



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  
International Institute for Water and Environmental Engineering

Fondation ZiE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER SPÉCIALISÉ

**Option: WASH-HUMANITAIRE**

### **THEME:**

**Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises  
en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village  
Kamboinsé**

### **Présenté par :**

**- ADOUM Allabani**

**Etudiant en Master Spécialisé**

### **Encadreur:**

**- Dr Ynoussa MAIGA**

**Enseignant chercheur au ZiE**

**- Mr David MOYENGA**

**Ingénieur de recherche au ZiE**

### **Présidente du Jury :**

**- Dr Mariam SOU**

### **Membres du jury :**

**- Mr. David MOYENGA**

**- Mr. Boukary SAWADOGO**

**Septembre 2011**

## **DEDICACE**

Au nom de Dieu, le Clément, le Miséricordieux, le Tout Puisant qui m'a créé et m'a donné la faculté de connaître et de comprendre ; il est certes avec les endurements.

Paix et salut sur son Prophète(S.A.W).

Je dédie ce travail à :

Mes parents Allabani Wardougou Woli et Dakidé Togou Brahim

Mon oncle Khamis Wardougou Woli

Mes frères et sœurs

Mes oncles et tantes

Mes cousins

Trouver ici la légitime satisfaction morale et ma profonde reconnaissance Pour les multiples peines que vous avez endurées pour moi.

Je vous aime Tous !

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie tout d'abord Dieu, le Tout Puissant, le Miséricordieux, pour m'avoir donné la santé, le courage et l'énergie nécessaire de mener à bien ce travail.

Toute ma gratitude va donc à l'endroit du **Projet Améli\_Eaur\_** qui a bien voulu me donner l'occasion de faire ce stage.

A mes encadrants, **Dr Ynoussa MAIGA** et **M. David MOYENGA**, Ingénieur de recherche, pour avoir accepté d'encadrer ce travail malgré leurs multiples occupations. Merci pour l'entière disponibilité que vous avez consenti à mon égard.

**Dr Mariam SOU**, Enseignant chercheur à la fondation 2iE, coordinatrice du projet Améli-Eaur, je lui adresse mes remerciements.

Au corps Enseignant à la direction de la fondation 2iE, pour l'effort déployé dans la formation et le suivi des Ingénieurs.

A **Messieurs. Boukary SAWADOGO, Seyram K.SOSSOU, Moustapha OUEDRAOGO, Oumar SAVADOGO, Yapi ARMEL, Pierre KABORE et Timothée SOMDA**, ainsi que tout le personnel du laboratoire Eau, Dépollution, Ecosystème et Santé (LEDES) de la Fondation 2iE, pour leur franche collaboration lors de mon stage effectué au sein de cette institution.

A **M. Hubert KABORE**, guide sur le terrain, pour m'avoir facilité la tâche dans le déroulement des enquêtes.

A la promotion WASH-HUMANITAIRE 2010-2011, pour les heureux et inoubliables moments passés ensemble.

A mes compatriotes tchadiens, pour les soutiens mutuels que nous nous sommes apportés durant ce bref séjour.

Enfin que tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leur contribution pendant le déroulement de ce stage trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

## **RESUME**

A l'instar du milieu péri-urbain au Burkina Faso, le village Kamboinsé connaît de sérieuses difficultés dans le domaine d'assainissement et de déséquilibre en ressources hydriques. Ce déséquilibre en eau doit être compensé par la récupération et la réutilisation des eaux grises. Cette étude a pour objectif de caractériser les eaux grises produites dans les différentes concessions en milieu péri-urbain dans la zone sahélienne. Il s'agit notamment de l'estimation des quantités par des résultats d'observations directes des flux d'entrée et d'utilisation d'eaux et de la détermination de sa qualité par échantillonnage des eaux grises provenant des concessions à partir de différentes sources à savoir : Lessive, vaisselle et douche. Pour caractériser les eaux grises, quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques ont été choisis pour évaluer le risque sanitaire et environnemental, et ensuite étudier la possibilité d'une réutilisation de ces eaux pour l'irrigation.

La quantité des eaux grises a été calculée à partir des résultats des observations réalisées pendant 35 jours dans cinq concessions à Kamboinsé (soit une semaine par concession). Au total, les quantités d'eaux prélevées par chaque concession pendant la semaine d'observation se situent entre 880 et 1380 litres. La production totale d'eaux grises a varié entre 351 et 780 litres pendant les semaines d'observation. Le résultat révèle que tous les échantillons d'eaux grises sont caractérisés par une pollution organique (DBO<sub>5</sub> et DCO) et une pollution fécale importantes. La qualité des eaux grises provenant de ce village ne convient pas pour l'irrigation des cultures maraîchères sans traitement préalable.

### **Mots Clés :**

- 1** – Caractérisation
- 2** – Eaux grises
- 3** – Cultures maraîchères
- 4** – Péri-urbain
- 5** – Réutilisation

## **ABSTRACT**

Following the example peri-urban medium in Burkina Faso, the Kamboinsé village has serious problems in the field of cleansing and imbalance in water resources. This water imbalance must be compensated by the recovery and the re-use of gray water. This study aims to characterize the gray water produced in the various concessions in peri-urban medium in the zone sahélienne. It is in particular about the estimate of the quantities by results of direct observations of flows of entry and use of water and determination of its quality per sampling of gray water coming from the concessions starting from various sources namely: (detergent, crockery and shower). To characterize water quality gray, some physicochemical and microbiological parameters were selected to evaluate the health hazard and environmental, and then to study the possibility of re-use of this water for the irrigation.

The quantity of gray water was calculated starting from the results of the observations carried out during 35 days in five concessions with Kamboinsé (either one week per concession). On the whole, the quantities of water taken by each concession during the week of observation range between 880 and 1380 liters. The total production of gray water varied between 351 and 780 liters during the weeks of observation. The result reveals that all the gray water samples are characterized by an organic pollution (DBO5 and DCO) and a fecal pollution important. Water quality gray coming from this village is not appropriate for the irrigation of the market gardenings without treatment beforehand.

### **Key words:**

1. Characterization
2. Gray water
3. Gardening agriculture
4. Peri-urban
5. Re-use

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**Améli-Eaur** : Amélioration de l'accès durable à l'eau et à l'assainissement dans la région Sahélienne en Afrique: cas du Burkina Faso

**CF** : Coliformes fécaux

***E. coli*** : *Escherichia coli*

**DBO** : Demande biologique en oxygène

**DCO** : Demande chimique en oxygène

**FAO**: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

**MES** : Matières en suspension

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PCDS** : Plan communal de développement de Sigh-noghin

**pH** : Potentiel hydrogène

**UFC** : Unité formant colonies

**UTN** : Unité de turbidité néphélométrique

## **Sommaire**

DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT .....	v
LISTE DES ABREVIATIONS .....	vi
I- INTRODUCTION GENERALE .....	2
I-1 Contexte et justification.....	4
I.2. Objectifs : .....	4
I.3 Hypothèses .....	5
II. Caractéristiques des eaux grises.....	5
II-1. Réutilisation des eaux grises.....	6
II.2. RISQUE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL .....	7
II.2.1. RISQUES SUR LA SANTE .....	7
II.2.2. RISQUES SUR L'ENVIRONNEMENT .....	7
II .3. Normes nationales.....	8
II.4.Options de traitement des eaux grises.....	9
III. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE ET DE TRAITEMENT .....	10
III.1 Cadre logique et Élaboration de fiche d'enquête.....	11
III.1.1 Détermination de la Taille de l'échantillon d'enquête.....	11
III.1.2.Phase d'observation et de prélèvement .....	12
III.1.2.1. Choix des concessions pour l'observation .....	12
III.1.2.2.Observation en vue de la quantification des eaux .....	12
III.2.Prélèvement des échantillons.....	13
III.2.1.Analyse des échantillons au laboratoire.....	13
III. 3.PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	16
III.3.1. Situation géographique : .....	17
IV RESULTATS .....	19
IV.1 Caractérisation quantitative et qualité des eaux grises.....	19
IV.1.1 Estimation des quantités d'eau .....	19
IV.1.2.Répartition des eaux grises par activité au sein des concessions.....	20
IV.1.3 Caractérisation qualitative des eaux grises .....	24
IV.1.4. Résultats des analyses microbiologies.....	28

**THEME: Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé**

---

V-DISCUSSION .....	29
VI. Conclusion .....	32
ANNEXES .....	35



**LISTE DE TABLEAUX :**

Tableau I:Normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface.....	8
Tableau II:Nombre de ménages à enquêter.....	11
Tableau III:Répartition des concessions au sein des strates définis.....	12
Tableau IV:Caractéristiques des concessions retenues et les périodes d’observation .....	13
Tableau V:Entrée d’eau journalière dans les concessions .....	19
Tableau VI:Récapitulatif des différentes catégories des eaux grises .....	20
Tableau VII:Caractéristiques physico-chimiques des eaux grises collectées : Paramètres mesurés in situ.....	24
Tableau VIII:Caractéristiques chimiques des eaux grises collectées.....	25
Tableau IX:Caractéristiques chimiques des eaux grises .....	26
Tableau X:Caractéristiques chimiques des eaux grises.....	27
Tableau XI:Caractéristiques microbiologique des eaux usées collectées .....	28

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1:Traitement des eaux grises.....	9
Figure 2:Approche méthodologique.....	10
Figure 3:Volume entrant d’eau dans les cinq concessions au cours de la semaine .....	20
Figure 4:Activité productrice des eaux grises .....	21
Figure 5:Comparaison des quantités d’eaux apportées dans les ménages et d’eaux grises générées.....	21
Figure 6:Variation hebdomadaires des sommes d’eaux grises produites dans les cinq concessions.....	22
Figure 7:Répartition des points de rejets des eaux grises à l’échelle des concessions.....	23

## **I- INTRODUCTION GENERALE**

Dans la plupart des villes Africaines se développe une agriculture péri-urbaine essentiellement basée sur les cultures maraîchères. La ville de Ouagadougou n'est pas en reste de cette activité agricole urbaine qui fait vivre un nombre non négligeable de personnes indigentes et qui est pratiquée toute l'année en raison de la demande permanente en produit maraîchers. Mais si cette agriculture est pratiquée sans problème en saison hivernale, il n'en est pas ainsi en saison sèche. En effet, l'agriculture péri-urbaine en saison sèche est confrontée à un problème crucial de manque d'eau, encore plus que cette agriculture est essentiellement basée sur l'irrigation à partir des eaux des barrages qui tarissent pendant cette saison.

Par ailleurs, les ménages péri-urbains de la ville de Ouagadougou produisent des eaux usées en permanence, provenant d'activités diverses. Ces eaux usées posent aux populations qui les produisent des problèmes de gestion des ces eaux marqués par une sérieuse insalubrité. C'est l'ensemble de cet état de fait qui à susciter en nous une réflexion par rapport à la préoccupation suivantes : est-il possible d'utiliser les eaux usées générées par les ménages urbaines et péri-urbaines dans l'agriculture urbaine afin de résoudre le problème de manque d'eaux de cette activité ?

La réflexion sur cette possibilité a permis d'appréhender une dimension non négligeable d'un tel projet. Il s'agit de la prise en compte de la qualité et de la quantité des eaux usées générées par les ménages dans la résolution du problème de la culture maraîchère péri-urbaine. Ce qui nous a amené à focaliser le thème de notre étude sur ce problème en ces termes : « **Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso : Cas du village de Kamboinsé** ».

Pour mieux cerner ce sujet il est important d'apporter un éclaircissement terminologique. De ce fait, il faut entendre par eaux grises, les eaux provenant des activités ménagères domestiques, initialement prélevées dans les ressources naturelles (eaux de surfaces, eaux souterraines) et qui résultent d'un usage particulier (Douche, Lessive et Vaisselle).

En outre, par zone péri-urbaine il faut entendre les quartiers situés à la périphérie des villes suite à une croissance démographique de la population de la ville.

Le présent thème d'étude consistera pour nous d'élaborer une étude qui permettra de proposer une réutilisation des eaux grises produites par les ménages pour irriguer les cultures maraîchères des zones péri-urbaines pendant la saison de pénurie d'eau. Toutefois, la qualité de ces eaux grises pose le problème de leur réutilisation directe.

Ainsi, un examen approfondi du thème nous a permis de dégager une problématique libellée à travers trois questions essentielles :

- Quel est l'état des lieux de la gestion des eaux grises produites par les ménages des zones péri-urbaines de la ville de Ouagadougou ?
- Les eaux grises générées par les ménages du milieu péri-urbain de Kamboinsé peuvent-elles être utilisées directement dans l'agriculture urbaine sans traitement préalable ?
- La quantité d'eaux grises générées par les ménages de Kamboinsé est-elle suffisante pour mettre en place un dispositif de traitement de ces eaux grises ?

L'étude de ce thème présente un intérêt majeur pour nous, pour les ménages, les acteurs de l'agriculture urbaine et les autorités politiques. Pour nous, cette étude se place comme une véritable école nous offrant un cadre approprié pour penser des systèmes et des solutions dans un domaine où nous entendons évoluer en tant qu'expert. Au profit des ménages, l'étude de ce thème se présente comme une aubaine, comme un tremplin porteur d'espoir pour la résolution de leurs problèmes quotidiens de gestion des déchets liquides, mais surtout d'assainissement de leur cadre de vie à travers les systèmes simplifiés et peu coûteux de traitement de leurs eaux grises qui y seront proposés. Quant aux acteurs de l'agriculture urbaine, il s'agit là d'une ébauche de résolution d'un problème crucial qui entravait sérieusement leurs activités et face auquel ils n'ont cessé d'interpeler les autorités politiques. Justement, ces dernières trouveront en cette étude, une stimulation de leur volonté politique pour venir à bout d'une préoccupation majeure. Ainsi, elles pourront soutenir politiquement les projets déjà engagés dans ce domaine et surtout l'élargir à l'ensemble des zones concernées par ce problème.

