POLLUTION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DANS LE QUARTIER TANGHIN DE OUAGADOUGOU: ETATS DES LIEUX ET PERSPECTIVES

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

Présenté et soutenu publiquement le 10 Juin 2011 par

Ousmane CAMARA

Travaux dirigés par : Dr. SOME Yélézouomin Stéphane Corentin

Ir Boukary SAWADOGO Ingénieur de Recherche LEDES

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. MAIGA Ynoussa

Membres et correcteurs : Dr. SOME Yélézouomin Stéphane Corentin

Mr. SAWADOGO Boukary

Promotion 2010/2011

REMERCIEMENTS

L'élaboration de ce rapport n'aurait été possible sans la participation active de nombreuses personnes, que nous remercierons pour leur disponibilité et leur souci de partager leur vision et leur expérience.

Ces remerciements s'adressent particulièrement à Monsieur le Directeur Général du 2iE, à l'ensemble de nos enseignants du 2iE :

- ✓ Dr. Abdoulaye DIARRA, enseignant au 2iE et responsable pédagogique du cycle Master environnement ;
- ✓ Dr. SOME Yélézouomin Stéphane Corentin de m'avoir proposé ce thème de recherche. Ses corrections, remarques et orientations ont permis d'améliorer ce document.
- ✓ Mr. SAWADOGO Boukary, Mr. MOYANGA David et Mr. Seyram SOSSOU pour leurs disponibilités, leurs suggestions et leurs conseils tout au long de ce travail.
- ✓ A l'ensemble de la population des secteurs étudiés pour leur participation active ;
- ✓ A l'ensemble des étudiants de Master II environnement.

RESUME

La présente étude se justifie par la volonté des pouvoirs publics d'offrir aux populations de l'eau potable afin de réduire les maladies d'origine hydriques. Elle a pour objectif d'étudier la pollution microbiologique de l'eau souterraine dans le quartier Tanghin de Ouagadougou.

Elle s'est déroulée en quatre (4) étapes qui sont entre autres :

- la recherche documentaire qui a consisté à avoir une idée sur la pollution de l'eau ;
- la collecte des données au cours de laquelle nous avons procédé à des observations directes des puits, des forages et des points des déchets. Au cours de cette phase nous avons également administré un questionnaire auprès de 300 ménages ;
- l'analyse au laboratoire des échantillons d'eau des puits et des forages prélevés;
- le traitement des données par Excel, Epi-info et SIG.

Après l'analyse et le traitement des données, il ressort que l'eau souterraine de Tanghin est polluée par les coliformes totaux, les coliformes fécaux et *Escherichia coli*. Cette pollution pourrait être due à la mauvaise gestion des puits et des déchets par les ménages dans le quartier, car il a été constaté que plus de la moitié des puits sont très proches des fosses d'aisances (10 mètres) ou des dépotoirs.

Pour y remédier, l'étude a recommandé un programme de formation à la promotion de l'hygiène au profit des ménages pour leur faire acquérir des connaissances en matière de gestion des puits et des déchets.

Les mots clés :

- 1. Pollution des eaux
- 2. Puits et forages
- 3. Déchets
- 4. Fosses d'aisances
- 5. Quartier Tanghin

ABSTRACT

This study is justified by the will of the public powers to give to the population the capacity to reduce hydric diseases. Its objective is to study microbiological pollution of underground water in the district of Tanghin in Ouagadougou.

It has been done in four (04) stages which are:

- Documentary research which consisted to have an idea about water pollution;
- Data collection during which we proceeded to some direct observations of wells,
 drilling and wastes' spots. During this section we have also administered an survey of 300 households;
- Samples of water taken from wells and drillings analysis in laboratory;
- Data processing by Excel, Epi-info and SIG.

After the analysis and data processing, it emerges that Tanghin's underground water is polluted by the Total and thermo tolerant (fecal), the coliformes (fecal) Coliforms linked. This pollution could be due to the bad management of wells and wastes by the households in the district, because it has been realized that more than the half of wells are too near to water closets (10 meters!) or rubbishes.

To remedy to this, the study has recommended a training program on the promotion of hygiene for households to make them achieve knowledges about the management of wells and wastes.

Key-Words:

- 1-wells wastes
- 2-wells pollution
- 3-wastes
- 4-Easing tanks
- 5-district of Tanghin

LISTE DES ABREVIATIONS.

E. coli: Escherichia coli

INSD : Institut National de la Statistique et de la Démographie

GIE: Groupement d'intérêt économique

LEDES: Laboratoire eau, dépollution, écosystème et santé

OMS: Organisation mondiale de la santé

PH: Potentiel Hydrogène

SIG: Système d'Information Géographique

TDS: Solides totaux dissous

UFC: Unité formant colonie

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
RESUME	III
ABSTRACT	IV
LISTE DES ABREVIATIONS.	V
TABLE DES MATIERES	1
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES	4
FIGURE 1: CARTE DE SITUATION DE QUARTIER TANGHIN DE OUAGADOUGOU	16 4
LISTE DES PHOTOS	4
I. INTRODUCTION	6
I.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE	8
I.2 HYPOTHESES	8
I.3 SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUE	8
I.3.1 Etudes effectuées sur le thème	8
I.3.2 Enquête microbiologique	g
I.3.3 Définition des concepts	11
I.3.3.1 Pollution microbiologique	11
I.3.3.2 Maladies d'origines hydriques	11
I.3.3.3 Eau potable	11
I.3.4 Généralité sur Nongr-Mâasom	11
I.3.4.1 Situation géographique et administrative	11
II. MATERIEL ET METHODES	13
II.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	13
II.2 MATERIELS	13
II.2.1 Matériels d'observation directe et d'enquêtes	
II.2.2 Matériel de prélèvement	14
II.2.3 Matériel d'analyse physique et microbiologique	14
II.2.4 Matériel de traitement des données collectées	14
3. II METHODOLOGIES	14
II.3.1 TRAVAUX PRELIMINAIRES	14
II.3.2 COLLECTE DE DONNEES	

II.3.2.1 Observation directe	15
II.3.2.2 Enquêtes des ménages	
II.3.2.3 Echantillonnage de puits	
II.3.2.4 Prélèvements	17
II.3.3 ANALYSES DES ECHANTILLONS D'EAUX	18
II.3.3.1 Paramètres physico-chimiques	18
II.3.3.2 Paramètres microbiologiques	18
II.3.4 TRAITEMENT DES DONNEES	19
III. RESULTATS	19
III.1 CRARCTERISATION DES PUITS ET DES FORAGES	20
III.1.1 Mode de gestion de puits	20
III.1.2 Aménagement des puits	21
III.1.3 Position des puits par rapport à des sources de pollution	22
III.1.4 Cartographie des puits et des forages	22
III.1.5 Répartition des puits et forages entre les secteurs	22
III.2 ANALYSE MICROBIOLOGIQUES DES EAUX	23
III.2.1 Eau de forages	23
III.2.2 EAUX DES PUITS	24
III.2.2.1 Caractéristiques physiques des puits de Tanghin	24
III.2.2.2 Caractéristiques microbiologique des puits	25
3. III CARACTERISATION DES SOURCES	26
III.3.1 Evacuation des ordures ménagères	26
III.3.2 Rejet d'eaux usées	28
III.3.3 Type d'aisance	30
III.3.4 Mode de vidange des latrines	31
III.3.5 Position des puits par rapport aux sources de pollution	32
III.3.6 Divagation des animaux	32
III.3.7 Synthèse de Caractérisation des sources de pollution	33
III.3 SCHEMA DE TRANSFERT DES POLLUANTS	34
III.5 POLLUTION CHIMIQUE ET MICROBIENNES	34
IV DISCUSSION ET ANALYSES	35
IV.1 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX	35
IV.1.1 pollution des forages	35
IV.1.2 Pollution de puits	36
IV.1.2.1 Pollution physique	36
IV.1.2.2 Pollution microbiologique	37
IV.2 SOURCES DE POLLUTION	38

	IV.2.1 Mode de gestion des puits	38
	IV.2.2 Aménagement des puits	39
	IV.2.3 Position des puits à la source de pollution	39
	IV.2.4 Evacuation des ordures ménagères	39
	IV.2.5 Evacuation d'eaux usées	40
	IV.2.6 Lieux d'aisance	40
	IV.2.7 Mode de vidange des fosses d'aisance	40
V. (CONCLUSION	41
VI.	RECOMMANDATIONS	42
,	VI.1 INSTATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ET DE PUITS	42
,	VI.2 GESTION DES PUITS	42
BIB	BLIOGRAPHIE	43
(Ouvrages	43
:	Sites internet	45
AN	NEXES	46
,	Annexe 1: Caracteristiques des puits	46
,	Annexe 2: Caracterisation physique et microbiologique des eaux des forages	47
,	Annexe 3: Caracterisation microbiologique des eaux des puits	47
,	ANNEXE 4: PROPORTION DES MENAGES ABONNES A UNE STRUCTURE DE PRE COLLECTE	51
,	Annexe 5: Lieux de rejet des eaux usees des menages enquetes	51
,	Annexe 6 : Proportion des menages par modes de vidange	52
,	Annexe 7 : Fiches d'observations	1
	Annexe 8 : Fiches d'enquetes	2

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1:	QUALITE MICROBIOLOGIQUE DE L'EAU DE BOISSON	10
TABLEAU 2:	CRITERE DE CHOIX DES PUITS POUR L'ECHANTILLONNAGE	16
TABLEAU 3:	CARACTERISATION DES PUITS DE TANGHIN	20
TABLEAU 4:	PROPORTION DES LIEUX D'AISANCE	31
Tableau 5.	POSITION DES PUITS PAR RAPPORT AUX FACTEURS DE POLLUTION	32
LISTE I	DES FIGURES	
Figure 1:	Carte de situation de quartier	
Tanghind	eOuagadougou13	
FIGURE 2:	CARTE DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS DANS LES POINTS D'EAU ERREUR!	IGNET
NON E	DEFINI.	
Figure 3.	CARTOGRAPHIE DES POINTS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DANS LE QUARTIER	
TANG	HIN	22
FIGURE 4:	REPARTITION DES PUITS ET FORAGES ENTRE LES SECTEURS	23
FIGURE 5	CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES EAUX DES FORAGES	24
FIGURE 6	PH DES PUITS ANALYSES	24
FIGURE 7	CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES DES EAUX DES PUITS	25
FIGURE 8:	PROPORTION DE MENAGES PAR MODES D'EVACUATION DES ORDURES MENAGERES	27
FIGURE 9:	CARTE DE REPARTITION DES DEPOTOIRS SAUVAGES	28
FIGURE 10	: Proportion des lieux de rejets des eaux usees	29
FIGURE 11 :	CARTE DE REPARTITION DES EAUX USEES	30
FIGURE 12:	REPARTITION (%) DES MENAGES SELON LE TYPE D'AISANCE	31
FIGURE 13 :	PROPORTION DES MENAGES SELON LE MODE VIDANGE DES LIEUX D'AISANCES	32
FIGURE 14:	POSITION DE PUITS PAR RAPPORT AUX SOURCES DE POLLUTION	32
FIGURE 15:	SCHEMA DE TRANSFERT DE POLLUANTS DANS LES EAUX SOUTERRAINES	33
LISTE I	DES PHOTOS	
Риото 1· Рі	IISETTE NON PROTEGE PHOTO 2 · PUITS NON COUVERTS	21

Photo 3: Puits proteges non couverts proteges non couverts Photo 3: Puits proteges no	OTO 4: PUITS SANS MARGELLE	21
PHOTO 5: DEPOTOIR SAUVAGE DANS LA RUE		26
PHOTO 6: EXUTOIRE D'EAU USEE		29
PHOTO 7: PORCHERIE A COTE DE PUITS P	PHOTO 8 : CHIEN A PROXIMITE DE PUITS	33
DE MEME. 61.38% DES PUITS ETUDIES NE SONT	PAS COUVERTS OU PHOTO 9: POULET DANS LE PUITS	39

I. INTRODUCTION

L'eau est une ressource précieuse et très indispensable autant pour les Hommes, les animaux, que les végétaux (Brundtland, 2002.). Cependant elle peut être aussi une source de maladie quant elle est sujet de pollution. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé, cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson.

