



**DIAGNOSTIC ET PROPOSITION DE TOILETTES INNOVANTES DESTINEES AUX
ZONES INONDEES ET INONDABLES A DAKAR, SENEGAL**

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

Présenté et soutenu publiquement le 01 octobre 2018 par :

Alexandre Mame Birane SARR

Travaux dirigés par :

Prof. Harouna KARAMBIRI, Professeur Titulaire à 2iE

Dr. Seyram K. SOSSOU, Maitre-Assistant à 2iE

Dr. Moustapha SENE, Directeur de SenEngineering International SA

Jury d'évaluation :

Président : Dr. Anderson ANDRIANISA

Membres : Ing. Boukary SAWADOGO

Dr-Ing. Seyram SOSSOU

Promotion [2017/ 2018]

DEDICACE

Tout d'abord, je rends grâce au Bon DIEU de m'avoir permis de commencer et de mener à terme ce travail de recherche.

Je dédie ce mémoire :

- ✓ A mon Père, auprès de qui j'ai eu le goût de l'apprentissage, qui a guidé mes premiers pas dans la recherche du savoir et qui a consenti des efforts incommensurables durant ces longues années d'études ;
- ✓ A ma bien aimée Maman, pour son amour, sa confiance, son soutien moral et ses prières ;
- ✓ A ma Tante Bousso DIENG, pour son amour, son soutien moral et ses prières ;
- ✓ A mes très chères sœurs Anna, Aimée, Madeleine, Thérèse et ma cousine Sokhna DIOUF, ainsi qu'à toute ma famille qui m'aide et me soutient de près ou de loin.
- ✓ A ma grand-mère, pour sa sagesse et toute l'affection qu'elle porte à ses petits-enfants ;
- ✓ Mon oncle Djiga SARR, Tonton Alassane FAYE, Tante Ndéye DIOP et Gaskel GNING qui m'ont mis dans d'excellentes conditions d'hébergement ainsi qu'aux membres de leur famille qui m'ont très vite considéré comme membre total de la famille. Qu'ils trouvent ici mes sincères remerciements ;

QUE DIEU VOUS BENISSE !!!!

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'endroit de toutes les personnes qui n'ont ménagé aucun effort pour me faire bénéficier de leur soutien.

A ce titre j'adresse mes sincères remerciements à :

- ✓ Prof. Harouna KARAMBIRI, professeur titulaire d'avoir accepté de diriger ce travail.
- ✓ Dr Seyram K. SOSSOU, Maitre-assistant à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE), pour avoir non seulement accepté de m'encadrer et pour ses conseils, ses suggestions et surtout sa disponibilité à chaque fois que besoin est, nous marquera à jamais. Qu'il trouve ici mes sincères remerciements.
- ✓ Dr. Moustapha SENE, Directeur Général de SenEngineering International SA pour m'avoir chaleureusement accueilli dans sa structure et pour l'encadrement dont j'ai pu bénéficier à travers ses explications, conseils, motivations et le temps consacré à ce travail. Qu'il trouve ici mes sincères remerciements ;
- ✓ Mes Professeurs, qui ont pesé de toutes leurs expériences pédagogiques pour contribuer à ma formation ;
- ✓ Tout le Personnel de SenEngineering International SA qui a très vite fait de moi un membre à part entière du groupe ;
- ✓ Tout le Personnel de OXFAM / Sénégal particulièrement Messieurs Babacar DIAGNE, Ousmane GUEYE et Moussa SECK pour leur soutien lié à la documentation, leurs disponibilités et leurs conseils qui m'ont beaucoup aidé ;
- ✓ L'ONG DAAD qui a accepté de relayer mes parents dans le financement d'une part de mes études à 2iE ;
- ✓ Toute ma famille particulièrement à mon Père qui a toujours pris le temps de relire ce travail ;
- ✓ Tous mes amis, frères et sœurs, tous ce qui ont participé de près ou de loin au bon déroulement de ce travail ;
- ✓ La Communauté Estudiantine Sénégalaise du 2iE qui malgré les circonstances difficiles a toujours été une famille pour moi ;
- ✓ Mes amis de 2iE qui m'ont permis d'étendre ma famille africaine ;
- ✓ Tout le Personnel du 2iE ;
- ✓ Tous mes Promotionnaires avec qui j'ai eu à partager d'agréables moments ;

RESUME

Au Sénégal, dans les zones inondées à Dakar, une bonne partie de la population fait face à de grandes difficultés liées à des questions d'hygiène au niveau du ménage, en rapport avec l'absence de système d'assainissement collectif ou autonome. L'objectif de ce travail est de contribuer à l'amélioration de l'accès à l'assainissement non collectif dans les zones vulnérables à Dakar au Sénégal. Pour l'atteinte de cet objectif, une évaluation a été faite dans le cadre d'identifier les différents problèmes sur l'ensemble du projet et sur les toilettes réalisées afin d'en faire leur description. Il ressort de ce diagnostic plusieurs problèmes liés à la conception des technologies, à la mise en œuvre, à l'utilisation et à la maintenance. En suite un contrôle-suivi des travaux a été fait dans le cadre d'améliorer la qualité des toilettes et participer à rendre le projet beaucoup plus pertinent, efficient, efficace et durable. Sur cette base l'ensemble des toilettes ayant présenté des problèmes ont été réfectionné, réhabilité et équipé et quelques toilettes ont été aussi construites. Suite à cela, une proposition d'une nouvelle toilette type a été faite pour une amélioration des conditions de vie des populations de ces zones.

La présente étude réalisée est une contribution pour l'amélioration des conditions de vie et d'accès à l'assainissement et des populations de Pikine et Guédiawaye et aussi pour pallier les problèmes liés à la vidange manuelle.

Mots Clés :

- 1 - Assainissement**
- 2 - Toilettes innovantes**
- 3 - Diagnostic**
- 4 - Zones inondables**
- 5 - Dakar**

ABSTRACT

In Senegal, in the flooded areas of Dakar, a large proportion of the population is facing major difficulties related to hygiene issues at the household level, in connection with the lack of a collective or autonomous sanitation system. The objective of this work is to contribute to improving access to non-collective sanitation in vulnerable areas in Dakar, Senegal. To achieve this objective, an evaluation was made in order to identify the various problems on the entire project and toilets performed in order to describe them. This diagnosis reveals several issues related to technology design, implementation, use and maintenance. As a result, monitoring and follow-up of the work was done in the context of improving the quality of toilets and helping to make the project much more relevant, efficient, effective and sustainable. On this basis, all the toilets with problems were repaired, rehabilitated and equipped and some toilets were also built. Following this, a proposal for a new type toilet was made to improve the living conditions of the populations in these areas.

The present study is a contribution to improve the living conditions and access to sanitation and the populations of Pikine and Guédiawaye and also to overcome the problems related to manual emptying.

