



**EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX  
LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE DANS LA COMMUNE DE TOMA  
AU BURKINA FASO**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU **DIPLOME D'INGENIEUR 2iE**  
**OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT**

Présenté et soutenu publiquement le 25 Juin 2018 par

**Isabelle DOUMGOUMAI**

**Travaux dirigés par :**

**Pr. Yacouba KONATE**, Enseignant chercheur/Responsable du laboratoire LEHSA à 2iE

**Mme SOME/DAGBA Shurstine**, Conseillère technique au PEA/GIZ

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Héra KAROUI

Membres et correcteurs : Mr. Facia Giraude ADEOSSI

Pr. Yacouba KONATE

Promotion [2016/2017]

## CITATION

*« ...et il m'a dit : ma Grace te suffit, car ma Puissance s'accompli dans la faiblesse. Je me glorifierai donc bien plus volontiers de mes faiblesses, afin que la Puissance de **CHRIST** repose en moi. »*

*2 Corinthiens 12.9*

## **DEDICACE**

**A mes parents**

**Gilbert WELLEME**

**Et**

**Marie Adèle WELLEME Née NGUEZAGUAI**

## **REMERCIEMENTS**

A l'issue de ce travail mes remerciements vont à l'endroit de :

- Professeur Yacouba KONATE encadreur interne, Enseignant-chercheur, responsable du Laboratoire Eau Dépollution, Ecosystème et Santé de 2iE et directeur de mémoire, pour son soutien, sa disponibilité et son encadrement tout au long du stage;
- Monsieur Wilhelm KOHLMUS, maitre de stage, conseiller technique principal au Programme Eau potable et Assainissement à Ouagadougou piloté par l'ONG allemande GIZ, pour l'opportunité qui m'a été donnée de travailler au sein de cette structure ;
- Madame Ida OUANDAOGO, chef du champ d'intervention 3 du programme Eau potable et assainissement/GIZ, pour les efforts fournis et la mise en place des conditions de travail favorable durant le stage ;
- Madame Shurstine SOME/DAGBA, encadreur au sein de la structure d'accueil ; pour sa disponibilité, ses conseils, son encadrement, les connaissances transmises et surtout pour tous les efforts consentis pour l'aboutissement de ce travail ;
- Monsieur Malik GARANE, Maire de la commune de TOMA pour son accueil et sa disponibilité tout au long du stage, que ce temps passé au sein de votre commune contribue à améliorer la gestion de l'assainissement pour lequel vous avez un intérêt particulier ; trouvez satisfaction entre les lignes de ce document ;
- Monsieur Sori ISSOUFOU, Secrétaire Général de la commune de Toma, pour sa disponibilité, l'entretien d'une ambiance conviviale et saine au lieu de travail, son aide dans les moments difficiles et son accompagnement durant le stage ;
- Monsieur NIAMBA Anatole, technicien municipal eau et assainissement de Toma, pour son aide lors des enquête sur le terrain et son encadrement ;
- Monsieur PARE Antoine, 1<sup>er</sup> Adjoint au maire et Monsieur DIE Charles Louwanga 2<sup>ème</sup> adjoint au maire de la commune de Toma, pour leur soutien dans mon travail ;
- mes frères et sœurs LAWAI Marie, TCHIVED Marguerite, GANA Georges, HAIBAI Philippe, KETEKE Jean et BOURGAI Claire pour leur soutien et encouragements dans mon travail ;
- mes coéquipiers, LUKOO Clarisse, ZOHOUN Nic-riabelle, KAJYBWAMI Jean, BANDE Jean Modeste et OUEDRAOGO Serges pour la bonne ambiance de travail et l'entraide durant le stage ;
- tous les étudiants de la promotion 2016-2017 option Eau et Assainissement ;
- le corps enseignant et le personnel administratif de 2iE

## **RESUME**

La gestion des boues de vidange est une problématique d'actualité au Burkina Faso eu égard à la prédominance de l'assainissement autonome marqué particulièrement par une défaillance incontestable dans la collecte et le transport des boues. De ce fait, le circuit actuel des boues de vidange est susceptible d'engendrer des impacts négatifs sur l'environnement et exposer les populations à différents risques sanitaires. La présente étude a pour objectif d'évaluer, à travers des enquêtes de terrain et d'analyses au laboratoire, les risques sanitaires et environnementaux liés à la gestion des boues de vidange en particulier pour l'activité de vidange et du dépotage anarchique dans la ville de Toma et la localité de Koin. Les enquêtes auprès des ménages, des lieux publics et des vidangeurs manuels ont permis d'effectuer le diagnostic sur la gestion des boues, l'évaluation des risques sur la santé et l'environnement par la méthode semi-quantitative. Du diagnostic, il ressort que l'accès aux ouvrages homologués est seulement de 4%. La vidange est manuelle avec une fréquence moyenne de travail pour le vidangeur de dix (10) vidange par mois. Les boues sont majoritairement dépotées près des habitations avant d'être transportées sans traitement dans les champs pour servir d'amendements. Les résultats révèlent que 39% des risques identifiés sont de nature physiques tels que les coupures, les piqûres, les fractures, l'effondrement de la dalle, des murs de la fosse et le manque d'oxygène, 39% des risques sont d'origine biologiques en lien avec les germes pathogènes ingérés causant des maladies telles que l'ascaridiose, la fièvre typhoïde, la diarrhée, l'ankylostomiase et 22% des risques sont d'origine environnementale que sont la pollution de la nappe superficielle et l'augmentation de la salinité des sols au niveau des périmètres amandés. L'étude recommande la mise en place des actions correctives et préventives pour la réduction des risques sanitaires et environnementaux.

**Mots clés** : boues de vidange, risque sanitaire, risque environnemental, Toma, Burkina Faso

## **ABSTRACT**

Faecal sludge management is a current issue in subsaharan Africa countries particularly in Burkina Faso. The intermediate link being the weakest in the management chain as a result, the current sludge is at the origin of many risks to the health and environmental risk associated with faecal sludge management, particularly for the manual emptying and uncontrolled dumping activity in the city of Toma and Koin locality. Surveys of households public place and manual cesspit emptiers made it possible to carry out the diagnosis on the management of sludge, the evaluation of risks on health and environment by the semi-quantitative method. The diagnosis shows that access to approved structures is 4%. Emptying is done manually at an average frequency of ten (10) times per month and the sludge deposited near the houses is then transported in the fields for soil amendment, without conventional treatment. Results reveal that 39% of identified risks are of a physical nature such as cuts, punctures, fractures, slab collapse, pit walls and lack of oxygen, 39% of biological origin linkage with ingested pathogens causing diseases such as typhoid fever, diarrhea, hookworm infection and 22% of environmental hazards such as surface water pollution and increased salinity soils at the level of the almond perimeters. This study recommends the implementation of preventive and corrective actions to reduce the health and environmental risks.

**Keys words** : faecal sludge health risk, environmental risk, Toma, Burkina Faso

## **SIGLES ET ABREVIATIONS**

AA :	Assainissement Autonome
AAE :	Agence Africaine de l'Eau
AMDE :	Analyse des Modes de Défaillances
BV :	Boues de Vidange
CF :	Coliformes Fécaux
DBO <sub>5</sub> :	Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 Jours
DCO :	Demande Chimique en Oxygène
DGAEU :	Direction Générale de l'Assainissement des Eaux Usées
DG-AEUE :	Direction Générale de l'Assainissement des Eaux Usées et Excrétas
DGA :	Direction Générale de l'Assainissement
ONEA :	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
EPI :	Equipements de Protection Individuels
GBV :	Gestion de Boues de Vidange
MEA :	Ministère de l'Eau et de l'Assainissement
MO :	Micro-Organismes
MS :	Matières Sèches
MVS :	Matières Volatiles en Suspension
NTK :	Azote Total Kjeldhal
ODD :	Objectifs Du Développement Durable
OH :	Œufs d'Helminthes
OMD :	Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
ONEA :	Office National de l'Eau et de l'Assainissement
PCD-AEPA :	Plan Communal de Développement Secteur de l'Approvisionnement en Eau Potable et Assainissement
PEA-GIZ :	Programme Eau Potable et Assainissement Piloté par la GIZ
pH :	Potentiel Hydrogène
PMH :	Pompe à Motricité Humaine
PN-AEPA :	Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement
PN-AEUE :	Programme National d'Assainissement des Eaux Usées et Excrétas
PSA :	Plan Stratégique d'Assainissement

PTF :	Partenaires Techniques et Financiers
SAA :	Système d'Assainissement Autonome
SDA :	Service Delivery Assessment
SFD :	Faecal Sludge Diagram
SGBV :	Système de Gestion des Boues de Vidange
STBV :	Station de Traitement des Boues de Vidange
TCMa :	Toilettes à Chasse Mécanique
TCMe :	Toilettes à Chasse Manuelle
VIP :	Ventilated Improve Pit
ZPU :	Zone Péri-Urbaine
ZU :	Zone Urbaine

## **TABLE DES MATIERES**

CITATION .....	i
DEDICACE.....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
RESUME .....	iv
ABSTRACT .....	v
SIGLES ET ABREVIATIONS .....	vi
TABLE DES MATIERES .....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES FIGURES .....	xiii
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>4</b>
I.    ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE .....	4
1.    Dans les pays en voie de développement .....	4
2.    Au Burkina Fao .....	5
3.    Les Acteurs de la gestion des BV .....	5
II.   COMPOSITION DES BOUES DE VIDANGE .....	7
III.  EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX ....	11
1.    Quelques définitions .....	11
2.    Méthodes d’analyse des risques .....	11
2.1.  APR (Analyse Préliminaire des Risques).....	12
2.2.  Méthode HAZOP .....	13
2.3.  What-if ?.....	13
2.4.  L’Evaluation du risque sanitaire : ERM.....	13
2.4.1  Méthode directe : les études épidémiologiques .....	14
2.4.2  Méthode indirecte : Evaluation du Risque Microbien (ERM).....	14
3.    Impacts sur l’environnement .....	15
IV.  TRAITEMENT DES RISQUES .....	16
V.   FACTEURS DE TRANSMISSION ET RESISTANCE DES PATHOGENES.....	16
<b>Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES .....</b>	<b>18</b>
I.    GENERALITES SUR LA ZONE D’ETUDE.....	18
1.    Localisation de la zone d’étude .....	18
2.    Données du milieu physique.....	20

3. Données socio-économiques .....	20
<b>II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....</b>	<b>20</b>
1. DIAGNOSTIC SUR LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE A TOMA.....	20
1.1. Elaboration du cadre logique.....	20
1.2. Revue documentaire .....	20
1.3. Visites d'observation et collecte de données sur le terrain .....	21
1.4. Acteurs intervenant dans la GBV .....	21
1.5. Enquêtes de terrain : questionnaires et entretiens .....	21
1.5.1. Conception des outils d'enquête et de traitement des données.....	21
1.5.2. Les questionnaires.....	21
1.5.3. Les entretiens semi-structurés.....	22
1.6. Caractérisation des boues de vidange.....	22
1.6.1. Echantillonnage.....	22
1.6.2. Critères d'échantillonnage .....	23
1.7. Estimation de la Quantité de boues de vidange.....	23
1.8. Diagramme de flux des matières fécales.....	24
1.9. Détermination de la qualité des Boues de Vidange et des eaux des puits.....	24
2. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX ....	25
2.1. Définition du système et choix de la méthode d'analyse .....	25
2.2. Identification et critères d'évaluation des risques .....	26
2.2.1. Les facteurs clés d'identification des dangers.....	26
2.2.2. Les critères d'évaluation des risques .....	26
2.3. Evaluation de l'exposition environnementale .....	27
2.4. Plan de gestion des risques.....	28
2.5. Limites de l'étude.....	28
<b>Chapitre 3 RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>29</b>
I. DIAGNOSTIC SUR LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE A TOMA .....	29
1. Cartographie des acteurs dans la gestion des boues de vidange à TOMA .....	29
2. Le système de gestion actuel des boues de vidange .....	29
2.1 Maillon amont : stockage/collecte.....	29
2.2. Maillon intermédiaire : vidange/ transport.....	31
2.2.1. La vidange.....	31
2.2.2. Le transport et le dépotage .....	32

2.3. Maillon aval : traitement/valorisation .....	33
3. Caractérisation quantitative des boues .....	38
3.1 Quantification des Boues de Vidange .....	38
3.2 Diagramme de flux des matières fécales :.....	38
4. Caractérisation qualitative des boues .....	39
4.1 Paramètres physiques .....	39
4.2 Paramètres chimiques organiques .....	40
4.3 Paramètres bactériologiques et parasitologiques.....	42
4.4 Les eaux de puits .....	45
<b>II. ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA VIDANGE ET AU DEPOTAGE ANARCHIQUE DES BOUES .....</b>	<b>45</b>
1. Les risques sanitaires .....	45
1.1 Identification des dangers.....	45
1.2. Les Points d'exposition .....	48
2. Les risques de pollution environnementale .....	51
2.1. Identification des sources de pollution.....	51
2.2. Evaluation des voies d'exposition.....	51
3. Evaluation des risques .....	58
<b>III. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES .....</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>62</b>
I. CONCLUSION .....	62
II. RECOMMANDATIONS .....	63
1. La Mairie .....	63
2. Au niveau des ménages .....	63
3. Les vidangeurs manuels.....	64
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>I</b>
1. Cadre logique.....	II
2. Echantillonnage enquête ménage .....	V
3. Répartition des prélèvements par secteur, type d'ouvrage et par zone de résidence. VI	
4. Méthode de prélèvement .....	VIII
5. Dimensions des ouvrages des points de prélèvements des boues .....	IX
6. Cadre règlementaire de la gestion des Boues de Vidange au Burkina Faso.....	X
6.1 Norme en matière de valorisation des boues en agriculture au Burkina .....	X

6.2	Evaluation de la qualité bactériologique de puits et forages .....	XI
7.	Table de calculs .....	XIII
7.1	Résultats des paramètres microbiologiques .....	XIV
7.2	Résultats des paramètres physico-chimiques .....	XVII
8.	Fiches d'enquête .....	XXI
8.1.	Fiche d'enquête ménage .....	XXI
8.2.	Fiche vidangeur manuel .....	XXV
8.3.	Enquête auprès des maraichers .....	XXVIII
8.4.	Enquête des lieux publics .....	XXX
8.5.	Entretien semi-structuré pour la municipalité .....	XXXI

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Principaux agents pathogènes contenus dans les fèces et maladies /symptômes associés ....	7
Tableau 2 : Caractéristiques des boues de vidange dans quelques villes du Burkina Faso .....	9
Tableau 3: Temps de survie de quelque MO à température ambiante <sup>1</sup> .....	16
Tableau 4: Liste des paramètres analysés.....	25
Tableau 5 : Echelle de gravité .....	26
Tableau 6 : Echelle de probabilité .....	27
Tableau 7: Forces et faiblesse du SGBV de Toma.....	35
Tableau 8: Matrice de SFD .....	38
Tableau 9: résultats des paramètres physiques .....	39
Tableau 10: Résultats des paramètres chimiques .....	41
Tableau 11: Résultats des paramètres microbiologiques et parasitologiques.....	42
Tableau 12: Espèces d'helminthes et de protozoaires identifiées .....	43
Tableau 13 : Evaluation de la qualité microbiologique des eaux des puits .....	45
Tableau 14: Points d'exposition/contact à risque et actions de gestion des risques.....	49
Tableau 15 : Risques associés à la contamination fécale de l'eau de boisson.....	52
Tableau 16: Indice de pollution des puits.....	52
Tableau 17:Evaluation semi-quantitative des risques sanitaires et environnementaux.....	53
Tableau 18: Recommandations pour le traitement par stockage d'excrétas et de boues de vidange secs avant utilisation au niveau du ménage ou au niveau municipal .....	59
Tableau 19: Responsabilités des acteurs pour la mise en place du mode de gestion des risques.....	60
Tableau 20: Classement des villages et secteurs par catégorie .....	V
Tableau 22 : répartition des secteurs et village de la commune de Toma en fonction des catégories....	VI
Tableau 22: Normes sur la qualité des métaux lourds présents dans les amendements organiques ou les sous-produits organiques valorisables de l'assainissement des eaux usées et excréta .....	X
Tableau 23: Valeurs limites paramètres globaux de la qualité de rejets des effluents sur les sols.....	X
Tableau 24 : Valeurs limites de quelques paramètres physico-chimiques et bactériologiques .....	XI
Tableau 25: Valeurs guide de la qualité des boues apte à une valorisation agricole (OMS, 1990).....	XI
Tableau 26: Qualité bactériologique de l'eau de boisson .....	XI
Tableau 27 : Risque associé à la contamination fécale de l'eau de boisson (OMS, 1997).....	XII
Tableau 28: Quantité de boues produites .....	XIII
Tableau 30: Résultats coliformes fécaux.....	XIV
Tableau 31: Résultats Escherichia coli.....	XV
Tableau 32: Résultats Streptocoques fécaux .....	XVI

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1 : Types d'assainissement des eaux usées et excréta en Afrique subsaharienne (source : Taweesan et al, 2015) .....	4
Figure 2: Démarche d'analyse des risques (Source : Froquet (2005) .....	12
Figure 3: Localisation de la commune de TOMA.....	18
Figure 4: Ville de Toma .....	19
Figure 5: Village KOIN.....	19
Figure 6: Lieu de défécation.....	30
Figure 7: Typologie des ouvrages existants .....	30
Figure 8: Fréquence de travail du vidangeur.....	32
Figure 9: Lieu de dépotage immédiat .....	32
Figure 10: Dépotage des boues derrière les clôtures .....	33
Figure 11: Diagramme de flux des matières fécales de Toma .....	39
Figure 12: Difficultés rencontrés par les vidangeurs.....	46
Figure 13: Sources d'AEP de la population.....	47
Figure 14 : Disposition des points de dépotage et des puits dans la ville de Toma.....	53
Figure 15: Hiérarchie des risques.....	58

## **INTRODUCTION**

Dans le dernier rapport de l’OMS/UNICEF (2017), 4,5 milliards de personnes dans le monde, soit 60% ne disposent pas de services d’assainissement adéquats dont la majorité est de type autonome. La gestion de ces ouvrages se fait de façon inadéquate car les sous-produits de ceux-ci appelés boues de vidange, ne suivent pas le circuit conventionnel de gestion. Cette réalité s’observe surtout dans les pays en voie de développement du continent (AAE, 2017).

C’est le cas en Afrique subsaharienne où le système d’assainissement autonome est prédominant à 41% en milieu urbain et à 24% en milieu rural (Nakagiri et al. 2016). Les ouvrages de ce type de système génèrent grandes quantités de boues qui après remplissage sont vidangés de façon manuelle ou mécanique. Les sont ensuite déversées dans la nature sans traitement approprié et se retrouvent très souvent dans les plans d’eaux, des cours d’eau et des espaces vides. Les boues de vidange, qui sont des réservoirs de microbes, peuvent se retrouver ainsi à la portée des adultes, des enfants et des animaux avec le risque de se contaminer et de polluer le milieu récepteur. Cette faible qualité de l’hygiène existant dans la plupart des grandes villes africaines pourrait expliquer les taux élevés de cas de maladies liées à l’eau telles que l’ascaridiase, le paludisme, le choléra, la diarrhée, la dysenterie pour ne citer que ceux-ci (Voix d’Afrique, 2017). Selon Barbe et al (2018) 2,6 millions de personnes dans le monde meurent chaque année en raison des maladies liées à l’eau et à un environnement insalubre. Aussi le risque de décès d’un nourrisson par diarrhée est de 500 fois plus élevé en Afrique subsaharienne que dans les pays développés.

Le Burkina Faso n’échappe pas à cette réalité avec un taux d’accès à l’assainissement évalué à seulement 34,2% en milieu urbain et à 12% en milieu rural (DGAEUE, 2016). Face à sa population sans cesse croissante, l’assainissement des villes et des villages du Burkina Faso constitue un problème majeur qui tarde toujours à être solutionné malgré les efforts consentis. Les ouvrages existant au niveau des ménages comme des lieux publics ou communautaires sont mal gérés (Nakagiri et al, 2016). Les boues de vidange sont déversées de façon anarchique et sans traitement préalable à l’intérieur des habitations, dans les espaces publics, et sur les terrains vides aux environs des agglomérations (MEA, 2017). La défécation en plein air reste également une pratique largement répandue dans les villes et les campagnes à travers le pays. Les germes pathogènes et les pollutions contenus dans ces matières sont drainés dans les eaux de surface et la nappe phréatique avec des risques de contamination de l’eau de boisson et des aliments consommés par les populations. De ce constat, la gestion de la filière de l’assainissement des

eaux usées et excréta fait face à de nombreuses insuffisances à corriger sur l'ensemble de la chaîne de service d'assainissement (stockage, collecte, transport, traitement, valorisation). Ces insuffisances sont relatives à la planification, au financement alloué, à l'organisation des acteurs et à la réglementation du secteur. En plus des effets de la croissance démographique exponentielle, la pauvreté qui sévit au sein des populations des différentes régions tend à aggraver la situation. Le classement national met en tête de liste la région de la Boucle du Mouhoun avec un indice de pauvreté égal à 81%, qui n'est pas en reste quant au problème lié à l'assainissement autonome (MEA, 2017).

Il s'avère alors nécessaire pour l'Etat Burkinabé de remédier au problème lié à la gestion des boues de vidange afin d'assurer non seulement la santé des populations mais aussi celle de l'environnement.

Ainsi, dans l'optique d'atteindre d'ici à 2030 les objectifs fixés par le PN-AEUE qu'est d'optimiser la gestion et la valorisation des eaux usées et boues de vidange dans une perspective de protection environnementale et sociale et en accord avec les ODD, l'Etat burkinabé veut se doter de tous les moyens nécessaires et des partenariats internationaux pour relever ce défis. C'est dans ce cadre que s'inscrit le Programme Eau potable et Assainissement (PEA) piloté par la GIZ (organisme agissant dans le cadre du partenariat bilatéral Burkina-Allemagne). L'un des objectifs de ce programme est d'améliorer la capacité des communes à fournir des services urbains de gestion des eaux usées et excréta (Ouandaogo et al, 2016). Ce programme est mis en œuvre dans six communes de trois régions dont celle de la boucle du Mouhoun dans laquelle se trouve la commune de Toma où le taux d'accès à l'assainissement est de seulement 10%.

Le secteur des boues de vidange dans la commune se caractérise essentiellement par le manque d'organisation et de coordination et le manque de cadre réglementaire efficace en plus du constat au niveau national, exposant ainsi les populations à d'énormes risques pour leur santé. Les acteurs primaires de la chaîne, à savoir les ménages et les vidangeurs sont les plus vulnérables de la chaîne d'assainissement.

Cependant, dans l'optique d'atteindre les objectifs établis dans le plan stratégique en matière d'assainissement (PSA), qui est d'assurer un environnement sain pour tous, La mise en place d'un moyen de réduction de risque sur la santé des personnes vulnérables de la chaîne d'assainissement et de l'environnement s'avère nécessaire.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude dont l'objectif général est d'évaluer les risques sanitaires et environnementaux de la gestion des boues de vidange à Toma. De façon spécifique il s'agit de : (i) faire un état des lieux de la gestion des boues de vidange, (ii) identifier

et évaluer les risques sanitaires et environnementaux pour l'activité de vidange et du dépotage anarchique et enfin (iii) proposer des mesures de réduction de risques.

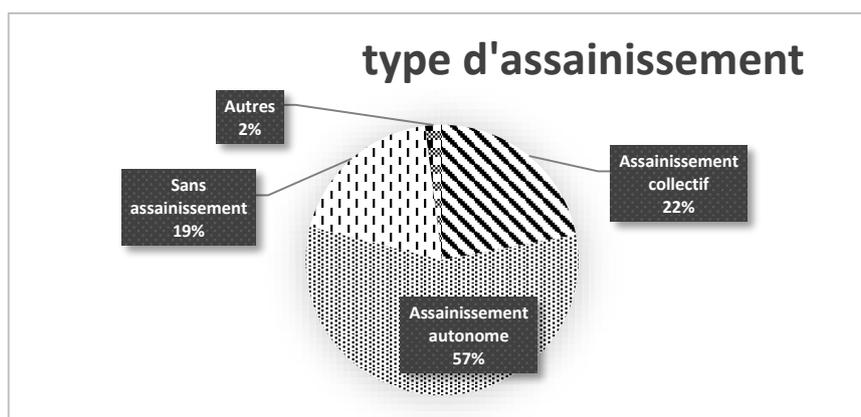
Le présent rapport est une synthèse du travail effectué et des résultats obtenus. Il se présente en trois grandes parties. Après une introduction, suivra une revue bibliographique où est décrit synthétiquement l'état des lieux de la gestion des boues de vidange dans le pays et quelques méthodes d'évaluation des risques sanitaires et environnementaux. La seconde partie donnera une brève description de la zone d'étude et de la méthodologie de l'étude. Les résultats obtenus suivi d'une discussion compteront pour la troisième partie et en fin nous aurons une conclusion qui donne la synthèse de l'ensemble du travail et des recommandations pour la réduction des risques d'améliorations.

## Chapitre 1 REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### I. ETAT DES LIEUX DE LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE

#### 1. Dans les pays en voie de développement

Dans les villes en développement d'Afrique et d'Asie, le système d'assainissement prédominant est de type autonome ou non collectif (Strauss et al, 2006). Près de 65% à 100% des habitations ne sont pas raccordées à un réseau d'évacuation. De faibles superficies sont munies d'un système d'égouts et se situe au centre-ville, pour la collecte des eaux usées et excréta des bâtiments administratifs et publics. Pour les ménages les technologies couramment utilisées sont fonction des revenus, de la convenance et du niveau de satisfaction. Parmi les installations d'assainissement les plus répandus on retrouve les fosses septiques et les latrines. Le mode de gestion dans l'ensemble est non contrôlé car les boues issues de ses installations sont déversées dans la nature (cours d'eau ou à proximité des habitations) et dans des sites non autorisés sans traitement au préalable (Taweesan et al, 2015). La figure 1 présente les modes d'assainissement existant en Afrique subsaharienne.



**Figure 1** : Types d'assainissement des eaux usées et excréta en Afrique subsaharienne  
(source : Taweesan et al, 2015)

Selon l'UNICEF (2015), d'énormes progrès ont été faits en ce qui concerne l'approvisionnement en eau potable et l'accès à l'assainissement dans le monde à travers les objectifs du millénaire pour le développement. Ces deux dernières décennies plus de deux milliards de personnes ont eu accès à des sources d'eau potable et des installations d'assainissement améliorées. Cependant il existe une inégalité significative entre les zones urbaines et rurales. Particulièrement en Afrique Sub-saharienne où ce taux est de 90% de la population en zone urbaine tandis qu'en zone rurale ce taux est quasi nul. Il faut également noter qu'en zone rurale plus de 60% des habitants pratiquent la défécation à l'air libre.