Un tel intérêt porté par cette étude, qui est entièrement soutenue par le projet Ameli-Eaur engagé dans le traitement et la réutilisation des eaux grises dans la zone sahélienne par la mise au point de technologies durables et peu coûteuse, implique qu'elle soit envisagée comme suit :

- Travaux préliminaires ;
- Travaux de terrains ;
- Analyse et interprétation des résultats.

## **I.1- Contexte et justification**

L'agriculture urbaine qui se développe autour des quartiers périphériques dans les villes subsahariennes, constitue une activité pourvoyeuse de revenus aux populations démunies. Malheureusement, cette agriculture est confrontée au problème de disponibilité des ressources en eau, utilisées prioritairement pour la consommation humaine. En outre, ces zones sont aussi caractérisées par une insalubrité généralisée, due en partie à une mauvaise gestion des eaux usées. La résolution de ces problèmes passe par l'assainissement de ces eaux usées. Pour satisfaire à la fois aux exigences de qualité pour la réutilisation, et au contexte socio-économique de ces zones, les eaux grises (50 – 80 % des eaux usées), (Al-Jayyousi, 2003), moins polluées que les eaux vannes, semblent constituer la meilleure alternative. Une valorisation de ces eaux en milieu péri-urbain implique d'abord de connaître leurs caractéristiques notamment les quantités et les paramètres physico-chimiques et microbiologiques.

La présente étude a pour but de caractériser les eaux grises en vue de proposer une alternative de traitement pour une réutilisation en agriculture maraîchère dans les zones péri-urbaines de Ouagadougou notamment au village de Kamboinsé.

## **I.2. Objectifs de l'étude :**

### ***a. Objectif général:***

L'objectif général de cette étude est de valoriser les eaux grises produites dans les ménages à des fins agricoles dans le village de Kamboinsé.

### ***b. Objectifs spécifiques:***

L'atteinte de l'objectif général commande de :

- Déterminer les activités génératrices des eaux grises ;
- Evaluer la quantité des différentes catégories d'eaux grises produites dans le village ;
- Evaluer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux grises ;
- Proposer une option de valorisation à faible coût des eaux grises en milieu péri-urbain.

### **I.3 Hypothèses**

Pour mener à bien cette étude, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- La totalité des eaux grises produites dans les ménages de Kamboinsé sont rejetées dans le milieu naturel sans traitement préalable,
- La pollution chimique et microbiologique des eaux grises que génèrent les ménages en milieu péri-urbain est telle que ces eaux sont inutilisables dans l'agriculture urbaine sans aucun traitement préalable,
- La quantité d'eaux grises produites par ménage est suffisante pour un dispositif de traitement par ménage.

## **II. Revue Bibliographique :**

### **II.1. Caractéristiques des eaux grises**

Les caractéristiques des eaux grises sont généralement examinées quand la qualité de ces eaux grises d'une source est étudiée. Des solides en suspension, la température, le pH, les sels, les produits organiques biodégradables, les aliments et les métaux lourds sont considérés comme des caractéristiques physico-chimiques, alors que les microbes pathogènes font partie de paramètres microbiologiques. Les eaux grises sont généralement de basse et variable concentration des aliments. Les eaux usées produites dans les ménages se répartissent en deux catégories : les eaux vannes ou eaux noires et les eaux grises. Les eaux noires sont des eaux usées provenant des toilettes et contenant des quantités élevées de matières fécales. Les eaux grises sont des eaux usées non industrielles provenant des usages domestiques tels que les douches, les lavabos des salles de bain, les éviers de cuisine, les lave-vaisselle et les lave-linge (**Karma EL-fadl, 2007**).

En général, les eaux grises ne contiennent pas de concentrations importantes d'excréments et représentent la partie la plus importante des eaux usées produites dans les ménages. En effet, elles représentent 50 à 80 % des eaux usées domestiques (**Al-Jayyousi, 2003**). Bien que les eaux grises soient généralement moins polluées que les eaux noires domestiques ou les eaux usées industrielles, elles peuvent encore contenir des quantités élevées de micro-organismes pathogènes, des matières en suspension et des substances comme l'huile, la graisse, les savons, les détergents et autres produits chimiques ménagers (**Morel et Diener, 2006**).

En somme, du point de vue de la qualité, les eaux grises présentent une forte variabilité de caractéristique. De ce fait, il est fondamental d'évaluer la qualité des eaux grises avant toute perspective de réutilisation.

La quantité des eaux grises produite par un ménage dépend surtout des pratiques du ménage en question. Les pratiques en matière d'un ménage sont en fonction de la quantité disponible d'eau douce, ainsi que du nombre de personnes vivant dans le ménage et de leurs âges (**Murphy, 2006 ; Mungai, 2008**).

La qualité, du point de vue de la contamination, des eaux grises varie selon les habitudes d'utilisation d'eau du ménage et les produits chimiques utilisés (**Winblad et Simpson-Hébert, 2004**).

## **II-2. Réutilisation des eaux grises**

Une très grande quantité d'eau est utilisée à des fins agricoles, selon (**FAO, 2000**). En Afrique environ 85% des prélèvements d'eau est utilisée pour l'agriculture. Pour fournir de la nourriture pour une population mondiale croissante, il est nécessaire de développer l'agriculture irriguée pour gérer la crise de l'eau (**Tanji et Kielen, 2002**). Les eaux grises peuvent être une importante ressource en eau pour l'irrigation dans l'agriculture et ont le potentiel pour accroître la sécurité alimentaire. En zone urbaine et péri-urbaine, la réutilisation des eaux usées est une activité importante. Les usages les plus courants sont l'irrigation d'espaces verts (parcs, golfs, terrains sportifs), l'aménagement paysager (cascades, fontaines, plans d'eau), le lavage des rues ou des véhicules et la protection contre l'incendie. Une autre application importante est le recyclage en immeuble, par exemple l'utilisation de l'eau ménagère traitée pour le lavage (**Ecosse, 2001**).

## **II.3. RISQUE SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL**

### **II.3.1. RISQUES SUR LA SANTE**

Il serait faux de prétendre que les eaux grises n'ont pas de risque sur la santé simplement parce qu'elles n'entrent pas en contact avec les fécès. Bien que les eaux grises soient *moins* dangereuses que les eaux usées domestiques combinées, de nombreux facteurs incitent à la prudence en ce qui concerne leur utilisation.

Il apparaît manifestement que les risques pathogènes sont moins présents dans les eaux grises que dans les eaux usées domestiques combinées. Toutefois, l'OMS souligne que des bactéries indicatrices (*E.coli*) peuvent parfois se retrouver en abondance dans les eaux grises à cause de la présence de matières organiques dégradables et non d'agents pathogènes.

Les problèmes sanitaires relevés sont les contaminations parasitologiques, bactériennes, et virales. Ces contaminations conduisent à des pathologies humaines caractérisées par des gastro-entérites, des diarrhées profuses, des vomissements, des shigellose, des fièvres typhoïdes. Les genres bactériens couramment incriminés sont *E. coli*, *Salmonella*, *Vibrio*, (Dozzo *et al*, 1984).

### **II.3.2. RISQUES SUR L'ENVIRONNEMENT**

Certains facteurs devraient être pris en compte pour minimiser les risques environnementaux qui pourraient provenir de l'utilisation de ces eaux usées. On peut citer :

- Les matières en suspension, dont la forte teneur peut être cause d'obstruction des pores du sol et entraîner le ruissellement de l'eau, donc un déficit hydrique pour les plantes ;
- Les organismes pathogènes qui peuvent contaminer les sols et accroître ainsi la prévalence des maladies hydriques surtout celles passant par la voie cutanée ;
- Les éléments nutritifs (azote et phosphore) en concentration élevée peuvent entraîner une contamination des nappes d'eau et un problème d'eutrophisation des cours d'eau ;
- Les éléments inorganiques dissous ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ) qui sont les principales causes de salinité et de l'alcalinité des sols. L'excès en sodium dégrade la structure du sol et le rend imperméable tandis que l'excès en calcium entraîne une carence pour les autres éléments nutritifs (potassium, fer...) qui deviennent inaccessibles à la plante (Mungai, 2008).

## II .4. Normes de réutilisation des eaux grises

Au vue des eaux usées d'une manière générale, la réutilisation des eaux grises répond obligatoirement à des valeurs de paramètres limités à ne pas dépasser en vue de la protection de l'utilisateur et la réduction de l'impact sur l'environnement. Les normes peuvent être fixées à l'échelle mondiale, ou au niveau national, et visent différents usages qui sont, soient agricoles, soit le rejet dans les milieux naturels. Alors, les paramètres d'usage ou de rejet s'inscrivent dans une réglementation nationale sous forme de décret qui fixent les normes pour des paramètres globaux (DBO<sub>5</sub>, DCO, MES, azote, Phosphore total). Au Burkina Faso, des normes de rejets de polluants dans l'air, l'eau et sur le sol sont fixées par le Décret n°20016185/PRE/PM/MEE, qui dispose en son Article 10, les contraintes de déversement des eaux usées (Tableau I).

Tableau I: Normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface Source (SARR, 2005)

Paramètres	PH	T	DBO5	DCO	CF	MES	phosphore
Unités	-	°C	mg/l	mg/l	UFC/100ml	mg/l	mg/l
Normes	6,4-10,5	18-40	50	150	2000	200	5

Tableau I.b : normes d'utilisation pour l'agriculture (source : FAO, 2000)

Paramètres	Nitrite	Nitrate	K+	NH+4	Orthphosphate	Ca+	Mg+	Na+
Unités	mg/l	mg/l	Mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	Mg/l
Normes	1	5	50	0,2-10	6-14	50	200	300



## II.5.Options de traitement des eaux grises

Vu les faibles quantités de nutriments et d'agents pathogènes contenus dans les eaux grises, les systèmes de traitement rencontrés sont relativement simples : le système utilisé peut être directe, les eaux grises étant aspergées sur un système de filtres à gravier, en bloc ou sable grossier. Il s'agit d'une infiltration immédiate dans le sol. Le système de fosse septique est également utilisé : là les eaux grises passent par une fosse de récupération avant d'être introduite dans un système d'épandage en surface. (Figure 1).

Ces procédés suffisent à réduire les agents pathogènes pour atteindre les objectifs de l'OMS basés sur la santé. Certains auteurs proposent un prétraitement qui s'avère nécessaire pour éliminer les matières solides et grasses telles que l'huile et les graisses afin d'éviter le colmatage aux installations de traitement secondaire. Ces dispositions tiennent compte du fait que le traitement secondaire est utilisé pour l'élimination des matières organiques, la réduction des pathogènes et des nutriments (**Morel et Diener, 2006**). Le traitement est l'intervention la plus évidente pour réduire les risques sanitaires. Pour être efficace, le système de traitement doit au moins respecter les critères suivants : assurer la salubrité et l'hygiène, réduire au minimum l'impact sur l'environnement, être esthétiquement acceptable pour les utilisateurs et être moins coûteux. Si ces critères ne sont pas satisfaits, les risques d'échec sont élevés. Des procédés mécaniques sont utilisés en Allemagne et au Canada. Des systèmes biologiques sont mis à l'essai au Liban, en Jordanie et en Cisjordanie. Dans les communautés rurales plus pauvres, il n'est pas rare que les eaux soient simplement séparées à la source dans une installation de décantation rudimentaire, afin d'être utilisées pour l'irrigation (**Suleiman et al, 2007**).