La consommation d'une eau potable, facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau, doit bénéficier d'une attention particulière. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques toxiques, ni germes pathogènes pour la santé (Coulibaly, 2005).

Indispensable à la vie et au progrès économique, elle constitue paradoxalement dans les pays du tiers monde le véhicule de transmission des maladies (DIANOU,2002) qui restent l'une des plus importantes causes de décès. En effet, plus de cinq millions de décès par an dans ces pays seraient dus à des maladies liées à l'eau, dont deux millions d'enfants de moins de cinq ans (SANTOS, 2007)

Le Burkina Faso, pays sahélien, n'échappe pas à ce constat. Selon les rapports 2004 et 2008 du Programme Conjoint de (L'UNICEF, 2008), la couverture en eau potable au Burkina Faso est passée de 39 % en 1990 à 51 % en 2002 et à 72 % en 2006 ; celle de l'assainissement amélioré est passée de 5 % en 1990 à 13 % en 2006. Il résulte de cette insuffisance d'accès (eau et assainissement) et de la faible pratique des règles d'hygiène, une persistance des maladies d'origine hydrique telles que les diarrhées dont la prévalence chez les enfants de moins de 5 ans est de 20,8 % (EDS ,2003)...

Comme dans la plus part des quartiers périphériques des villes Africaines, Tanghin est un quartier périphérique, traditionnel et partiellement aménagé de l'arrondissement de Nongremasson de la commune de Ouagadougou. Il est riverain du barrage N° 2, sa population est de 54247 habitants (INSD, 2006). Il connait des fortes contraintes en ce qui concerne la quantité et la qualité de l'eau (Appelo, 2005). Selon Ouseini en 2009, 80% des ménages s'approvisionnement en eau dans les bornes fontaines et respectivement 15% et 17% utilisent l'eau de puits comme eau de boisson dans le secteur 23 et 24, 80% des puits sont situés à moins de 15 mètres des latrines, plus de la moitié des ménages ont recourt aux vidanges manuelles ; les rues et l'extrémité des concessions constituent les principaux emplacements

des boues de vidanges et les eaux usées (Ousseini, 2010). On y trouve 151 dépôts sauvages, 560 rejets sauvages d'eau usée. C'est le 2ème quartier le plus pollué de la ville en termes de déchet liquide et le 4ème en termes de déchets solides. La contamination bactériologique des eaux (coliformes fécaux) représente en moyenne 3,2E+04/100ml sur 180 observations (CISSE, 1997). L'insuffisance d'équipements hydrauliques et d'assainissements dans ce quartier peut certainement permettre de justifier cette situation, et elle pourrait avoir des impacts sur la qualité des ressources en eau. D'après les rapports du district de Kossodo dont il relève, les maladies liées à l'eau constituent six des sept raisons majeures de consultation. Donc les risques liées à la qualité de l'eau y sont très importants et interpellent les habitants, les décideurs politiques et les chercheurs. Dans le souci de l'amélioration des conditions de vie de la population, ces derniers ont conçu un projet de recherche intitulé Approche écosanté et réduction des risques sanitaires liés à l'eau: cas des maladies hydriques du quartier Tanghuin dans l'arrondissement de Nongr-Mâasom à Ouagadougou.

L'objectif de ce projet est de contribuer au développement de stratégies de réduction des risques sanitaires liés à la qualité de l'eau dans le quartier Tanghin de Ouagadougou au Burkina Faso en se focalisant sur les maladies hydriques. Il s'agit de favoriser la création d'un espace d'information, de sensibilisation et de discussion afin de mettre en place une stratégie de réduction des maladies hydriques qui soit efficace, durable et qui engage l'ensemble des acteurs. Cet objectif se décline en quatre objectifs spécifiques que sont:

- ✓ Etablir le profil épidémiologique des maladies hydriques dans le quartier Tanghuin,
- ✓ Caractériser l'influence de l'environnement (biophysique et humaine) sur la qualité microbiologique de l'eau,
- ✓ Classifier la population en groupes sociaux du point de vue de leur exposition et de leur vulnérabilité aux maladies hydriques
- ✓ Créer une dynamique de concertation et de réflexion sur les stratégies de réduction des maladies liées l'eau.

Ce travail de mémoire intitulé « *Pollution microbiologique de l'eau dans le quartier Tanghin de Ouagadougou : états de lieux et des perspectives* » entre dans le cadre de ce projet. Il viendra compléter des études déjà faites sur le sujet, et se basera sur une revue bibliographique, des travaux de terrain et de laboratoire. Tout au long de ce mémoire nous chercherons à répondre au deux questions fondamentales suivantes : l'eau souterraine de Tanghin connait- elle une pollution microbiologique ? La mauvaise conception et la gestion des équipements hydrauliques et d'assainissements constituent-elles une source de pollution

de l'eau souterraine à Tanghin?

Ce rapport est subdivisé en quatre chapitres :

- ✓ la revue de la littérature :
- ✓ les matériels et méthodes utilisés
- ✓ les résultats
- ✓ la discussion et analyse des résultats

I.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE.

Cette étude a pour objectif général de faire une étude de la pollution microbiologique de l'eau souterraine dans le quartier Tanghin de Ouagadougou. Des objectifs spécifiques qui aideront à la réalisation de celui-ci sont les suivants :

- ✓ Faire l'état des lieux de la pollution microbiologique des eaux souterraines dans le quartier Tanghin
- ✓ Identifier les sources potentielles de pollution microbiologique de l'eau souterraine dans le quartier de Tanghin.
- ✓ Elaborer un schéma de modélisation de transfert des pollutions microbiologiques.

I.2 HYPOTHESES

- ✓ Les eaux de Tanghuin sont polluées par les micro-organismes
- ✓ La mauvaise conception et de gestion des équipements hydrauliques et d'assainissements constituent les sources de pollution de l'eau souterraine de Tanghin.

I.3 SYNTHESES BIBLIOGRAPHIQUE

I.3.1 Etudes effectuées sur le thème

La problématique de cette étude relève d'une préoccupation plus globale à savoir : la santé, l'environnement et l'assainissement dans laquelle la question de l'assainissement, de gestion de l'environnement particulièrement sa composante eau dévient un facteur de risque pour la santé humaines. Beaucoup de chercheurs se sont intéressés aux problèmes de pollution de l'eau dans les pays en voie de développement. Ils ont déjà mis en évidence les relations entre l'assainissement et la qualité de l'eau

Risques sanitaires liés à l'utilisation d'eaux polluées en maraichage urbain au sahel. Cas de Ouagadougou (Burkina Faso) (CISSE, 1997) a révélé que les niveaux de pollution des eaux de puits de Tanghin, sont en général au dessus des normes sanitaires.

La gestion des excréta humains dans une localité située sur la berge du lac Nokoué : cas de Ahouansori Towéta 1 est très mauvaise car les excrétas des habitants de ce quartier provoquent la pollution bactériologique du lac et de la nappe phréatique (PADONOU, 2006)

Qualité bactériologique de l'eau des puits, des sources et des forages dans la ville de Bangui : premiers résultats et perspectives (MOKOFIO*, 1991) a mis en évidence que les puits privés et les forages bien entretenus présentent en général un faible taux de pollution

Une étude réalisé dans la sous-préfecture de Grand-Popo au Benin sur la gestion de l'eau de puits, révèle que la pollution bactériologique des eaux de puits est liée par :

- ✓ l'assainissement du milieu et aux comportements de la communauté (défécation à l'air libre),
- ✓ mode de gestion des eaux de puits (recueil, transport, stockage) (MAKOUTODE*,
 1999),

La plupart des auteurs cités ci dessus ont montré que l'eau est soumise à de pollution bactériologique.

Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger (Chippaux, 2002.). Au cours de cette étude, il a été observé une augmentation nette de la pollution générale, particulièrement fécale, après la saison des pluies, au moment des hautes eaux et avant la baisse de celles ci au cours de la saison sèche

Ce thème intitulé « Pollution de l'eau dans le quartier Tanghin de Ouagadougou : Etats des lieux et perspectives » s'inscrit dans la contribution au développement de stratégies de réduction des risques sanitaires liés à l'eau dans le quartier Tanghin de l'Arrondissement de Nongremasson à Ouagadougou au Burkina Faso

I.3.2 Enquête microbiologique

L'analyse microbiologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. En effet, elle n'est que la photographie de la qualité de l'eau au moment du prélèvement et elle n'a donc pas valeurs dans le temps et doit être interprétée au regard de l'enquête sanitaire

Sauf pour les vers de guinée, les organismes pathogènes ont pour origine la pollution fécale de l'eau. Ils sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une

recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus. En fin leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préférable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans les matières fécales des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur et qui sont clairement identifier (tableau ci-dessous)

Tableau 1: Qualité microbiologique de l'eau de boisson

Paramètres	Valeurs guide l'OMS	Interprétation
Coliformes thermotolérants	0/100 ml	Indicateurs de pollution fécale
Streptocoques fécaux	Pas de normes	Indicateurs de pollution fécale
Coliformes totaux	0/100 ml dans 95%	Indicateurs d'efficacité de traitement
	des échantillons	(désinfection) ; ne signalent pas
		nécessairement une pollution fécale

Nota : Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait Escherichia coli, membre du groupe des coliformes thermotolérants.

Ces germes sont dénommés germes indicateurs de pollution fécale et leur présence témoigne de l'existence d'une contamination fécale au moment du prélèvement. Leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence de pathogènes, mais elle permet de la suspecter fortement.

Les coliformes totaux ne sont pas tous d'origines fécales. Ils ne sont donc pas indicateur d'une pollution fécale. Leur recherche est cependant utile pour contrôler la qualité d'une eau. Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution.

L'indicateur le plus utile pour estimer la pollution fécale est la bactérie Escherichia coli. Abondant dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fécale), assez persistant pour être recherché.

Pour une meilleure compréhension des lecteurs, les concepts utilisés dans ce chapitre sont définis comme suit :

I.3.3 Définition des concepts

I.3.3.1 Pollution microbiologique.

La pollution microbiologique des eaux est le terme utilisé pour désigner la présence de **bactéries et virus**. Invisibles à l'œil nu, ces microorganismes à l'origine de contamination des eaux, proviennent d'hommes ou d'animaux qui hébergent dans leur appareil digestif, une quantité considérable de bactéries, voire de virus.

I.3.3.2 Maladies d'origines hydriques

Les maladies d'origine hydrique sont des maladies «de l'eau sale» — causées par une eau qui a été contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques. Dans le monde entier, le manque de stations d'épuration des eaux usées et d'eau salubre destinée à la boisson, à la cuisson des aliments et à l'hygiène est responsable de plus de 12 millions de morts par an (DAVIDSON, 992)

Les maladies d'origine hydrique englobent le choléra, la typhoïde, le shigella, la polio, la méningite et l'hépatite A et B. Les êtres humains et les animaux peuvent être les hôtes des bactéries, des virus et des protozoaires qui causent ces maladies.

I.3.3.3 Eau potable

Eau potable est une eau qui doit répondre à certains critères physico-chimiques et bactériologiques qui la rendent apte à la consommation.

I.3.4 Généralité sur Nongr-Mâasom

I.3.4.1 Situation géographique et administrative

L'Arrondissement de Nongr-Massom s'étend sur une superficie de 62,50 Km². Il est situé au Nord – Est de la ville de Ouagadougou, limité au Sud par les Arrondissements de Baskuy et Bogodogo, à l'Ouest par l'Arrondissement de Sig-Noghin, et à l'Est par le Département de Saaba et la Province d'Oubritenga.

L'Arrondissement de Nongr-Mâasom est le lit des deux (02) barrages N°2 et N°3 qui

constituent les principales sources d'eau de la ville de Ouagadougou.

La forêt classée de Ouagadougou, jadis appelée bois de Boulogne, est située au coeur de l'Arrondissement de Nongr-Mâasom et lui octroie un climat spécifique. L'Arrondissement est également protégé par la ceinture verte de Ouagadougou constituée par une haie d'arbres. Cette protection est malheureusement défaillante à cause de la coupe anarchique pratiquée par certains individus malveillants.