Key Words:

- 1 - Sanitation
- 2 - Innovative toilets
- 3 - Diagnostic
- 4 - Flood areas
- 5 - Dakar

LISTE DES ABREVIATIONS

- 2iE** : Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
- ANSD** : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
- BM** : Banque Mondiale
- BNDE** : Banque Nationale de Développement Economique
- BDS** : Business Development Services, appelé Cabinet Développeur de Marché
- C.E** : Conductivité électrique
- CREPA** : Centre Régional de l'Eau Potable et de l'Assainissement
- DAAD** : Deutscher Akademischer AustauschDienst
- DBO** : Demande Biologique en Oxygène
- DCO** : Demande Chimique en Oxygène
- ECOSAN** : Assainissement écologique
- MES** : Matières En Suspension
- OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement Economiques
- ODD** : Objectifs de Développement Durable
- OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ONAS** : Office National de l'Assainissement du Sénégal
- OXFAM**: Oxford Committee for Relief Famine
- PAQPUD** : Programme d'Assainissement des Quartiers Péri-Urbains de la région de Dakar
- PEPAM** : Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire
- PSE** : Programme Sénégal Emergent
- PSMBV** : Programme de Structuration de Marchés de Boues de Vidange
- RGPHAE**: Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage
- SFD** : Services Financiers Décentralisés
- STBV** : Station de traitement des boues de vidanges
- SWOT**: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
- TAI** : Technologies d'Assainissement Innovantes
- UNICEF** : Fonds des Nations Unies pour l'Enfance

Table des matières

Dédicace	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	5
INTRODUCTION :	6
I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	9
1. Définition des termes et concepts.....	9
1.1. L'assainissement.....	9
1.2. L'assainissement collectif.....	9
1.3. L'assainissement autonome ou non collectif.....	9
1.4. Assainissement écologique (EcoSan).....	9
1.5. Inondation.....	10
1.6. Zone inondée et inondable.....	10
1.7. Technologie d'Assainissement Innovante (TAI) :.....	10
2. L'assainissement au Sénégal.....	11
2.1. Cadre juridique.....	11
2.2. Cadre institutionnel.....	11
2.3. Taux d'accès à l'assainissement au Sénégal.....	12
2.4. Taux d'accès à l'assainissement à Dakar.....	13
3. Problématique des inondations à Dakar.....	13
3.1. Cartographie des zones inondées et inondables à Dakar.....	13
3.2. Impact des inondations sur les ouvrages d'assainissement à Dakar.....	14
4. Technologies d'assainissement conventionnelles.....	16
4.1. Ouvrages pour la prise en charge des eaux vannes.....	16
4.2. Ouvrages pour la prise en charge des eaux grises.....	18
5. Quelques Technologies d'Assainissement Innovante (TAI).....	18
5.1. Toilette à biodigesteur (Biofilcom).....	18
5.2. Toilette à filtre bactérien (biofilter).....	19
5.3. Toilette à compost (Earth Auger).....	20
6. Paramètres à considérer pour la conception d'une toilette en zone d'inondation.....	21
6.1. Facteurs important pour le dimensionnement d'un ouvrage en zone inondée.....	21

6.2. Critères de sélection des toilettes innovantes dans le cadre du Projet.....	22
7. Présentation de la zone d'étude.....	23
7.1. Situation géographique.....	23
7.2. Situation démographique.....	23
7.3. Situation socio-économique et culturelles.....	24
7.4. Températures et précipitations.....	24
7.5. Qualité des sols et niveau de la nappe.....	25
II. MATERIEL ET METHODES.....	27
1. Choix et présentation de la zone d'étude.....	27
2. Evaluation du projet d'introduction des toilettes innovantes.....	27
2.1. Rappel du contexte du projet.....	27
2.1.1. Phase test et phase de vulgarisation des technologies.....	27
2.2. Evaluation du projet d'introduction axées sur les résultats.....	28
2.2.1. Revue et analyse documentaire.....	28
2.2.3. Entretiens.....	29
3. Diagnostic technique des toilettes innovantes introduites dans la zone du projet.....	29
3.1. Revue et analyse documentaire.....	29
3.2. Entretiens :.....	29
3.3. Visite d'observation des ouvrages :.....	29
3.4. Analyse SWOT.....	30
4. Contrôle, suivi qualité et conformité des toilettes réalisées après diagnostic.....	30
4.1. Visite de validation technique :.....	30
4.2. Correction des non conformités.....	30
4.3. Suivi et contrôle des travaux.....	31
4.4. Conformité des toilettes réalisées (service après-vente).....	31
5. Proposition d'une nouvelle toilette type destinée aux zones inondables.....	31
5.1. Définition des paramètres pour la conception d'une toilette type.....	31
5.2. Design de la toilette innovante proposée.....	31
5.3. Traitement des données :.....	31
III. RESULTATS ET DISCUSSION.....	33
1. Evaluation du projet d'introduction des toilettes innovantes.....	33
2. Diagnostic des toilettes innovantes introduites dans la zone du projet.....	41
2.1. Description comparées des toilettes innovantes existantes.....	41
2.2. Fonctionnalité des toilettes innovantes existantes.....	42

2.2.1. Etat de fonctionnement des toilettes de la phase test	42
2.2.1.1. Les toilettes à biodigesteur (Biofilcom) et à filtre bactérien (Biofilter)	42
2.2.1.2. La toilette à compost (Earth Auger)	43
2.2.2. Qualité des effluents des trois toilettes :	43
2.2.3. Etat de fonctionnement des toilettes de la phase de vulgarisation	44
2.2.3.1. La toilette à biodigesteur (Biofilcom)	44
2.2.3.1.1. Problème lié à la conception (le concepteur) :	45
2.2.3.1.2. Problème liés à la mise en œuvre et à l'utilisation/maintenance	45
2.2.3.2. La toilette à filtre bactérien (Biofilter)	47
2.2.3.2.1. Problèmes liés à la conception (le concepteur)	47
2.2.3.2.2. Problèmes liés à la mise en œuvre ou à l'utilisation et à la maintenance	47
2.2.3.3. La toilette à compost (Earth Auger)	48
2.3. Analyse SWOT des toilettes innovantes existantes	48
2.3.1. Analyse SWOT de la toilette à biodigesteur (Biofilcom)	49
2.3.2. Analyse SWOT de la toilette à filtre bactérien (Biofilter)	50
2.3.3. Analyse SWOT de la toilette à compost (Earth Auger)	51
3. Contrôle, suivi qualité et conformité des toilettes réalisées	52
3.1. Visite de validation technique :	52
3.2. Suivi et contrôle des travaux :	52
4. Nouvelle toilette type destinée aux zones inondables	55
4.1. Description de la toilette proposée	55
4.1.1. Dimensionnement de l'infrastructures ou fosse	56
4.1.2. Dimensionnement du bac d'infiltration	57
4.1.3. Plan de l'ouvrage	58
4.2. Devis estimatif de la toilette proposée :	59
4.3. Le mécanisme de financement	60
CONCLUSION	61
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	62
LISTE DES ANNEXES :	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Critère d'évaluation des toilettes choisies dans le cadre du projet	22
Tableau 2: Information socio-économique et culturelle (Source : OXFAM, 2013)	24
Tableau 3: Tableau récapitulatif des différentes toilettes réalisées	28
Tableau 4: Evaluation du projet avec les critères classiques	37
Tableau 5: Description comparée des trois toilettes.....	41
Tableau 6: Avantages et inconvénients des sous-produits issus des toilettes	44
Tableau 7: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces	49
Tableau 8: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces	50
Tableau9: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces	51
Tableau 10: Devis estimatif de la toilette	59