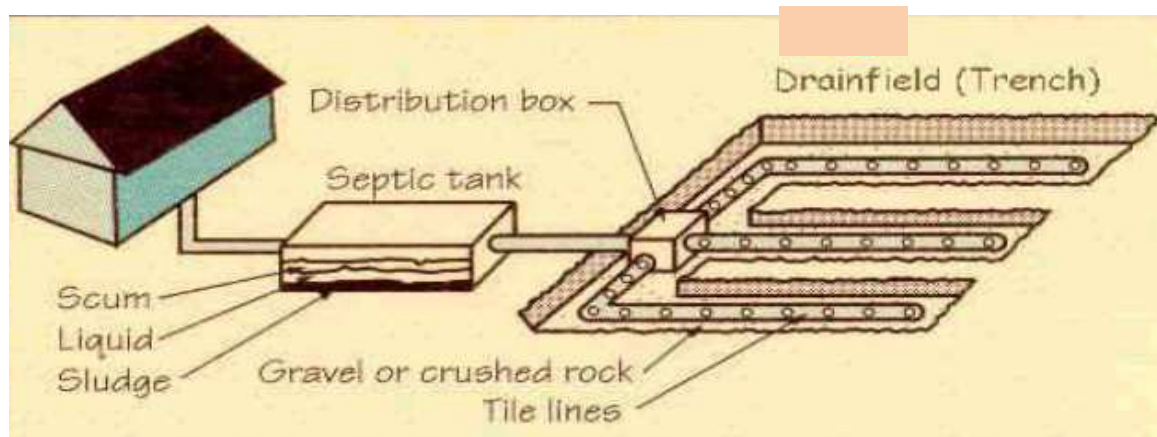


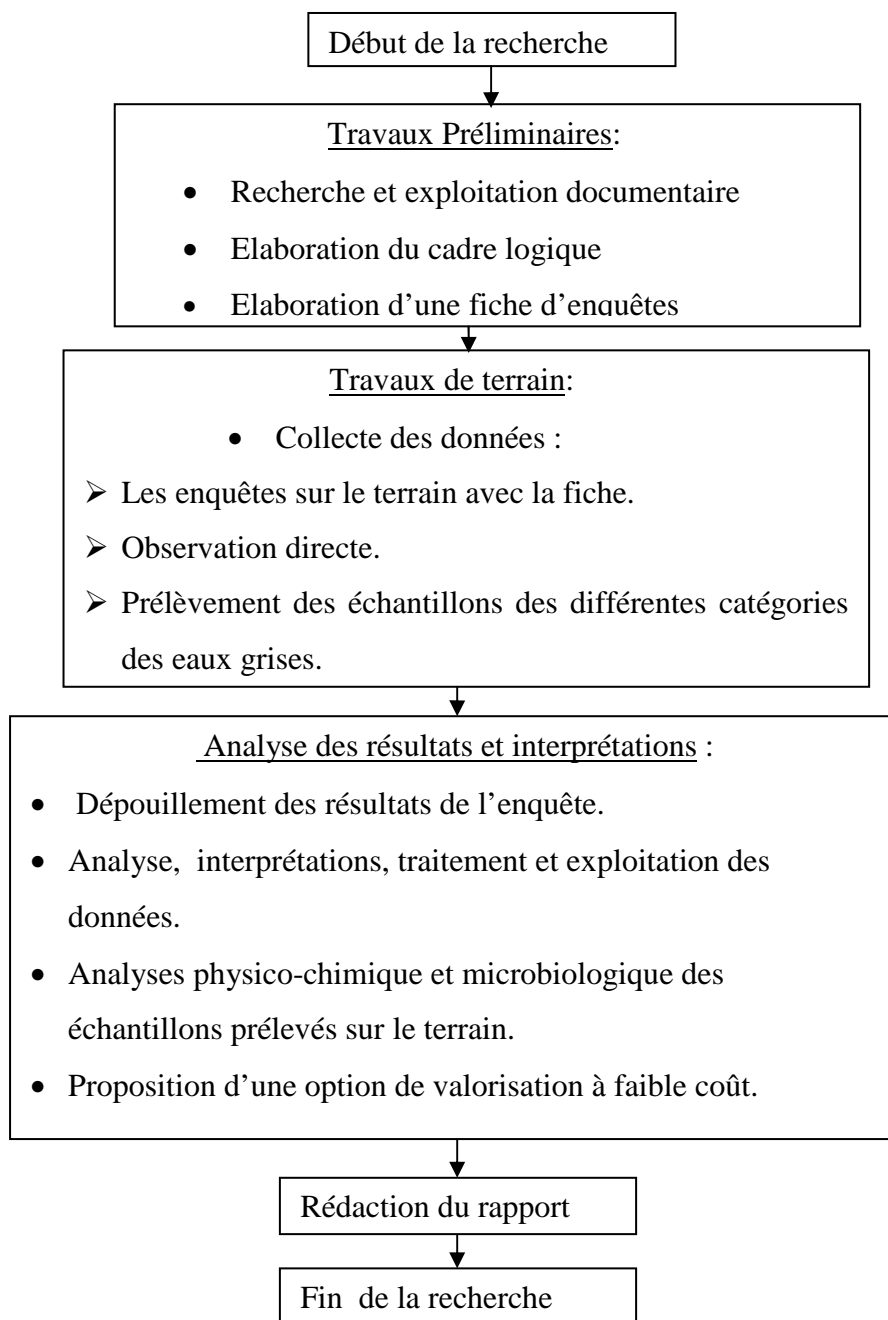
Figure 1: Fosse septique et un système d'épandage en surface (Source cours J. WETHE 2011)

### III. MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE ET DE TRAITEMENT

Pour réaliser cette étude, une méthodologie axée sur trois étapes a été adoptée :

- Les travaux préliminaires;
- Les travaux de terrain ;
- L'analyse et l'interprétation des résultats.

La figure ci-dessous résume l'approche méthodologique qui a été utilisée pour ce travail.



**Figure 2:Approche méthodologique**

### III.1 Cadre logique et Élaboration de fiche d'enquête

Le cadre logique élaboré a servi à bien structurer cette étude. C'est un outil important qui a permis de planifier, d'exécuter et de faire le suivi évaluation du projet. Cet outil permet d'être toujours dans le sujet, d'évaluer le temps et de finir à temps. (Voir annexeI).

Les fiches d'enquête concernent les ménages. Elles ont portées essentiellement sur la caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises des ménages.

La collecte des données auprès des populations a été faite à partir des questionnaires préalablement élaborés. L'enquête s'est déroulée du 06 au 11 juin 2011. Elle a concernée 50 ménages. La fiche d'enquête est constituée de, informations générales du chef de ménage, statut de la famille de l'interviewé, approvisionnement en eau, quantité d'eau consommée par jour dans le ménage, lieu de déversement des eaux grises, quantité d'eau consommée par jour pour la consommation humaine (cuisine) et les autres activités (lessive, vaisselle et douche), type de détergents utilisés (savons) pour les différentes activités et lieu d'exécution des différentes activités ( emplacement du dispositif).

#### III.1.1 Détermination de la Taille de l'échantillon d'enquête

Le choix des ménages à enquêter s'est fait selon le type d'habitat dont trois types ont été considérés (bas standing, moyen standing et traditionnel), sur un nombre total de 1795 ménages (Source : PCNDS, 2008 avec WaterAid et SOS Sahel) répartis en douze (12) quartiers. Nous avons déterminé le taux de sondage (P) qui est  $1/36$ . Ce taux a permis de déterminer le nombre de concessions à enquêter. La taille de l'échantillon (n) d'enquête est alors  $n = N * P = 1795 * 1/36 * 1/12$  ou  $1795 * 1/36 = 50$ , étant le nombre total de ménages.

$p = 1/3 * 1/12$ . ( $1/3$  et  $1/12$  sont respectivement la probabilité pour un ménage d'appartenir à l'un des standings, et la probabilité pour lui d'être dans l'un des quartiers).

La répartition des ménages par style d'habitation a été faite selon des pourcentages tirés des données d'enquête. (Source : PCNDS, 2008).

**Tableau II: Nombre de ménages à enquêter**

Nombre de quartiers	Niveaux de standings	Taux de sondage (P)	Nombre de ménages total	Ménages à enquêter
12	3	1/36	1795	50

### **III.1.2.Phase d'observation et de prélèvement**

#### **III.1.2.1. Choix des concessions pour l'observation**

Afin d'estimer les volumes d'eaux grises, cette phase a commencé par l'établissement de la liste des concessions. Au total, 50 concessions ont été retenues. Les échantillons ont été regroupés par strates selon la taille de la concession en vue de 5 concessions pour les observations. Les 5 ménages ont été retenus pour l'observation sur la base de trois strates de concession selon la taille. Les strates retenues sont les suivantes :

- Strates 1 : les concessions ayant un effectif inférieur à 10 personnes ;
- Strates 2 : les concessions ayant un effectif compris entre 10 à 15 personnes inclus ;
- Strates 3 : les concessions ayant un effectif supérieur à 15 personnes.

**Tableau III: Répartition des concessions au sein des strates définis**

<b>Distribution des concessions</b>		<b>Nombre de concessions retenues pour l'observation</b>
Strate <sub>1</sub> : 1-9 personnes	37	3
Strate <sub>2</sub> : 10-15 personnes	8	1
Strate <sub>3</sub> : > 15 personnes	5	1
Total	50	5

#### **III.1.2.2. Observation en vue de la quantification des eaux**

Elle a consisté à enregistrer les entrées d'eaux et les différentes activités productrices d'eaux grises qui ont été suivies dans chaque ménage entre 7 heures et 18 heures durant une semaine. Cinq (5) ménages ont été suivis pour l'évaluation des flux d'entrée d'eau potable et de production d'eaux grises pour les paramètres ci-dessous.

- ✓ Les sources d'approvisionnement des concessions en eaux ;
- ✓ La quantité totale d'eau apportée dans les concessions ;
- ✓ La quantité totale d'eau entrant dans les activités génératrices d'eaux grises : vaisselle, lessive et douche ;
- ✓ La fréquence et les moments de production des eaux grises ;
- ✓ Les activités génératrices des eaux grises.

Les différentes concessions retenues pour les observations d'entrées d'eau et de production des eaux grises se présentent dans le tableau IV ci-dessous.

**Tableau IV:Caractéristiques des concessions retenues et les périodes d'observation**

N° de concessions	Effectif	Période d'observation
1	6	13 Juin au 19 Juin
2	8	20 Juin au 26 Juin
3	5	27 Juin au 03 Juillet
4	12	04 Juillet au 10 Juillet
5	16	11 Juillet au 17 Juillet

### **III.2.Prélèvement des échantillons**

Les prélèvements ont été effectués dans 10 concessions dont les 5 concessions observées et 5 autres concessions choisies selon la même méthode stratifiée sur les 45 concessions restantes. Dans chaque concession, 3 types d'échantillons d'eaux grises ont été prélevés séparément dont les eaux grises de lessive, de vaisselle et de douche (Voir annexe10). Les échantillons ont été prélevés dans des flacons en verre stérile de 500 mL pour les analyses microbiologiques et dans des flacons en polypropylène (1L) pour les analyses physico-chimiques et conservés au frais afin de minimiser tout changement des paramètres. Les mesures in situ (température, conductivité et pH) ont été effectuées immédiatement à l'aide d'un multi paramètre.

#### **III.2.1.Analyse des échantillons au laboratoire**

L'analyse microbiologique de la qualité des eaux grises a essentiellement concerné le dénombrement des coliformes fécaux, de *Escherichia coli* et des streptocoques qui sont tous des indicateurs de contamination fécale. La méthode d'étalement sur boîte de Pétri a été utilisée après une dilution convenable de chaque échantillon pour avoir entre 30 et 300 colonies par boîte (selon la validité de cette méthode). Le milieu Chromocult a été utilisé pour le dénombrement de *Escherichia coli* et des coliformes fécaux après une incubation à 44,5° C pendant 24 h. Les streptocoques ont été isolés sur le milieu Slanetz et Bartley après une incubation à 37°C pendant 48 h.

Les paramètres chimiques mesurés sont : la turbidité, la Demande Chimique en Oxygène (DCO), la Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours (DBO<sub>5</sub>), les nitrates, les nitrites, le

phosphore total, les orthophosphates, les matières en suspension (MES), le sulfate, le potassium, le calcium, le magnésium et le sodium.

- **La turbidité** : elle traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques etc.). Elle a été mesurée par un turbidimètre ;
- **DCO** (demande chimique en oxygène) : sa mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau, quelle que soit leur origine organique ou minérale. La vie aquatique est affectée par un taux trop élevé de matières organiques en raison de la réduction des teneurs en oxygène dissous qu'elles entraînent. La DCO est mesurée par la méthode de reflux en système fermé suivi d'un dosage par colorimétrie avec le bichromate de potassium.
- **DBO<sub>5</sub>** (demande biochimique en oxygène à 5 jours) : elle a pour but de reproduire l'autoépuration naturelle. Elle permet d'évaluer les matières biodégradables présentes dans les eaux. La DBO<sub>5</sub> est mesurée par la méthode OxyTop.
- **Phosphore** : Le phosphore est le principal facteur de l'eutrophisation en eau douce. L'excès de phosphore dans les cours d'eau conduit à l'eutrophisation (enrichissement des cours d'eau et des plans d'eau en éléments nutritifs). Les orthophosphates ont été dosés par la méthode Phosver (acide ascorbique) HACH en utilisant un spectrophotomètre DR 2010.
- **Matières en suspension (MES)** : Les particules minérales ou organiques sont présentes dans les eaux naturelles ou polluées. Les MES comprennent les matières décantables et les colloïdes, mais pas les matières dissoutes. Elles comportent souvent dans les cours d'eau, des particules de nature argilo-humique provenant de l'érosion des sols, mais également bien d'autres constituants, en particulier d'origine organique. Elles représentent la cause essentielle de la turbidité de l'eau. La photosynthèse est ralentie par une forte teneur en matière en suspension qui trouble l'eau. Ceci a une répercussion sur toutes les chaînes alimentaires présentes dans le cours d'eau (effet sur la reproduction : destruction des frayères, baisse de la teneur en oxygène). Une forte teneur en MES entraîne également une atteinte aux usages récréatifs. Les MES ont été mesurés par la méthode gravimétrique par filtration sur membrane en microfibre de verre de type whatman GF/C d'un volume d'eaux grises (20 mL). Le filtre et son

substrat ont été séchés soigneusement dans l'étuve à 105°C pendant environ une heure. La concentration en MES a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{MES} = ((M1-M0)*1000)/V$$

avec :

M0 : Masse de la membrane filtrante avant utilisation en mg

M1 : Masse de la membrane filtrante après utilisation en mg

V : Volume de l'eau utilisé en mL

- La turbidité a été mesurée par un turbidimètre marque Hanna type Hi 93703 microprocesseur.