Depuis sa création le 21 mai 1987, l'Arrondissement de Nongr-Mâasom connaît toujours les mêmes limites. Il est composé de six secteurs centraux (les secteurs 13, 23, 24, 25, 26 et 27) et de cinq (05) villages périphériques qui sont : Nionko II, Polesgo, Sogodin, Roumtinga et Sakoula.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Le quartier Tanghin de l'arrondissement de Nongr-Massom a été choisi comme la zone d'étude.

Il est limité au sud par le barrage n°2, à l'Est par le secteur 24, à l'Ouest par le secteur 22, et au nord par le centre d'enfouissement technique de Ouagadougou. Le secteur 24 est situé à proximité du centre Bangr Wéoogo qui constitue également sa limite Est. Il est limité au sud par le barrage n°3, au nord par le secteur 25, et à l'ouest par le secteur 23

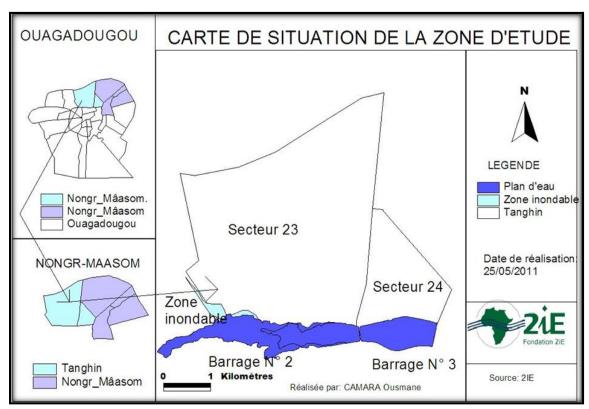


Figure 1: Carte de situation de quartier Tanghin de Ouagadougou

II.2 MATERIELS

II.2.1 Matériels d'observation directe et d'enquêtes

Le matériel utilisé pour collecter les données est composé de :

- ✓ Le plan cadastral de la zone d'étude
- ✓ Fiche d'observation des points d'eaux
- ✓ Fiche d'observation pour la caractérisation des dépotoirs
- ✓ Fiche d'observation sur les eaux usées

- ✓ Fiche d'enquête sur la gestion des toilettes, des eaux usées et les déchets solides
- ✓ Fiche d'observation pour les prélèvements
- ✓ Un appareil photo
- ✓ Quatre appareils GPS

II.2.2 Matériel de prélèvement

Les prélèvements ont été effectués à l'aide des flacons en polyéthylènes et en verre préalablement stérilisées. Les échantillons d'eaux ont été conservés en glacière réfrigérée pendant le transport jusqu'au laboratoire où les analyses ont été aussitôt effectuées.

II.2.3 Matériel d'analyse physique et microbiologique

Le matériel utilisé pour la mesure des paramètres physiques est composé d'un pH-mètre, d'un conductimètre et d'un turbidimètre.

Pour les paramètres microbiologiques, les mesures ont été effectuées à l'aide de matériel de laboratoire eau, dépollution santé et écosystème (LEDES) du 2ie.

II.2.4 Matériel de traitement des données collectées

L'analyse et le traitement des données d'enquêtes sont faites sur les logiciels suivants:

- ✓ Microsoft Word, Excel 2007et Epi info, qui possèdent des commandes permettant de faire la totalité des analyses statistiques élémentaires (tableau avec fréquences, moyenne, etc.).
- ✓ ArcView 3.2, qui permet de traiter les données géographiques et les différentes cartes de situation de la zone d'étude.

3. II METHODOLOGIES

Il sera présenté dans cette partie la méthodologie adoptée pour la collecte des données et leur traitement.

II.3.1 TRAVAUX PRELIMINAIRES

Cette phase a permis de comprendre les termes de référence, d'appréhender l'environnement du quartier Tanghin, de préparer le matériel de collecte de données et de faire une visite de reconnaissance de terrain.

La compréhension et l'analyse de termes de références ont été des points clés de départ dans

la conduite de cette étude. Elles ont permis de cerner le contour des résultats attendus et, de commun accord avec l'équipe d'encadrement, de procéder à son réajustement puis à sa validation.

II.3.2 COLLECTE DE DONNEES

La collecte des données a été faite en fonction des objectifs spécifiques du projet. L'observation directe de tous les ilots du quartier et l'enquête sanitaire auprès de 300 ménages ont été faites, compléter par l'analyse microbiologique de l'eau afin d'identifier et caractériser les points d'eau et leurs facteurs de pollution, ensuite élaborer un schéma de modélisation de transfert des pollutions microbiologiques et montrer que la pollution de l'eau constitue une menace pour la santé humaine.

II.3.2.1 Observation directe

Pendant les observations directes, les coordonnées géographiques des puits et les forages ont été relevées ainsi que les facteurs de pollutions tels que les fosses septiques, les poubelles, les dépotoirs sauvages, les rigoles, les porcheries, et autres sources de pollutions. Elles avaient pour objectif de :

- ✓ Caractériser les puits et les forages : appréciation sur le périmètre de protection, de la margelle, la position de puits par rapport aux sources de pollution, de l'existence de la couverture etc. :
- ✓ Caractériser les sources de pollution :
 - 1. Caractériser les eaux usées : le type d'eau usée (eau grise ou eau vanne) et identifier leur lieu de rejet ;
 - 2. Caractériser les dépotoirs sauvages : identifier leur lieu de rejet, leur mode d'évacuation, déterminer les types de déchets et distinguer les plus dominants.

II.3.2.2 Enquêtes des ménages

Elles ont été réalisées à l'endroit des ménages. Elle a permis de mettre en évidence la vulnérabilité des puits et des forages par rapport à la pollution. Les libellés des questionnaires ont concerné principalement le volet assainissement du quartier qui nous a permis de :

- ✓ Déterminer la typologie des ouvrages d'assainissement autonome et leur mode de vidange;
- ✓ Déterminer le taux d'enlèvement des ordures ménagères ;
- ✓ Déterminer la densité de décharges sauvages (voir les fiches d'enquêtes à l'annexe).

Pour les enquêtes, l'échantillonnage a été un choix raisonné. Sur 10041 ménages, 300 ont été retenus pour l'étude parmi les quelles figures les ménages où se trouvent les 60 puits à analyser. Elle a consisté à choisir des ménages de telle sorte que chaque partie du quartier ait une chance égale de figurer dans l'échantillon.

II.3.2.3 Echantillonnage de puits

Les observations ont permis de recenser exhaustivement 525 puits et 11 forages dont sept (07) fonctionnels dans le quartier Tanghin.

Dans le cadre du projet, les 07 forages fonctionnels ont été retenus et un choix raisonné de 60 puits parmi les 525 pour les analyses microbiologiques a été opéré.

La sélection de ces puits a été réalisée avec l'aide des données obtenues pendant leur recensement. Chaque catégorie de puits a été subdivisée en strates (groupes relativement homogènes): la position de points d'eau par rapport à une source de pollution, puits couverts avec margelle, puits couverts avec sans margelle, puits non couverts sans margelle et puits non couverts avec margelle ont été considérés.

Proportionnellement à l'importance du nombre de puits dans chaque strate, il a été calculé le nombre de puits qu'il faut au sein de l'échantillon pour représenter chaque strate. Ensuite dans chacune des strates, on choisit au hasard le nombre nécessaire d'individus.

Notons que presque la totalité des puits recensés sont localisés à moins de 15 et 50 mères respectivement de latrines et de déchets dans les ménages. De ce fait, le tableau ci-dessous indique les différentes strates et le nombre de puits qu'il faut au sein de l'échantillon pour représenter chaque strate (tableau 2).

Tableau 2: Critère de choix des puits pour l'échantillonnage

Strates	Effectifs de puits par strates	Echantillons
Puits couverts avec margelle	153	17
Puits couverts pas margelle	49	6
Puits non couverts pas margelle	225	26
Puits non couverts avec margelle	98	11
Total	525	60

Source: Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

Il est à rappeler que le choix des puits utilisés comme eau de boisson a été fait par la même méthode.

II.3.2.4 Prélèvements

Les prélèvements ont été conduits selon la technique décrite par l'OMS. Après les prélèvements, les flacons contenant les échantillons d'eaux prélevés lisiblement étiquetés sont acheminés dans une glacière à 4° C au laboratoire LEDES du 2IE accompagnés d'une note portant tous les renseignements nécessaires.

Ainsi, les différents points de prélèvement sont présentés sur la carte ci-après

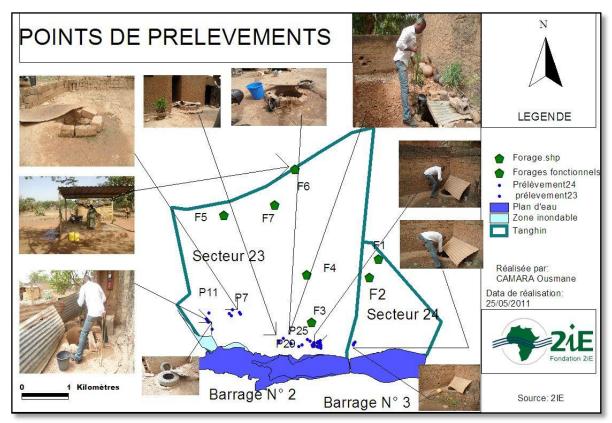


Figure 2: Carte de prélèvement des échantillons dans les points d'eau

II.3.3 ANALYSES DES ECHANTILLONS D'EAUX

II.3.3.1 Paramètres physico-chimiques

La température, le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité et le taux de matière dissoute ont été mesurés in situ. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site.

La mesure de la température, la conductivité et le taux de matière dissoute ont été mesurés à l'aide de conductimètre ; la turbidité par le turbidimètre et le pH par un pH-mètre.

II.3.3.2 Paramètres microbiologiques

Les coliformes totaux, les Coliformes thermotolérants (fécaux) et les Streptocoques fécaux ont été dénombrés dans les différents échantillons d'eau par la méthode d'ensemencement sur milieu gélosé de filtration sur membrane sur des milieux de cultures spécifiques (OMS, 1986) au Laboratoire LEDES du 2ie. Les Coliformes totaux et thermotolérants (fécaux) ont été

dénombrés dans « milieu Chromocult et Tergitol 7 » respectivement à 37°C et 44°C. Quant aux Streptocoques fécaux, ils ont été dénombrés sur le milieu de Stanetz et Bartley à 37°C pendant 48 heures. Les résultats sont donnés en UFC.

II.3.4 TRAITEMENT DES DONNEES

Les données collectées lors des d'observations et d'enquêtes ménages ainsi que les résultats d'analyses ont été saisis et traités à l'aide des logiciels. Le Microsoft Word 2007 a été utilisé pour la saisie des données. S'agissant du traitement et de l'analyse des données : les données de l'enquête ménage ont été traitées et analysées à l'aide du logiciel Epi-info ; le traitement des données géographiques et la confection des cartes thématiques ont été faits à l'aide du logiciel ArcView 3.2.

III. RESULTATS

Les résultats de ce travail s'articulent autour de :

- ✓ Caractérisation des puits et des forages ;
- ✓ Caractérisation microbiologique des eaux de puits et de forages;
- ✓ Caractérisation des sources de pollution de puits et de forages ;
- ✓ Schéma de modélisation de transfert des polluants ;
- ✓ Etablir le parallèle entre les effets de la pollution microbiologique et la pollution chimique sur la santé humaine.

III.1 CRARCTERISATION DES PUITS ET DES FORAGES

Le recensement des sources d'approvisionnements en eau souterraine à travers le quartier Tanghin a permis d'inventorier 525 puits et 11 forages dont 07 fonctionnels. Ils sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3: Caractérisation des puits de Tanghin

Secteurs	Puits ménages	Forages	Effectifs Puits et forages	Pourcentage Puits et foroges
Secteur 23	477	05	482	90,60%
Secteur 24	48	02	50	9,40%
Total	525	07	532	100%

Source: Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

III.1.1 Mode de gestion de puits

La population de Tanghin ne gère pas bien les puits. Il a été observé que 78,04% des puits répertoriés sont mal gérés par les usagers. 61,38% de puits ne sont pas couverts ou sont protégés par un couvercle inadaptée ; 78,04% de puisette sont déposées par terre (photo 3), ou sur la couverture.

