



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DANS LES COMMUNES DE LA PERIPHERIE DE OUAGADOUCOU : CAS DE SAABA

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

Présenté et soutenu publiquement le 24 JUIN 2014 par :

Roseline Marie Delphine YONI

Travaux dirigés par :

Oliver UJAH, Directeur du Centre de Recherche et de Compétence, EAA

Boukary SAWADO, Ingénieur de Recherche, 2iE

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Franck LALANNE

Membres et correcteurs : Dr Hela KAROUI
M. Oliver UJAH
M. Boukary SAWADO

Promotion 2013/2014

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à mes chers et tendres parents. Merci Papa, Maman pour vos bénédictions qui m'accompagnent chaque jour, pour votre soutien et pour tout l'amour dont je suis comblée. Que Dieu vous donne une longue vie. Je vous aime, vous êtes des parents formidables.

A mes feux Papi, mémé et cousine de là où vous êtes je veux que vous soyez toujours fiers de moi.

A toute la famille YONI et tous ceux qui m'ont soutenue de près ou de loin je vous dis merci, Dieu vous bénisse abondamment.

A COULIBALY Zana Ousmane Kader, pour ton soutien, tes encouragements. Tu as toujours été là pour moi. Merci

A tous mes amis, tous ceux avec qui j'ai affronté les hauts et les bas .

« Merci au Tout Puissant pour ses grâces dans ma vie et ses faveurs sans cesse renouvelées ».

REMERCIEMENTS

Mes plus sincères remerciements vont à l'endroit de tous ceux sans qui ce travail n'aurait pas abouti.

A mon directeur de mémoire Mr SAWADOGO Boukary, ingénieur de recherche à l'Institut International de l'Eau et de l'Environnement (2ie) pour sa patience, sa disponibilité, ses précieux conseils.

A mon maitre de stage Monsieur Oliver UJAH Directeur du Centre de Recherche et de Compétence de EAA et Mme Abeidi BARREL pour leur disponibilité malgré leur emploi du temps très chargé et leurs conseils.

A tout le personnel du Centre de Recherche et de Compétence de EAA.

A Messieurs DISSA Ali et YONLI Julien de EAA/WSA.

Je remercie le secrétaire Exécutif de EAA/ WSA Monsieur Idrissa DOUCOURE et l'ensemble de son personnel pour m'avoir acceptée dans leur structure.

Je remercie Monsieur Franck LALANNE, enseignant chercheur à 2iE pour son aide précieuse dans l'élaboration de la méthode Delphi et pour ses conseils.

Je remercie Mr Seyram SOSSOU ingénieur recherche à 2iE et à l'ensemble du personnel de LEDES.

Un grand merci à Mr Noel TINDOURE, technicien à LEDES pour sa disponibilité et son soutien lors de mes enquêtes sur le terrain.

Je remercie Madame le maire de la commune de Saaba qui a bien voulu nous délivrer les autorisations afin de mener à bien nos enquêtes et aussi Monsieur KINDA Zakaria responsable Eau et Assainissement au sein de la mairie de Saaba

Je remercie l'ensemble du corps professoral de 2iE pour la qualité de la formation reçue.

RESUME

Ouagadougou à l'instar des grands centres urbains connaît une urbanisation galopante caractérisée par un afflux massif de populations dans les zones périphériques. Ces banlieues sont caractérisées par une forte densité de populations, des conditions de salubrités et d'assainissement précaires et des services d'eau insuffisantes.

Située à la périphérie est de la ville de Ouagadougou, Saaba est une commune rurale dont la population a connu une évolution importante ces dernières années du fait de sa proximité avec Ouagadougou et aussi de la forte pression foncière que connaît cette ville. Cette situation n'est pas sans conséquence sur la commune en termes d'exploitation de ressources, d'accès aux infrastructures d'assainissement. C'est donc pour contribuer à l'amélioration de l'accès à l'eau des populations des zones périphériques à travers l'évaluation de la qualité de l'eau dans les ménages que ce travail a été initié.

L'étude a été menée dans le village de Saaba situé dans la commune rurale du même nom. Elle s'est bâtie autour d'une enquête sociologique auprès des ménages et des autorités administratives, d'un contrôle de qualité des sources d'eau consommées et d'observations directes des conditions d'hygiène et des ouvrages d'assainissements.

Au total quatre-vingt-sept ménages ont été enquêtés et vingt points d'eau dont quinze forages, quatre borne fontaines et un puits ont été contrôlés. La méthode de Delphi et la méthode d'analyse en composante principale (ACP) ont servi pour une étude de corrélation entre les variables et les résultats obtenus. Les résultats obtenus ont révélés quant aux analyses microbiologiques que 25% des points d'eau sont contaminés à la source. Les analyses physico-chimiques ne révèlent pas de résultats alarmants. Les enquêtes auprès des ménages ont permis de noter que 60,7% n'ont pas de latrines et 72,7% rejettent leurs déchets ménagers dans la nature. La méthode de Delphi a permis de montrer une corrélation non négligeable entre la contamination de l'eau et les conditions de stockage. Cependant elle n'a pas montré de corrélation notable entre les autres variables et la qualité de l'eau. Elle a permis de retenir des paramètres qui ont servis de base pour l'ACP. L'ACP a permis de se rendre compte que les facteurs socio-économiques ne sont pas négligeables dans l'évaluation de la qualité de l'eau. En effet il y'a une corrélation entre la taille du ménage et la dégradation de la qualité de l'eau. Par contre la profession du chef de famille et celle de la maitresse de maison influe peu.

Mots clés : eau potable, qualité de l'eau, quartiers périphériques, Saaba, Ouagadougou

ABSTRACT

Ouagadougou like large urban centers is experiencing rapid urbanization characterized by a massive influx of people in suburban quarters. These quarters are characterized by high population density, precarious conditions of sanitation and insufficient water services.

Located on the outskirts of Ouagadougou, Saaba is a rural town which has significant increasing population in recent years due to its proximity to Ouagadougou and also the land pressure that knows this city. This situation is not without consequences in terms of the exploitation of resources and access to sanitation. This study wants to contribute to improve water access to the population in the suburbs through the evaluation of water quality in household.

The study was conducted in the village of Saaba located in the rural municipality of the same name. It is built around a sociological survey of households and administrative authorities of a quality control of water sources consumed and direct observation of hygiene and of sanitation works. The Delphi method and the method of principal component analysis were used to study the correlation between variables and outcomes.

Eighty-seven households were surveyed and twenty points with fifteen water wells, four public drinking fountains and a well be inspect. The results revealed on microbiological analysis that 25% of water points are contaminated at source. The physic and chemical analyzes do not reveal alarming results. The household surveys show that 60.7% do not have latrines and 72.7% reject their household waste in nature. The Delphi method showed that there is a correlation between water contamination and conditions of water storage. But this method doesn't show a good correlation between water quality in household and other parameters. However it permits to retain the parameter which will be useful for principal component analysis. Principal component analysis permits to realize that socio-economic factors are important in degradation of water quality in household. There is a correlation between size of family and water degradation in household. Occupation of head of household and housewife have little influence.

Keys words: drinking water, Ouagadougou, Saaba, suburban quarters, water quality.

Liste des tableaux

Tableau 1: critères de classification	11
Tableau 2: définition des niveaux de salubrité	20
Tableau 3: Critères et score comportemental liés au stockage	30
Tableau 4: Critères et score comportemental liés au niveau d'assainissement.....	32
Tableau 5 : Critères et score comportemental liés aux conditions socio-économique .	34

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique de la commune rurale de Saaba.....	5
Figure 2: Situation des ménages	17
Figure 3: Source d'approvisionnement en eau potable	18
Figure 4 : Profession du chef de famille.....	19
Figure 5: Taille du ménage.....	20
Figure 6:Salubrité de la cour	21
Figure 7: Qualité de l'eau au point d'eau	22
Figure 8:Valeur de la turbidité	23
Figure 9: Concentration en nitrate	24
Figure 10: Concentration en nitrites	25
Figure 11: Qualité de l'eau dans les ménages situés à moins de 100 m	26
Figure 12: Qualité dans les ménages situés entre 100 et 300 m	27
Figure 13:Qualité de l'eau dans les ménages situés entre 300 et 500 m.....	27
Figure 14: Qualité de l'eau dans les ménages situés à une distance supérieure à 500 m	28
Figure 15: Corrélation entre la contamination organique et les scores comportementaux liés au stockage.....	31
Figure 16 : Corrélation entre la contamination récente et les scores comportementaux liés au stockage.....	32
Figure 17: Corrélation entre la contamination organique et le niveau d'assainissement	33
Figure 18 : Corrélation entre la contamination récente et le niveau d'assainissement	34
Figure 19 : Corrélation entre la contamination organique et les scores comportementaux liés aux conditions socio-économique.....	35

Figure 20 : Corrélation entre la contamination récente et les scores comportementaux liés au stockage.....	36
Figure 21 : Matrice de corrélation	38

Liste des Photos

Photo 1 : Mauvaises pratiques de gestion de l'eau.....	16
Photo 2 : Salubrité autour des points d'eau	17
Photo 3 : Récipients de transport.....	18
Photo 4 : Récipient de stockage.....	19

Listes des abréviations

2IE : Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

ACP : Analyse en Composantes Principales

BF : Borne fontaine

CF: Coliformes Fécaux

CT : Coliformes totaux

DGRE: Direction Générale des Ressources en Eau

E. coli: Escherichia Coli

EAA/WSA : Eau et Assainissement pour l'Afrique/ Water and Sanitation for Africa

FO : Forage

GPS : Global Positioning System

INSD: Institut National de Statistique et de Démographie

JMP: Joint Monitoring Program

MEE : Ministère de l'eau et de l'environnement

OMD : Objectif du millénaire pour le développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

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

PCD-AEPA: Plan Communal de Développement –Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement

PEA : Poste d'eau autonome

PME : Point d'eau moderne

PU : Puits

SF: Streptocoques fécaux

UFC : Unité Format Colonie

SOMMAIRE

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
Liste des tableaux	v
Liste des figures	v
Liste des Photos	vi
Listes des abréviations	vii
SOMMAIRE	viii
I- INTRODUCTION	1
1- Contexte et justification	1
2- Objectifs de l'étude	2
I- GENERALITES	4
1- Présentation de la zone d'étude	4
1.1- Situation géographique	4
1.2- Réseau hydrographique	4
1.3- Situation de l'eau potable et de l'assainissement	4
II- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	6
1- Définitions et terminologie	6
1.1- Eau potable	6
1.2- Accès à l'eau	6
1.3- Accès au service d'eau ou accessibilité à l'eau	6
1.4- Assainissement	7
1.5- Directives de l'OMS	7
1.6- Normes nationales	7
1.7- Indicateurs de qualité bactériologique de l'eau de boisson	8
1.8- Polluants chimiques	8
2- Etat de l'art et théories	8

2.1- Chaîne de l'eau	9
2.2- La contamination microbienne	9
2.3- Qualité de l'eau, assainissement et santé	10
2.4- Critères de qualité de l'eau	10
III- MATERIEL ET METHODES	12
1- Présentation du site d'étude	12
2- Matériel utilisé	12
3- Echantillonnage	12
4- Caractérisation physicochimique	12
5- Analyses microbiologiques	13
5.1- Coliformes totaux	13
5.2- Coliformes fécaux	13
5.3- Streptocoques fécaux	13
6- Méthodes de traitement de données	14
6.1- Analyse multicritère et méthode de DELPHI	14
IV- RESULTATS ET DISCUSSION	16
1- Mauvaises pratiques rencontrées sur le terrain	16
1.1- Mauvaise gestion de l'eau stockée	16
1.2- Manque d'assainissement au niveau des points d'eau	16
2- Résultats des enquêtes au sein des ménages	17
2.1- Situation du ménage	17
2.2- Chaîne de l'eau	18
2.3- Condition Socio-économique	19
2.4- Niveau d'assainissement	20
3- Résultats des analyses microbiologiques et physico-chimiques	21
3.1- Résultats des analyses microbiologiques et physicochimique	21
4- Méthode de Delphi	28
4.1- Incidence du mode de stockage sur la qualité de l'eau	29
4.2- Incidence du niveau d'assainissement sur la qualité de l'eau	32
4.3- Incidence des conditions socio-économique sur la qualité de l'eau	34
5- Analyse en composante principale (ACP)	37
V- Conclusion	39

VI- Recommandation et Perspectives	40
1- Remédier aux abandons de forages	40
2- Salubrité des points d'eau	40
3- Assainissement	40
4- Sensibilisation aux pratiques d'hygiène et de traitement de l'eau à domicile	40
BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXES	43
Annexe 1 : Normes du Burkina Faso	43
Annexe 2 : Données recueillies à la DGRE sur l'état des Forages et Puits	44
Annexe 3: Résultats des analyses physico-chimiques	46
Annexe 4 : Résultat de la titrimétrie	47
Annexe 5 : Fiche d'enquête	48
Annexe 6: Matrice corrélation de Pearson	50

I- INTRODUCTION

1- Contexte et justification

Selon un adage populaire l'eau est source de vie. Cette affirmation trouve sa justification dans la place qu'occupe ce fluide pour la satisfaction de certains besoins vitaux de l'homme. Elle est utilisée en effet pour l'alimentation et la boisson, la production agricole, la production énergétique, la production industrielle, la promotion de l'hygiène et l'assainissement. Nonobstant son apparente abondance, l'eau douce pourrait ne pas suffire aux besoins de la population mondiale. Il ressort en effet que l'eau occupe plus de la moitié de l'univers mais subit de multiples pressions anthropiques du fait de la préoccupante croissance de la population mondiale, de l'industrialisation accélérée et de l'essor de l'agriculture entraînant l'accroissement de plus en plus importante de la demande (Spore, 2013).

Dans les villes d'Afrique, le défi est immense car selon les statistiques de l'OMS (2011) seulement 63% de la population ont accès à une source d'eau de boisson et 34 % à des installations d'assainissements. Pourtant les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) à travers l'objectif 7 visaient à réduire de moitié d'ici 2015 le pourcentage de personne sans accès à une eau saine et à des installations d'assainissement améliorés. L'atteinte des OMD pour l'Afrique lui permettra d'avoir un taux d'accès de 89 % à l'eau de boisson et de 75% aux installations d'assainissement améliorés. Selon le Joint Monitoring Program (JMP) si on se base sur les taux de progression actuels, l'Afrique ne parviendra pas à atteindre ces taux d'ici 2015 (*Statistiques Sanitaire Mondiale*, 2013).

Si les maladies liées à l'eau ont largement été éliminées dans les pays riches, elles restent l'une des plus importantes causes de décès dans les pays du Sud, causant plus de cinq millions de décès par an dans les pays en développement, dont plus de 5 000 enfants de moins de cinq ans par jour (Dos Santos, 2005). Le Burkina Faso ne fait pas exception à la règle car en plus d'être un pays en voie de développement, c'est un pays enclavé. Il est situé au cœur de la zone sahélienne et est confronté à un climat aride et à un important problème d'accès à l'eau. Sa population, de plus en croissante est estimée à 15 730 977 millions d'habitants en 2010 (INSD, 2009). Les autorités ont donc fait de l'accès à l'eau potable et à un assainissement adéquat une de leur priorité car les maladies hydriques (bilharziose, parasitoses, choléra, diarrhées aiguës, etc.) et celles liées à l'eau (paludisme) se présentent

encore comme la première cause de consultation dans les centres de santé. Selon l'OMS (2013), 12% de décès d'enfants de moins de cinq sont dus à la diarrhée au Burkina Faso.