Tableau IVbis : Conditions d'utilisation du spectrophomètre HACH DR 2000

Paramètres	Nom de la méthode	Numéro de la méthode	Réactif utilisé
Ammonium (NH4)	Méthode Nessler	8038	Réactif Nessler
Nitrite (NO2)	Méthode de diazotation	8507	Nitri ver 3
Nitrate (NO3)	Méthode de réduction au cadmium	8039	Nitra ver 5
Orthophosphate (PO4)	Méthode phos ver 3	8048	Phos ver 3
Phosphore total (Ptotal)	Méthode de digestion au persulfate de potassium	8190	Molybdovanadate
Sulfate (SO4)	Méthode sulfa ver	8051	Sulfa ver 4

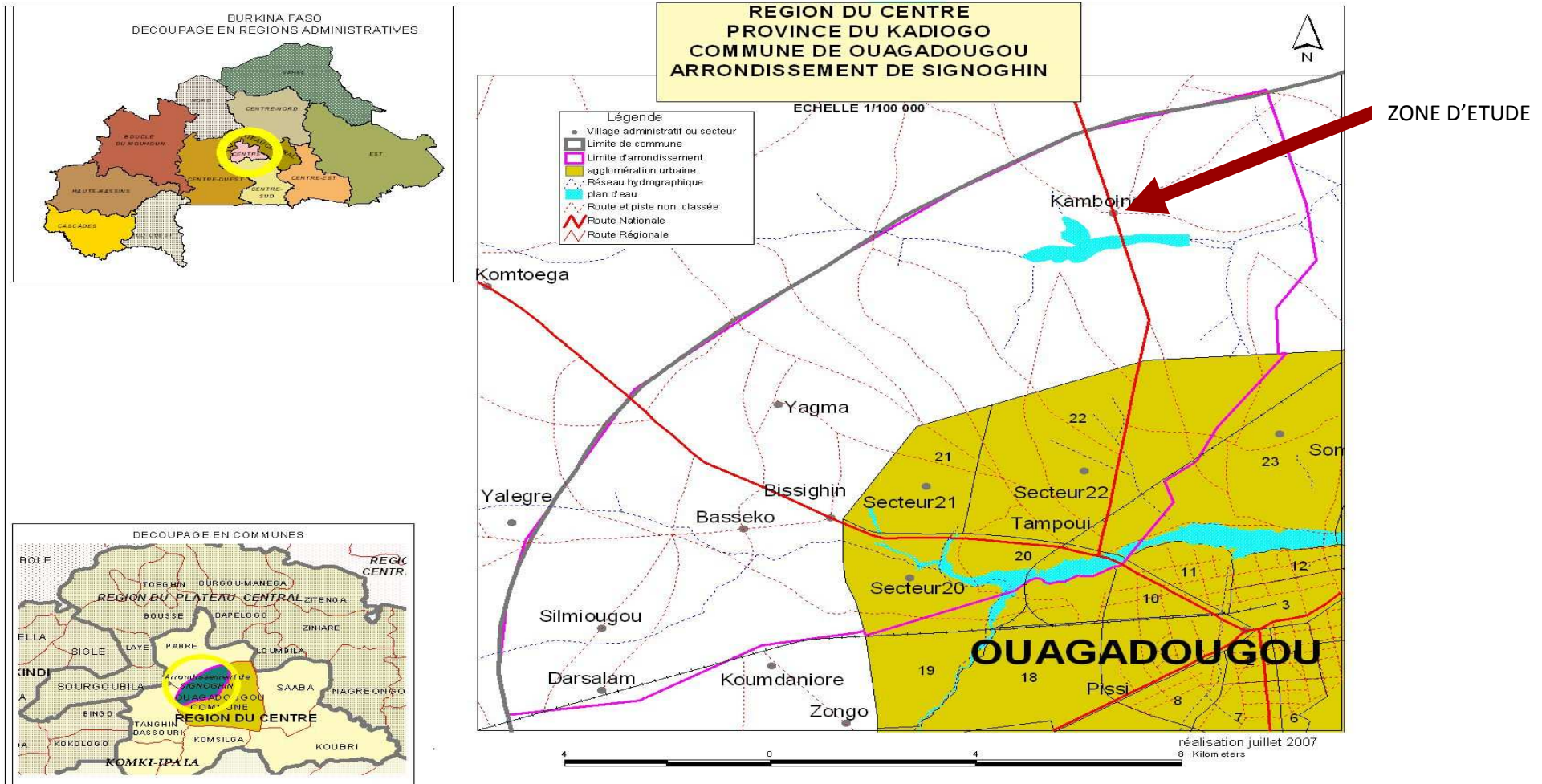
-Les concentrations en sodium et potassium ont été déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à émission de flamme de type JENWAY PpFP7.

-L'oxygène dissous a été mesuré à l'aide d'un oxymètre WTW multiline P3 pH/Oxi-EST avec une précision de 0,1 mg/L.

$N(\text{UFC}/100\text{ml}) = (n/v*d)*100$  avec, N : Nombre de bactéries recherché pour 100mL d'échantillon, n : nombre de colonies caractéristiques comptés sur la boîte de pétri, d : taux de dilution de l'échantillonensemencé et v : volume d'essai (mL).

### III. 3.PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

**Carte 1: Situation géographique de l'Arrondissement de Sig-Noghin : Localisation du village Kamboinsé**





### **III.3.1. Situation socio-démographiques de la zone d'étude :**

Le village Kamboinsé est situé dans la commune de sig-noghin qui est constituée de trois (03) secteurs et six (06) villages, l'étude s'est portée sur le village Kamboinsé dont les caractéristiques socio-démographiques se présentent comme suit :

#### **Population**

La population du village Kamboinsé est de 9827 habitants et le nombre de ménages s'élève à 1795. Le nombre moyen de personnes par ménage est de 5 et la population est en majorité péri-urbaine.

(Source: Enquête socio-économique, 2011).

#### **- Climat et pluviométrie :**

Situé dans la zone soudano-sahélienne, le village de Kamboinsé se caractérise par un climat tropical avec deux saisons principales. (Source: Enquête socio-économique, 2011)

La saison pluvieuse s'étend de juin à septembre, et est marquée par des vents humides de la mousson. Les hauteurs d'eau sont rarement supérieures à 800mm par an. Les mois de juillet et d'août enregistrent les plus grandes quantités de pluies. (Source: Enquête socio-économique, 2011)

La saison sèche, la plus longue, va d'octobre à mai et est dominée par les vents d'harmattan. La pluviométrie dans le village de Kamboinsé est très irrégulière d'une année à l'autre.

#### **- Sols :**

Ce sont des sols essentiellement ferrugineux tropicaux, de type latérico-argileux reposant sur une grande masse de granites fissurés. Ces sols sont généralement pauvres, fragiles par conséquent vulnérables à l'érosion. (Source: Enquête socio-économique, 2011)

#### **- Végétation :**

Typique aux zones rurales, le couvert végétal est dominé par une savane arbustive claire parsemée de quelques grands arbres et une strate herbacée (arbres de taille moyenne : karité, néré, baobab ; arbustes notamment épineux et herbes) ; clairsemée du fait de son exploitation intense pour les besoins domestiques ; savane boisée aux abords de barrage. (Source: Enquête socio-économique, 2011).

#### **- Relief :**

Le relief est celui du plateau mossi caractérisé par une pénéplaine peu élevée (300 à 400 m d'altitude) par rapport au niveau de la mer.

#### **- Ethnie :**

Toutes les principales ethnies du pays sont représentées dans la zone de l'étude.

Ethnie majoritaire : Mossi :

Autres ethnies : Yanan, Peuhls, Toussin, Gourounsis, Yarga, Foilcés, Buraba. (Source : D'après l'enquête de ménage, 2011).

D'après l'enquête effectuée 80% de la population sont de Mossi les 20% restant représentent les autres ethnies.

**Activités de la population :**

Les principales activités des habitants de Kamboinsé sont l'agriculture, le commerce et élevage.

- L'agriculture constitue la principale source de revenus de plus de 60% de la population active ;
- Les types de culture pratiquées sont : la culture de céréales, cultures de rente, cultures maraîchères et fourragères dans les bas-fonds) ;
- L'élevage occupe 25% de la population, il est de nature intensive (bovins, petits ruminants et volailles).
- Le commerce occupe 15% essentiellement des activités informels.

**Voirie :**

Une route bitumée traverse le village, la majorité de la voirie est constituée de chaussées de terre et impraticable pendant la saison des pluies.

- **Religions**

Toutes les religions du pays sont pratiquées à Kamboinsé. Ce sont notamment l'Islam, le Christianisme et l'Animisme. (Source : L'enquête de ménage, 2011).

## IV RESULTATS

### IV.1 Caractérisation quantitative et qualité des eaux grises prélevées dans les concessions

#### IV.1.1 Estimation des quantités d'eau

Au cours de cette étude, les quantités d'eau consommées et d'eaux grises produites ont été estimées dans 5 concessions. Le tableau V suivant présente les valeurs hebdomadaires obtenues. Au total, les quantités d'eaux prélevées par les concessions pendant la semaine d'observation se situent entre 880 et 1380 litres. La production totale d'eaux grises a varié entre 351 et 780 litres pendant les semaines d'observations.

**Tableau V:Entrée d'eau journalière dans les concessions**

Entrées d'eau journalière en (litre)					
CONCESSIONS					
JOUR	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
Lundi	0	110	80	250	380
Mardi	200	190	120	0	0
Mercredi	200	180	180	200	200
Jeudi	0	170	120	200	200
Vendredi	80	110	120	200	200
Samedi	200	120	180	200	200
Dimanche	200	100	120	200	200
Total	880	980	920	1250	1380
Moyenne	126	140	131	179	197

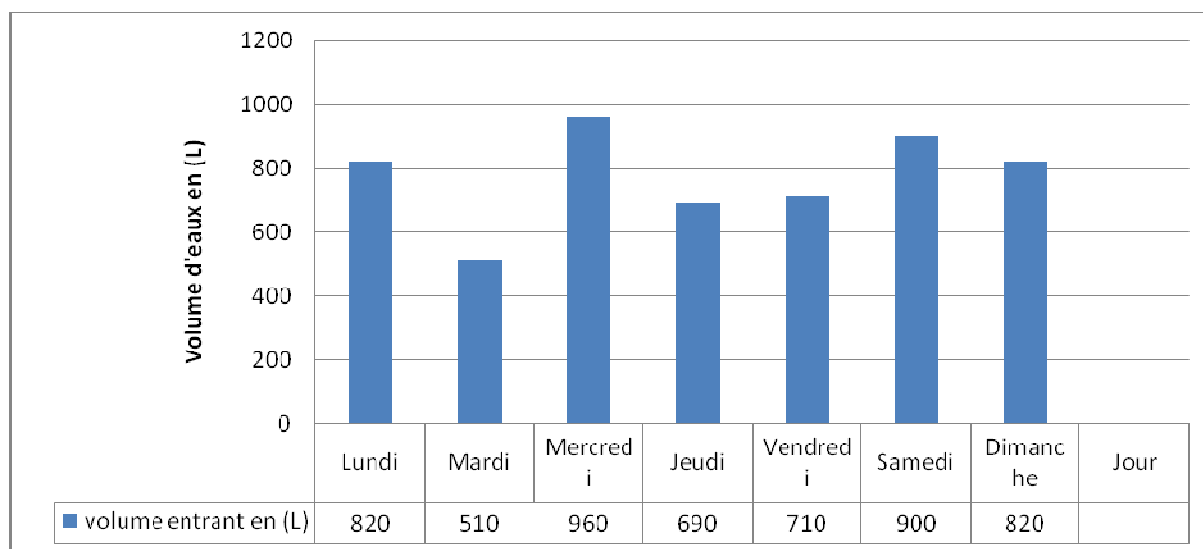
Les différentes catégories d'activités productrices des eaux grises sont estimées et évaluées par semaine pour les différentes concessions dans le tableau VI ci-dessous.

**Tableau VI:Récapitulatif des différentes catégories des eaux grises**

Catégories des eaux grises en (L)	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	Total hebdo par activité
Lessive	80	130	60	316	434	1020
Vaisselle	70	70	131	72	84	427
Douche	210	260	160	211	262	1103
Production totale	360	460	351	599	780	
Moyenne journalière	51,43	65,71	50,14	85,57	111,43	
Production Hebdo/hbt	60	57,5	70,2	49,92	48,75	

Les volumes entrant d’eaux dans les 5 concessions sont présentés dans la figure 3 ci-dessous.

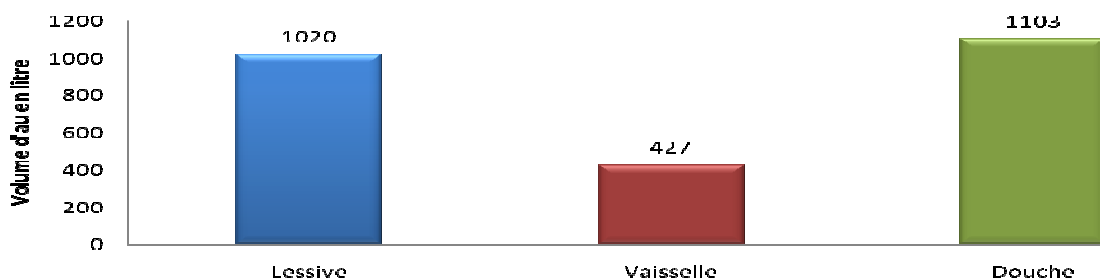
On remarque que les journées du mercredi et samedi les femmes approvisionnent leurs foyers en eau potable, cela s’explique que jeudi et dimanche qu’elles font les activités ménagères, les enfants sont à la maison font la lessive et prennent les douches.