Photo 1: Puisette non protégé



Photo 2: Puits non couverts



NB: ces puits ne sont pas bien gérés par les utilisateurs

III.1.2 Aménagement des puits

Sur les 07 forages fonctionnels observés 06 sont bien aménagés et 01 non aménagé. A l'opposé des forages, il a été observé que les usagers des puits de Tanghin ont des connaissances insuffisantes sur les causes et les vecteurs de pollution. Cela se traduit par leurs comportements en matière de gestion de puits comme l'illustre la photo ci-dessous. De 525 puits répertoriés 6 seulement sont aménagés. Voir les photos ci-après :

Photo 3 : **Puits protégés non couverts**



CAMARA

Photo 4 : **Puits sans margelle**



21

Ces photos montrent que les puits observés ne sont pas aménagés. 49,74% sont sans margelles (photo 4). Cependant 22,56% des ménages enquêtés, affirment utilisés l'eau de puits dans la boisson. Les variables concernant l'aménagement des puits sont représentées dans le (l'annexe 1)

mémoire de fin de cycle d'ingénieur]

III.1.3 Position des puits par rapport à des sources de pollution

Au niveau de la position des puits par rapport à leurs sources de pollution, 83,07% et 95,26% des puits observés sont soit à moins de 15 mètres de latrine ou à moins de 50 mètres de décharges sauvages des déchets solides municipaux, des eaux usées et de porcherie (distances recommandées par l'OMS).

III.1.4 Cartographie des puits et des forages.

La figure 3 met en évidence la répartition spatiale des puits et des forages observés dans le quartier. Sur cette carte, on constate que les forages de secteur 23 sont spatialement bien repartis contrairement aux puits qui sont faiblement repartis et concentrés prés des barrages n°2 et 3.

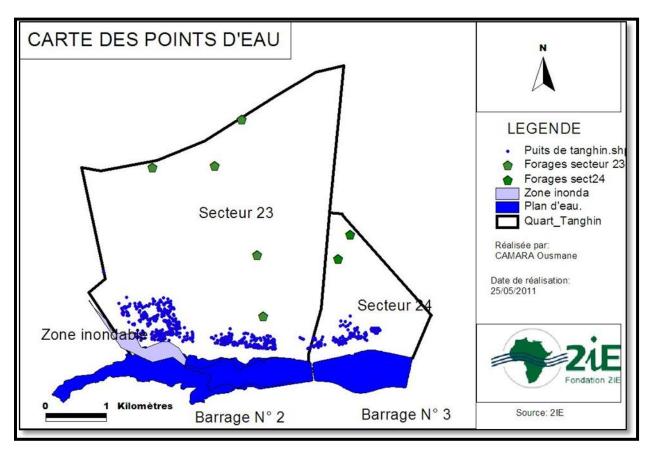
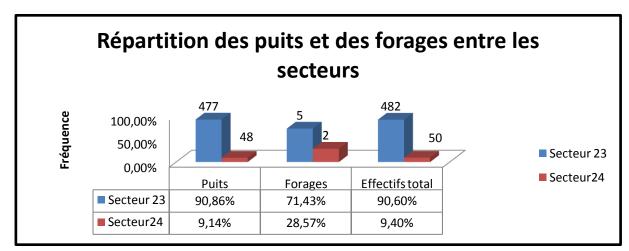


Figure 3 : cartographie des points d'approvisionnement en eau dans le quartier Tanghin

III.1.5 Répartition des puits et forages entre les secteurs

La figure ci-dessous permet de voir la répartition des puits et les forages entre les deux



secteurs de Tanghin. Il permet de constater que le plus grand nombre de puits et des forages

se trouvent dans le secteur 23, avec 90,86% de puits et 71,43% forages.

Figure 4: Répartition des puits et forages entre les secteurs

III.2 ANALYSE MICROBIOLOGIQUES DES EAUX

Après l'état des lieux des points d'approvisionnement en eau souterraine de Tanghin, Nous avons procédé au total deux types de prélèvements des 'échantillons :

- ✓ Type 1: eau de forages (n=07);
- ✓ Type 2: eau de puits (n=60);

Spécifiquement, soixante sept (67) prélèvements au total ont été effectués pour l'analyse microbiologique de l'eau souterraine de Tanghin.

III.2.1 Eau de forages

Les résultats des analyses microbiologiques des eaux de forages sont présentés dans le tableau (annexe 2).

Du point de vue physique (tableau 5), tous les sept forages sont dans les normes de potabilité de l'OMS.

Les résultats (annexe 2) montrent que le forage n° 2 présente une pollution microbienne totale hors norme, c'est-à-dire au moins une fois des concentrations hors normes pour les bactéries coliformes totales ou fécales. Tandis que les six autres sont dans les normes.

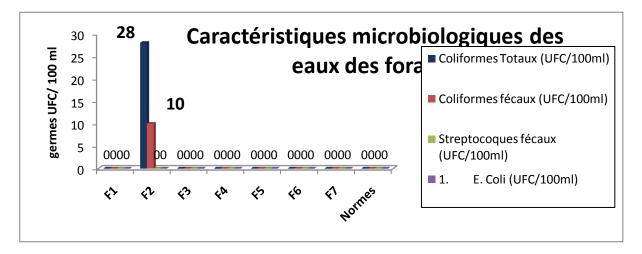


Figure 5 : Caractéristiques microbiologiques des eaux des forages

III.2.2 Eaux des puits.

III.2.2.1 Caractéristiques physiques des puits de Tanghin.

Les paramètres physiques qui ont été mesurés au cours d'études sont le pH, la température (T°), la conductivité (C), les solides totaux dissous (TDS) et la turbidité.

La figure 3 nous renseigne sur les valeurs de pH des 60 puits analysés. Il nous renseigne que trois puits sur quatre (75%) des 60 puits analysés, présentent de pH inférieur à 6,5. Par contre les autres (25%) ont des valeurs de pH compris entre 6,5 à 8.5 (annexe 3)

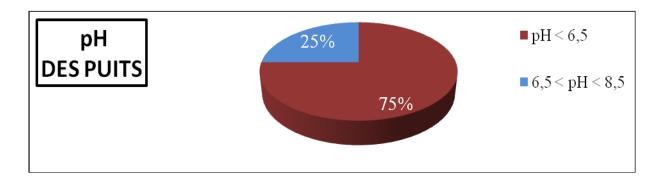


Figure 6 : pH des puits analysés

Par rapport à la conductivité, tous les des puits analysés sont d'une bonne qualité au regard des normes en matière de potabilité de l'eau de boisson (OMS). Ces valeurs sont comprises entre 60 et 1720.

Au niveau de la turbiné, sur 60 échantillons analysés, un sur deux a une turbidité inférieure à 5 NTU, valeur recommandée par l'OMS pour la potabilité de l'eau. Les valeurs enregistrées

au niveau des autres échantillons sont comprise entre 6 et 90.

III.2.2.2 Caractéristiques microbiologique des puits

La caractérisation microbiologique des eaux des puits de Tanghin a révélé qu'elles contiennent d'importantes proportions de microorganismes indicateurs de pollution fécale. La figure ci-dessous présente le nombre des germes par puits.

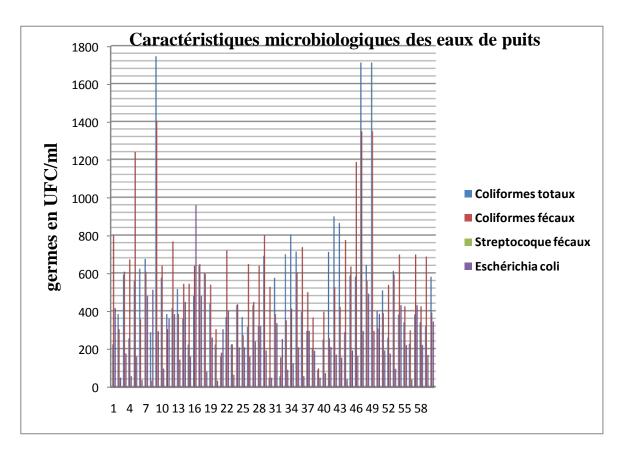


Figure 7 : Caractéristiques microbiologiques des eaux des puits

Ce graphique montre que la totalité des puits analysés sont exempts de Streptocoques fécaux. Cependant, ils présentent la pollution microbiologique des eaux des puits étudiés qui varie de :

- ✓ 48 à 1746 UFC/ml pour les coliformes totaux ;
- ✓ 32 à 1404 UFC/ml pour les coliformes fécaux
- ✓ 32 à 960 UFC/ml pour Escherichia coli

On conclue donc qu'aucun des puits étudiés ne doit être utilisé pour l'approvisionnement en eau utilisée pour la boisson.

3. III CARACTERISATION DES SOURCES

L'hygiène et l'assainissement sont parmi les principaux facteurs qui favorisent la pollution des sources d'eaux. Il importe donc d'analyser les pratiques des ménages en la matière.

III.3.1 Evacuation des ordures ménagères

Pendant l'observation, il a été constaté que Tanghin est un quartier périphérique partiellement aménagé. Les ouvrages d'assainissement collectifs tels que les sites de pré collectes des déchets solides sont insuffisants. Néanmoins, il existe quelques structures de collecte des déchets telles que la mairie, les associations féminines et des groupements d'intérêts communs (voir annexe 4).

Malgré la présence de ces structures, la figure 8 nous renseigne que 31,33% des ménages enquêtés ont recours à la rue et les parcelles non construites pour l'évacuation des ordures. Les ordures sont généralement stockées dans un angle de la concession avant d'être évacuées. Ces lieux sont considérés dans le quartier comme les dépotoirs naturels des déchets comme l'illustre la **photo 5.**



Photo 5 : Dépotoir sauvage dans la rue

A Tanghin, on compte 510 dépotoirs sur une superficie de 17,66 Km. Les ordures ménagères ont été caractérisées par une production spécifique moyenne de 0,62 kg/ménages avec un taux d'enlèvement de 0,69% et une densité de 28,88 dépotoirs par kilomètres carré.

Parmi les populations qui souscrivent à ces mauvaises pratiques, on retrouve des ménages de toutes les catégories sociales. 68,66% des ménages enquêtés déclarent être abonnés à des structures (association, mairie et GIE) locales de collecte des ordures.

Les différentes structures à Tanghin sont représentées sur la figure ci-après

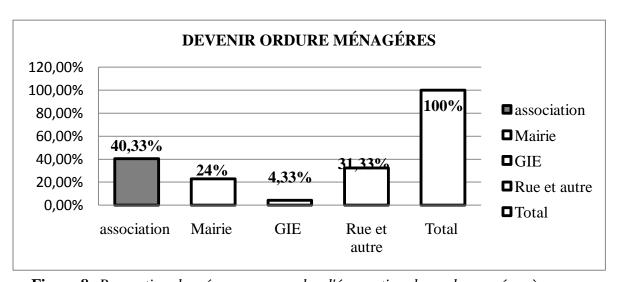


Figure 8: Proportion de ménages par modes d'évacuation des ordures ménagères

DEPOTOIRS SAUVAGE DEPOTOIR SAUVAGE LEGENDE Déchets solides Plan d'eau Tanghin Réalisée par: CAMARA Ousmane Date de réalisation: 25/05/2011 Barrage N° 2 Barrage N° 3 Source: 2IE

Carte de répartition des dépotoirs des déchets solides

Figure 9: Carte de répartition des dépotoirs sauvages

III.3.2 Rejet d'eaux usées

Situé en zone irrégulière, nous avons constaté que le quartier ne dispose d'aucun système aménagé pour l'évacuation des eaux usées. Les ménages se débarrassent des eaux souillées des latrines et des douches via un puisard alors qu'il n'est qu'à quelques mètres seulement du puits (moins de 15 m !), risquant ainsi de contaminer la nappe superficielle dans laquelle est prélevée l'eau d'usage domestique ou de consommation.

Il a été constaté également que l'insuffisance de réseau de drainage oblige les gens à jeter les eaux usées domestiques (lessive, vaisselle) dans la rue quand elles sont souillées, ou bien dans la parcelle lorsqu'elles sont moins sales. Cette dernière pratique permet aux habitants de se débarrasser facilement de l'eau tout en humidifiant le sol pour limiter la poussière mise en mouvement pendant la saison sèche lorsqu'il fait sec. On y compte 168 exutoires d'eaux usées avec une densité de 9,5 exutoires par Km². L'annexe 5 montre les diverses destination d'eau usées dans le quartier Tanghin.