Les efforts consentis par les pouvoirs publics ont conduits à l'amélioration des services d'eau et d'assainissement dans les centres urbains, il apparaît cependant que de fortes disparités sont nées entre les quartiers du centre et ceux de la périphérie.

Située à l'est de la commune urbaine de Ouagadougou, Saaba est une commune rurale dont la population a connu une évolution importante ces dernières années. De 66 591 habitants en 2008 sa population est estimée avec un taux d'accroissement de 3,99 % à 81 819 habitants en 2013 avec une forte communauté provenant de quartiers limitrophes de Ouagadougou ou de travailleurs ayant acquis des parcelles et bâti des maisons d'habitation. (*PDC de Saaba*, 2008). De par sa proximité géographique, du fait de la saturation et de la pression démographique que connaît la ville de Ouagadougou, la commune de Saaba subit des pressions de populations qui viennent s'installer pour y exploiter les ressources naturelles ou pour trouver des parcelles d'habitation à moindre coût par rapport à la capitale. Ce phénomène n'est pas prêt de s'arrêter avec la population de la capitale qui ne cesse de s'accroître de façon galopante. Il faut noter que cet état de fait entraîne une migration de la population autochtone vers une «nouvelle périphérie» où elle s'installe dans des habitats spontanés en attendant éventuellement un autre lotissement. Il reste également à souligner que ces sites urbains précaires génèrent leurs propres risques sanitaires. Cette augmentation de la population entraîne une forte pression sur les services sociaux de base et particulièrement sur les ressources en eau(*PCD de Saaba*, 2008).

2- Objectifs de l'étude

La présente étude est une contribution à l'amélioration de l'accès à l'eau des populations des zones périphériques à travers l'évaluation de la qualité de l'eau dans les ménages. De nombreuses études se sont intéressées à la contamination au niveau du transport et du stockage (Wright et al., 2004) mais rares sont celles qui se sont intéressées à la relation entre les conditions socio-économiques et la qualité de l'eau. C'est pourquoi en plus des conditions liées au stockage cette étude tentera d'évaluer la corrélation entre les conditions socio-économique, le niveau d'assainissement et la contamination de l'eau.

Plus spécifiquement, l'étude consistera à :

- Une caractérisation des eaux de consommation du quartier ;
- Une enquête auprès des ménages sur les perceptions de l'eau et la gestion ;

- Une évaluation du lien entre la dégradation de l'eau et les conditions de stockage, les conditions socio-économique et le niveau d'assainissement.
- Une proposition de recommandations pour l'amélioration de la gestion de l'eau.

I- GENERALITES

1- Présentation de la zone d'étude

1.1- Situation géographique

D'une superficie de 446 km², la commune de Saaba est l'une des six (06) communes rurales de la région du centre. La commune qui compte vingt-trois (23) villages administratifs est limitée à l'Ouest par la commune de Ouagadougou, au Sud et au sud-est par la commune de Koubri, à l'Est par la commune de Nagréongo et au Nord par les communes de Loumbila et Ziniaré. Sa population serait estimée à 81 819 habitants en 2013 soit 4,26% de la population de la région du centre (*PCD de Saaba*, 2008).

1.2- Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la Commune fait partie du bassin versant du Nakambé et se caractérise par des cours d'eau temporaires au régime lié à celui de la pluviométrie. Le cours d'eau le plus important est le Massili. Il est aujourd'hui en proie à un ensablement continu et à une pollution due aux déchets toxiques de l'industrie manufacturière localisé dans la zone industrielle de Ouagadougou. Des aménagements ont été faits sur certains affluents en vue d'améliorer la disponibilité de l'eau notamment pour les activités de production. Il s'agit des barrages et retenues d'eau de Tensobintenga, Tanghin (digue actuellement endommagée), de Kaongo (à cheval entre Saaba et Tanghin), Koala, Komkaga et Gonsé (*PDC de Saaba*, 2008).

1.3- Situation de l'eau potable et de l'assainissement

L'approvisionnement en eau potable des populations de la Commune est assuré à la fois par un ensemble de points d'eau modernes (forages et puits modernes) et par un système d'approvisionnement en eau potable (AEP) classique fourni par l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA). Toutefois, l'accès aux équipements d'approvisionnement reste relativement difficile. Cela est lié à une mauvaise répartition et aux pannes récurrentes. Cette situation expose certaines populations à des risques de maladies à travers la consommation d'eau de puits traditionnels qui présentent des conditions d'hygiène et de sécurité précaires (*PDC de Saaba*, 2008).

Du point de vu assainissement, il est important de souligner qu'à Saaba, le système d'évacuation des eaux de ruissellement et des eaux usées n'a pas suivi le pas des lotissements. Quant à la gestion des eaux usées et des déchets solides, la situation est préoccupante. Les résultats de l'étude PCD-AEPA de la commune indiquent qu'environ 32% seulement des ménages ont accès aux latrines. Cette situation prévaut aussi bien dans les zones loties de la

commune que dans les zones non loties et villages, où les personnes qui n'ont pas de latrines ont recourt à la nature. En milieu loti où les espaces vides sont en réduction, il se pose un véritable problème d'hygiène. (PDC de Saaba, 2008).

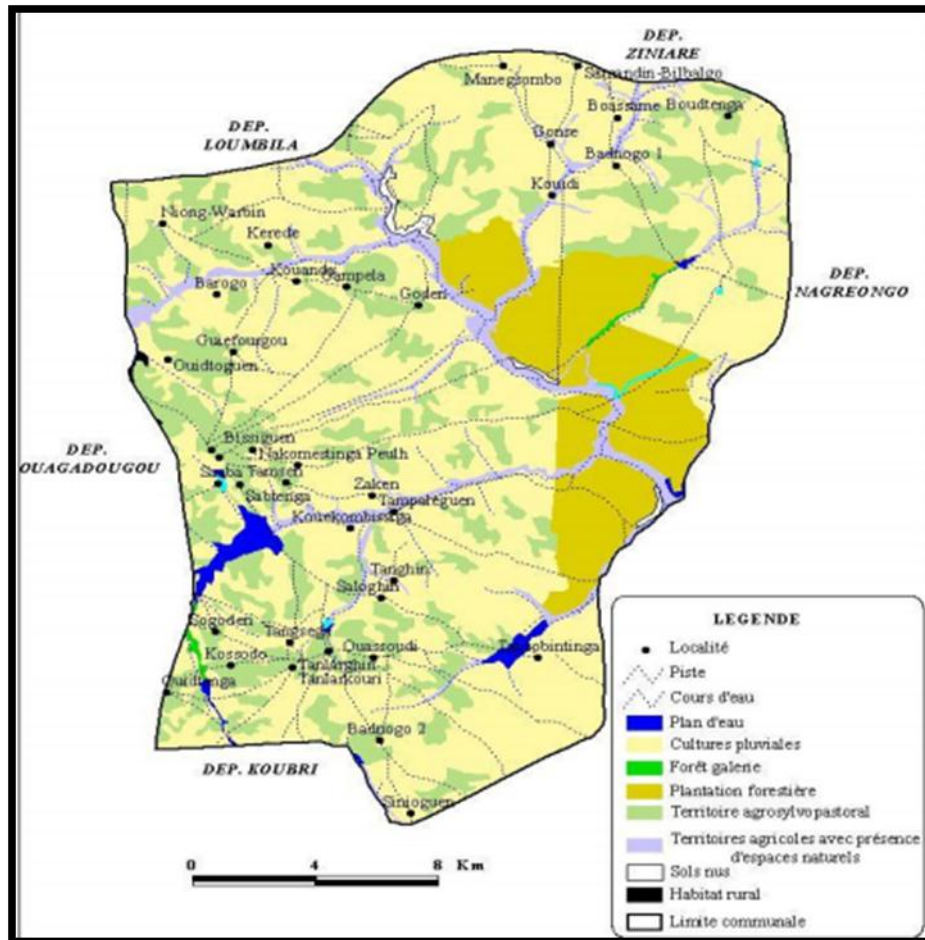


Figure 1 : Localisation géographique de la commune rurale de Saaba

II- SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1- Définitions et terminologie

1.1- Eau potable

Une eau potable est une eau ayant des caractéristiques microbiennes, chimiques et physiques qui répondent aux directives de l'OMS ou aux normes nationales relatives à la qualité de l'eau de boisson.(OMS, 2004). Selon l'Institut National de Statistique et de Démographie (INSD), une eau potable peut être encore définie comme une eau dont la consommation n'a pas de dangers sur la population à court, moyen et long terme. Elle doit être conforme aux normes de potabilité adoptées par le Burkina Faso qui ont été adaptées des directives de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) et dont les fondements sont les directives pour la qualité de l'eau potable de l'organisation mondiale de la santé.

1.2- Accès à l'eau

Selon l'Institut National de Statistique et de Démographie, l'accès à l'eau potable désigne la disponibilité d'une source d'approvisionnement en eau potable à moins de 30 minutes du ménage quelques soit le mode de transport utilisé (INSD, 2009). Cette définition ne tient pas compte du moyen de transport utilisé. Pourtant c'est un élément très important qui a un impact sur la distance parcourue en un temps T. L'indicateur d'accès à l'eau potable établi au Burkina Faso est le rapport du nombre de personnes utilisant les points d'eau reconnus adéquats par la population totale, exprimé en pourcentage (Pezon et al., 2012).

1.3- Accès au service d'eau ou accessibilité à l'eau

Un service d'eau a pour finalité de fournir de l'eau potable aux populations. En pratique on tend à confondre le service lui-même, généralement défini en terme de quantité d'eau, d'une qualité donnée, accessible aux utilisateurs et le système employé pour le fournir. (Pezon et al, 2012) . Le système d'eau est un outil servant pour l'accès au service d'eau. La présence du système d'eau ne veut pas dire que la population a de l'eau en quantité, en qualité. On peut prendre l'exemple d'un forage qui après son installation peut connaître divers problèmes : pollutions (contaminations de la nappe par les produits chimique, latrines traditionnelles qui peuvent atteindre la nappe...), débits faibles, eaux de mauvaise qualité, pompe non adaptée aux personnes handicapées. L'analyse de l'IRC est donc pertinente, disposer d'un système d'eau potable ne veut pas dire que l'on a accès à l'eau potable.

1.4- Assainissement

Au Burkina Faso, le document relatif à la politique et Stratégies Nationales de 2009 définit l'assainissement comme un ensemble d'actions permettant d'améliorer les conditions de vie et d'habitat des populations, de préserver leur santé et de protéger les ressources naturelles. Selon l'OMS, l'accès à l'assainissement est mesuré en pourcentage de personnes utilisant des installations d'assainissement améliorées (installations empêchant de manière hygiénique tout contact entre l'homme et des excréments humains).

L'accès à l'assainissement de base est mesuré au moyen d'un indicateur indirect: qui est le taux de la proportion de personnes utilisant des installations d'assainissement améliorées telles que le raccordement au tout-à-l'égout ou à une fosse septique, les latrines à chasse rudimentaires, les latrines à fosse améliorées et auto ventilées, et les latrines à fosse avec une dalle ou couvertes.

1.5- Directives de l'OMS

L'OMS est passée des normes internationales aux directives par souci de pouvoir tenir compte des aspects socioculturels, économiques, environnementaux propres aux différents pays. (OMS, 2004). En effet selon les conditions socio-culturelles, économiques et environnementales les normes internationales peuvent être inadaptées. Face à ces obstacles, les normes internationales ont été retranscrites en directives nationales pour une meilleure prise en compte des problématiques locales.

1.6- Normes nationales

Au Burkina Faso, la réglementation de la qualité de l'eau, comprend d'une part le domaine relatif à la «protection des prélèvements d'eau destinée à la consommation humaine », régi par les articles 33,34,35 et 36 de la *Loi n°002-2001/AN* du 08 février 2001, et d'autre part, le domaine relatif à la qualité de l'eau distribuée dont les normes de potabilité sont fixées suivant l'article 46 de la *Loi n°002-2001/AN* du 08 février 2001 par arrêté conjoint des Ministres de l'eau et de la Santé. Les normes nationales pour la qualité de l'eau de boisson sont celles de l'arrêté conjoint, *N°00019/MAHRH/MS* portant définition des normes de potabilité de l'eau en vigueur depuis le 05 Avril 2005. Cet arrêté dit en son article 2 :« Dans l'attente de l'élaboration de normes nationales tenant compte des spécifications hydro-chimiques et des moyens disponibles pour l'analyse de potabilité, les normes qui devront être respectées au Bukina Faso sont celles de l'OMS ». Il est important de signifier que cet arrêté est toujours en vigueur.

Le tableau1 en annexe contient des informations recueillies de la Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement. Il présente les normes du Burkina Faso en vigueur en termes d'accessibilité à l'eau. Il est important de souligner que comme l'indique ce tableau les paramètres en termes de qualité de l'eau ne varient pas selon la zone (milieu urbain, milieu rural). Les paramètres qui varient selon la zone sont la quantité de l'eau, le débit et le nombre de point d'eau par habitants.

1.7- Indicateurs de qualité bactériologique de l'eau de boisson

Les eaux destinées à la consommation doivent être exemptes de coliformes c'est-à-dire de germes indicatrices de contamination d'origine fécale (Arrêté conjoint n°00019/MAHR/MS portant définition des normes de potabilité de l'eau, 2005). Les bactéries sont dangereuses pour la santé de l'homme car elles sont sources de nombreuses maladies. Comme l'indique la norme pour juger de la qualité d'une eau du point de vue bactériologique, on ne doit avoir aucunes bactéries dans 100 ml d'eau analysée.

1.8- Polluants chimiques

La présence de certaines substances chimiques dans l'eau potable est autorisée jusqu'à un certain seuil au-delà duquel elles peuvent nuire à la santé des consommateurs. Plusieurs composés y sont répertoriés les éléments traces métalliques (plomb, chrome, cadmium, arsenic), les résidus de pesticide, les résidus d'hydrocarbures et des éléments majeurs (calcium, magnésium, sodium, potassium).

2- Etat de l'art et théories

L'eau est une ressource omniprésente dans les activités quotidiennes de l'homme. Elle est utilisée aussi bien pour l'alimentation (boisson, industrie agroalimentaire) que pour la production agricole (irrigation) en passant par l'hygiène (corporelle, vestimentaire) et l'assainissement. Les activités anthropiques, l'accroissement de la population et les changements climatiques entraînent une forte pression sur elle, justifiant ainsi de nombreuses études menées sur la dégradation de la qualité, les systèmes de protection, la mise au point de bonnes pratiques de gestion et l'adaptation aux changements climatiques.

