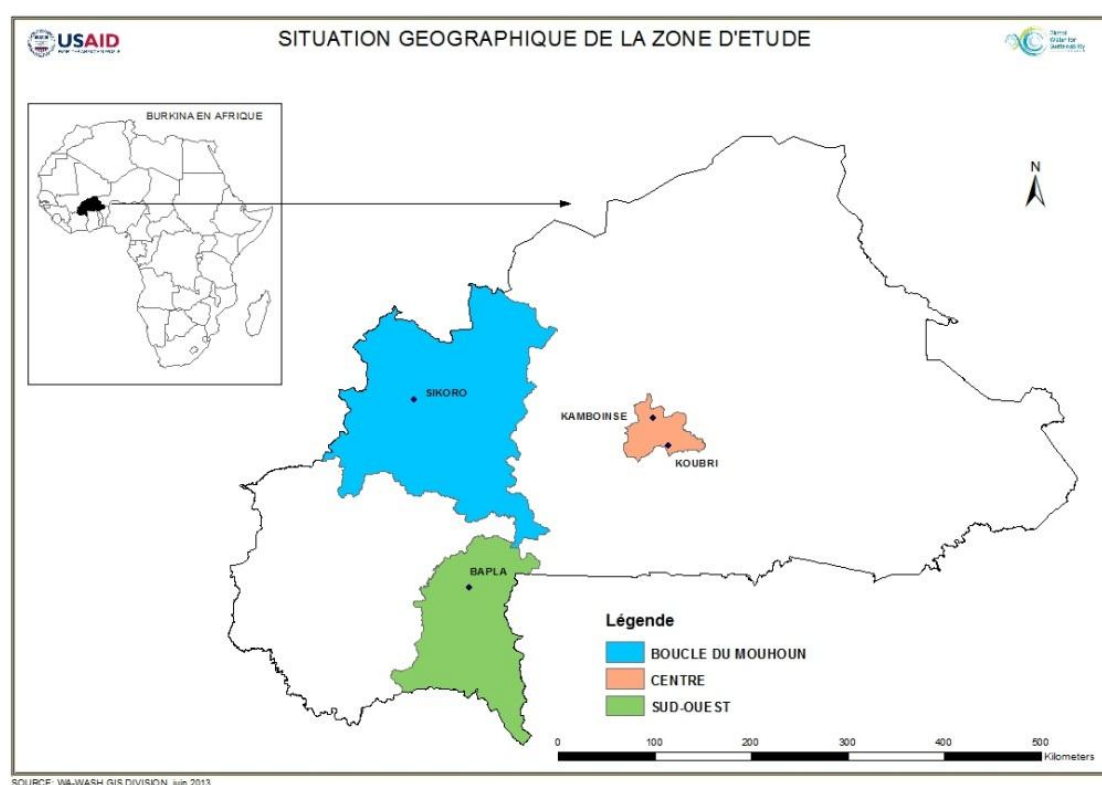


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

II.5.5.2.Région du Centre

Limitée au Nord et à l'Est par la région du Plateau Central, au Sud par la région du Centre Sud, à l'Ouest par le Centre Ouest, le Centre couvre une superficie de 2 826,28 km², soit 1,03 % du territoire national (ZIDA, 2009). Sa population est essentiellement composée de Mossi, Le chef-lieu de la région est Ouagadougou.

La région du centre comporte la seule province du Kadiogo. Située au cœur du Burkina Faso, elle ne comprend que la commune de Ouagadougou composée de cinq Arrondissements, auxquels ont été rattachés dix-sept villages dont 2 ont été étudié dans ce travail.

Le village de Kamboinsé est situé dans l'Arrondissement de Signonghin, à 25km de Ouagadougou, dont les habitants s'approvisionnent en eau de consommation sur les bornes fontaines ONEA, en grande partie, et sur les puits traditionnels. Les forages sont tous en panne.



Figure 2: Bornes Fontaines ONEA

Et le village de Koubri faisant partie de 25 villages composant la commune rurale de Koubri. Cette dernière est située dans la Région du Centre au sud de la Province du Kadiogo. Le village se situe au chef-lieu de la commune à 25km de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Pô.

La commune couvre une superficie de 555km². Sa population est estimée à +48 906 habitants inégalement réparti à l'horizon 2015 dont 8 973 pour le village de Koubri(RGPH, 2006).La population de ce village est approvisionnée en eau à un taux de 89% (PCD-AEPA, 2011-2015), chiffres rapporté à la population de 2010.

II.6.5.3.Région de la Boucle du Mouhoun

La région de la Boucle du Mouhoun est située au Nord-Ouest du Burkina Faso avec une superficie de 34 145 Km², soit 12,6% de la superficie du territoire national (DGAT-

DLR/MEF, 2010). Elle est subdivisée en 6 provinces, 47 départements, 6 communes urbaines, 41 communes rurales et 992 villages.

La population de la région est estimée en 2010 à 1 566 507 habitants et 1 736 239 habitants en 2015 (RGPH, 2006). Le village de Sikoro se situe dans la province de KOSSI, en commune de Bourasso.

Cette région est dominée par 3 grands groupes ethniques : les Bwaba, les Samo et les Marka. Mais l'on y rencontre des émigrants, venus principalement du nord et de l'est du pays ; ce sont notamment les Mossi, les Peulh, les Gourounsi, etc.

La Boucle du Mouhoun est une région peu accidentée, à climat soudano-sahélien connaissant une pluviométrie allant de 500 à 1000mm du Nord au Sud. Dans cette Région l'étude a porté sur le village de SIKORO situé en commune rurale de BOURASSO, province KOSSI. La population s'approvisionne en eau aux forages dotés de PMH et aux puits traditionnels.



Figure 3: Puits traditionnels (à gauche); Forage équipé de PMH (à droite)

II.5.5.4. Région du Sud-Ouest

Limitée à l'Est par la république du Ghana et la région du Centre Ouest, au Nord par les régions des Hauts bassins, du Mouhoun, à l'ouest par les régions des Cascades et au Sud par la République de Côte d'Ivoire. Elle couvre une superficie de 16 318 km², soit 6 % du territoire national. La population, à 73,65% animiste (SOMDA et SOME, 2009), est essentiellement composée des Dagara, Birifor, Lobi, Gan, Djan, Pougouli. La Région du Sud-Ouest regroupe les provinces de la Bougouriba, du Ioba, du Poni et du Nounbiel.

Selon le RGPH (2006), cette Région compte une population estimée à 532764 Habitants (4,08% de la population du Burkina), vivant essentiellement de l'agriculture, l'élevage, la pêche et le commerce.

Les infrastructures qui desservent sa population dans les domaines de la santé, et du bien-être des ménages relèvent essentiellement de l'Etat. En effet, sur les 79 formations sanitaires, seulement 7 (soit 9 %) sont privée (SOMDA et SOME, 2009)

Le village étudié se situe dans la province de Bougouriba, en commune de Diébougou à environ 7 km de la ville de Diébougou.

La principale ressource en eau utilisée dans toutes ces 3 régions pour l'Approvisionnement en eau potable demeure les eaux souterraines. On y rencontre les forages équipés de PMH, les puits modernes, les AEPS et les PEA.



Figure 4: Puits modernes (à gauche) ; Forage équipé de PMH (à droite)

Chap. II : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

La démarche méthodologique adoptée est conforme aux principes du projet de USAID WA-WASH : contrôle des eaux de boisson dans trois régions du Burkina Faso. Il s'agit d'analyse des échantillons au laboratoire du 2iE. Trois types de paramètres sont analysés :

- ✓ Les paramètres bactériologiques (Coliformes fécaux, Coliformes totaux, streptocoques) : choisis par le fait que ce sont ces paramètres qui sont à l'origine des maladies hydriques.
- ✓ La turbidité : ce paramètre est considéré eu égard à son importance dans le traitement de l'eau de boisson
- ✓ L'arsenic : est recherché dans cette étude en vue de prévoir les conséquences néfastes sur la santé de la population étant donné que au Burkina Faso, il y a prolifération des maladies due à la pollution de l'eau par l'arsenic.

Cette méthodologie consiste à sélectionner 10 sources par village parmi lesquelles 2 forages qui desservent 14 ménages. L'objectif visé étant d'évaluer la qualité des différentes sources dans les 3 Régions d'une part ; et l'évaluation de la contamination éventuelle de l'eau sur toute sa chaîne.

II.1. Définitions

Selon CREPA (2004), l'ouvrage d'adduction d'eau villageoise, est un dispositif techniquement ou technologiquement réalisé en vue de faciliter l'accès à une eau potable. Souvent, il se présente sous la forme de forage, de borne-fontaine dans les milieux ruraux et périurbains. Cet ouvrage est supposé remplir des conditions qui garantissent une eau potable si de bonnes pratiques sociales ou mesures d'hygiène sont adoptées.

II.2. Revue bibliographique

Elle s'est effectuée à des points suivants :

- La documentation sur l'état des recherches dans le domaine de la qualité de l'eau de boissons en Afrique en général et au Burkina Faso en particulier au sein du CDI (2iE),
- Internet : moteurs de recherche « OARE » et googlescholar
- Les rapports d'activités de l'ONEA, des mairies des communes concernées, du MAHRH, du MEDD, des travaux entièrement faits dans le cadre du projet USAID-WA WASH et des organisations (comme ONU, USAID, OMS, UNICEF, ...).

La recherche nous a permis de disposer d'un certain nombre de document et d'informations capitales pour la conduite de nos activités, de peaufiner la démarche méthodologique et d'élaborer les outils de collecte de données quantitatives et qualitatives.

II.3. Méthodologie de travail

La méthodologie de ce travail procède par le contact avec les autorités compétentes dans chaque village, à prélever les échantillons aux 2 forages et les 8 autres sources, dans les 14 ménages (dans les récipients de transport et dans les réservoirs de stockages pour chacun d'eux). Des analyses bactériologiques sont effectuées sur tous ces échantillons au sein du LEDES à 2iE, des mesures de la turbidité sur les 10 sources d'eau/village, et des analyses de l'arsenic exclusivement sur les 2 sources principales où s'approvisionnent les ménages en eau de boisson.

Enfin une administration des questionnaires en rapport avec le comportement, la pratique d'hygiène et l'usage de l'eau permet de collecter des données complémentaires aux analyses de laboratoire.

II.4. Analyse de laboratoire

II.4.1. Echantillonnage

L'échantillonnage se fait dans le but de satisfaire 3 objectifs principaux :

- ✓ La détermination de la conformité de l'eau la norme en vigueur au Burkina

Faso ;

- ✓ La caractérisation de toute contamination, son niveau et ses variations;
- ✓ L'identification des sources de pollution.

II.4.1.1. Méthode d'échantillonnage pour la bactériologie

Les échantillons sont toujours prélevés avec toutes les conditions d'asepsie nécessaires dans des contenants stériles de verre ou de polypropylène à large ouverture, de capacité de 500 ml, en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm après avoir mis nu, lavé et stérilisé le forage par flambage direct au moyen d'un chalumeau. Les flacons stérilisés se conserve au four jusqu'au jour d'échantillonnage.

II.4.1.2. Méthode d'échantillonnage pour les paramètres physico-chimique

Une analyse chimique irréprochable ne peut avoir lieu que si le prélèvement des échantillons est techniquement impeccable. De ce fait, les échantillons sont prélevés dans des flacons d'environ 200ml rempli à rang bord et acidifié jusqu'à un $\text{pH} < 2$ avant de fermer hermétiquement en vue d'éviter tout contact avec l'air et d'éventuelles modifications de la forme d'arsenic.

Quant à la turbidité les échantillons sont prélevés dans des tubes en plastique d'environ 50ml rempli à rang bord et conservés à froid à une température avoisinant 4°C au frigo avant les analyses.

II.4.2. Description des paramètres et des principes d'analyse

II.4.2.1. Bactériologie

a) Description

➤ Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié.

Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des micro-organismes plus nuisibles comme certaines souches d'E. coli, certaines bactéries opportunistes (*Klebsiellapneumoniae*, *Enterobacteraerogenes*,...), des virus, des champignons,....

➤ Coliformes fécaux

Selon Groupe Scientifique pour l'eau (2003), les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de $44,5^{\circ}\text{C}$. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (E. coli) et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*.

➤ Streptocoques

Selon le Groupe scientifique sur l'eau (2002), les streptocoques sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Ce groupe n'est généralement pas

considéré comme pathogène. Les streptocoques fécaux appartiennent à un groupe de streptocoques qui ne sont pas tous d'origine fécale (groupe D).

Toutefois, leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale récente.

b) Principe

La méthode de filtration sur membrane consiste à recueillir, identifier et dénombrer, à la surface d'une membrane filtrante stérile, les bactéries recherchées dans un échantillon. Pour les coliformes totaux, et les streptocoques un volume déterminé de l'échantillon est filtré à travers une membrane d'une porosité de 0,45 μm et ensuite incubé pendant 48 heures $\pm$ 2 heures à 35 $^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ $^{\circ}\text{C}$, respectivement sur les milieux chromocult Agar ES, et l'enterococcus agar.

Quant aux coliformes fécaux, la filtration se fait sur le chromocult Agar ES comme pour les totaux, la différence étant dans le temps et la température d'incubation. Pour ce cas, les boîtes sont incubées à 44 $^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ pendant 24h $\pm$ 2.

c) Analyse

Pour toute série d'échantillons, les méthodes standardisées utilisées dans le LEDES à 2iE sont suivies et tous les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité nécessaires sont réalisés en conformité à celles-ci. En effet, il est d'usage que les entonnoirs et supports de filtre soient désinfectés à l'éthanol 95% et stérilisés avec une flamme après toute série d'analyses ou interruption de travail.

Après la période d'incubation, les boîtes de Pétri sont sorties et rangées par ordre de numéro d'échantillon. L'observation des membranes s'effectue le plus tôt possible après leur sortie de l'incubateur. Les caractéristiques typiques des colonies de coliformes totaux sur gélose de type chromocult Agar ES sont :

- aspect bleu foncé à violet sur toutes les colonies typiques d'E. coli;
- aspect saumon à rouge et bleu foncé à violet comme coliformes totaux présumés;

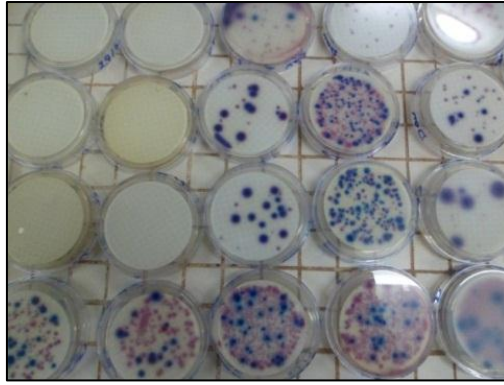


Figure 5: Aspect des colonies coliformes totaux et *E. coli* sur les boîtes de Pétri

II.4.2.2. Turbidité

a) Description

La turbidité est l'effet optique causé par les phénomènes de dispersion et d'interférence des rayons lumineux lorsqu'ils passent travers une eau chargée de petites particules en suspension (OMS, 1995).