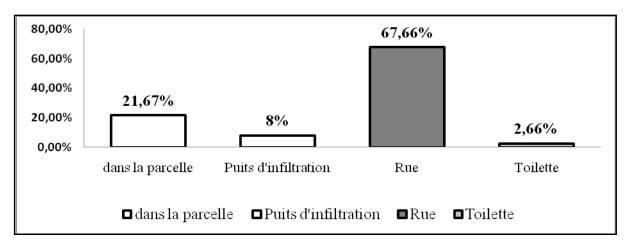


Figure 10: Proportion des lieux de rejets des eaux usées

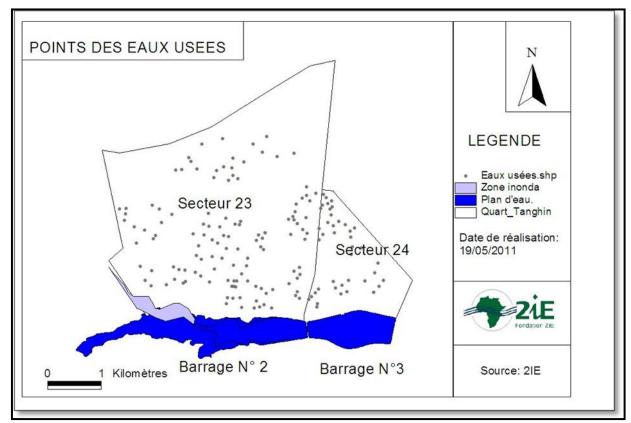
A partir du graphique 10, il est constaté que pour 67,66% des ménages, le recours à la rue pour l'évacuation des eaux usées produites au cours de la vaisselle, de la lessive ou de la cuisine semble être l'une des solutions les mieux adaptées.



Photo 6: Exutoire d'eau usée

Seulement 8 % et 2,66% des ménages utilisent respectivement des puisards et des latrines pour l'évacuation des eaux.

Les 168 rejets sauvages d'eau usée sont localisés sur la carte ci-dessous



Carte de répartition des dépotoirs des exutoires des eaux usées

Figure 11 : Carte de répartition des eaux usées

III.3.3 Type d'aisance

Les excréta constituent aussi un type de déchet liquide, ils sont produits en abondance dans tout lieu de regroupement humain. Ils proviennent des Hommes et des animaux.

Les parcelles, d'une vingtaine de mètres de côté en moyenne, sont habitées par plusieurs familles sans conforts et sans aménagements sanitaires. Ainsi les principales destinations de la déjection de ces ménages sont consignées dans le tableau 4.

Tableau 4: Proportion des lieux d'aisance

Type d'aisance	Effectifs	Proportions
Autre	8	2.67%
fosse septique	124	41,33%
latrine traditionnelle	149	50,67%
VIP	16	5,33%
Total	300	100,0%

Source: Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

Les résultats présentés dans ce tableau 4 révèlent que 50,67% des ménages interrogées disposent d'une latrine traditionnelles, 41,33% utilisent des fosses septiques, 5,33% des latrines VIP dans leur concession, le reste 2,67 % ont recours aux cours voisines ou aux espaces vacants (parcelles non construites, lit du barrage et les cours inhabitées).

Au total, une forte proportion de ménages (53,34%) ne dispose pas les lieux d'aisances adéquats par contre une faible proportion de personnes (46,66%) déclare avoir des lieux adéquats (fosses septiques et VIP)

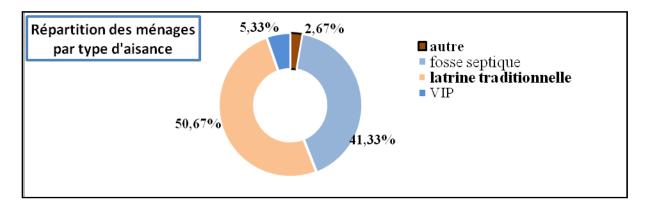


Figure 12: Répartition (%) des ménages selon le type d'aisance

III.3.4 Mode de vidange des latrines

Au niveau du mode de vidange des latrines qui représentent 50,67% des types d'aisance à Tanghin, 60,67 % des ménages utilisent le moyen manuel pour vider les latrines, 31% recourent au vidangeur mécanique et 8,33% n'ont jamais vidangés leur latrine.

CAMARA mémoire de fin de cycle d'ingénieur] 31

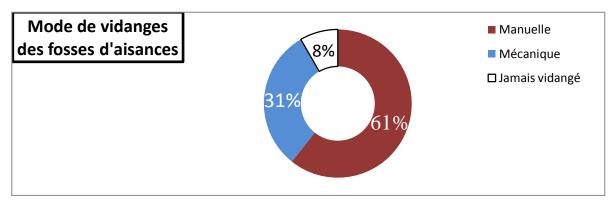


Figure 13 : Proportion des ménages selon le mode vidange des lieux d'aisance

III.3.5 Position des puits par rapport aux sources de pollution

Sur les 525 puits recensés, 16 seulement sont dans les normes d'installation. C'est-à-dire, à moins de 15 mètres de latrine et 50 mètres des dépotoirs sauvages et des points d'eau usée.

Tableau 5 : Position des puits par rapport aux facteurs de pollution

Position de puits	Effectifs	Fréquence
Normes respectées	18	4,74%
Normes non respectées	362	95,26%

Source: Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

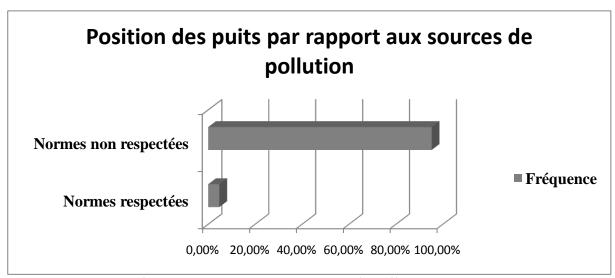


Figure 14: Position de puits par rapport aux sources de pollution

III.3.6 Divagation des animaux

Une autre source de pollution est la présence de petits élevages à proximité des puits. Les

animaux doivent se nourrir seul, et sont par conséquent en divagation. Leurs excréments constituent une source de pollution des eaux. Lors des observations et des enquêtes des ménages qui disposent de puits, la divagation des animaux a été constatée dans 70,5% de ces ménages. A cela, s'ajoute la présence de chien dans les ménages comme l'indique la photo 8

Photo 7: Porcherie à côté de puits

Photo 8 : Chien à proximité de puits



III.3.7 Synthèse de Caractérisation des sources de pollution

A propos de la position des puits et des forages par rapport à une source de pollution, 95,26% des puits sont soit à moins de 15 mètres de latrine ou à moins de 50 mètres de dépotoirs sauvages, des exutoires d'eaux usées et de porcherie (distances recommandées par l'OMS). Trois (3) puits sur cinq (5) ne sont pas couverts ou sont protégés par un couvercle inadapté; plus de trois (3) puits sur sept sont sans margelles et sept (7) ménages sur neuf (9) laissent la puisette par terre, ou sur la dalle de puits (annexe 1).

En ce qui concerne les ordures, un ménage enquêté sur trois (32,33%) affirme évacuer leurs ordures dans la rue ou dans les espaces vacants (rue, parcelles non construites etc.); contre deux sur trois (68,66%) qui déclarent être abonnés à des structures (la mairie, les associations et les groupements d'intérêts économiques) locales de collecte des ordures (annexe 4).

Les ordures ménagères du quartier sont caractérisées par un taux d'enlèvement de 0,69% et une densité de décharge sauvage de 28,88 dépotoirs par kilomètre carré.

Par rapport à l'évacuation des eaux usées, plus de cinq (5) ménages sur huit (8) se servent des rues pour l'évacuation des eaux usées produites au cours de la vaisselle, de la lessive ou de la

cuisine. Seulement 8 % et 2,66% des ménages utilisent respectivement des puisards et des latrines pour l'évacuation des eaux (annexe 5).

Au niveau des lieux d'aisance, 50,67% des ménages interrogées disposent d'une latrine traditionnelles, 41,33% utilisent des fosses septiques, 5,33% des latrines VIP et le reste 2,67% ont recours aux cours voisines ou aux espaces vacants (parcelles non construites, lit du barrage et les cours inhabitées). Au total, une forte proportion de ménages (53,34%) ne dispose pas les lieux d'aisances adéquats. Par contre une faible proportion de personnes (46,66%) déclare avoir des lieux d'aisances adéquats (fosses septiques et VIP)(tableau 4)

Pour ce qui est de mode de vidange des latrines, 60,67 % des ménages utilisent le moyen manuel pour vider les latrines, 31% recourent au vidangeur mécanique et 8,33% n'ont jamais vidangés leur latrine (annexe 6).

La divagation d'animaux a été constatée dans 70,5% des ménages enquêtés.

III.3 SCHEMA DE TRANSFERT DES POLLUANTS

Le schéma de transfert des polluants s'inspire des résultats précédents. Il est la représentation théorique du phénomène de la pollution des eaux souterraines du quartier Tanghin en décrivant le parcours des polluants de la source à la ressource en eau. Dans cette description, il intègre plusieurs facteurs (hydrique, pédologique, topographique, éolien, etc.) influençant le mode de transfert.

Le schéma ci- dessous explicite la manière dont un polluant va de son origine (source de pollution) à sa destination (ressource en eau).

Activités de l'homme **Déchets** Rue **Espaces vacants** Latrines Transport aérien Ruissellement **Ecoulement souterrain** Puisettes male entretenue Puits non protégés Puits sans margelle **Puits non couverts** Puits à moins de 15 mètres d'une latrine

Figure 15: Schéma de transfert de polluants dans les eaux souterraines

Ce schéma fait voir que les eaux usées domestiques, les excrétas, les déchets solides et les produits de traitements agricoles sont produits par les activités anthropiques menées dans les ménages, les hôtels, les écoles, les garages, etc. Il décrit ensuite que ces déchets sont rejetés dans des parcelles non construites (déchets solides, eaux usées domestiques, boues de vidanges), des latrines traditionnelles (eaux usées domestiques, excrétas), la rue (eaux usées domestiques, déchets solides), la nature (eaux usées domestiques, excrétas, déchets solides), dans cours (eaux usées domestiques). Enfin il montre que les polluants contenus dans les déchets sont transportés vers les ressources en eau par ruissellement, par transport aérien, ou par infiltration suivi d'un écoulement souterrain et par la mauvaise gestion des puits.

III.5 POLLUTION CHIMIQUE ET MICROBIENNES

Dans un contexte de pays en développement la contamination microbienne de l'eau de boisson est un paramètre qui a généralement plus de pertinence que la contamination chimique pour plusieurs raisons. Tout d'abord une contamination microbienne produit des effets immédiats après une seule exposition au pathogène contrairement aux contaminants chimiques qui produisent généralement des effets chroniques après une exposition à long terme. De plus, les contaminations microbiennes peuvent tuer très rapidement une personne et potentiellement créer une épidémie, tandis que les contaminants chimiques ne se transmettent pas d'un individu à l'autre et provoquent généralement une période de morbidité avant d'entraîner la mort de l'individu.

A cela s'ajoute le fait que pour détecter la plupart des contaminants chimiques un laboratoire d'analyse bien équipé est nécessaire, tandis que la contamination microbienne est beaucoup plus facile à détecter. La contamination microbienne est donc plus pertinente à analyser en priorité dans les pays en développement.

IV DISCUSSION ET ANALYSES

La discussion s'articule autour de deux volets qui sont :

- La pollution physique et microbiologique des eaux des forages et des puits ;
- Les sources de pollution des eaux souterraines.

Des résultats de l'annexe1, il ressort que du point de vue physique, les échantillons d'eau des forages sont dans l'ensemble, d'une bonne qualité au regard des normes en matière de potabilité de l'eau de boisson (OMS, 1994).