## **2. Au Burkina Fao**

Selon le Programme National-AEUE, le taux d'accès à l'assainissement en milieu urbain est de 34,2% et le système le plus répandu est du type autonome/individuel (DGAEUE, 2016). Les ouvrages communs d'assainissement autonome sont les fosses septiques (1,6%), les latrines améliorées telles que les SanPlat (0,9%), EcoSan (0,4%) et les latrines VIP (1,4%), les TCM (0,4%), les latrines traditionnelles (32,2%) et un taux de défécation en plein air de 63% (MEA, 2017). La vidange et le transport sont assurés par des particuliers organisés en association ou non, agissant en général dans le secteur informel (Derabe, 2009). Dans les villes où la vidange mécanique est présente de façon significative (Ouagadougou, Bobo Dioulasso,) l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement l'ONEA en collaboration avec ses partenaires techniques et financiers a construit des stations d'épuration servant de lieux de dépotage et de traitement des boues de vidange. Les filières de traitement rencontrées sont en majorité des lits de séchage combinés à des bassins de lagunage à microphytes pour le traitement du percolât.

## **3. Les Acteurs de la gestion des BV**

Le cadre institutionnel du secteur eau et assainissement au Burkina intègre tous les acteurs. Il est constitué d'organes étatiques (ministères et directions), privés (associations et ONG), de la population, des partenaires techniques et financiers et des agences gouvernementales. Cependant, dès la mise en application du décret N°2009 107/PRES/PM/MATD/MAHRH/MEF/MFPRE portant transfert des compétences et des ressources de l'Etat aux communes dans les domaines de l'AEPA, il revient à ces derniers d'assurer la mise en place, la gestion et la rentabilité des systèmes d'assainissement durables. Les autorités municipales en concertation avec tous les acteurs se chargent de la prise de décision et veillent à la mise en place d'un système de gestion adéquat. Elles travaillent en collaboration avec les ménages, les vidangeurs, les agriculteurs, l'ONEA, les ONG, les organes déconcentrés. Les rôles de chacun de ses acteurs tels que définis suivant le PCD-AEPA sont :

- **Les ménages** : ce sont les producteurs des boues et dans certains cas on y rencontre des agriculteurs. Les boues vidangées au niveau des ménages sont collectées par les vidangeurs manuels, et transportées jusqu'à un site qui peut être le champ du propriétaire du ménage ou un site de dépotage autorisé. La quantité de boues exploitable est fonction de la technologie de stockage utilisée et augmente avec la taille de la population. Les ménages représentent la tête de fil de la chaîne de gestion des BV, ils interviennent dans le maillon amont ;

- **Les vidangeurs** : Ils représentent ceux qui se chargent de la vidange et du transport des boues recueillies au niveau des ménages et des lieux publics. Pouvant s'identifier à des vidangeurs manuels ou mécaniques suivant le mode de vidange utilisé, leur implication dans la chaîne de gestion est capitale si celle-ci se veut durable. Ceci est dû au fait qu'ils interviennent dans le maillon intermédiaire qui représente le maillon faible de la chaîne de gestion. Un système organisationnel adéquat à ce niveau réduirait considérablement les difficultés dans le circuit de gestion, car dans la plupart des communes où on retrouve plus des vidangeurs manuels, ces derniers exercent dans des conditions difficiles (risque sur la santé, manque d'équipement de travail) parfois sans appui de la municipalité ;
- **Les agriculteurs (maraichers)** : Ce sont les consommateurs du produit final, issu de la valorisation des boues sous forme de compost. Ils sont le plus souvent organisés en groupement et associations et se retrouvent dans le maillon aval de la chaîne ;
- **Les maçons** : répartis en deux groupes. Il s'agit de ceux qui conçoivent les pièces détachés (préfabriquants) et ceux qui montent l'ouvrage. Les premiers se chargent de concevoir des pièces servant à la construction des toilettes (dalle de défécation, briques) fait par le second groupe. Ils interviennent dans le maillon amont du système.
- **Office national de l'eau et de l'assainissement (ONEA)** : Il intervient en milieu urbain dans l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement. L'ONEA assure aussi la collecte et la gestion d'une taxe d'assainissement lui permettant de financer les activités de planification et les installations d'assainissement collectif et autonome ainsi que la gestion des stations de traitement des boues de vidange ;
- **Les ONG et associations** : Elles sont en général actives dans le marketing social (sensibilisation des populations aux pratiques d'hygiène) et la promotion des technologies alternatives à faible coût. Compétentes dans la réalisation des ouvrages, les prestations de services, les prestations d'études, d'appui-conseil et de formation, elles bénéficient de concessions ou de marchés sur commande des ministères, des institutions sous tutelle ministérielle et des communes. Parmi les ONG se trouve également les partenaires techniques et financiers. Ils interviennent sur le plan technique et financier dans une localité et contribuent à la mise en œuvre de la politique et stratégie d'assainissement à travers des programmes et projets (Eau Vive, 2010) ;

- **Les ministères** : Ils ont pour rôle d'élaborer les politiques et la réglementation en matière d'assainissement (cadre institutionnel, objectifs et stratégies, instruments et mécanismes financiers). Il s'agit du ministère de l'eau et de l'assainissement et du ministère de la santé ; (Koanda 2006b) ;
- **Les organes déconcentrés** : ils représentent les ministères au niveau régional. Leur rôle est de mettre en exécution les politiques et de veiller à l'application de la réglementation en matière d'eau et d'assainissement ;

## **II. COMPOSITION DES BOUES DE VIDANGE**

Plusieurs facteurs sont à l'origine de la qualité des boues contenue dans une fosse. Une comparaison faite entre les eaux usées et les boues de vidange par Koné et Strauss en 2004 montre une variabilité significatives. Dans le même ordre d'idée, Strauss (2006) ; Liénard et al. (2008) et LETAH NZOUEBET (2014) ont montré que la qualité des boues de vidange est influencée par plusieurs paramètres que sont : la durée de stockage (de quelques mois à quelques années), la température, l'infiltration d'eau souterraine, le type d'installation et ses performances épuratoires, la composition des boues de vidange (présence ou non des graisses, des déchets alimentaires, des solides non biodégradables, des détergents, ...), la technologie et le mode de vidange. En général, les boues sont stabilisées quand elles sont stockées pendant de longues périodes dans des ouvrages domestiques (latrines, fosses septique). Dans ces milieux (fosses) se développent plusieurs micros et macro organismes et sont le siège de plusieurs polluants chimiques. Pour ce qui est des micro-organismes, leur diversité est aussi grande que leur caractère dangereux pour la santé. Il s'agit des bactéries, des protozoaires, des virus et des helminthes (tableau 1) (Koné 2006a). Parmi les bactéries pathogènes, celles dites entériques sont les plus abondantes, particulièrement dans les villes urbaines et péri urbaines des pays en voie de développement tel que le Burkina Faso. Elles sont responsables des épidémies de typhoïde, choléra et shigellose fréquemment enregistrées dans ces zones (OMS, 2006). Le tableau 1 donne à titre illustratif, les principaux agents pathogènes contenus dans les fèces.

Strauss (2006) donne des valeurs de pollution de quelques paramètres (organique et chimique), excrétées par jour et estimées pour une production de 0,15L à 0,2 L de boues par jour (dans des latrines à fosse sous climat soudano-sahélien) de 8 g de DBO, 90 g de MS et 5g de NTK .

**Tableau 1: Principaux agents pathogènes contenus dans les fèces et maladies /symptômes associés**

Groupes de microorganismes	Pathogène	Maladies
Bactéries	<i>Aeromonas spp</i>	Entérite
	<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	Campylobactériose-diarrhée, crampes, douleurs abdominales, fièvre nausée, arthrite, syndrome de Guillain-barré
	<i>Escherichia coli</i> (EIEC, EPEC, ETEC, EHEC)	Entérite
	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Entérite
	<i>salmonella typhi/paratyphi</i>	Fièvre typhoïde/paratyphoïde- maux de tête, fièvre, malaise, anorexie, bradycardie, splénomégalie, toux
	<i>Salmonella spp</i>	Salmonellose-diarrhée, fièvre, crampes abdominales
	<i>Shigella spp</i>	Shigellose- dysentérie (diarrhée sanglante), vomissements, crampes, fièvre, syndrome de Reiter
	<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera- diarrhée aqueuse, létale dans certains cas
	<i>Yersina spp</i>	Yersiniose- fièvre, douleur abdominale, diarrhée, douleurs articulaires, rash
Virus	Adénovirus entériques 40 et 41	Entérite
	Astrovirus	Entérite
	Calicivirus (norovirus, notamment)	Entérite
	Coxsackievirus	Divers : affection respiratoire, entérite, méningite virale
	Echovirus	Méningite aseptique, encéphalite, souvent asymptomatique
	Entérovirus types 68 - 71	Méningite, encéphalite, paralysie
	Virus de l'hépatite A	Hépatite – fièvre, malaise, anorexie, nausée, gêne abdominale, ictère
	Virus de l'hépatite E	Hépatite
	Poliovirus	Poliomyélite – souvent asymptomatique, fièvre, nausée, vomissement, maux de tête, paralysie
	Rotavirus	Entérite
Protozoaires parasites	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidiose – diarrhée aqueuse, crampes et douleurs abdominales
	<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Souvent asymptomatique, diarrhée, douleur abdominale
	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amibiase – souvent asymptomatique, dysenterie, gêne abdominale, fièvre, frissons
	<i>Giardia intestinalis</i>	Giardiase – diarrhée, crampes abdominales, malaise, perte de poids

Helminthes	<i>Ascaris lumbricoides</i> (vers rond)	Ascariadiase – généralement a <sup>-</sup> ou paucisymptomatique respiration sifflante, toux, fièvre, entérite, éosinophilie pulmonaire
	<i>Taenia solium/ saginata</i> (ver plat)	Taeniase
	<i>Trichirus trichura</i> (trichocéphale)	Trichiuriase – d’asymptomatique (vague détresse du tractus digestif) ç l’émaciation avec peau sèche et diarrhée
	<i>Ancylostoma duodénale/ Necator americanus</i> (ver à crochets)	Prurit, rash, toux, anémie, déficience protéique
	<i>Schistosoma spp.</i> (douve)	Schistosomiase, bilharziose

Source : (Kouawa 2016)

Un aperçu assez clair de la composition des boues dans le contexte national est donné par les résultats des travaux présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2 : Caractéristiques des boues de vidange dans quelques villes du Burkina Faso**

Villes	Ouagadougou	Dori		Fada N’gourma		Ouahigouya
Références	(Tadjouwa, 2016)	(Tsioba, 2010)		(Dérabe, 2009)		(DIAGNE, s. d.)
Provenance des boues	Fosses étanches	Latrines Traditionnelles	Fosses étanches (VIP, fosses septiques)	Latrines Traditionnelles	Fosses étanches (VIP, septique)	Fosses étanches (VIP, septique)
Conductivité (mS/cm)	6,7	5,3175	7,48	/	1.36	/
Ph	8,6	7,5175	6,61	/	6.86	/
BDO <sub>5</sub> (mg / l O <sub>2</sub> )	/	4662,5	ND	830	67.5	7600
DCO (mg / l O <sub>2</sub> )	3157	16230	18197,533	6608	8000	49000
MES (mg/l)	2676	15,935	3,963	/	6.67	1460
MS (mg/l)	6233	/	/	/	/	52000
MVS	53%	/	/	/	/	68
Nitrate (mg/l)	115	4,54075	11,501	7	6.35	105
Orthophosphate (mg/l)	54	5,925	26,067	30	26.7	/
Coliformes thermo	1,15.10 <sup>5</sup>	127,75	123,333	/	9.5.10 <sup>5</sup>	/

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE  
DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

tolérants (UFC /ml)						
E. coli (UFC/ml)	/	10,25	13,667	/	$9.5.10^5$	/
Parasitologie (Ascaris lombricoïdes )	310	240	460	/	/	/

### **III. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX**

#### **1. Quelques définitions**

**Le risque** peut être défini de plusieurs manières. C'est un événement indésirable susceptible de se produire, la cause d'un événement indésirable susceptible de se produire, la probabilité d'apparition d'un événement indésirable (Kermisch, 2017) ou encore la probabilité de survenue d'un événement ayant un impact négatif (OMS, 2006). IL prend en compte la probabilité d'occurrence et la gravité situées au centre d'un danger. Selon le guide ISO/CEI 51, le risque désigne la combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité.

**Le danger** : Selon INERIS (2006) le danger est une propriété intrinsèque d'une substance ou d'une situation physique de pouvoir provoquer des dommages pour la santé humaine et l'environnement.

**L'évaluation des risques** vise à spécifier les conditions ou les événements potentiels susceptibles d'avoir un impact sur l'atteinte des objectifs fixés (Andrianisa, 2015). C'est une étape qui permet de classer les risques de la façon la plus objective possible par ordre d'importance afin de prioriser les actions de prévention (Asstsas, 2015).

**La vulnérabilité** renvoie à une faiblesse, une déficience, un manque, une grande sensibilité spécifique à partir desquels l'intégrité d'un être, d'un lieu ou d'une installation se trouve menacée d'être détruite, diminuée ou altérée (Ollierou et Quantinet, 2004).

**La Gestion des risques** est un système ordonné permettant de traiter l'incertitude d'un événement futur susceptible de provoquer des conséquences fâcheuses à l'homme, l'environnement et aux biens. C'est aussi une approche systémique et impliquant une pratique managériale pour limiter les dommages et les pertes potentiels sur l'homme et l'environnement (UNISDR, 2009).

#### **2. Méthodes d'analyse des risques**

Il existe plusieurs méthodes d'analyse des risques, rassemblées en deux grands groupes. La méthode déductive (des effets vers les causes) où l'on retrouve l'arbre des causes et la méthode inductive (des causes vers les effets) qui comprend des méthodes telles que l'APR (analyse préliminaire des risques), l'arbre à conséquence, AMDE/AMDEC (analyse des modes de défaillances et de leurs effets et criticité), HAZOP (HaZard and Opérability), le Nœud papillon et la méthode MADS-MOSAR (méthode organisée systémique d'analyse des risques) (Bounie, 2004). Selon le guide de sélection des méthodes d'analyse des risques, les méthodes

APR et What -if, dérivée de la méthode HAZOP sont celles couramment utilisées pour les programmes de recherche et développement ainsi qu'en ingénierie. En plus de ces méthodes appropriées pour l'évaluation des risques chimiques, il existe d'autres approches, élaborées pour l'analyse des risques biologiques. Il s'agit de l'ERM (évaluation du risque microbien).

De façon générale l'ensemble des méthodes d'analyse des risques se fonde sur la méthodologie d'analyse présentée par la figure 2.

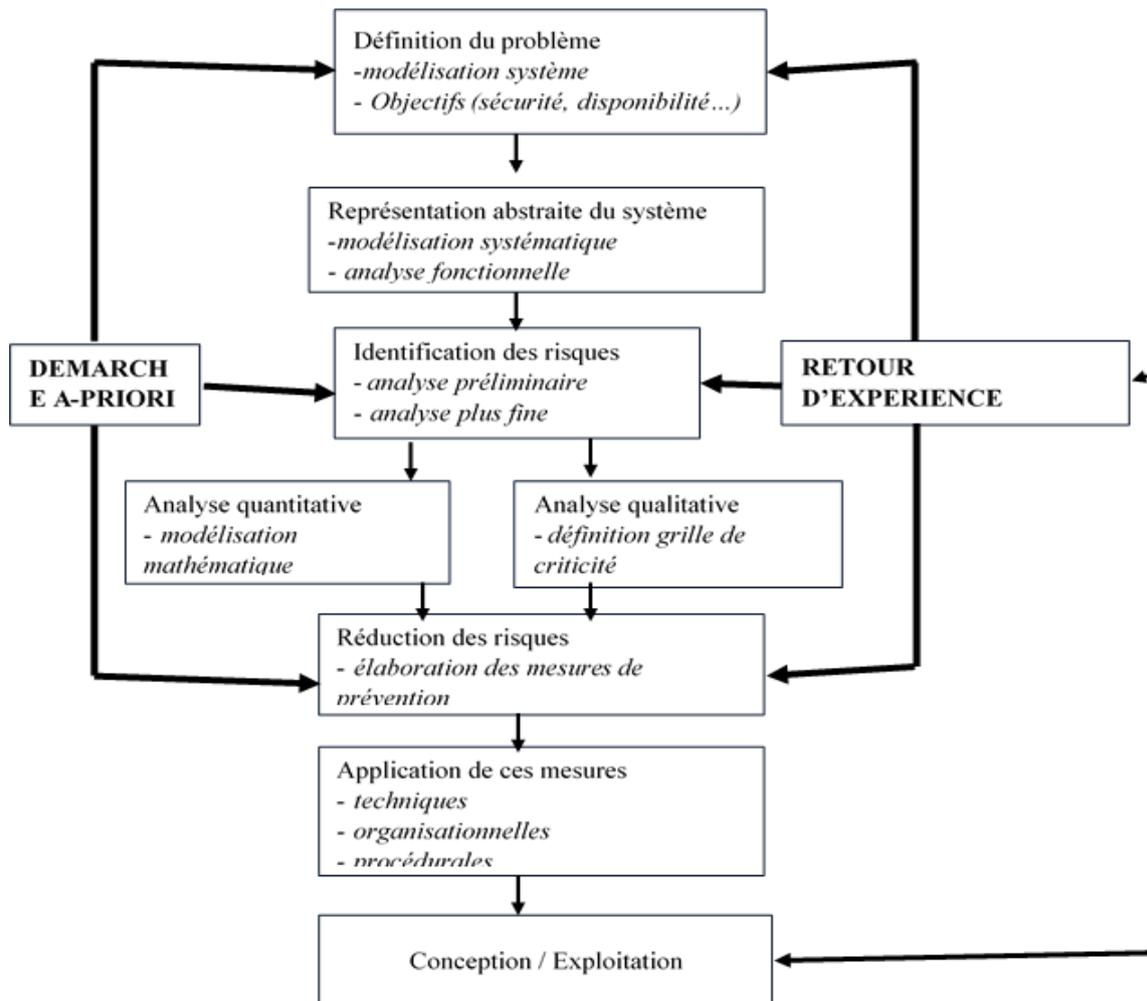


Figure 2: Démarche d'analyse des risques (Source : Froquet (2005))

### 2.1. APR (Analyse Préliminaire des Risques)

Elle consiste à identifier les divers éléments dangereux présents dans le système étudié. Elle examine pour chacun d'eux comment il pourrait conduire à un accident plus ou moins grave, suite à un évènement initiant une situation potentiellement dangereuse (Bounie, 2004). Elle est appropriée pour l'identification des risques au stade préliminaire de la conception d'un projet.

Son principe méthodologique s'articule sur l'identification des éléments dangereux de l'installation/ du système. Ces éléments dangereux désignent le plus souvent : des substances ou préparations dangereuses, que ce soit sous forme de matières premières, de produits finis ; des équipements dangereux comme par exemple des stockages, zones de réception, expédition... ou des opérations dangereuses associées au procédé ; l'identification d'une ou des situations de dangers, la détermination des causes et conséquences des situations de dangers et identifier les systèmes de sécurité existants (Andrianisa, 2015).

## **2.2. Méthode HAZOP**

La méthode HAZOP (Hazard and Operability study) a pour objectif l'identification des risques et l'étude de leur prévention / protection, elle permet d'analyser en détail et de façon systématique une installation, un mode opératoire ou des procédures. Elle est centrée sur les flux échangés entre les composantes du système. Elle étudie également l'ensemble des déviations d'un flux en se basant sur les types de déviations et analyse les causes et les effets de ces déviations sur le système (Froquet, 2005). Son application suit une procédure semblable à celle de l'AMDE, ne considère plus les modes de défaillances, mais plutôt les dérives potentielles des principaux paramètres. Son principe s'intéresse à ce qu'on appelle points d'étude, qui sont de deux types : Les éléments ou sections du procédé et les étapes du mode opératoire. Pour chaque point d'étude/partie constitutive du système, la génération des dérives est effectuée par une liste de mots clés pour construire toute les déviations possibles et examiner celles entraînant des risques.

## **2.3. What-if ?**

C'est une méthode dérivée de l'HAZOP, dont l'analyse des événements est moins profonde, elle analyse les conséquences sans les causes, mais prévoit des actions d'amélioration. La génération des dérives se fait par une succession de questions sous la forme « que se passe-t-il si tel paramètre ou le fonctionnement de tel composante diffère de celui normalement prévu ? ». L'identification des composantes ou des paramètres est libre et ne tient pas compte des listes guides.

## **2.4. L'Evaluation du risque sanitaire : ERM**

### **Cadre de STOCKHOLM**

Ce cadre invite tous les états à considérer dans l'évaluation des risques sanitaires liés à la réutilisation des eaux usées et excréta (EMR), le contexte social, culturel, économique et environnemental existant. Cette approche doit être considérée en amont de toute démarche conduisant à la définition d'objectifs sanitaires et de valeurs guides, de principales démarches de préventions à mettre en œuvre, d'évaluation de l'impact de ces démarches conjointes sur la santé publiques (OMS, 2006).

L'évaluation du risque microbien (ERM) est une technique développée à la base pour évaluer la sécurité sanitaire de l'eau de boisson et des aliments. L'OMS définit deux méthodes d'évaluation du risque sanitaire : la méthode directe, basée sur les études épidémiologiques de la zone et la méthode indirecte appelé l'évaluation du risque microbien (ERM).

#### **2.4.1 Méthode directe : les études épidémiologiques**

L'évaluation des risques sur la santé se fait en comparant le niveau d'impact des maladies sur la population vulnérable avec celle de la population dont le niveau d'assainissement est acceptable. Elle nécessite des informations liées à la prévalence de certaines maladies dans la zone. La différence d'impact de ces maladies peut être appréciée à travers des pratiques hygiéniques, à l'utilisation des boues de vidange et des eaux usées, ainsi qu'à travers des considérations et du niveau de vie socio-économique des deux populations.

#### **2.4.2 Méthode indirecte : Evaluation du Risque Microbien (ERM)**

Cette méthode compte trois types d'évaluation des risques : l'ERM qualitative, l'ERM semi-quantitative et l'ERM quantitative.

##### **❖ L'ERM qualitative**

Elle est peut être utilisée lorsque des données numériques sont inadéquates, indisponibles ou lorsque les ressources disponibles et le temps (expertise et budget) sont limités (Radu, 2009) . C'est un outil généralement suffisant d'aide à la décision et est le type d'ERM le plus souvent pratiqué. Elle présente les résultats sous forme descriptive ou catégorielle en utilisant les termes de risque de niveau élevé, moyen, modéré, négligeable ou encore dans une classification acceptable ou inacceptable du risque. Cette méthode donne une appréciation subjective du risque. Lorsqu'un risque est identifié comme étant élevé ou inacceptable, des mesures de réduction doivent être proposées et peuvent faire l'objet d'amples examinations à travers les méthodes semi-quantitative ou quantitative.

##### **❖ L'ERM semi-quantitative**

La méthode semi-quantitative est utilisée dans la description du risque à une échelle relative. Elle permet la hiérarchisation d'un risque sans passer par les calculs numériques fastidieux d'une évaluation quantitative du risque microbien (EQRМ). Différentes échelles peuvent être utilisées pour caractériser la vraisemblance des impacts et leurs conséquences. L'objectif est de développer une hiérarchisation des risques au lieu d'une estimation numérique, en reflétant l'ordre du risque sans considérer la relation existant entre un risque et un autre (Radu, 2009).

Cette approche permet de classer les actions de réduction des risques pour des décisions relatives aux ressources et aux actions (financement, ressource humaine) (De Giudici et al.,. La combinaison de l'ERM semi-quantitative et qualitative applicable dans plusieurs domaines, combine les avantages de chacun et réduit leurs inconvénients. Elle décrit le risque suivant une échelle de probabilité dont la cotation va de 0,1 à 1 (soit 0,1- improbable ; 0,5- probable ; 1-très probable) et une échelle d'impact notée de 10 à 100 (soit 10-faible ; 50-moderé : 100-fort).

#### ❖ L'ERM quantitative (EORM)

Cette méthode permet d'évaluer le risque d'atteinte d'une maladie ou d'une infection sur la santé humaine sur la base de la densité des certains pathogènes précis, l'estimation ou la mesure du taux d'ingestion et des modèles appropriés de dose-réponse de la population exposée. Cette méthodologie est inspirée de l'évaluation des risques chimique. Etant donné la complexité du risque biologique ayant de multiples spécificités, il est difficile de faire une simple transposition de la méthodologie du domaine chimique au domaine biologique. L'évaluation par cette approche se fait en quatre principales étapes : L'identification du danger, la caractérisation des dangers, l'estimation de l'exposition et la caractérisation du risque ( De Giudici et al, 2013).

### **3. Impacts sur l'environnement**

La présence des boues de vidange dans l'environnement pose des problèmes de pollution olfactive, visuelle mais surtout la contamination du sol, des ressources en eau superficielle, et des nappes d'eau souterraine et par les agents pathogènes et les substances chimiques. Ceci lorsque la capacité d'infiltration du sol est élevée et le temps d'injection plus ou moins long. L'évaluation de l'exposition environnementale permet de répertorier les dangers présents dans l'environnement et d'évaluer les voies d'expositions et de transmissions existantes pour les populations humaines (OMS, 2012). OMS (2006) identifie comme principales

substances polluantes provenant des excréta, les nutriments et les sels. Ainsi pour des boues avec des conductivités  $> 3\text{mS/}$ , les sols amendés peuvent avoir des problèmes de salinité (Kouawa 2016).

#### **IV. TRAITEMENT DES RISQUES**

Il existe quatre catégories de traitement des risques à savoir : l'évitement, la réduction, le partage et l'acceptation. L'application de l'évitement vise à l'issue de l'analyse des risques de cesser toute activité à l'origine du risque. La conséquence est l'interruption de la ligne d'un produit. La réduction consiste à prendre des mesures pour réduire la probabilité et/ou l'impact du risque. Le partage est une option similaire à la réduction mais la diminution de la probabilité ou l'impact du risque se fait en partageant le risque avec des entités externes au système. Enfin, l'acceptation est un mode de traitement du risque dont le principe consiste à ne prendre aucune mesure pour modifier la probabilité d'occurrence et l'impact du risque (Andrianisa, 2015).