Il importe de mesurer la turbidité, car c'est l'un des facteurs visuels de l'appréciation d'une eau par le consommateur d'une part et les MES à l'origine de la turbidité peuvent constituer un support pour le développement des bactéries d'autre part.

Le degré de la turbidité dépend donc de la concentration, de la finesse, ou de la dispersion de MES, ainsi que des caractéristiques d'absorption lumineuse de la suspension.

b) Principe

Elle est mesurée par la méthode néphélométrique selon laquelle la valeur de la turbidité est déterminée en faisant passer un faisceau lumineux à travers une cuve contenant l'échantillon d'eau et on mesure le flux lumineux diffusé par rapport au flux lumineux incident : La valeur du flux diffusé caractérise la diffusion par les particules solides.

Plus il y a de matières en suspension, plus la mesure est élevée. La mesure du flux lumineux diffusé constitue une mesure néphélométrique lorsque l'observation de la lumière diffusée se fait à 90° par rapport à la direction du faisceau incident.

c) Analyse

La lecture est faite à l'aide d'un turbidimètre WTW Turb. 550 de longueur d'onde (λ) 860nm suivant le principe des méthodes standardisées selon la norme NF EN 27027 (94) au sein du LEDES.

II.4.2.3. Arsenic

a) Description

L'arsenic est un élément présent à l'état naturel dans la croûte terrestre où sa concentration moyenne est de 2mg/kg (C.E.A.E.Q., 2003). Il est classé dans la catégorie des non-métaux ou « métalloïdes ». L'arsenic peut s'introduire dans les lacs, les cours d'eau et les nappes souterraines lorsque des gisements ou des roches contenant de l'arsenic se décomposent et sont dissous dans l'eau. L'arsenic est habituellement combiné à d'autres éléments, avec lesquels il forme des composés organiques ou inorganiques.

L'arsenic inorganique est présent dans les milieux naturels sous plusieurs formes. Dans les eaux naturelles et par conséquent dans l'eau potable, il existe principalement sous forme d'arsénite trivalent [As(III)] ou d'arséniate pentavalent [As(V)].

L'arsenic organique est présent en teneur élevée dans les poissons et fruits de mer, où il est bien moins dangereux pour la santé, car il est vite éliminé par l'organisme.

L'arsenic se retrouve aussi bien dans les eaux de surface que les eaux souterraines. Dissous dans l'eau, il est incolore, insipide et inodore. Il ne peut donc être décelé qu'au moyen d'une analyse chimique.

b) Effet sur la santé

La consommation d'eau riche en arsenic sur une longue période entraîne une intoxication par l'arsenic que l'on appelle aussi arsénicisme. Selon l'OMS, l'arsénicisme est l'effet de l'intoxication par l'arsenic généralement sur une longue période pouvant aller de 5 à 20 ans. La consommation d'eau riche en arsenic sur une longue période entraînerait donc divers effets sur la santé, y compris des problèmes de peau (tels que dépigmentation de la peau, et plaques rugueuses sur la paume des mains et la plante des pieds), le cancer de la peau, de la vessie, des reins et des poumons, et des maladies des vaisseaux sanguins des jambes et des pieds, et peut-être également le diabète, une hypertension artérielle et des troubles de la reproduction.

c) Analyse

La détermination de la teneur en arsenic de nos échantillons s'est faite au moyen de l'arsenator par détection directe. La méthode d'analyse est décrite à l'annexe 2.

II.4.3. Enquête et observations de terrain

Une fiche d'enquête (Annexe 1) élaborée en 2012 (LALANNE, 2012), et testée sur l'étude effectuée au sein du 2iE pour l'UNICEF, a été adaptée à notre étude. L'objectif de cette fiche

est de recueillir toutes les informations sur l'utilisation, la pratique d'hygiène, le comportement, les connaissances et les perceptions de la chaîne de l'eau par ménages des régions d'études. Lesquelles informations seront plus tard mises en corrélation avec les résultats de laboratoires en vue d'en dégager les conclusions.

II.5. Mode de traitement des données

II.5.1. Logiciels utilisés

Le traitement des données qualitatives a été fait au moyen d'une base de données conçue avec le logiciel Microsoft Access. Cet outil a permis de dégager la distribution de toutes les informations- clé pour cette étude, ainsi que les conclusions y relatives. Par contre, l'ensemble des données obtenues au laboratoire ont été dépouillées et analysées à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

II.5.2. Méthode Delphi

II.5.2.1. Définition

Une technique pour arriver à une position de groupe concernant une question à l'étude, la méthode Delphi se compose d'une série d'interrogations répétées, habituellement au moyen de questionnaires, d'un groupe d'individus dont les avis ou les jugements sont d'intérêt. Après l'interrogation initiale de chacun individu, chaque interrogation suivante est accompagnée de l'information concernant les réponses du tour précédent, habituellement présentée anonymement. L'individu est ainsi encouragé à reconsidérer et, si approprié, à changer sa réponse précédente à la lumière des réponses des autres membres du groupe. Après deux ou trois séries, une position moyenne du groupe est déterminée (Linstone et Turoff, 2002).

II.5.2.2. Description de la méthode

Cette méthode permet de transformer les critères relevés suites aux classements précédents, par un groupe d'experts, en données quantitatives. Après le classement des critères et définitions des sous-critères, le groupe d'experts attribue une note aux sous-critères et un coefficient à chaque critère. Ce coefficient permet de valoriser les critères ayant à priori un impact significatif sur la dégradation de la qualité de l'eau.

La somme des produits des notes de chaque critère par son coefficient donne ainsi un score de chaque ménage, représentant respectivement les mauvais comportements liés au transport et au stockage eu- égard à la conservation de la qualité de l'eau.

Ainsi, les données qualitatives issues des questionnaires d'enquêtes et des observations de terrains sont transformées en données chiffrées qui sont comparées statistiquement aux résultats de laboratoire.

II.5.3. Détermination de la corrélation de Kendall (ou taux de Kendall)

II.5.3.1. Définition

Appelée aussi corrélation de rang et mesuré par le coefficient de Kendall, le taux de Kendall mesure le classement des valeurs d'une variable donnée par rapport à l'ordre observé sur les valeurs d'une autre variable (Jybaudot.fr, 2011 in Lalanne, 2012).

II.5.3.2. Principe de calcul

Cette corrélation mesure la classification d'une variable (somme des comportements) au regard de l'ordre observé pour une seconde variable (nombre de bactéries dans un échantillon). Son calcul procède par les étapes suivantes :

- un classement, dans un ordre croissant, des nombres de bactéries trouvé dans les échantillons (série 1).
- Faire correspondre à chaque résultat de contamination un score comportemental (série 2).
- Observation et comparaison de la valeur de la série 2 avec les suivantes :
 - Si la suivante est supérieure, attribuer +1
 - Si la suivante est inférieure, attribuer -1
- Faire la somme (S) des valeurs +1,-1.

Du total global sur la série de ces scores donne le tau de Kendall en appliquant la formule :

$$\tau = \frac{S}{\frac{n(n-1)}{2}} = \frac{2S}{n(n-1)}$$

τ : Tau de Kendall

n : Nombre de données de chaque série

S : Somme de +1,-1

Chap. III : PRESENTATION DES RESULTATS

III.1. Résultats d'enquête

III.1.1. Caractéristiques des localités et groupes enquêtés

Dans l'ensemble, les populations rencontrées sont composées d'hommes (chefs de ménages) et de femmes d'environ mêmes âges, globalement de même conditions socio-économiques (agriculteurs, éleveurs, commerçants) et vivant tous dans des milieux régulés par des nonnes et valeurs culturelles sur lesquelles veillent les chefs de villages. Dans tous les 4 villages la corvée de l'eau est entièrement assurée par les femmes.

Au cours de cette enquête il a été constaté que pour les localités étudiées 46,42% de la population sont des Mossi rencontrés exclusivement dans les 2 villages du Centre ; 25% des Dagari résident au sud-ouest 21,42% de Baouba qui sont dans la Boucle du Mouhoun et de 3,57% de Bissa ; 3,57% d'autres ethnies.

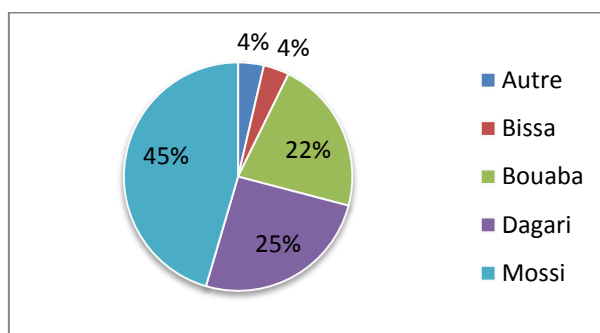


Figure 6: Représentation ethnique dans les 4 villages

En outre, cette population est distribuée suivant les croyances religieuses selon les proportions suivantes : 42,85% chrétiens, 33,92% musulmans ; 19,64% animistes et environ 2% sans croyance religieuse.

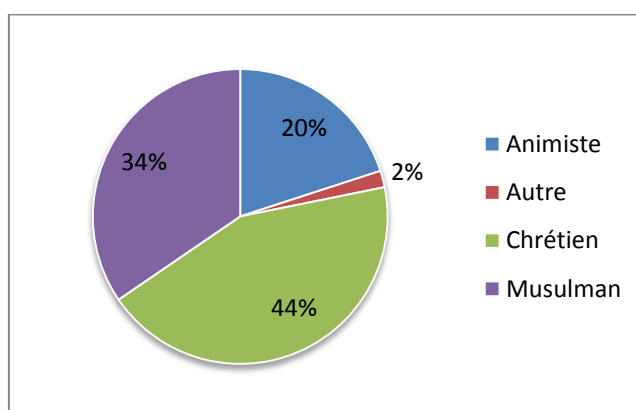


Figure 7: Croyances religieuses des populations

III.1.2. Pratiques en rapport avec l'eau de boisson

La potabilité de l'eau dépend de la source ou du lieu d'approvisionnement en eau de boisson, de l'hygiène autour des ouvrages en place, de l'hygiène corporelle en général et du lavage des mains en particulier, car les mains sont toujours en contact direct ou indirect avec l'eau de boisson que ce soit pendant son approvisionnement, son transport, son stockage ou sa consommation. Il faut convenir donc que si, à un moment donné, les pratiques adoptées ne sont pas de nature à garantir l'hygiène, alors la potabilité de l'eau demeurera problématique.

III.1.2.1. Phase d'approvisionnement en eau de boisson

Les populations interrogées révèlent que leurs sources possibles d'approvisionnement en eau de boisson sont le forage et les bornes fontaines suivant la situation du village. Il convient ici de souligner que les Bornes fontaines ne se trouvent que dans la Région du Centre.

L'analyse des résultats montre que 76,78% d'entre elles fréquentent souvent le forage contre 23,22% qui s'approvisionnent souvent aux bornes fontaines

L'approvisionnement en eau se fait à une distance comprise entre 200 mètres et 1500mètres des concessions dans la majorité des cas.

III.1.2.2. Phase de transport de l'eau de boisson

Pendant la phase de transport de l'eau, la majorité des ménages disposent de bidons (48,21% des réponses). De même, 35,71 % d'entre eux utilisent des plats métalliques tandis qu'une autre partie utilise des fûts métalliques (16,07% des réponses) et autres récipients comme les sceaux (7,14%).

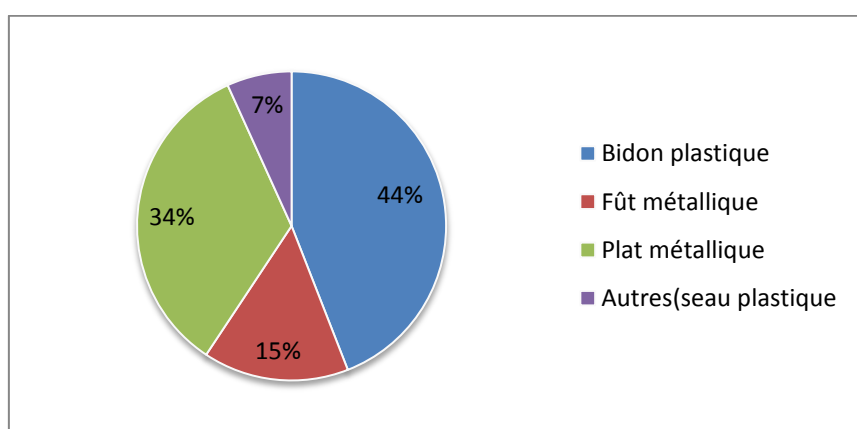


Figure 8: Proportion de l'usage des récipients de transport

De plus, les informations recueillies affirment que 44,64% des récipients sont couverts, soit de bouchons (32,14%), soit de sachets attachés avec une corde (12,5%) contre (53,57%) non couverts pour le transport de l'eau.

Quant aux dispositions prises pour protéger l'eau de toute contamination dans les récipients de transport 89,28% des ménages affirment laver les récipients de transport de l'eau (dont 50% avec savon, 25% sans savon, 17,85% avec un mélange de gravier et de sable puis secouer).

III.1.2.3. Phase de stockage de l'eau de boisson

Par rapport au stockage de l'eau de boisson, 89,28% de ménages change de récipient entre le transport et le stockage dont 91% directement après le transport pour 2 raisons principales: le refroidissement d'eau (64,28% des réponses) et en vue de libérer les récipients pour le prochain transport (53% des réponses).

Le récipient le plus utilisé (88,9% des ménages) est la jarre. Il existe d'autres types de récipients à savoir: les bidons, les seaux en plastique, les bassines en aluminium, les fûts et les barriques plastiques.