IV.1 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX

IV.1.1 pollution des forages

Les résultats des analyses bactériologiques présents dans ce travail, ont montré que trois (6) forages sur quartes (7) sont exempts de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de Streptocoques. Seul le forage n°2 présente des contaminations de Coliformes totaux (10UFC/100ml) et fécaux (28UFC/100ml). La mauvaise qualité de l'eau de ce forage serait liée à des contaminations lors du prélèvement, à l'hygiène du site d'exhaure d'autant plus que ce forage est environ à moins de 25 mètres d'un grand dépotoir sauvage des déchets. Ces résultats rejoignent ceux de (Monjour, 1984) qui ont montré que, sur la base d'analyse d'échantillons d'eau provenant de 1200 forages réalisés au Burkina Faso, seulement 6 à 7 % des forages fournissent de l'eau impropre à la consommation. De même, 7,7 % des forages sur 688 sont pollués avec un taux moyen de pollution de 4,2400 ml de coliformes fécaux (Guillemin, 1985). La mauvaise qualité de l'eau de forage serait liée, selon ces auteurs, principalement à l'hygiène du site d'exhaure. Aussi, pourrait-on exhorter les populations à recourir à l'eau de forage si plusieurs possibilités leur étaient offertes ?

IV.1.2 Pollution de puits

IV.1.2.1 Pollution physique

Dans cette étude, en ce qui concerne la température des eaux analysées, les échantillons de 60 puits analysés présentent une température moyenne de 29 °C. Ce résultat que nous avons retrouvé au cours de notre étude se rapproche de ceux de (AISSI, 1992.) qui retrouvent des températures variant entre 27°C et 30°C. Ces degrés élevés de température retrouvés à Tanghin peuvent s'expliquer par l'influence de la température ambiante sur les eaux prélevées, la nappe souterraine d'eau étant elle-même à une faible profondeur.

Les degrés élevés de température que nous avons retrouvés dans notre étude, sont de même ordre que ceux de 28°C à 30°C retrouvés à Brazzaville par (MOUKOLO, 1993). Il convient de souligner qu'une eau de température située entre 28°C et 32°C constitue un bon milieu de culture pour les micro-organismes de l'environnement, ce qui veut dire que l'élévation de la température des eaux de puits crée des conditions favorables à la pollution des eaux.

D'une façon générale, les valeurs du pH montrent que quarante trois (45) puits sur soixante (60) analysés ont des pH comprises entre 5 et 6.46 dont inférieures à 6,5. Et les autres (15 puits) ont des pH compris entre 6,5 et 7,6. Selon l'OMS (2004) le pH d'une eau potable doit être compris entre 6,5 et 8,5. Les valeurs obtenues sont proches des résultats de (Ives, 2000). Cette valeur de pH pourrait être du à la qualité du sous sol de Tanghin ou à la mauvaise gestion de puits. En se référant aux normes de l'OMS (pH compris entre 6,5 et 8,5) pour l'eau potable, plus de 71,67% de nos eaux analysées ne sont pas recommandées à la consommation humaine.

Les valeurs de la conductivité de puits étudiés sont comprises entre 60 et 1720 μs/cm. Ces valeurs indiquent que les eaux de puits étudiées sont minéralisées.

De même 50% des eaux de puits prélevées contiennent un taux de turbidité supérieur à 5 FTU, norme recommandée par l'OMS. Cela pourrait être du par le fait que, dans la majorité des ménages, la puisette traine à terre. Les consommateurs ont très souvent des exigences par rapport à ce paramètre. La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspensions finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières

La présence de ces éléments physiques traduit la pollution des eaux étudiées. Cette situation

pourrait s'expliquer par le niveau de gestion des puits, l'assainissement et de l'hygiène des ménages du quartier.

IV.1.2.2 Pollution microbiologique

Les résultats de l'analyse microbiologique des eaux montrent que la totalité de puits étudiés sont pollués.

Les germes, indicateurs de pollution microbiologique retrouvés en moyenne au cours de l'analyse sont : Coliformes totaux (500,17 UFC/ml), coliformes fécaux (555,75 UFC/ml) et *Escherichia coli* (235,15 UFC/ml). Quant aux streptocoques fécaux, tous les 60 puits analysés sont exempts de ce germe. Ce qui permet de confirmer notre première hypothèse, que l'eau souterraine dans le quartier Tanghin est polluée par les micro-organismes. Nos résultats microbiologiques se rapprochent de ceux de certains auteurs comme (AISSI, 1992.), (MIGAN, 1993) et (M, 1994) qui ont retrouvé des taux de coliformes dépassant largement 103 colonies par 100 ml.

Les différentes analyses bactériologiques réalisées pour les points d'eau de boisson en Afrique montrent que la plupart des puits traditionnels et sources d'eau sont polluées.

En effet, au Burkina-Faso, au Rwanda, au Bénin et en Guinée Conakry les études révèlent que respectivement 70 % des puits traditionnels au Burkina-Faso, 55 % des sources captées au Rwanda, 96 % des puits traditionnels au Bénin, 100 % des puits traditionnels et des sources captées en Guinée sont pollués (EAU, 1990)

La présence de Coliformes totaux, famille de bactéries que l'on trouve dans les déchets d'origine animale, les sols de surface et la végétation indiquent une pollution éventuelle de puits par des organismes des eaux de surface. La présence de ce germe constitue un premier signal de pollution de l'eau.

La présence de coliformes fécaux autres qu'E. Coli peut être expliqué par l'intrusion dans le puits des eaux riches en matières organiques comme les produits de décomposition des plantes et du sol, étant donné que les puits sont en majorité non protégés.

La présence d'Escherichia coli *E. coli*, groupe de bactéries vivant dans les intestins des mammifères indiquent une récente pollution fécale par des sources diverses, comme les latrines ou les déchets d'origine bovine. L'utilisation d'une eau dont l'analyse a révélé toute

présence d'E. Coli peut déclencher des maladies gastro-intestinales, de la diarrhée et des vomissements.

Plusieurs facteurs pourraient expliquer la présence de ces germes dans les puits de Tanghin:

- ✓ La position de puits par rapport aux sources de pollution (dépotoirs de déchets, points d'eau usée et les fosses d'aisances) ;
- ✓ La vidange manuelle des fosses d'aisance ;
- ✓ Mauvais aménagements de puits (absence de margelle et de périmètre de protection) ;
- ✓ Mauvaise gestion des déchets et aux comportements des ménages (défécation à l'air libre);
- ✓ La mauvaise gestion de puits par les ménages (couverture, protection de puisette),
- ✓ La divagation des animaux à proximité des puits (les volailles, les chiens et les chats etc.);
- ✓ Les mouvements d'eaux souterraines entre les aquifères polluées et propres ;

IV.2 SOURCES DE POLLUTION

Pour les sources de pollution, l'observation et l'enquête faites sur le terrain, ont permis d'obtenir les informations sur le mode de gestion des puits, la position des puits par rapport à des sources de pollution, la gestion des déchets, le type d'aisance utilisé par les ménages, le mode de vidange des fosses d'aisances et de l'aménagement des puits. Car les usagers des puits ont des connaissances insuffisantes sur les causes et les vecteurs de pollution. Cela se traduit par des comportements avec l'eau déplorables.

IV.2.1 Mode de gestion des puits

Pour ce qui est du mode de gestion des puits par les ménages, plus de la moitié (78,04%) de ménages entretiennent mal la puisette après le recueil de l'eau. La puisette est déposée par terre, ou sur la dalle du puits. Il a été constaté que 13,23% de propriétaires de puits veillent au bon respect des règles lors du puisage de l'eau, mais il est difficile de contrôler la manière de faire des enfants ou d'un voisinage pas toujours très coopératif au maintien de la qualité de l'eau.

Dans une étude, (coll., 1992) dans le village de Boassa au Burkina-Faso en 1992 ont trouvé dans leur recherche que l'eau potable à la source, est souillée dans 38 % des canaris de transport, dans 62 % des jarres de stockage et dans la totalité des calebasses de prélèvement.

Photo 9: Poulet dans le puits

De même, 61,38% des puits étudiés ne sont pas couverts *ou* sont protégés par un couvercle inadapté, alors qu'une fermeture correcte (et si possible cadenassée) permettrait d'améliorer la qualité de l'eau : réduction de la contamination par la poussière, les feuilles, les animaux (voir



la photo à droite) et les divers déchets. De surcroît, le seul fait d'empêcher les insectes d'atteindre l'eau, diminuerait la profusion de larves, particulièrement celles des moustiques. Le développement d'algues serait également limité par le filtre à la lumière que constitue un couvercle. Nos résultats rejoignent ceux de (Hanus, 2006) qui ont mené les études sur la gestion de puits à Pointe-Noire et qui ont révélé que plus de moitié des puits ne sont pas couverts, ou sont protégés par un couvercle inadapté

IV.2.2 Aménagement des puits

A ce niveau, 50,26% des puits n'ont pas de margelle, les eaux de ruissellement pouvant alors contaminer directement la source d'eau. Beaucoup de petits animaux (insectes, crapauds, poulets) tombent dans les puits et les polluent. De telles installations augmentent aussi les risques de chute, surtout pour les enfants (voir photo 6).

IV.2.3 Position des puits à la source de pollution

Il a été révélé que du point vu distance des puits aux sources de pollution, 95,26% des puits sont soit à moins de 15 mètres de latrine ou à moins de 50 mètres de décharges sauvages des déchets solides municipaux, des eaux usées et de porcherie (distances recommandées par l'OMS).

IV.2.4 Evacuation des ordures ménagères

A Tanghin, nous avons observé d'énormes problèmes en matière d'assainissement. Les sites de pré collectes des déchets solides sont insuffisants. Malgré la présence des structures locales de collecte, 31,33% des ménages jettent les ordures dans rue et les parcelles non construites. On y compte 510 dépotoirs sauvages sur une superficie de 17,66 km². Les ordures ménagères ont été caractérisées par une production spécifique moyenne de 0,62 kg/ménages avec un taux d'enlèvement de 0,69% et une densité de 28,88 dépotoirs par kilomètres carré. 68,66% des ménages seulement sont abonnés à des structures locales de collecte des ordures.

39

IV.2.5 Evacuation d'eaux usées

Les eaux usées produites au cours de la vaisselle, de la lessive ou de la cuisine par 67,66%, de ménages sont versées dans la rue. Seulement 8 % et 2,66% des ménages utilisent respectivement de puisard et de latrine pour l'évacuation de ces eaux. On y compte 168 rejets sauvages d'eau usée.

L'inexistence de réseaux d'égouts oblige presque tous les ménages de Tanghin à se débarrasser des eaux souillées des latrines et des douches via un puits perdu alors qu'il n'est qu'à quelques mètres seulement du puits (parfois à 1 mètre!), entrainant ainsi de contaminer la nappe superficielle dans laquelle est prélevée l'eau d'usage domestique ou de consommation.

IV.2.6 Lieux d'aisance

A Tanghin, 53,34% des ménages enquêtés disposent de latrines traditionnelles ou des fosses septiques contre 46,66% qui utilisent les latrines traditionnelles. Le reste des ménages enquêtés 2,67 % ne disposent d'aucun système d'assainissement, ils se servent dans les cours voisines ou dans les espaces vacants (parcelles non construites, lit du barrage et les cours inhabitées) pour la défécation.

IV.2.7 Mode de vidange des fosses d'aisance

Le mode de vidange des fosses d'aisance est un problème crucial pour le quartier Tanghin, 60,67 % des ménages utilisent le moyen manuel contre 31% recourent au vidangeur mécanique et 8,33% n'ont jamais vidangés leur latrine.

Les risques sanitaires pour les habitants de Tanghin et des localités environnantes de par les modes d'évacuation des boues de vidange sont très grands. En pleine quartier, ce sont les vidanges manuelles qui menacent la santé des populations à travers les eaux de puits pendant que les camions vidangeurs, eux, polluent l'environnement de la périphérie du quartier et exposent les habitants à des maladies contagieuses telles que le choléra, la typhoïde, la filariose.

Tous ces facteurs s'expliquent en partie par l'accroissement de population que connaît la ville de Ouagadougou dont le quartier Tanghin dans ces dernières années. De ce fait, la population est obligée de vivre dans une certaine promiscuité. Les parcelles, d'une vingtaine de mètres de

côté en moyenne, sont habitées par plusieurs familles qui louent à un propriétaire privé un petit logement sans confort et sans aménagements sanitaires. Les latrines et les douches, qui ne font souvent qu'un, utilisées par un grand nombre de personnes, se retrouvent au mieux à une quinzaine de mètres de puits, quand ce ne sont pas les commodités du voisinage qui en sont proches.