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation des zones inondées et inondables.....	14
Figure 2: Images de concessions affectées par les inondations dans la zone du projet	15
Figure 3: Images sur la situation dégradante des ouvrages sanitaires dans la zone (Photos A. SARR).....	15
Figure 4: Toilette à chasse manuelle (TCM) (Fiche technique, (PAQPUD, 2001)).....	16
Figure 5: Latrine VIP à doubles fosses ventilées	17
Figure 6: Fosse septique (a) et la fosse étanche (b).....	18
Figure 7: Schémas de la toilette à biodigester (Biofilcom)	19
Figure 8: Schémas de la toilette à filtre bactérien (Biofilter).....	20
Figure 9: Schémas de la toilette à compost (Earth Auger).....	20
Figure 10: Schéma explicite de la toilette à compost (Earth Auger)	21
Figure 11: Cartographie des départements de Pikine et Guédiawaye	27
Figure 12: Image montrant la pédale défectueuse d'une toilette Earth Auger	43
Figure 13: Schémas d'une toilette sans rampe de sécurité	45
Figure 14: Filtre en mauvais état (a); fuite d'effluent (b); construction en arrêt (c).....	46
Figure 15: Affleurement des eaux sortant du drain (a); Conduite d'entrée et de sortie du filtre au même niveau (b); Conduite drain défectueux (c).....	46
Figure 16: Disposition des deux chaises dans une toilette Biofilter	47
Figure 17: Images sur quelques problèmes rencontrés sur la toilette à filtre bactérien (Biofilter)	48
Figure 18: Contrôle - suivi de la toilette Biofilter en construction	54
Figure 19: Toilettes Biofilcom réfectionnées, réhabilitées et équipées; Suivi (service après-vente) de la toilette (image à droite) ;	54
Figure 20: Schémas du model de toilette proposé.....	55
Figure 21: Schémas de l'infrastructure (fosse) de la toilette proposée.....	57
Figure 22: vue en plan du model de la toilette proposée.....	58
Figure 23: Mécanisme de financement des toilettes	60

INTRODUCTION :

Indispensable à la santé publique, l'assainissement est sans conteste un moteur du développement humain. Autrement, on ne peut pas parler de santé publique sans pour autant faire référence à la provision de système d'assainissements adéquats et durables. Or, la maîtrise de la gestion des déchets liquides et solides (eaux usées, boues de vidanges, etc.) se pose avec acuité dans la plupart des pays africains où les taux de croissance démographiques sont les plus élevés au monde, soit des hausses de 3 à 4 % par an (Banque mondiale, 2016).

Le Sénégal, un pays Ouest africain en développement à forte croissance démographique (2,7% -PSE 2014-), n'y échappe pas. L'essor démographique associé à une rapide croissance urbaine et à la pauvreté peut avoir un impact profond sur la vie des populations : faible taux d'accès aux infrastructures d'assainissement, la gestion insuffisante des déchets, le faible niveau de développement sanitaire etc. Une forte urbanisation entraîne aussi l'augmentation des surfaces imperméables et cela combinées aux effets du changement climatique et l'insuffisance des infrastructures d'assainissement peuvent générer des catastrophes telles que les inondations.

L'impact de ces inondations est notable sur les habitations (perte de l'usage des toilettes, etc.), et les équipements sociocommunautaires (Diongue, 2014). Parmi les risques sanitaires, on peut citer la prolifération des moustiques vecteurs du paludisme et la diarrhée (ONAS, 2014). L'environnement résidentiel devient, de ce fait inhospitalier. La nécessité de doter les grandes villes de systèmes d'assainissement adéquats et durables se justifie dès lors.

En effet le manque d'infrastructures d'assainissement reste un problème majeur et mondial. Aujourd'hui, plus de 2,4 milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à des systèmes d'assainissement de base telles que les toilettes (OMS, 2017). Parmi les conséquences dévastatrices de l'absence des toilettes, 1,8 milliard de personnes dans le monde utilisent une source d'eau de boisson contaminée par des matières fécales (ONU, 2017) et 361 000 enfants de moins de cinq (5) ans meurent chaque année principalement à cause de maladies diarrhéiques comme la dysenterie (OMS, 2017). L'Afrique sub-saharienne est la région où la situation demeure préoccupante avec 70% de la population à être dépourvue de toilettes améliorées (Banque mondiale, 2017). Ainsi la problématique de l'absence de toilettes reste très alarmante et porte fortement atteinte à la dignité humaine surtout dans les zones inondées.

Le Sénégal ne fait pas l'exception et d'après les statistiques respectivement pour 2013 (2017), 38% (32,6 %) de la population urbaine contre 61% (57,7%) de celle rurale ne disposaient pas de toilettes améliorées. En zone péri-urbaine de Dakar, plus de 98% des ménages fonctionnent à l'assainissement autonome. Cette zone compte une population totale de 1.687.983 habitants dont 75% vivent non seulement dans les zones d'inondation mais sont également impactés par

les inondations récurrentes annuelles. C'est pour cette raison que plus de la moitié des toilettes utilisées dans la zone sont dans des conditions dégradantes comme le cas de plus de 66.000 ouvrages d'assainissement construites dans le cadre du PAQPUD. Le plus inquiétant est que 25% de ces ouvrages sont aujourd'hui entièrement abandonnées pendant toute la période hivernale et souvent plusieurs mois après (OXFAM, 2013). Cela pose un réel problème d'adaptabilité de ces toilettes classiques dans la zone. Pour contribuer à résoudre ce problème, Oxfam Sénégal pilote depuis 2013, le « projet d'amélioration des conditions d'assainissement des ménages vivant dans les zones inondées et inondables de Pikine et de Guédiawaye » qui est une composante du Programme de Structuration du Marché des Boues de Vidange (PSMBV) dirigée par l'Office National d'Assainissement du Sénégal (ONAS) et financé par la Fondation Bill et Melinda Gates. Une phase de recherche, test et validation de Technologies d'Assainissement Innovantes (TAI) adaptées aux zones inondées a été effectuée par Oxfam et ces partenaires locaux. Un nombre de trois (03) TAI que sont Biofilcom, Biofilter et Earth Auger ont été retenues avec succès par la commission technique nationale et une première phase de vulgarisation (2016-2017) de ces TAI a été mise en œuvre. Plusieurs obstacles ont été ainsi notés lors de cette phase.