**Figure 3:Volume entrant d’eau dans les cinq concessions au cours de la semaine**

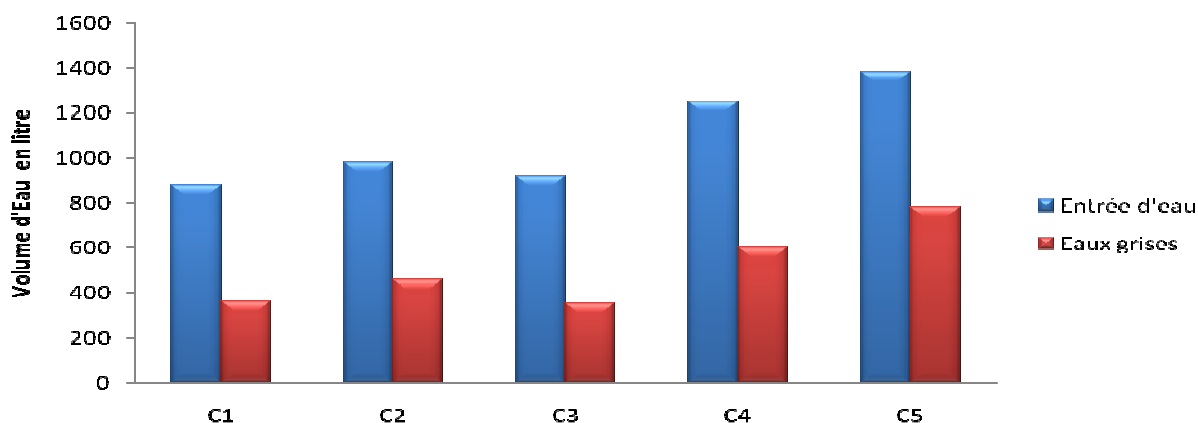
#### **IV.1.2.Répartition des eaux grises par activité au sein des concessions**

La proportion d'eaux grises produites par l'hygiène corporelle et lessive est plus importante que celle produite par la vaisselle (figure4). Cela pourrait s'expliquer par le climat chaud et le respect des règles élémentaires de l'hygiène corporelle.



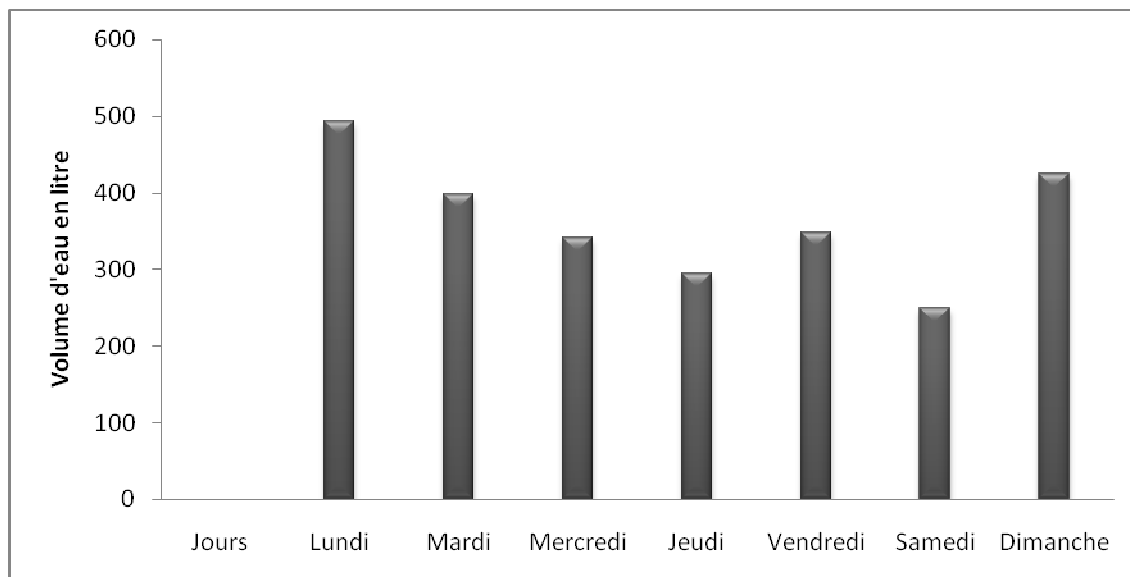
**Figure 4:activités productrices des eaux grises**

Comme le montre la figure 5, la quantité d'eau entrant dans les concessions est environ deux fois plus importante que la quantité d'eaux grises produites dans la semaine. Ce constat serait lié aux activités d'élevage domestique, qui consomment définitivement une part non négligeable de l'eau d'approvisionnement sans pour autant générer, la cuisson des aliments et les pertes.



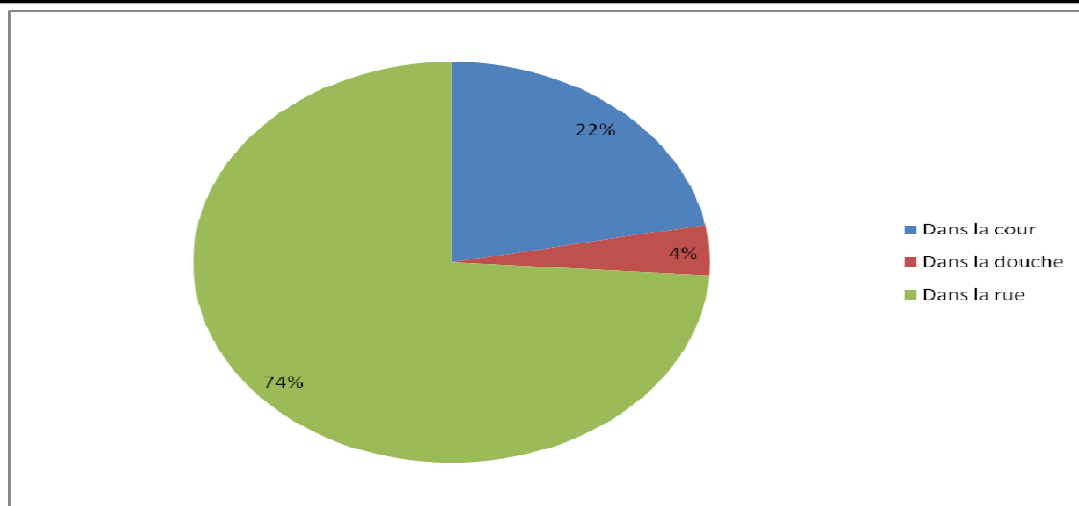
**Figure 5:Comparaison des quantités d'eaux apportées dans les ménages et d'eaux grises générées**

Les volumes d'eaux grises générés par la concession 5 sont proportionnels aux consommations hebdomadaires des concessions dans la figure 6 ci-dessous.



**Figure 6: Variation hebdomadaire des sommes d'eaux grises produites dans les cinq concessions**

La figure 7 ci-dessous, présente les lieux de rejet des eaux grises générées ainsi que leur importance relative. La majorité de la population du village Kamboinsé préfère rejeter les eaux grises issues des différentes activités domestiques à l'extérieur de leur habitation 74%, (22%) de la population déverse leurs eaux grises dans la cour. Néanmoins, une faible partie des eaux grises générées est versée dans les douches (4%). Cela pourrait s'expliquer par le fait que le village est dépourvu de système de collecte et d'évacuation des eaux usées domestiques.



**Figure 7:** Répartition des points de rejets des eaux grises à l'échelle des concessions

### IV.1.3 Caractérisation qualitative des eaux grises

Le tableau VII ci-dessous présente les valeurs moyennes pour la température, le pH, la turbidité et Conductivité des 3 catégories d'eaux grises (la lessive, la vaisselle et la douche).

**Tableau VII:Caractéristiques physico-chimiques des eaux grises collectées : Paramètres mesurés in situ**

paramètres	source d'eaux grises	Minimum	Maximum	Moyenne
<b>pH</b>	Lessive	8,9	10,8	9,81
	Vaisselle	7,5	11	9,33
	Douche	7,8	10,3	9,25
<b>Température(C°)</b>	Lessive	27,5	36,1	30,31
	Vaisselle	22,8	38,6	29,9
	Douche	26,3	38,4	31,31
<b>Conductivité (µS/cm)</b>	Lessive	218	1766	728,9
	Vaisselle	224	1208	528,2
	Douche	268	1008	635,2
<b>Turbidité(NTU)</b>	Lessive	1006	6696	2822,2
	Vaisselle	613	5780	2123,9
	Douche	328	4250	1473

Le tableau VIII ci-dessous montre le degré de pollution organique des eaux grises collectées dans le village. Les valeurs moyennes pour la DBO5, DCO, MES et le phosphore des 3 catégories d'eaux grises y sont présentées.



**Tableau VIII:Caractéristiques chimiques des eaux grises collectées**

<b>Paramètres</b>	<b>Source d'eaux grises</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>
<b>DBO5 (mg/l)</b>	Lessive	900	2250	1655
	Vaisselle	400	1050	1165
	Douche	450	1800	930
<b>DCO (mg/L)</b>	Lessive	5640	10220	8172
	Vaisselle	2830	7500	4924
	Douche	960	10780	4337
<b>MES (mg/L)</b>	Lessive	385	2865	1441
	Vaisselle	1045	3450	2399
	Douche	15	1470	938
<b>Phosphore (mg/L)</b>	Lessive	16,1	708	135,16
	Vaisselle	12,1	98	57,26
	Douche	3,4	183	39,52

Le tableau XI suivant montre que la quantité de calcium contenue dans les eaux grises de lessive est en moyenne de 26,45 mg/L, 22,451mg/L pour les eaux grises de vaisselle et 21,64mg/L pour les eaux grises de douche.

Pour le magnésium, la concentration moyenne pour les eaux grises de lessive est de 11,67 mg/L contre 11,67 mg/L en moyenne pour la vaisselle et 12,16mg/L pour les eaux grises de douche. Les concentrations moyennes en sodium pour les eaux grises de lessive, de vaisselle et de douche sont respectivement de 213,06 mg/L, de 108, mg/L et de 91,84 mg/L. Les concentrations moyennes en potassium pour les différentes catégories des eaux sont les suivantes : 48,67mg/L, 36,80 mg/L, 35,40mg/L respectivement de la lessive, vaisselle et douche.

**Tableau IX:Caractéristiques chimiques des eaux grises**

<b>Paramètres</b>	<b>Source d'eaux grises</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>
<b>calcium (mg/L)</b>	Lessive	16,03	32,06	26,45
	Vaisselle	8,02	40,08	22,45
	Douche	8,02	32,06	21,64
<b>Magnésium (mg/L)</b>	Lessive	4,86	19,45	11,67
	Vaisselle	4,86	19,46	11,67
	Douche	4,86	19,46	12,16
<b>Sodium (mg/L)</b>	Lessive	91,55	468,72	213,06
	Vaisselle	23,96	308,07	108,77
	Douche	27,23	204,56	91,84
<b>Potassium (mg/L)</b>	Lessive	27,7	99,46	48,67
	Vaisselle	22,9	115,06	36,80
	Douche	22,66	89,86	35,40

Le tableau X ci-dessous nous montre la quantité moyenne en ammonium, en ortho-phosphate, en sulfate, en nitrate, et nitrite des différentes catégories d'eaux grises (la lessive, la vaisselle, et la douche) en mg/L.

**Tableau X:Caractéristiques chimiques des eaux grises**

	<b>Source d'eaux grises</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>
<b>Ammonium (mg/L)</b>	Lessive	3,483	39,9255	19,96
	Vaisselle	0,516	2,7735	3,96
	Douche	1,419	19,221	8,86
<b>Ortho-phosphate (mg/L)</b>	Lessive	0,05	11,5	4,66
	Vaisselle	0,9	2,75	3,77
	Douche	1,05	19,221	8,86
<b>Sulfate (mg/L)</b>	Lessive	4,75	780	180,97
	Vaisselle	1,1	120	55,11
	Douche	0,25	200	63,22
<b>Nitrate (mg/l)</b>	Lessive	0,1	805	16,00
	Vaisselle	17,72	312,32	113,19
	Douche	8,86	790,76	232,35
<b>Nitrite (mg/L)</b>	Lessive	0,07	3,93	1,41
	Vaisselle	0,33	1,12	0,72
	Douche	0,28	2,05	1,10

#### IV.1.4. Résultats des analyses microbiologies

Les analyses microbiologiques basées sur la recherche de coliformes ont conduit aux résultats suivants illustrés par le tableau XI.

Tableau XI:Caractéristiques microbiologique des eaux usées collectées

	Source d'eaux grises	Minimum (UFC/100ml/	Maximum (UFC/100ml)	Moyenne (UFC/100ml)
<b>E. colis</b>	Lessive	$3,00.10^4$	$5,30.10^8$	$6,70.10^7$
	Vaisselle	$4,05.10^4$	$4,20.10^7$	$7,60.10^6$
	Douche	$5,50. 10^4$	$4,10.10^7$	$6,30.10^6$
<b>C.Fécaux</b>	Lessive	$9,35. 10^6$	$2,69. 10^9$	$4,14. 10^8$
	Vaisselle	$3,91. 10^5$	$2,87. 10^9$	$7,03. 10^8$
	Douche	$13,00. 10^4$	$3,64. 10^8$	$7,77. 10^7$
<b>Streptocoques</b>	Lessive	$2,80. 10^4$	$8,40.10^7$	$1,80. 10^7$
	Vaisselle	$1,50. 10^4$	$1,50. 10^7$	$1,60. 10^6$
	Douche	$2,20. 10^4$	$1,80. 10^6$	$3,50. 10^5$

Les résultats observés montrent que les eaux grises de lessive ont une valeur moyenne de  $6,7. 10^7$  UFC/ 100 mL. Pour les eaux grises de vaisselle, la valeur moyenne est de  $7,60. 10^6$  UFC / 100 ml contre  $6,30. 10^6$  UFC / 100 mL pour les eaux grises de douche.