L'insuffisance des canaux d'évacuation oblige les gens à jeter les eaux usagées domestiques (lessive, vaisselle) dans la rue quand elles sont souillées, ou bien dans la parcelle lorsqu'elles sont moins sales. Cette dernière pratique permet aux habitants de se débarrasser facilement de l'eau tout en humidifiant le sol pour limiter la poussière mise en mouvement pendant la saison sèche.

Tous ce que vous venez de connaître sur les différente sources de pollution viennent de confirmer la deuxième hypothèse que, la mauvaise conception et de gestion des équipements hydrauliques et d'assainissements constituent les sources de pollution de l'eau souterraine de Tanghin

V. CONCLUSION

Au terme de cette étude dont l'objectif est d'étudier la pollution microbiologique de l'eau souterraine dans le quartier Tanghin, les résultats ont montré que l'eau souterraine de Tanghin est polluée sur le plan microbiologique. En effet des germes indicateurs de pollution et des valeurs défavorables de pH et de température ont été enregistrés au niveau des 60 puits et d'un forage qui ont fait l'objet de l'étude.

Cette pollution des eaux souterraines par les bactéries indicatrices de pollution fécale serait due sans doute d'une part à l'infiltration des eaux provenant des fosses d'aisances, des points d'eau usée et des dépotoirs sauvages d'ordures qui sont à 95,26% à proximité des puits et qui jonchent le quartier de manière anarchique ; d'autre part par la mauvaise gestion et l'entretien des puits qui ont été observés pendant les études. La grande majorité des ménages de Tanghin ignore, dans la plupart des cas, l'impact que peut avoir la proximité des sources de pollution, la mauvaise gestion et l'entretien sur la qualité microbiologique d'une eau de consommation.

Pour finir, il ne s'agit pas seulement de mettre en place des équipements d'approvisionnement

en eau, mais il faut mettre un accent particulier sur les normes d'installations et de gestion, c'est à- dire l'assimilation et le respect des règles d'hygiène.

Dans ce sens, un programme de formation à la promotion à l'hygiène en direction des ménages pour leur faire acquérir des connaissances en matière d'installation des puits et des fosses d'aisances doit être mise en place. Aussi, le mode de gestion des puits et des déchets dans le quartier mérite d'être revu pour une amélioration du cadre de vie de ces populations.

VI. RECOMMANDATIONS

Les solutions techniques simples et rapides existent pour améliorer efficacement la qualité des eaux de puits de Tanghin. Ces solutions se situent à deux niveaux

VI.1 INSTATION DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT ET DE PUITS

Le choix de l'emplacement de puits dans une parcelle est fonction de la position des lieux d'aisances. Pour installer un puits ou une fosse d'aisance dans une parcelle, faite en sorte que les deux soient séparés au moins d'une distance de 15 mètres. En dehors des fosses d'aisances, le puits doit être éloigné de toutes les sources de pollution (dépotoirs sauvages, exutoires d'eaux usées, porcherie etc.) au mois d'une distance de 50 mètres. En plus de sa position, il doit être muni d'une margelle haute selon sa position topographique, un couvercle hermétique, un périmètre de protection et rendre la paroi intérieure étanche. Ceux-ci éviteraient la contamination des eaux de puits par la poussière, les germes d'origines des fosses d'aisances, des eaux de ruissèlements et la mauvaise gestion par les usagers

VI.2 GESTION DES PUITS

En plus le respect des conditions d'installations de puits ou de fosses d'aisances dans une parcelle, la bonne gestion des puits permettrait de réduire au minimum la possibilité de contamination des eaux de puits. L'utilisateur de puits doit se déchausser avant d'entrer dans le périmètre de protection de puits, le puits doit être fermé après recueil de l'eau, et la puisette et sa corde ne doivent pas être déposées à terre,

Plusieurs mesures d'accompagnement doivent être prises à cet effet. Principalement, la sensibilisation des populations sur le respect des normes d'installation des puits et des fosses

d'aisances, les mesures d'hygiène à prendre en vue de préserver la qualité de l'eau des puits et la mise à leur disposition de méthodes appropriées de désinfection à l'échelle familiale.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages

- **1.** AISSI, C. (1992.). Impacts des déchets domestiques sur la qualité de la nappe phréatique à. Cotonou.
- 2. APPELO. (2005). Firefox. Récupéré sur WaterAid Burkina:
- **3. BAILLY J. D.,** (2005), *Evaluation des risques sanitaires*, Rencontres agro alimentaires du grand Rodez, 19 p.
- **4. BERGSON.H.** (1932). Approche thématique, Rubrique promotion de la santé. http.
- **5. BONNARD.R.** (2001). Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque, Rapport final, 70 p.
- **6. Brundtland, G. H.** (2002.). Water for Health Enshrined as a Human Right." World Health Organization press release.
- 7. CHIPPAUX, 2002 : Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de Niamey, Niger ...
- 8. CHOUKROUN.O. (2003). Quelques points de l'évolution en santé publique.
- **9. CIEH**. Comité interafricain d'Etudes Hydraulique : manuel de formation des formateurs villageois.
- **10. CISSE, G. (1997).** Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage à Ouagadougou, Thèse de Doctorat. Ouagadougou: Ecole Polytechnique Féérale de Lausane.
- **11. coll., E.-B. P.** (**1992**). Application d'un nouveau matériel de transport de stockage pour l'amélioration.
- **12. Coulibaly, K.** (2005). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de BAMAKO. BAMAKO: Université de BAMAKO.
- **13. DAVIDSON, J. M. (1992. 217 p.).** No time to waste—Poverty and the global environment. Oxford, Oxfam.

- 14. DAVIDSON, J. M. (992). Poverty and the global environment. Oxford, Oxfam.
- **15. DIALLO, Y. (Juin 2005).** Evaluation de la pollution des ressources en eau superficielle de la ville de Ouagadougou : établissement d'un profil des sources de pollution et proposition de solutions de mitigation. Ouagadougou-Burkina Faso.
- 16. DIANOU, 2002 : Qualité des eaux de boisson de forages et de ménages en milieu rural :

Cas de Thion, Blédougou et Kangoura au Burkina Faso

- 17. EAU, P. S. (1990). L'eau potable et la santé dans les projets d'hydraulique rurale en Afrique.
- 18. EDS (2003): Enquête démographique et de santé au Burkina Faso
- 19. F. MOKOFIO*, J. R. (1991). QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU.
- **20. GEOLOGIE, D.** D. Etude chimique et pollution de la nappe phréatique des environs du Banconi.
- **21. Hanus, J. (2006).** EVALUATION DE LA SALUBRITE DE L'EAU DES PUITS DE POINTENOIRE. POINTENOIR.
- **22. INSD.** (**2006**). *RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION*. Ouagadougou: BUREAU CENTRAL.
- **23. Ives, O. J. (2000).** Etude chimique et pollution de la nappe phréatique des environs du Banconi.
- **24. J.BORTHE**. (2003). journée mondiale de l'eau. *AMH*.
- **25. J.-P. Chippaux (1, 2. 7. (2002.).** Étude de la pollution de l'eau souterraine de la ville de *Niamey, Niger.* Niamey.
- **26.** Konaté D.L., S. T. (1994). Enquête démographique et de santé Burkina Faso 1993. Ouagadougou: INSD Ouagadougou Burkina Faso.
- 27. LAROUSSE, L. P. (1998).
- **28. M, C. F.** (1994). *Amélioration de la qualité des eaux des puits dans la ville de Cotonou :*. Cotonou.
- **29. M. MAKOUTODE*, A. A.-M. (1999).** *QUALITE ET MODE DE GESTION DE L'EAU DE PUITS.*
- **30. MIGAN, K.** (1993). La problématique de la gestion des déchets dans les mégalopoles africaines. Cotonou.
- **31. Mouchot,** C. (**2010**). La problématique de la pollution agricole diffuse de l'eau au Royaume-Uni. London: INAPG.

- **32. MOKOFIO*,1991** : Qualité bactériologique de l'eau des puits, des sources et des forages dans la ville de Bangui
- **33. MOUKOLO**. (1993). Les contrôles systématiques de la qualité des eaux naturelles au Congo . Brazzaville.
- **34. O.M.S**. **(1972).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. Genève.
- **35. OMS. (2002).** Directive de qualité pour l'eau de boisson. Genève.
- **36. OMS.** (1994). Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième Edition, vol 1: Recommandation: Génève.
- **37. Ousseini.** (2010). Analyse spatiale de l'accès de l'eau potable et risques des maladies hydiques dans les quartiers périphériques de la ville de Ouagadougou: Cas du quartier Tanghin. Ouagadougou: 2ie.
- **38. PADONOU G**. 2006 : Contribution à la gestion des excréta humains dans une localité située sur la berge du lac Nokoué : Cas de Ahouansori Toweta 1Mémoirede DESS, 96 P
- **39. P.Melquiot**. 1.001 mots et abréviations de l'Environnement et du Développement Durable. RECYCONSULT.
- **40. PULIM.** (2001). préparation d'un future projet d'A.E.P de Bamako. Lot 3 plan directeur d'A.E.P de Bamako. Bamako.
- **41. SANTOS, S. D**. (2007). Usages et risques de la ressource en eau : point de vue de la population à Ouagadougou (Burkina Faso). Ouagadougou-Burkina Faso: LPED/IRD.
- **42. SEIGNEUR, V**. (2004). L'alpinisme, de la pratique à risque au style de vie, In : LE GALL D., Genres de vie et intimités, chroniques d'une autre France, Edition l'Harmattan, pp 77 90. France.
- **43. Sokona, M. F**. (2002). Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.
- 44. UNICEF (2008): Programme conjointe de suivi au Burkina Faso

Sites internet

- 1. www.Wateraid.org/Burkina Faso en Français/actualité/5373.asp
- 2. www.cyes.info/thèmes/promotion santé/faq promotion santéphp
- 3. www.cyes.info/themes/promotion_sante/evolution_sante_publique.php.
- **4.** http://www.envirobf.org/
- **5.** www.watersanitationhygiene.org/
- **6.** http://www.dictionnaire-environnement.com/pollution_de_eau_ID1033.html/http://

www.eau-rhin-meuse.fr/patrimoine/cyclo/cyclo00.htm

- 7. SMBCG. (s.d.). Récupéré sur http://www.smbcg-mareclean.eu/
- **8.** http://www.lenntech.fr/faq-pollution-eau.htm

ANNEXES

Annexe 1: Caractéristiques des puits

Variables	Modalité	Effectifs	Proportion des puits
Couverture	couvets	203	38,62%
	non couvert	322	61,38%
Margelle	avec margelle	264	50,26%
	sans margelle	261	49,74%
Distance puits latrine	< 15 mètres	436	83,07%
	> 15 mètres	89	16,93%
Périmètre de protection	protégé	69	13,23%
	non protégé	410	78 ,04%
	margelle absent	46	8,73%
Système d'exhaure	Propre	69	13,23%
	sale	410	78,04%
	absent	46	8,73%

Source : Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

Annexe 2: Caractérisation physique et microbiologique des eaux des forages

	P	ARAMETRES I	PHYSIQUES		1. PARAMETRES BACTERIOLOGIQUES			
	pН	Conductivité	Turbidité	Solide	Coliformes	Coliformes	Streptocoques	2. E. Coli
		(s/cm)	(FTU)	totaux	Totaux	fécaux	fécaux	(UFC/100ml)
				dissous	(UFC/100ml)	(UFC/100ml)	(UFC/100ml)	
F1	7,2	230	2	20	0	0	0	0
F2	7,1	210	2	110	28	10	0	0
F3	7,7	400	0	200	0	0	0	0
F4	7,5	400	4	120	0	0	0	0
F5	7,1	70	2	124	0	0	0	0
F6	7,3	255	3	195	0	0	0	0
F7	7,6	89	2	125	0	0	0	0
NORMES OMS	6,5≤PH≤8,5	≤ 2500	≤ 5	≤ 1000	0	0	0	0

Annexe 3: Caractérisation microbiologique des eaux des puits

N° de puits	Turbidit é (FTU)	рН	T (°c)	Conduc tivité (ms/cm)	TDS	Colifor mes totaux	Coliformes fécaux	Streptocoqu e fécaux	E. Coli
31	4	5,9 5	28,9	380	200	224	800	0	416
32	4	5,3 5	30,4	250	120	384	304	0	48
33	0	5,9 2	30,6	340	180	592	608	0	176
30	18	6,3	30,1	500	260	256	672	0	56