Dans cette partie nous nous intéresserons aux études et travaux réalisés sur des problématiques en rapport avec la préservation de la qualité de l'eau, la gestion efficace et les actions à mettre en œuvre pour une meilleure préservation de cette ressource.

2.1- Chaîne de l'eau

Pour l'évaluation de la qualité de l'eau, il faut tenir compte du fait que l'eau prélevée à la source peut être potable mais la contamination peut avoir lieu au cours du transport ou pendant le stockage. Lalanne (2012) montre à travers une étude portant sur la gestion de l'eau depuis le lieu de puisage jusqu'à la consommation dans le ménage que sur le plan physico-chimique la qualité de l'eau se conserve tout au long de cette chaîne. Cependant, il révèle que sur le plan microbiologique les deux étapes problématiques sont le transport et le stockage car elles sont sources de contamination. Le manque d'hygiène dans de nombreux cas favorise la contamination également.

Dans une étude similaire Wright et al (2004) ont évalué l'ampleur et les causes de la contamination microbiologique entre la source et le point d'utilisation de l'eau consommée dans les ménages dans les pays en développement. Ils ont adopté comme méthode une méta-analyse de 57 études mesurant les bactéries dans l'eau de source et l'eau stockée à la maison pour évaluer la façon dont la contamination à varier selon les paramètres. L'avantage de la méta-analyse est qu'elle permet une analyse plus précise des données par l'augmentation du nombre de cas étudiés et de tirer une conclusion globale. Les résultats obtenus ont montré que la qualité bactériologique de l'eau stockée dans les ménages augmente de façon significative dans de nombreux cas.

Stéphanie Dos Santos pour sa part a traité des enjeux socio-sanitaires de la quête de l'eau à Ouagadougou (Dos Santos, 2005). Elle conclut à travers une méthode essentiellement basée sur les enquêtes au sein des ménages que les enjeux de l'eau impliquent la prise en compte de deux facteurs principaux que sont la qualité de l'eau consommée, et notamment le risque de pollution des contenants de stockage domestiques ainsi que les quantités utilisées pour chaque usage, et plus spécifiquement les usages liés à l'hygiène des mains.

2.2- La contamination microbienne

Selon Ashbolt (2004), l'eau potable est sujette à une importante contamination d'origine microbienne. Cela est dû notamment au problème récurrent du manque d'hygiène et au manque d'infrastructure d'assainissement qui l'expose aux agents pathogènes entériques dans les pays en développement. Les germes pathogènes entériques majoritairement enregistrés chez les enfants sont : rotavirus, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Shigella* spp. et *Vibrio cholerae* O1, et peut-être entéropathogènes *Escherichia coli*, *Aeromonas* spp. *V. cholerae* O139, entérotoxigènes *Bacteroides fragilis*, *Clostridium difficile* et *Cryptosporidium*

parvum. Cependant, tous ces germes sont facilement éliminés par chloration de l'eau à l'exception du *Cryptosporidium parvum* (Ashbolt, 2004).

2.3- Qualité de l'eau, assainissement et santé

A l'échelle planétaire, 21% de l'incapacité de travail due aux maladies proviennent des facteurs environnementaux. Le taux le plus élevé se situe en Afrique de l'Ouest où il atteint dix fois le niveau européen. Les problèmes dus à l'eau et à l'assainissement représente presque la moitié des facteurs liés à l'environnement (Seild, 2007).

Degbey (2011) a étudié les facteurs associés à la qualité des eaux de puits dans les ménages et la prévalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey Calavi. Elle utilise comme méthode une analyse des paramètres microbiologiques et des enquêtes dans les centres de santé pour une étude rétrospective des maladies hydriques dans la zone de notre étude. Il ressort de l'étude que l'ensemble des puits qui ont fait l'objet de l'enquête étaient contaminés par les *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Clostridium perfringens* et Streptocoques fécaux. Ces résultats d'analyses viennent alors corroborer les forts pourcentages des maladies enregistrées dans cette commune. En effet, les maladies enregistrées lors de cette étude furent essentiellement les diarrhées, les infections urinaires, les fièvres typhoïdes et les douleurs abdominales qui sont en adéquation avec les résultats de la qualité de ces eaux de puits (Degbey et al., 2011). L'étude a conclu que la dégradation de la qualité de l'eau de puits de la commune d'Abomey Calavi est due à plusieurs facteurs tels qu'une mauvaise gestion des déchets ménagers, la faible profondeur de la nappe, la nature des sols et la perméabilité de l'aquifère exploité.

2.4- Critères de qualité de l'eau

Pour la qualité de l'eau de boisson, les normes de l'OMS sont strictes : l'eau potable doit être exempte de germes pathogènes. Lalanne (2012) propose une classification selon les travaux de Feachem (1984) qui est la suivante :

Eau potable : exempte d'indicateurs de contamination

Eau acceptable : concentration en indicateurs inférieure à 100 UFC par 100 mL

Eau impropre : concentration en indicateurs inférieure à 1000 UFC par 100 mL

Eau extrêmement contaminée : concentration en indicateur supérieure à 1000 UFC par 100 mL

Ces quatre grandes catégories permettent de faire une classification des échantillons d'eau analysés.

Une seconde étude réalisée par (Ngnikam et al., 2007) propose une autre classification et elle se présente comme suit :

Tableau 1: critères de classification

	Streptocoques fécaux (UFC /100 mL)	Coliformes (UFC /100 mL)	Qualité
Niveau 1	0-20	0-20	Bonne
Niveau 2	0-20	20-200	Moyenne
Niveau 3	20-200	20-200	Suspecte
Niveau 4	20-200	200-1000	Très Suspecte

Source :(Ngnikam et al., 2007)

Nous allons partir de la première étude pour classer nos échantillons analysés dans la suite des travaux.

III- MATERIEL ET METHODES

1- Présentation du site d'étude

L'étude a été réalisée dans le village de Saaba. C'est l'un des vingt-trois villages de la commune rurale du même nom. Il compte neuf quartiers ou villages et est composé d'une zone aménagée (lotie) et une non aménagée (non lotie). Une grande partie des résidents est constituée de travailleurs exerçant dans la capitale.

2- Matériel utilisé

Pour la réalisation de cette étude une fiche d'enquête (annexe 2) et une fiche d'observation des points d'eau (annexe 3) ont servi à la collecte des données dans les ménages, du matériel de prélèvement a été utilisé pour l'échantillonnage. Le géoréférencement des points a été réalisé au moyen d'un GPS et appareil photo pour les prises de vues.

3- Echantillonnage

Les prélèvements ont été réalisés sur les principaux points d'approvisionnement en eau de la zone d'étude. Au total dans vingt points d'eau dont quinze forages équipés de pompe à motricité humaine, quatre bornes fontaines et un puits à grand diamètre ont été échantillonnés. Le maximum des points d'eau ont été choisi dans les zones qui rencontrent le plus un problème d'assainissement tels que Bagabin-Tamsin, Zakin et Nakomstenga. Nous avons choisis cinq ménages par point d'eau pour les prélèvements au sein des ménages. Les principaux critères de choix étaient la distance du ménage au point d'eau, la taille du ménage et le standing. L'eau est directement prélevée dans les récipients de stockage à l'aide des récipients de puisage utilisés par les ménages. Les échantillons sont transportés dans une glacière et acheminés au laboratoire pour une prise en charge analytique immédiate.

4- Caractérisation physicochimique

Les différentes techniques analytiques usuelles ont permis une caractérisation des paramètres physicochimiques des échantillons d'eau prélevés. Les ions majeurs : les ions nitrites (NO_2^-), les ions nitrates (NO_3^-), les ions ammonium (NH_3^+), les ions sulfates (SO_4^{2-}), les ions ortho phosphates (PO_4^{3-}) ont été quantifiés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire à l'aide d'un équipement DR5000 Hach Lange.

Le titre alcalimétrique (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), le titre hydrotimétrique ou dureté totale (TH) et la teneur en ions chlorures ont été déterminés par l'analyse volumétrique. La turbidité a été mesurée avec un turbidimètre FT-IR, le pH et la conductivité électrique ont été déterminés à l'aide d'un multi paramètre WTW 330i.

5- Analyses microbiologiques

Conformément aux directives de qualité, les éléments recherchés sont les indicateurs de contaminations fécales (coliformes totaux, coliformes fécaux) et les streptocoques fécaux.

5.1- 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. Ils 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'*Escherichia coli*, certaines bactéries opportunistes (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*,...), des virus, des champignons,... Ils témoignent une pollution d'origine organique. Le milieu de culture que nous avons utilisé est Chromocult coliformes Agar ES et le dénombrement est effectué après 24h ; nous avons utilisé la méthode de filtration sur rampe.

5.2- Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (E. Coli). Les coliformes fécaux témoignent d'une pollution récente. Le milieu de culture utilisé est Chromocult Agar et le dénombrement est effectué après 48h. La méthode utilisée est celle de la filtration sur rampe.

5.3- Streptocoques fécaux

Les streptocoques sont des hôtes normaux de l'intestin et des animaux à sang chaud. Ils ne sont généralement pas considérés comme pathogènes. Les streptocoques fécaux appartiennent à un groupe de streptocoques qui ne sont pas tous d'origine fécale. 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. Le milieu de

culture utilisé est Stantleze et Bartley et le dénombrement est effectué après 24h ; nous avons utilisé la méthode de filtration sur rampe.

6- Méthodes de traitement de données

Il s'agira de faire une corrélation entre les données issues des enquêtes et les résultats obtenus lors des analyses en laboratoire à partir de méthodes statistiques. Les données obtenues au laboratoire seront analysées à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Celles issues de l'enquête seront dépouillées et analysées à l'aide du logiciel Sphinx. Nous utiliserons la méthode de Delphi pour faire une analyse globale et établir la corrélation entre les données de laboratoire et celles issues de l'enquête. Ensuite nous utiliserons l'analyse en composante principale pour mieux appréhender les spécificités. Le logiciel utilisé pour l'analyse en composante factorielle est Xlsat.

6.1- Méthode de DELPHI

Nous allons faire une analyse multicritère à l'aide de la méthode Delphi. C'est une méthode d'analyse subjective/intuitive, basée sur des enquêtes de surveillance et utilise l'intuition et les connaissances d'un groupe d'expert. Elle consiste en un classement de critères en deux ou plusieurs « tours », pendant lesquels les résultats du premier tour servent de bases de réflexion au classement des tours suivants. Le classement du second tour et des suivants pour chaque expert se fait donc sous l'influence de l'opinion des autres experts dans l'optique d'obtenir un consensus entre tous les experts. Nous nous sommes inspirés du classement fait par Lalanne en 2012. Cette méthode nous permettra de faire un lien entre les conditions de stockage, le niveau d'assainissement, les conditions socio-économique et la dégradation de la qualité de l'eau dans les ménages.

Enfin une évaluation de la tendance sera faite par la corrélation de Kendall.

• Formule de la corrélation de Kendall

Pour le calcul de ce taux on procède de la manière suivante :

- ✓ Le nombre de bactéries est classé de l'échantillon le moins contaminé au plus contaminé (Série 1).
- ✓ Attribution de score aux différents types de comportement pouvant être source de contamination de l'eau. (Série 2)
- ✓ Observer et comparer les valeurs de la série 2 avec les suivantes de la manière suivante :
 - Si la suivante est supérieure, on attribue la valeur +1
 - Si la suivante est inférieure, on attribue la valeur -1
- ✓ Faire la somme (S) des valeurs +1 et -1

On applique alors la formule suivante pour déterminer le taux de Kendall

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

τ : taux de Kendall n : nombre de données de chaque série S : somme des +1 et -1

N.B. : Le taux de Kendall est compris entre -1 et +1. Plus on se rapproche de +1 plus la corrélation est forte.

6.1.1- Choix des critères et score comportemental

Le choix du coefficient se fait selon la pertinence de la variable. Le classement est fait, après une concertation avec des personnes du domaine de l'eau et de l'assainissement et aussi à partir des observations que nous avons pu faire sur le terrain.

6.2- L'analyse en composante principale

L'analyse en composante principale entre dans le domaine de la statistique exploratoire. Elle permet d'étudier plusieurs variables en même temps.

IV- RESULTATS ET DISCUSSION

Cette partie concerne la présentation et l'interprétation des résultats obtenus à l'issu de l'analyse microbiologique et physico chimique des échantillons, de ceux obtenus aussi à l'issu des enquêtes et des croisements de données.

1- Mauvaises pratiques rencontrées sur le terrain

Les campagnes de prélèvements et d'enquêtes ont été l'occasion de découvrir les mauvaises pratiques souvent adoptées par les populations tant au niveau de la gestion de l'eau à domicile qu'au niveau de l'assainissement au niveau des points d'eau.

1.1- Mauvaise gestion de l'eau stockée

Les récipients de stockage d'eau en milieu rural sont faciles d'accès aux enfants parce qu'ils sont placés à même le sol et très souvent dans la cour sans surveillance.

L'image ci-dessous montre une fillette entrain de puiser l'eau dans un canari.

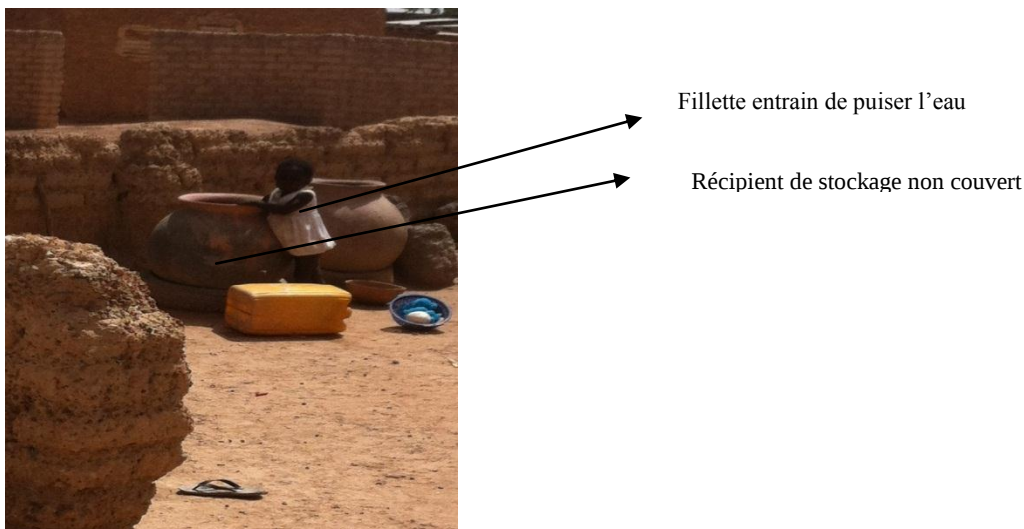


Photo 1 : Mauvaises pratiques de gestion de l'eau

1.2- Manque d'assainissement au niveau des points d'eau

L'assainissement au niveau de la plupart des points d'eau à Saaba était médiocre. On note la présence de flaques d'eau qui sont des nids de moustiques et des abreuvoirs pour animaux.