Pour les coliformes fécaux, les valeurs moyennes pour les eaux grises de lessive, de vaisselle et de douche sont respectivement de  $4,14.10^6$  UFC / 100 mL,  $7,0 3.10^8$  UFC / 100 mL, et  $7,77. 10^7$  UFC / 100 mL.

Par contre pour les streptocoques, les valeurs moyennes pour les différentes catégories des eaux grises (lessive, vaisselle et douche) sont respectivement de  $1,8.10^7$  UFC/ 100 mL,  $1,6.10^6$  UFC / 100 ml et  $3,5.10^5$  UFC / 100 mL.

## V-DISCUSSION

Vu les contraintes néfastes liées à l'utilisation des eaux grises sans traitement, des réglementations internationales (OMS,) et nationales ont été édictées. Ces réglementations imposent des normes de rejet des eaux usées (voir tableauI). Le traitement en amont permet de ramener la pollution à un niveau qui soit le moins nuisible possible pour les populations et l'environnement (**Konate, 1996**).

Comme le montre le tableau VII, le pH des eaux grises de lessive est en moyenne de 9,81 et varie de 8,9 à 10,80 ; pour l'eau grise de vaisselle, le pH moyen est de 9,33 pour des valeurs variant entre 7,5 et 11. Le pH moyen de l'eau de douche est de 9,25 pour des valeurs qui ont varié entre 7,8 et 10,3. Le pH des eaux grises est principalement influencé par l'approvisionnement en eau et les produits de nettoyage utilisés (**MOREL et Diener, 2006**) surtout les détergents, qui sont à l'origine de l'alcalinisation des eaux grises.

Globalement, les eaux grises collectées au niveau du village sont conformes à la norme de rejet pour le pH en vigueur au Burkina Faso. En effet, le décret N°2001- 185 /PRES/PM/MEE du 7 mai 2001, portant fixation des normes de rejets de polluants dans l'air, l'eau et le sol, dispose à son article 10 que la norme de déversement des eaux usées dans les eaux de surface pour le pH est dans la gamme 6,4 à 10,5.

Mais, les résultats montrent une forte tendance vers l'alcalinité. En effet, les valeurs maximales sont de 10,8, 11 et 10,3 respectivement pour la lessive, la vaisselle et la douche. Du point de vue du pH, ces eaux ne se prêteraient pas à une réutilisation directe en agriculture. En effet, une alcalinité élevée (pH supérieur à 8,4) est source de problèmes avec des dégâts foliaires qui peuvent entraîner une diminution du rendement ou causer des dommages aux fruits (**DEPARTMENT OF WATER AFFAIRS AND FORESTRY, 1996 ; Murphy, 2006**).

Les valeurs moyennes des températures des échantillons prélevés sont respectivement de 30,31°C pour la lessive 29,9°C pour la vaisselle, et 31,31 °C pour la douche. Ces valeurs sont conformes aux normes imposées pour le rejet des eaux usées dans les eaux de surface qui varie de 18°C à 40 °C.

Selon (**MOREL et Diener, 2006**), une température comprise entre 18 et 30 °C n'est pas un problème si les eaux grises sont traitées biologiquement. Néanmoins, comme indiqué par (**Ottosson, 2003**), des températures plus élevées peuvent favoriser la croissance bactérienne. Et c'est le cas de nos échantillons qui ont une température 30 °C. Cela serait dû à l'exposition ou au stockage de l'eau sous le soleil avant son utilisation.

Les valeurs moyennes en turbidité sont respectivement de 2822,20 mg/L pour lessive, 2123,90 mg/L vaisselle et 1473 mg/L douche sont dans la norme en vigueur au Burkina (1000 NTU).

Les valeurs moyennes de la conductivité sont de 728,90 mg/L pour lessive, 528,20mg/L pour vaisselle et 635,20mg/L pour la douche. D'après les résultats, on constate que la conductivité des eaux grises de Kamboinsé sont dans la norme en vigueur au Burkina (700-3000 $\mu$ s/cm).

La quantité de matières en suspension des eaux grises de lessive est en moyenne de 1441mg/L, de 528,2 mg/L pour les eaux grises de vaisselle et de 635,2 mg/L pour les eaux grises de douche. Selon la norme en vigueur au Burkina, en termes de MES (200 mg/L), ces eaux grises ne peuvent pas être rejetées dans l'environnement sans traitement préalable.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs moyennes en DBO<sub>5</sub> sont respectivement de 1665 mg/L d'O<sub>2</sub> pour la lessive, 1165 mg/L d'O<sub>2</sub> pour la vaisselle et 930 mg/L d'O<sub>2</sub> pour la douche. Pour la DCO, les valeurs moyennes sont respectivement de 8172 mg/L d'O<sub>2</sub> pour la lessive, 4924 mg/L d'O<sub>2</sub> pour la vaisselle et 4337 mg/L d'O<sub>2</sub> pour les eaux grises de douche.

Les valeurs sont nettement plus élevées que les niveaux de rejet en vigueur au Burkina Faso, pour la DBO<sub>5</sub> et la DCO qui sont respectivement de 50 mg/L d'O<sub>2</sub> et de 150 mg/L d'O<sub>2</sub>.

Les rapports DCO/DBO<sub>5</sub> des échantillons d'eaux grises prélevés et examinés sont respectivement de 4,91 pour les eaux grises de lessive, 4,23 pour les eaux grises de vaisselle et de 4,66 pour les eaux grises de douche. Toutes ces valeurs étant supérieures à 3, alors les échantillons d'eaux grises peuvent être considérés comme non biodégradables. Par conséquent, les eaux grises générées dans le village ne peuvent pas être réutilisées sans traitement préalable.

Les tableaux IX et X montrent une forte concentration en nutriment dans nos échantillons. La présence des nutriments dans les eaux grises est dû à l'usage des produits savons et détergents. Par exemple, la principale source de phosphore dans les eaux grises provient des détergents ménagers phosphoriques (**Morel et Diener, 2006**).

Les normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface pour les nutriments sont respectivement 50 mg/L pour potassium, 0.8 mg/L pour le phosphore total, 5 mg/L pour le phosphate, 5mg/L pour nitrate, 1mg/L pour nitrite, 10mg/L pour ammonium et 14mg/L ortho-phosphate.

Au Burkina Faso, les normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface pour *E. coli*, les coliformes fécaux et les streptocoques sont respectivement de 2000 UFC/100 ml, 10000 UFC/100 ml et 10000 UFC/100 ml.

Le tableau XI montre que les valeurs moyennes d' *E. coli* sont de  $6,70.10^7/100$  ml dans les eaux grises de lessive,  $7,60.10^6/100$  ml dans les eaux grises de vaisselle et  $6,30.10^6/100$  ml dans les eaux grises de douche. Les valeurs moyennes de coliformes fécaux pour les eaux grises de lessive, de vaisselle et de douche sont de  $4,14.10^8/100$  ml,  $7,03.10^8/100$  ml,  $7,77.10^7/100$  ml respectivement. Pour les streptocoques, les valeurs moyennes pour les eaux grises de lessive, de vaisselle et de douche sont de  $1,80.10^7/100$  ml,  $1,60.10^6/100$  ml,  $3,50.10^5/100$  ml.

Les résultats de cette étude montrent une forte concentration bactérienne et donc de pathogènes présomptifs pour tous nos échantillons analysés. Selon (**MOREL et Diener, 2006**) les contaminations fécales sont élevées dans les ménages avec des jeunes enfants ou des bébés, à cause de la contamination par des couches de lavage et de soins aux enfants, le nettoyage anal. De façon globale, les eaux grises générées dans le village ne remplissent pas les conditions de rejet dans les eaux de surface en vigueur au Burkina Faso.

Nos résultats montrent que les eaux grises générées dans le village, ne peuvent pas être utilisées directement pour l'irrigation restrictive ou non restrictive selon les critères OMS de réutilisation des eaux usées et excréta en agriculture. En effet, elles ont toutes des concentrations supérieures à 2000UFC/100 ml.

## **VI. Conclusion**

Cette étude a été faite dans une zone péri-urbaine de la ville de Ouagadougou au Burkina Faso, village de Kamboinsé dans le cadre du projet Améli-Eaur vise dans l'un de ses volets, le traitement et la réutilisation des eaux grises pour les populations démunies avec des technologies durables et peu coûteuses.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus illustrent très explicitement, que les eaux grises non traitées peuvent causer de sérieux problèmes à la santé publique et à l'environnement écologiques, ce qui est souvent complètement sous-estimé par les personnes concernées. Plus particulièrement les valeurs élevées des coliformes fécaux, de phosphore et d'azote commande de prendre le danger au sérieux.

Toutefois la plupart des substances chimiques qui posent problème dans les eaux grises sont atténuées par exemple par la commande de la source ou l'interdiction des détergents contenant des phosphates (**MOREL et DIENER, 2006**). L'utilisation volontaire par les populations des détergents biocompatibles et son effet sur la qualité des eaux grises s'analyse comme une prise de conscience de la nécessité d'utiliser ce genre de détergents et savons. Cette prise de conscience au sein de la communauté est un atout non négligeable. Il est très important de ne pas sous-estimer le problème des eaux grises, particulièrement dans les zones péri-urbaines où la population est souvent exposée à des risques élevés. Il est évident que la qualité des eaux grises ne soit pas appropriée à l'irrigation sans traitement préalable. Par conséquent il est très important que davantage de recherche soit faite particulièrement sur les raisons de la contamination élevée aussi bien que sur des mesures d'améliorer la qualité des eaux grises. Pour cette raison il y a des besoins urgents pour des options bonnes et faciles à utiliser pour le traitement. Les eaux grises provenant de ce village ne sont pas conformes aux critères d'utilisation en irrigation.

Au regard des résultats des flux journaliers et hebdomadaires, un traitement individuel par concession pourrait être envisagé.

Les charges organiques mesurées permettent d'envisager une possibilité de traitement des eaux grises issues des ménages du village par un dispositif simplifié, puisque la fraction biodégradable est importante.

Il existe plusieurs systèmes de traitement des eaux grises disponibles. Les eaux grises ne contiennent que de faibles quantités de nutriments et d'agents pathogènes. C'est pourquoi les systèmes de gestion des eaux grises simples comme les marais artificiels, les filtres à gravier



ou l'infiltration dans le sol, les fosses septiques les puits d'infiltration et épandage en surface peuvent être utilisés pour réduire les agents pathogènes afin d'atteindre les normes OMS de réutilisation pour l'usage des cultures maraîchères.

De tout ce qui précède, il est à présent opportun d'examiner les hypothèses formulées au début de cette étude afin de dégager les recommandations adéquates.

Concernant la première hypothèse, il est ressorti que les ménages de la zone d'étude ne disposent d'aucun système d'évacuation ni de gestion des eaux grises. Par conséquent, ces eaux sont rejetées dans la nature, ce qui consolide notre 1<sup>ère</sup> hypothèse.

S'agissant de la deuxième hypothèse, il résulte de l'étude que la quantité des eaux grises produites par ménage est suffisante pour la mise en place d'un dispositif de traitement par les ménages des eaux grises qu'ils génèrent et cela renforce la 2<sup>ème</sup> hypothèse.

Quant à la troisième hypothèse, il découle des résultats des analyses que la pollution chimique et microbiologique des eaux grises générées en milieu péri-urbain est telle que ces eaux sont inutilisables dans l'agriculture urbaine sans aucun traitement préalable. Ainsi, la qualité des eaux grises ne permettant pas leur réutilisation directe dans l'agriculture, l'étude a révélé qu'il est impératif que ces eaux subissent un traitement approprié avant cette réutilisation.

Pour ces raisons, il est tout à fait nécessaire de :

- ✓ Mettre en place un système simplifié de récupération et de traitement des eaux grises issues des ménages.
- ✓ Mettre en place des systèmes de gestion des eaux grises simples, notamment par les marais artificiels, les filtres à gravier ou l'infiltration dans le sol, les fosses septiques ou les puits d'infiltration en vue de réduire les agents pathogènes.
- ✓ Dans l'optique d'une réutilisation en agriculture, des systèmes comme les filtres à gravier peuvent être envisagés pour le traitement des eaux grises issues de la douche.
- ✓ Entreprendre des études complémentaires de laboratoire mais surtout de terrain s'intéressant aux paramètres de dimensionnement des systèmes de traitement.
- ✓ Entreprendre des analyses au laboratoire de certains paramètres comme surfactants et les métaux lourds.

**BIBLIOGRAPHIE:**

**Al-Jayyousi O.R., 2003:** Greywater reuse: towards sustainable management.

**Department of Water Affairs and Forestry, 1996:** South African Water Quality Guidelines (second edition). Volume 4: Agricultural Use: Irrigation. Pretoria, South Africa.

**Dosso, M., M.D., A.L., M.K., V.E., 1984 :** Cas sporadique ou début d'une nouvelle épidémie de choléra. *bull.soc.path.Exot.* 76: 121-125.

**Ecosse D., 2001:** Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. *Mém. D.E.S.S. « Qualité et Gestion de l'Eau ».* Fac. Sc. Amiens, 62 p.

**FARUQUI, Naser et Odeh AL-JAYOUSSI, 2002:** *Greywater Reuse in Urban Agriculture for Poverty Alleviation: A Case-Study in Jordan*, Water International, vol.27, n°3.

**Karma El-Fadl, 2007 :** Bulletin technique sur le traitement et la réutilisation des eaux grises dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du nord, 6p.

**Morel et Diener, 2006:** Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of different treatment systems for households or neighbourhoods. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag). Dübendorf, Switzerland.

**Murphy, 2006:** A Scoping Study to Evaluate the Fitness-for-Use of Greywater in Urban and Peri-Urban Agriculture, Report to the Water Research Commission, WRC Report No. 1479/1/06. Pretoria, South Africa.