Ceci nous amène ainsi à faire la présente étude sur ledit projet avant l'entame d'une seconde phase de vulgarisation. Plusieurs questions se posent alors : Le projet d'introduction de ces toilettes a-t-il été un succès pour les populations ? Les technologies d'assainissement sont-elles adaptées en zone inondée ? Ces technologies répondent-elles aux normes environnementales nationales ? Les technologies disponibles dans la zone permettent-elles une amélioration des conditions de vie des populations ?

L'objectif général de cette présente étude est de contribuer à l'amélioration de l'accès à l'assainissement non collectif dans les zones vulnérables à Dakar au Sénégal.

Il s'agit plus spécifiquement de :

- Evaluer le projet d'introduction des toilettes innovantes ;
- Faire le diagnostic des toilettes innovantes dans le cadre du projet ;
- Contrôler et suivre la qualité et la conformité des nouvelles toilettes innovantes qui seront construites dans le cadre du projet ;
- Définir et proposer une toilette type innovante.

Le présent document sera articulé au tour des points suivants : Revue biographique, matériel et méthodes, résultat et discussions et en fin conclusion et recommandations

I- REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition des termes et concepts

1.1. L'assainissement

Le terme assainissement désigne toute démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement en supprimant toute cause d'insalubrité. Ainsi, l'assainissement peut être défini comme la mise à dispositions d'installations et de services permettant de collecter, traiter et évacuer les déchets solides et liquides (C. Boris, 2016). L'assainissement est composé de trois (03) volets : 1) volet eaux usées et excréta, 2) eaux pluviales et 3) volet déchets solides. Quant aux types de systèmes d'assainissement, il en existe trois (03) types : 1) le collectif, 2) le semi-collectif (réseaux d'égout à faible diamètre < 110 mm) et 3) l'autonome. Suivant certains pays, cette dernière subdivise se résume en collectif ou autonome. Le choix d'un système d'assainissement est toujours orienté par la densité de la population de la zone et de la situation économique du pays.

1.2. L'assainissement collectif

L'assainissement collectif désigne le système d'assainissement dans lequel les eaux usées sont collectées et acheminées par un réseau public vers une station d'épuration pour y être traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Ce type d'assainissement comprend les réseaux de collecte et les équipements de traitement.

1.3. L'assainissement autonome ou non collectif

Le système d'assainissement autonome se présente comme une alternative à l'assainissement collectif. L'assainissement autonome appelé aussi Assainissement Non collectif (ANC) est l'ensemble des dispositifs à mettre en œuvre pour le traitement et l'élimination des eaux usées domestiques qui ne peuvent être évacuées par un système d'assainissement collectif. Par opposition à l'assainissement collectif, il est caractérisé par son autonomie aussi bien dans le fonctionnement de la technique (épuration des eaux), mais aussi souvent sa conception, son financement, sa mise en œuvre et son entretien (Chocat, 1997).

1.4. Assainissement écologique (EcoSan)

L'approche EcoSan est perçue comme un moyen qui contribue à résoudre efficacement les problèmes de l'assainissement, à améliorer la santé des populations par une évacuation saine des excréta, à augmenter la production agricole pour lutter contre la pauvreté (CREPA Volet Hygiène / Santé, 2006). C'est un système durable du point de vue environnemental, en boucle

fermée, dans lequel les excréta humains sont considérés comme une ressource (SENE et al. 2012). C'est une solution à la crise de l'assainissement, qui vient en alternative à l'assainissement classique, pouvant générer des problèmes, écologique, sanitaire et de manque à gagner en terme de fertilisant. Pour que l'assainissement écologique soit durable dans un contexte donné, il faut nécessairement qu'il soit adapté dans le contexte et que tous les aspects socioculturels, économiques, institutionnels etc. soient pris en comptes.

1.5. Inondation

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux phénomènes :

- ✓ L'eau qui peut déborder de son lit habituel d'écoulement quand l'homme s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités (augmentation des surfaces imperméables). Cela réduit les voies normales d'infiltration des eaux de pluies.
- ✓ Après une ou plusieurs années pluvieuses, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise : on parle d'inondation par remontée de nappe phréatique. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés. Sa dynamique est lente et peut perdurer plusieurs semaines.

1.6. Zone inondée et inondable

D'après (OXFAM, 2013), les zones inondées sont les zones où l'eau peut avoir une durée de présence supérieure à 3 mois. Par contre les zones inondables sont les zones où la présence de l'eau ne dure pas c'est-à-dire inférieure ou égale à 3 mois.

1.7. Technologie d'Assainissement Innovante (TAI) :

Une technologie d'assainissement non collectif représentent les différentes technologies utilisées à chaque maillon de la chaîne d'assainissement non collectif pour gérer les excréta et les eaux usées domestiques. On distingue donc les technologies destinées à stocker les excréta et les eaux usées domestiques, celles chargées de traiter et d'infiltrer l'effluent sortant du traitement primaire (maillon amont), les technologies destinées à la vidange des boues et à leur transport vers le site de dépotage (maillon intermédiaire) enfin les technologies destinées à être mises en œuvre pour traiter les boues une fois sur le site de dépotage (maillon aval) (Bigumandondera, 2014). Elle devient innovante lorsque le processus d'influence conduisant aux changements a un effet qui rejette les normes existantes et possède ainsi des nouvelles propositions.

En d'autres termes plus simple, une technologie d'assainissement autonome innovantes est un

système d'assainissement autonome qui n'est pas connecté à un réseau d'égouts, et collecte, transport et traite entièrement les produits entrants spécifiques (fèces, urine, eau de lavage, etc.), pour pouvoir éliminer ou réutiliser en toute sécurité les produits entrant solides et ou les effluents ainsi générés (ISO /PC305, 2018).

2. L'assainissement au Sénégal

2.1. Cadre juridique

L'architecture juridique comporte un nombre important de lois. A côté de la loi sur le service public de l'eau potable et de l'assainissement en milieu urbain et rural, adoptée en 2008, il existe les codes de l'eau, de l'assainissement, de l'hygiène, de l'environnement, de l'urbanisme, de l'habitat, des collectivités locales. Le code de l'assainissement a été instauré dans le souci de regrouper les textes et lois relatifs à l'assainissement et de légiférer sur l'assainissement autonome. Dans le souci de mieux prendre en charge la problématique de l'assainissement au Sénégal, la loi n° 2009-24 du 08 juillet 2009 portant Code de l'assainissement a été promulguée par les deux chambres parlementaires et le décret d'application 2011-245 promulgué le 17 Février 2011. Le code de l'assainissement fait aujourd'hui office de cadre légal du secteur de l'assainissement en général et des boues de vidanges en particulier.

Il accorde une attention particulière à la gestion des eaux usées en général et à la problématique des boues de vidange notamment au niveau du chapitre II intitulé champ d'application de l'article L 3 qui stipule que « Tout déversement, écoulement, dépôt, jet, enfouissement et immersion directs ou indirects de déchets liquides, d'origines domestique et industrielle dans le milieu naturel doit faire l'objet d'une dépollution préalable dans les conditions fixées par les textes en vigueur ».