Cette situation entraine de nombreux risques sanitaires (paludisme, choléra, diarrhées ect...) pour les ménages situés à proximité et pour tous les ménages s'approvisionnant à ces points d'eau.



Photo 2 : Salubrité autour des points d'eau

2- Résultats des enquêtes au sein des ménages

2.1- Situation du ménage

Comme l'indique le graphe ci-dessous, 66,7% des ménages enquêtés habitent en zone non lotie contre 33,3% en zone lotie.

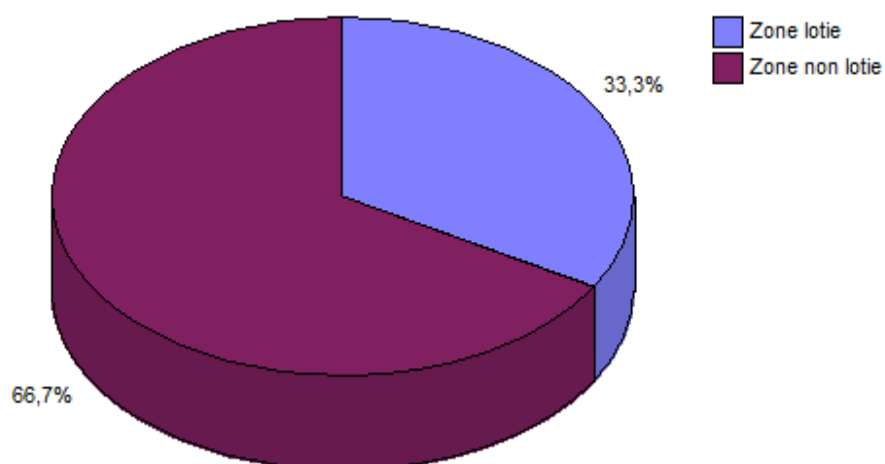


Figure 2: Situation des ménages

2.2- Chaîne de l'eau

2.2.1- Type d'approvisionnement en eau potable

Les résultats de l'enquête montrent que 70,2% des ménages s'approvisionnent à l'eau de forage, 23,8% s'approvisionnent aux bornes fontaines et 6% à l'eau de puits.

Les populations s'approvisionnant à l'eau de puits sont situées dans la zone lotie mais le font en cas de pénurie d'eau.

Certaines populations situées dans la zone non lotie vont à la zone lotie pour s'approvisionner en eau à la borne fontaine la plus proche. Cela est dû au fait que les débits au niveau du forage sont souvent faibles et le pompage très pénible ou que l'eau du forage présente un dépôt rougeâtre après prélèvement.

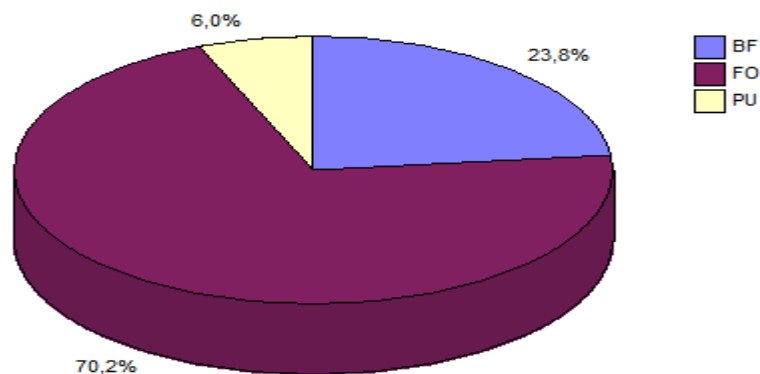


Figure 3: Source d'approvisionnement en eau potable

2.2.2- Récipient de transport

La majorité des récipients de transport utilisés sont des bidons 87.5% contre 14.3% de barriques. Cela est dû au fait que la majorité des ménages enquêtés s'approvisionnent aux forages et qu'il est plus facile de remplir un bidon de 20 l qu'une barrique de 200 l.



Photo 3 : Récipients de transport.

2.2.3- Stockage et condition de stockage

Tous les ménages enquêtés stockent leur eau et les récipients utilisés varient peu pour la plupart. En effet 94% disent stocker leur eau dans les canaris, seulement 3,6% dans des barriques et les autres dans les seaux.

Pour ce qui est de l'entretien des récipients de stockage, 85,7% des ménages affirment couvrir leur récipient de stockage et 64% les lavent tous les jours. Cependant une minorité nous a confirmé qu'elle ne lave leur canari que quand la moisissure apparaît au fond.



Photo 4 : Récipient de stockage

2.3. Condition Socio-économique

2.3.1-Profession du chef de famille

Nous avons seulement 10,7% de fonctionnaires et le reste sont des cultivateurs, des maraîchers, des maçons. Nous avons classé dans la catégorie autre les chômeurs, les décédés, les retraités.

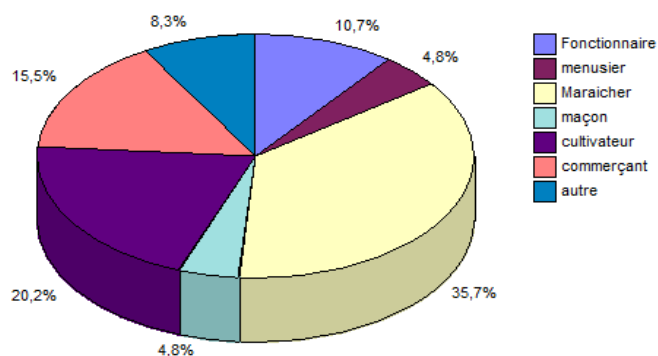


Figure 4 : Profession du chef de famille

2.3.2- Taille du ménage et nombre d'enfants

Les variables nombre d'enfants et taille du ménage sont très importantes pour notre analyse car les hypothèses de départ soutiennent que ces variables sont des facteurs importants dans la dégradation de la qualité de l'eau.

Les diagrammes suivants représentent la taille des différents ménages, le nombre d'enfants par ménages et les nombre d'enfants de moins de cinq ans.

La figure 5 présente que les tailles de ménages compris entre 4 et 6 ; 6 et 8 ; 8 et 10 dominent avec respectivement des taux de 25%, 23,8% et 20,2%. La taille de ménage de 12 et plus à une part de 10,7% ce qui n'est pas négligeable par rapport aux autres taux.

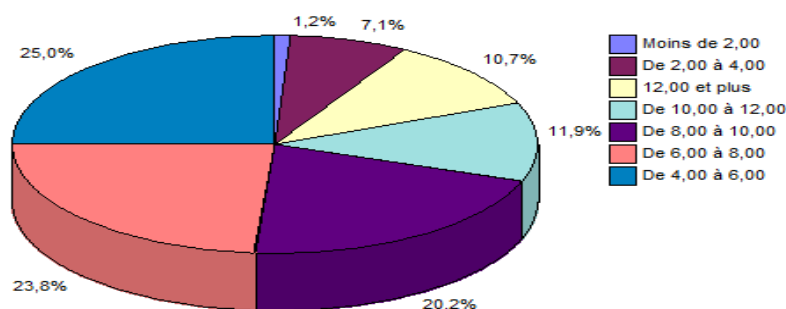


Figure 5: Taille du ménage

2.4- Niveau d'assainissement

Le niveau d'assainissement est assez bas à Saaba. En effet 60,7% des ménages enquêtés n'ont pas de latrines et font leurs besoins dans la nature, ce qui engendre d'importants risques sanitaires et 72,7 % rejettent leurs déchets ménagers dans la nature non loin des concessions.

La salubrité de la cour a été définie suivant les critères indiqués dans le tableau N°4 :

Tableau 2: définition des niveaux de salubrité

Niveau de salubrité	Condition
Salubrité bonne	- Présence de Poubelle - Pas de présence de déchets ménagers dans la cour - Pas de flaques d'eau stagnante dans la cour - Pas d'ordures devant la cour
Salubrité passable	- Pas de déchets ménagers et excréments d'animaux dans la cour - Pas de Flaques d'eau stagnantes dans la cour
Salubrité médiocre	- Flaques d'eau stagnantes dans la cour - Mauvaise gestion des déchets ménagers et d'excréments d'animaux.

Suivant ces critères, nous obtenons que 56% des ménages ont un niveau de salubrité de leur cour jugé « passable », 42% un niveau « médiocre » et seulement 1,2% un niveau « bon »

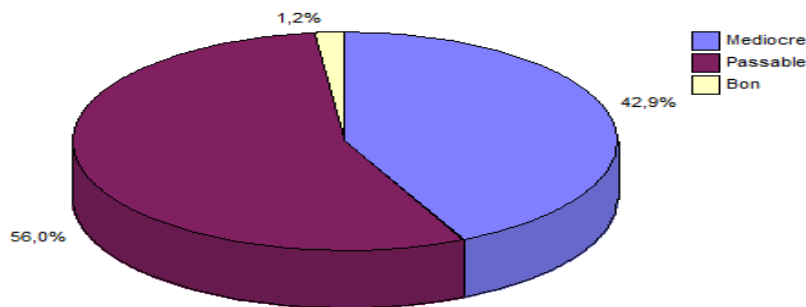


Figure 6:Salubrité de la cour

3- Résultats des analyses microbiologiques et physico-chimiques

Des prélèvements ont été effectués au niveau des points pour déceler les forages contaminés à la source et ensuite au sein des ménages. Il s'agissait de choisir cinq ménages par point d'eau ce qui nous faisait un total de cent ménages. Mais lors de cette seconde phase deux forages étaient en pannes. Nous avons aussi constaté que deux autres étaient presque abandonnés, l'un pour cause de débit faible et l'autre pour cause de mauvaise qualité de l'eau fournie notamment un dépôt rougeâtre.

3.1- Résultats des analyses microbiologiques et physicochimique

3.1.1- Analyses microbiologiques

Nous avons obtenus comme résultat que 25% des forages sont contaminés à la source pour les paramètres coliformes fécaux et coliformes totaux. Mais nous n'avons pas de contamination par les streptocoques. Nous les avons classés selon les critères de Feachem (1984) in Lalanne (2012) et nous avons fait une classification pour chaque paramètre.

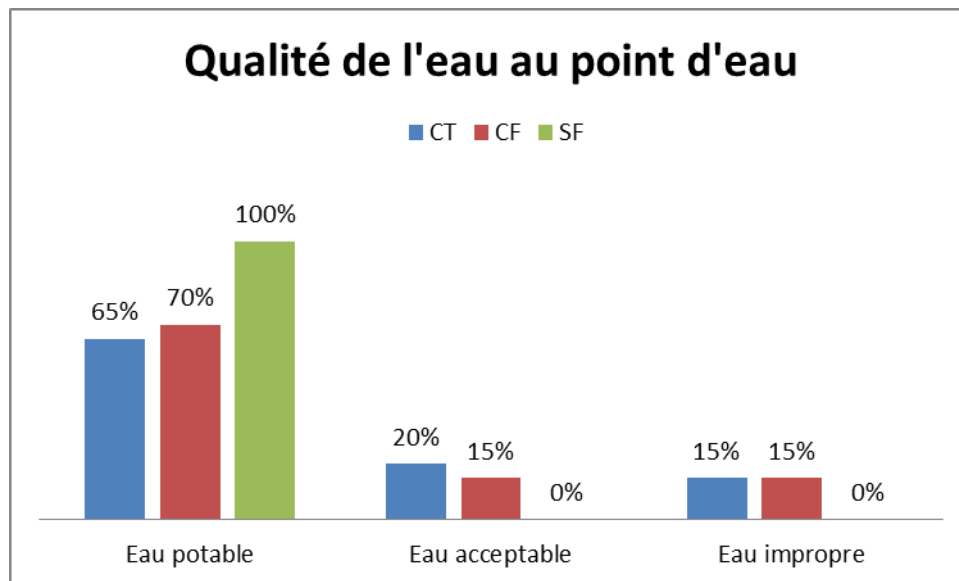


Figure 7: Qualité de l'eau au point d'eau

Le graphique ci-dessus fait une classification des échantillons d'eau prélevés dans les différents points d'eau.

Nous pouvons observer que 65% des points d'eau délivrent une eau potable, 20% une acceptable et 15% une eau impropre en ce qui concerne le paramètre coliformes totaux.

Pour le paramètre coliformes fécaux, 70% des points d'eau délivrent une eau potable, 15% une eau acceptable et 15% une eau impropre.

Aucun des points d'eau analysé ne révèle la présence de streptocoques fécaux.

La contamination de l'eau des forages et puits peut s'expliquer par plusieurs facteurs. En effet la mauvaise gestion des déchets ménagers accentués par l'accroissement de la population, à des infiltrations au cas où la nappe serait peu profonde. Une étude menée par (DEGBEY Cyriaque et al., 2011) a permis de se rendre compte que la dégradation des eaux de puits et de forages dans la commune d'Abomey Calavi au Bénin étaient due à la faible profondeur de la nappe, la nature des sols et la perméabilité de l'aquifère exploité peuvent causer la dégradation de ces sources d'eau. Cette situation avait pour conséquence une forte prévalence des maladies hydriques dans cette zone.

3.1.2- Résultats des analyses physico-chimiques

L'eau de consommation des populations de la zone d'étude est constituée de forage, de puits ouverts et de bornes fontaines alimentées par le réseau de l'ONEA. L'examen de la qualité de l'eau prend donc en compte les résultats obtenus après analyse des échantillons prélevés au cours de la campagne aussi bien aux sources d'approvisionnement qu'au point de stockage

dans les ménages enquêtés. Les analyses physico-chimiques ont été effectuées uniquement sur les eaux provenant des forages et des puits.

- **Le pH**

Les échantillons analysés ont une valeur de pH qui varie entre 5,95 à 8,06. Un seul forage (pH=5,95) ne respecte pas la norme exigeant un pH compris entre 6,5 et 8,5. Il faut dire que la valeur de 5,95 n'est pas alarmante.

Le pH exprime l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Il conditionne les équilibres physico-chimiques en particulier l'action de l'eau sur les carbonates. Etant donné le pouvoir tampon de l'eau, sauf en cas de rejets industriels il est rare que l'eau ait un pH qui soit une contre-indication à la potabilité.

- **Turbidité**

La turbidité est causée par des matières particulaires ou colloïdales. Elles sont composées de limons, d'argile, de composés organiques ou inorganiques, du plancton ou d'autres microorganismes. La norme fixée par l'OMS et adoptée au Burkina Faso pour la turbidité est de 5 NTU. Comme l'indique le tableau ci-dessous, deux forages ne répondent pas à cette norme.