29	6	6	30,4	450	230	560	1240	0	160
ss(P27)	0	5,3	30,4	210	110	624	356	0	36
26	0	5,8	30,3	290	150	676	608	0	480
25	0	5,3	30,2	310	160	288	32	0	512
22	20	6,3	31,4	580	300	1746	1404	0	294
28	20	5,6	31,6	330	170	576	640	0	96
client(P41)	2	5	31,8	260	140	384	304	0	360
40	6	6,1	31,5	320	170	416	768	0	384
12	2	5,2	30,8	230	120	516	384	0	144
11	2	5,5	31,2	280	150	360	544	0	448
R(P43	2	5	31,7	280	150	224	544	0	160
15	8	5,9	30,8	550	280	480	640	0	960
7	90	6,7	29,9	1050	530	640	648	0	480
34	0	5,2	31	310	160	600	596	0	80
35	2	5	30,5	290	150	440	540	0	260
37	6	5,1	31	250	140	224	304	0	32
39	2	5,1	31,1	310	160	160	180	0	304

57	10	5,4	31	1600	100	368	720	0	400
54	10	5,6	30,6	60	40	224	224	0	64
pppp(P50)	50	6,4	3,5	650	330	432	436	0	208
149	10	6,1	30,5	460	230	368	272	0	208
153	6	5,8	31,5	270	140	316	648	0	160
137	6	6,9	31,6	1720	870	432	448	0	240
138	60	6,7	30,6	550	280	320	640	0	320
121	20	6,3	31	1020	520	692	800	0	192
126	48	7,0	31,3	640	830	48	528	0	48
Toma s(P51)	0	6	31	500	250	576	384	0	336
275	4	6,6	31,1	800	400	56	156	0	252
258	0	6,7	31,8	450	230	700	350	0	90
265	6	6,6	31,1	490	250	804	412	0	124
254	8	6,3	31,9	390	200	714	604	0	208
TOM(P252)	14	7,5	32	350	180	396	738	0	56
490	76	7,5	30,9	400	200	296	500	0	296
489	105	7,5	30,8	350	180	204	366	0	190

488	26	7,3	29,9	410	490	89	98	0	48
487	155	7,6	30,7	950	480	250	396	0	72
485	10	7,4	29,8	350	180	712	256	0	210
484	76	6,6	30,7	310	160	900	526	0	170
4	2	6,8	30,5	400	150	865	421	0	154
24	4	5,5 8	29,8	360	180	289	775	0	39
50	0	6,0 5	30,4	310	150	587	635	0	191
62	5	6,1	31,0	380	220	581	1187	0	163
72	2	6,2 9	31,5	570	290	1712	1349	0	295
35	4	5,7	30,0	240	140	644	559	0	492
72	2	6,2 9	31,5	570	290	1712	1349	0	295
140	0	5,3	31,3	210	150	399	308	0	385
114	4	6,2 4	30,4	130	110	509	389	0	192
227	2	5,2	31,8	290	170	259	538	0	175

232	0	5,6	31,4	300	160	612	592	0	95
237	8	5,7	30,9	1400	200	383	699	0	431
431	11	6,4 8	30,2	580	300	341	425	0	221
236	4	5,3	31	240	110	227	298	0	38
237	8	5,7	30,9	1400	200	383	699	0	431
431	11	6,4 8	30,2	580	300	341	425	0	221
422	5	5,7	31,6	260	130	318	688	0	168
507	0	6,2	29,5	490	230	581	391	0	345

Annexe 4 : Proportion des ménages abonnés à une structure de pré collecte

Destination des ordures	Effectif	Proportion
Association	121	40,33%
Mairie	72	24%
GIE	13	4,33%
Rue et autre	94	31,33%
Total	300	100%

Source: Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

Annexe 5: Lieux de rejet des eaux usées des ménages enquêtés

Lieu de rejet des eaux usées	Effectif	Proportion
dans la parcelle	65	21,67%

Puits d'infiltration	24	8%
Rue	203	67.66%
Toilette	8	2,66%
Total	300	100,0%

Source : Enquêtes de terrain, CAMARA, Avril 2011

Annexe 6 : Proportion des ménages par modes de vidange

Mode de vidange	Effectifs	Fréquence
Manuelle	182	60,67%
Mécanique	93	31%
Jamais vidangé	25	8,33%

Taux de couverture en ouvrage	Pourcentage	Nombre de ménages disposant de
d'assainissement		latrine
		Nombre total de ménage

Indicateurs	Unités	Variables
Nombre de coliformes totaux supérieur à la norme	UFC	Nombre de coliformes totaux dans 100 ml d'eau
Nombre de coliformes fécaux supérieur à la norme	UFC	Nombre de coliformes fécaux dans 100 ml d'eau
Nombre streptocoques fécaux supérieur à la norme	UFC	Nombre de streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau
Taux d'enlèvement des ordures ménagères	Pourcentage	Nombre de ménage enquêtés Production spécifique des ménages enquêtés Taille des ménages abonnés à des structures
Densité de décharges sauvages	Nombre de décharge/Km²	Nombre de dépotoirs sauvages Superficie de site
Distances des décharges sauvages par rapport au point d'eau	mètre	Coordonnées cartographiques des décharges Coordonnées cartographiques des points d'eau

Annexe 7: Fiches d'observations

FICHE D'OBSERVATION DES PUITS ET DES FORAGES

Fiche n°1

Code	Туре	Χ	Υ	Couverture	Margelle	Moyen	D	D P-D	PDP	Observations
						d'exhaure	P-L			

D P-L: Distance puits latrine

D P-D : Distance puits dépotoir déchets

PDP : Périmètre de protection

FICHE D'OBSERVATION DES DEPOTOIRS SAUVAGES

Code	Х	Υ	Lieux de rejet	Composition	Dominant

FICHE D'OBSERVATION DES EAUX USEES.

code	X	Υ	Caractéristiques	Lieux de rejets

FICHE DE PRELEVEMENT

Code	X	У	T°C	рН	Conductivité	Turbidité	TDS

Annexe 8 : Fiches d'enquêtes

PARTIE 3. ASPECT ASSAINISSEMENT : EAUX USÉES ET EXCRÉTA DANS LE MÉNAGE

vez-vous des toilettes pour l'évacua	ation des excréta?	1. Oui □	2. Non □
1.1 Si Non, où faites-vous vos beso	oins?		
1.2 Si Oui, de quel type s'agit-il ? manuelle □ 4. Toile			
1.3 Depuis combien de temps la la	trine a-t-elle été cons	struite?	
1.4 Quelle est la fréquence de nett /semaine □ □ 4. Autre □	oyage des latrines?	1. Une fois/j	jour □ 2. Une fois 3. Deux fois /semaine
1.5 Avez-vous déjà vidangé votre f	osse? 1. Oui □	2. Non □	
300.5.1 Si Oui, combien de fois □			ux fois ☐ 3. Trois 6. Plus de 5 fois ☐
300.5.2	Si	non	Pourquoi?
1.6 Quel est le mode vidange ?	1. Vidange manuel	□ 2. Vidan	ge mécanique □
1.7 Où sont rejetées les boues ? traitement □ 5. Autres □	3. Dans les cham		2. Station de 4.Inconnu □
1.8 Quel est le coût de la vidange '	?		
1.9 Êtes-vous satisfaits des service	es et du coût de la vi	dange ? 1. O	ui □ 2. Non □
300.9.1 Pourquoi ?			
301.2 Comment arrivez-vous (ou q	ue préconisez-vous)	à les résoudre ?	

303.3 Êtes-vo	us prêt à participer pour	résoudre ces problèmes	? 1. Oui □ 2.Non □
303.3.1	Si	Non,	pourquoi ?
303.3.2	Si Oui, quel type de parti	cipation ? ı d'œuvre □ (Nombre de j	iours) 1. Sable □ 2. Gravier
	(Combien ?	4. Autre	-
PARTIE 4. ASPEC	T ASSAINISSEMENT : D	ÉCHETS SOLIDES DES	MÉNAGES
401 Comment reg	roupez-vous les déchets	s solides que vous produ	uisez ? 1. Poubelle classique□
2. Vieux récip sur le sol □	ient □ <i>(volume)</i> 3.Fût	aménagé □(volume)	3. Fosse ☐ 4 Directement
5. Autre □			
_	elle, Où elle se trouve	? 1. Maison □ 2. Co	urs □ 3.Devant la cour □
401.2 La poubelle	e est-elle couverte? 1. C	ui □ 2.Non □	
	quantité moyenne		solides produisez-vous par
_	•	1. Enfant □ 2. Add	ulte□ 3. Tierces personnes
403.1 Si Tierces	personnes rémunérées :		
403.1.1 Laqu	elle? 1. Association □	2. Mairie □ 3. GIE □	☐ 4. Autre ☐
403.1.2 Quel	est le coût mensuel d'abo	onnement ?	
403.1.3 Êtes-	vous satisfaits des servic	es et du coût de précollec	te ? 1. Oui □ 2.Non □
403.1.4			Dire
pourquoi ?			

403	3.2 Da	ns le cas co	ontraire :								
										_	
2	103.2.1	I Quels son ☐	_	yens d′evad mbereau □							
2	103.2.2	2 Où évacue	ez-vous v	vos déchet	s solides ?		,	1. Cour E]	2	. Rues et
		caniveaux			3.	Décha	rge sau	ıvage □		4	1. Champ
				5. Dép	ôt aménage	é □			6.	Bacs de	e collecte
				7.Autre []						
	Quelle jours	est la fréqu □		3. Chaqu	e 3 jours			•	•		•
405 E	Existe-	t-il une stru	ıcture de	collecte de	s déchets	solides	? 1. 0	ui 🗆	2.Non □		
 	□ □ 406.1	ssez-vous I Si traitemer	nt, quel ty	2 vpe ? 1. Co	Décharge a	aménaç □ 2. R	gée□ ecyclaç	3. Lieu ge□ 3.Au	de traiter utres□	ment 🗆	
	407.1 pourqu	ıoi									Dire —
		ous des so Précollecte :	·		•				Pabre?		
-	408.2.	Collecte :	_								
	408.3.	Traitement	- :								

409. Pour la pré collecte /Collecte :
409.1 Êtes-vous favorables à la mise en place d'une association de précollecte-collecte et de gestion des déchets publics ? Oui □ Non □
409.1.1 Si oui : Êtes-vous prêts à contribuer ? 1. Oui ☐ 2. Non ☐
409.1.2 Si oui quelle sera votre contribution ? 1. Appui financier □(combien) 2.Appui matériel □(nature) 3.Autre □
409.1.3 Si non pourquoi ?:
409.2. Êtes-vous favorable à l'aménagement d'un lieu de collecte (bac à ordure, espace aménagé) :
1. Oui □ 2.Non □
409.2.1 Si Oui, Êtes-vous prêts à contribuer ? 1. Oui ☐ 2. Non ☐
409.2.2 Si oui quelle sera votre contribution ? 1. Appui financier □(combien) 2. Appui matériel □(nature) 3. Autre □
409.2.3 Si non pourquoi ?:
410.3 Comment préférez-vous amener vos déchets au lieu de collecte : 1. appor volontaire □ 2. Du porte à porte □
410.3.1 Si Du porte à porte, êtes-vous prêts à payer ? 1. Oui ☐ 2. Non ☐
410.3.2 Si oui combien :
411 Êtes-vous favorables à l'aménagement d'une décharge ? Oui □ Non □
411.1 Si oui : êtes-vous prêts à contribuer ? Oui ☐ Non ☐
411.2 Si oui quelle sera votre contribution ? □ 2.Appui matériel (nature) □ 3.Autre □
411.3 Si non pourquoi ?:
412. Êtes-vous favorables à la mise en place d'une association de valorisation des DS ? Oui \Box Non \Box
412.1 Si Oui, Êtes-vous prêts à contribuer ? 1. Oui ☐ 2. Non ☐
412.2 Si oui quelle sera votre contribution ? 1. Appui financier □(combien
2.Appui matériel \(\Bigcup \) (nature) 3.Autre \(\Bigcup \)

4	12.3 Si non pourquoi?:_		