2.2. Cadre institutionnel

Au Sénégal, les acteurs clés du sous-secteur de l'assainissement sont : 1) le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement, 2) l'Office National de l'Assainissement du Sénégal et les Collectivités locales. Les responsabilités institutionnelles de chacun de ces acteurs sont présentées ci - dessous (LPSD, 2016) :

- ✓ Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement (MHA) : Selon le Décret no 2014-877 du 22 Juillet 2014 relative aux attributions du Ministre de l'Hydraulique et de l'Assainissement, le MHA prépare et met en œuvre la politique définie par le chef de l'Etat dans les domaines de l'hydraulique et de l'assainissement. Ainsi, il est responsable de la politique de l'assainissement à l'échelle nationale.

- ✓ Direction de l'Assainissement (DA) : La Direction de l'Assainissement (DA), rattachée au Ministre de l'Hydraulique et de l'Assainissement.
- ✓ Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) : Au Sénégal l'ONAS, gère l'assainissement urbain et péri-urbain. C'est un Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) et est lié à l'Etat par un contrat de performance qui précise les obligations réciproques des deux parties et les objectifs à atteindre afin d'améliorer les services de l'assainissement des eaux usées domestiques (Collectif, semi-collectif et autonome et industrielle) et d'assurer l'équilibre financier de l'ONAS.
- ✓ Les collectivités locales : En ce qui concerne les collectivités locales, le code de l'assainissement et le code des collectivités locales ne confèrent aucune compétence spécifique aux collectivités locales dans la gestion du sous-secteur des eaux usées et excréta. Cependant elle bénéficie d'une compétence générale dans le domaine de la salubrité publique dont l'assainissement des eaux usées en est une dimension.

2.3. Taux d'accès à l'assainissement au Sénégal

Selon l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, 2017), la population totale du Sénégal était de 15.256.346 habitants avec 45,1% et 54,9% vivant respectivement en milieu urbain et rural.

- Niveau urbain : Le taux d'accès des populations urbaines à des installations sanitaires améliorées a été estimé à 67,4% en 2017. Cette valeur supérieure est à la moyenne en Afrique subsaharienne (41%) mais reste inférieure à la moyenne mondiale (83%). Concernant la défécation à l'air libre dans les zones urbaines, il était de 4,3 % en 2017 (Revue Annuelle Sectorielle Conjointe, 2018).
- Niveau rural : Concernant l'assainissement rural, le taux d'accès des populations rurales à des systèmes l'assainissement améliorés était estimé à 42,3 %, valeur qui est supérieure à la moyenne rurale en Afrique sub-saharienne (20%) encore inférieure à la moyenne rurale mondiale (50%).
- Niveau national : Le taux d'accès global à l'assainissement au Sénégal est de 53,8 %. Conscient de la faiblesse de ces résultats en matière d'accès des populations (surtout en milieu rural) à des systèmes d'assainissement adéquates et durables, le Gouvernement du Sénégal reconnaît que beaucoup d'efforts restent à faire à cet égard pour combler ces lacunes et atteindre les objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies qui seront visés au cours des 12 prochaines années (en 2030).

2.4. Taux d'accès à l'assainissement à Dakar

La population totale de la région de Dakar était estimée à environ 3.529.300 habitants avec une croissance annuelle moyenne de 3,4% (ANSD, 2015). A Dakar, il existe trois (03) différents types de systèmes d'assainissement : 1) assainissement collectif (27,4% de la population est connectée), 2) assainissement semi-collectif (2,0% connectés) et 3) assainissement autonome (70,6% de la population est desservie). L'assainissement autonome est le système plus prédominant dans la Région de Dakar (plus de 70% de couverture) ainsi qu'au niveau national. Dans les zones périurbaines de Dakar, la grande majorité de la population (plus de 80%) est sur l'autonome et un volume important de boues de vidange de plus de 1500 m³ y est produite par jour. Par conséquent, pour contribuer à la gestion de ces boues de vidanges générées, l'ONAS a construit quatre (04) Stations de Traitement des Boues de Vidange (STBV) à Dakar pour une capacité totale de 640 m³ / jour. Ces stations de traitement des boues de vidange de Dakar sont toutes situées dans la zone du projet et représentent 40% du total des STBV existants au niveau national (SENE, 2017).

3. Problématique des inondations à Dakar

3.1. Cartographie des zones inondées et inondables à Dakar

Depuis 1952, le site du projet n'a connu aucun tracé d'urbanisme permettant de mieux tracer la ville dans le futur. Malgré l'hydrogéologie de la zone, caractérisée par des nappes phréatiques très puissantes parfois affleurantes dans les « Niayes » dont la nappe des sables quaternaires (Dasylyva, 2009), cette zone périurbaine de Dakar a ainsi connu une densification de l'habitat qui s'est faite à la faveur des déguerpissements et de l'exode rural entre autres facteurs. Cependant l'urbanisation, l'imperméabilisation des sols et la diminution des surfaces d'infiltration qui lui sont associées ainsi que certaines solutions spontanées mises en œuvre par les populations et les autorités locales (murettes, remblai, etc.) participent de plus en plus à aggraver les inondations (**figure 1**) dans cette zone de Dakar (Dasylyva, 2009). La variabilité pluviométrique liée surtout aux effets des changements climatiques est aussi une autre cause des inondations dans cette zone. Ainsi, le risque d'inondation est donc déterminé par les facteurs liés à la morphologie et à la nature du sol, à la topographie, à la nature du sous-sol, à l'hydrologie, à l'assainissement et à l'occupation des sols (Lo et al., 2010). C'est particulièrement en 2005 et en 2009 que les inondations (causées par des pluies exceptionnelles) sont apparues comme un drame social, économique et écologique au Sénégal et notamment dans certaines zones de Dakar. En effet, avec la saison hivernale de 2009, quelques 300 000 personnes, voire 33 000 familles (Banque mondiale, 2017) de la banlieue de

détérioration de la santé publique (installations sanitaires familiales impraticables), la destruction de l'économie locale en partie, la déstabilisation de l'éducation, des ménages sinistrés et blessés, un tissu social déstructuré, l'infrastructure périurbaine déjà déficiente, engloutie, bref la vie dans la banlieue paupérisée et devenue un enfer dans la zone. Le plus inquiétant aujourd'hui, est que plus de 25% de ces ouvrages sont entièrement abandonnées pendant toute la période hivernale et souvent sur plusieurs mois après cette dernière (OXFAM, 2013) ce qui pose un réel problème d'adaptabilité de ces toilettes classiques dans les zones inondées et inondables à Dakar.