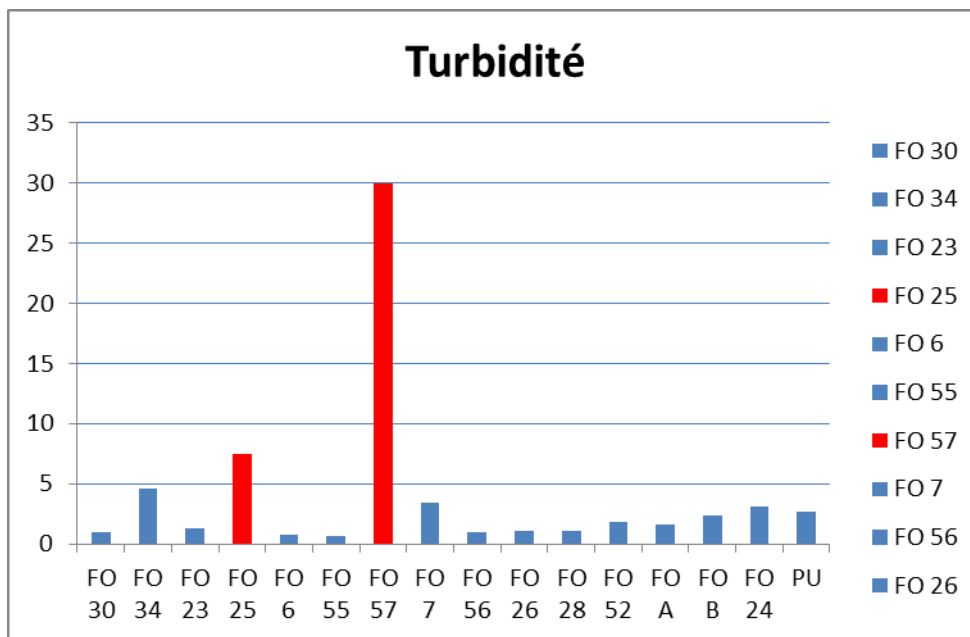


Figure 8: Valeur de la turbidité

Les forages 25 et 57 ont des valeurs de turbidité supérieure à la norme. Ce qui traduit d'un fort taux de matière en suspension des eaux prélevées dans ces forages et par moment la présence de microorganisme. Selon les résultats de l'analyse microbiologique le forage 25 est contaminé mais pas le forage 57.

- Les ions

Les informations communiquées par la mairie indiquaient comme seule non-conformité pour les eaux de forage la concentration en ions nitrate. En plus de ce paramètre, les contrôles ont aussi porté sur d'autres ions majeurs parmi lesquels les ions nitrite, les ions sulfate, les ions orthophosphates et les ions ammonium.

- Le nitrate

Le nitrate est admis dans l'eau de boisson jusqu'à la valeur seuil de 50mg /L.

Le diagramme ci-dessous présente la concentration en nitrate des différents points d'eau :

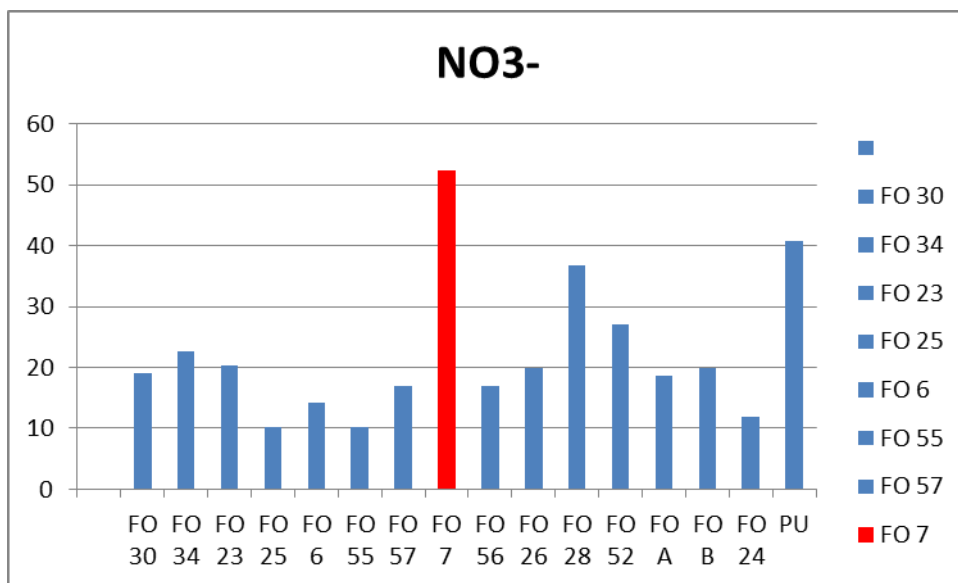


Figure 9: Concentration en nitrate

Comme l'indique le diagramme, seul le forage 7 ne répond pas à la norme.

- Le nitrite

La méthémoglobinémie est causée par la capacité réduite du sang à transporter l'oxygène vital dans l'ensemble de l'organisme. Une des causes les plus courantes est la présence de nitrites dans l'eau de boisson.

La norme fixée par l'OMS pour le nitrite est de 3mg/L. Tous les points d'eau répondent à cette norme.

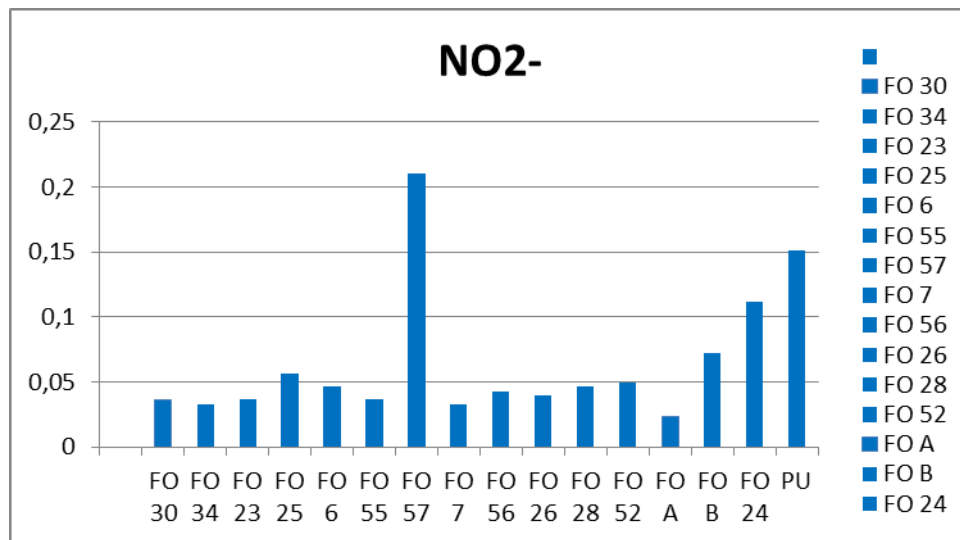


Figure 10: Concentration en nitrites

- **Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)**

Cette analyse permet la détermination des éléments basiques et sel d'acides faibles. Les éléments concernés sont les ions carbonates (CO_3^{4-}), en ions hydroxydes (OH^-) et les ions hydrogénocarbonates (HCO_3^-). Les résultats obtenus pour la teneur des différents ions répondent à la norme. (voir tableau 3 et 4 en annexe).

- **Titre hydrométrique et titre calcique**

Cette analyse va nous permettre de déterminer les teneurs en calcium et en magnésium. Une teneur en calcium trop élevée peut causer des troubles urinaires. Nous avons obtenus pour le calcium une valeur comprise entre 7,6 et 24,4. La majeure partie de la population enquêtée se plaignait de troubles urinaires causés par l'eau des forages d'où la recherche de la teneur en ion calcium. Nous n'avons pas obtenus de résultats qui ne répondent pas à la norme pour ces composés (voir les tableaux 3 et 4 en annexe).

3.1.2- Qualité de l'eau dans les ménages

Les résultats ci-dessous feront un bilan de la qualité de l'eau consommée par les ménages enquêtés. Les échantillons ont été prélevés dans les récipients de stockage. Les ménages ont été choisis en fonction de la distance au point d'eau.

- Critères de choix des ménages

Les ménages ont été numérotés M1, M2, M3, M4, M5 et les critères de choix étaient le suivant : le standing et la distance au point d'eau.

Le ménage M1 est situé à une distance inférieure à 100 m du point d'eau, le ménage M2 à une distance comprise entre 100 m et 300 m, le ménage M3 à une distance comprise entre 300 et 500 m et enfin les ménages M4 et M5 à une distance supérieure à 500 m. Pour varier les

standings les ménages ont été choisis aussi bien en zone lotie qu'en zone non lotie d'où la présence de borne fontaines parmi les points d'eau.

Pour les échantillons prélevés dans les ménages, nous allons faire une analyse microbiologique uniquement. La qualité physico-chimique de l'eau se conserve pendant le transport et le stockage (Lalanne, 2012).

- **Qualité de l'eau dans les Ménages situés à moins de 100 m**

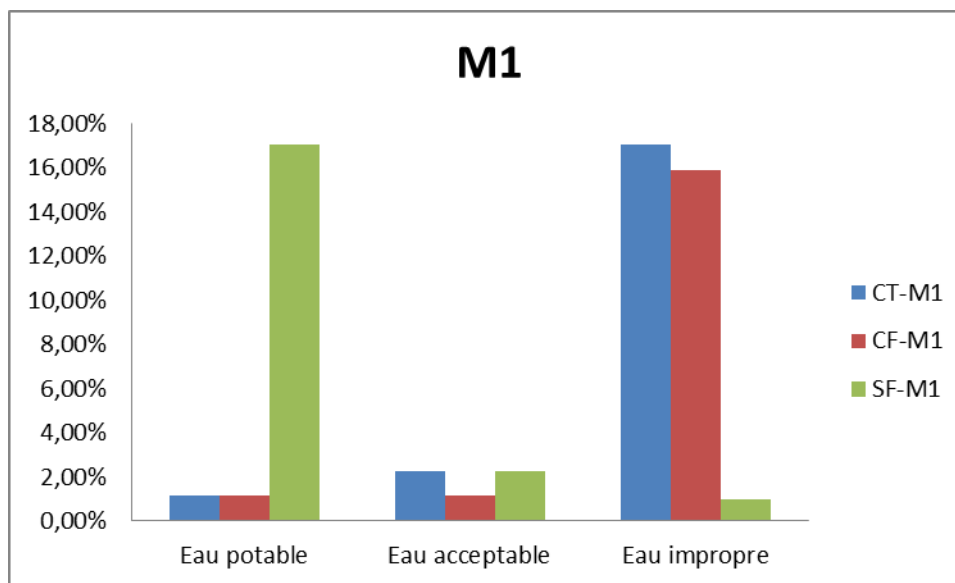


Figure 11: Qualité de l'eau dans les ménages situés à moins de 100 m

On peut observer sur le graphique ci-dessus que :

Pour la pollution d'origine organique, 1,14% des ménages consomment une eau potable, 2,27% une eau acceptable et 17,04% une eau impropre.

Les taux varient peu pour celle d'origine récente, ils sont de 1,14%, 1,14% et 15,91% respectivement pour des ménages consommant une eau potable, une eau acceptable et une eau impropre.

La contamination ancienne quant à elle présente des taux différents des deux premiers car très peu d'échantillons contiennent les streptocoques fécaux. Pour ce paramètre nous avons 17,04 % des ménages qui consomment une eau potable, 27% une impropre et seulement 1% une eau impropre.

On constate que la qualité de l'eau se dégrade fortement dans le ménage. Les ménages M1 sont situés à proximité des points d'eau le facteur distance n'influe pas trop par contre on pourrait expliquer cette dégradation par le manque d'hygiène et d'assainissement.

- **Qualité de l'eau dans les ménages situés entre 100 et 300 m**

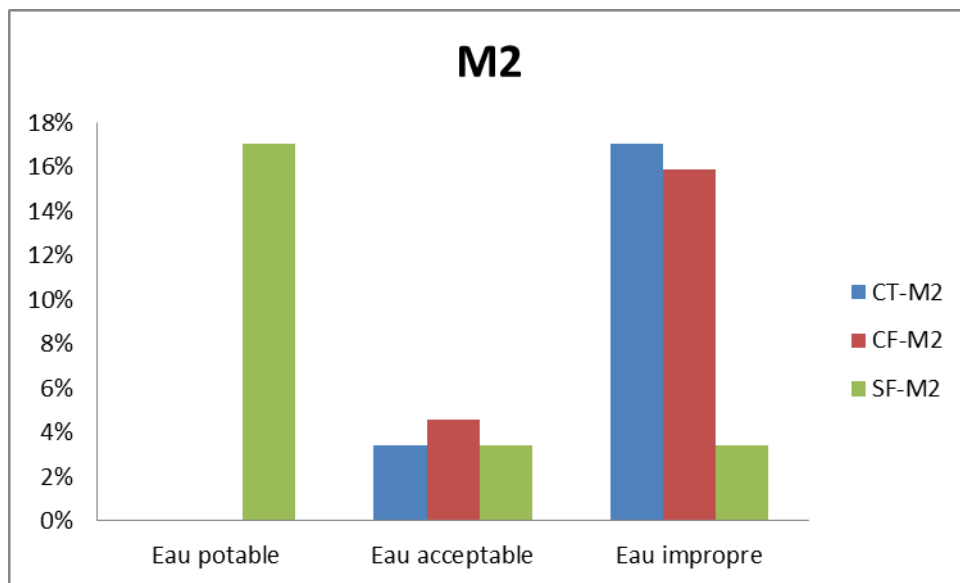


Figure 12: Qualité dans les ménages situés entre 100 et 300 m

En observant les ménages M2, nous pouvons constater que le facteur distance commence à se faire sentir car le taux des ménages consommant une eau potable pour les paramètres coliformes fécaux et totaux diminue et est même égale à zéro.

- **Qualité de l'eau dans les ménages entre 300 et 500 m**

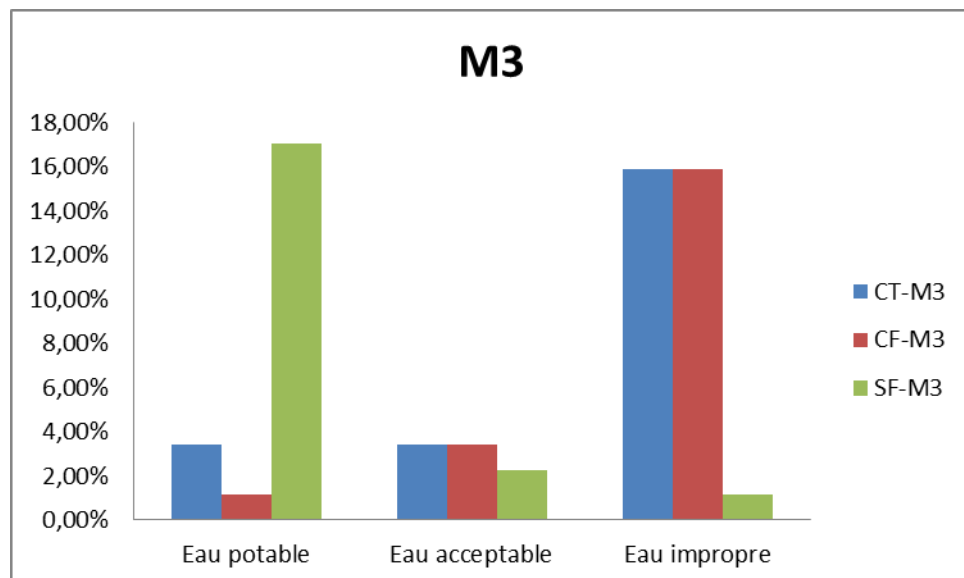


Figure 13: Qualité de l'eau dans les ménages situés entre 300 et 500 m

Le pourcentage de personne consommant une eau impropre varie peu par rapport aux ménages. Cependant le nombre de personnes consommant une eau potable augmente

légèrement au niveau des ménages M3. Ce qui permet de dire que la distance n'est pas le seul facteur intervenant. Les bonnes pratiques de stockage sont nécessaires.