#### **V. FACTEURS DE TRANSMISSION ET RESISTANCE DES PATHOGENES**

L'OMS (2006) définit plusieurs facteurs influençant la probabilité de transmission des pathogènes contenus dans les boues de vidange (BV). Il s'agit de :

- les habitudes des ménages en matière d'hygiène ;
- les caractéristiques épidémiologiques propres à la zone (incluant la dose d'infection, le temps de latence, les hôtes primaires et intermédiaires),
- la persistance des pathogènes dans l'environnement, hors du corps humain (dans certains cas sa croissance)
- la sensibilité relative des pathogènes aux différentes techniques de traitement
- la gestion des mesures de contrôle.

Kouawa (2016) identifie comme principales voies de contamination de la santé, en lien avec une mauvaise gestion des boues de vidange le contact cutané, l'ingestion et les porteurs intermédiaires. Pour ce qui est de la pollution du milieu récepteur les modes de transferts sont l'infiltration et le ruissellement. Dans le milieu naturel, le temps de survie des micro-organismes (MO) varie. Il est fonction des caractéristiques intrinsèques du germe et celles du milieu où il se trouve. Le tableau 3 donne le temps de survie moyen de quelques agents pathogènes contenu dans les boues de vidange suivant la température du milieu ambiant.

**Tableau 3: Temps de survie de quelque MO à température ambiante<sup>1</sup>**

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE  
DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

Organisme	En région tropicale (20-30°C) en jr	En région tempérée (10-15°C) en jr
Virus	< 100	< 20
<b>Bactéries</b>		
-Salmonelle	< 100	< 30
-Vibron cholérique	< 30	< 5
-Coliformes fécaux <sup>2</sup>	< 150	< 50
<b>Protozoaires</b>		
-kystes amibiens	<30	< 15
<b>Helminthes</b>		
-Œufs d'Ascaris	2-3 ans	10-12 mois
-Œufs de Ténia	12 mois	6 mois
1 Les périodes de survie sont plus courtes lorsque les BV sont exposées au soleil		
2 Les coliformes fécaux sont des bactéries de l'intestin humain et utilisés comme indicateurs de pathogènes excrétés		

(Source : Doulaye, 2006)

## Chapitre 2 MATERIELS ET METHODES

### I. GENERALITES SUR LA ZONE D'ETUDE

#### 1. Localisation de la zone d'étude

La commune de Toma, chef-lieu de la province du Nayala, dans la région de la Boucle du Mouhoun (confer figure 3) s'étend entre le 02°45' et le 3°30' de longitude Ouest et 12°20' et 12°55' de latitude Nord. Elle compte 8 secteurs (en zone urbaine) et 16 villages (semi-urbains et ruraux). Les zones étudiées dans ce travail sont les parties urbaine et péri urbaine de la commune à savoir la ville de TOMA (zone urbaine) (figure 4) et le village de KOIN (zone péri-urbaine) (figure 5) situé à 10km de la ville. La figure 4 présente les différents secteurs de la ville de Toma et la figure 5 présente la localité de Koin.

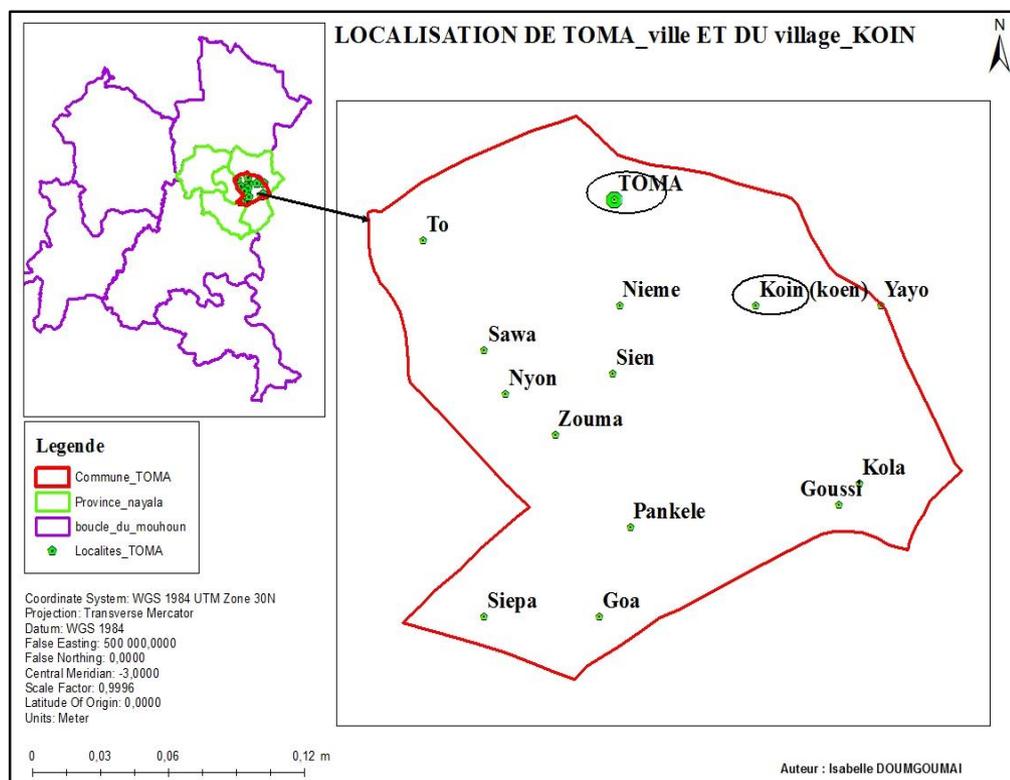


Figure 3: Localisation de la commune de TOMA

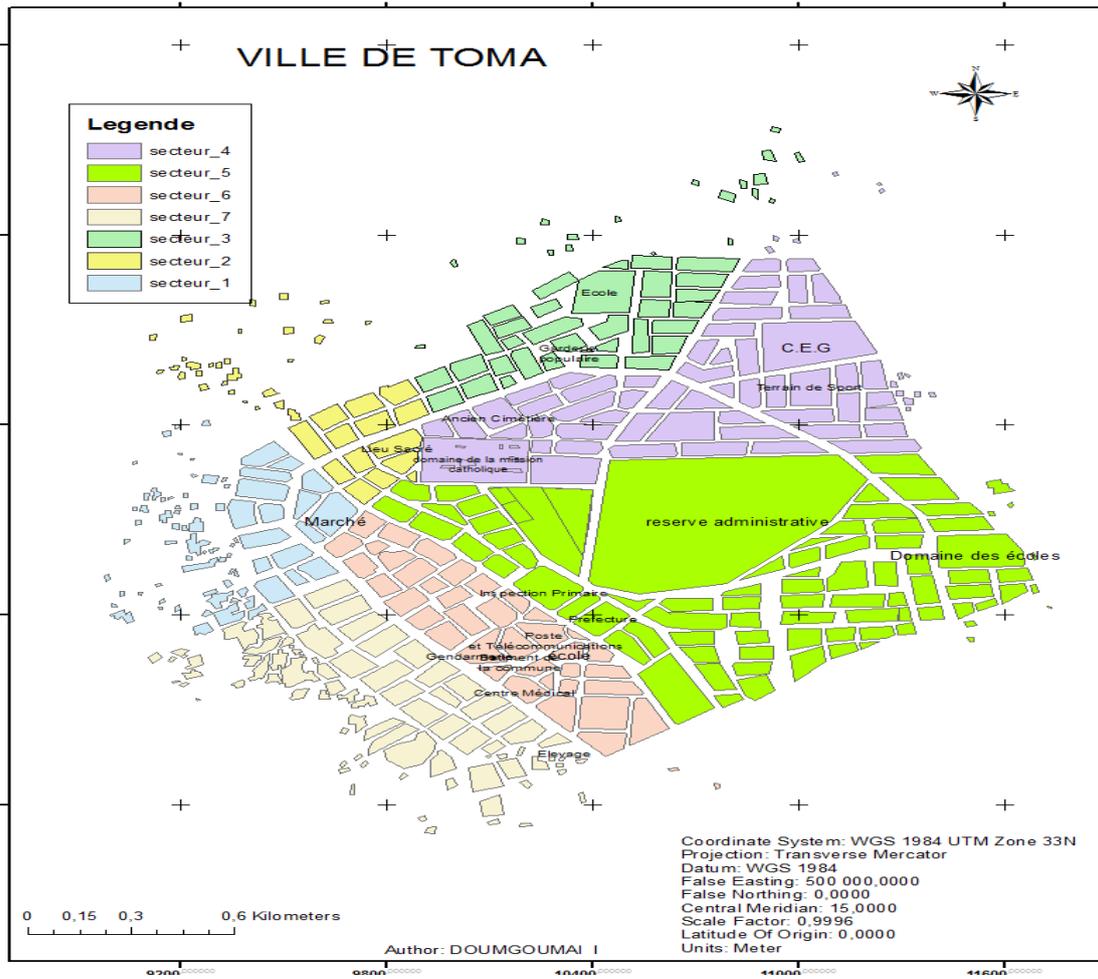


Figure 4: Ville de Toma



Figure 5: Village KOIN

## **2. Données du milieu physique**

Les formations géologiques de la zone d'étude sont de nature latéritique et le sol sablo-argileux d'apport alluvial. Sur les plateaux latéritiques les sols sont gravillonnaires et seulement 50% des sols sont fertiles. Les altitudes varient de 280 m à 290 m du Sud au Nord. Pour ce qui est des bas-fonds, la ville de Toma dispose d'une superficie de 15,15 ha à aménager. La perméabilité des sols varie de  $5.10^{-4}$  à  $10^{-4}$  m/s (PCD-AEPA, 2013).

## **3. Données socio-économiques**

### **a) Démographie**

La dynamique de la population entre 2006 et 2017 est estimée en utilisant le taux de croissance de la province du Nayala qui est de 1,8%. Elle passe de 2825 habitants en 2006 à 19364 habitants en 2017. La taille moyenne d'un ménage est de six (6) habitants. En 2017, la zone urbaine compte 15089 habitants et la zone péri-urbaine 4275 habitants (PCD-AEPA, 2013).

### **b) Activités socio-économiques**

Selon le PCD-AEPA (2013), les principales activités des populations de Toma sont l'agriculture, l'élevage et le commerce et les agents du service public. L'agriculture et l'élevage sont les activités les plus pratiquées (66%) suivies des services publics (8%) et du commerce (4%). Les cultures pratiquées sont de types céréalières (maïs, mil, le riz, sorgho), vivrières et des cultures de rente. La superficie totale des terres cultivées est de **18.870,25 ha** en 2016.

## **II. METHODOLOGIE DE L'ETUDE**

### **1. DIAGNOSTIC SUR LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE A TOMA**

#### **1.1. Elaboration du cadre logique**

La formulation du cadre logique en annexe 1 représente le point de départ de notre travail. Il résume les objectifs, les moyens et méthodes qui ont servi pour l'obtention des résultats.

#### **1.2. Revue documentaire**

Des recherches à l'aide d'internet ont permis de consulter et collecter plusieurs articles et documents scientifiques en lien avec le sujet traité. La documentation a également été faite au niveau de la GIZ et de la bibliothèque de l'institut 2iE où des mémoires, des articles et des supports de cours ont été exploités.

### **1.3. Visites d'observation et collecte de données sur le terrain**

Plusieurs visites ont été menées au sein de la ville de Toma et de la localité de Koin, certaines pour des observations liées au dépotage anarchique des boues de vidange (annexe 2) et d'autres pour l'identification des sites de maraîchages, de prélèvements d'échantillons de boues et d'eau de puits.

### **1.4. Acteurs intervenant dans la GBV**

L'élaboration de la carte des acteurs intervenant dans le système de GBV s'est faite par la méthode développée par la GIZ, appelée *capacity work*. Elle permet d'identifier et de présenter les acteurs montrant une importance pour la gestion durable des boues de vidange et qui doivent nécessairement être impliqués. Ainsi on retrouve trois catégories d'acteurs :

- **les acteurs clés** : ce sont ceux qui peuvent influencer significativement le système de gestion du fait de leur capacité, savoir ou pouvoir ;
- **les acteurs primaires** : ce sont ceux qui sont immédiatement concernés par le projet ;
- **les acteurs secondaires** : ce sont ceux qui participent indirectement ou temporairement au projet.

Dans ces catégories, il y a des acteurs disposant du droit de véto. Il est accordé aux acteurs dont le soutien et la participation est indispensable pour la réalisation des résultats ou pouvant bloquer complètement le projet.

### **1.5. Enquêtes de terrain : questionnaires et entretiens**

#### ***1.5.1. Conception des outils d'enquête et de traitement des données***

Les outils d'enquêtes utilisés étaient les questionnaires et les entretiens semi structurés. A cet effet, deux logiciels ont permis de concevoir les fiches d'enquêtes utilisées. La conception des fiches d'enquête ménage réalisée en 2016 et pour les lieux publics a été faite à l'aide du logiciel AKVO FLOW et celles adressées aux vidangeurs par le logiciel SPHINX. Les masques de saisie ont ensuite été transférés dans le logiciel Excel pour traitement. Au total 188 ménages et 14 vidangeurs ont été enquêtés.

#### ***1.5.2. Les questionnaires***

Une première vague d'enquête fût adressée aux ménages et aux lieux publics. Elle s'est déroulée du 14 Juin au 09 septembre 2016. Il faut noter que cette enquête avait pour but de répondre à plusieurs questions dont les sujets faisaient référence à l'accès à l'eau potable, à l'assainissement autonome et sa gestion, aux pratiques en matière d'hygiène et de salubrité et aux maladies liées à la qualité de l'eau de consommation. Cependant nous nous limiterons aux informations liées à l'assainissement autonome et plus précisément à la gestion des boues de

vidange. La seconde vague consistait à rencontrer des vidangeurs manuels dans la période du 10 au 12 Mai 2017.

### **Détermination de la taille de l'échantillon**

L'identification des secteurs et villages dans lesquels les enquêtes se sont déroulées s'est fait à partir d'une catégorisation prenant en compte pour les villages, la taille de la population et l'existence ou non de Pompe à Motricité Humaine (PMH/AEP) et pour les secteurs les zones de lotissement et de l'existence du réseau ONEA. Ainsi Le nombre de ménages à enquêter par village/secteur fût déterminé par la formule de Durand (2012) suivante :

$$n = (p^*(1-p) + e^2/z^2) / (e^2/z^2 + p^*(1-p)/N)$$

#### ***1.5.3. Les entretiens semi-structurés***

Plusieurs entretiens se sont tenues dont les répondants étaient :

- Le maire ;
- le responsable de l'ONEA ;
- le président du CVD de KOIN ;
- représentant de la direction de l'agriculture ;
- le président de l'association des vidangeurs manuels (VIMAPRO) de Ouagadougou ;
- directeur provincial des impôts (représentant du cadastre) ;

### **1.6. Caractérisation des boues de vidange**

La caractérisation des boues s'est faite à travers des analyses sur les paramètres microbiologiques et physicochimiques faites au Laboratoire Eau Dépollution Ecosystème et Santé de 2IE durant la période du 28 novembre 2017 au 07 mars 2018.

#### ***1.6.1. Echantillonnage***

Etant donné la variabilité des boues, la représentativité des résultats est effective pour une taille à partir de 30 échantillons (Dipena, 2012). Ne pouvant excéder ce nombre du fait des contraintes financières, 30 échantillons de boues ont été prélevés avec 21 dans les toilettes des ménages et 9 au niveau des toilettes des lieux publics. Afin d'assurer l'homogénéité des échantillons, il est recommandé de faire pour chaque ouvrage au moins trois (3) prélèvements suivant la profondeur. Un premier dans la couche superficielle, le second à mi- profondeur et le dernier provenant du fond de la latrine. Dans le cas où la profondeur de la fosse est inconnue

les prélèvements peuvent se faire à des différences de 0.5 m. Les trois échantillons ponctuels sont ensuite mélangés pour former un seul échantillon composite. Les échantillons ont été collectés dans des flacons en polyéthylène d'1L ensuite conservés dans une enceinte froide (glacière) pendant la période de prélèvement (2 jours).

### **1.6.2. Critères d'échantillonnage**

Des critères ont permis d'identifier les points de prélèvements dans les ménages et les lieux publics. Le critère commun fut l'existence et la fonctionnalité des ouvrages. A cela s'ajoute pour les ménages : la zone de résidence (zone lotie et non lotie), le type d'ouvrage (Latrine Traditionnelle avec dalle, Latrine Traditionnelle sans dalle et latrine VIP) et la localisation du ménage dans la zone inondable ou non. Pour les lieux publics il s'agissait du type de lieux publics et du type d'ouvrage (Latrine traditionnelle T et VIP). Les prélèvements des échantillons d'eau ont été faits dans des puits à proximité des sites de dépôt d'envergure.

La méthodologie utilisée pour le prélèvement est détaillée en annexe 4.

### **1.7. Estimation de la Quantité de boues de vidange**

L'évaluation des quantités de boues produites dans une localité s'appuie sur plusieurs éléments. Ce sont entre autres l'évaluation de la population bénéficiant d'ouvrage d'assainissement autonome, le type d'ouvrage de stockage et la production spécifique de boues par type d'ouvrage pendant une année.

Koanda (2006b) a développé quatre méthodes de quantification des boues. Elles se basent chacune sur un élément spécifique et permettent à la fin d'obtenir des valeurs significatives. Celle utilisée dans ce travail est la méthode 1 basée sur la production spécifique de boues par habitant dont la formule est la suivante :

$$Q = 365 \left[ p_{LS} * \left( \frac{q_{LS}}{1000} \right) \right] \text{ Adaptée car FS=0} \quad \mathbf{Q \text{ (m}^3\text{/an)}}$$

Q : quantité de boues produites (m<sup>3</sup>/an) ; P<sub>LS</sub> : le nombre d'utilisateurs de LS (LT + VIP)

q<sub>LS</sub> : la production spécifique pour les LS estimée à 0,3 litre/hab/jour

Les raisons du choix de cette méthode par rapport aux autres sont que celle-ci permet d'estimer de façon rapide les quantités de boues à évacuer, elle est plus adaptée pour les autorités municipales et nécessitent moins de coût pour sa mise en œuvre que la méthode 2 et

3. Quant à la méthode 4 elle est plus adaptée lorsque la vidange mécanique est importante. Ce qui n'est pas le cas dans notre zone d'étude

### **1.8. Diagramme de flux des matières fécales**

Le *Sludge Flux Diagram* (SFD) ou **diagramme de flux de matière fécale** est un outil d'évaluation des services d'assainissement existant servant à comprendre la situation actuelle. C'est un outil de plaidoyer pouvant être utilisé pour montrer la nécessité d'améliorer les services d'assainissement (Shoebitz et Strande, 2017). La mise en place d'un SFD prend en compte plusieurs éléments, des données d'entrées qui sont entre autres des informations sur le lieu et la population (démographie) concernée (Beaumont, 2015). Son analyse se fait sur la base de :

- **La chaîne de service d'assainissement** : Elle comprend les différentes étapes relatives au cheminement emprunté par les boues de vidange ou les rejets d'égouts provenant d'une part des installations d'assainissement autonome (sur site ou hors site) et d'autres part du réseau d'égouts (Hawkins et al, 2014) ; ceci selon les maillons amont (production/stockage), intermédiaire (vidange et transport) et aval (traitement et valorisation/enfouissement).
- Le second outil d'analyse est le *Service Delivery Assessment Scorecard* (SDA) ou **desserve en service d'assainissement** : Cet outil met en exergue la capacité de l'environnement, les ressources financières et d'autres éléments, nécessaires pour développer de façon durable et adéquate les services de gestion de matières fécales (boues de vidange) et les facteurs intervenants et/ou interagissant avec ses services (Hawkins et al, 2014).

Dans cette étude nous nous limiterons à l'élaboration de la chaîne de service d'assainissement sans évoqué la desserve en service car dans la commune de Toma l'assainissement conventionnel est à un stade primaire.

### **1.9. Détermination de la qualité des Boues de Vidange et des eaux des puits**

Pour la détermination de la composition des boues, des paramètres physiques, chimiques et microbiologiques ont été analysés suivant des méthodes données dans le tableau 4.

**Tableau 4: Liste des paramètres analysés**

<b>Paramètres</b>	<b>Méthode/matériel</b>	<b>Référence de la méthode d'analyse</b>
Ph	multimètre HI 9828	AFNOR 90-008
Conductivité		NF EN 27888
MS, MVS	-	NF T 90-029
DCO	Méthode à petite échelle en tube fermé	Norme ISO 15705
DBO5	Méthode manométrique	NF EN 25 663
TH (dureté totale) : Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	Méthode titrimétrique à l'EDTA.	NF T90-003
K <sup>+</sup>	Méthode titrimétrique	
NTK	méthode après minéralisation au sélénium en milieu acide fort (indice de classement T90110).	NF EN 25663
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Méthode spectrométrique au réactif de Nessler	NF T90-015
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire	Norme ISO 7890-3
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire	NFT EN 26777
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Méthode spectrométrique	HACH 8114
SF	ensemencement sur gélose spécifique Chromocult enterokokkus Agar pour entérocoques	NF EN ISO 7899-2
CF, E coli	ensemencement sur gélose spécifique (chromocult Agar ES)	NF EN ISO 9308- 1
Œufs d'helminthes et kyste de protozoaires	Observation au microscope	Méthode de Bailenger modifié par Bouhoum et Schwartzbrod -

## 2. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

### 2.1. Définition du système et choix de la méthode d'analyse

Le système étudié concerne l'ensemble des activités et des personnes intervenant dans la gestion de la filière des boues de vidange à Toma. De façon spécifique il s'agit d'évaluer les risques lié à l'activité de vidange manuelle et au dépotage anarchique des boues dans la ville.

Les risques sanitaires ont été analysés à partir de la méthode ERM semi-quantitative combinée à celle qualitative.

## 2.2. Identification et critères d'évaluation des risques

### 2.2.1. Les facteurs clés d'identification des dangers

Plusieurs facteurs clés ont été identifiés pour servir de base d'évaluation. Il s'agit :

- de La prévalence et l'indice de la maladie ;
- du pourcentage des sujets infectés déclarant la maladie ;
- de la charge bactérienne excrétée ;
- des voies d'excrétion.

Les critères utilisés pour l'évaluation des risques sont des échelles de gravité, de probabilité et de criticité.

### 2.2.2. Les critères d'évaluation des risques

#### 2.2.2.1. Echelle de gravité:

L'échelle de gravité mesure la gravité d'un risque et est cotée de 1 à 4 selon que le risque est négligeable ou très grave. C'est une échelle monocritère. Le tableau 5 présente l'échelle de gravité.

**Tableau 5 : Echelle de gravité**

Echelle de Gravité	Degré de Gravité	Risques sanitaires
Négligeable	1	-peu ou pas de dommage sur la santé
Moins grave	2	-Accidents physiques et internes/ externes faibles -Dommages sans réduction temporelle de la capacité à travailler/motricité
Grave	3	-Dommages réversibles entraînant une incapacité partielle au travail/motricité ; -pollution olfactive pour le voisinage -contamination bactérienne (maladies)
Très grave	4	Dommage irréversible. -Incapacité totale ou décès. -arrêt de travail

#### 2.2.2.2. Echelle de probabilité d'occurrence :

L'indice de probabilité d'apparition d'un risque est une valeur numérique (souvent évaluée sur une échelle de nombre entiers de 1 à 3 ou 1 à 4) qui est à son minimum si le risque à très peu de chances de se réaliser et à son maximum si son apparition est quasi-certaine. Dans

ce cas, le risque le plus probable sera coté à 1 et le plus improbable à 0,1. Le tableau 6 présente l'échelle de probabilité du risque.

**Tableau 6 : Echelle de probabilité**

Echelle de Probabilité	Degré de Probabilité	Commentaires
Rare	0.1	Ne s'est jamais produit mais susceptible de se produire
probable	0.3	Déjà produit une fois dans l'année écoulée
Fréquent	0.5	Arrivé plus d'une fois au cours de l'année écoulée.
Très fréquent	1	Survenu au moins une fois au cours des 3 derniers mois.

### 2.2.2.3. Grille de criticité

L'indice de criticité d'un risque (C) est une fonction de sa probabilité (P) et de sa gravité (G) ( $C=P \times G$ ) et permet de hiérarchiser les risques. A l'aide de la grille de Farmer nous obtenons des valeurs de criticité suivante :

Probabilité d'occurrence					
1: Très fréquent	1	2	3	4	
0.5 : Fréquent	0.5	1	1.5	2	
0.3 : Peu fréquent	0.3	0.6	0.9	1.2	
0.1 : improbable	0.1	0.2	0.3	0.4	
	1 : faible	2 : moyen	3 : grave	4 : Très grave	Gravité

### Légende

	<b>Risque priorité 3 :</b> Le risque doit être réduit mais ne constitue pas un état d'urgence
	<b>Risque priorité 2 :</b> Le risque doit être réduit ou supprimé : action urgente
	<b>Risque priorité 1:</b> Le risque est jugé inacceptable, l'activité causant ce risque doit être stoppée immédiatement

### 2.3. Evaluation de l'exposition environnementale

L'exposition d'un milieu face à un polluant dépend non seulement du type de polluant et de sa constitution mais aussi des caractéristiques du milieu récepteur. Une évaluation des

retombées environnementales de la gestion des boues au sein d'une localité nécessite des études approfondies sur le milieu récepteur qui peut être un plan d'eau, une nappe d'eau souterraine (niveau de la nappe, type de la nappe) ou le sol (nature, composition granulométrique, porosité, perméabilité...), sur le polluant (nature, composition, viscosité, volume, débit d'injection), les caractéristiques climatiques de la zone ainsi que les activités anthropiques pouvant influencer le phénomène de pollution. Compte tenu du manque de données exhaustives dans la présente étude, les aspects suivants ont été retenus :

- l'identification des dangers/sources de pollutions présentes dans l'environnement
- l'évaluation des voies d'expositions ;
- les voies de transmissions existantes pour les populations humaines.

#### **2.4. Plan de gestion des risques**

Le plan de gestion des risques a été élaboré en se basant sur les mesures de réduction (mesures préventives et protectrices) faites au niveau de l'évaluation de risques.

#### **2.5.Limites de l'étude**

L'analyse de la vulnérabilité des ressources en eau souterraine n'a pas été faite ainsi que l'analyse des sols au niveau des points de dépotage en raison du manque de ressources financières pour l'acquisition des données pédologiques et hydrogéologiques de la zone d'étude.