Figure 2: Images de concessions affectées par les inondations dans la zone du projet

Dans certaines localités de cette zone, le manque de moyen pousse même certains à évacuer leurs eaux usées dans un trou creusé devant la maison (**Figure 3**). Des dysfonctionnements sont notés sur presque la totalité des ouvrages existants dans la zone : remplissage rapides des fosses vuées qu'elles ne sont pas étanches et que la nappe affleure, problèmes d'accessibilités de fonctionnalité des toilettes, etc. En somme ces toilettes classiques (TCM, fosse septiques, VIP) restent un challenge pour les autorités du sous-secteur de l'assainissement vu qu'elles sont impraticables dans les quartiers péri-urbains de Dakar (zone inondée et inondable).



Figure 3: Images sur la situation dégradante des ouvrages sanitaires dans la zone (Photos A. SARR)

4. Technologies d'assainissement conventionnelles

4.1. Ouvrages pour la prise en charge des eaux vannes

Avec le Programme d'Assainissement des Quartiers Périurbain de Dakar (PAQPUD), ONAS avait subventionné la construction de plus de 66 000 ouvrages d'assainissement autonomes aux profits des populations vivantes dans les départements de Pikine et de Guédiawaye (ONAS 2001). Ainsi plusieurs technologies ont été promues pour la prise en charge des eaux vannes à Dakar et plus précisément en zone périurbaine. Les ouvrages d'assainissements les plus connus dans la zone du projet sont les suivants :

La toilette à chasse manuelle (TCM) : est un ouvrage d'évacuation des excréta muni d'un système d'entraînement des excréta jusqu'à la fosse. Les excréta sont déposés dans une cuvette puis évacués par un faible volume d'eau versé à la main. La cuvette est nettoyée après chaque usage et la réserve d'eau y restant crée un siphon hydraulique contre les odeurs et les insectes. L'ouvrage est composé : 1) d'une superstructure, 2) d'une cuvette à siphon hydraulique, 3) de deux fosses circulaires déportées utilisées en alternance, et 4) d'un regard de répartition des boues vers les deux fosses (**Figure 4**). La TCM est généralement installée dans les zones où le sol possède une bonne capacité d'infiltration avec une profondeur de la nappe généralement supérieure à 3m.



Figure 4: Toilette à chasse manuelle (TCM) (Fiche technique, (PAQPUD, 2001))

La latrine VIP à doubles fosses ventilées : Elle est similaire à la latrine VIP, mais avec deux fosses couvertes par une grande dalle à deux trous. Les fosses sont utilisées alternativement. Lorsqu'une fosse est pleine, elle est fermée et la seconde est mise en service. Une VIP comprend : 1) Deux fosses séparées par un mur de cloisonnement étanche et utilisées alternativement, 2) deux cheminées de ventilation permettant l'évacuation des odeurs et 3) d'un tuyau de ventilation dont l'extrémité est munie d'un grillage anti-mouche (**Figure 5**). Elle est généralement installée dans les zones où le sol possède une bonne capacité d'infiltration avec une profondeur de la nappe généralement supérieure à 3m.



Figure 5: Latrine VIP à doubles fosses ventilées

La fosse septique : est un ouvrage de section généralement rectangulaire compartimentée en deux (**Figure 6a**). Elle reçoit en particulier toutes eaux usées de la maison et les traite partiellement en quelques jours. La fosse septique joue le rôle de prétraitement. Les eaux prétraitées sortent de la fosse par une canalisation et sont drainées dans le sol par des puisards ou un drain d'infiltration. Quant à la fosse étanche (**Figure6b**), elle a les mêmes caractéristiques que la fosse septique exceptée de la présence du puisard au niveau de la fosse septique.



Figure 6: Fosse septique (a) et la fosse étanche (b)

4.2. Ouvrages pour la prise en charge des eaux grises

La douche puisard est connectée à un puisard qui reçoit ainsi toutes les eaux de douche et parfois les eaux de lessive afin de les traiter par infiltration. Le puisard est une fosse circulaire remplie de moellons qui participent au traitement des eaux grises. Elle est constituée : 1) D'une cabine de la douche et 2) d'un puisard. Quant au bac à laver-puisard, il présente les mêmes caractéristiques que la douche puisard sauf que celui-ci reçoit également les eaux de vaisselle et non de douche. Il comprend : 1) un lavoir et 2) un puisard.

5. Quelques Technologies d'Assainissement Innovante (TAI)

5.1. Toilette à biodigesteur (Biofilcom)

La toilette à biodigesteur (**figure 7**) est une latrine composée essentiellement d'un digesteur, d'une superstructure, d'un dispositif de lavage des mains et d'un filtre à sable. Ce dernier a été ajouté dans le but d'affiner le traitement des effluents issus du digesteur mais aussi pour jouer un rôle d'élévation en zone inondée ou inondable. Le digesteur, constitué d'un filtre bicouche, est l'unité de traitement des excréta et constitue la composante clef et l'innovation de la toilette à biodigesteur (Biofilcom). La durée de vie de l'ouvrage est de 10 ans au minimum si les conditions d'exploitation sont respectées. Le prix de la toilette est de 360 000FCFA.

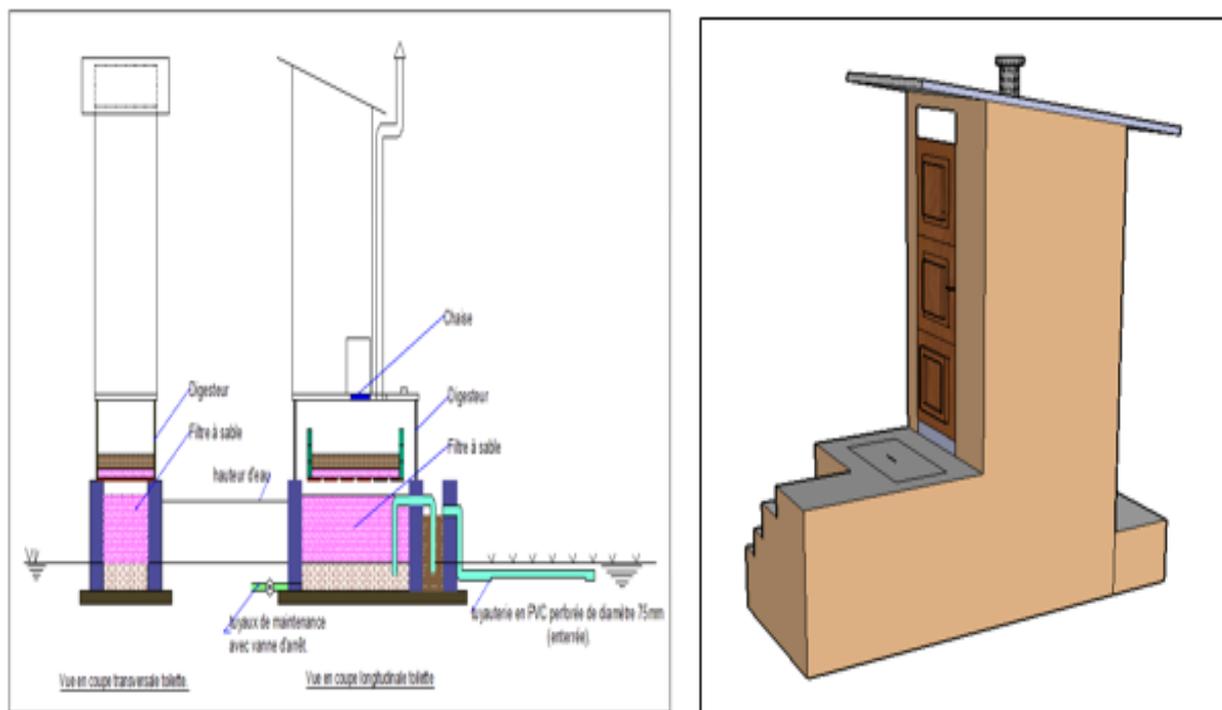


Figure 7: Schémas de la toilette à biodigesteur (Biofilcom)