- Qualité de l'eau dans les ménages situés à une distance supérieure à 500 m

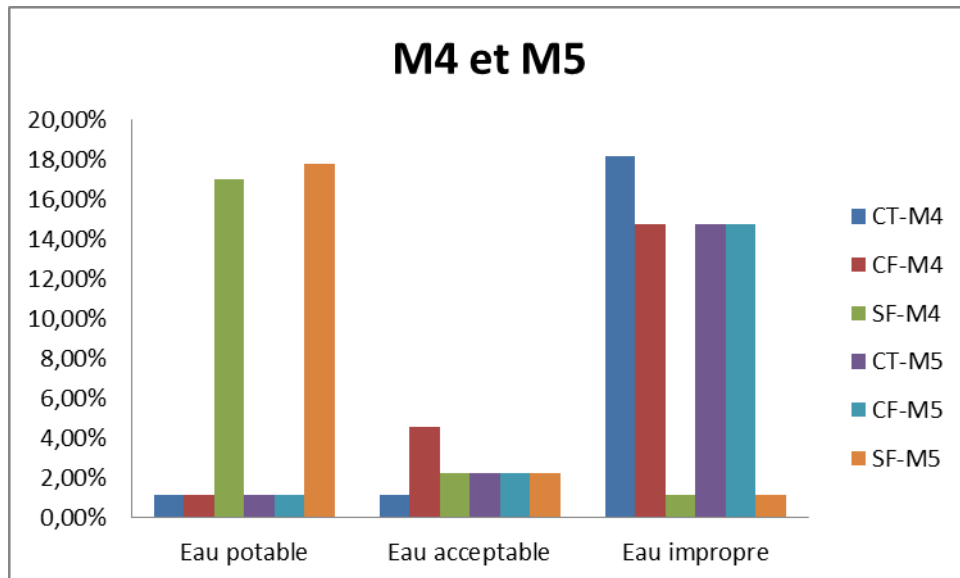


Figure 14: Qualité de l'eau dans les ménages situés à une distance supérieure à 500 m

Nous rappelons que les ménages M4 et M5 sont situés à la même distance de plus de 500 m du point d'eau.

Les comportements diagrammes pour les ménages M4 et M5 sont similaires avec de légères différences.

4- Méthode de Delphi

L'objectif est d'évaluer la corrélation entre les conditions de stockage, le niveau d'assainissement, les conditions socio-économiques et la contamination bactériologique. Les indicateurs de contaminations sont coliformes fécaux et coliformes totaux. Nous n'avons pas pris en compte l'indicateur streptocoques fécaux parce que très peu d'échantillons analysés sont sujets à cet indicateur. Les figures N°15 à 20 présentent les résultats d'analyse des différentes corrélations entre les variables.

Nous avons déterminé le taux de Kendall qui a une valeur comprise entre -1 et +1. Les valeurs se rapprochant de +1 traduisent une corrélation forte. La plus forte corrélation a été obtenue pour la variable conditions de stockage et coliformes fécaux. Cette méthode nous a permis d'éliminer certaines variables telles que la profession du chef de famille, la profession de la maitresse de maison qui avait été jugées moins pertinente

Dans l'ensemble, les corrélations montrent une faible significativité, cela nous a motivé à faire des investigations plus approfondies en réalisant une Analyse en Composante Principale (ACP) qui vient en complément à la méthode Delphi.

Pour les différentes analyses statistiques nous avons tenu compte uniquement des ménages s'approvisionnant à une source d'eau potable.

4.1- Incidence du mode de stockage sur la qualité de l'eau

Pour cette classification nous nous sommes inspirés de celle utilisée par Lalanne (2012). Nous avons obtenu le résultat consigné dans le tableau ci-dessous.

En effet couvrir la variable couvrir le récipient de stockage a été jugé plus pertinente car elle impacte plus sur la dégradation de la qualité de l'eau que les variables fréquence de nettoyage et type de récipient de stockage.

Tableau 3: Critères et score comportemental liés au stockage

Critères	Coefficient	Sous critères	Points	Score
C1 : Entretien des récipients de stockage	7	Couverture des récipients		Sc
		Récipient couvert	1	
		Récipient non couvert	4	
		Fréquence de nettoyage :		
		Tous les jours	1	
		3 fois/semaine	2	
		2 fois/semaine	3	
		1 fois/semaine	5	
		Durée de stockage :		
		1-2jrs	1	
		3-4jrs	3	
		7jrs	6	
		>7jrs	7	
		C2 : Type de récipient de stockage	4	
Barrique	3			

- **Coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont des germes indicateurs d'une pollution microbiologique d'origine organique des échantillons d'eau. Pour évaluer l'impact du stockage sur la qualité de l'eau la méthode de Delphi a été appliquée. La figure 15 présente l'allure des courbes représentant la charge totale en coliformes totaux et le score comportemental lié au stockage. Le taux de Kendall obtenu est de 0,33. Il indique une corrélation positive entre ces deux variables.

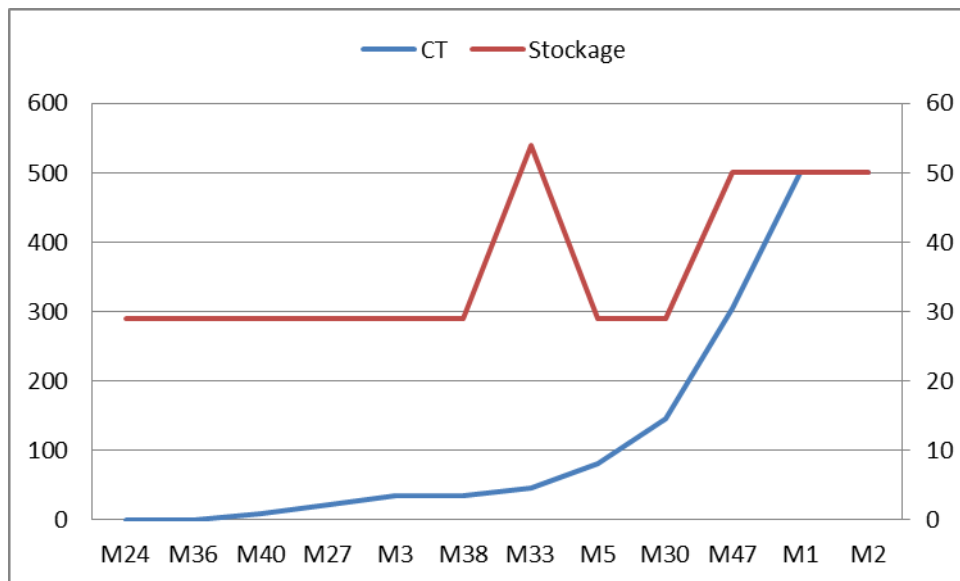


Figure 15: Corrélation entre la contamination organique et les scores comportementaux liés au stockage

- **Coliformes fécaux**

Le taux de Kendall obtenu entre la charge totale en coliformes fécaux et le score comportemental lié au stockage est de 0,38. Cela traduit un lien entre ces deux variables même si les courbes de la figure 16 semblent ne pas avoir la même allure.

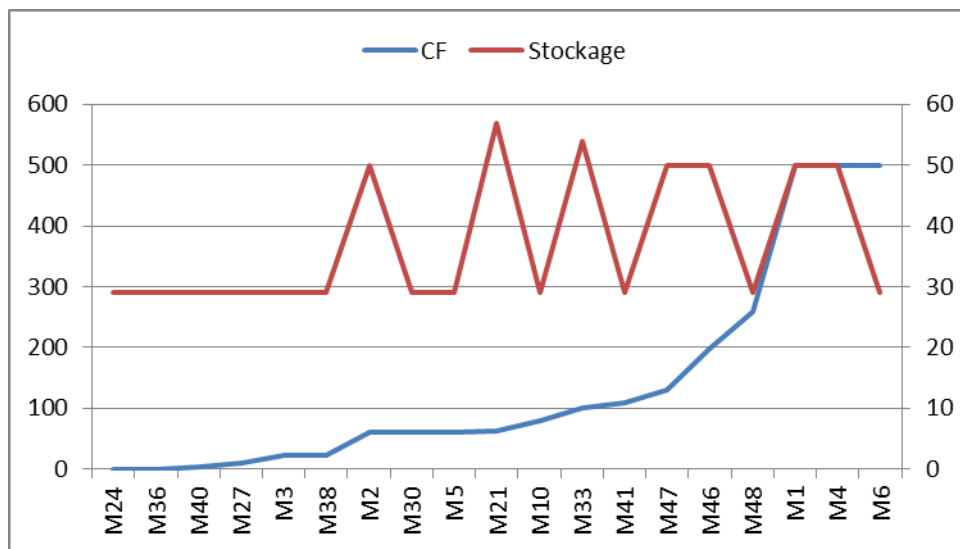


Figure 16 : Corrélation entre la contamination récente et les scores comportementaux liés au stockage.

Il ressort donc de cette partie que les taux de 0,38 et 0,33 ont été obtenus pour les corrélations entre les coliformes fécaux et totaux et le mode de stockage. Ces taux sont certes faibles mais positifs. Cela traduit donc une influence du mode de stockage sur la qualité de l'eau dans les ménages. Aussi, ces taux nous rassurent également quant au choix de nos variables et nous permettra de garder tous les sous critères pour la variable conditions de stockage et de passer à l'analyse en composante principale.

4.2- Incidence du niveau d'assainissement sur la qualité de l'eau

Les résultats obtenus classent le paramètre « salubrité de la cour » comme la variable la plus pertinente. En effet, il paraît évident qu'une cour impropre traduit déjà un manque d'hygiène qui ne se limitera pas à la cour mais aussi à l'entretien des récipients de transport et de stockage de l'eau.

Tableau 4: Critères et score comportemental liés au niveau d'assainissement

Critères	Coefficient	Sous critères	Point	Score
C1 : Salubrité de la cour	7	Médiocre	5	Sc
		Passable	3	
		Bon	1	
C2 : présence de latrines	6	Oui	1	
		Non	4	

C3 : Gestion des déchets ménagers	5	Rejet dans la nature	5	
		Présence de Poubelle	3	
		Valorisation	2	

• Coliformes totaux

L'étude de la corrélation entre le niveau d'assainissement et les coliformes totaux a permis d'obtenir les courbes représentées sur la figure 17. La valeur du taux de Kendall obtenue est négative (-0,27) et semble indiquer une absence de lien entre ces deux paramètres.

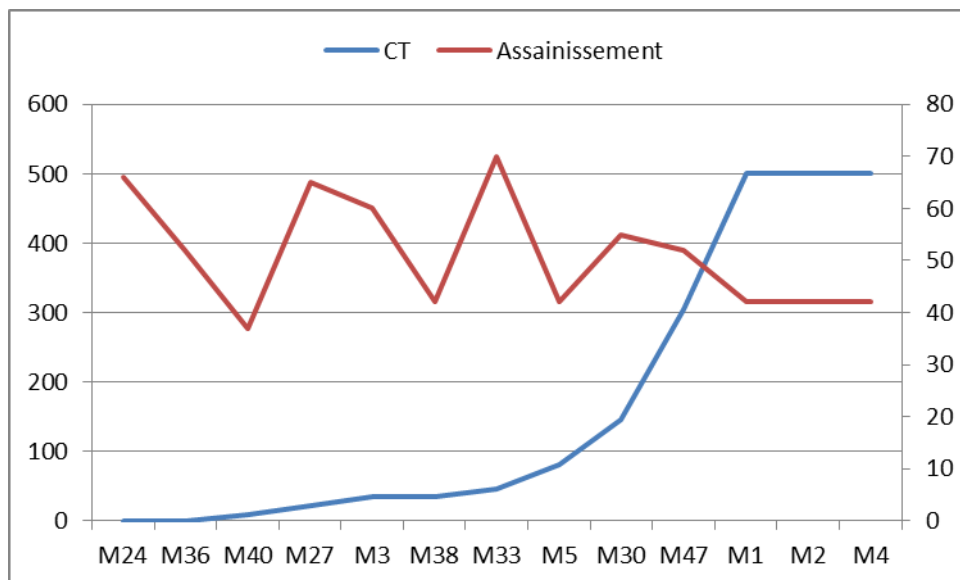


Figure 17: Corrélation entre la contamination organique et le niveau d'assainissement

• Coliformes fécaux

Le taux de Kendall obtenu pour l'évaluation de la corrélation entre la charge en coliformes fécaux et le score comportemental lié à l'assainissement est de 0,02. Ce taux est positif mais très faible ce qui pourrait traduire une absence de lien entre ces deux variables.

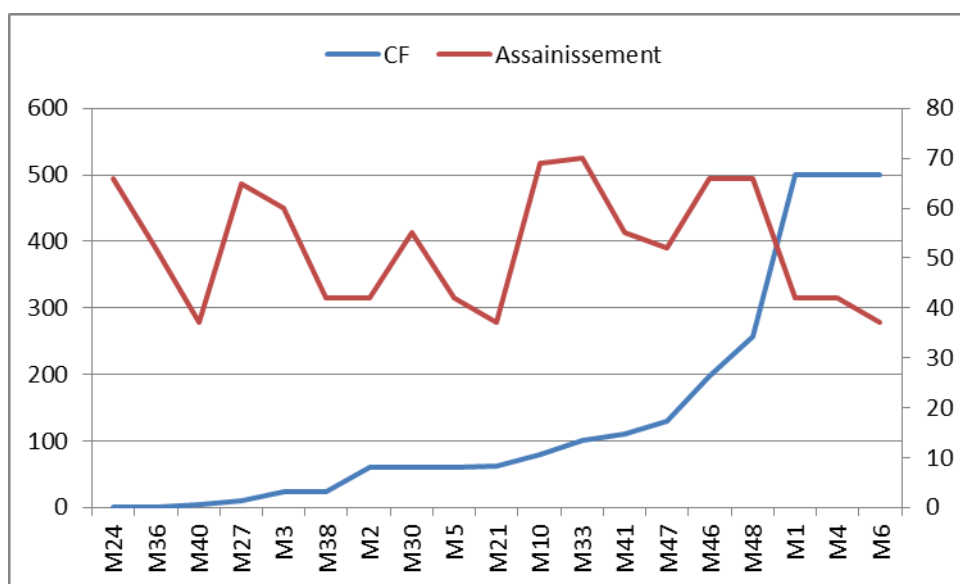


Figure 18 : Corrélation entre la contamination récente et le niveau d'assainissement

Le score comportemental lié au niveau d'assainissement du ménage et la charge totale en coliformes ne présentent pratiquement pas de corrélation relativement à la qualité de l'eau. C'est ce qui justifie les taux de Kendall négatifs et très faibles obtenus. Les sous critères jugés moins pertinents pour la variable assainissement (rejet des déchets dans la nature, présence de poubelle et valorisation) n'ont donc pas été retenus pour l'analyse en composante principale.