## **Chapitre 3 RESULTATS ET DISCUSSION**

### **I. DIAGNOSTIC SUR LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE A TOMA**

#### **1. Cartographie des acteurs dans la gestion des boues de vidange à TOMA**

La classification des potentiels acteurs selon la méthode *capacity work* a permis de classer les acteurs. Ainsi on a :

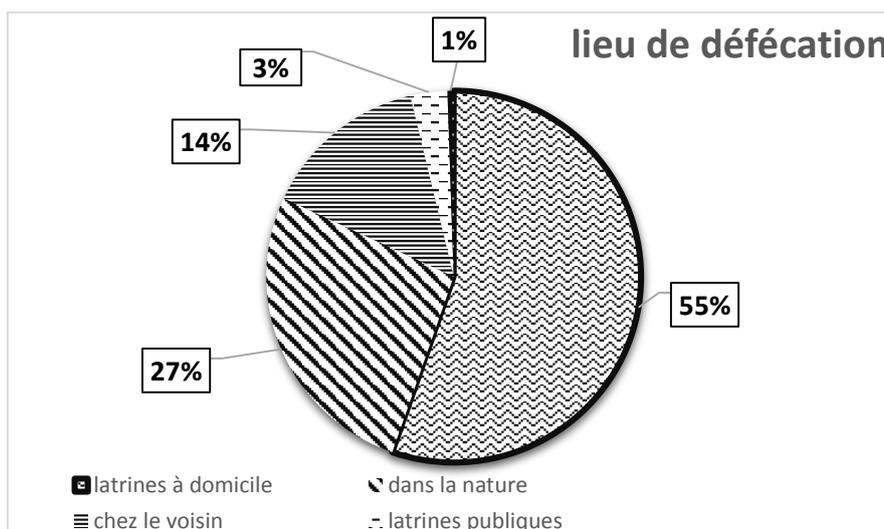
- **les acteurs clés** : la mairie, les ménages, les PTF
- **les acteurs primaires** : agriculteurs, les vidangeurs, les ménages
- **les acteurs secondaires** : les associations et ONGs, ONEA, les ministères, les agriculteurs, les maçons et les PTF.

#### **2. Le système de gestion actuel des boues de vidange**

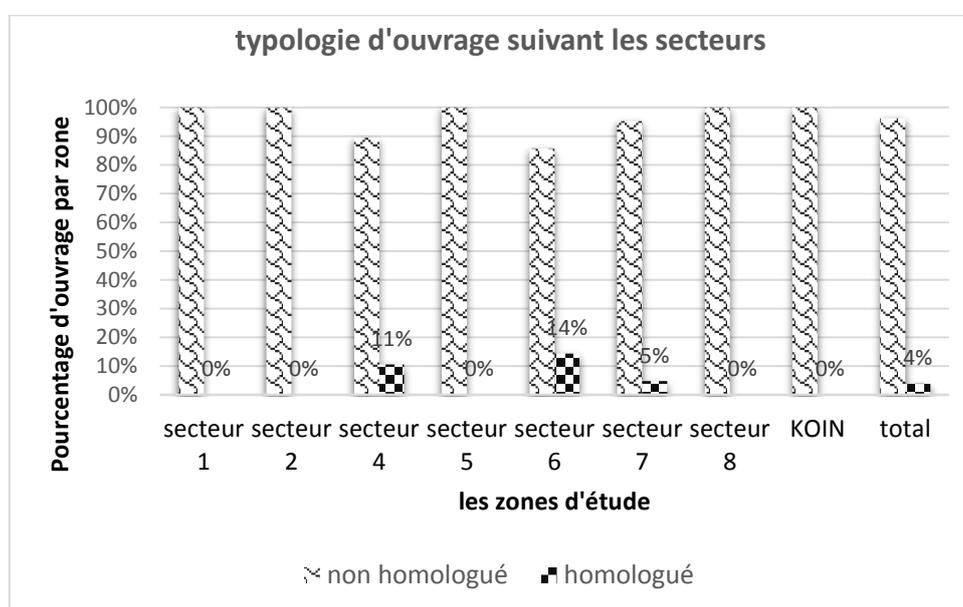
Au stade actuel, il n'existe pas de système formel de gestion des boues de vidange au sein de la commune de Toma. Les résultats du diagnostic seront présentés suivant les différents maillons classiques de la chaîne de la gestion des boues de vidange dans les paragraphes suivants.

##### **2.1 Maillon amont : stockage/collecte**

Les enquêtes révèlent un taux de couverture en ouvrages de stockage de 55% (soit 51% dans la ville de Toma et 4% à KOIN) au niveau des ménages (confer figure 6). Les latrines améliorées (Toilettes à Chasse Manuelle, Toilettes à Chasse Mécanique, toilettes VIP uni et multi-fosse, les Sanplats) et les latrines traditionnelles sont les différents types d'ouvrages que l'on retrouve. Aussi 27% de la population pratiquent la défécation à l'air libre. Les figures 6 et 7 présentent les différents lieux de défécation enregistrés et les pourcentages d'ouvrages homologués et non homologués par secteur de la ville Toma. La figure 7 montre qu'au total 96% des ouvrages existants sont non homologués et constitués essentiellement de latrines traditionnelles.



**Figure 6: Lieu de défécation**



**Figure 7: Typologie des ouvrages existants**

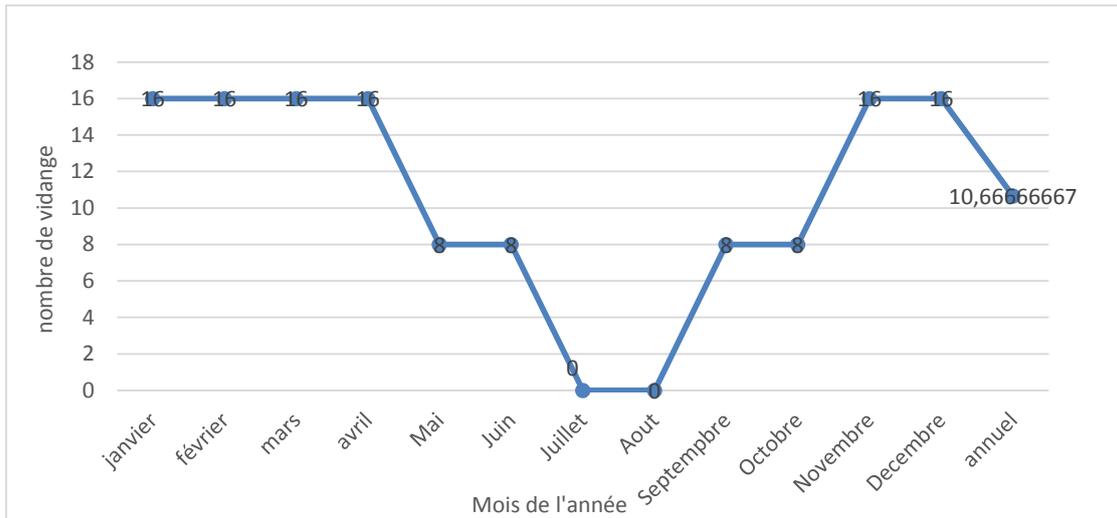
Selon les enquêtes ménages, la majorité des ouvrages (87%) ont un âge inférieur ou égal à six (6) ans. Cela s'explique par la mise en œuvre récente de projets d'accompagnement des populations pour l'accès à l'assainissement dans la zone. Le taux de fonctionnalité des ouvrages d'assainissement existant est évalué à 98% et leur utilisation se fait à hauteur de 96%. Les 4% des personnes n'utilisant pas les latrines sont les enfants et les personnes âgées pour des raisons de peur et de manque d'habitudes. En ce qui concerne l'entretien des toilettes, le taux de nettoyage moyen est estimé à seulement 13 % avec une fréquence moyenne d'une fois par semaine. Les matières fécales sont présentes dans la cours dans 44% des concessions et à 66% aux alentours de la maison. Ce constat démontre le faible niveau d'hygiène des populations

et les exposent au risque de contracter des maladies liés à une contamination oro-fécal encore appelée péril fécal.

## **2.2. Maillon intermédiaire : vidange/ transport**

### **2.2.1. La vidange**

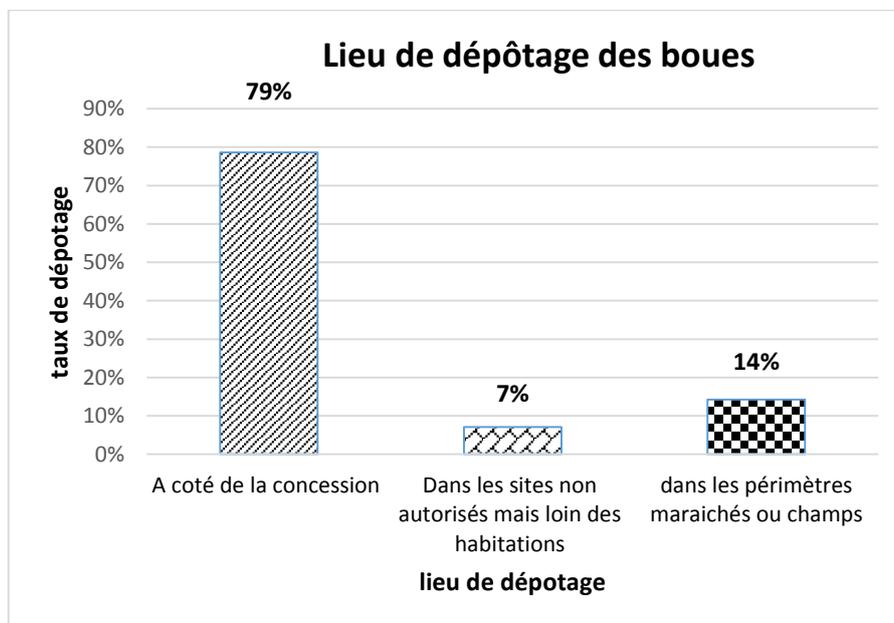
Le mode de vidange utilisé dans la zone urbaine et péri-urbaine de Toma est uniquement la vidange manuelle (100%). Elle est assurée à 64% par un membre du ménage. Dans les 36% des cas, la vidange est faite par des vidangeurs professionnels. La tarification est ainsi fixée en fonction des dimensions de la fosse soit une valeur moyenne de 5000 FCFA/m de profondeur mais, celle-ci peut être réduite à cause du niveau de familiarité entre le vidangeur et l'employeur ou de la négociation entre les deux parties. Le contrat établi ne prend en compte que la vidange, le transport jusqu'au champ de l'employeur ou le déversement dans un autre lieu doit faire l'objet d'un autre contrat. Au niveau des lieux publics, les fosses n'ont pas encore été vidangées pour la plupart des cas (97%) ainsi que le village Koin (0%). Des 14 vidangeurs manuels enquêtés, 11 n'exercent qu'en saison sèche en raison de la pratique d'autres activités (agriculture) durant la saison des pluies. 100% des vidangeurs enquêtés ont souligné le risque de noyade dans la fosse lors de la vidange. Au niveau des ménages, le taux de vidange est de 27%. Il correspond aux ouvrages dont la durée de vie est inférieure à 6 ans et renvoie aux latrines Sanplats et traditionnelles. Quant au prix d'une vidange, il varie entre 5000 FCFA et 20000 FCFA avec un prix moyen est de 11.900 FCFA. En ce qui concerne le temps séparant deux vidanges (figure 8) fréquence relative au vidangeur, on enregistre une fréquence moyenne de 10,66 vidanges par mois tout au long de l'année. L'on constate que la fréquence maximale s'observe durant les mois de Janvier à Avril et de Novembre à décembre (16 vidanges/mois), les fréquences moyennes de Mai à Juin et de Septembre à Octobre (8 vidange/mois) et les mois de juillet et Août enregistrent les plus faibles fréquences (0 vidange/mois).



**Figure 8: Fréquence de travail du vidangeur**

**2.2.2. Le transport et le dépôtage**

Le système de transport des boues immédiatement après la vidange est quasi inexistant. Dans les rares cas enregistrés, les moyens utilisés par les vidangeurs sont des charrettes à traction asine, parcourant des distances inférieures à 5 km (86%). Pour le reste, les boues sont dépôtées directement près de la concession derrière la clôture ensuite envoyées dans les champs pour servir d’amendement. La figure 9 présente les proportions des différents lieux de dépôtages des boues.



**Figure 9: Lieu de dépôtage immédiat**



**Figure 10: Dépotage des boues derrière les clôtures**

### **2.3. Maillon aval : traitement/valorisation**

Le séchage et le tri (retrait des matières plastiques, bouteilles, ferrailles) constituent les étapes de traitement appliqués aux BV ce qui ne garantit pas un abattement significatif de la charge bactérienne. La durée du séchage varie selon la saison (de pluie ou sèche) avec une plage allant de 2 semaines à 9 mois. Les boues sont directement utilisées en agriculture par 97% des ménages et donne par là des pistes de réflexions quant à la vulgarisation des latrines EcoSan à court terme vu le besoin d'engrais à base de fèces qu'exprime les ménages. Cependant, ces derniers ne prennent aucune précaution pour se protéger lors de la manipulation. L'utilisation des boues non traitées peut être à l'origine d'infections intestinales par les nématodes, de vibriose cholérique et à l'origine de la fièvre thyroïde pour les consommateurs de légumes fertilisés et aussi de problèmes de gastro-entérites bénignes pour les personnes résident près des champs (Koné, 2006b).

A l'issue de l'analyse de la chaîne de service d'assainissement, quelques points marquants l'environnement interne de la gestion des boues de vidange à Toma méritent d'être soulignés :

- un taux d'accès faible aux ouvrages de défécation et de collecte des eaux usées
- un marché de la vidange encore embryonnaire
- une faible capacité de gestion endogène.

Ainsi une analyse des forces et des faiblesses de la filière a été faite. Les résultats sont classés suivant les domaines juridique, institutionnel, technique, organisationnel, économique et social dans le tableau 7.



**Tableau 7: Forces et faiblesse du SGBV de Toma**

DOMAINE	FORCES	FAIBLESSES
<b>JURIDIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence de réglementation globale de l'assainissement (codes de l'environnement, de l'eau, de santé publique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de réglementation spécifique à l'activité de vidange</li> <li>- Non application des textes existants (codes) par les parties prenantes</li> <li>- Manque de documents de planification de toute la filière de l'assainissement au niveau communal</li> <li>- Manque de politique et de planification rigoureuse de la ville</li> </ul>
<b>INSTITUTIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence d'un STMEA</li> <li>- Existence d'associations et groupement œuvrant dans le domaine de l'hygiène et l'assainissement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque ou imprécision des rôles et responsabilités des acteurs</li> <li>- Non reconnaissance des opérateurs de vidange dans le paysage institutionnel officiel de l'assainissement</li> <li>- Non reconnaissance par les décideurs du rôle et de la contribution des vidangeurs à l'assainissement urbain (surtout les vidangeurs manuels)</li> </ul>
<b>TECHNIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence de technologies de collecte et transport des boues de vidange (charrettes)</li> <li>- Satisfaction du ménage après vidange (vidange de la totalité de la latrine, possibilité de récupération des boues, disponibilité des vidangeurs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologies de collecte et de transport et de traitement inappropriées (absence de station de traitement des boues dans la commune)</li> <li>- Manque d'expertise des opérateurs dans la pratique de la vidange</li> <li>- Manque de stratégies et de technologies adaptées à la vidange des boues de forte viscosité (parties inférieures des fosses non aspirables mécaniquement)</li> </ul>

DOMAINE	FORCES	FAIBLESSES
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible taux de couverture du service de vidange mécanique</li> <li>- Manque de technologies adaptées de collecte et transport des boues de vidange manuelle</li> <li>- Non optimisation des activités de collecte et de transport des boues par les opérateurs</li> <li>- Déversement de boues dans les cours et les rues</li> </ul>
<b>ORGANISATIONNEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Existence d'opérateurs indépendants dynamiques dans la collecte et le transport</li> <li>- Collaboration entre les vidangeurs manuels et les opérateurs de vidange mécanique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible structuration des opérateurs de vidange (informels pour la plupart)</li> <li>- Manque de concertation entre les parties prenantes, notamment les autorités municipales et les opérateurs de vidange</li> <li>- Absence de regroupement de vidangeurs (en association ou groupement)</li> </ul>
<b>ECONOMIQUE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposition de tarifs abordables pour les ménages par les vidangeurs manuels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible prise en compte des intérêts des opérateurs privés par les décideurs et les planificateurs</li> <li>- Faibles revenus des opérateurs de vidange</li> <li>- Manque d'appuis financiers indirects des opérateurs privés (acquisition de matériels de vidange et transport des boues)</li> <li>- Manque d'instruments et de mécanismes adaptés de financement de la filière des boues de vidange (surtout du traitement)</li> <li>- Absence de réglementation de la concurrence entre les opérateurs</li> </ul>

DOMAINE	FORCES	FAIBLESSES
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méconnaissance du marché de la collecte et du transport des boues par les parties prenantes (volume, évolution, segmentation)</li> <li>- Manque d'incitation des vidangeurs pour le déversement exclusif des boues dans les sites autorisés (couverture des charges additionnelles de transport)</li> <li>- Marges bénéficiaires relativement faibles des opérateurs de vidange dans la ville</li> <li>- Mauvaise gestion des revenus issus de la vidange par les opérateurs de vidange (incapacité à investir dans l'équipement de travail)</li> <li>- Existence d'un marché faible de collecte et de traitement des boues dans la ville de Toma</li> </ul>
<b>SOCIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création d'emplois pour les opérateurs de collecte et transport des boues</li> <li>- Contribution à l'hygiène familiale (concession)</li> <li>- Flexibilité de la facturation selon les capacités financières des clients</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de considération sociale des vidangeurs manuels</li> <li>- Faible priorité accordée à l'hygiène du milieu par les ménages</li> <li>- Manque de matériels de protection et de couverture sanitaire des vidangeurs, notamment manuels</li> <li>- Pratiques à risques des latrines de certains usagers (rejet de déchets ménagers dans les fosses)</li> <li>- Faible niveau de prise de consciences des risques sanitaires et environnementaux par les populations</li> <li>- Inaccessibilité du service de vidange par les ménages très pauvres</li> </ul>

### 3. Caractérisation quantitative des boues

#### 3.1 Quantification des Boues de Vidange

La quantification des boues selon la méthode fondée sur la production spécifique des boues par habitant donne les valeurs suivantes :

- La population totale de la zone en 2017 = 19364 habitants
- La taille moyenne d'un ménage = 6 habitants
- Nombre de ménage = 3227 ménages
- Tous les habitants de la ville sont équipés en ouvrages d'assainissement
- Les personnes n'ayant pas d'installations sont équipées de latrines traditionnelles
- La production spécifique est de 0.3l/jr pour les latrines traditionnelles

En considérant ces hypothèses nous obtenons une production annuelle de 2120,14 m<sup>3</sup>.

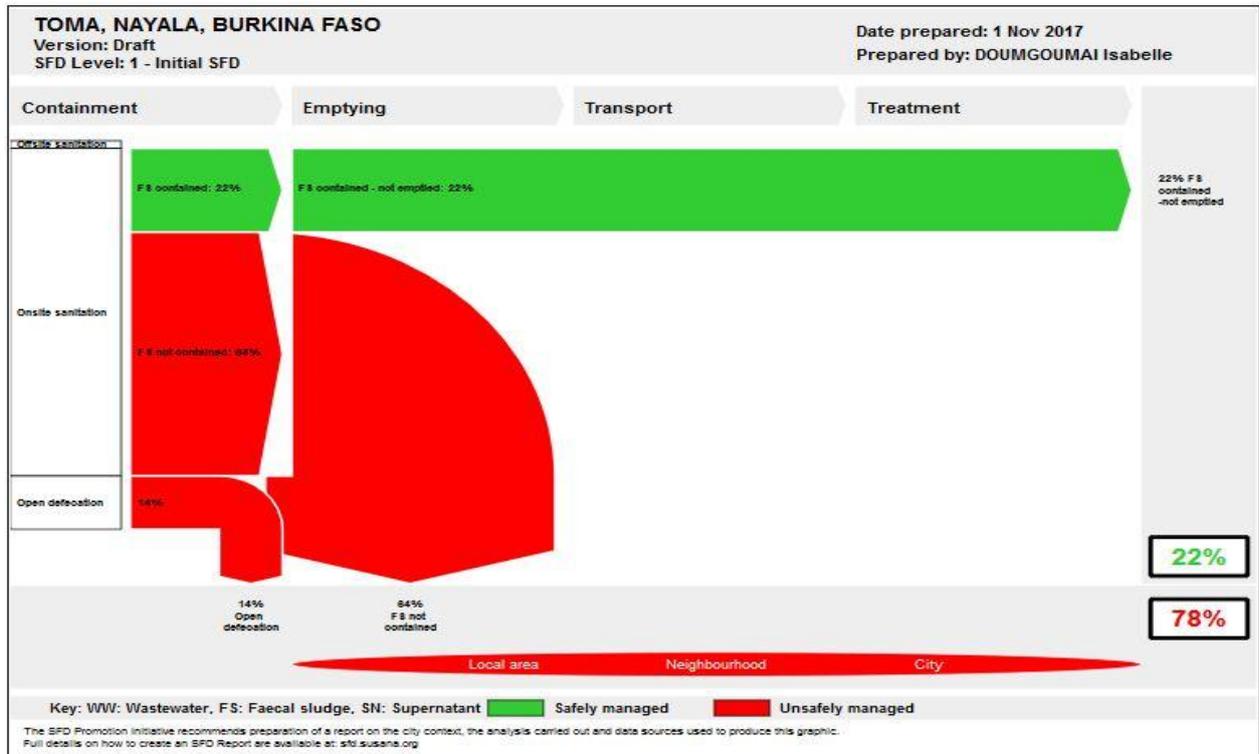
#### 3.2 Diagramme de flux des matières fécales :

La conception du diagramme se fait à l'issue de la matrice de SFD (tableau 8), où sont croisés les éléments de la liste A (première colonne) relatif au dispositif de stockage et les éléments de la liste B (première ligne) faisant référence au moyen de transport et au lieu de dépotage des boues.

**Tableau 8: Matrice de SFD**

TOMA, NAYALA, BURKINA FASO, 1 NOV 2017. Niveau de SFD : 1 – SFD Initial Population : 19364 Proportion d'ouvrages : fosses septiques : 0%, fosses étanches : 0%, défécation en l'air libre : 26%				
Labelle du système	Pop	F3	F4	F5
Description du système	Proportion de la population utilisant ce type de système	Proportion des boues vidangées dans ce type de système	Proportion de boues vidangées dédié au traitement	Proportion de boues effectivement traitées
T2A6C10 Latrines non étanches, débordant avec des risques significatifs de pollution de la nappe (%)	64.0	30.0	0.0	0.0
T1A6C10 Latrines non étanches (%)	22.0	32.0	0.0	0.0
T1B11 C7 T0 C9 (%) Défécation à l'air libre	14.0			

Ainsi nous obtenons le diagramme suivant (figure 11), qui retrace le circuit des boues le long de la chaine d'assainissement.



**Figure 11: Diagramme de flux des matières fécales de Toma**

A l'issue de la génération du diagramme de flux des boues, l'on constate que 78% de la production n'est pas gérée de façon adéquate et se retrouve dans la nature sans traitement. La proportion de boues gérée adéquatement (22%) correspond à la fois à celle n'ayant pas encore été vidangée et celle contenue dans les ouvrages homologués.

## 4. Caractérisation qualitative des boues

### 4.1 Paramètres physiques

Le tableau 9 présente les paramètres physiques tels que le pH, la conductivité, les matières sèches, les matières volatiles et la teneur en eau.

**Tableau 9: Résultats des paramètres physiques**

Paramètres	Unités	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Nombre d'échantillons
PH	-	7,87	6,14	8,8	0,52	30
Conductivité	mS/cm	15,586	0,001	159	35,429	30
MS	mg/L	323 824,90	47 250,36	659 559,87	170 673,09	30
MV	%MS	57	18,53	95,23	20	30
Teneur en eau	%	24,91	3,93	50,74	13,13	30

La valeur moyenne de pH est égale à 7,87. Celle-ci se rapproche du résultat obtenu par Tsioba (2010) qui est de 7,52 mais diffère légèrement de celle obtenue par Kouawa (2016) qui donne un pH égal à 8,6. Malgré cette différence ces valeurs sont comprises entre 5 et 9, plage de valeurs favorable au développement des micro-organismes (5-9).

La conductivité hydraulique des boues est fortement liée au pH. Plus elle est élevée plus la dynamique des ions en présence est élevée. Dans cette étude la valeur moyenne est de 15,586 mS/cm. Cela signifie que ces boues ont une salinité élevée. Ce paramètre oriente quant au choix de la filière de traitement à mettre en place. Avec des valeurs très élevées en conductivités un traitement par filtre planté de macrophytes serait à proscrire en se référant aux résultats non satisfaisants rapportés par Kouawa (2016) sur des tests de traitement par lits de séchage plantés dans le même contexte climatique.

Les résultats des analyses révèlent également une forte siccité ou encore une faible teneur en eau des boues. Les valeurs de siccité varient entre 47,250 g/L et 659,5599 g/L avec une moyenne de 323,825 g/L. Ces valeurs de siccité élevées se justifient car les boues provenant essentiellement des latrines traditionnelles réputées pour leur texture pâteuse, contiennent moins d'eau que celles issues d'autres ouvrages tels que les latrines VIP et les fosses septiques (Koné, 2006a).

#### **4.2 Paramètres chimiques organiques**

Les paramètres chimiques organiques analysés concernent la demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5), les ions Calcium (Ca<sup>2+</sup>), Potassium (K<sup>+</sup>), magnésium (Mg<sup>2+</sup>), Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), les ions nitrates (N-NO<sub>3</sub>), nitrites N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, ortho-phosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) et l'azote Kjeldahl (NTK) nécessaire pour évaluer le niveau de pollution de ses éléments nutritifs dans le sol et les plans d'eau. Le tableau

10 donne un récapitulatif des résultats d'analyses de ces paramètres dans les boues échantillonnées.