**OMS, 2000** (Organisation mondiale de la Santé) : Rapport sur l'évaluation de la situation mondiale de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement.

**Ottosson, J., 2003.** Hygiene aspects of greywater and greywater reuse. Stockholm, Royal Institute of Technology, Department of Land and Water Resources Engineering .Stockholm, Sweden.

**SULEIMAN, 2007.** *Integrated On-Site Greywater Management for Rural Jordanian.*

**TANJI, K.K.; KIELEN, N.C., 2002:** Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO Irrigation)

**Wéthé Joseph, 2007.** Cours d'assainissement Urbain : Volet Collecte et Traitement des eaux usées domestiques, PhD. Ir. , 56p.

**WHO, 1996:** Analysis of Wastewater for Use in Agriculture- A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. World Health Organization, WHO Press. Geneva, Switzerland.

# **ANNEXES**

**Annexe 1 : Cadre Logique**

Thème	Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso : Cas du village Kamboinsé			
Objectif Général	Valorisation des Eaux grises pour des fins agricoles dans le village Kamboinsé			
Objectifs Spécifiques	Activités	Résultats attendus	Indicateurs des résultats	Méthodologies et outils
1- Quantifier la production des eaux grises et déterminer leurs modes de gestion.	A1.1 Réaliser une enquête A1.2 Réaliser des Observations sur le terrain	R1.1 : Les différentes activités génératrices des eaux grises (catégories des eaux grises) sont connues.  R1.2 : Les quantités d'eaux grises générées sont estimées par activité.  R1.3 : Le mode de gestion des eaux grises est connu.	Les différentes catégories et quantités des eaux grises produites.	- Enquête et observations sur le terrain
2-Evaluer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux grises.	A2.1 : Effectuer des prélèvements d'échantillon d'eaux grises.  A2.2 : Faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques des	R2.1 : Les différentes catégories des eaux grises sont prélevées.  R2.2 : Les paramètres Physico-chimiques et Microbiologiques des eaux grises sont déterminés.	-Nombre d'échantillons prélevés.  -Liste portant les valeurs des paramètres analysés.	-les protocoles d'analyse des paramètres.

	échantillons prélevés.			
3- Proposer une option de valorisation à faible coût	<p>A3.1 : Définir des critères de conception.</p> <p>A3.2 : Synthèse des options disponibles de valorisation des eaux grises en milieu péri-urbain.</p> <p>A3.3 : Analyse et Traitement des données collectées lors de l'enquête et des analyses au laboratoire.</p> <p>A3.4 Proposition d'un système de valorisation des eaux grises.</p>	<p>R3.1 : Au moins une option de valorisation à moindre coût et adaptée à la zone péri-urbaine est proposée.</p> <p>L'ensemble des critères de conception sont définis.</p>	<p>-Le rapport contenant les critères, synoptique du dispositif et l'option de Traitement des eaux grises.</p>	<p>-Revue documentaire,</p> <p>-Procédure de conception,</p>

Annexe2 : tableau d'analyse des paramètres physico-chimiques

Type eaux grises	Concessions	pH	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Turbidité (NTU)	MES (mg/L)	DCO (mg/L)	DBO5 (mg/L)
Lessive	Djibril	10,6	27,5	343	1540	2865	6720	1500
	Rasmani	10,5	34	520	2420	1370	6060	1150
	Emmanuel	10,6	29,3	854	1700	1345	7860	1300
	Kaboré	10,8	27,9	1766	5780	385	10220	2250
	Zongo	9,7	36,1	522	2730	805	7880	2000
	Pascal	9,3	27,6	218	1488	1360	9070	2200
	Georgette	8,9	35,1	341	6696	1665	9800	1500
	Rosalie	9,4	29,1	515	1006	1860	9600	900
	Guïro	9,4	28,9	1167	3824	1065	5640	1550
	Daniel	8,9	27,6	1043	1038	1690	8870	2200
Vaisselle	Djibril	8,4	26,4	1208	1100	2710	2830	700
	Rasmani	10,6	33,8	398	2420	2875	3750	650
	Emmanuel	11	22,8	644	1700	1970	6730	1000
	Kaboré	9,6	28,3	244	5780	3100	4710	2500
	Zongo	8,9	38,6	224	1880	1690	4900	1550
	pascal	9,2	28,7	226	613	2080	8040	500
	Georgette	7,5	36	614	2108	1705	3170	1650
	Rosalie	9,1	28,9	779	1962	3450	3710	400
	Guïro	9,6	27,4	655	2952	1045	3900	1650
	Daniel	9,4	28,1	290	724	3365	7500	1050
Douche	Djibril	11	29,9	865	1540	3590	7690	750
	Rasmani	10,1	35,3	526	2230	840	3050	1150
	Emmanuel	8,2	26,3	268	530	15	960	1250
	Kaboré	9,7	27,5	1008	1470	885	10780	1800
	Zongo	10,3	38,1	330	4250	520	1250	450
	Pascal	9,9	29,1	772	738	1470	7200	450
	Georgette	7,8	38,4	484	1184	385	3380	1050
	Rosalie	8,3	29,3	868	1754	985	2530	550
	Guïro	7,8	30,5	655	706	195	5920	700
	Daniel	9,4	28,7	576	328	495	1610	1150

Annexe3 : tableau d'analyse des paramètres chimiques

Type eaux grises	Concessions	NO2- (mg/L)	NO3- (mg/L)	NH4+ (mg/L)	PO3-4 (mg/L)	Ptot (mg/L)
Lessive	Djibril	0,8085	55,375	3,483	1,75	109,5
	Rasmani	1,5345	281,305	7,8045	2,6	16,1
	Emmanuel	2,6565	11,075	19,221	8,6	20
	Kaboré	0	0	26,187	0,05	23,5
	Zongo	0,066	805	39,9255	2,15	28,5
	Pascal	3,927	582,545	8,514	4,25	76
	Georgette	2,5245	773,035	31,992	5,65	116
	Rosalie	0,5775	26,58	21,6075	11,5	120
	Guiro	0,825	234,79	25,542	6,45	134
	Daniel	1,089	121,825	15,2865	3,65	708
Vaisselle	Djibril	0,561	57,59	0,516	1,05	12,1
	Rasmani	0,528	17,72	0,9675	0,9	38
	Emmanuel	0,9405	237,005	14,2545	1,35	18
	Kaboré	0,6435	101,89	9,4815	10,95	45
	Zongo	0,33	26,58	3,0315	2,7	24,5
	pascal	0,8745	126,255	2,193	3,1	71
	Georgette	1,122	17,72	1,0965	1,05	71
	Rosalie	0,33	70,88	3,741	11,95	128
	Guiro	0,8415	163,91	1,548	1,95	67
	Daniel	0,99	312,315	2,7735	2,75	98
Douche	Djibril	2,046	790,755	19,221	5,5	16,2
	Rasmani	0,2805	8,86	17,2215	1,35	16,1
	Emmanuel	0,8	42,085	3,483	1,05	3,4
	Kaboré	0,6765	170,555	14,706	1,15	45
	Zongo	0,693	50,945	3,1605	1,25	7,5
	Pascal	1,023	190,49	9,0945	2,55	183
	Georgette	1,485	338,895	3,2895	3,7	26
	Rosalie	0,6435	62,02	13,8675	3,35	62
	Guiro	1,8315	575,9	1,419	9,2	14
	Daniel	1,5345	93,03	3,1605	2,15	22

Annexe4 : tableau d'analyse des paramètres chimiques

Type eaux grises	Concessions	SO <sub>2</sub> -4 (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Na+ (mg/L)	K+ (mg/L)
Lessive	Djibril	40	24,048	19,456	57,994	5,786
	Rasmani	4,75	32,064	19,456	36,623	2,77
	Emmanuel	270	24,048	9,728	56,367	5,146
	Kaboré	80	24,048	9,728	100,042	6,13
	Zongo	100	16,032	14,592	137,415	9,946
	Pascal	780	24,048	4,864	187,486	4,058
	Georgette	245	32,064	9,728	103,806	4,85
	Rosalie	140	32,064	4,864	64,602	2,77
	Guïro	70	24,048	9,728	56,367	4,306
	Daniel	80	32,064	14,592	51,546	2,906
Vaisselle	Djibril	1,1	24,048	19,456	28,791	2,546
	Rasmani	30	8,018	9,728	33,162	2,65
	Emmanuel	110	32,064	9,728	43,711	2,546
	Kaboré	35	24,048	9,728	123,226	11,506
	Zongo	25	16,032	14,592	37,623	5,458
	pascal	65	16,032	14,592	51,546	2,386
	Georgette	50	40,08	4,864	9,583	2,29
	Rosalie	5	24,048	9,728	36,126	2,546
	Guïro	110	16,032	9,728	24,51	2,546
	Daniel	120	24,048	4,864	46,815	2,33
Douche	Djibril	6,15	24,048	14,592	81,822	8,986
	Rasmani	0,25	16,032	14,595	37,623	4,058
	Emmanuel	0,8	24,048	9,728	20,319	2,386
	Kaboré	65	24,048	14,592	54,75	5,146
	Zongo	40	24,048	19,456	18,942	2,458
	Pascal	120	16,032	9,728	49,959	2,65
	Georgette	150	32,064	4,864	17,575	2,266
	Rosalie	10	24,048	14,592	30,238	2,77
	Guïro	200	24,048	9,728	45,258	2,386
	Daniel	40	8,016	9,728	10,89	2,29



Annexe5 : tableau d'analyse des paramètres microbiologiques

Type eaux grises	Concessions	Streptocoques	<i>E. coli</i>	C. Fécaux
Lessive	Djibril	4510000	530000000	2690000000
	Rasmani	28000	3800000	21400000
	Emmanuel	390000	19600000	125200000
	Kaboré	567000	39000000	93000000
	Zongo	263500	2000000	285500000
	Pascal	16216666,7	61000	273000
	Georgette	84100000	64000000	910000000
	Rosalie	3395000	30000	325000
	Guiro	76300000	700000	3935000
	Daniel	1500000	17300000	9350000
Vaisselle	Djibril	253000	5300000	26900000
	Rasmani	217000	14200000	18200000
	Emmanuel	148000	42000000	142000000
	Kaboré	15700	260000000	2100000000
	Zongo	138000	30000000	2870000000
	pascal	454000	31000000	275500000
	Georgette	14603750	3285000	318812500
	Rosalie	30000	40500	880000
	Guiro	58000	400000	550000
	Daniel	94000	246500	390500
Douche	Djibril	309500	2440000	7185000
	Rasmani	22000	6000000	44000000
	Emmanuel	117000	41000000	286500000
	Kaboré	510000	1000000	363500000
	Zongo	407500	5900000	17600000
	Pascal	110000	55000	13440000
	Georgette	1798333,33	1358666,67	1996666,67
	Rosalie	50000	1835666,67	3379666,67
	Guiro	156000	3255000	33966666,7
	Daniel	39000	90000	130000

Annexe6 : La Fiche D'observation Des Entrées D'eaux de consommation

		Ménages	M1: Kaboré				M2: Emmanuel			
		1er	2e	3e	total en L	1er	2e	3e	total	
Lundi	entrée									
	heure					15h34	16h17	15h24		
	réceptif					bidons de 20l	seau	seau		
	capacité estimée					60	10	40	110	
	lieu de stockage					Canaris	seau	seau		
	source					Branchmnt particulier				
Mardi	entrée									
	heure	15h12				9h40	16h35	15h45		
	réceptif	01 fut				seau	seau	Bidons		
	capacité estimée	200			200	60	10	120	190	
	lieu de stockage	canaris				seau	seau	Bidons		
	source	Borne Fontaine				B.P	B.P	B.P		
Mercredi	entrée									
	heure	7h30				8h40	15h55	17h34		
	réceptif	01fut				bidons de 20l	seau	Bidons		
	capacité estimée	200			200	60	20	100	180	
	lieu de stockage	canaris				bidons de 20l	seau	Bidons		
	source	Borne Fontaine				B.P	B.P	B.P		
Jeudi	entrée									
	heure					6h30	12h15	16h20		
	réceptif					bidons de 20l	seau	Bidons		
	capacité estimée					40	10	120	170	
	lieu de stockage					bidons de 20l	seau	Bidons		
	source					B.P	B.P	B.P		
Vendredi	entrée									
	heure	17h50				14h50	15h20	16h30		
	réceptif	bidon de 20l				seau	seau	Bidons		
	capacité estimée	80			80	10	40	60	110	
	lieu de	canaris				Seau	seau	Canaris		

**THEME: Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé**

	stockage								
	source	Borne Fontaine			B.P	B.P	B.P		
Samedi	entrée					douches	boisson		
	heure	14h12			15h35	16h09	17H15		
	réceptif	01fut			seau	seau	Bidons		
	capacité estimée	200		200		10	30	80	120
	lieu de stockage	canaris			seau	seau	Canaris		
	source	Borne Fontaine			B.P	B.P	B.P		
Dimanche	entrée				animaux	Boisson			
	heure	15h10			8H54	15H12			
	réceptif	01fut			seau	Bidon de 2OL			
	capacité estimée	200		200		20	80	100	
	lieu de stockage	canaris			Bassin	Canaris			
	source	Borne Fontaine			B.P	B.P			
Total					880			980	