5.2. Toilette à filtre bactérien (biofilter)

La technologie proposée est constituée d'une latrine et douche (**figure 8**). Elle est composée essentiellement d'une superstructure (WC + Douche), de deux fosses alternatives, d'un bassin de décantation, d'un filtre bactérien constitué d'une fosse préfabriquée en plastique remplie de gravier permettant de traiter les effluents générés par le système et d'un puits d'infiltration constitué par un tuyau PVC DN 160 pour le drainage des eaux dans la nappe. Elle est conçue en deux versions : Une pour la gestion des eaux vanne uniquement et une autre pour la gestion combinée des eaux vanne et des eaux grises. La durée de vie de l'ouvrage est de 15 ans minimum si les conditions d'exploitation sont respectées. Le prix de la toilette est de 540000 FCFA.

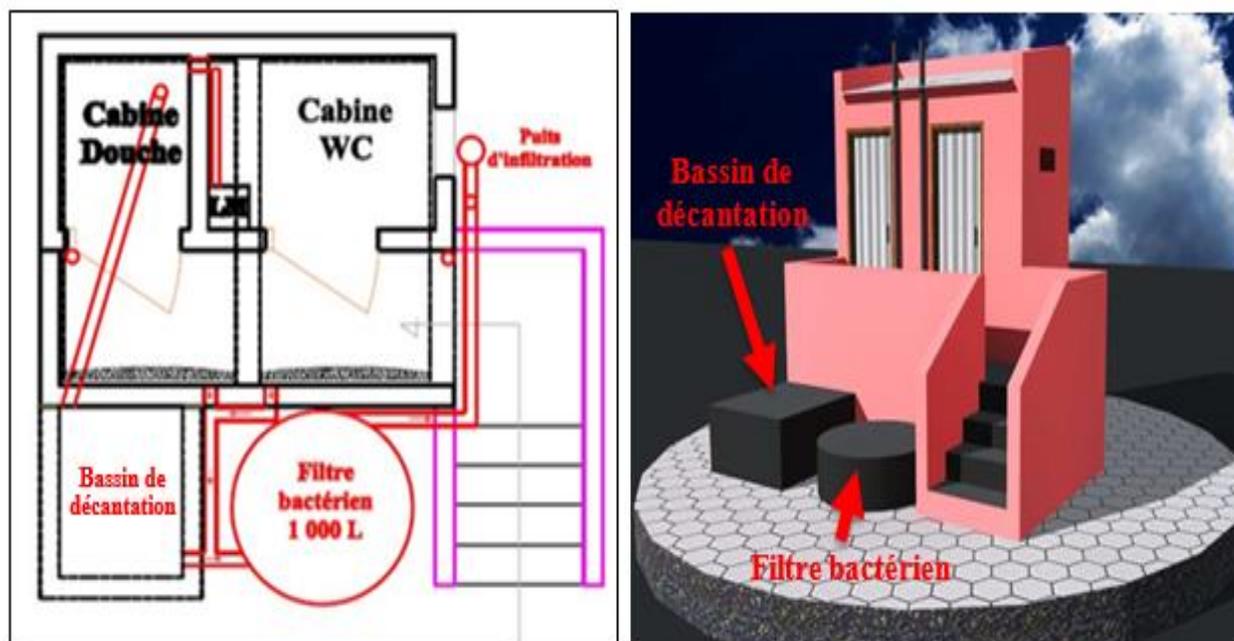


Figure 8: Schémas de la toilette à filtre bactérien (Biofilter)

5.3. Toilette à compost (Earth Auger)

La toilette à compost (Earth Auger) (**figure 09 ; 10**) est constituée d'une latrine, d'un tuyau muni d'une vis d'Archimède (qui permet de mixer, d'aérer, et de déplacer ce mélange au niveau de la chambre de compostage), d'un baril de 45 litres pour le stockage des liquides, d'un baril appelé chambre de compostage de 200 litres pour le stockage du compost. La technologie proposée est une toilette innovante qui est un ouvrage de type séparation des urines et des fèces. Autrement, c'est une toilette autonome sèche à pédale à pied basée sur le principe de séparation des déchets à leur origine de production. La durée de vie de l'ouvrage est de 10 ans si les conditions d'exploitation sont respectées. Le prix de la toilette est de 517000FCFA.

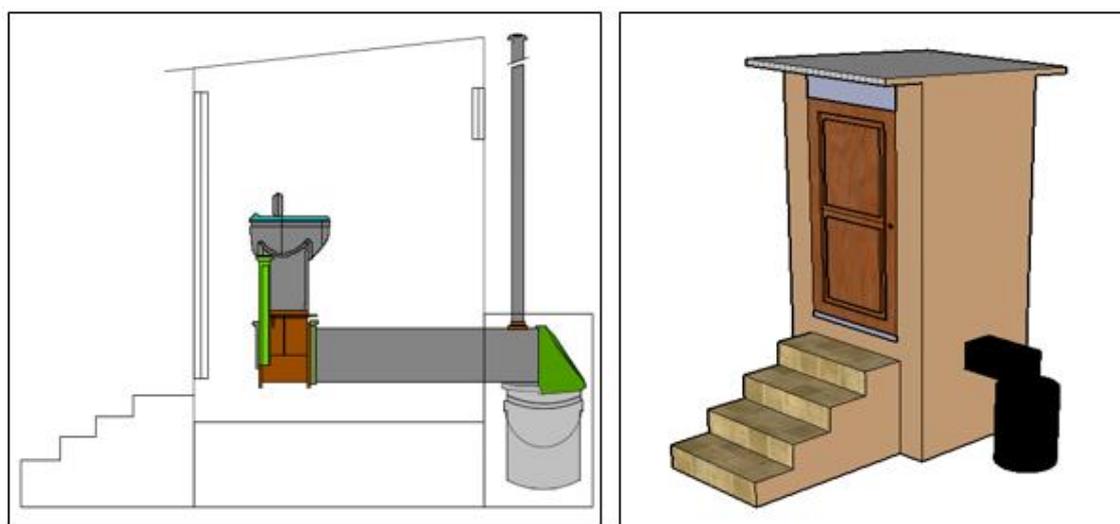


Figure 9: Schémas de la toilette à compost (Earth Auger)