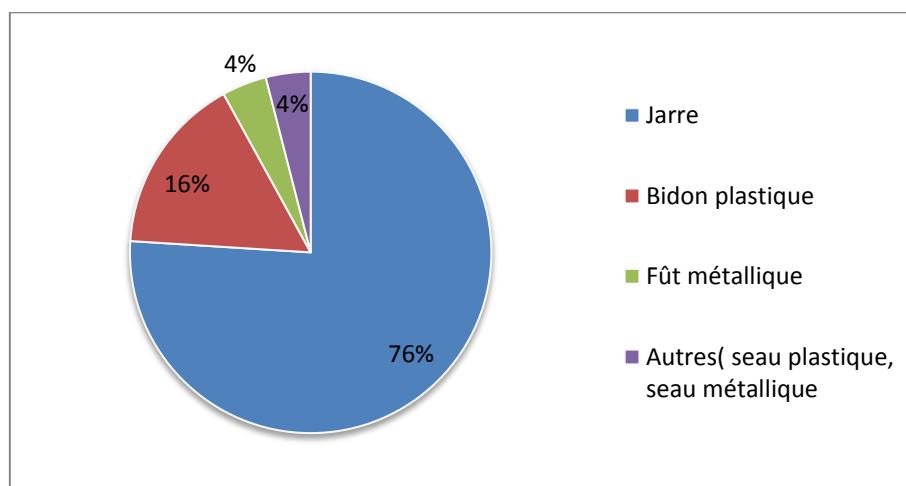


Figure 9: Type de récipients de stockage

En outre, pour des raisons d'éviter la saleté (89,28% des réponses) et de se protéger contre les maladies (26,78% de réponses), ces réservoirs sont lavés (à 51,78% avec du savon et 39,28% sans savon) à des fréquences variables selon le ménage. Le reste (8,94%) n'est pas lavé.

Les observations de terrains ont permis également de constater que l'eau de boisson est stockée dans des lieux distincts suivant les conceptions et l'organisation de chaque ménage.

La figure suivante montre la répartition en pourcentage des 56 ménages échantillonnés selon les lieux de stockage.

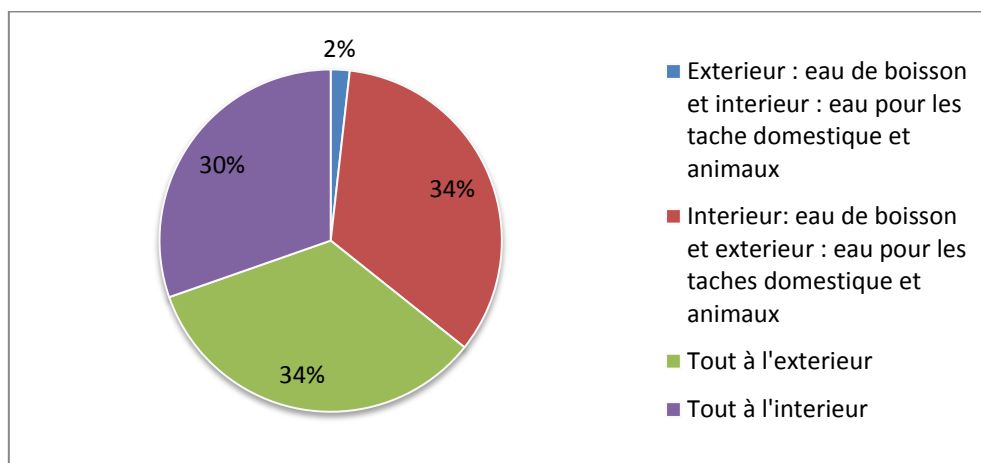


Figure 10: Lieu de stockage de l'eau de boisson

III.1.2.4. Phase de consommation de l'eau de boisson

A cette phase de consommation, les populations se servent de gobelet (78,57% des réponses) et ou dealebasses (19,64% des réponses) pour extraire l'eau dans les jarres de stockage. Une fois cet ustensile utilisé, il est placé soit sur le récipient de stockage (57,14% des cas), soit dans l'eau et non rattaché par une ficelle (21,42%) ou 17,85% dans d'autres endroits comme sur une table, dans un panier avec d'autres ustensiles, par terre,...

Du point de vue nettoyage, les informations recueillies auprès de la population rassure que 96,42% des ménages nettoient ces ustensiles (62,5% avec du savon et 33,92% sans savon) à réseau d'une fois par jour au moins.

Cependant la propreté de ces récipients reste toujours douteuse; et quant à la couverture des jarres et à l'adaptabilité des couvercles les réalités observées sont tout autres. L'image suivante illustre la propreté et l'état de protection de l'eau de boisson dans certains ménages.



Figure 11 :(de gauche à droite): 1. gobelet sale au-dessus de la jarre; 2. Gobelet plongé dans l'eau du canari non couvert; 3.alebasse pour extraire l'eau déposé à terre

III.1.3. Hygiène autour des points d'eau

Les résultats obtenus ici concernent l'état de salubrité et les activités menées autour des huit points d'eau observés sur le terrain. Autour des bornes fontaines et des forages la propreté est, en générale, assurée. Néanmoins, on trouve, dans certains cas, des excréments d'ânes, des troupeaux de porcs, de vaches de volailles de tant plus que les forages sont souvent muni d'abreuvoirs.

III.1.4. Pratiques courantes relatives à l'hygiène corporelle

La notion d'hygiène est définie comme l'ensemble des mesures de protection de la santé. Elle est aussi un ensemble de pratiques et de règles qui améliorent les conditions de vie et préviennent l'apparition des maladies (Soulé, 1996)

Les résultats de cette enquête montrent que 96,42% (dont 46,42% avec savon et 51,78% sans savon) des ménages se lavent de manière générale les mains, contre 3,57% qui ne le font pas. De façon particulière, 96,42% des ménages se lavent les mains avant et ou après les repas ; 8,92% avant et après la cuisine, 32,14% après la défécation et 25% avant la prière.

Quant à la disponibilité des latrines, 71,42% des ménages disposent de latrines. Toutefois, celles-ci ne sont ni couvertes, ni bien entretenues. Par contre 26,78% des ménages n'en ont pas. Certains défèquent dans la brousse et d'autres creusent des trous au sein de leurs concessions ou se servent des latrines de leurs voisins.

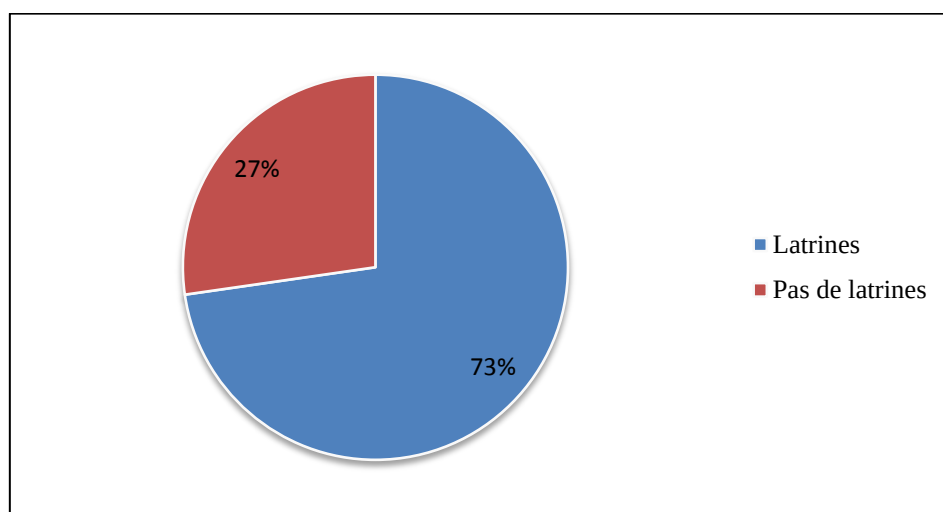


Figure 12: Lieux de défécation dans les 4 villages

III.1.5. Perception de la qualité de l'eau

La potabilité de l'eau dépend des pratiques qui, à leur tour sont fonctions des connaissances des mesures d'hygiène, de la perception ou de la représentation sociale des ouvrages d'AEPA. Il convient de souligner aussi que la perception dépend de l'influence des réalités socioculturelles des localités considérées.

Tous les 56 ménages enquêtés affirment s'approvisionner aux forages pour leur eau de boisson, l'eau de puits étant utilisée pour d'autres tâches domestiques (préparation du dolo, construction des maisons,...) ainsi que pour les animaux.

L'analyse des résultats montrent que les avis sont divergents. Dans les 4 villages 73,21% affirment que la qualité de l'eau est bonne ; tandis que 10,71% que la qualité est moyenne ; 8,92% pensent que ça dépend de certains facteurs (état du forage, hygiène autour, ...) ; et 7,14% avouent qu'elle mauvaise.

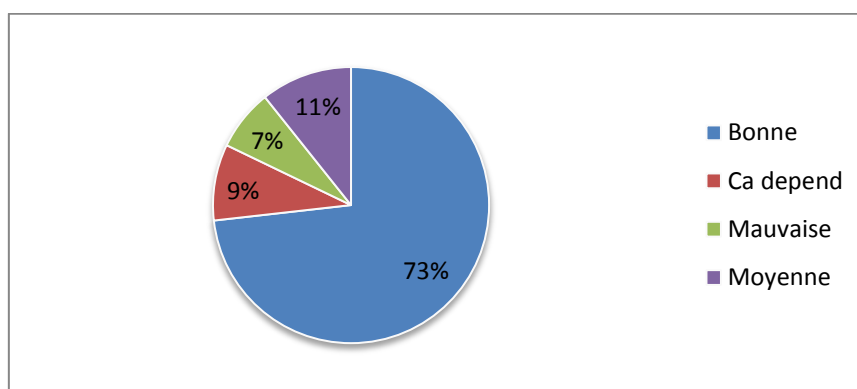


Figure 13: Perception de la qualité de l'eau dans les ménages les enquêtés

III.2. Résultats de laboratoire

Dans cette partie il sera question de présenter de façon brute les résultats obtenus lors des analyses au laboratoire. Pour ce faire, la qualité des eaux au niveau des sources sera présentée en premier, suivie de l'évolution de cette qualité le long de la chaîne d'utilisation.

Pour suivre la variation des indicateurs de contamination le long de la chaîne de l'eau, les eaux prélevées dans les ménages (transport et stockage) sont réparties en deux groupes, selon que les eaux de leurs sources sont contaminées ou pas.

En effet, pour qu'une eau soit susceptible à la consommation, la norme de l'OMS révisée en 2006 exige qu'elle ne doit contenir aucun indicateur de contamination dans un échantillon de 100 ml.

Cependant, ces recommandations, se basant sur une question de risque pour la santé, se sont avérées trop strictes lorsque l'accès à une eau de qualité est difficile. C'est pourquoi au cours de cette étude, les sources, ainsi que les échantillons seront classés suivant la classification de Feachem (1984) selon laquelle une eau est :

- POTABLE : si elle est exempte d'indicateur de pollution
- ACCEPTABLE : si elle a une concentration en indicateurs de pollution inférieure à 100UFC/100ml
- IMPROPRE : si elle a une concentration en indicateurs de pollution inférieure à 1000UFC/100ml
- EXTREMEMENT POLLUEE si elle a une concentration en indicateurs de pollution supérieure à 1000UFC/100ml

III.2.1. Résultats bactériologiques

III.2.1.1. Evaluation de la qualité bactériologique des sources d'approvisionnement

La population des 4 villages échantillonnés est desservie par les bornes fontaines et les forages en eau de boisson. Parmi ces sources, seulement 8 ont attiré notre attention. La figure 14 montre la répartition de ces sources en pourcentage, classification faite suivant la norme relativisée par Feachem (1984) pour les eaux de boisson.

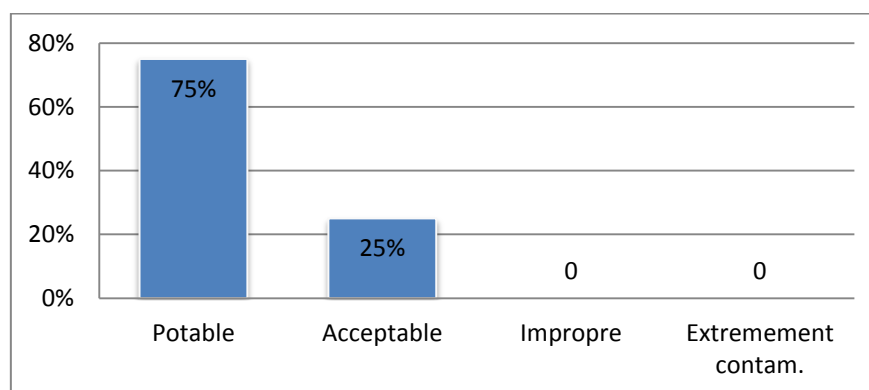


Figure 14: Répartition des sources d'eau par nombre d'indicateurs de contamination fécale

Les résultats d'analyses ont permis de tirer les conclusions suivantes : sur 8 sources qui commencent la chaîne d'eau de boisson :

- 6 (soit 75%) sont potables : Ces points d'eau se situent principalement à Kamboinsé où l'eau de la BF est chlorée, à Koubri et à Bapla
- 2 (soit 25%) sont contaminées : trouvés dans le village de Sikoro

III.2.1.2. Evaluation de la qualité bactériologique sur la chaine de l'eau

III.2.1.2.1. Cas des sources potables

Du point de vue d'usage de l'eau et le comportement qui y est lié, le constat est que sur toute la chaine d'eau la contamination n'a cessé d'augmenter. Les résultats sont présentés par village, étant donné que le comportement, les sources et le mode d'utilisation n'est pas les mêmes dans les villages. Remarquons également une nette différence entre les autres villages et Kamboinsé. Ici les sources sont chlorées ce qui explique la faible contamination dans cette localité.

▪ Transport

Les résultats sont présentés en termes de pourcentage de ménages contaminés s'approvisionnant sur des sources non contaminées (tableau 4). Ces échantillons contaminés présentent toutes les formes de pollution (récente et ancienne). Sur le total des échantillons prélevés, 64,28% à Kamboinsé ; 21,43% à Koubri et 0% à Bapla sont non contaminés pendant cette phase.

Tableau 4 : Taux de contamination de l'eau pendant la phase de transport

Village	Total échantillons contaminés	Contamination récente	contamination ancienne
Kamboinsé	35,71%	7,14%	35,71%
Koubri	78,56%	42,85%	50%
Bapla	100%	100%	92,85%

▪ Stockage

Les résultats de la phase stockage sont présentés en termes de pourcentage de ménages contaminés s'approvisionnant sur des sources non contaminées (tableau 5). Certaines échantillons présentent les deux formes de contamination. Les constats est que au cours de cette phase le taux de contamination continue à croître par rapport à la phase précédente. Aussi sauf le village de Kamboinsé, à ce stade tous les échantillons d'autres villages sont contaminés.