**Tableau 10: Résultats des paramètres chimiques**

Paramètres	Unités	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Nombre d'échantillons
DCO	mg/L	48156,67	23250	74750	9358,51	30
DBO5	mg/L	9743,93	4669	17008,5	3387,27	30
DCO/DBO5	/	4,94	2,64	7,33	1,54	30
Ca <sup>2+</sup>	mg/L	306,67	20	800	200,3	30
K <sup>+</sup>	mg/L	147,52	37,05	570	115,15	30
Mg <sup>2+</sup>	mg/L	267,6	24	696	170,178	30
NTK	mg/L	40,77	1,47	558,19	101,01	30
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	618,66	1,5	9200	1662,9	30
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	159,67	5	695	178,41	30
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L	38,44	0,1	380	91,42	30
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	16249,83	25	183500	33856,08	30

Les valeurs moyennes des cations majeurs (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et K<sup>+</sup>) et des ions dérivés de l'azote (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) sont respectivement de 306,67 mg/L, 267,6 mg/L, 306,67 mg/L et de 618,66 mg/L, 38,44 mg/L et 159,67 mg/L. La teneur en Azote Total Kjeldhal (NTK) est égale à 40,77 mg/L. Les boues de vidange (principalement composées de fèces et d'urine) sont reconnues pour leur forte potentialité en agriculture comme amendement du fait de leur composition riche en carbone, azote et phosphore. Le carbone, l'azote et le phosphore sont également des éléments indispensables pour la bonne croissance de la plante. Plus leurs valeurs sont élevées, meilleur sera l'engrais qui en résulte. Ils traduisent également l'existence d'un fort potentiel fertilisant pour ces boues valorisables en agriculture.

Cependant, la présence en grande quantité de ses éléments nutritifs (éléments dérivés de l'azote et du phosphore) dans les plans d'eaux a des effets négatifs dans le long terme. Ils sont à l'origine de l'eutrophisation des milieux aquatiques par prolifération de micro et macrophytes (Pinay, et al. 2017).

Le rapport DCO/BBO5 indique la biodégradabilité des boues. Il varie généralement pour les boues de vidange entre 2 et 10 (Koné 2006c , Liénard et al. 2008). Cependant dans la majorité des cas ce rapport à des valeurs supérieurs à 5 ce qui traduit la faible biodégradabilité des boues. En effet la partie biodégradable des boues est dégradée dans les fosses des ouvrages

de stockage avant vidange ainsi la partie restante est fortement minérale (Kouawa 2016). Dans notre cas, les valeurs varient entre 2,64 et 7,33 avec une valeur moyenne de 4,94.

### 4.3 Paramètres bactériologiques et parasitologiques

Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux ont été les indicateurs de contamination fécale analysés dans les boues. La recherche des parasites présents se sont limitées à l'analyse des œufs d'helminthes et des kystes de protozoaires. Le Tableau 11 donne les résultats obtenus.

**Tableau 11: Résultats des paramètres microbiologiques et parasitologiques**

Paramètres	Unités	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart type	Nombre d'échantillons
SF	UFC/100 mL	2,40 E+06	8,00 E+04	1,96 E+07	3,94 E+06	30
CF	UFC/100 mL	5,04E+09	2,76E+05	2,98 E+10	9,33 E+09	30
E coli	UFC/100 mL	8,40E+08	1,00E+05	1,81E+10	3,31 E+09	30
Œufs d'helminthes	Œufs/Litre	1592	220	6394	1683,71	14
kyste de protozoaires	Kystes/Litre	541	80	2198	569,24	14

Les résultats obtenus montrent de grandes valeurs de coliformes fécaux CF=5,04E+09/100mL et de streptocoques fécaux SF=2,40 E+06/100mL comparativement à ceux obtenues par Kouawa en 2016 à Ouagadougou. Pour ce qui est des œufs d'helminthes et de kystes de protozoaires, pour une réutilisation des boues en agriculture, l'OMS indique des valeurs inférieures à 1 œuf (<1œuf/L) dans les boues. Cependant les résultats des analyses donnent des valeurs respectivement pour les œufs d'helminthes et les kystes de protozoaires de 1592 œufs/L et 541 kystes/L de boues. L'expression d'une aussi grande charge pathogénique montre le danger auquel s'exposent les vidangeurs, agriculteurs, les consommateurs des produits amandés par ces boues et les ménages vivants près des points de dépôtage.

Les principales espèces d'helminthes et de kystes de protozoaires sont présentées dans le tableau 12.

**Tableau 12: Espèces d'helminthes et de protozoaires identifiées**

	<b>Agent pathogène</b>	<b>Maladie</b>	<b>Classification</b>	<b>Voie d'infection/contamination</b>	<b>Organes cible</b>	<b>Manifestations</b>	<b>Sources</b>
Œufs d'helminthes	<i>Ascaris lombricoïde</i>	ascaridiose	Rhabditea	Ingestion	tube digestif	-diarrhée, douleurs abdominales, troubles nerveux, Toux, fièvre, - Troubles digestifs	(Anofel 2014)
	<i>Srtongyloides stercoralis</i> :	l'anguillulose ou strongyloidose	Nématode	transcutanée	Intestin	-troubles digestifs (douleurs abdominales, diarrhées parfois des constipations, nausées et vomissements),  -des signes cutanés tels que des urticaires prurigineux fièvre, asthénie, amaigrissement, arthralgie	(Anofel 2014a) (UMVF 2014)
	<i>Larves d'ankylostome</i>	ankylostomiase	Nématodes	Transcutanée (contact entre	Tube digestif	-Troubles gastro-intestinaux qui présentent des	(Vijver 2014) (Anofel 2014b)

				la peau et le sol)		symptômes d'anémie, douleurs du tube digestif allant de mal gastrique aux ulcères de l'estomac	
Kyste de protozoaires	<i>Entamoeba coli kyste</i> (25µm)	non pathogène	Rhizopodes Amibes)	Ingestion	Intestin	-	
	<i>Embryophore d'hymenolepis diminuta</i> (70µm)	hymenolepiase	Cestodes	Ingestion (par un hôte intermédiaire)	Tube intestinal	-gastro-entérite, migraine, anorexie, prurit anal, douleurs abdominales, troubles digestif	(Mowlavi et al. 2014)
	<i>Balantidium coli kyste</i>	Dysenterie balantidiale	Infusoires	Ingestion d'eau ou d'aliments souillés		Diarrhée liquide, perte de poids	(Ponce-Gordo et Jirků-Pomajbíková 2017)

La présence de ces agents pathogènes implique qu'un traitement adéquat devra être appliqué avant toute réutilisation afin d'éviter non seulement la contamination des produits agricoles amender mais aussi de protéger la santé des personnes qui devront les manipuler.

#### 4.4 Les eaux de puits

Des prélèvements d'eau souterraine ont été fait dans quatre grands puits modernes de la ville afin d'évaluer le niveau de contamination de la nappe phréatique. Les résultats montrent une contamination avérée de ces eaux auxquelles s'approvisionnent les ménages environnants. Le tableau 13 montre la charge bactérienne dans chacun de puits.

**Tableau 13 : Evaluation de la qualité microbiologique des eaux des puits**

échantillon	CT	CF	E. Coli	SF	Unité
Puits 1	316	312	308	43	UFC/100mL
Puits 2	2013	520	448	115	
Puits 3	34	6	2	31	
Puits 4	1551	160	98	30	

Cette contamination est vraisemblablement liée aux technologies de stockage des boues qui sont à 95% des latrines traditionnelles.

## II. ANALYSE DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA VIDANGE ET AU DEPOTAGE ANARCHIQUE DES BOUES

### 1. Les risques sanitaires

#### 1.1 Identification des dangers

Le principal danger identifié est lié à l'exposition des hommes aux agents pathogènes présents dans les boues. Ce danger est présent sur l'ensemble de la chaine de gestion actuelle de la filière. Cependant ce sont les dangers en lien avec la vidange et le dépotage anarchique des boues qui sont pris en compte. Les principaux acteurs exposés sont les ménages, le personnel de vidange et les agriculteurs.

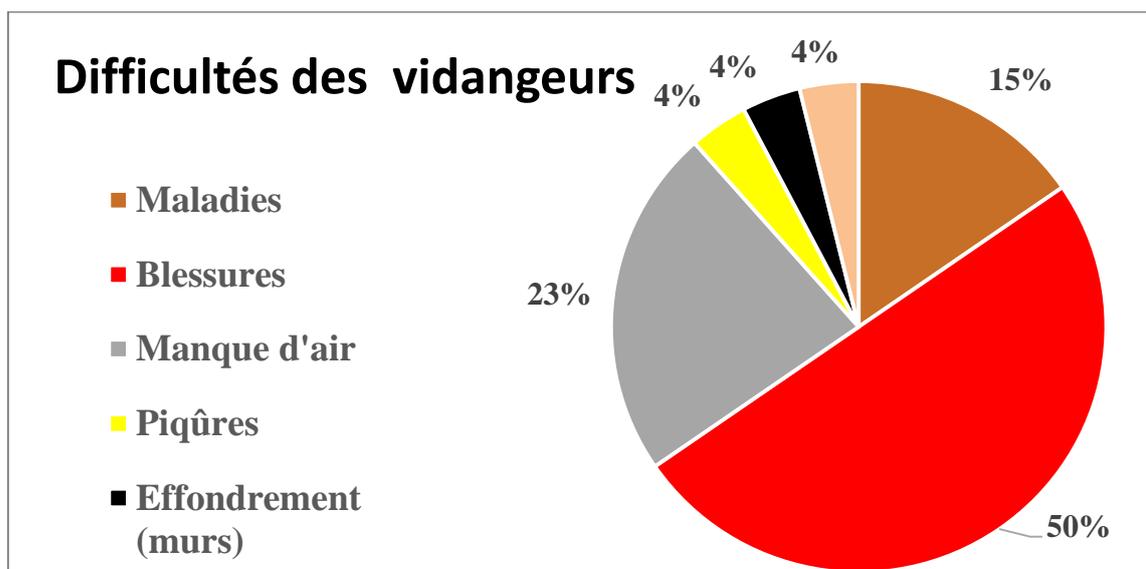
#### Les vidangeurs manuels

Les dangers identifiés pour les vidangeurs manuels sont :

- **l'absence de matériel** : l'absence d'équipements de protection individuelle et de matériel approprié de travail est un danger car cela expose celui qui pratique la vidange

au contact direct avec les boues. Aussi, pendant la vidange, la contamination peut se faire par le contact avec des objets couramment utilisés (gobelets, ustensiles de maison) et contaminer ou être en contact direct/indirect avec d'autres personnes ;

- **le matériel utilisé pour la vidange** : dans un premier cas, il est emprunté au ménage et utilisé à d'autres fins par la suite. Il s'agit des pelles et pioches ; le second cas se présente lorsque le matériel est abandonné par le ménage après la vidange et l'élimination laissée au vidangeur. Dans ce cas le risque est présent lorsque le matériel est mal géré ou abandonné ;
- **la marche avec les pieds nus**: pour les vidangeurs ou par contact avec les résidus de boues après nettoyage ou lors du transport;
- **usage de matériels souillés** : vu que les vidangeurs ne sont dotés d'aucuns équipements de protection individuelle (EPI), la possibilité de se blesser n'est pas exclue. Les résultats des enquêtes auprès des vidangeurs énumèrent les difficultés rencontrées (figure 12).



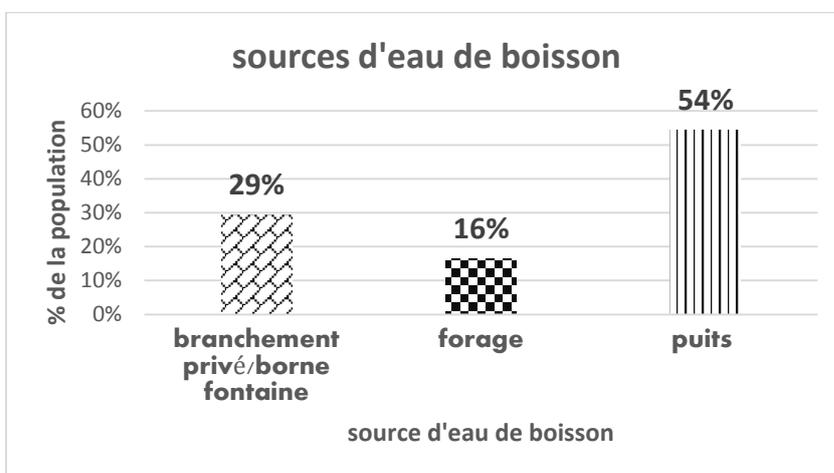
**Figure 12: Difficultés rencontrés par les vidangeurs**

Ainsi, 50% des enquêtés se plaignent de coupures par manque d'équipements, 23% de manque d'air lorsque ceux-ci se retrouvent dans la fosse, 15% des vidangeurs attribuent les risques à certaines maladies telles que la diarrhée, des éruptions cutanées et aussi des malaises dans la pratique de la vidange. Les piqûres (4%) et les effondrements de dalle et des murs (4%) sont des cas assez rares et ne touchent que 8% de la population enquêtée. Les causes de l'effondrement des murs sont diverses. Elles sont dues à une mauvaise conception de l'ouvrage (VIP multi-fosses) par le maçon, d'un mauvais usage de la part du ménage du fait de la

méconnaissance du fonctionnement de l'ouvrage en question et aussi du manque de professionnalisme du vidangeur dans la pratique de son métier. Pour ce qui concerne les piqûres, les raisons sont semblables à celles des coupures, c'est-à-dire causées par la présence d'ordures ménagères tranchantes dans la fosse.

### Au niveau des ménages

- **la consommation d'eau de puits** : La figure 13 indique que plus de la moitié de la population s'approvisionne en eau des puits contaminés, ce qui augmente leur vulnérabilité aux maladies hydriques d'origine fécale. Cela se confirme par les données recueillies au niveau du centre médicale avec antenne chirurgicale de Toma qui classe les gastroentérites au premier rang des maladies diagnostiquées.



**Figure 13: Sources d'AEP de la population**

- **la marche pieds nus** : les habitudes de marcher les pieds nus surtout pour les enfants s'amusant aux alentours de la concession, est un danger, car ils peuvent être en contact avec des boues déversées dans les environs ;
- **aux habitudes d'hygiène et de salubrité de la population** : Selon les résultats d'enquête, on note que seulement 15 % de la population ont l'habitude de se laver les mains au savon avant le repas et 37% après passage aux toilettes. Cela montre un grand risque de contamination des aliments ou de l'eau de consommation par des agents pathogènes après manipulation de ceux-ci;
- A cela, s'ajoute la **défection à air libre (DAL)** : pratiquée par près d'un tiers de la population (27%) avec des répercussions directes sur la santé des ménages comme l'indique les résultats d'enquête des ménages, soit 8 personnes sur 10 ayant déjà été victime de maladies telles que la dysenterie, fièvre typhoïde, diarrhée et les maux de ventre ;

- **La manipulation des BV** : aucun traitement n'est appliqué aux boues vidangées manuellement. La manipulation de celles-ci pour le tri et le séchage, ensuite le transport jusqu'au champ se fait à main nue par le ménage.

## **1.2. Les Points d'exposition**

Les points d'exposition/contact répertoriés sont classés dans le tableau 16.

Les risques sont classés suivant deux (02) catégories à savoir, les risques physiques et les risques biologiques.

### *1.2.1. Pour les vidangeurs manuels*

Les principaux risques identifiés auxquels s'exposent les vidangeurs manuels sont :

#### **Les risques physiques**

- **Les coupures/piques** : Cela est dû à la mauvaise utilisation des latrines par les ménages. Ainsi, 6 ménages sur 10 déversent dans leur fosse en plus des excréta, des ordures ménagères uniquement, 3 sur 10 y mettent des eaux de vaisselles, de lessive en plus des ordures et seulement 1 ménage sur 10 utilise convenablement leur latrine.
- **Noyade dans les boues** : ce risque est dû à la profondeur des latrines. Dans certains cas les anciens puits sont transformés en latrines et lorsque l'estimation de la profondeur réelle par le vidangeur avant de pénétrer dans la fosse est biaisée par une couche formée par l'accumulation d'ordures à une certaine profondeur, celui-ci pourrait se noyer sous l'effet de son poids ;
- **Effondrement des murs de la fosse** : étant donné que la majorité des ouvrages d'assainissement autonome sont des latrines traditionnelles/SanPlat (96%), les murs de la fosse ne sont pas maçonnés et le risque d'effondrement lors de la vidange est envisageable. Lors des enquêtes auprès des vidangeurs, plusieurs ont mentionné que ces cas se sont déjà produits.

#### **Risques biologiques**

- **Maladies de la peau (25%)** : en contact direct et sans équipements de protection appropriés, les vidangeurs s'exposent à des maladies de la peau car les mesures de protection sont inexistantes.
- **Asphyxie/étouffement (38%)** : lors de la vidange, les vidangeurs pénètrent dans la fosse dont la profondeur peut atteindre 5,50 m. Par conséquent, ils ont du mal à respirer. Ces odeurs sont dues à la digestion anaérobie des boues qui se déroule dans la fosse en présence de bactéries anaérobies. Elle génère des émanations des gaz dangereux tels

que le méthane, le gaz carbonique et de l'hydrogène sulfureux qui ont des effets mortels sur l'homme. Les vidangeurs sont victimes d'étourdissement à la sortie de la fosse dont la durée va de quelques minutes à des heures suivant la sensibilité des uns et des autres ;

- **Autres maladies dues au phénomène d'inhalation et d'ingestion accidentelle des boues** : elles sont à l'origine des diarrhées et des gastro-entérites.

Le tableau 14 présente les points d'exposition et les actions de gestion des risques

**Tableau 14: Points d'exposition/contact à risque et actions de gestion des risques**

Activité à risque/point d'exposition	Voie de contamination majeure	Groupes à risque	Actions de gestion des risques
Type de latrine (surtout traditionnel)	Contact (effondrement de dalle de défécation)	Ménages	-Règlementation dans la construction des latrines
Toilettes (insalubre)	Contact (pieds nu, mains, mouches)	Ménages	-Sensibilisation sur l'usage et l'entretien des latrines
Vidange des fosses	Contact (mains, pieds, mouches)	-vidangeurs (manuels et mécaniques) -Habitants du ménage -Le voisinage	-Port des EPI pour le vidangeur -Professionnalisation des opérateurs de vidange (surtout manuel) -Choix d'ouvrages d'assainissement homologués afin de faciliter et d'assurer une vidange adéquate -Eviter de répandre les boues lors de la vidange
	Inhalation (NO3-)		
	Ingestion		
Transport	Contact Contact (à travers le matériel)	Vidangeurs Ménage (surtout les enfants)	-Eviter le déversement près des habitations -Le matériel ne doit pas être utilisé à d'autres fins sans une désinfection/lavage au préalable
Dépotages	Contact Vecteurs de transmission (infection)	Vidangeurs Ménages Populations à proximité	-dépotage dans un site autorisé -Assurer un traitement efficace -Clôturé l'enceinte -Port des EPI - interdire l'accès au public (surtout aux enfants) -Minimiser la propagation des vecteurs de maladie à travers l'entretien minutieux de la filière de traitement
	Inhalation	Ménages, voisinage	

			-Exclure les activités récréatives à proximité
Les eaux de puits	Ingestion	Ménages	-Traitement à domicile de l'eau de boisson -construction de latrine respectant les normes
Valorisation	Contact Inhalation	Travailleurs, agriculteurs Agriculteurs Populations	-L'usage des eaux usées pour arrosage au niveau des parcs, terrain de football et autres espaces ouverts au public sont à éviter si la qualité du traitement n'est pas garanti -Port des EPI pour les travailleurs -Laisser un mois minimum entre l'application et la récolte
Vente	Contact	Commerçants	-Combinaison de protection adéquate (gants, chaussures)
Transformation	Contact/Manipulation	Travailleurs	-conditionnement industrialisées
Récolte	Ingestion	Consommateurs	-La consommation d'aliments crus représente un risque élevé, veillez à bien les laver avant de les manger
Consommation	Ingestion	Consommateurs	-Bonnes pratiques d'hygiène personnelle, domestique et alimentaire
			-Bien cuire les aliments

### 1.2.2. Pour les ménages

Les ménages au même titre que les vidangeurs sont exposés à d'énormes risques, notamment :

#### **Risques physiques :**

- **Entailles et piqures :** dues aux boues présentes aux alentours de la concession contenant des objets tranchants, les enfants et les personnes âgées sont susceptibles de les piétiner et de se blesser, ou encore lors du tri des boues ;
- **Nuisance visuelle :** la présence de boues dans le voisinage, peut être gênant pour les ménages aux alentours de la concession responsable et dégrader le décor paysager du quartier/secteur ;

- **Nuisance olfactive** : dans plusieurs cas, les ménages vivants aux alentours des points de dépotage se sont plaints des odeurs qui émanent des boues de vidange. Cela est confirmé par une étude menée par Blunier en (2004).

### **Risques biologiques :**

- **Péril fécal** : il désigne l'ensemble des maladies infectieuses dues à une contamination par des agents pathogènes déposés dans le milieu extérieur par les excréments. C'est la conséquence directe des situations de dangers identifiées plus haut à savoir la DAL et les mauvaises habitudes d'hygiène. La principale conséquence de ces pratiques est la contraction de maladies telle que le choléra, la dysenterie bacillaires ou shigelloses, les campylobactérioses, les yersiniose, les colibacilloses, la fièvre typhoïde et les salmonelloses non typhiques, les hépatites virales A et E, la poliomyélite dont l'effet irréversible est la mort (Réims, 2003; Longuet, Epelboin, 1998) ;
- **Les maladies hydriques** (diarrhée, dysenterie) : dues à la consommation d'eau provenant des puits contaminés par les excréments ;

## **2. Les risques de pollution environnementale**

### **2.1. Identification des sources de pollution**

Les principales sources de pollution identifiées sont :

- **Les points de dépotages des boues existants (près des habitations)** : à partir du ruissèlement et de l'infiltration, les boues dépotées de façon anarchique peuvent contaminer les plans d'eau superficiels et les nappes souterraines ;
- **L'Amendement des sols avec des boues non traitées** : les boues envoyées dans les champs après séchage et tri contiennent encore des charges élevées en agents pathogènes et en composés chimiques susceptibles de contaminer l'environnement ;
- **Le type d'ouvrage de stockage des excréments** : il s'agit principalement des latrines traditionnelles (98%). Celles-ci sont construites à des profondeurs dépassant les 5 m avec une moyenne d'environ 3m. Elles correspondent parfois à des anciens puits transformés en latrines, dont le contact avec la nappe d'eau est possible.

### **2.2. Evaluation des voies d'exposition**

Les points d'expositions étant identifiés, leur évaluation se fait à partir de la distance entre ses points, les grands puits identifiés dans la ville et la qualité de l'eau de ces ouvrages. Les analyses microbiologiques ont été réalisées uniquement pour les puits vu l'importance de

la population s’approvisionnant à cette source par rapport aux autres selon les enquêtes auprès des ménages.

➤ **Qualité bactériologique de l’eau issue des puits modernes**

Au Burkina Faso la réglementation en vigueur en matière de qualité de l’eau est inspirée du guide de l’OMS. Le tableau 15 montre le risque associé à la contamination fécale de l’eau de boisson (OMS, 1997).

**Tableau 15 : Risques associés à la contamination fécale de l’eau de boisson**

Niveau d’ <i>E. coli</i> UFC/échantillon de 100 ml	Risque	Action à entreprendre
0-10	Qualité raisonnable	L’eau peut être consommée telle quelle
11-100	Polluée	Traiter si possible, mais peut être consommée telle quelle
101-1000	Dangereuse	Doit être traitée
>1000	Très dangereuse	A rejeter ou traiter intensivement

Source : (OMS, 1997)

Le tableau 15 donne les valeurs en suivant la dose infectieuse. La dose infectieuse correspond au nombre minimal d’agents pathogènes nécessaires pour rendre un hôte malade. La présence d’un agent pathogène dans l’eau ne signifie pas toujours qu’elle rendra un hôte malade. La dose infectieuse diffère en fonction du type d’agent pathogène. En général, les bactéries ont une dose infectieuse plus élevée que les virus, les protozoaires et les helminthes. Cela signifie que pour certaines bactéries, un grand nombre doit être ingéré pour rendre un hôte malade (OMS, 2011).

Ainsi les résultats des puits permettent de classer les risques de pollution par les fèces dans le tableau 16.

**Tableau 16: Indice de pollution des puits**

échantillon	E. Coli	indice de pollution
<b>Puits 1</b>	308	<b>Dangereuse</b>
<b>Puits 2</b>	448	<b>Dangereuse</b>
<b>Puits 3</b>	2	<b>qualité raisonnable</b>
<b>Puits 4</b>	98	<b>Polluée</b>

➤ **Distance entre les points de dépotage et les puits :** La figure 14 présente une cartographie des points où ont été déposées les boues vidangées du mois d’Avril à Septembre 2017 et des puits étudiés. La distance minimale observée entre puits et points

de dépotages est de 97,37 m et correspond au puits 4. Cependant, l'OMS recommande une distance minimale de 15m entre une latrines et une source de pollution d'origine fécale. Du fait que la distance minimale observée dans cette étude est supérieure à celle recommandée par l'OMS, l'on pourrait attribuer la pollution de ces puits à une contamination par les latrines. Plus amples études sur les caractéristiques de la nappe donnerait des explications approfondies sur l'origine de la pollution (sens de l'écoulement).

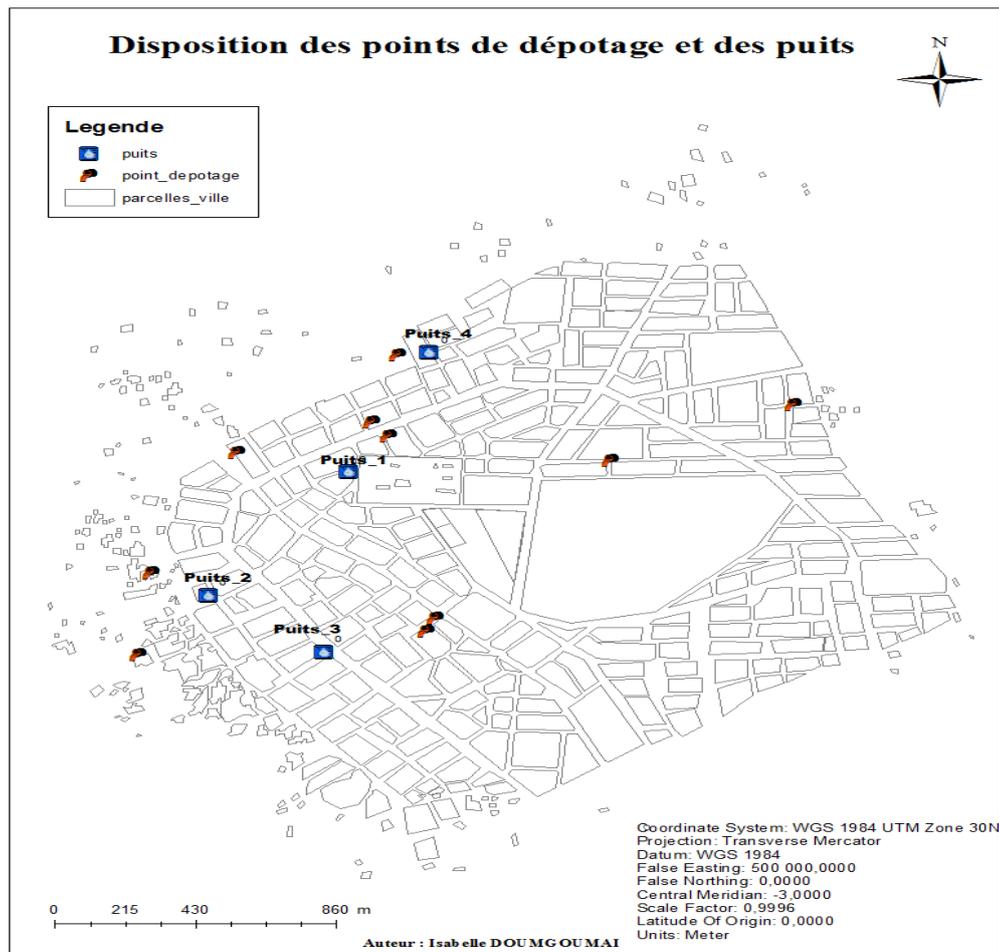


Figure 14 : Disposition des points de dépotage et des puits dans la ville de Toma

Le tableau 17 présente l'évaluation semi-quantitative des risques sanitaires et environnementaux et les mesures de réductions associées.