4.3- Incidence des conditions socio-économique sur la qualité de l'eau

Les enfants à bas âges, ignorent les règles d'hygiènes et ont besoin d'être suivit. En milieu rural la maitresse de maison est très occupée à l'exécution des tâches ménagères si bien que les enfants sont laissés à eux-mêmes dans de très nombreux cas. Cette variable est suivie de la variable « nombre d'enfants » qui représente l'ensemble des enfants de moins de quinze et de la variable « taille du ménage ». Nous avons introduit ces nouvelles variables dans le but de compléter les études précédentes, en étudiant leur impact sur la contamination de l'eau.

Tableau 5 : Critères et score comportemental liés aux conditions socio-économique

Critères	Coefficient	Sous critères	Point	Score
C1 : nombre d'enfants et taille du ménage	7	Nombre d'enfants de moins de cinq :		Sc
		0-2	1	
		2 et plus	4	
		Nombre d'enfants		
		0-2	1	

		2-6	2	
		6-10	4	
		> 10	6	
		Taille du Ménage		
		1-2	1	
		2-6	2	
		6-10	4	
		>10	6	
C2 : Statut de la maitresse de maison	5	Ménagère	4	
		Commerçante	2	
		Fonctionnaire	1	
C3 : Situation du ménage	4	Zone lotie	2	
		Zone non lotie	6	

- **Coliformes totaux**

La figure 19 présente des courbes obtenues pour l'évaluation de la corrélation entre les conditions socio-économique et la charge en coliformes totaux. Un taux négatif de -0,24 a été obtenu pour cette corrélation.

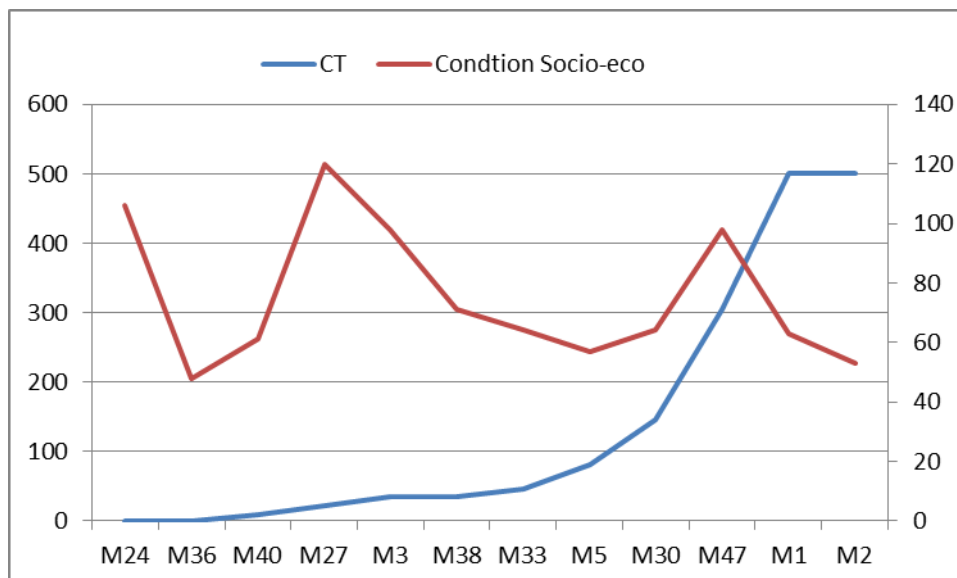


Figure 19 : Corrélation entre la contamination organique et les scores comportementaux liés aux conditions socio-économiques.

- **Coliformes fécaux**

L'étude de la corrélation entre la charge en coliformes fécaux et le score comportemental lié aux conditions socio-économique a permis d'obtenir un taux de Kendall égal à -0,06.

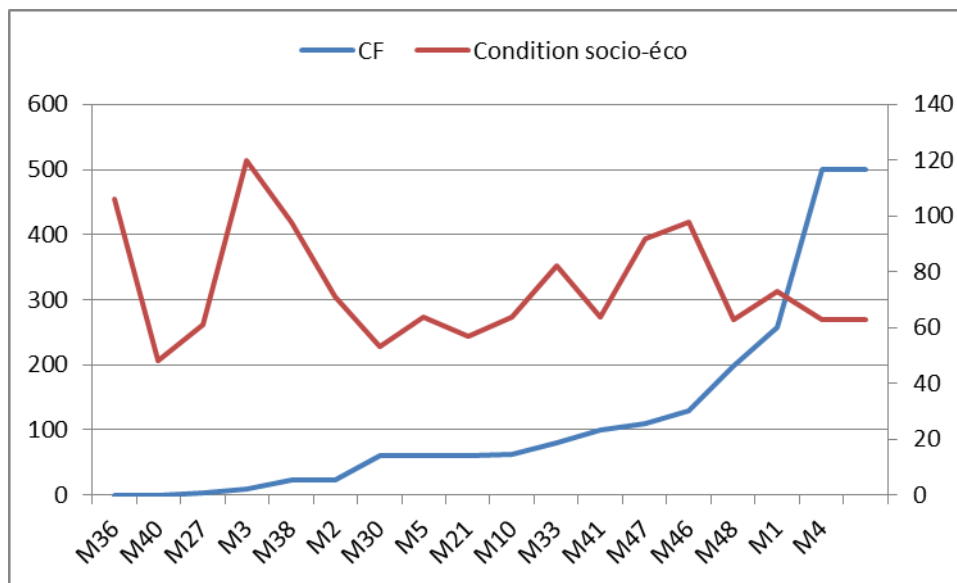


Figure 20 : Corrélation entre la contamination récente et les scores comportementaux liés aux conditions socio-économique.

Des corrélations faibles ont été obtenues pour les variables « conditions socio-économiques » et « niveau assainissement ». La qualité de l'eau dans les ménages ne dépend donc pas selon cette méthode du niveau d'assainissement et des conditions socio-économiques. Nous avons pour la suite éliminé les variables profession de la maitresse de maison et situation du ménage (zone lotie ou non). Il faut signifier que la variable profession du chef de famille a été éliminer depuis l'élaboration de la méthode Delphi parce que il n'y avait pas une grande différence entre les niveaux de vie et aussi parce que les hommes n'interviennent pas dans la gestion de l'eau dans notre zone d'étude.

La méthode de Delphi a donc permis de mettre en liaison des indicateurs de qualité de l'eau et des paramètres liés à la perception et aux conditions socio-économiques. Elle a permis d'établir l'existence ou non de corrélation entre ces variables. Pour compléter une ACP a été réalisée à partir de variable retenue à partir de la précédente méthode. Ce test viendra donc en complément à la méthode Delphi dans la suite de l'étude pour préciser le sens et le degré des corrélations entre les variables.

5- Analyse en composante principale (ACP)

Neuf variables sont impliquées dans cette analyse : la taille du ménage, le nombre d'enfants, le nombre d'enfants de moins de cinq ans, la salubrité de la cour, la présence de la latrine, la fréquence de lavage des récipients de stockage, couverture des récipients et les coliformes fécaux. Cette analyse sera réalisée avec la variable « coliformes fécaux » parce que les plus fortes corrélations ont été obtenues avec elle contrairement à la variable « coliformes totaux ». L'objectif est de déterminer les corrélations entre la variable « concentration en coliformes fécaux » et les autres paramètres.

Le test de sphéricité de Bartlett, réalisé dans un premier temps, montre que l'hypothèse de corrélation entre les variables ne peut être rejetée ; il existe une corrélation entre les variables. La suite de l'analyse a consisté à déterminer la nature (le sens) et la significativité des corrélations (voir en annexe 6 la matrice de Pearson). Aucune des variables n'a une corrélation significative avec la variable « concentration en coliformes fécaux », elles ont une influence peu perceptible sur cette variable. Les variables «taille », « salubrité médiocre», «présence de latrines », « récipients couverts» contrairement aux variables « nombre d'enfants », « enfants de moins de 5 ans », « fréquence de lavage », « salubrité passable », « pas de latrines », « pas de couverts sur les récipients de stockage » sont corrélées positivement avec la variable « concentration en coliformes fécaux ».

La corrélation positive entre la taille du ménage et la concentration en coliformes fécaux signifie que les deux variables évoluent dans le même sens. Il a en effet été obtenu des concentrations en coliformes élevées dans les eaux prélevées dans les ménages de grande taille.

Une salubrité médiocre augmente le taux de coliformes fécaux ; ce taux baisse quand la salubrité s'améliore. On note ici d'une part que la présence de latrines n'améliore pas le taux de coliformes fécaux cela peut signifier que ces latrines sont mal entretenues et que les règles d'hygiène ne sont pas appliquées. La construction de latrines doit donc s'accompagner d'une sensibilisation. D'autre part la présence de couverture sur les récipients de stockage n'empêche pas la contamination de l'eau. Cela pourrait être dû au manque d'entretien des couvertures utilisées.

La corrélation négative entre les fréquences de lavage et la concentration en coliformes fécaux s'explique par le fait que le lavage régulier des récipients de stockage contribue à diminuer la pollution en coliformes fécaux.

En somme, nous pouvons dire que le manque d'hygiène caractérisé par les corrélations entre les différentes variables constitue le problème majeur dans le village de Saaba. D'autre part les conditions socio-économiques ont une influence sur la dégradation de la qualité de l'eau dans les ménages.

La figure N°21 indique la situation des variables par rapport aux axes et avec la matrice de corrélation de Pearson (jointe en annexe 6) corrobore les interprétations ci-dessus.

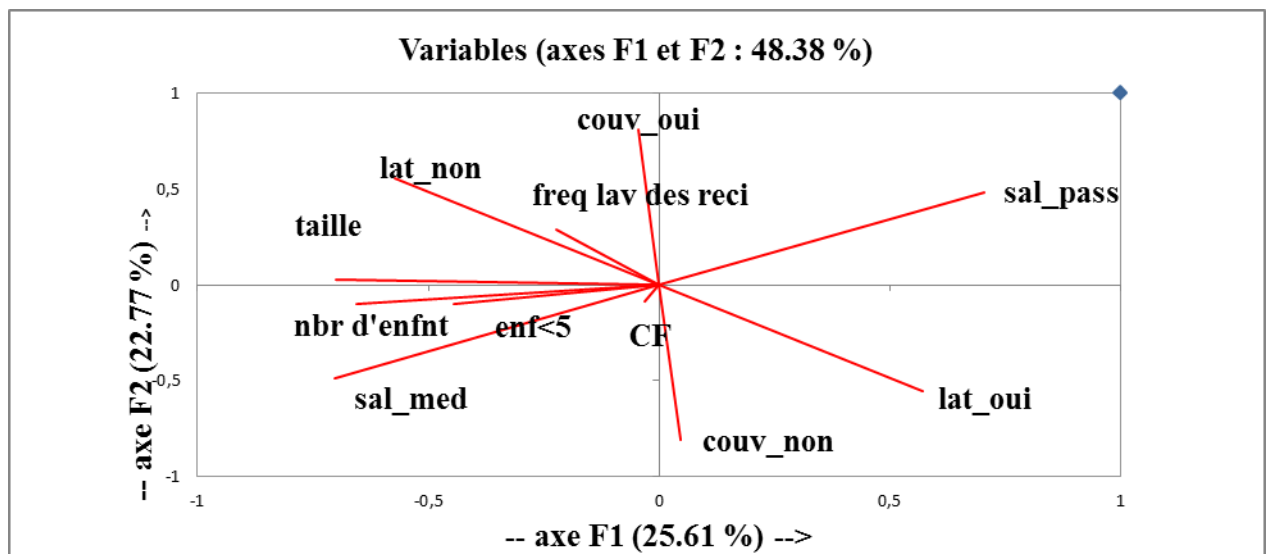


Figure 21 : Matrice de corrélation

V- Conclusion

L'accès à une eau de qualité et à l'assainissement est une condition sine qua non à une bonne hygiène de vie et une réduction des maladies opportunistes. C'est donc à juste titre que les politiques publiques et les partenaires techniques et financiers conjuguent leurs efforts pour l'atteinte de l'objectif 7 des OMDs.

A travers ce travail les conditions de vie des populations des zones périphériques ont été examinées sous l'angle des services d'eau et d'assainissement. Malgré les efforts consentis par les autorités locales pour la mise en place des services d'eau potable des investissements supplémentaires doivent être réalisés. La situation particulière de la zone d'étude avec la présence d'un secteur viabilisé et d'un autre non viabilisé a permis d'obtenir des constats révélateurs. La présence de bornes fontaines et des rues dégagés et praticables garantissent des ressources en eau de meilleures qualité et un assainissement adéquat. En effet Les ménages situés à proximité des zones loties préfèrent parcourir une grande distance pour s'approvisionner aux bornes fontaines car disent ils l'eau des bornes fontaines est meilleure. Certains secteurs de Saaba tels que Zakin, Bagabin-Tamsin et de Nakomstenga sont confrontés à un réel problème d'assainissement. Les enquêtes ont révélées que la majorité n'avait pas de latrines. La plupart des ménages ne sont pas conscient du fait que quel que soit la source d'eau (forages ou bornes fontaines) il faut une hygiène assez rigoureuse pour sa préservation.

En milieu rural et péri-urbain de façon générale les ménages sont de grande taille. La gestion de ce grand nombre d'enfants surtout est rendue difficile et affecte de ce fait la qualité de l'eau stockée. Les femmes affirment qu'il est difficile de gérer et de préserver la qualité de l'eau avec la présence des enfants. L'eau des forages en général est de bonne qualité car seulement 25% des forages étaient contaminés. Le seul problème qui se pose est celui des pannes récurrentes et par moments de débit faible. La maintenance de ces ouvrages à travers l'implication des usagers se présentent comme une action incontournable à laquelle les autorités municipales qui en ont la charge doivent se préoccuper. Il parait donc évident que la taille des ménages et donc l'accroissement de la population de façon générale peut affecter négativement la qualité des ressources en eau.

L'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement ne devrait pas se limiter à la fourniture des services d'eau potable, des mesures devront être prises afin de s'assurer que les ménages en milieu rural consomment une eau de bonne qualité et vivent dans un cadre bien assaini. La sensibilisation, le traitement de l'eau à domicile pourraient être des alternatives.

VI- Recommandation et Perspectives

1- Remédier aux abandons de forages

Au cours de nos enquêtes nous avons pu observer qu'il y avait un manque d'organisation pour la gestion de certains forages. La population ne prévoit pas un fond en cas de pannes d'où l'abandon de plusieurs forages. La mairie pourrait sensibiliser la population dans ce sens afin que ces structures soit pérennes. Pour éviter d'éventuels conflits le gestionnaire doit être du village.