Tableau 5 : Taux de contamination de l'eau pendant la phase de stockage.

Village	Total échantillons contaminés	Contamination récente	contamination ancienne
Kamboinsé	49,98%	42,85%	35,71%
Koubri	100%	100%	100%
Bapla	100%	100%	100%

La qualité de l'eau se détériore le long de la chaîne de l'eau. Les résultats trouvés au laboratoire montrent que la contamination augmente depuis la source jusqu'au stockage en passant par le transport. La figure suivante représente les taux de ménages suivant le degré de contamination sur la chaîne d'utilisation de l'eau. »

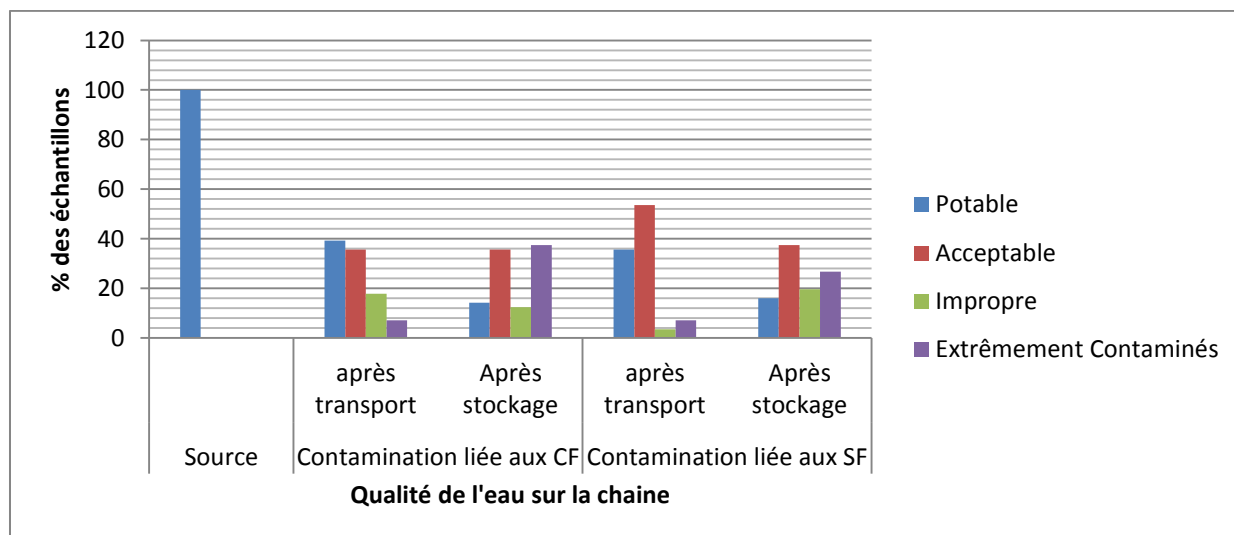


Figure 15: Taux de contamination des ménages sur la chaîne d'eau

III.2.1.2.2. Cas des sources contaminées

Il est évident que les ménages s'approvisionnant sur des sources contaminées auront ipso facto de l'eau contaminée dans leurs récipients que ce soient de transport que de stockage. La raison en est que dans ces villages l'eau ne subit aucun traitement avant d'être consommée.

Ainsi il sera intéressant d'évaluer l'évolution du taux de contamination le long de la chaîne d'eau.

▪ Transport

Au cours de la phase de transport, tous les 14 ménages utilisant des sources contaminées 100% des échantillons ont une charge bactérienne supérieure à celle de la source. De même, 28,57% des échantillons reste dans la même classe de qualité que l'eau de la source (acceptable). Par contre, 28,57% ont une charge bactérienne supérieure à 100UFC/100ml mais inférieure à 1000UFC/100ml, donc l'eau classée impropre et 42,85% des échantillons ont une eau extrêmement contaminée (donc charge bactérienne supérieure à 1000UFC/100ml).

▪ Stockage

Pendant la phase stockage ces taux augmentent. Cette analyse fait remarquer que le taux des échantillons acceptables diminue tandis que les 2 autres augmentent. Ceci témoigne qu'au cours de cette phase les utilisateurs continuent à contaminer l'eau.

Ainsi les analyses des échantillons des récipients de stockage révèlent que 14,28% d'échantillons reste acceptables mais avec des charges bactériennes supérieure à celle de la phase transport, 35,75% impropres et 50% extrêmement pollués.

III.2.1.3. Evaluation de la qualité bactériologique des autres sources

Pour chaque village huit autres sources ont été analysées. Celles-ci, dominées par les puits sont en général très contaminées. Les résultats d'analyses sont présentés à l'annexe 3.

III.2.2. Résultats de physico-chimie

III.2.2.1. Turbidité

Exprimée en masse par unité de volume, la turbidité a été mesurée, en plus des sources d'approvisionnement, pour huit autres points pour chaque village. En général, le constat est que les valeurs trouvées ne dépassent pas la limite fixée par OMS (annexe 5) pour l'eau potable pour les sources d'approvisionnement en eau de boisson (BF et forages), exception faite pour un forage de Koubri qui a une moyenne de 7,21 NTU.

Par ailleurs pour les autres sources d'eau, majoritairement dominées par des puits, les eaux prélevées sont très turbides, avec généralement des teneurs dépassant largement la norme de l'OMS.

III.2.2.2. Arsenic

Dans la présente étude, le dosage de l'arsenic s'est effectué sur les échantillons des 2 principales source de chaque village. Les résultats présentés dans l'annexe 3 montrent que les valeurs obtenues sont comprise entre 0 et 2,6µg/l. Celles-ci sont inférieures à la limite de 0,01mg/l (OMS, 2006) et ne présente aucun danger pour la santé humaine.

Chap. IV : ANALYSE DES RESULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre a pour but d'établir une relation entre les données des enquêtes et les résultats obtenus après les analyses de laboratoire. Ce lien statistique et mathématique sera fonction des hypothèses émises dans la section I.4 et permettra de les confirmer ou les infirmer.

Pour cela, cette partie va procéder, d'abord, par l'analyse multicritères à l'aide de la méthode Delphi, par laquelle un lien statistique entre les deux types de résultats sera dégagé. Ensuite, il sera question de formuler un lien mathématique entre les deux séries de données par calcul du tau de Kendall, lequel coefficient va permettre enfin de confirmer ou rejeter les hypothèses émises au début de ce travail.

IV.2. Analyse multicritères des résultats et discussion

Les activités d'une personne, les techniques employées, les méthodes de gestion, l'organisation, les habitudes, etc. sont autant de caractéristiques qui interviennent dans la description du comportement d'une personne en matière d'hygiène. L'étude des influences du comportement nécessite donc l'analyse conjointe de plusieurs facteurs. (Lalanne, 2012). C'est pour cette raison nous avons recouru à la méthode Delphi.

Le choix des critères s'est basé sur le principe selon lequel plus le score du comportement est faible plus il est « bon » en matière de comportements liés au transport et/ou au stockage. Aussi certains de ces critères sont choisis subjectivement suite aux observations faites sur terrain.

De plus, il s'avère pertinent de souligner que sur les 75% des sources non contaminées obtenues dans les 4 villages seules 50% (Koubri et Bapla) seront considérés du fait que les BF de Kamboinsé subissent une chloration et de tant plus que l'effet rémanent de ce chlore dans le réseau de distribution de l'eau nous est inconnu.

IV.2.1. Relation entre le comportement et la contamination au cours du transport

IV.2.1.1. Choix des critères

Quatre (4) critères sont sélectionnés suite à une analyse multicritères. Ceux-ci sont classés suivant la méthode Delphi après un consensus de groupe et un coefficient de pondération attribué à chacun d'eux selon son impact sur la qualité de l'eau.

Tableau 4 : Critères choisis pour évaluer le comportement lié au transport

Critère	Coefficient	Sous-critère	Points
C1 : Propreté du récipient de transport	9	- propre	1
		-sale	10
		-Nettoyage : eau+savon	1
		Eau	2
		Eau+gravier	3
		-Non nettoyé	4
C2 : Type de récipient de transport	6	-bidon	5
		-sceau	1
		-plat métallique	1
C3 : Présence de moyen de protection de l'eau	3	-oui	1
		-non	3
C4 : Distance parcourue au cours du transport	2	-<500m	1
		-500m<d<1000m	2
		-> 1000m	3

IV.2.1.2. Analyse des graphiques de données

IV.2.1.2.1. Contamination liée aux CF

▪ Tracée de la courbe

La contamination récente est mise en évidence par les coliformes fécaux. Pour les 28 ménages s'approvisionnant à des sources non contaminées la figure suivante présente l'allure des courbes de la contamination et du comportement des ménages pendant le transport.

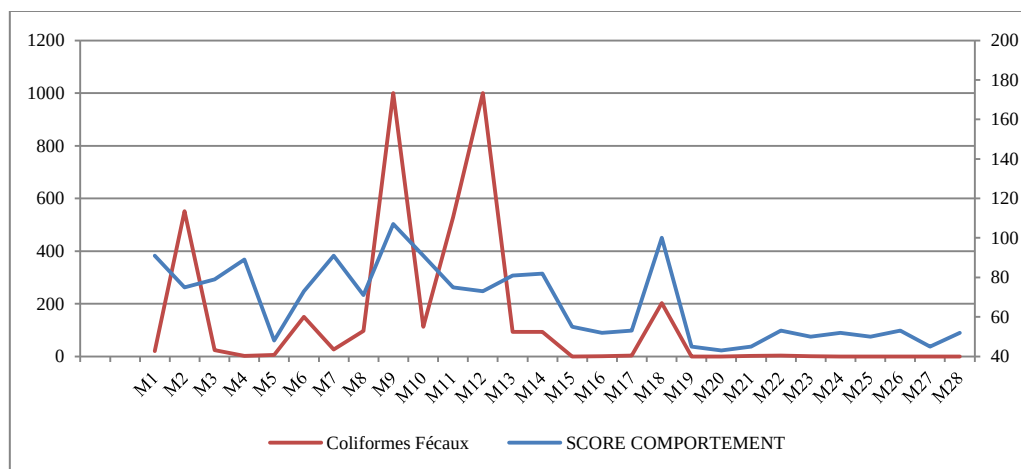


Figure 16: Courbes comportements et coliformes fécaux liés au transport

La figure affiche des courbes d'allure un peu similaire. Ceci montre qu'il existerait un lien entre le comportement des usagers de l'eau et la contamination par les coliformes fécaux, indicateur de contamination récente. Toutefois la similitude n'est pas parfaite et ne permet pas de conclure immédiatement quant à la relation entre les deux séries de données.

▪ Calcul du tau de Kendall

Pour bien déterminer le lien entre les deux séries de données il a été opportun de procéder au calcul du coefficient de corrélation de Kendall. Pour ces deux paramètres le calcul donne une valeur de **0,49**. Cette valeur, bien qu'elle soit inférieure à 0,5, elle est satisfaisante et montre que les critères considérés, subjectivement, par la méthode Delphi et les scores d'impact qui leurs sont attribués sont cohérents.

IV.2.1.2.2. Contamination liée au SF

▪ Tracée de la courbe

La contamination ancienne, par contre, est représentée par les streptocoques. Dans la figure 17 les courbes montrent l'évolution des charges en streptocoques et le comportement de la population pendant le transport

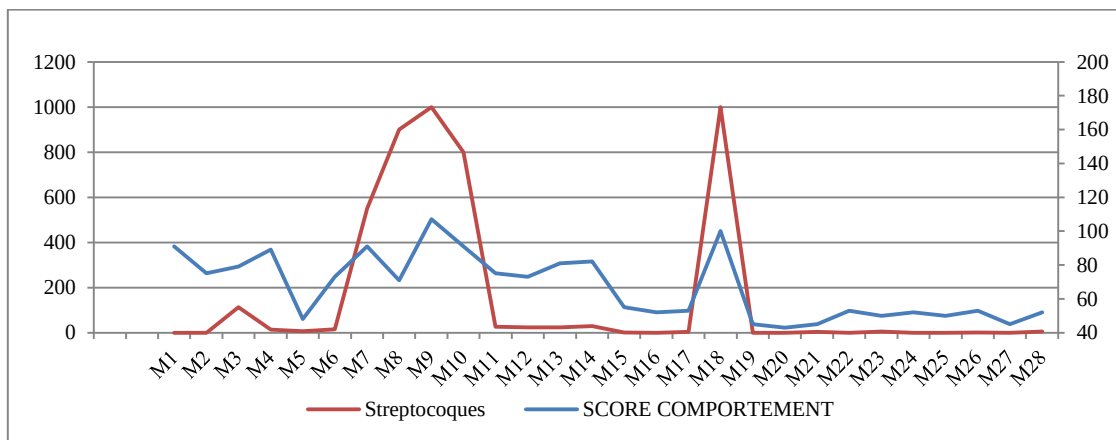


Figure 17: Courbes charges des streptocoques comportement liés au transport

▪ Calcul du tau de Kendall

Le calcul du coefficient de corrélation de Kendall donne **0,405**. Cette valeur est aussi faible mais illustre une liaison entre la somme des comportements et la contamination avec les streptocoques fécaux pendant la phase du transport.

▪ Conclusion

Certes les coefficients trouvés sont faibles, mais ils mettent en évidence la relation entre la contamination de l'eau de boisson dans les villages et la somme du comportement de la population. Ces chiffres étant obtenus par application d'une méthode subjective (Méthode

Delphi), plusieurs raisons peuvent expliquer ce fait : soit les réponses aux questionnaires n'étaient pas véridiques ou l'enquête n'a pas touché tous les points sensibles ; soit le choix des critères n'a pas été complet ou les coefficients sont mal distribués. En effet, les résultats d'un Delphi sont des opinions, rien de plus (Linstone et Turoff, 2002) et cette dernière hypothèse est l'une des raisons de l'échec de cette méthode.

Malgré la faiblesse des coefficients, il existe une corrélation linéaire entre les deux séries de données au cours de la phase de transport. Il sera donc important de tenir compte, dans la recherche des solutions, de tous les paramètres susceptibles d'avoir un impact sur la contamination de l'eau.

IV.2.2. Relation entre le comportement et la contamination au cours du stockage

IV.2.2.1. Choix des critères

Le choix des sept (7) critères de la phase de stockage s'est basé sur les mêmes principes que précédemment. Après discussions et consensus du groupe, le classement des critères selon leur importance dans la contamination. De plus, comme pour le transport, à chaque critère a été attribué un coefficient selon son impact présumé sur la contamination et des sous-critères auxquels on a donné une note.