Tableau 17: Evaluation semi-quantitative des risques sanitaires et environnementaux

Eléments à risque	Situation de danger	Causes	Risque	Conséquences	Probabilité (p)	Gravité (g)	Criticité $C=p*g$	Cible	Mesures de réduction
Production/stockage	Usage des dispositifs de stockage non conventionnelle / Usage de Latrine sans dalle de défécation en béton	-Mauvaise conception de l'ouvrage, -ignorance des technologies appropriées, -manque de moyen financier	-Ecrroulement de la dalle ;	-Noyade dans la fosse pouvant conduire à la mort ; -fractures, blessures des utilisateurs	0,5	2	1	Homme	-Réhabilitation de l'ouvrage ou construction d'une latrine conventionnelle - sensibilisation/formati on sur les techniques de vidage
	Murs non maçonnés et absence de la dalle de la fosse (en béton)/ contours perméable	-Mauvaise conception de l'ouvrage, -ignorance des technologies appropriées, -manque de moyen financier	- Effondrement de la fosse/ des murs	- noyade dans la fosse pouvant conduire à la mort;	0.3	3	0.9	Homme	-sensibilisation sur les ouvrages homologués
	-défécation en plein air	-ignorance de la présence des agents microbiens -peurs de tombé dans	- contamination des aliments	-maladies	0.5	3	1.5	Homme	-application de la méthode ATPC ou SARAR/PHAST pour le changement de comportement -aide et soutien de la commune aux
			- Contamination de l'eau de boisson	-maladies	0.5	3	1.5		

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

		le trou de défécation -pas de lavage des mains après défécation	-présence de fèces dans la cours et alentours de la maison/péril fécal	--maladies	0.5	3	1.5		habitants dans la construction des latrines à domicile
			- contamination du sol et de la nappe d'eau souterraine	-pollution de la nappe	0.3	4	1.2	Environnement	Réhabilitation de l'ouvrage ou construction d'une latrine conventionnelle
Vidange/transport	-Vidange manuelle	-pas d'équipements de protection individuelle appropriée	-blessures ; -coupures	-Incapacité temporel de travail;	0.5	3	1.5	Homme	-Port des EPI - formation sur les techniques de vidange propre
			-Asphyxie dans la fosse/manque d'air	- Etourdissement - évanouissement ;	0.5	3	1.5		
			- démangeaisons	Dégradation de la peau	0.5	2	1		
			-Irritation des yeux	Perte de la vue	0.5	2	1		
			-inhalation de gaz (NO-3)	- évanouissement	0.5	3	1.5		
			- Contamination	-maladies	0.3	3	0.9		

			bactériologique						
	-Pénétrer dans la fosse	-Absence de dispositif (appareil) de vidange manuelle	-noyade	-perte de connaissance -étouffement	0.3	4	1.2		-acquisition d'un appareil pour la vidange manuelle
	Transport des boues	-Charrette inadapté	-Chute/déversement des boues lors du trajet	-pollution du sol, eutrophisation ; -contamination par contact pour des habitants (enfants) le long du trajet	1	3	3	Homme, Environnement	-Ouvrage de stockage étanche pour le transport des boues
Dépôt	- dépotage dans une zone inondable	-Absence de site autorisé et règlementé  - amendements dans les champs	- contamination du sol	-Pollution du sol	1	4	4	Environnement	-identification d'un site de dépotage autorisé -mise en place d'une station de traitement des boues de vidange
			-Atteinte de la pollution à la zone non saturé	-pollution de la nappe d'eau	1	4	4		
	Dépotage dans une zone non inondable		Contamination du sol aux points de rejet, la zone non saturé et saturée	Pollution du sol	1	4	4		
				Pollution de la nappe d'eau	1	4	4		
valorisation	Manipulation à main nu	-ignorance des dangers ; -absence d'équipements de	- contamination bactérienne à travers la main	-maladies	0.3	3	0.9	Homme	-mise en place d'un centre de valorisation -formation des agents sur la fabrication du compost

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

		protections individuelles	-inhalation de bactéries	-maladies	0.1	3	0.3	Homme	
--	--	---------------------------	--------------------------	-----------	-----	---	-----	-------	--

### 3. Evaluation des risques

L'analyse semi-quantitative des risques permet de classer selon le degré de criticité les différents risques identifiés. Cette classification tient compte du score attribué au risque. Ainsi plus le score est grand (entre 2 et 4) plus le risque est élevé et inversement lorsque le score est petit (inférieur à 2). On obtient ainsi la figure 15.

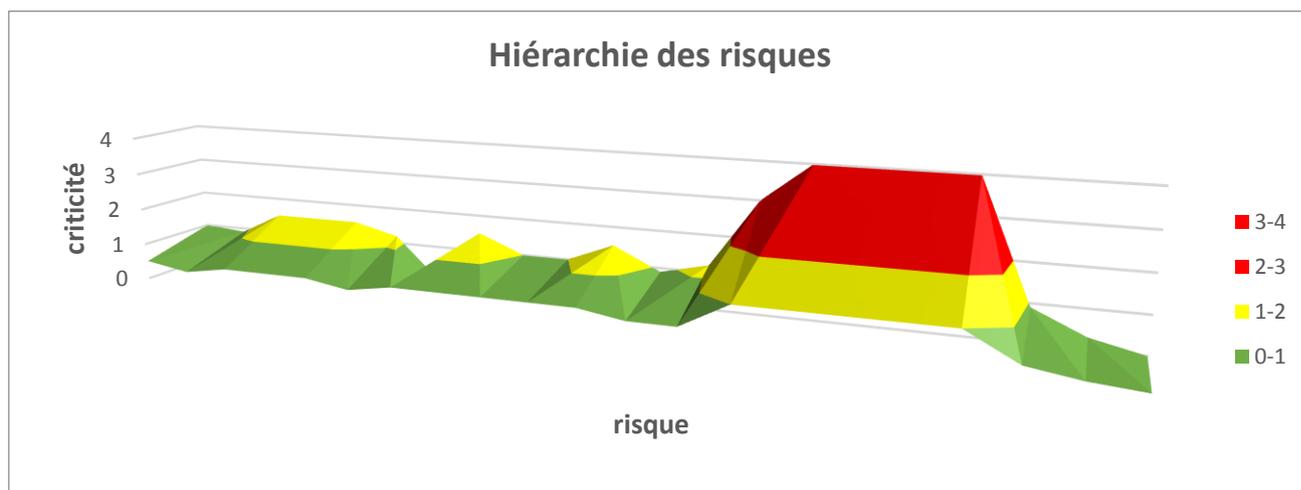


Figure 15: Hiérarchie des risques

La hiérarchisation des risques regroupe les risques identifiés en trois classes selon leur criticité et de façon croissante. Ainsi nous avons :

- **1<sup>ère</sup> classe : criticité [0-1]** : elle correspond aux risques dont la criticité varie entre [0,1-0,6[. Ils représentent **5%** des risques et font partie des risques de priorité 3, c'est-à-dire des risques qui doivent être réduits mais ne constituent pas un état d'urgence ;
- **2<sup>ème</sup> classe : criticité [1-2]** : elle correspond aux risques dont la criticité varie entre [0,6-1,5[représentant **70%** des risques. Ils correspondent aux risques qui doivent être réduits ou supprimés, nécessitant une action urgente ;
- **3<sup>ème</sup> classe : criticité [2-3] et [3-4]** : elle correspond aux risques dont la criticité est comprise entre [1,5 - 4]. Elle couvre **25%** des risques identifiés. Ces risques sont définis comme inacceptables. Ainsi toute activité conduisant à ce risque doit être stoppée immédiatement.

Le classement suivant le type de risque donne les résultats suivants : **39%** des risques sont de nature physique, **39%** d'origine biologiques et **22%** d'origine environnementale.

### III. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES

L'amélioration de la gestion des boues de vidange dans la commune de TOMA ne peut se faire sans l'implication de tous les acteurs internes et externes. Les risques sanitaires et environnementaux étant multiples et divers, il est nécessaire de mettre en place un plan de gestion. Nous prévoyons l'application de ces mesures de 2018 à 2022, période correspondant à la programmation du plan stratégique d'assainissement liquide de la commune.

En s'appuyant sur les actions proposées par L'OMS pour le traitement des boues au niveau du ménage, nous recommandons les mesures suivantes à court terme pour les populations.

**Tableau 18: Recommandations pour le traitement par stockage d'excrétas et de boues de vidange secs avant utilisation au niveau du ménage ou au niveau municipal**

Traitement	Critères	Commentaires
Stockage (température ambiante > 20-30°C)	1,5 – 2 ans	-Inactivation substantielle à totale des virus, bactéries et protozoaires - inactivation des œufs de schistosome (<1 mois) ; -Inactivation des oeufs de nématodes (vers ronds), ankylostome par exemple ( <i>Ancylostoma Necator</i> ) et de trichocéphales ( <i>Trichirus</i> ) ; -Survie d'un certain pourcentage (10-30%) d'œufs d' <i>Ascaris</i> (≥4 mois) ; -une inactivation plus ou moins complète des œufs d' <i>Ascaris</i> est obtenue en 1 an
Traitement alcalin	pH > 9 pendant > 6 mois	Si la température est >35°C et l'humidité <25°C ; -un pH bas et/ou la présence d'humidité dans la manière prolongera la durée nécessaire à l'inactivation absolue

(Source : adapté de l'OMS, 2013)

Le tableau 19 présente les responsabilités par acteurs dans le cadre de l'amélioration de la gestion actuelle et la réduction des risques.

**Tableau 19: Responsabilités des acteurs pour la mise en place du mode de gestion des risques**

Activités	Suivie/Responsable (s)	Partenaire/collaborateurs	Sources de vérification	Durée
Sensibilisation sur le changement de comportement en matière d'hygiène et assainissement: fin de la défécation à l'air libre	Service technique municipal eau et assainissement (STMEA)	Conseil municipal, PEA/GIZ, autres PTF	-Rapport des séances de sensibilisation ; -photos	2 mois
Formation des maçons sur les techniques de construction des ouvrages d'assainissement autonomes	SSTMEA	Conseil municipal, PEA/GIZ	-attestation des maçons formés ; -rapport de la formation établi par le formateur	1 semaine
Réhabilitation et construction des ouvrages d'assainissement dans les ménages	STMEA	PEA/GIZ	-fiche de satisfaction du ménage	12 mois
Formation des vidangeurs manuels sur les techniques de vidange propre	STMEA, PEA/GIZ	Conseil municipal, PEA/GIZ, autres PTF	-Attestation de formation des vidangeurs manuels, -rapport du déroulement de la formation établie par le formateur	1 semaine
Acquisition de matériels et équipement de protection individuels	PEA/GIZ	Conseil municipal, STMEA	-signature de réception du matériel par le vidangeur	1 semaine
Rédaction d'une stratégie de gestion de la filière boue	STMEA	PEA/GIZ	-procès-verbal de validation de la stratégie	3 mois
Identification et dimensionnement d'un site de traitement des BV	STMEA	Conseil municipal, PEA/GIZ	-plans de dimensionnement de la station de traitement	9 mois

Implantation de la station de traitement	STMEA		construction du site de traitement ; -inauguration de la station	12 mois
Mise en place d'un comité de gestion de la station de traitement	STMEA	Conseil municipal, PEA/GIZ	-liste des membres du comité de gestion	1 mois
Mise en place d'une filière de valorisation agricole des boues et commercialisation	Comité de gestion de la station, STMEA	Conseil municipal	- liste des personnes en charges du processus de compostage ; -résultats d'analyses de la qualité du compost produit	6 mois

## **CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

### **I. CONCLUSION**

Cette étude avait pour objectif général d'évaluer les risques sanitaires et environnementaux de la gestion actuelle des boues de vidange dans la commune de Toma. De l'étude de l'état des lieux du système de gestion des boues de vidange, il ressort que le système existant est géré de façon inadéquate. L'analyse des différents maillons laissent constater que le taux de couverture en ouvrages d'assainissement est de 55% dont 96% sont des latrines traditionnelles et 27% de la population pratique encore la défécation à l'air libre. Les vidanges sont pratiquées par un membre du ménage dans 64% des cas à une fréquence médiane d'une fois les 3 ans pour le ménage. Etant donné l'inexistence d'un site de dépotage autorisé et l'expression du besoin des populations de ces boues comme amendement agricole, les boues sont déposées près de la concession et ensuite transportées à l'aide des charrettes à traction asine. Elles sont déversées dans les périmètres maraichers sans traitement conventionnel.

L'analyse des risques montre que les acteurs les plus vulnérables sont les ménages et les vidangeurs manuels. 39% des risques identifiés sont de nature physiques, 39% d'origine biologiques et 22% d'origine environnementale. Suivant leur criticité, la majorité (70%) des risques identifiés sont de la classe 2 c'est-à-dire qu'ils doivent être supprimés. La mise en place des mesures de réduction des risques devra se faire alors par la rédaction d'une stratégie prenant en compte l'ensemble des maillons de la chaîne de gestion des boues. Des études complémentaires axées sur le comportement du sol au niveau des sites de dépotage au niveau de différents horizons du sol et dans le temps ainsi que sur les caractéristiques des nappes d'eaux souterraines sont des pistes à considérées pour l'approfondissement de l'évaluation de l'impact environnementale.

## **II. RECOMMANDATIONS**

Le diagnostic sur la gestion des boues de vidange à Toma a permis de faire plusieurs constats et de déceler les niveaux d'intervention pour l'améliorer. Les acteurs concernés sont la municipalité, les ménages et les opérateurs de vidange.

### **1. La Mairie**

La mairie devrait mettre en place les mesures suivantes.

A court terme :

- La mise en œuvre de la stratégie Eduquer-Informer-Communiquer (EIC) pour convaincre les populations du risque sur leur santé quant aux pratiques actuelles et des bénéfices qu'elles gagneraient (notamment par la fabrication du compost) à adhérer à un système de gestion conventionnel. Cette étape représente le point de départ de l'amélioration de la gestion et de la réduction des risques ;
- L'identification d'un site de dépotage des boues pour le traitement, avec des points de transit pour faciliter le transport ;
- Une étude de marché, de la demande et de l'offre sur le compost à produire.
- La mise en place d'un centre de valorisation par co-compostage avec les déchets ménagers qui devrait se faire en coordination avec le plan stratégique de gestion des ordures ménagères de la ville ;

A long terme :

- Elaborer un contrat entre un gestionnaire et la mairie dont le rôle sera d'assurer le bon fonctionnement de la STBV ;
- L'application du décret fixant la taxe sur l'assainissement aux populations.

### **2. Au niveau des ménages**

Pour atteindre l'objectif final qui est d'obtenir des boues traitées, il faudrait assurer son stockage et sa collecte. Cette activité étant prise en compte dans le PSA, il faudrait maintenant un changement de mentalité des populations, afin de les amener à adhérer à ce projet et de permettre la centralisation des boues provenant de leurs fosses vers une station de traitement/valorisation. Ainsi il est attendu des ménages :

- L'acceptation du projet par l'implication de ceux-ci dans la construction des latrines familiales incluant une contribution de leur part, suite aux campagnes de sensibilisation;
- La prise de conscience sur les pratiques à risques quant à la manipulation des BV sans traitement, les pratiques d'hygiène et d'utilisation des latrines.

### **3. Les vidangeurs manuels**

Le rôle des vidangeurs est aussi important que celui des ménages dans la GBV. Pour l'amélioration de leurs conditions de travail, ils devraient :

- Mettre en place une organisation regroupant tous les vidangeurs manuels de la ville créant ainsi un cadre de concertation et de coordination dont la mise en place sera appuyée par la municipalité ;
- Suive formation sur les techniques de « **vidange propre** » et les mesures de protection lors de la vidange (port des EPI) ;
- S'équiper en matériel approprié de vidange.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andrianisa, Harinaivo A. 2015. « Cours De Gestion Des Risques Et Securite ». Cours. Ouagadougou, Burkina Faso: 2ie.
- AAE. 2017. « Association Africaine de l'Eau ».
- Anofel. 2014a. « Anguillulose ». © UMVF - Université Médicale Virtuelle Francophone.
- . 2014b. « Ankylostomoses ». © UMVF - Université Médicale Virtuelle Francophone.
- . 2014. « Ascariidose ». © UMVF - Université Médicale Virtuelle Francophone.
- Barbe, Solenne, David Blanchon, | Sophie Durans, | Franck Galland, | Anne Guion, Jean Launay, Sandra Metayer, Gérard Payen, Et Jean-Marie Tétart. 2018. « BAROMÈTRE 2018 DE L'EAU Les invisibles DE L'HYGIÈNE & DE L'ASSAINISSEMENT ». Afrique: solidarité internationale.
- Beaumont. 2015. « BEAUMONT SFD Generator ». beaumont.
- Blunier, P. 2004. « La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso) Analyse du marché et propositions de réorganisation des flux financiers La collecte et le transport mécanisés des boues de vidange dans la ville de Ouahigouya (Burkina Faso) Analyse du marché et propositions de réorganisation des flux financiers ». Mémoire. ouahigouya, Burkina Faso.
- D. Bounie. 2004. « les méthodes d'analyse des risques ».
- De Giudici, PASCAL, MARIE-THÉRÈSE Guillam, et CLAIRE Ségala. 2013. « Évaluation des risques sanitaires microbiologiques : actualisation des connaissances ». Environ Risque Sante – Vol. 12, n8 5, septembre-octobre 2013.
- DERABE MAOBE Hina. 2009. « Contribution à la gestion durable et de valorisation des boues de vidange dans la ville de Fada N'Gourma au Burkina Faso : Analyse critique du potentiel de l'offre et de la demande et proposition des stratégies de valorisation ». Memoire. FADA N'GOURMA, BURKINA FASO: 2IE.
- DGAUEUE. 2016. « PROGRAMME NATIONAL D'ASSAINISSEMENT DES EAUX USÉES ET EXCRETA (PN-AEUE) 2016-2030 ».
- Diagne, Etienne. s. d. « Implantation et dimensionnement d'une station de traitement de boues de vidange dans la commune de Ouahigouya ». Mémoire. ouahigouya, Burkina Faso: 2IE.
- DINEPA. 2012. « FICHE TECHNIQUE: estimation, échantillonnage et analyse sommaire des boues ».
- Eau Vive. 2010. « Etude des conditions de diffusion des ouvrages d'assainissement autonome en milieu rural sahélien ».
- Froquet, Laurent. 2005. « Contribution à l'analyse des risques : Proposition d'une méthode par scénarios et capitalisation de la connaissance ». GRENOBLE, FRANCE: INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00168410>.
- Hawkins, P., I. Blackett, et C. Heymans. 2014. « The Missing Link in Sanitation Service Delivery A Review of Fecal Sludge Management in 12 Cities », avril, 8.
- Ineris. 2006. « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs(dra-35); méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle ».
- Kermisch, Céline. 2017. « Vers une définition multidimensionnelle du risque », 5 décembre 2017, Université du Québec à Montréal et Éditions en environnement Vertigo édition.
- Koanda, Halidou. 2006. « Vers un assainissement urbain durable en afrique subsaharienne: approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange ». Ouagadougou, BURKINA FASO: E.I.E.R escher, ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE.

- Koné, Doulaye. 2006a. « La situation et les défis de la gestion des boues de vidange ». Cours. seattle: Eawag - Sandec. [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch).
- . 2006b. « Les aspects de santé (pathogènes) liés à la gestion des BV ». Cours. Ouagadougou, BURKINA FASO: Eawag - Sandec. [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch).
- . 2006c. « Traitement des boues de vidange Performances et challenges ». eawag.
- Koné, Doulaye, et Martin Strauss. 2004. « Low-Cost Options for Treating Faecal Sludges (FS) in Developing Countries – Challenges and Performance \* », 7.
- Kouawa, TADJOUWA. 2016. « TRAITEMENT DES BOUES DE VIDANGE PAR LITS DE SECHAGE SOUS CLIMAT SOUDNAO-SAHELIEN ». Ouagadougou, BURKINA FASO.
- Iars Shoebitz, et Linda Strande. 2017. *Diagramme de flux des matières fécales : un outil pour visualiser la situation des services d'assainissement*. Mp4. <http://sfd.susana.org>.
- LETAH NZOUEBET, WILFRIED ARSENE. 2014. « COURS SUR L'ASSAINISSEMENT DES DECHETS LIQUIDES ET BOUES DE VIDANGE ». yaoundé, CAMEROUN.
- Liénard, Alain, Jean-Pierre Canler, Mickaël Mesnier, Stephane Troesh, et Cathérine Boutin. 2008. « le traitement des matières de vidange : en station d'épuration ou en lits plantés de roseaux? », n° 53 (mars): 14.
- MEA. 2017. « ELABORATION D'UNE STRATEGIE NATIONALE DE GESTION DE LA FILIERE DE L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES ET EXCRÉTA ». Provisoire. Ouagadougou, BURKINA FASO: GIZ.
- Mowlavi, Gholamreza, I Mobedi, S Mamishi, M Rezaeian, MT Haghi Ashtiani, et M Kashi. 2014. « Hymenolepis Diminuta ». *Iranian Journal of Public Health*, 29 mai 2014.
- Nakagiri, Anne, Charles B. Niwagaba1, Robinah N. Kulabako, John B. Tumuhairwe, Frank Kansiime, et Philip M. Nyenje. 2016. « Are Pit Latrines in Urban Areas of SubSaharan Africa Performing? A Review of Usage, Filling, Insects and Odour Nuisances ». *BMC Public Health* 16 (120): 16. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2772-z>.
- OLLIEROU, Romuald, et Benjamin QUANTINET. 2004. « vulnérabilité: une notion d'avenir ». saint étienne,FRANCE: école nationale supérieure des mines.
- OMS. 2006. « GUIDELINES FOR THE SAFETY USE OF WASTEWATERn EXCRETA AND GREYWATER Volume 4 Excreta and Greywater Use in Agriculture ».
- . 2012. « L'UTILISATION SANS RISQUE DES EAUX USÉES, DES EXCRETA ET DES EAUX MÉNAGÈRES ».
- . 2013. « evaluation des risques sanitaires ».
- oms, et Unicef. 2017. « Rapport OMS/UNICEF 2017:L'eau et l'assainissement en chiffres ». Afrique: oms.
- Ouandaogo, Ida, Shurstine SOME, et Tasséré Ouédraogo. 2016. « Programme Eau potable et Assainissement dans les régions Boucle-du-Mouhoun, Hauts-Bassins et Sud-Ouest (PEA) ».
- PCD-AEPA. 2013. « Plan communal de développement sectoriel en approvisionnement en eau potable et assainissement (PCD-AEPA) 2013 - 2017 ) TOMA ».
- Pinay, Gilles, Souchu Philippe, Chantal Gascuel, Souchon, Yves, Morgane Le Moal (coord), Alix, Alain Ménesguen, Moatar, Florentina, Alexandrine Pannard, et Claire Etrillard. 2017. « Eutrophisation: manifestations, causes, conséquences et ^prédictibilité ».
- Ponce-Gordo, Francisco, et Kateřina Jirků-Pomajbíková. 2017. « PART THREE. SPECIFIC EXCRETED PATHOGENS: ENVIRONMENTAL AND EPIDEMIOLOGY ASPECTS BALANTIDIUM COLI », octobre, 14.
- Radu, Laura-Diana. 2009. « Qualitative, Semi-Quantitative and, Quantitative Methods for Risk Assessment: Case of the Financial Audit », janvier 2009.

- Strauss, Martin. 2006. « Symposium International sur la Politique de Gestion des Boues de vidange (GBV) : Aspects financiers et économiques de la Gestion des Boues de Vidange ».
- Strauss, Martin, Halidou Koanda, Michael Steiner, et Doulaye Koné. 2006. « Gestion des Matières Fécales Urbaines - Situation, Défis et Solutions Prometteuses ». [www.sandec.ch](http://www.sandec.ch).
- TSIOBA MOUBOUALI, Sylvana Michelle. 2010. « Contribution à la gestion des boues de vidanges issues des fosses septiques et des latrines : cas de la ville de Dori au Burkina-Faso ». Mémoire. DORI, BURKINA FASO.
- UMVF. 2014. « anguillulose ».
- UNICEF, WASH. 2015. « Water, Sanitation and Hygiene The Case for Support ». Water, Sanitation and Hygiene. UNICEF.
- UNISDR. 2009. « Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes: 2009 UNISDR Terminologie pour la prévention des risques de catastrophes ».
- Vijver, Guénaël Vande. 2014. « L'ankylostomiase ». L E S A N A L Y S E S D E L ' I H O E S. [www.ihoes.be](http://www.ihoes.be).
- Voix d'Afrique. 2017. « EAU ET ASSAINISSEMENT ». 2017.