Annexe 7 : La Fiche D'observation Des Entrées D'eaux de consommation

	Ménages	M3: Sawadougou			M4: Zongo			M5: Djibril		
		1er	2e	total	1er	2e	total	1er	2e	total
Lundi	entrée									
	heure	8H23			6H35	9H17		6h30	16h40	
	réceptif	Bidons			Bidon de 50L	01 Fut		Bidons	01 Fut + 2Bidons	
	capacité estimée	80		80	50	200	250	140	240	380
	lieu de stockage	Bidons			Bidon de 50L	Fut		Bidons de 20l	Fut + Bidons	
	source	Borne Fontaine			Borne Fontaine			Borne Fontaine	B.F	
Mardi	entrée				17h20			17h40		
	heure	10H08	14H09		fut		200	fut		200
	réceptif	Bidons	Bidons		fut			fut		
	capacité estimée	60	60	120	Borne Fontaine			Borne Fontaine		
	lieu de stockage	Canaris	Bidons							
	source	B.F	B.F							
Mercredi	entrée									
	heure	8H25			15H03			7h35		

**THEME: Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé**

	réceptif	Bidons			Fut			01 Fut		
	capacité estimée	180		180	200		200	200		200
	lieu de stockage	Canaris et bidons			Fut Borne Fontaine			Fut Borne Fontaine		
	source	B.F								
Jeudi	entrée									
	heure	7H25			17H40					
	réceptif	Bidons de 20l			Fut					
	capacité estimée	120		120	200		200			
	lieu de stockage	bidons			Fut					
	source	Borne Fontaine			Borne Fontaine					
Vendredi	entrée									
	heure	8H48			17H42			15h		
	réceptif	Bidons de 20l			01Fut			01 fut		
	capacité estimée	120		120	200		200	200		200
	lieu de stockage	Canaris et bidons			Fut			Fut		
	source	B.F			Borne Fontaine			B.F		
Samedi	entrée									
	heure	6H45	16H13					10h 17		
	réceptif	Bidons de 20l	Bidons					fut		
	capacité estimée	120	60	180				200l		200
	lieu de stockage	Bidons de 20l	Bidons					fut		
	source	B.F	B.F					Borne Fontaine		
Dimanche	entrée									
	heure	6h23			7h40			9h00		
	réceptif	Bidons de 20l			01 Fut			fut		
	capacité estimée	120		120	200		200	200		200
	lieu de stockage	Bidons de 20l			Fut			fut		
	source	B.F			B.F			Borne Fontaine		
Total				920			1250			1380

Annexe 8 : tableau données d'observation de production d'eaux grises

			M1: Kaboré				M2: Emmanuel				
			1er	2e	3e	Total	1er	2e	3e	Total	
Lundi	Lessive	Heure									
		réceptif									
		capacité estimée									
		Lieu rejet									
	vaisselle	Heure	16h15				15h17				
		réceptif	seau				seau				
		capacité estimée	10			10	10			10	
		lieu rejet	dans la cours				dans la cours				
	douches	Heure	13h25	13h40	14h15		15h24	16h28	16H45		
		réceptif	seau	seau	seau		seau	seau	seau		
		capacité estimée	10	10	10	30	15	15	10	40	
		Lieu rejet	fosse	fosse	fosse		fosse	fosse	fosse		
Mardi	Lessive	Heure					9H40				
		réceptif					seau				
		capacité estimée					60			60	
		Lieu rejet					dans la cours				
	vaisselle	Heure	8H20				16h35				
		réceptif	seau				seau				
		capacité estimée	10			10	10			10	
		lieu rejet					dans la cours				
	douches	Heure	17h12	17h42			15h45	16h05	17h13		
		réceptif	seau	seau			seau	seau	seau		
		capacité estimée	10	10		20	15	15	10	40	
		Lieu rejet	fosse	fosse			fosse	fosse	fosse		
Mercredi	Lessive	Heure	7h45				8h40				
		réceptif	bidons de 20l				bidon de 20l				
		capacité estimée	80			80	60			60	
		Lieu rejet	dans la cours				dans la cours				
	vaisselle	Heure	16h37				15h55				

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

		réipient	seau de 10l				seau				
		capacité estimée	10			10	10			10	
		lieu rejet	dans la cours								
	douches	Heure	12h36	12h49			14h12	16h40	17h13		
		réipient	seau	seau			seau	seau	seau		
		capacité estimée	10	10		20	15	15	15	45	
		Lieu rejet	fosse	fosse			fosse	fosse	fosse		
Jeudi	Lessive	Heure					12h15				
		réipient					seau				
		capacité estimée						10			10
		Lieu rejet					dans la cours				
	vaisselle	Heure	8h50				15h37				
		réipient	seau				seau				
		capacité estimée	10			10	10				10
	douches	lieu rejet	dans la cours				dans la cours				
		Heure	11h42	16h44	17h12		6h30	7h12	7H45		
		réipient	seau	seau	seau		seau	seau	seau		
capacité estimée		10	10	10	30	15	15	10	40		
Vendredi	Lessive	Lieu rejet	fosse	fosse	fosse		fosse	fosse	fosse		
		Heure									
		réipient									
		capacité estimée									
	vaisselle	Heure	16h35				14h50				
		réipient	seau				seau				
		capacité estimée	10			10	10				10
	douches	lieu rejet	dans la cours				dans la cours				
		Heure	15h55	17h33	17h43		15h50	17h14	17h40		
		réipient	seau	seau	seau		seau	seau	seau		
capacité estimée		10	10	10	30	15	15	10	40		
Lieu rejet	Lieu rejet	fosse	fosse	fosse		fosse	fosse	fosse			
	Heure										
	réipient										
Samedi	Lessive	capacité estimée									
		Heure									
		réipient									

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

	vaisselle	Lieu rejet							
		Heure	6h30				15h35		
		réceptif	seau				seau		
		capacité estimée	10			10	10		10
			dans la cours				dans la cours		
	douches	Heure	13h29	14h09			16H09	16h46	
		réceptif	seau	seau			seau	seau	
		capacité estimée	10	10		20	10	15	25
		Lieu rejet	fosse	fosse			fosse	fosse	
	Dimanche	Lessive	Heure						
réceptif									
capacité estimée									
Lieu rejet									
vaisselle		Heure	15h47				15H56		
		réceptif	seau				seau		
		capacité estimée	10			10	10		10
		lieu rejet	dans la cours				dans la cours		
douches		Heure	6h30	6h4	7h21		16H47	17H23	
		réceptif	seau	seau			seau	seau	
		capacité estimée	10	30	20	60	15	15	30
		Lieu rejet	fosse	fosse	fosse		fosse	fosse	

**Annexe 9 : Fiche d'Enquête ménage**

**Enquête pour l'estimation de la consommation d'eaux et de la production d'eaux grises en milieu péri-urbain au Burkina Faso**

**Questionnaire à l'attention des ménages**

Date :

Heure début :

Heure fin :

Nom du village :

Nom du chef de la concession :

Nom de l'enquêteur

Numéro de la concession :

<b>Informations générales</b>	
Quel est votre groupe ethnique	
1. Sexe	1. Masculin 2. Féminin
2. Religion	1. Musulman 2. Catholique 3. Protestant 4. Animiste 3. Autre (Préciser)
3. Age	
4. Statut matrimonial	1. Célibataire 2 : Marié : - polygame : Oui / Non - monogame : Oui / Non 3. Veuf
5. Niveau d'instruction du chef de famille	1. Primaire 2. Secondaire 3. Supérieur 4. N'a pas fréquenté 5. Autres (Préciser)
6. Niveau d'instruction de la conjointe ou des conjointes	1. Primaire



**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

	<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Secondaire</li> <li>3. Supérieur</li> <li>4. N'a pas fréquenté</li> <li>5. Autres</li> </ul>
7. Activité principale du chef de famille	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Fonctionnaire</li> <li>2. Agent privé</li> <li>3. Commerçant</li> <li>4. Secteur informel</li> <li>5. Agriculteur</li> <li>6. Manœuvre</li> <li>7. Retraité</li> <li>8. Sans emploi</li> <li>9. Gens de maison</li> <li>10. Autres (Préciser)</li> </ul>
8. Activité secondaire du chef de famille	
9. Quel est le mode d'occupation du bâtiment ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Propriétaire</li> <li>2. En location</li> <li>3. En location-vente</li> <li>4. Hébergé</li> <li>5. Autres (Préciser)</li> </ul>
<b>Statut de la famille de l'interviewé</b>	
10. Nombre de ménages dans la concession	
11. Répartition par sexe des occupants de la concession	<p>Masculin :</p> <p>&lt; 5ans            5 – 15 ans            16 – 60 ans</p> <p>&gt; 60 ans</p> <p>Féminin :</p>

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

	< 5ans	5 – 15 ans	16 – 60 ans
	> 60 ans		
12. Quel est approximativement votre revenu mensuel ?	1. 0-25 000	2. 26-50 000	3. 51 000-75 000
	4. 76 000 – 100 000	5. plus de 100 000	
<b>Approvisionnement en eau</b>			
13. A partir de quelle source obtenez-vous l'eau pour :	1. La boisson :	2. La cuisine :	3. La vaisselle :
	4. La lessive :	5. L'hygiène corporelle :	
<b>Quantité d'eau consommée par jour dans le ménage</b>			
14. Avec quels (s) récipient (s) puisez-vous l'eau à partir des différentes sources (l'enquêteur doit se baser sur les réponses de la question n°13)	1. La boisson :	2. La cuisine :	3. La vaisselle :
	4. La lessive :	5. L'hygiène corporelle :	
15. Combien de fois par jour puisez-vous l'eau à partir des différentes sources (l'enquêteur doit se baser sur les réponses de la question n°13)	1. La boisson :	2. La cuisine :	3. La vaisselle :
	4. La lessive :	5. L'hygiène corporelle :	
16. Pendant combien de temps stockez-vous l'eau puisée à partir des différentes sources (l'enquêteur doit se baser sur les réponses de la question n°13)	1. La boisson :	2. La cuisine :	3. La vaisselle :

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

	4. La lessive : 5. L'hygiène corporelle :
<b>Lieu de déversement des eaux grises</b>	
17. Où déversez-vous les eaux grises de la lessive	
18. Où déversez-vous les eaux grises de la vaisselle	
19. Avez-vous une fosse de collecte des eaux grises venant de votre douche	
<b>Quantité d'eau consommée par jour pour la consommation humaine (cuisine) et les autres activités (lessive, vaisselle, hygiène corporelle)</b>	
20. Quel récipient (s) utilisez-vous pour la toilette des hommes (demander à voir le récipient et estimer sa capacité)	
21. Quel récipient (s) utilisez-vous pour la toilette des femmes (demander à voir le récipient et estimer sa capacité)	
22. Avec quel récipient (s) prélevez-vous l'eau pour la toilette des enfants	
23. Avec quel récipient (s) prélevez-vous l'eau pour faire la vaisselle	
24. Combien de fois remplissez-vous le (s) récipient(s) à chaque fois que vous faites la vaisselle.	
25. Avec quel récipient (s) prélevez-vous l'eau pour faire la lessive.	
26. Combien de fois remplissez-vous le (s) récipient(s) à chaque fois que vous faites la lessive.	
<b>Fréquence des différentes activités</b>	

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

27. Combien de fois l'homme fait-il sa toilette par jour.	
28. Combien de fois la femme fait-elle sa toilette par jour.	
29. Combien de fois par jour faites vous la toilette des enfants.	
30. Combien de fois faites-vous la vaisselle par jour.	
31. Combien de fois faites-vous la lessive par semaine ?	
32. Quel (s) est (sont) le(s) jour(s) de lessive.	
<b>Types et quantités de détergents utilisés (savons) pour les différentes activités</b>	
33. Quel (s) type (s) de détergents utilisez-vous pour la vaisselle ?	
34. Quel type de savons utilisez-vous pour la vaisselle ?	
35. Quel (s) type (s) de savons utilisez-vous pour votre hygiène corporelle ?	
36. Utilisez-vous des détergents pour faire votre toilette ?	
37. Quel (s) type de détergent (s) utilisez-vous pour la lessive ?	
38. Quel (s) type (s) de savons utilisez-vous pour la lessive ?	
39. Combien de boules de savon utilisez-vous à chaque fois que vous faites la lessive.	
40. Combien de sachets de détergents en poudre utilisez-vous à chaque fois que vous faites la lessive.	
41. Combien de boules de savons utilisez-vous par semaine pour la toilette.	
42. Combien de boules de savons utilisez-vous par semaine pour la vaisselle (l'enquêteur doit avoir à l'esprit que la même	

**THEME:** Caractérisation quantitative et qualitative des eaux grises en zone péri-urbaine au Burkina Faso: Cas du village Kamboinsé

boule de savon peut être utilisée pour toutes les activités).	
<b>Lieu d'exécution des différentes activités (emplacement du dispositif)</b>	
43. Où faites-vous la vaisselle.	
44. Où faites-vous la lessive.	
45. Où faites vous la toilette des enfants (douche ou dans la cours).	
46. Où aimeriez-vous placer un dispositif de traitement des eaux grises.	
47. Avez-vous une raison particulière.	
48. Avez-vous déjà participé à la réalisation des ouvrages d'assainissement dans votre ménage ?	
49. Pensez-vous à construire de nouveaux ouvrages ?	1. Oui 2. Non Si oui, lesquels et avec quels moyens ?
50. Exercez vous le maraîchage? (si non, vérifier si un autre membre de la famille exerce l'activité)	1. Oui 2. Non Si oui : taille : type de culture :
51. Si oui, seriez-vous prêts à utiliser les eaux grises en maraîchage ?	1. Oui 2. Non Pourquoi ?

Annexe 10 : Prélèvements des échantillons dans le village de Kamboinsé



Annexe11 : Les lieux de rejets des eaux des douches



Annexe12 : Prises des paramètres insitu





Annexe13 : Prises des paramètres in situ