Tableau 5: Critères choisis pour évaluer le comportement lié au stockage

Critères	Coefficient	Sous-critères	Points
C1 : Propreté du récipient de stockage	10	- propre	1
		-sale	10
		-Nettoyage : eau+savon	1
		Eau	4
		-Non nettoyé	8
C2 : Présence de moyen de protection	6	-Oui	1
		-Non	5
		-Propre	1
		-Sale	5
		- Nettoyage : eau+savon	1
		Eau	4
		-Non nettoyé	8
C3 : Lieu de stockage	6	-Intérieur	1
		-Extérieur	3
C4 : Présence des latrine	5	-Oui	1
		-Non	2

C5 : Type de récipient de stockage	4	-Bidon	5
		-Jarre	2
		-Sceau plastique	1
C6 : Emplacement des ustensiles d'extraction	3	-A côté des jarres	4
		-Dans l'eau	2
		- sur le couvercle	1
C7 : Lavage des mains	1	-Oui	1
		-Non	3
		-eau+savon	1
		-eau	2

IV.2.2.2. Analyse des graphiques de données

IV.2.2.2.1. Contamination liée aux CF

▪ Tracée de la courbe

Comme dans le cas du transport, la contamination récente est représentée par les coliformes fécaux. L'allure de la courbe du nombre des coliformes fécaux avec la somme du comportement dans la population pendant la phase de stockage de l'eau est illustrée par la figure 18 :

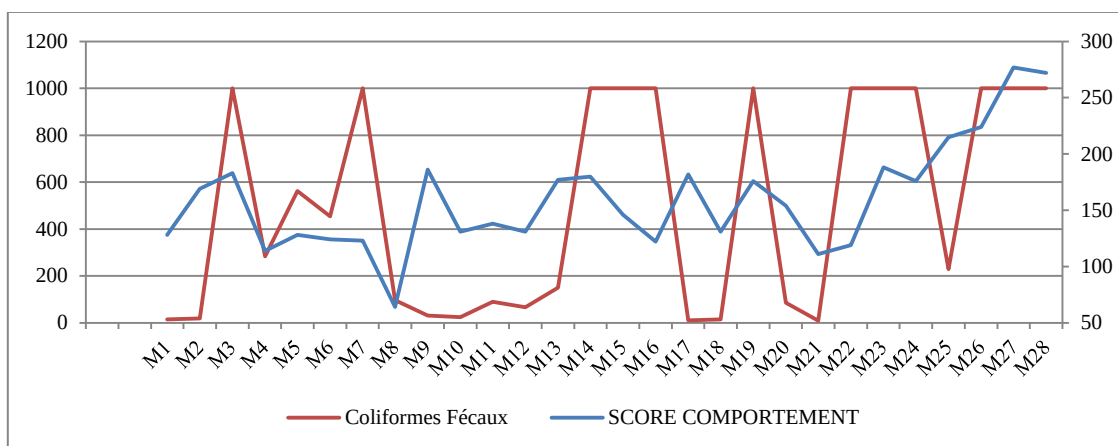


Figure 18: Courbes coliformes fécaux somme des comportements liés au stockage

La figure 18 montre, dans l'allure des deux courbes, des similitudes à certains endroits et dans d'autres non. Ceci peut mener à penser à une cohérence des critères du Delphi et à une probable corrélation entre la contamination récente (représentée ici par les coliformes fécaux) et le score du comportement affiché dans la phase de stockage de l'eau.

Cependant, il est à remarquer également de fortes charges bactériennes difficilement dénombrables par la méthode utilisée, ce qui rend difficile le classement, dans un ordre croissant, des nombres de bactéries trouvés dans les échantillons (première étape de détermination du tau de Kendall).

▪ Calcul du tau de Kendall

Le calcul du coefficient de corrélation de Kendall donne **0,37**. Inférieur à 0,5 cette valeur prouve cependant qu'il y a une relation entre la contamination récente et le comportement lors de l'usage de l'eau. Ce chiffre permet également d'approuver les critères considérés et la méthode Delphi pour ce cas.

IV.2.2.2.2. Contamination liée au SF

▪ Tracée de la courbe

La contamination ancienne est représentée par le nombre de streptocoques dans les échantillons. La figure 19 montre l'évolution des courbes contamination et comportement de la population pendant le stockage de l'eau

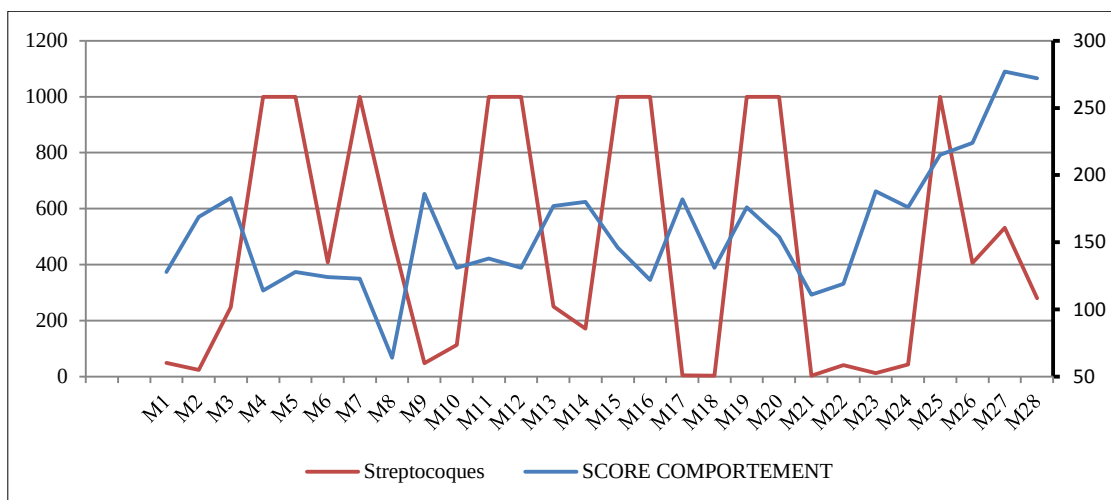


Figure 19: Courbes contamination par les streptocoques - sommes des comportements liés au stockage

L'allure des courbes représentée par la figure 19 ne montre pas de similitude. Toutefois, cela ne peut pas exclure l'existence d'un lien entre la contamination par les streptocoques et la somme des comportements pendant la phase de stockage de l'eau.

▪ **Calcul du tau de Kendall**

Le calcul du coefficient de Kendall a donné une valeur de **-0,0476**. Or théoriquement ce coefficient doit être compris entre 0 et 1. Ce chiffre ne nous donne aucun renseignement sur le lien entre les deux séries de données considérées. Aussi ce fait n'est pas une raison d'infirmier l'existence d'un rapport entre le comportement et la contamination fécale de l'eau stockée.

La valeur trouvée peut être due au mauvais classement des ménages en ordre croissant, dans pratique de la méthode Delphi. Ceci résulte à l'indétermination du nombre de colonies pour plus de la moitié des échantillons.

▪ **Conclusion**

Pendant cette phase de stockage il se fait remarquer de fortes charges bactériennes. Les méthodes utilisées n'ont pas permis, pour certains échantillons, de dénombrer avec exactitude les bactéries, que ce soit pour les coliformes fécaux (indicateur de la contamination récente) ou les streptocoques (indicateur de la contamination ancienne). Dans ce cas la charge bactérienne a été fixée à une valeur approximative $>1000\text{UFC}/100\text{ml}$.

Pour ce fait, le classement des ménages suivant l'ordre croissant de leur degré de contamination ne semble pas fiable. Cela pourrait expliquer la faiblesse du tau de Kendall pour la contamination récente et surtout le chiffre trouvé pour la contamination ancienne où environ la moitié des échantillons possède une valeur non précise.

De plus, le choix subjectifs des critères, leur nombre, ainsi que leur attribution de coefficient de pondération ; l'existence d'autres critères influents mais non tenus en compte peuvent aussi justifier ces valeurs.

En résumé, la méthode Delphi, malgré les imperfections rencontrées, permet de conclure que sur toute sa chaîne d'utilisation, l'eau est continuellement contaminée par ses usagers. Plusieurs critères impactent sa qualité. Citons en guise d'exemple : le type et la propreté du récipient de transport, la distance au forage, le stockage, l'utilisation régulière et sans mesures d'hygiène, ...

Toutefois pour obtenir de coefficients plus significatifs un reclassement des critères s'avère nécessaires en adjoignant les critères omis qui ont un impact important sur la qualité de l'eau.

Chap. V : CONCLUSION GENERALE ET SOLUTIONS PROPOSEES

V.1. CONCLUSION GENERALE

L'eau c'est la vie. Toutefois elle peut être aussi la cause de la mort. L'accès à une eau saine et suffisante est un droit primordial de tout citoyen de la terre. Cette étude inscrite dans le cadre du projet USAID WA-WASH avait pour objet d'évaluer la qualité de l'eau consommée dans les ménages en milieu rural au Burkina Faso.

Un état des lieux sur la contamination sur toute la chaîne de l'utilisation de l'eau a été fait. Par des échantillons ponctuels, en prise unique, (aux sources d'approvisionnement, dans les récipients de transport et dans les récipients de stockage), les analyses de laboratoire ont permis de s'enquérir de la situation de contamination au temps de notre passage. Donc l'analyse des eaux prélevées ne représente que leur qualité à un moment donné. Il serait par conséquent difficile de conclure sur la représentabilité des charges bactériennes, si un suivi régulier n'est pas effectué.

Ainsi à la lumière des résultats obtenus sur ce sujet, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- Sur 8 sources d'approvisionnement, 6 sont potables dont 2 traitées avant la distribution de l'eau.
- Sur les 2 sources chlorées, 100% potable à la source. Cependant après le transport seulement 35,71% restent potable et 49,98% des échantillons potables après le transport préservent leur qualité aussi après le stockage. Ceci peut être dû à l'effet rémanent du chlore.
- Sur 4 sources potables au départ, 100% sont contaminés seulement après le transport.

Cette étude montre que la charge bactérienne augmente considérablement de la source au stockage via le transport. De plus, les corrélations de Kendall trouvées, bien que leurs valeurs ne soient pas élevées, montrent qu'il existe un lien entre l'évolution de la contamination de l'eau et les comportements de la population.

Plusieurs facteurs influencent cette contamination. Certains sont observables et facile à évaluer (les récipients, la présence des animaux, la saleté des récipients,...) et d'autres et plus important se révèlent très difficile à évaluer du fait du manque d'informations (l'hygiène des personnes par exemple), des informations conformes partout (environ 100% des personnes qui affirment se laver les mains). Les observations de terrain ont permis de constater

également que la pauvreté, le manque de moyens matériels jouent aussi un rôle incontournable dans la contamination de l'eau.

La méthode multicritère utilisée n'a pas été très concluante. Elle a présenté des points forts et des points faibles. En effet, elle a conduit à donner une idée sur l'existence d'une relation entre la somme de tous les comportements et la charge bactérienne dans les lieux étudiés.

Par contre, cette méthode s'est démarquée non seulement par le manque des critères pertinents dans l'évaluation de la qualité de l'eau du fait de la difficulté de les évaluer, mais aussi par le manque de considération des contaminations accidentelles et/ou exceptionnelle de l'eau.

V.2. RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail une série de proposition en vue d'une lutte contre la contamination sur la chaîne de l'eau et d'une amélioration de la qualité de l'eau de boisson dans les villages du Burkina Faso est donnée. Elles sont classées en deux catégories :

V.2.1. Changement de comportement

1. D'une manière générale, mettre en place un programme d'information, d'éducation et de communication à l'égard de la population, pour lui faire acquérir des comportements favorables à la préservation, à la potabilité de l'eau depuis la source d'approvisionnement jusqu'à la consommation de l'eau. Interdire de cohabiter avec les animaux, améliorer leur niveau de vie, donner accès à un matériel d'utilisation de l'eau approprié et facile à nettoyer (par exemple des récipients à large ouverture).
2. **Au niveau de la source** : revoir la construction des forages en éliminant ou en éloignant les abreuvoirs des forages. Car le constat est que les forages contaminés sont ceux qui disposent des abreuvoirs et par conséquent sont entourés en permanence de bétail. Au cas contraire interdire à la population de traîner leur bétail aux environs des forages.
3. **Pendant la phase transport** : laver régulièrement les récipients de transport à l'eau et au savon et bien les couvrir après les avoir remplis. Utiliser les récipients à larges ouvertures pour faciliter le nettoyage.
4. **Pendant la phase de stockage** : laver correctement les réservoirs de stockage avant toute conservation de l'eau ; interdire les enfants d'utiliser l'eau ; bien couvrir ces récipients en vue d'éviter toute contamination accidentelle ; conserver chaque fois l'eau à l'intérieur de

la maison ; utiliser des ustensiles bien lavés à chaque fois qu'on veut extraire l'eau. Bien veiller à la bonne conservation de ces ustensiles

V.2.2. Propositions techniques

La recherche de la potabilité de l'eau est un souci constant en particulier en zone rurale où la ressource est souvent non contrôlée. Pour cette raison, e, dehors des méthodes simples, divers procédés physico-chimiques existe pour permettre une désinfection de l'eau de boisson. Et il serait préférable de les associer et toujours précéder par une filtration, en vue d'une désinfection efficace.

V.2.2.1. L'ébullition

L'ébullition est une méthode simple, bien adapté au contexte des villages au Burkina Faso et bien efficace que l'eau soit claire ou trouble, qu'elle soit relativement pure ou fortement contaminée par la matière organique. Cette technique détruit toutes les formes de germes pathogènes véhiculés par l'eau : bactéries, spores kystes, œufs.

V.2.2.2. Filtration couplée de désinfection chimique

Au terme de cette recherche, nous proposons une vulgarisation de filtres à eau qui permettraient d'éliminer en premier lieu les parasites (Baylac, 2002) ; couplées à une désinfection finale au moyen d'un composé chimique efficace, cette pratique pourrait garantir aussi l'absence des bactéries et des virus pathogènes.

V.2.2.2.1. La filtration

La filtration consiste à faire passer l' eau à travers un lit filtrant, fait généralement de sable ou d' autres matières poreuses, afin de retenir les bactéries, autres microorganismes et les impuretés. Elle peut donner de bons résultats et ne demande qu'un minimum d'attention et de compétence. A l'échelle domestique, deux types de filtres peuvent être employés, le filtre à sable domestique et le filtre céramique.