# **ANNEXES**

## 1. Cadre logique

Objectifs spécifiques	Activités	Méthodes utilisées	Outils	Résultats obtenus	Hypothèses et conditions de réussite
<b>1) Diagnostic sur la gestion des boues de Vidange en zone urbaine et péri-urbaine de Toma</b>	-Faire une revue documentaire sur les travaux similaires et/ou dans la zone d'étude ;	-lecture de documents scientifique (mémoire, thèses, articles... v )	-Internet -Documentation PEA/GIZ -documentation 2IE	Description de la chaîne de service d'assainissement de la ville	Bonne connexion internet
	-entretien semi-structuré avec la personne ressource de la Mairie (le maire) ; -enquête vidangeurs manuels ;	-Elaboration des fiches d'entretien et d'enquête et rencontre avec les concernés ; -Analyse des enquêtes ménage effectué en 2016	Guide d'entretien -fiche d'enquête -Appareil photo	-Identification des acteurs de la GBV	Coopération des acteurs
	-délimitation de la zone d'étude (séparation des zones urbaine et péri-urbaine de la zone rurale) ;	-A partir de logiciels (cartographie	- logiciels ArcView, Google Maps, Google Earth -bases de données SIG du Burkina (INC) -bases de données SIG de la commune de Toma	-carte de la ville (délimitation par secteur)	Bonne connexion internet

	-identification des sources de production des BV ;	-analyse des résultats d'enquête	-fiche d'enquête ménage et vidangeurs	-Description du maillon amont du système d'assainissement eaux usées et excréta (production et stockage)	-Coopération des acteurs (vidangeurs)
	-dépouillement des enquêtes et entretien ;  -analyse de la filière BV ;	-Par analyse des résultats d'enquêtes et revue documentaire	-fiche d'enquête	-Description du système global d'assainissement des eaux usées et excréta (maillon intermédiaire et aval)	-Fiabilité des données d'enquête
	-élaboration de la chaîne de valeur de la GBV	-Analyse des résultats d'enquête -Revue documentaire sur la chaîne de valeur	-Fiche d'enquête -internet	Description de la chaîne de valeur de GBV à Toma	Bonne connexion internet
	-Elaboration du SFD	-méthodologie mise en place par un groupe d'organisme (référence sur le site <a href="http://www.susana.org">www.susana.org</a> )	-internet -taux d'accès à l'assainissement autonome	SFD élaboré	Bonne connexion internet
	-Identification des points de prélèvements des BV	-Visite de terrain -rencontre avec les vidangeurs	-prise de coordonnées géographiques -Appareil photo	Points de prélèvement identifiés	La vidange d'une fosse par les vidangeurs manuels est prévue

	analyse des BV	-Suivant les protocoles d'analyse utilisés au sein du LEDES	-spectrophotomètre -BDOmètre -autoclave -étuve -réactifs d'analyse	Caractérisation quantitative et qualitative des BV	-respect du protocole d'analyse
	description des activités utilisatrices de boues	-enquête ménages -revue documentaire	-résultats des enquêtes ménages -internet	Les activités utilisatrices de BV sont identifiées	Bonne connexion internet
<b>2) Identifier et évaluation des risques sanitaires et environnementaux de la gestion actuelle (vidange et dépotage sauvage des BV)</b>	revue sur les risques de contamination par les fèces : santé humaine	Lecture de documents scientifiques	-internet -mémoires et autres documents scientifiques	Etat des maladies et moyen de transmission lié à une contamination par les fèces	Bonne connexion internet
	Revue sur les normes de potabilité d'une eau de consommation	Lecture de documents scientifiques	-internet -documents scientifiques	éléments de comparaison avec les résultats issus des analyses	Bonne connexion internet
	Revue sur les méthodes d'évaluation des risques	Lecture de documents scientifiques et cours dispensé à 2iE	-internet -mémoires et autres documents scientifiques	-Risque sanitaires et environnementaux identifiés ;	Bonne connexion internet
<b>3) proposer des mesures de réduction des risques</b>	Identification des actions correctives et préventive le long de la filière de gestion	Lecture de documents scientifiques	-documents scientifiques	Le risque sont réduits au maximum	

## 2. Echantillonnage enquête ménage

Les critères de sélection des villages et des secteurs où se dérouler les enquêtes sont suivant une catégorisation. Elle fut établie en tenant compte du nombre d'habitant, l'existence et du type d'ouvrages d'AEP, de la zone de résidence. Le tableau N°20 présente les types de catégories de villages et secteurs.

**Tableau 20: Classement des villages et secteurs par catégorie**

<b>Catégorisation des villages : 4 catégories</b>	1. Village de moins de 3500 habitants, sans aucun PEM
	2. Village de moins de 3500 habitants, avec seulement des PMH
	3. Village ou secteurs de plus de 3500 habitants, avec seulement des PMH
	4. Village ou secteurs de plus de 3500 habitants, avec PMH et AEPS
<b>Catégorisation des secteurs: 5 catégories</b>	5. Secteurs entièrement loti avec/sans réseau ONEA
	6. Secteurs avec ZNL peu nombreuses avec réseau ONEA
	7. Secteurs avec ZNL majoritaire avec réseau ONEA
	8. Secteurs entièrement non-lotis sans réseau ONEA
	9. Secteurs entièrement non-lotis avec réseau ONEA

Le tableau N°21 présente les nombre de ménage enquêté par secteur et village ainsi que les proportions de ménage dans chaque secteur et village en fonction des catégories.

**Tableau 21 : répartition des secteurs et village de la commune de Toma en fonction des catégories**

village cat 1	village cat 1	village cat 2	village cat 3	village cat 4	secteur cat 5	secteur cat 6	secteur cat 7	secteur cat. 8	secteur cat. 9
Nombre de villages/secteurs		14	2		1	4	2	1	
Nombre de ménages concernés		1 243	783		80	773	620	156	
Proportion de ménages concernés		61%	39%		5%	47%	38%	10%	

### 3. Répartition des prélèvements par secteur, type d'ouvrage et par zone de résidence

#### Les ménages

zone de résidence	nombre de ménages ayant des latrines fonctionnels	pourcentage	zone inondable (ZI)	zone Non Inondable (ZNI)	nombre total de prélèvements
zone anciennement lotie	40	39%	4	7	8+3= 11
nouvellement lotie	15	15%			
non lotie	47	46%	4	6	10
<b>total</b>	<b>102</b>	<b>100%</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>21</b>

secteurs	nombre de prélèvement par secteur	Répartition par ouvrage			non lotie	lotie
		LT avec dalle	LT sans dalle	TCMa		
secteur 1	3	300%			i/1	ii/10 (i en ZI)
secteur 2	2	200%			i/2	i/10
secteur 4	3	200%		1	i/6	ii/13 (1 TCMa)
secteur 5	3	300%			i/6	ii/9
secteur 6	2	200%			o/6	ii/6
secteur 7	4	400%			ii/12	ii/9 5
secteur 8	2	200%			ii/4	o/4
koin	2	100%	1		ii/8	o/8

NB : En surbrillance bleu les secteurs et les points de prélèvements contenu dans la zone inondable !!

### Les lieux publics

type de lieux publics	nombre de prélèvement par secteur	Répartition par type de lieux publics					nombre de lieux publics
		établissements scolaires	centre de santé	marché	église	autres	
secteur 1	3	i/3		i/1		i/1	5
secteur 2	0	0/1	0/1				2
secteur 3	0	0/3		0/1			4
secteur 4	2	ii/6			0/1		7
secteur 5	0	0/2					2
secteur 6	2	0/1	i/1		i/1	0/1	4
secteur 7	1	i/5					5
koin	1	i/4	0/1		0/2		7
<b>total</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>36</b>

<b>code couleur</b>	LT	rouge
	VIP	vert

<b>nom des lieux publics concernés</b>				
<b>établissement scolaires</b>	<b>centre de santé</b>	<b>Marché</b>	<b>église</b>	<b>autres</b>
école primaire Mère Theresa 1	CMA Toma	marché central de Toma	eglise AC de Toma	CELPAC
lycée provincial				
école Primaire Toma SUD				
technique professionnel ou CET de Toma				
lycée Privé PARE Issa				

#### **4. Méthode de prélèvement**

##### **➤ Pour les eaux des puits**

-Introduire le flacon stérilisé (500ml) dans le puits, relier à une corde de 5m de long ;

-Plonger le flacon dans l'eau délicatement et le remplir ;

-Remonter et refermer le flacon

##### **➤ Pour les boues**

Un outil a été Conçu spécialement pour ce travail. Munie d'une tige métallique de 9m que l'on raccorde à chaque 1.5m, il a été fixé à son extrémité un cône dont les diamètres sont de 10 cm et 2.5cm. Le principe étant simple, il suffisait d'introduire le préleveur dans la fosse jusqu'à atteindre le fond (dalle) et de le retiré ensuite. L'introduction à travers le long de la profondeur avait pour but d'obtenir un échantillon contenant les boues de chaque couche de la latrine (en surface, à mi- profondeur et au fond de la fosse). La boue recueillie est ensuite introduit directement dans le flacon déjà étiqueté qui ensuite refermé à moitié et introduit dans une glacière contenant des glaçons.

Le nettoyage (à l'aide d'une brosse de l'eau simple et de l'eau de javel) se fait sur place avant de passer à un autre site de prélèvement.

L'équipe de prélèvement était constitué de :

- Moi-même, DOUMGOUMAI Isabelle, élève ingénieur à 2iE, option EA
- LUCKOO KITSIA Clarisse, élève ingénieur à 2iE, option EA
- BANDE Jean Modeste, élève ingénieur à 2iE, option EA

### 5. Dimensions des ouvrages des points de prélèvements des boues

Secteur	type de latrine	diamètre (m)	longueur (m)	largeur (m)	profondeur (m)	volume m3)
1	LT dalle Béton		1,75	1,3	2,95	6,71
1	LT dalle Béton		1,95	1,55	3,2	9,67
1	LT dalle Béton		1,43	1,13	2,8	4,52
2	TCM		1,5	1	1,8	2,70
2	LT dalle Béton		1,7	1,05	4	7,14
4	LT dalle Béton		1,7	1,2	4,3	8,77
4	LT dalle Béton		1,64	1	3,68	6,04
4	LT dalle Béton		1,55	1,2	1,9	3,53
5	LT dalle Béton		1,5	1,5	2,5	5,63
5	LT dalle Béton		1,5	1,34	2,1	4,22
5	LT dalle Béton		1,2	1,1	5,5	7,26
6	LT dalle Béton		1,8	1,5	3,1	8,37
6	LT dalle Béton		1,7	1,4	2,5	5,95
7	LT dalle Béton	1,15			2,2	7,94
7	LT dalle Béton		1,5	1,5	2,5	5,63
7	LT dalle Béton		1,4	1,4	3,15	6,17
7	LT dalle Béton	1,3			1,85	7,55
8	LT dalle Béton		1,4	1,4	1,2	2,35
8	LT dalle Béton	1,25			2,35	9,22

koin	LT dalle Béton		1,67	1,25	2,77	5,78
koin	LT dalle Béton		1,62	1,55	2	5,02
<b>moyenne</b>		<b>1,23333333</b>	<b>1,58388888</b>	<b>1,29833333</b>	<b>2,77857142</b>	<b>6,20</b>
		<b>33</b>	<b>89</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	

## 6. Cadre règlementaire de la gestion des Boues de Vidange au Burkina Faso

### 6.1 Norme en matière de valorisation des boues en agriculture au Burkina

Certaines valeurs limites mentionnées sont celles indiquées par l’OMS, d’autres différentes dues au contexte géographique. Les tableaux suivants présentent les valeurs limites de certaines substances organiques contenues dans les boues aptes pour une réutilisation en agriculture. Il s’agit respectivement des métaux lourds, des paramètres globaux (physico-chimiques), des paramètres microbiologiques et bactériologiques.

Les normes suivantes sont relatives à la protection des sols. Le tableau N°22 présente les normes sur la qualité des métaux lourds présents dans les amendements organiques ou les sous-produits organiques valorisables de l’assainissement des eaux usées et excréta.

**Tableau 22: Normes sur la qualité des métaux lourds présents dans les amendements organiques ou les sous-produits organiques valorisables de l’assainissement des eaux usées et excréta**

Paramètres	Unité	Cadmium	Cuivre	Mercure
Valeurs		40	1750	25

Le tableau N°23 présente les valeurs limites des paramètres globaux de la qualité de rejets sur les sols en fonction de leurs affections pour les Burkina Faso (mg/kg MS)

**Tableau 23: Valeurs limites paramètres globaux de la qualité de rejets des effluents sur les sols**

Paramètres	Objectifs	Agricole	Habitat/parc
pH	5.5 – 8	5.5 – 8	5.5 – 8
Conductivité	2 dS/cm	2 dS/cm	2 dS/cm
Cadmium	1	5	6
Cuivre	50	200	400
Mercure	0.8	50	15

Les normes suivantes sont relatives à la présence de certains paramètres physico-chimiques et bactériologiques dans les boues de vidange.

**Tableau 24 : Valeurs limites de quelques paramètres physico-chimiques et bactériologiques**

Paramètres	Valeurs limites	Unités
DBO	50	mg/L
DCO	150	mg/L
Ph	6,4 – 10,5	/
Coliformes fécaux	2000	UFC/100mL
Matières en suspension	200	mg/L
Salmonelles	Aucune	/100mL

**Tableau 25: Valeurs guide de la qualité des boues apte à une valorisation agricole (OMS, 1990)**

Paramètres/ parasites	Œufs d'Helminthe	E. coli	MES	pH
Unités	/L	/100mL	mg/L	
Agriculture restrictive	<1	<10 <sup>5</sup>		
Agriculture non restrictive	<1	<10 <sup>3</sup>		
Irrigation localisée ou goutte à goutte	<1	<10 <sup>4</sup>	<50	<7

### 6.2 Evaluation de la qualité bactériologique de puits et forages

Les normes citées ci-dessous sont celle tirées des directives de l'OMS.

**Tableau 26: Qualité bactériologique de l'eau de boisson**

Organismes	Valeur guide
<b>Toutes les eaux destinées à la consommation</b>	
<i>E. coli</i> ou bactéries coliformes thermotolérants b, c	Non détectable dans échantillon de 100ml
<b>Eaux traitées à l'entrée du réseau de distribution</b>	Non détectable dans échantillon de 100ml
<i>E. coli</i> ou bactéries coliformes thermotolérants b	Non détectable dans échantillon de 100ml
Coliformes totaux	

<p><b>Eaux traitées dans le réseau de distribution</b></p> <p><b>E. coli ou bactéries coliformes thermotolérants b</b></p>	<p>Non détectable dans échantillon de 100ml</p>
<p>Coliformes totaux</p>	<p>Non détectable dans échantillon de 100ml. Dans les installations importantes lorsqu'un nombre suffisant d'installations sont examinés, on ne doit pas trouver de coliformes dans 95% des échantillons prélevés sur une période de 12 mois</p>

Les paramètres à mesurer pour un contrôle minimum sont :

- Les paramètres organoleptiques : odeur, couleur, saveur, turbidité ;
- Paramètres physico-chimiques : conductivité, chlore résiduel, ph, température ;
- Paramètres microbiologiques : coliformes fécaux, streptocoques fécaux, germes totaux à 22°C et 37°C, *pseudomonas aeruginosa* ;

**Tableau 27 : Risque associé à la contamination fécale de l'eau de boisson (OMS, 1997)**

<b>Niveau d'E. coli UFC/échantillon de 100 ml</b>	<b>Risque</b>	<b>Action à entreprendre</b>
<b>0-10</b>	Qualité raisonnable	L'eau peut être consommée telle quelle
<b>11-100</b>	Polluée	Traiter si possible, mais peut être consommée telle quelle
<b>101-1000</b>	Dangereuse	Doit être traitée
<b>&gt;1000</b>	Très dangereuse	A rejeter ou traiter intensivement

Le nombre minimal d'agents pathogènes nécessaires pour rendre quelqu'un malade est appelé dose infectieuse. Une dose infectieuse élevée se définit comme nécessitant **1 à 100 microorganismes** pour rendre quelqu'un malade, une dose infectieuse modérée signifie que **100 à 10 000** microorganismes sont nécessaires, et une dose infectieuse faible signifie que plus de **10 000** microorganismes sont nécessaires pour que l'hôte soit déclaré malade (OMS, 2011)

## 7. Table de calculs

### Coordonnées géographiques des sites de dépotage enregistrés

Longitude X	Latitude Y
-2,9026309	12,760293
-2,9026309	12,7631339
-2,8998911	12,7656959
-2,8964699	12,767869
-2,898901	12,766772
-2,89631	12,7697129
-2,8957051	12,7604539
-2,895975	12,7677441
-2,8877621	12,7685511

**Tableau 28: Quantité de boues produites**

calcul des quantités de boues								
formule:	Q= 365*(PLS*(qLS/1000)) adaptée car FS=0							
type d'ouvrage	%POP	nombre de Ménages	population	Production spécifique (l/jr/hbt)	quantité (L/jr)	quantité (m3/jr)	quantité (m3/mois)	quantité (m3/an)
LT	3%	97	581	0,3	174,3	0,17	5.1	63,60
latrines améliorées (SanPlat, VIP, TCM)	52%	1678	10068	0,3	3020,47	3,02	90.6	1102,47
sans installation	45%	1452	8713	0,3	2613,87	2,61	78.3	954,06
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>3227</b>	<b>19364</b>	/	<b>5808,64</b>	<b>5,81</b>	<b>174</b>	<b>2120,14</b>

### 7.1 Résultats des paramètres microbiologiques

**Tableau 29: Résultats coliformes fécaux**

nombre de parasite UFC/100ml						nombre de UFC/100mL retenu
10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	
ND	ND	2,03E+07	1,02E+08	7,00E+08	4,10E+09	<b>2,03E+07</b>
# ND!	ND	3,30E+06	1,80E+07	9,00E+07	3,00E+08	<b>3,30E+06</b>
# ND!	ND	4,40E+07	2,32E+08	1,50E+09	3,50E+09	<b>2,32E+08</b>
# ND!	ND	5,12E+07	2,46E+08	8,60E+08	5,60E+09	<b>2,46E+08</b>
ND	ND	1,02E+08	7,08E+08	3,40E+09	2,32E+10	<b>2,32E+10</b>
ND	5,00E+05	4,10E+06	2,50E+07	1,70E+08	6,00E+08	<b>4,10E+06</b>
ND	ND	6,40E+07	4,20E+08	2,63E+09	9,70E+09	<b>2,63E+09</b>
ND	ND	1,43E+08	7,01E+08	5,75E+09	2,98E+10	<b>2,98E+10</b>
ND	ND	1,66E+08	8,62E+08	6,16E+09	2,57E+10	<b>2,57E+10</b>
ND	ND	7,00E+06	4,20E+07	2,80E+08	8,00E+08	<b>7,00E+06</b>
ND	ND	#VALEUR!	8,64E+08	1,48E+09	6,20E+09	<b>1,48E+09</b>
ND	2,76E+05	2,54E+07	1,41E+08	3,60E+08	1,90E+09	<b>2,76E+05</b>
ND	ND	1,54E+07	9,00E+07	5,20E+08	3,30E+09	<b>1,54E+07</b>
ND	8,64E+05	6,96E+07	4,36E+08	2,16E+09	8,00E+09	<b>2,16E+09</b>
ND	9,68E+05	5,28E+07	3,52E+08	1,60E+09	7,80E+09	<b>1,60E+09</b>
ND	ND	3,08E+07	1,52E+08	8,00E+08	4,60E+09	<b>1,52E+08</b>
ND	ND	7,76E+07	4,32E+08	3,44E+09	1,45E+10	<b>1,45E+10</b>
ND	ND	1,00E+07	7,80E+07	5,80E+08	2,00E+09	<b>1,00E+07</b>
ND	ND	1,61E+08	2,60E+07	1,60E+08	8,00E+08	<b>2,60E+07</b>
ND	ND	2,00E+06	1,40E+07	9,00E+07	5,00E+08	<b>2,00E+06</b>
ND	ND	1,85E+07	6,40E+07	2,90E+08	1,80E+09	<b>1,85E+07</b>
ND	ND	1,10E+07	8,60E+07	5,40E+08	2,80E+09	<b>1,10E+07</b>
ND	ND	1,84E+07	7,10E+07	2,20E+08	1,40E+09	<b>1,84E+07</b>
ND	ND	1,45E+08	7,98E+08	2,20E+09	5,70E+09	<b>2,20E+08</b>
ND	ND	5,60E+06	6,00E+06	2,00E+07	0,00E+00	<b>5,60E+06</b>

ND	ND	5,60E+07	3,05E+08	1,28E+09	8,90E+09	<b>1,28E+09</b>
ND	ND	1,28E+08	7,32E+08	3,43E+09	1,92E+10	<b>1,92E+10</b>
ND	7,68E+05	6,24E+07	3,90E+08	1,58E+09	9,60E+09	<b>1,58E+09</b>
ND	ND	#VALEUR!	9,85E+08	6,28E+09	2,43E+10	<b>2,43E+10</b>
ND	#VALEUR!	6,64E+07	4,34E+08	2,88E+09	9,60E+09	<b>2,88E+09</b>
					<b>moyenne</b>	<b>5,04E+09</b>
					<b>ecart type</b>	<b>9,33E+09</b>
					<b>min</b>	<b>2,76E+05</b>
					<b>max</b>	<b>2,98E+10</b>

**Tableau 30: Résultats Escherichia coli**

nombre de parasite UFC/100ml						nombre de UFC/100mL retenu
10exp0	10exp-1	10exp-2	10exp-3	10exp-4	10exp-5	
ND	ND	2,00E+07	1,35E+08	7,90E+08	2,40E+09	<b>2,00E+07</b>
ND	ND	1,00E+06	6,00E+06	2,00E+07	0,00E+00	<b>1,00E+06</b>
ND	ND	1,40E+07	9,00E+07	4,60E+08	1,50E+09	<b>1,40E+07</b>
ND	ND	3,48E+07	2,00E+08	1,02E+09	5,20E+09	<b>2,00E+08</b>
ND	ND	4,08E+07	2,67E+08	9,30E+08	2,40E+09	<b>2,67E+08</b>
ND	5,00E+06	4,10E+06	2,90E+07	1,10E+08	0,00E+00	<b>4,10E+06</b>
ND	ND	5,20E+07	1,66E+08	7,10E+08	1,00E+09	<b>1,66E+08</b>
ND	ND	4,15E+07	1,69E+08	5,90E+08	3,00E+09	<b>1,69E+08</b>
ND	ND	8,32E+07	3,19E+08	1,49E+09	6,20E+09	<b>1,49E+09</b>
ND	ND	8,16E+07	5,69E+08	3,84E+09	1,81E+10	<b>1,81E+10</b>
ND	ND	5,60E+06	3,80E+07	1,70E+08	0,00E+00	<b>5,60E+06</b>
ND	1,95E+06	8,40E+06	7,60E+07	5,70E+08	2,50E+09	<b>8,40E+06</b>
ND	ND	1,00E+07	5,20E+07	3,60E+08	1,50E+09	<b>1,00E+07</b>
ND	8,64E+06	5,76E+07	3,70E+08	1,78E+09	6,50E+09	<b>1,78E+09</b>
ND	8,64E+06	5,68E+07	3,01E+08	1,34E+09	4,00E+09	<b>1,34E+09</b>
ND	ND	2,68E+07	1,92E+08	6,40E+08	3,70E+09	<b>2,68E+07</b>
ND	ND	4,30E+07	2,64E+08	8,90E+08	1,50E+09	<b>2,64E+08</b>

ND	ND	6,80E+06	4,30E+07	2,00E+08	1,10E+09	<b>6,80E+06</b>
ND	ND	5,44E+07	2,00E+07	1,10E+08	5,00E+08	<b>2,00E+07</b>
ND	ND	2,00E+06	1,00E+07	7,00E+07	5,00E+08	<b>2,00E+06</b>
ND	ND	6,20E+06	3,10E+07	2,40E+08	1,20E+09	<b>6,20E+06</b>
ND	ND	3,00E+06	2,60E+07	1,70E+08	1,10E+09	<b>3,00E+06</b>
ND	ND	1,72E+07	6,20E+07	2,00E+08	1,40E+09	<b>2,72E+07</b>
ND	ND	8,68E+07	5,10E+08	2,74E+09	6,10E+09	<b>2,74E+09</b>
ND	ND	2,70E+06	3,00E+06	0,00E+00	0,00E+00	<b>2,70E+06</b>
ND	ND	3,32E+07	1,60E+08	7,20E+08	1,90E+09	<b>1,60E+08</b>
ND	ND	2,80E+07	1,60E+08	5,60E+08	2,00E+09	<b>2,80E+07</b>
ND	3,68E+06	3,00E+07	2,01E+08	9,40E+08	2,40E+09	<b>2,01E+08</b>
ND	ND	ND	5,23E+08	3,18E+09	1,98E+10	<b>1,98E+09</b>
ND	ND	3,28E+07	2,12E+08	9,40E+08	6,90E+09	<b>2,12E+08</b>
					<b>moyenne</b>	<b>9,75E+08</b>
					<b>ecart type</b>	<b>3,31E+9</b>
					<b>min</b>	<b>1,00E+06</b>
					<b>max</b>	<b>1,81E+10</b>

**Tableau 31: Résultats Streptocoques fécaux**

nombre de parasite UFC/100ml						nombre UFC/100mL retenu
10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	
ND	1,60E+06	1,15E+07	7,60E+08	4,70E+08	1,80E+09	<b>1,60E+06</b>
ND	1,84E+06	9,60E+06	6,00E+08	1,30E+08	2,00E+08	<b>1,84E+06</b>
ND	1,71E+06	1,25E+07	8,60E+08	2,90E+08	5,00E+08	<b>1,71E+06</b>
3,24E+05	9,80E+05	7,80E+06	4,00E+08	1,40E+08	6,00E+08	<b>9,80E+05</b>
2,24E+05	3,40E+05	1,00E+06	3,00E+07	0,00E+00	0,00E+00	<b>2,24E+05</b>
1,63E+05	8,50E+05	5,00E+06	2,60E+08	1,40E+08	3,00E+08	<b>1,63E+05</b>
3,68E+05	9,20E+05	4,30E+06	1,00E+08	7,00E+07	0,00E+00	<b>9,20E+05</b>
7,20E+05	1,10E+06	6,50E+06	2,20E+08	4,00E+07	1,00E+08	<b>1,10E+06</b>
3,44E+05	1,15E+06	5,20E+06	1,90E+08	6,00E+07	0,00E+00	<b>1,15E+06</b>
5,84E+05	3,68E+06	9,80E+06	5,90E+08	1,60E+08	8,00E+08	<b>9,80E+06</b>
6,72E+05	9,50E+05	2,40E+06	9,00E+07	0,00E+00	0,00E+00	<b>9,50E+05</b>
3,56E+05	1,63E+06	4,20E+06	1,80E+08	5,00E+07	1,00E+08	<b>1,63E+06</b>
ND	1,63E+06	4,80E+06	2,30E+08	1,00E+08	1,00E+08	<b>1,63E+06</b>