2- Salubrité des points d'eau

L'hygiène autour des points d'eau est très importante. Les abords de la majorité des points d'eau rencontrés sont devenus des abreuvoirs pour les animaux. Un autre type d'organisation s'impose là aussi. Dans un premier temps une sensibilisation pour faire comprendre à la population que le bien commun est le bien de tous et de chacun. Ensuite s'organiser pour l'entretien des abords des points d'eau. Il faut aussi prévoir des abreuvoirs pour les animaux dans la construction des forages.

3- Assainissement

La majorité des ménages enquêtés surtout à Zakin et à Bagabin-Tamsin n'ont pas de latrines et font leurs besoins dans la nature. Cet état de fait engendre un grand risque sanitaire et peut être source de contamination des eaux. Un appel est lancé aux différents acteurs (populations, ONG, Etat, société civile) pour un meilleur accès à l'assainissement. La qualité de l'eau passe par un assainissement adéquat comme nous l'avons démontré tout au long de notre étude.

4- Sensibilisation aux pratiques d'hygiène et de traitement de l'eau à domicile

Nos résultats ont démontré que la contamination en coliformes est majoritairement liée au manque d'hygiène. Il est donc impératif que les dispositions idoines soient prises pour instaurer des meilleures conditions d'hygiène à travers la sensibilisation. Celle-ci doit concerner tout le ménage et ne pas s'intéresser uniquement qu'aux femmes. Certes les femmes sont les premières concernées mais toute la famille doit être impliquée pour une meilleure préservation de la qualité des eaux. Le deuxième volet de la sensibilisation doit être porté sur le risque que courent les enfants de moins de cinq ans du fait de leur système immunitaire qui n'est pas encore aguerri. Plusieurs études ont montré que la sensibilisation sur les bonnes pratiques d'hygiènes contribue fortement à la réduction des maladies ; on peut

citer l'étude menée par (Fewtrell et al., 2005). Les travaux de médecins et autres professionnels de la santé montrent que la tranche d'âge de moins de cinq ans est la plus vulnérable aux maladies d'origine hydrique (Ngnikam et al., 2007).

Pour les études similaires il serait intéressant d'associer les données sanitaires à l'interprétation des résultats. Cela permettrait d'établir l'impact de la dégradation de la qualité sur la santé.

Aussi il pourrait être intéressant de dupliquer cette étude dans d'autres communes de la périphérie de Ouagadougou afin de fournir aux autorités communales des statistiques fiables pour une meilleure prise en compte des préoccupations des populations dans les plans de développement notamment l'amélioration des conditions d'accès à l'eau et à l'assainissement. Selon les autorités locales, le Massili principal cours d'eau de la commune est exposé à une contamination par les eaux usées principalement par les rejets industriels provenant de la zone industrielle de Kossodo. Aussi, le contrôle de la qualité de l'eau des forages situés aux abords de cours d'eau et particulièrement dans le village de Tensobintenga qui est la plus concernée contribuerait à récolter des données fiables et actualisées afin de préserver la santé des populations de cette zone.

BIBLIOGRAPHIE

- Ashbolt N. J. 2004. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. Elsevier, Toxicology 198, 229-238.
- Degbey C., Makoutode M., Aguey V., Dramaix M., Brouwer C., 2011. Facteurs associés à la qualité de l'eau de puits et prévalence des maladies hydriques dans la commune d'Abomey Calavi. vol 7 n°4, 279-283.
- Dos Santos S., 2005. KOOM la vim: enjeux socio-sanitaires et quête de l'eau à Ouagadougou. Thèse de l'université de Montréal, département de démographie, faculté des arts et des sciences, 239 pages.
- Fewtrell L, Kofman R., Key D., Wayne E., Haller L., M Colford Jr J., 2005. Water, sanitation and hygiene interventions to reduce diarrhoea in les developed countries: systematic review a meta-analysis. Center for research into environnement and health, University of Wales, 5, 42-52.
- INSD, 2009. Annuaire Statistique du Burkina Faso.
- Lalanne 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). 2ie et Unicef, 71 pages.
- Ngnikam E., Mougoue B, Tietche F., 2007. Eau, Assainissement et impact sur la santé : étude de cas d'un écosystème urbain à Yaoundé. Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9.
- OMS, 2004. L'eau et la santé-Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson. deuxième édition.
- PCD de Saaba, 2008. . Ministère de l'administration territoriale et de la decentralisation du Burkina Faso.
- Pezon C., Nansi J., Bassono R., 2012. De l'accès aux systèmes de distribution d'eau potable à l'accès aux services d'eau potable : méthode et outils 32.
- Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à l'horizon 2015, 2006. . Direction Générale des Ressources en Eau.
- Seild M, 2007. Enjeux et pratiques de l'assainissement en Afrique Sub-Saharienne.
- Statistiques Sanitaire Mondiale, 2013. OMS/UNICEF, 172 pages.
- Wright J., Gundry S., Conroy R., 2004. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point of use. Tropical medicine and international health, 9, 106-117.

ANNEXES

Annexe 1 : Normes du Burkina Faso

	Milieu			
Paramètres	Rural		Urbain	
	Village	Chef-lieu de commune rurale ou village d'au moins 3500 habitants	Ouagadougou	Autres villes
Qualité	Teneur en nitrates <50 mg/l et conductivité < 1000 µs/cm	Teneur en nitrates <50 mg/l et conductivité < 1000 µs/cm	Teneur en nitrates <50 mg/l et conductivité < 1000 µs/cm	Teneur en nitrates <50 mg/l et conductivité < 1000 µs/cm
Consommation spécifique en eau	20 l/j/hbt	20 l/j/hbt	40 l/j/hbt	40 l/j/hbt
Distance	PEM à moins de 1000m du centre de regroupement	BF et PEA à moins de 500m du centre de regroupement	BF et PEA à moins de 500m du centre de regroupement	BF et PEA à moins de 500m du centre de regroupement
Accessibilité	1 PEM /tranche de 300 habitants	1BF/500 hbts 1PEA/500 hbts 1 BP /10 hbts	1BF/250 hbts 1PEA/250 hbts 1 BP/9 hbts	1BF/300 hbts 1PEA/300 hbts 1 BP/10 hbts

Source : (*Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à l'horizon 2015*, 2006)

Annexe 2 : Données recueillies à la DGRE sur l'état des Forages et Puits

Numéro PEM	Type Point d'Eau moderne	STATUT_PEM	Propriété	Année de réalisation	fonctionnel	Conductivité	Nitrates
5	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire		fonctionnel	204µs/cm	50 mg/l
6	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1976	panne	149µs/cm	10mg/l
7	FO	Forage abandonné	communautaire		panne	200µs/cm	50mg/l
8	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire		fonctionnel	100µs/cm	10mg/L
10	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire		panne	113µs/cm	0mg/l
13	PU	Puits moderne Permanent	communautaire	1966		119µs/cm	50mg/l
14	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1986	fonctionnel	148µs/cm	0mg/l
16	FO	Forage abandonné	communautaire	1998	panne		inconnu
20	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1981	fonctionnel	255µs/cm	25mg/l
21	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1998	fonctionnel	238µs/cm	25mg/l
23	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1994	panne	175µs/cm	0mg/l
24	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2004	fonctionnel	175µs/cm	0mg/l
25	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1986	fonctionnel	191µs/cm	10mg/l
26	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2001	fonctionnel	207µs/cm	0mg/l
27	FO	Forage abandonné	communautaire	1977	panne		inconnu
28	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1997	fonctionnel	153µs/cm	25mg/l

29	PU	Puits équipé de Pompe	communautaire	1993		129µs/cm	10 mg/l
30	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1998	fonctionnel	94µs/cm	25mg/l
31	PU	Puits abandonné	communautaire	1996	abandonné		
32	FO	Forage abandonné	communautaire	1985			
34	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2003	fonctionnel	107µs/cm	10mg/l
40	PU	Puits moderne Permanent	communautaire				
41	PU	Puits abandonné	communautaire	1986			
43	PU	Puits abandonné	communautaire	1985			
44	PU	Puits moderne Temporaire	communautaire	1985		161µs/cm	100mg/l
50	FO	Forage abandonné	communautaire	2001	panne	252µs/cm	100mg/l
51	PU	Puits abandonné	communautaire	2006			
52	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	1989	fonctionnel	293µs/cm	25mg/l
53	FO	Forage abandonné	communautaire	2006	panne		
54	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2009	fonctionnel		
55	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2011	fonctionnel		
56	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2011	fonctionnel		
57	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2011	fonctionnel		
58	FO	Forage équipé de Pompe	communautaire	2013	fonctionnel		

Source : Données de la DGRE

Annexe 3: Résultats des analyses physico-chimiques

Points d'eau	Paramètres										
	TA (°F)	TAC (°F)	T H	TCa	pH	Cond (µs/cm)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
FO 30	0	8,2	7,1	8,2	8,06	171,8	0,04	19,05	0	0,67	2
FO 34	0	10,1	8,9	10,1	8,04	205	0,03	22,59	0,14	0,56	1
FO 23	0	11,2	10,4	11,2	7,34	216	0,04	20,38	0,06	0,47	1
FO 25	0	10,1	9,7	10,1	7,77	189,2	0,06	10,19	0,06	0,42	8
FO 6	0	9,6	6	9,6	7,53	159,1	0,05	14,18	0,03	0,47	2
FO 55	0	12	7,2	12	7,86	187,7	0,04	10,14	0	0,38	2
FO 57	0	8,5	7,9	8,5	7,88	179,8	0,21	16,83	0,52	0,4	2
FO 7	0	9,2	8	9,2	7,4	202	0,03	52,27	0,22	1,04	7
FO 56	0	8,3	7,2	8,3	7,87	175,2	0,04	16,83	0,06	0,72	1
FO 26	0	9,3	7,9	9,3	7,5	180,1	0,04	19,94	0,14	0,87	1
FO 28	0	12,7	11,1	12,7	6,74	255	0,05	36,77	0,72	0,9	7
FO 52	0	13	12,3	13	6,73	256	0,05	27,02	0,1	0,94	2
FO A	0	9,2	8,1	9,2	6,65	181,8	0,02	18,61	0,08	1,07	1
FO B	0	10,2	9,9	10,2	6,77	241	0,07	19,94	0,02	0,94	2
FO 24	0	8,6	7,2	8,6	6,62	164,7	0,11	11,96	0,17	0,9	7
PU	0	5,2	3,9	5,2	5,95	127,7	0,15	40,76	0,27	0,26	1

Annexe 4 : Résultat de la titrimétrie

	Mg ₂ ⁺	Ca ₂ ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻
FO 30	8,4	14,4	100,04	0
FO 34	10,08	18,8	123,22	0
FO 23	12,96	20	136,64	0
FO 25	10,8	20,8	123,22	0
FO 6	6	14	117,12	0
FO 55	5,52	19,6	146,4	0
FO 57	8,64	17,2	103,7	0
FO 7	9,84	15,6	112,24	0
FO 56	6,72	17,6	101,26	0
FO 26	9,36	16	113,46	0
FO 28	13,2	22,4	154,94	0
FO 52	14,88	24,4	158,6	0
FO A	10,08	15,6	112,24	0
FO B	12	19,6	124,44	0
FO 24	9,6	12,8	104,92	0
PU	4,8	7,6	63,44	0

Annexe 5 : Fiche d'enquête

Quartier :

Zone lotie ☐

Zone non lotie ☐

Fiche d'enquête au sein des ménages

I. Chaîne de l'eau

Type d'approvisionnement en eau potable

Borne fontaine ☐

Forage ☐

puits ☐

Récipient de transport

Bassine ☐

barrique ☐

bidon ☐

seau ☐

Autres ☐

Stockage de l'eau

Oui ☐

Non ☐

Si stockage préciser quel type de récipient

Canari ☐

Barrique ☐

Seau ☐

autre ☐

Récipient couvert ?

Oui ☐

Non ☐

Récipient de puisage

Gobelet ☐

calebasse ☐

boîtes ☐

autre ☐

Fréquence de lavage des récipients

Tous les jours ☐

3 fois par semaine ☐

2 fois par semaine ☐

1 fois par semaine ☐

autre ☐

Si autre préciser

Durée de stockage de l'eau

1-2 jrs ☐

3-4 jrs ☐

7 jrs ☐

> 7jrs ☐

II. Conditions socio-économiques

Profession

Chef de famille

Fonctionnaire ☐ ☐ commerçant

Cultivateur ☐ Maraîcher ☐ autre ☐

Autre à préciser :

Maitresse de maison

Fonctionnaire ☐ commerçante ☐ ménagère ☐ autre ☐

Autre à préciser :

Taille du ménage ☐

Nombre d'enfant ☐

Nombre d'enfants de moins de cinq ans ☐

III. Assainissement

Gestion des déchets ménagers

Comment gérer vous vos déchets ménagers ?

Collecteur de déchets ☐ Rejet dans la nature ☐

Gestion des déchets solides

Présence de latrines

OUI ☐

NON ☐

Salubrité de la cour (juger par l'enquêteur)

Médiocre ☐ Passable ☐ Bon ☐

Annexe 6: Matrice corrélation de Pearson

variables	taille du ménage	Nombre d'enfant	nombre d'enfant de moins de 5ans	Frequence de lavage des réceptients	Coliformes fécaux	Salubrité mediocre	Salubrité passable	Pas de Latrines	Présence de latrines	Pas de couvert sur le réceptient de stockage	Présence de couvert sur le réceptient de stockage
taille du ménage	1	0,778	0,434	0,068	0,048	0,267	-0,267	0,141	-0,141	-0,157	0,157
nombre d'enfant	0,778	1	0,479	-0,131	-0,064	0,240	-0,240	0,111	-0,111	-0,009	0,009
nombre d'enfant de moins de 5ans	0,434	0,479	1	-0,123	-0,119	0,169	-0,169	-0,020	0,020	-0,058	0,058
frequence de lavage des réceptients	0,068	-0,131	-0,123	1	-0,144	0,031	-0,031	0,402	-0,402	0,012	-0,012
Coliformes fécaux	0,048	-0,064	-0,119	-0,144	1	0,171	-0,171	-0,086	0,086	-0,093	0,093
Salubrité mediocre	0,267	0,240	0,169	0,031	0,171	1	-1,000	0,143	-0,143	0,225	-0,225
Salubrité mediocre passable	-0,267	-0,240	-0,169	-0,031	-0,171	-1,000	1	-0,143	0,143	-0,225	0,225
Pas de latrines	0,141	0,111	-0,020	0,402	-0,086	0,143	-0,143	1	-1,000	-0,185	0,185
Présence de latrines	-0,141	-0,111	0,020	-0,402	0,086	-0,143	0,143	-1,000	1	0,185	-0,185
Pas de couvert sur le réceptient de stockage	-0,157	-0,009	-0,058	0,012	-0,093	0,225	-0,225	-0,185	0,185	1	-1,000
Présence de couvert sur le réceptient de stockage	0,157	0,009	0,058	-0,012	0,093	-0,225	0,225	0,185	-0,185	-1,000	1