V.2.2.2.2. Désinfection chimique

Une gamme de produits chimique peut être utilisée pour la désinfection de l'eau de boisson. Le tableau suivant résume les produits proposés, la quantité utilisée, leurs avantages et inconvénient

Tableau 6: Produits chimiques couramment utilisés pour la désinfection de l'eau à domicile

Produit	Quantité	Avantages	Inconvénients
Permanganate de potassium	0,5 g/l	- Efficace contre les vibrio cholériques	- Peu efficace contre les autres pathogènes - Non recommandé
Sulfate de cuivre (solution 25%)	0,5mg/l	- Détruit les microbes non sporulés (en 1h) et les formes plus résistante en 6h - Utilisé pour les retenues d'eau où il y a développement des algues et des champignons	
Iode (2%)	2gouttes/litre	- Désinfectant de premier ordre	- Inefficace pour les eaux boueuses ou colorées
Aquatabs (NaDCC)	1cé (67mg)/20litre	- Très efficace - Accessible à toutes les couches socio-économiques - Sous-produits sans effet sur la santé	- Non vulgarisé

Particularités de l'aquatabs

De formule brute $C_3Cl_2NNaO_3$, le DCCNa (Dichloroisocyanurate de sodium) le même mode d'action et les mêmes usages que l'eau de Javel, mais son activité n'est que peu modifiée dans une gamme de pH comprise entre 6 et 10 (BAYLAC P., 2002). Dissous dans l'eau, il libère rapidement de l'acide hypochloreux (le composant actif) et du cyanurate de sodium (un composant non toxique) (voir équation annexe 8). On considère en général que l'action létale sur les organismes est due à la chloration des protéines cellulaires ou des systèmes enzymatiques par l'acide hypochloreux non dissocié qui provoque l'hydrolyse des chaînes peptidiques des membranes cellulaires des microorganismes.

Selon (BAYLAC P., 2002), Comparé à l'eau de javel (NaOCl) :

- Le DCCNa à demi-dose (62,5ppm) présente une activité bactéricide égale à celle de NaOCl à dose entière (125ppm)
- Le DCCNa entraîne une réduction de spores de 5ulog tandis qu'une solution de NaOCl n'a montré qu'une activité faible ou nulle
- Le DCCNa possède une activité mycobactéricide supérieure d'environ 2ulog à celle de NaOCl même après adjonction des matières organiques

- LeDCCNa agit rapidement sur les virus même en présence des matières organique

Enfin, le DCCNa présente après potabilisation de l'eau une concentration en Chlore libre de 5mg/l et un effet rémanent sur 24h, une activité conservée même en cas de forte turbidité

V.2.2.3. Purification par les graines de *Moringa oleifera*

Moringa oleifera est une plante tropicale dont les graines contiennent une protéine mortelle pour les bactéries *E. coli* et qui élimine également les sédiments présents dans l'eau. En effet, un extrait de cette fameuse protéine, chargée positivement. Ils l'ont ensuite incorporé à du sable, chargé négativement. Le résultat, appelé "sable fonctionnalisé" s'est ainsi avéré efficace pour purifier des échantillons d'eau.



Figure 20: *Moringa oleifera* (à gauche); Graines de *Moringa oleifera* (à droite)

Aussi, plus simplement cette plante peut être utilisée en introduisant des graines broyées dans une eau trouble, on obtient en quelques heures une eau limpide en surface, débarrassée des boues, bactéries ou virus qui sédimentent au fond.

Ce procédé est peu coûteux et facile à pratiquer. Il pourrait aider à fournir une eau de meilleure qualité à la consommation aux populations des pays en développement.

V.2.2.4. Désinfection au chlore

Pour les besoins domestiques, le chlore est utilisé sous forme de chlorure de chaux avec 30% de chlore libre, sous forme d'hypochlorite concentré soit 70% de chlore libre ou plus simplement sous forme d'hypochlorite de sodium, en solution eau de Javel, concentré liquide à 1%. Le chlore est un désinfectant efficace et facile à employer. Il agit sur les bactéries communément associées aux maladies d'origine hydrique et élimine les organismes pathogènes.

Ainsi dans la pratique pour désinfecter x litres d'eau de boisson les quantités d'eau de javel nécessaires sont présentées dans l'annexe 4

BIBLIOGRAPHIE

1. BAYLAC P. (2002), *le dichloroisocyanurate de sodium : un désinfectant majeur de l'eau de boisson*, Parmatrop
2. CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, *Détermination de l'arsenic dans l'eau; Méthode automatisée par spectrophotométrie d'absorption atomique et formation d'hydrures*. MA. 203 – As 1.0, Ministère de l'Environnement du Québec, 2003, 17 p.
3. DGAT-DLR/MEF (2010), *Profil des régions du Burkina Faso*, Direction générale de l'aménagement du territoire et du développement local et régional, Ministère de l'Economie et des Finances, 2010
4. DIANOU D., PODA J.N., THIOMBIANO L., SORGHOU H. (2002), *Qualité des eaux de boisson de forages et de ménages en milieu rural : Cas de Thion, Blédougou et Kangoula au Burkina Faso*, sud sciences et technologie N° 9 décembre 2002
5. Groupe scientifique sur l'eau (2002), *Entérocoques et streptocoques fécaux*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 5 p.
6. Groupe scientifique sur l'eau (2003), *Coliformes fécaux*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 3 p.
7. Groupe scientifique sur l'eau (2003), *Coliformes totaux*, Dans *Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine*, Institut national de santé publique du Québec, 4 p.
8. Harold A. Linstone, Murray Turoff (2002), *The Delphi Method, Techniques and applications*
9. http://www.maxisciences.com/eau-potable/purification-de-l-eau-le-moringa-un-nouvel-espoir-pour-les-pays-pauvres_art20801.html
10. LALANE F. (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*, Fondation 2iE et UNICEF, mai 2012
11. MAH (2012), *Annuaire statistique 2011 de l'eau potable et de l'assainissement des eaux usées et excréta*, Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique Burkina Faso, Secrétariat Général DGRE - DGAEUE – ONEA, novembre 2012
12. Monjour L. (2000), *Désinfection et chloration de l'eau dans les pays du tiers-monde*. EAST, Paris.

13. OMS, UNICEF, Water Supply and Sanitation Collaborative Council (2000), *Global water supply and sanitation assessment: 2000 report*, Geneve; OMS; Jan. 2003. 132 p. Ilus.
14. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE(2011), *Stratégies pour la gestion sans risque de l'eau de boisson destinée à la consommation humaine*, Rapport du secrétariat, soixante-quatrième assemblée mondiale de la santé, 14 avril 2011
15. Poda, J. N. (2007), *Les maladies liées à l'eau dans le bassin de la Volta : état des lieux et perspectives*. Volta Basin Focal Project Report No 4. IRD, Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, 87 p.
16. SACKOU KOUAKOU J. G., OGA S., CLAON S., BAMA M., MBRAH KOUA D., HOUENOU Y., KOUAKOU KOUADIO L.(2012), *Conditions d'accès et de stockage de l'eau : enquête dans les ménages en zone périurbaine à Abidjan en 2010* *Water access and storage: survey in a peri-urban area of Abidjan in 2010*, Santé Publique 2012, volume24, N° 2, pp 133-142
17. Santé Canada(2006), *L'arsenic*, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/watereau/doc_sup-appui/arsenic/index_f.html
18. Saunders AM, Kristiansen A, Lund MB, Revsbech NP, Schramm A. (2009), *Detection and persistence of fecal Bacteroidales as water quality indicators in unchlorinated drinking water*. SystApplMicrobiol 2009 Aug;32(5):362-70
19. Seck, E. 2004. *L'eau en Afrique*. Publié dans la revue Médiaterre-Afrique du 26 juin 2004
20. SOMDA S., SOME L. (2009), *Monographie de la Région du Sud-Ouest*, Ministère de l'Economie et des Finances, Comité National du Recensement, Bureau National du Recensement, Burkina Faso
21. Soulé, A. (1996), *Analyse du fonctionnement des régies de collecte et d'évacuation des ordures ménagères dans les quartiers de la ville de Parakou*, Mémoire de Maîtrise en santé publique.
22. WHO (1995), *Concern for Europe's Tomorrow, Health and the environment in the WHO European region*, World Health Organization (WHO), Rapport WHO European Centre for Environment and Health, Stuttgart, 537 pp.
23. ZIDA Y. (2009), *RGPH-2006 monographie de la région du centre*, Ministère de l'Economie et des Finances, Comité National du Recensement Bureau Central du Recensement, BURKINA FASO Décembre 2009

24. ZOUNGRANA D. (2011), *Alimentation en eau en zones rurales : évaluation des progrès vers la prestation de services durables Burkina Faso*, IRC International Water and Sanitation Centre, AGUA CONSULT

ANNEXES

Annexe 1 : FICHE D'ENQUETE

Variable	Questions	Réponse
<u>Identification de l'enquête</u>		
1	Nom et prénom:	
2	Sexe: 1. Masculin 2. Féminin	_
3	Age ou Année de naissance	
4	Ethnie : 1. Mossi 2. Dioula 3. Peuhl 4. Gourmantché` 5. Gourounsi 6. Bissa 7. Autre	_
5	Religion: 1. Musulman 2. Chrétien 3. Animiste 4. Autre	_
6	Nombre total de personnes vivant dans la concession : -----	_
7	Nombre d'enfants de moins de 5 ans : -----	_
8	Activité principale du chef de famille: 1. Agriculteur 2. Eleveur 3. Commerçant 4. Fonctionnaire 5. Sans activité 6. Autre : ----- --	_

I. Première partie : Comportements, connaissances et perceptions de la chaîne de l'eau

9	Quelle est votre principale source d'eau ? 1. Forage 2. Borne Fontaine 3. Puits 4. Marre 5. Autre	__
9 bis	Trouvez-vous que le point d'eau est loin de votre cours ?	__
10	Combien de fois par jour allez-vous chercher de l'eau ?	__
11	Combien de bidons par trajet ?	
12	Y a-t-il des personnes extérieures/qui ne sont pas de la concession qui amènent de l'eau dans la concession ? 1. oui 2. non Si oui, qui est cette personne ? Pourquoi ?	__
13	Quel mode de transport utilisez-vous pour ramener l'eau chez vous ? 1. pied 2. vélo 3. Pousse-pousse UNICEF 4. charrette 4. charrette avec âne	__
14	Quel type de récipient utilisez-vous pour transporter l'eau ? 1. bidon plastique 2. fût métallique, 3. bidon métallique 4. plat métallique 5. Autre <i>Evaluer la contenance</i>	__
15	Nettoyer vous les récipients de transport de l'eau ? 1. oui 2. non Si oui, comment ?	__

	1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau sans savon 3. Gravier, sable et secouent 4. Autre Si oui, pourquoi ? 1. Pour se protéger contre les maladies 2. Pour que ce ne soit pas sale 3. Autre Quand ? 1. Une fois par jour 2. Avant chaque utilisation 3. Autre <i>Evaluer le nombre de fois par jour</i>	
16	Protégez-vous l'eau transportée ? 1. oui 2. non Si oui, comment ? 1. Bouchon 2. Autre	__
17	<i>Si source d'approvisionnement différente du forage</i> Changez-vous de récipient entre la récolte de l'eau et le transport? 1. oui 2. non Si oui, pourquoi ?	__
18	Changez-vous de récipient entre le transport et le stockage de l'eau? 1. oui 2. non Si oui, pourquoi ? 1. Pour refroidir l'eau 2. Libérer les bidons pour le prochain transport 3. Autre Si oui, comment ? 1. L'eau est bouillie puis versée dans le nouveau récipient 2. L'eau est filtrée puis versée dans le nouveau récipient 3. L'eau est versée directement dans le nouveau récipient 4. Autre Quand ? 1. Directement après le transport 2. Quand le récipient de stockage est vide 3. Autre	__
19	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 <i>Evaluer la contenance</i>	
20	Comment l'eau est elle extraite du récipient de stockage ? 1. Un gobelet ou un plat sert à puiser 2. Autre Où cet ustensile est-il situé? 1. Sur le récipient de stockage 2. Dans l'eau et est rattaché à l'extérieur par une ficelle 3. Dans l'eau mais non rattaché par une ficelle 4. Autre Cet ustensile est-il nettoyé ? 1. Oui 2. Non Comment ? 1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau seulement 3. Autre Quand ? 1. A chaque fois avant de boire 2. Quand il est sale 3. Une fois par jour 4. Autre	
21	Où stockez-vous l'eau ? 1. intérieur : eau de boisson et extérieur : eau pour tâches domestiques et animaux 2. tout à l'intérieur 3. tout à l'extérieur 4. extérieur eau de boisson et intérieur : eau pour tâches domestiques et animaux	__
22	Protégez-vous l'eau stockée chez vous ? 1. oui 2. non 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 Comment ? 1. Avec une assiette plastique 2. Avec un couvercle en métal 3. Avec une assiette métallique 4. Autre	__ __

	<i>Le couvercle est-il adapté ?</i> 1. oui 2. non <i>Etat</i> 1. propre 2. sale	
23	Lavez-vous le moyen de protection? 1. oui 2. non Si oui, comment ? 1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau seulement 3. Autre	
24	Nettoyer vous les récipients de stockage de l'eau ? 1. oui 2. non Si oui, pourquoi? 1. Pour se protéger des maladies 2. Pour que ce ne soit pas sale 3. Autre Si oui, comment ? 1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau sans savon 3. Autre Quand ? 1. 1 fois par jour 2. A chaque fois que vous remplissez le récipient 3. Autre <i>Evaluer le nombre de fois par jour</i>	__
25	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	__
26	Qui a accès à l'eau stockée ? (notamment pour les enfants) 1. Ménage 2. Concession 3. Enfants moins de 5 ans 4. Animaux 5. Autre	__

		_
27	Que pensez-vous de la qualité de l'eau ? 1. Bonne 2. Moyenne 3. Mauvaise 4. Ca dépend 5. Autre	
28	Pensez-vous que la qualité de l'eau peut se détériorer au cours de son transport ? 1. oui 2. non Comment ? 1. Si le récipient est bien protégé, la qualité ne change pas 2. Autre	_
29	Pensez-vous que la qualité de l'eau peut se détériorer au cours de son stockage ? 1. oui 2. non Comment ? 1. Si le stockage dure longtemps la qualité change 2. Si le récipient est bien protégé, la qualité ne change pas 3. Autre	_
30	Pensez-vous que la qualité de l'eau a un impact sur votre santé ? 1. oui 2. non Lequel ?	_
30 bis	Quelles sont les principales maladies au sein de votre ménage	_