6,56E+05	8,60E+05	3,10E+06	1,20E+08	2,00E+07	0,00E+00	<b>8,60E+05</b>
6,56E+05	2,14E+06	7,20E+06	2,40E+08	8,00E+07	3,00E+08	<b>2,14E+06</b>
5,04E+05	3,52E+06	1,96E+07	7,80E+08	2,50E+08	7,00E+08	<b>1,96E+07</b>
5,16E+05	2,60E+06	5,20E+06	3,30E+08	1,00E+08	1,00E+08	<b>2,60E+06</b>
ND	3,20E+06	1,03E+07	4,70E+08	1,10E+08	2,00E+08	<b>1,03E+07</b>
ND	8,00E+05	6,10E+06	2,50E+08	4,00E+07	0,00E+00	<b>8,00E+05</b>
1,80E+04	8,00E+04	1,00E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	<b>8,00E+04</b>
ND	4,30E+05	1,90E+06	3,00E+07	0,00E+00	0,00E+00	<b>4,30E+05</b>
ND	2,48E+06	8,80E+06	5,50E+08	2,60E+08	6,00E+08	<b>2,48E+06</b>
1,57E+05	4,50E+05	1,30E+06	3,00E+07	0,00E+00	0,00E+00	<b>1,57E+05</b>
2,96E+06	1,64E+06	3,40E+06	1,50E+08	6,00E+07	3,00E+08	<b>1,64E+06</b>
ND	1,30E+06	8,50E+06	3,70E+08	2,00E+07	0,00E+00	<b>1,30E+06</b>
ND	2,30E+06	5,30E+06	1,70E+08	5,00E+07	1,00E+08	<b>2,30E+06</b>
1,57E+05	3,80E+05	1,00E+06	3,00E+07	0,00E+00	0,00E+00	<b>1,57E+05</b>
ND	1,03E+06	5,60E+06	2,50E+08	1,00E+07	0,00E+00	<b>1,03E+06</b>
ND	1,63E+06	6,40E+06	1,30E+08	6,00E+07	2,00E+08	<b>1,63E+06</b>
ND	8,00E+05	3,50E+06	1,20E+08	7,00E+07	3,00E+08	<b>8,00E+05</b>
					moyenne	<b>2,40E+06</b>
					ecart type	<b>3,94E+06</b>
					min	<b>8,00E+04</b>
					max	<b>1,96E+07</b>

## 7.2 Résultats des paramètres physico-chimiques

### Les cations majeurs

#### Les ions calcium Ca<sup>2+</sup>

N°echantillon	[EDT A] (mol/l)	volum e EDT A (ml)	volum e EDT A (L)	EDT A (N)	volum e Ca <sup>2+</sup> (mL)	Tca (N)	Ca <sup>2+</sup> + lu	indice de dilution	valeur réelle (mg/L)
1	0,02	1,6	0,002	0,02	100	0,00032	6,4	50	<b>320</b>
2	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>
3	0,02	1,6	0,002	0,02	100	0,00032	6,4	50	<b>320</b>
4	0,02	2,6	0,003	0,02	100	0,00052	10,4	50	<b>520</b>
5	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>
6	0,02	4	0,004	0,02	100	0,0008	16	50	<b>800</b>

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE  
DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

7	0,02	2,8	0,003	0,02	100	0,0005 6	11,2	50	<b>560</b>
8	0,02	0,8	0,001	0,02	100	0,0001 6	3,2	50	<b>160</b>
9	0,02	0,9	0,001	0,02	100	0,0001 8	3,6	50	<b>180</b>
10	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>
11	0,02	0,3	0,000	0,02	100	0,0000 6	1,2	50	<b>60</b>
12	0,02	0,7	0,001	0,02	100	0,0001 4	2,8	50	<b>140</b>
13	0,02	1,5	0,002	0,02	100	0,0003	6	50	<b>300</b>
14	0,02	1,6	0,002	0,02	100	0,0003 2	6,4	50	<b>320</b>
15	0,02	1,6	0,002	0,02	100	0,0003 2	6,4	50	<b>320</b>
16	0,02	1,9	0,002	0,02	100	0,0003 8	7,6	50	<b>380</b>
17	0,02	0,1	0,000	0,02	100	0,0000 2	0,4	50	<b>20</b>
18	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>
19	0,02	3,3	0,003	0,02	100	0,0006 6	13,2	50	<b>660</b>
20	0,02	0,7	0,001	0,02	100	0,0001 4	2,8	50	<b>140</b>
21	0,02	2,5	0,003	0,02	100	0,0005	10	50	<b>500</b>
22	0,02	0,5	0,001	0,02	100	0,0001	2	50	<b>100</b>
23	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>
24	0,02	1,8	0,002	0,02	100	0,0003 6	7,2	50	<b>360</b>
25	0,02	0,2	0,000	0,02	100	0,0000 4	0,8	50	<b>40</b>
26	0,02	2,1	0,002	0,02	100	0,0004 2	8,4	50	<b>420</b>
27	0,02	3,5	0,004	0,02	100	0,0007	14	50	<b>700</b>
28	0,02	0,9	0,001	0,02	100	0,0001 8	3,6	50	<b>180</b>
29	0,02	2,5	0,003	0,02	100	0,0005	10	50	<b>500</b>
30	0,02	1	0,001	0,02	100	0,0002	4	50	<b>200</b>

➤ **Les ions potassium K<sup>+</sup>**

N°echantillon	[K <sup>+</sup> ] lu	indice dillution	[K <sup>+</sup> ] réelle (mg/L)
1	1,58	50	79
2	1,14	50	57
3	2,6	50	130
4	1,3	50	65
5	2,36	50	118
6	1,18	50	59
7	2,87	50	143,5
8	2,16	50	108
9	2,41	50	120,5
10	4,1	50	205
11	0,805	50	40,25
12	1,32	50	66
13	2,3	50	115
14	6,44	50	322
15	7	50	350
16	0,741	50	37,05
17	1,42	50	71
18	5,34	50	267
19	11,4	50	570
20	3,58	50	179
21	2,42	50	121
22	1,25	50	62,5
23	1,99	50	99,5
24	3,3	50	165
25	2,38	50	119
26	2,69	50	134,5
27	3,31	50	165,5
28	6,13	50	306,5
29	1,35	50	67,5
30	1,65	50	82,5

✚ **pH-Conductivité (µS/cm)**

N°echantillon	Ph	conductivité (µS/cm)
1	7,84	40
2	8,27	3220
3	8,12	6218
4	8,4	4403
5	8,51	3775
6	7,83	1647

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA GESTION DES BOUES DE VIDANGE  
DANS LA COMMUNE DE TOMA AU BURKINA FASO

7	8,5	1530
8	8,8	4800
9	8,14	1847
10	7,73	1625
11	7,73	5094
12	8,24	60
13	8,3	15620
14	7,38	7500
15	7,74	8825
16	7,3	2074
17	7,54	9636
18	6,14	7550
19	8,2	1
20	7,63	18180
21	7,63	650
22	8,03	14110
23	8,35	932
24	7,6	122200
25	7,7	159000
26	7,28	45965
27	8,31	62
28	8,03	7530
29	7,83	4592
30	7,14	8894

 **Demande chimique en oxygène**

<b>Echantillon</b>	<b>lecture appareil</b>	<b>indice de pollution</b>	<b>valeur DCO (mg/L)</b>
1	927	50	4,64E+04
2	645	50	3,23E+04
3	992	50	4,96E+04
4	946	50	4,73E+04
5	806	50	4,03E+04
6	752	50	3,76E+04
7	835	50	4,18E+04
8	811	50	4,06E+04
9	927	50	4,64E+04
10	932	50	4,66E+04
11	831	50	4,16E+04
12	1273	50	6,37E+04
13	1078	50	5,39E+04
14	1135	50	5,68E+04
15	1174	50	5,87E+04

16	756	50	3,78E+04
17	942	50	4,71E+04
18	1043	50	5,22E+04
19	1495	50	7,48E+04
20	736	50	3,68E+04
21	1130	50	5,65E+04
22	1008	50	5,04E+04
23	1094	50	5,47E+04
24	1179	50	5,90E+04
25	646	50	3,23E+04
26	986	50	4,93E+04
27	980	50	4,90E+04
28	981	50	4,91E+04
29	831	50	4,16E+04
30	1023	50	5,12E+04

## 8. Fiches d'enquête

### 8.1. Fiche d'enquête ménage

<b>Identifier</b>			
<b>Repeat no.</b>			
<b>Display Name</b>			
<b>Device identifié</b>			
<b>Instance</b>			
<b>Submission Date</b>			
<b>Submitter</b>			
<b>Duration</b>			
<b>1170010   Localité</b>			
<b>3100465   Quartier</b>			
<b>3040003   Latitude</b>			
<b>--GEOLON--   Longitude</b>			
<b>--GEOELE--   Elevation</b>			
<b>--GEOCODE--   Geo Code</b>			
<b>5090001   Zone de résidence (cas du milieu urbain)</b>			
<b>60001   Nom du répondant</b>			
<b>6040001   Statut du répondant</b>			
<b>50003   Nom du chef de ménage</b>			
<b>5050002   Sexe du chef de ménage</b>			
<b>6040003   Age du chef de ménage</b>			
<b>60004   Quelle est la situation matrimoniale de CHEF DE MENAGE ?</b>			
<b>4040002   Quel est le niveau d'instruction le plus élevé que l'enquêté a atteint ?</b>			

5050003   Quelle est la branche d'activité principale de l'enquêté			
2040005   Combien le ménage de [Nom] compte de personnes au total ?			
2050002   Combien le ménage de [Nom] compte d'hommes ?			
3060001   Combien le ménage de [Nom] compte de Femmes ?			
4050002   Combien le ménage compte d'enfants de 0 à 6 ans ?			
7030003   Combien le ménage de compte d'enfants de 7 à 14 ?			
4040004   Quel est le statut d'occupation du logement ?			
25930001   Nouvelle question - Veuillez changer le nom			
6050003   le ménage dispose-t-il d'un branchement à domicile ?	oui	non	
3050006   Quelle est la principale source d'approvisionnement en eau de boisson du ménage ?			
90004   En dehors de la boisson, quels sont les autres usages que vous faites de l'eau ?			
7020006   Quelles sont les autres sources d'approvisionnement en eau pour les autres usages ?			
4050004   Comment est transportée l'eau ?			
3050007   Comment le récipient de transport est-il entretenu ?			
6060008   Où est conservée l'eau de boisson du ménage ?			
80007   Pendant combien de temps stockez-vous l'eau ?			
6040006   L'eau de boisson est-elle toujours prélevée avec le même recipient ?	oui	non	
6060009   Comment ce récipient est-il entretenu ?			
1030008   Unité de mesure de la quantité d'eau potable consommée par votre ménage pendant une journée ordinaire ?			
8020008   A combien estimez-vous la quantité d'eau potable consommée par votre ménage pendant une journée ordinaire ?			
50011   Quel est l'équivalent en litres de l'unité ?			
9030009   Quel est le principal mode de paiement de votre consommation d'eau potable ?			
5090005   Inscrire le montant que vous avez payé pour la dernière facture en francs CFA.			
2050010   Si paiement au volume, quel est le montant journalier dépensé par votre ménage pour l'eau potable ?			
7020011   Si paiement en cotisation Quel est le montant payé par an ?			
2030013   Citez au moins une maladie liée à la consommation de l'eau non potable que vous connaissez?			
4030007   Comment traitez-vous l'eau non potable ?			
1030011   Le ménage dispose -t-il de latrines/toilettes pour la gestion des excreta ?	oui	non	

5070013   Si non, où vont-ils pour uriner?			
90009   Si non, où vont-ils déféquer ?			
50016   Si oui, quel type de latrines ?			
60011   Si oui, quand les latrines ont-elles été construites ?			
6050013   Les latrines sont –elle fonctionnelles (utilisées) ?	oui	non	
70012   Tous les membres du ménage utilisent –ils les latrines / toilettes à tout moment pour la défécation?	oui	non	
1020017   Pourquoi certains membres de la famille n'utilisent pas les latrines pour la défécation ?			
6060016   Si non, quelles personnes n'utilisent jamais les latrines pour la défécation ?			
6050015   Les latrines vous servent à recueillir quoi d'autres en dehors des excréta? (Quels autres usages le ménage fait-il des latrines ?)			
7020017   Avez-vous déjà vidangé vos latrines ?	oui	non	
1030015   Si oui, quelle est la fréquence de vidange			
3060013   Comment la vidange a-t-elle été faite ?			
70018   Qui a assuré la vidange des latrines ?			
4030014   Où les boues ont-elles été dépotées ?			
70019   Combien a coûté la vidange ?			
5060018   Comment appréciez-vous ce coût ?			
31170003   Nouvelle question - Veuillez changer le nom			
8030015   Avez-vous déjà réutilisé les boues de vidange dans l'agriculture ?	oui	non	
3050013   Les latrines sont –elles partagées avec d'autres ménages / autres personnes ?	oui	non	
7020022   Êtes-vous satisfait de vos latrines?	oui	non	
5060019   Si non, Quels sont les problèmes que vous rencontrez avec vos latrines			
1020022   Que faites-vous pour résoudre ces problèmes ? Contre les odeurs et les mouches			
4050013   Que faites-vous pour résoudre ces problèmes ? Contre les remontées d'eau			
3060017   A quelle fréquence nettoyez-vous vos latrines ?			
6050019   Comment faites-vous le nettoyage des latrines ?			
7030013   Le ménage utilise t- il un ouvrage pour la collecte des eaux usées ?	oui	non	
9030023   Si oui quel type d'ouvrage ?			
60024   Où sont situés les ouvrages de collecte des eaux usées ?			
8020013   Sinon, où sont déversées les eaux usées ?			
70023   Que faites-vous juste avant de manger ?			
4030022   Dans le ménage, se laver les mains avant les repas est une pratique habituelle pour les Adultes de 15 ans et plus ?			

4050018   Dans le ménage, se laver les mains avant les repas est une pratique habituelle pour les Enfants de 7 à 14 ans ?			
9020021   Dans le ménage, se laver les mains avant les repas est une pratique habituelle pour les Enfants de 3 à 6 ans ?			
5070021   Comment les membres du ménage se lavent les mains avant de manger ?			
6060029   Dans le ménage, se laver les mains après les toilettes est une pratique habituelle pour les Adultes de 15 ans et plus ?	oui pour tous	oui pour la moitié	oui pour quelques-uns
5080020   Dans le ménage, se laver les mains après les toilettes est une pratique habituelle pour les Enfants de 7 à 14 ans ?	oui pour tous	oui pour la moitié	oui pour quelques-uns
9020023   Dans le ménage, se laver les mains après les toilettes est une pratique habituelle pour les Enfants de 3 à 6 ans ?	oui pour tous	oui pour la moitié	oui pour quelques-uns
2050031   Comment les membres du ménage se lavent les mains à la sortie des toilettes ?			
5060022   Dans le ménage, se laver les mains après manipulation des selles des enfants est une pratique habituelle ?			
3050016   Dans le ménage, se laver les mains avant de préparer le repas est une pratique habituelle ?	oui pour tous	oui pour la moitié	oui pour quelques-uns
5080023   Dans le ménage, se laver les mains avant de donner à manger aux enfants et bébés, est une pratique habituelle ?	oui pour tous	oui pour la moitié	oui pour quelques-uns
6050025   Les latrines sont-elles propres ?	oui	non	
4030029   Existence de savon à côté des latrines/toilettes	oui	non	
90019   Existence d'eau à côté des latrines/toilettes	oui	non	
60029   Présence d'excreta dans la cour	oui	non	
2030028   Présence d'excreta dans les alentours de la maison	oui	non	
60031   Présence de poubelle dans la cour	oui	non	
5080027   Propreté de la cour	oui	non	
6050026   Propreté des alentours de la cour	oui	non	
6050027   Présence d'animaux en divagation dans la cour	oui	non	
6060037   Présence d'enclos pour les animaux domestiques	oui	non	
2030029   Etat des ouvrages de collecte des eaux usées?			

## 8.2. Fiche vidangeur manuel

### questionnaire vidangeurs manuels

Mai 2017 - 2IE- COMMUNE DE TOMA

Date:

NOM de l'enqueteur:

fiche N°:

secteur:

quartier:

#### identification

1. nom

---

---

2. prénom

---

---

3. quel age avez-vous?

4. quel est votre secteur de résidence?

---

---

5. de quel ethnie êtes-vous?

---

---

#### exercice du métier

6. quelle est votre zone de couverture pour l'activité de vidange?

---

---

7. depuis combien d'années exercez vous ce métier?

8. qu'est ce qui vous a motivé à choisir ce métier/secteur d'activité?

---

---

9. pratiquez-vous une autre activité en dehors de la vidange?

1. 1:oui  2. 2:non

10. si oui, laquelle?

---

---

#### rémunération mensuelle

11. quel est le nombre de vidange en moyenne par mois pendant la saison sèche (octobre à Mai)?

12. quel est le nombre de vidange en moyenne par mois pendant la saison de pluie (juin à septembre)?

13. quel est le tarif moyen appliquer en saison sèche?

1. 1: moins de 5000 fcfa  2. 2:entre 5000fcfa et 10000fcfa  3. 3:entre 10000fcfa et 20000fcfa  4. 4: plus de 20000fcfa

**14. quels est le tarif moyen appliquer en saison de pluie?**

1. 1: moins de 5000 fcfà  2. 2: entre 5000 fcfà et 10000 fcfà  3. 3: entre 10000 fcfà et 20000 fcfà  4. 4: plus de 20000 fcfà

**EPI et équipements de travail**

**15. utilisez-vous des équipements de protection pour l'activité?**

1. 1: oui  2. 2: non

**16. si oui lesquels?**

1. 1: gants  2. 2: masques  3. 3: casques  4. 4: bottes  5. 5: combinaison  
 6. 6: cache-nez  7. 7: autres.....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (6 au maximum).*

**17. quels types d'équipements utilisez-vous pour l'activité?**

1. 1: seaux  2. 2: pioches  3. 3: pelles  4. 4: brouettes  5. 5: cordes  6. 6: autres (préciser).....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

**transport des BV**

**18. quelle est la distance moyenne que vous parcourez pour le dépôt des BV?**

1. 1: < 50m  2. 2: 50m < x < 100m  3. 3: 100m < x < 1km  4. 4: plus de 1km

**19. quel est le moyen de transport des boues après vidange?**

1. 1: brouette  2. 2: charettes  3. 3: camion: 4: tricycle

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**site de dépôt**

**20. où deversez-vous les boues de vidange?**

1. 1: a coté des concessions  2. 2: dans les sites autorisés  
 3. 3: dans les sites non autorisés mais loin des habitations  4. 4: dans les champs ou périmètres maraichers  
 5. 5: autres (préciser).....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

**21. si n°18=1,3 ou 5 quels sont les problème que vous rencontrez lors du dépôtage?**

\_\_\_\_\_

**organisation associative**

**22. êtes-vous organisé en association ou groupe de vidangeurs?**

1. 1: oui  2. 2: non

**23. si oui, la ou lesquels? (nom de l'association)**

\_\_\_\_\_

**24. quels sont les avantages que vous tirez de cette association?**

\_\_\_\_\_

**25. quels sont les avantages que vous tirez de l'exercice de ce métier?**

\_\_\_\_\_

**difficultés du métier**

**26. quels sont les autres difficultés que vous rencontrez dans l'exercice du métier?**

1. 1: maladies (préciser).....  2. 2: se blesser  3. 3: manque d'air  4. autres.....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

**27. quelles sont vos relations avec les autorités communales?**

1. 1:aucune  2. 2:bonne  3. 3:acceptable  4. 4:mauvaise

**relation avec les autorités publiques et organismes**

**28. êtes-vous reconnu par la mairie?**

1. 1:oui  2. 2:non

**29. si oui, avez vous un document de reconnaissance délivré par la mairie?**

1. 1:bon  2. 2:maivais

**30. quelles sont vos relations avec les autorités communales?**

1. 1:bonne  2. 2:acceptable  3. 3:mauvaise

**31. si non pourquoi?**

**amélioration des conditions des vidangeurs**

**32. avez vous besoins de renforcement de capacités?**

1. 1:petits matériels de travail  2. 2:EPI  3. 3:formation technique de vidange  4. 4:autres

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

**33. si on vous propose de vous accompagner pour mieux organiser la filière de gestion de BV moyennant une contribution, accepteriez-vous?**

1. 1:oui  2. 2:non

**34. si oui quelle contribution pourrez-vous apporter?**

1. 1:adhésion au dispositif de la filière de GBV  2. 2:respect de la réglementation  3. 3:contribution financière  
 4. 4:autres.....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

**suivi médicale**

**35. êtes vous suivi sur le plan sanitaire?**

1. 1:oui  2. 2:non

**36. si oui, lesquels?**

1. 1:vaccination  2. 2:visite médicale de contrôle  3. 3:autres.....

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

**37. si oui, a quelle fréquence?**

1. 1:mensuel  2. 2:trimestriel  3. 3:semestriel  4. 4:annuel: 5:autres.....

### 8.3. Enquête auprès des maraichers

## ENQUETE MARAICHER

JUIN 2017 - PEA/GIZ

1. Nom et prénom (s)

\_\_\_\_\_

2. age

3. quartier de résidence

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### parcelle et cultures

4. dans quelle parcelle cultivez-vous (nom ou numero)?

\_\_\_\_\_

5. quelle est sa superficie totale (ha)?

6. quelle superficie vous est allouée?

7. quelles types de cultures partiquez-vous?

1. aubergine    2. choux    3. gombo  
 4. piment    5. tomate

*Vous pouvez cocher plusieurs cases.*

8. combien de recolte faites-vous dans l'année?

9. à quelle période faites-vous ces recoltes (mois de chaque recolte)?

\_\_\_\_\_

10. depuis combien d'année faites-vous du maraichage?

### produits d'amendements

11. quels sont les produits d'amendement que vous utilisez?

1. fumier    2. engrais chimique (NPK+urée)  
 3. boues de vidange

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

12. quelle quantité appliquez-vous par(m2)?

13. a quel prix si achat?

14. avez vous un rendement satisfaisant ?

1. bon    2. assez bon    3. passable    4. mauvais

### Boues de vidange

15. si (3) à la question 9, utilisez vous les BV dans vos champs?

1. oui    2. non

16. si non pourquoi?

\_\_\_\_\_

17. etes vous prêts à les utiliser?

1. oui    2. non

18. si oui, vous les trouvez -vous?

\_\_\_\_\_

19. quelle quantité de BV utilisez vous sur 1ha?

20. si achat à quel prix?

21. Appliquez-vous un traitement avant us age dans le champ?

1. oui    2. non

22. si oui, lequel?

\_\_\_\_\_

23. utilisez-vous des EPI lors de l'épandage?

1. oui    2. non

24. si oui lesquels?

1. gants    2. bottes    3. cache-nez  
 4. combinaison

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

25. la quantité de boues disponible est elle suffisante?

1. oui    2. non

26. le rendement agricole (production) est il satisfaisant (meilleur) avec leqs boues seules ou combinées

1. oui    2. non

27. dans quelle période de l'année avez besoin d'amendement?

\_\_\_\_\_

**organisation en association ou coopérative**

28. faites vous partie d'une association?

1. oui  2. non

29. si oui, quel est son nom?

\_\_\_\_\_

30. quel est votre poste?

\_\_\_\_\_

31. depuis combien d'année existe t-elle?

32. tirez-vous des avantages de cette association?

1. oui  2. non

33. si oui lesquels?1

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

34. si non (a 26) pourquoi?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

35. aimeriez-vous faire partie d'une association?

1. oui  2. non

36. connaissez vous la réglementation en matière de BV en agriculture?

1. oui  2. non

## 8.4. Enquête des lieux publics

### ENQUÊTE LIEUX PUBLICS

Juillet 2017 - PEA/GIZ

Enquêteur :

Date :

Fiche N°

#### identification

##### 1. quartier

---

---

##### 2. type de lieu public

1. Etablissement scolaire  2. Centre de santé  3. Eglise  4. Mosqué  5. Marché  6. autres

##### 3. nom du lieu public

---

---

#### existence et utilisation des latrines

##### 4. existence de latrines

1. oui  2. non

##### 5. type de latrines

1. LT avec dalle en béton  2. latrines VIP une fosse/sanPlat amélioré  
 3. Latrines VIP double/multi fosses  4. Latrines VIP double/multi fosses sans toiture  
 5. autres

##### 6. depuis combien d'année les latrines sont utilisés/construites?

##### 7. fonctionnalité/utilisation des latrines

1. totalement fonctionnel  2. partiellement fonctionnel  3. non fonctionnel

##### 8. nombre de cabine fonctionnel

##### 9. tout le monde utilise les latrines?

1. oui  2. non

##### 10. si non pourquoi?

---

---

##### 11. où vont-ils déféqué?

---

---

#### transport et dépôt

##### 12. avez vous déjà vidangé vos latrines?

1. oui  2. non

##### 13. quelle est la fréquence de vidange?

##### 14. quel était le type de vidange utiliser?

1. vidange manuelle  2. vidange mécanique

15. qui a assuré la vidange des latrines?

---

---

16. combien à couter la vidange?

17. quel était le moyen de transport des BV après vidange?

1. brouette  2. tricycle  3. charette

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

18. ou les BV ont été dépotées?

---

---

19. quel était le devenir de ces boues apres dépotage?

---

---

### **8.5. Entretien semi-structuré pour la municipalité**

#### GUIDE D'ENTRETIEN MUNICIPALITE

#### **Identification**

Date :

Organisme : mairie de TOMA

Nom et prénom de l'enquêté :

Fonction au sein de l'organisme :

1. Quel est le rôle de la municipalité dans la gestion de boues de vidange ?
2. Quelle stratégie avez-vous pour la gestion de boues de vidange ?
3. Combien de vidangeurs manuels compte votre municipalité ?
4. Combien de vidangeurs mécaniques compte votre municipalité ?
5. Qui sont vos partenaires en matière de boues de vidanges ?
6. Qu'attendez-vous de la GIZ/PEA en matière de gestion de boues de vidange ?
7. Qu'attendez-vous des vidangeurs en matière de gestion de boues de vidange ?
8. Qu'attendez-vous de la population en matière de gestion de boues de vidange ?
9. Quelle nouvelle stratégie pouvez-vous adopter pour une meilleure gestion de boues de vidange ?
10. Quelles sont les mesures envisagées pour l'application des textes et règlements en matière de gestion de boues de vidanges ?

11. Existe-il des latrines publiques ? Si oui, comment sont-elles gérées ? (condition d'utilisation, vidange,...) ?
12. Existe-il un cadre de concertation entre les acteurs et la municipalité en matière de gestion de boues de vidange ?
13. Existe-il un site autorisé pour le dépotage des boues de vidange ? Si oui, c'est où ? Sinon avez-vous de proposition ?