II. Deuxième partie : Formation/sensibilisation à l'hygiène

31	Vous lavez vous les mains ? 1. oui 2. non Si oui, comment ? 1. A l'eau avec du savon 2. A l'eau sans savon 3. Autre Pourquoi ? 1. Pour se protéger contre les maladies 2. Pour se débarrasser de la saleté 3. Autre A quelles occasions/Quand ? 1. Avant d'utiliser l'eau 2. Avant et/ou après le repas	_
----	--	---

	3. Avant et/ou après de cuisiner 4. Avant et/ou après défécation 5. Avant la prière 6. Après contact avec un tiers 7. Autre	
32	Combien de fois par jour vous lavez vous les mains ?	
33	Avez-vous reçu une formation dans le domaine de l'hygiène et l'assainissement ? (si non, allez directement à la question 44) 1. oui 2. non Lesquels ? 1. UNICEF 2. Autre	
34	Avez-vous changé des habitudes ? 1. oui 2. non Lesquels ? 1. Hygiène adulte 2. Hygiène enfant 3. Alimentation 4. Protection des aliments 5. Gestion de l'eau 6. Nettoyage des ustensiles destinés à l'usage de l'eau 7. S'occuper des enfants 8. Propreté de la concession 9. Assimilation des pratiques de l'hygiène 10. Autre	
35	Avez-vous observé des changements sur la santé de la famille ? 1. oui 2. non Si oui, sur qui ? 1. Tous les membres de la famille 2. Enfants principalement 3. Femmes et enfants 4. Mari et enfants 5. Autre Si oui, lesquels ? 1. Moins de maladies diarrhéiques 2. Moins de maux de ventre 3. Moins de paludisme 4. Disparition du ver de Guinée 5. Moins de cas de vomissements 6. Autre	

36	Avez-vous des latrines ? 1. Oui 2. Non Si non, comment faites-vous ? 1. En brousse (creuser un trou) 2. Autre	
37	Où sont-elles situées ?	
38	Qui utilise ces latrines ? 1. Les enfants de plus de 5ans 2. Les adultes 3. Autre	
39	Comment font les enfants de moins de 5 ans ? 1. Dans un pot 2. Latrines 3. En brousse (creusent un trou) 4. Autre	

III. Troisième partie : Connaissances, pratiques et perceptions du filtrage de l'eau à domicile

40	Connaissez-vous des techniques de traitement de l'eau à domicile ? (si non allez directement à la question 48 en donnant quelques notions concernant le traitement de l'eau à domicile) 1. oui 2. non	
41	Si oui, décrivez cette ou ces techniques ? 1. Bouillir 2. Filtration 3. Coagulation par méthodes traditionnelles 4. Autre	
42	Si oui, qui ou comment avez-vous eu connaissance de cette technique ? 1. Formation UNICEF 2. Autre	
43	Utilisez-vous cette technique ? 1. oui 2. non Quand ? 1. S'il existe un doute sur la qualité de l'eau 2. Eau du marigot 3. Eau du puits 4. Autre	
44	Seriez-vous intéressé par cette technique de traitement de l'eau à domicile ? 1. oui 2. non Pourquoi ?	

45	Pensez-vous que cette technique de traitement de l'eau à domicile améliorerait la qualité de l'eau ? 1. oui 2. non	☐
46	Pensez-vous que ce traitement de l'eau à domicile améliorerait votre santé ? 1. oui 2. non	☐
47	Pensez-vous que ce traitement de l'eau à domicile change le goût de l'eau? 1. Oui 2. Non	

Commentaires :

.....

.....

.....

.....

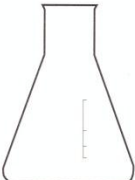
Fait à, le / / 20....

Annexe 2 : Mode opératoire :analyse de l'arsenic

Wag-WEI0500

Guide d'utilisation de l'Arsenator

Principaux composants du kit



Flacon gradué



Epurateur de gaz d'arsine à trois filtres



Filtres de retrait de sulfide d'hydrogène



Support de filtre rouge (Retrait)



Support de filtre noir (Collecte)



Arsenator



Tournevis



Filtre papier (Test Arsenic) (Etiquette Noire)



Filtre papier (Retrait) (Etiquette Rouge)



Sachet de poudre A1



Pastilles A2



Tube de dilution



Brosse



Tableau de comparaison



Sac à déchets, gants et brucelles

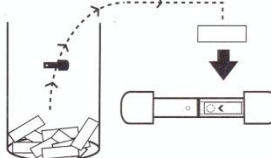
Etape 1: Préparer les filtres



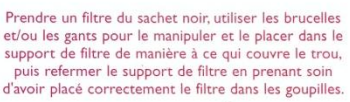
Prendre un filtre de retrait de sulfide d'hydrogène et l'insérer dans l'épurateur de gaz d'arsine à trois filtres.



Prendre le support de filtre noir et l'ouvrir.



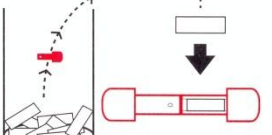
Prendre un filtre du sachet rouge et répéter la même manipulation que précédemment.



Prendre un filtre du sachet noir, utiliser les brucelles et/ou les gants pour le manipuler et le placer dans le support de filtre de manière à ce qu'il couvre le trou, puis refermer le support de filtre en prenant soin d'avoir placé correctement le filtre dans les goupilles.



Prendre le support de filtre rouge et l'ouvrir.



Prendre l'épurateur de gaz d'arsine à trois filtres et insérer SEULEMENT le support de filtre rouge. Les fentes de l'épurateur ont des gondoles spécifiques pour chaque support de filtre ce qui permet d'être sûr de l'insérer au bon endroit.



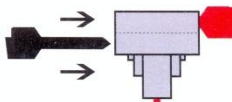
Prendre l'Arsenator et appuyer sur la touche pour l'allumer. Il apparaîtra alors sur l'écran "Insérer le support de filtre".



Prendre le support de filtre noir qui vient juste d'être préparé et l'insérer dans la fente.

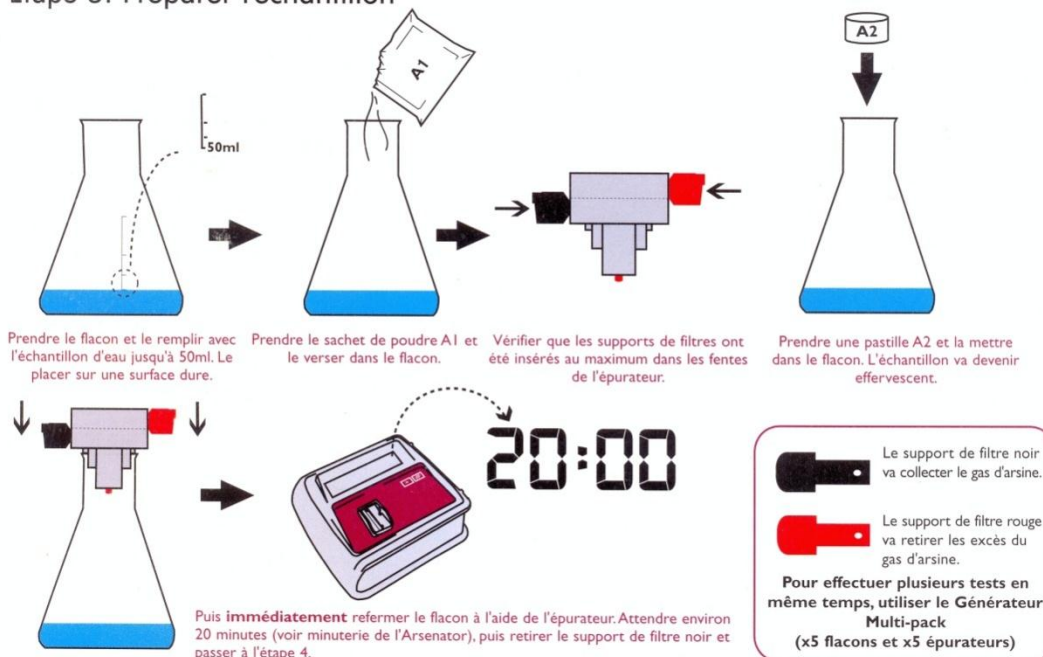


Puis l'Arsenator indiquera "Retirer le support". Une fois le support retiré, il indiquera "Test en cours" ce qui activera automatiquement la minuterie.

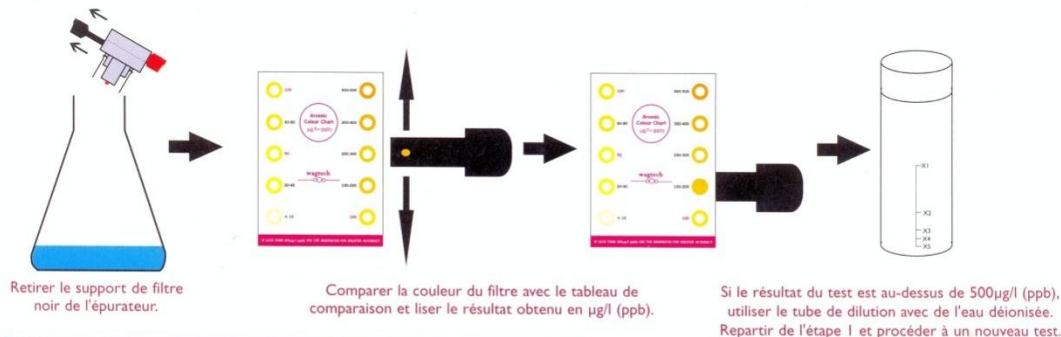


Puis prendre le support de filtre noir et l'insérer dans l'épurateur.

Etape 3: Préparer l'échantillon



Etape 4: Mesurer l'arsenic



Etape 5: Utiliser l'Arsenator



wagtech
international

email: export@wagtech.co.uk
website: www.wagtech.co.uk

Si vous souhaitez davantage d'informations ou de précisions sur les manipulations de l'Arsenator, n'hésitez pas à contacter notre agent local ou bien à nous envoyer un email à l'adresse mentionnée ci-dessus.

Annexe 3 : LES RESULTATS DE LABORATOIRE

Village : KAMBOINSE

Région : CENTRE

Dates d'échantillonnage : 13-14 mars 2013

Dates d'analyse : 13-14-15 mars 2013

SOURCES APPROVISIONNEMENT

	Streptocoque	Coliformes totaux	coliformes fécaux	Turbidité (NTU)
Forage 1	0	0	0	6,42
Forage 2	0	0	0	6,84

Désignatio n	RECIPIENTS DE TRANSPORT			RECIPIENTS DE STOCKAGE		
	<i>Streptocoque</i>	<i>Coliformes totaux</i>	<i>coliformes fécaux</i>	<i>Streptocoqu e</i>	<i>Coliformes totaux</i>	<i>coliformes fécaux</i>
Ménage 1	>1000	>1000	208	>1000	>1000	>1000
Ménage 2	0	0	0	32	195	79,5
Ménage 3	0	0	0	3	0	0
Ménage 4	0	0	0	0	0	0
Ménage 5	0	0	0	46	282	206
Ménage 6	0	0	0	0	0	0
Ménage 7	0	0	0	57	57	49
Ménage 8	1	0	0	0	0	0
Ménage 9	0	0	0	0	0	0
Ménage 10	0	0	0	0	0	0
Ménage 11	36	0	0	0	11	19
Ménage 12	50	0	0	0	>1000	218
Ménage 13	10	0	0	0	0	0
Ménage 14	0	0	0	0	0	0

DOSAGE DE L'ARSENIC (en µg/l)

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
BF 2249	0	0	4	1,33
BF 2257	0	0	0	0

TURBIDITE

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Moyenne
P 1	115	152	191,00
P 2	8,82	7,35	12,50
P 3	5,59	5,7	8,44
P 4	9,16	6,85	12,59
BF 2257	4,04	4,14	6,11
P 5	13,1	10,9	18,55
P 6	41,8	38,8	61,20

Village : KOUBRI

Région : CENTRE

Dates d'échantillonnage : 14-15 mars 2013

Dates d'analyse : 15 mars 2013

BACTERIOLOGIE (en UFC/100ml)

SOURCES (en UFC/100ml)

	<i>Streptocoque</i>	<i>Coliformes totaux</i>	<i>coliformes fécaux</i>	<i>Turbidité</i>
Forage 1	0	0	0	4,60
Forage 2	0	0	0	2,29

Désignation	Récipients de transport			Récipients de stockage		
	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux
Ménage 1	0,5	0	0	>1000	>1000	>1000
Ménage 2	0	0	1	>1000	>1000	>1000
Ménage 3	3,5	0	2,5	5	10	10
Ménage 4	1000	1000	203	3,5	13	15
Ménage 5	0	0	0	>1000	>1000	>1000
Ménage 6	0	0	0	>1000	>1000	84,5
Ménage 7	3	6	2	3	8	9
Ménage 8	0	0	2,5	41	>1000	>1000
Ménage 9	5	1	1	13	>1000	>1000
Ménage 10	0	0	0	44	>1000	>1000
Ménage 11	0	0	0	>1000	259	228,5
Ménage 12	0	0	0	406	>1000	>1000
Ménage 13	0	0	0	532	>1000	>1000
Ménage 14	5	0	0	280	>1000	>1000

DOSAGE DE L'ARSENIC (en µg/l)

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moy.
F1	0	1	7	2,67
F2	0	0	0	0

TURBIDITE(en NTU)

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Moyenne
F5	0,81	0,71	0,76
F4	0,73	0,74	0,74
BF1 N°3	0,78	0,73	0,76
BF2 N°4	0,85	0,9	0,88
F3	0,49	0,57	0,53
BF3	0,76	0,89	0,83
P1	26,9	26,1	26,50
F6	0,81	0,82	0,82

Village : SIKORO

Région : BOUCLE DU MOUHOUN

Dates d'échantillonnage : 10-11avril 2013

Dates d'analyse : 12-13 avril 2013

Sources d'approvisionnement

SOURCES	Streptocoques	Coliformes totaux	coliformes fécaux	Turbidité
Forage 1	0	2	0	
Forage 2	0	20	7	

Désignation	Récipients de transport			Récipients de stockage		
	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux
Ménage 1	2	>1000	18	20,5	>1000	>1000
Ménage 2	5	248	146	>1000	>1000	>1000
Ménage 3	0	>2000	>1000	11	122	64
Ménage 4	13	65	18	102	>1000	149
Ménage 5	2	>1000	127	15	184	28
Ménage 6	1	10	0	19	24	19
Ménage 7	0	>2000	>1000	104	>1000	>1000
Ménage 8	11	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
Ménage 9	38	216	121	18	>1000	>1000
Ménage 10	3	>1000	16	59	81	17
Ménage 11	0	20	7	124	7	9
Ménage 12	176	129	68	2	234	160
Ménage 13	2	8	7	308	>1000	>1000
Ménage 14	0	227	4	2	54	35

POINTS D'EAU SUPPLEMENTAIRES (Forages, Puits)

Désignation	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux	Turbidité
P1	0	11	2	24,10
P2	1	2	0	30,65
P3	0	>1000	17	76,20
F2	0	16	23	1,89
F1	8	1	1	0,83
P3	0	12	8	10,96
F2	1	78	21	84,20
P1	0	5	1	7,21

DOSAGE DE L'ARSENIC (en µg/l)

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
F1	0	0	3	1
F2	0	0	0	0

Village : BAPLA

Région : SUD-OUEST

Dates d'échantillonnage : 16-17avril 2013

Dates d'analyse : 18-19 avril 2013

SOURCES D'APPROVISIONNEMENT (en UFC/100ml)

	Streptocoque	Coliformes totaux	coliformes fécaux	Turbidité
Forage 1	0	0	0	9,29
Forage 2	0	0	0	3,43

Désignation	RECIPIENTS DE TRANSPORT			RECIPIENTS DE STOCKAGE		
	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux
Ménage 1	0	29,5	19,5	51	38,5	14,5
Ménage 2	113	442	551,5	23,5	14,5	18,5
Ménage 3	14	30	23,5	248	324	283
Ménage 4	5,5	2	1,5	1000	2000	283
Ménage 5	14,5	8	5	500	556	562
Ménage 6	550	676	150	408	2000	454
Ménage 7	28,5	29	26	1000	2000	1000
Ménage 8	1000	2000	96,5	1000	2000	96,5
Ménage 9	38	86,5	1000	46,5	1000	31
Ménage 10	1000	1000	113	115	187	24
Ménage 11	27	22	527,5	1000	2000	89,5
Ménage 12	24	32,5	2000	1000	2000	67
Ménage 13	22,5	2000	92,5	215	2000	149,5
Ménage 14	28,5	2000	92,5	172	2000	1000

POINTS D'EAU SUPPLEMENTAIRES (Forages, Puits)

Désignation	streptocoques	coliformes totaux	coliformes fécaux	Turbidité
P1	98	98	>1000	35,75
P2	26	26	>1000	8,22
P3	67	67	>1000	4,21
P4	24	24	>1000	7,21
P5	33	33	>1000	67,95
P6	48	48	21	23,20
P7	51	51	22	4,02
F3	0	0	48	1,33

DOSAGE DE L'ARSENIC en $\mu\text{g/l}$

Echantillons	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
F1	0	0	0	0
F2	0	5	0	1,67

N.B : Unités :

- **Pour les coliformes totaux : UFC/100ml**
- **Pour les coliformes fécaux : UFC/100ml**
- **Pour les streptocoques : UFC/100ml**
- **Pour la turbidité : NTU**
- **Pour l'arsenic : $\mu\text{g/l}$**

Annexe 4: Traitement à base communautaire des eaux de boisson

(Source Ministère de la santé, Division de l'assainissement et de l'hygiène, nov. 2009)

Quantité d'eau	Eau de javel en ml		
	16°	8°	12°
1	2	0,4	0,3
5	10	2	1,5
10	20	4	3
15	30	6	4,5
20	40	8	6
25	50	10	7,5
30	60	12	9
35	70	14	10,5
40	80	16	12
45	90	18	13,5
50	100	20	15
60	120	24	18
70	140	28	21
80	160	32	24
90	180	36	27
100	200	40	30
120	240	48	36
140	280	56	42
160	320	64	48
180	360	72	54
200	400	80	60
Résultats attendus	10mg Cl actif/litre	10mg Cl actif/litre	10mg Cl actif/litre

Annexe 5 : Normes de l'OMS sur l'eau potable

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable.

Elément/ substance	Symbole/ formule	Concentration normalement trouvée dans l'eau de surface	Lignes directrices fixées par l'OMS
Aluminium	Al		0,2 mg/l
Ammonium	NH ₄ ⁺	< 0,2 mg/l (peut aller jusqu'à 0,3mg/l dans une eau anaérobie)	Pas de contraintes
Antimoine	Sb	< 4 µg/l	0.02 mg/l
Arsenic	As		0,01 mg/l
Amiante			Pas de valeur guide
Baryum	Ba		0,7 mg/l
Béryllium	Be	< 1 µg/l	Pas de valeur guide
Bore	B	< 1 mg/l	0.5mg/l
Cadmium	Cd	< 1 µg/l	0,003 mg/l
Chlore	Cl		Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l
Chrome	Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	< 2 µg/l	chrome total : 0,05 mg/l
Couleur			Pas de valeur guide
Cuivre	Cu ²⁺		2 mg/l
Cyanure	CN ⁻		0,07 mg/l
oxygène dissous	O ₂		Pas de valeur guide
Fluorure	F ⁻	< 1,5 mg/l (up to 10)	1,5 mg/l
Dureté	mg/l CaCO ₃		200 ppm
Sulfure d'hydrogène	H ₂ S		0.05 à 1 mg/L
Fer	Fe	0,5 - 50 mg/l	Pas de valeur guide
Plomb	Pb		0,01 mg/l
Manganèse	Mn		0,4 mg/l
Mercure	Hg	< 0,5 µg/l	inorganique : 0,006 mg/l
Molybdène	Mb	< 0,01 mg/l	0,07 mg/l
Nickel	Ni	< 0,02 mg/l	0,07 mg/l
Nitrate et nitrite	NO ₃ , NO ₂		50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Turbidité			Non mentionnée
pH			Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
Sélénium	Se	<< 0,01 mg/l	0,01 mg/l
Argent	Ag	5 – 50 µg/l	Pas de valeur guide
Sodium	Na	< 20 mg/l	Pas de valeur guide

Sulfate	SO ₄		500 mg/l
Etain inorganique	Sn		Pas de valeur guide : peu toxique
TDS			Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	U		0.015 mg/l
Zinc	Zn		3 mg/l

Composés organiques

Groupe	Substance		Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Alcanes chlorés	Tétrachlorométhane		C Cl ₄	4 µg/l
	Dichlorométhane		C H ₂ Cl ₂	20 µg/l
	1,1-Dichloroéthane		C ₂ H ₄ Cl ₂	Pas de valeur guide
	1,2-Dichloroéthane		Cl CH ₂ CH ₂ Cl	30 µg/l
	1,1,1-Trichloroéthane		CH ₃ C Cl ₃	Pas de valeur guide
Alcènes chlorés	1,1-Dichloroéthène		C ₂ H ₂ Cl ₂	Pas de valeur guide
	1,2-Dichloroéthène		C ₂ H ₂ Cl ₂	50 µg/l
	Trichloroéthène		C ₂ H Cl ₃	20 µg/l
	Tétrachloroéthène		C ₂ Cl ₄	40 µg/l
Hydrocarbures aromatiques	Benzène		C ₆ H ₆	10 µg/l
	Toluène		C ₇ H ₈	700 µg/l
	Xylènes		C ₈ H ₁₀	500 µg/l
	Ethylbenzène		C ₈ H ₁₀	300 µg/l
	Styrène		C ₈ H ₈	20 µg/l
	Hydrocarbures aromatiques polynucléaires		C ₂ H ₃ N ₁ O ₅ P ₁₃	Non mentionné
Benzènes chlorés	Monochlorobenzène (MCB)		C ₆ H ₅ Cl	Pas de valeur guide
	Dichlorobenzènes (DCBs)	1,2-Dichlorobenzène (1,2-DCB)	C ₆ H ₄ Cl ₂	1000 µg/l
		1,3-Dichlorobenzène (1,3-DCB)	C ₆ H ₄ Cl ₂	Pas de valeur guide
		1,4-Dichlorobenzène (1,4-DCB)	C ₆ H ₄ Cl ₂	300 µg/l
	Trichlorobenzènes		C ₆ H ₃ Cl ₃	Pas de valeur guide
Constituants organiques	Adipate de dioctyle		C ₂₂ H ₄₂ O ₄	Pas de valeur guide

micellaires	phthalate de Di(2-ethylhexyle)		$C_{24}H_{38}O_4$	8 µg/l
	Acrylamide		C_3H_5NO	0.5 µg/l
	Epichlorhydrine		C_3H_5ClO	0.4 µg/l
	Hexachlorobutadiène		C_4Cl_6	0.6 µg/l
	Acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA)		$C_{10}H_{12}N_2O_8$	600 µg/l
	Nitriloacétate (NTA)		$N(CH_2COOH)_3$	200 µg/l
	Organoétains	Dialkylétains	R_2SnX_2	Pas de valeur guide
		Oxyde de tributylétains (TBTO)	$C_{24}H_{54}OSn_2$	Pas de valeur guide

Pesticides

Substance	Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Alachlore	$C_{14}H_{20}ClNO_2$	20 µg/l
Aldicarbe	$C_7H_{14}N_2O_4S$	10 µg/l
Aldrine and dièldrine	$C_{12}H_8Cl_6$	0.03 µg/l
	$C_{12}H_8Cl_6O$	
Atrazine	$C_8H_{14}ClN_5$	2 µg/l
Bentazone	$C_{10}H_{12}N_2O_3S$	Pas de valeur guide
Carbofuran	$C_{12}H_{15}NO_3$	7 µg/l
Chlordane	$C_{10}H_6Cl_8$	0.2 µg/l
Chlorotoluron	$C_{10}H_{13}ClN_2O$	30 µg/l
DDT	$C_{14}H_9Cl_5$	1 µg/l
1,2-Dibromo-3-chloropropane	$C_3H_5Br_2Cl$	1 µg/l
acide 2,4-Dichlorophenoxyacétique (2,4-D)	$C_8H_6Cl_2O_3$	30 µg/l
1,2-Dichloropropane	$C_3H_6Cl_2$	40 µg/l
1,3-Dichloropropane	$C_3H_6Cl_2$	Pas de valeur guide
1,3-Dichloropropène	$CH_3CHClCH_2Cl$	20 µg/l
dibromure d'éthylène (EDB)	$BrCH_2CH_2Br$	Non mentionné
Heptachlore and epoxide d'heptachlore	$C_{10}H_5Cl_7$	
Hexachlorobenzène (HCB)	$C_{10}H_5Cl_7O$	
Isoproturon	$C_{12}H_{18}N_2O$	9 µg/l
Lindane	$C_6H_6Cl_6$	2 µg/l
MCPA	$C_9H_9ClO_3$	2 µg/l
Methoxychlore	$(C_6H_4OCH_3)_2CHCCl_3$	20 µg/l
Metolachlor	$C_{15}H_{22}ClNO_2$	10 µg/l
Molinate	$C_9H_{17}NOS$	6 µg/l
Pendimethalin	$C_{13}H_{19}O_4N_3$	20 µg/l
Pentachlorophenol (PCP)	C_6HCl_5O	9 µg/l
Perméthrine	$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$	300 µg/l
Propanil	$C_9H_9Cl_2NO$	Pas de valeur guide
Pyridate	$C_{19}H_{23}ClN_2O_2S$	Pas de valeur guide

Simazine		$C_7 H_{12} Cl N_5$	2 µg/l
Trifluraline		$C_{13} H_{16} F_3 N_3 O_4$	20 µg/l
Chlorophenoxy herbicides (excluding 2,4-D and MCPA)	2,4-DB	$C_{10} H_{10} Cl_2 O_3$	90 µg/l
	Dichlorprop	$C_9 H_8 Cl_2 O_3$	100 µg/l
	Fenoprop	$C_9 H_7 Cl_3 O_3$	9 µg/l
	MCPB	$C_{11} H_{13} Cl O_3$	Pas de valeur guide
	Mecoprop	$C_{10} H_{11} Cl O_3$	10 µg/l
	2,4,5-T	$C_8 H_5 Cl_3 O_3$	9 µg/l

Désinfectants et désinfectant par produits

Groupe	Substance		Formule	Lignes directrices fixées par l'OMS
Désinfectants	Chloramines		$NH_n Cl^{(3-n)}$, where $n = 0, 1 \text{ or } 2$	Non mentionné
	Dichlore		Cl_2	5 mg/l
	Dioxyde de chlore		ClO_2	Pas de valeur guide
	Diode		I_2	Pas de valeur guide
Désinfectant par produits	Bromate		$Br O_3^-$	10 µg/l
	Chlorate		$Cl O_3^-$	70 µg/l
	Chlorite		$Cl O_2^-$	70 µg/l
	Chlorophenols	2-Chlorophenol (2-CP)	$C_6 H_5 Cl O$	Pas de valeur guide
		2,4-Dichlorophenol (2,4-DCP)	$C_6 H_4 Cl_2 O$	Pas de valeur guide
		2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	$C_6 H_3 Cl_3 O$	200 µg/l
	Formaldéhyde		HCHO	Pas de valeur guide
	MX (3-Chloro-4-dichlorométhyl-5-hydroxy-2(5H)-furanone)		$C_5 H_3 Cl_3 O_3$	Pas de valeur guide
	Trihalométhanes	Bromoforme	$C H Br_3$	100 µg/l
		Dibromochlorométhane	$CH Br_2 Cl$	100 µg/l
		Bromodichlorométhane	$CH Br Cl_2$	60 µg/l
		Chloroforme	$CH Cl_3$	300 µg/l
	Acides acétiques chlorés	Acide Monochloroacétique	$C_2 H_3 Cl O_2$	Pas de valeur guide
		Acide Dichloroacétique	$C_2 H_2 Cl_2 O_2$	50 µg/l
		Acide Trichloroacétique	$C_2 H Cl_3 O_2$	20 µg/l

	Hydrate de chloral (trichloroacétaldéhyde)		$C Cl_3$ $CH(OH)_2$	Pas de valeur guide
	Chloroacétones		$C_3 H_5 O Cl$	Pas de valeur guide
	Halogénésacétonitriles	Dichloroacétonitrile	$C_2 H Cl_2 N$	20 µg/l
		Dibromoacétonitrile	$C_2 H Br_2 N$	70 µg/l
		Bromochloroacétonitrile	$CH Cl_2 CN$	Pas de contraintes
		Trichloroacétonitrile	$C_2 Cl_3 N$	Pas de valeur guide
	Chlorure de cyanogène		$Cl CN$	70 µg/l
	Trichloronitrométhane		$C Cl_3 NO_2$	Pas de valeur guide

Annexe 6 : Libération de l'acide hypochloreux à partir de DCCNa