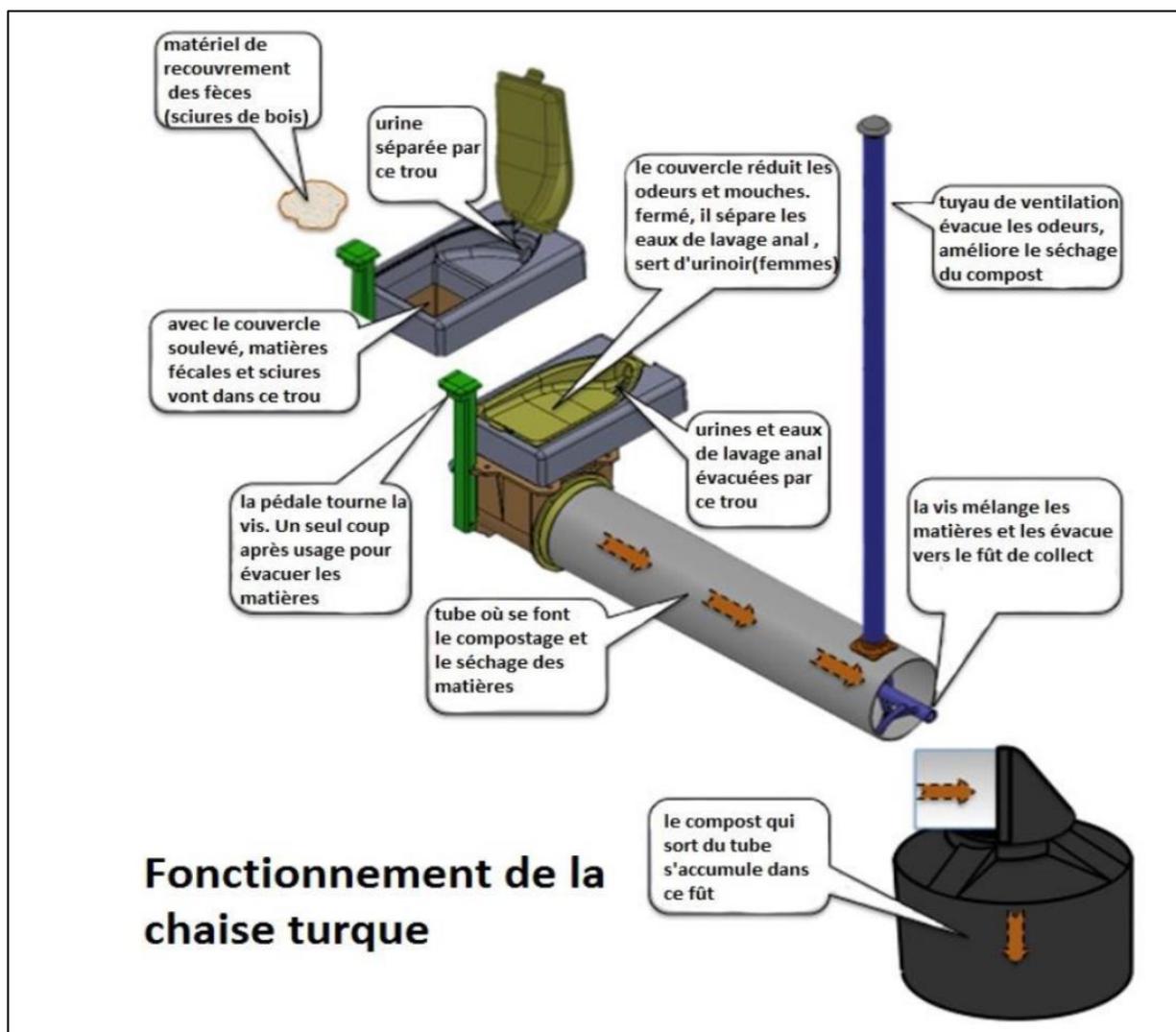


Figure 10: Schéma explicite de la toilette à compost (Earth Auger)

6. Paramètres à considérer pour la conception d'une toilette en zone d'inondation

6.1. Facteurs important pour le dimensionnement d'un ouvrage en zone inondée

Partant des principes fondamentaux de l'assainissement individuel qui considèrent que tout ouvrage à mettre en place doit pouvoir évoluer vers un système plus amélioré en tenant compte de l'évolution du niveau de vie des populations bénéficiaires, nous pouvons affirmer que le choix des technologies de toilette implique une analyse complète de plusieurs facteurs de la zone où elles doivent être installées. Cependant, les zones inondables ont plusieurs facteurs qui sont pris en compte lors du choix des technologies de toilettes pour permettre une amélioration des conditions de vie des habitants. Quelques caractéristiques sont ainsi à noter sur ces toilettes: La superstructure d'une toilette doit être dotée de : Un abri avec une superstructure de bonne qualité pouvant résister aux intempéries et préserver l'intimité de l'utilisateur ; un tuyau de ventilation dont la partie supérieure porte un grillage moustiquaire ; et elle doit être accessible et facile à utiliser.

L'infrastructure doit comporter : Une fosse ou équipement de qualité pouvant résister aux intempéries (inondations) ; une fosse surélevée pour éviter d'être noyée et accessible en cas de récupération des déchets ; des dalles pouvant supporter un certain poids pour la protection des usagers en cas d'utilisation ; et la présence d'une dalle d'aération portant le(s) tuyau(x) de ventilation

6.2. Critères de sélection des toilettes innovantes dans le cadre du Projet

Le choix d'une technologie d'assainissement est basé sur plusieurs critères selon le contexte dans lequel on se situe. Pour notre étude, une commission nationale est mise en place pour la sélection des offres en technologies d'assainissement innovantes au Sénégal. Pour une meilleure approche plusieurs critères (**tableau 1**) ont été élaborés. L'élaboration de ces critères a été une approche innovante dans le cadre de ce projet.

Tableau 1: Critère d'évaluation des toilettes choisies dans le cadre du projet

Paramètres	Attentes par rapport aux réalités locales
Critères Techniques	
Design du prototype	Simple et sans exagération ; sans aucune extravasation.
Volume utile	Il faudra un volume utile de 2400 litres (8 litres/jour ; 240 litres/mois ; 2400 litres/an).
Surface au sol	En moyenne: 6 à 10 m ² .
Matériaux de construction	Les matériaux doivent satisfaire aux normes sénégalaises en vigueur ou à défaut, aux normes internationales. Ils doivent être disponibles en quantité suffisante au Senegal.
Durée de construction/ d'installation	Le délai de construction ou d'installation de l'ouvrage ne doit pas dépasser 15 jours (20 dans quelques cas spécifique).
Entretien / maintenance et la vidange	L'ouvrage devrait être facile à entretenir. L'accès pour la vidange ou de récupération du contenu doit être facile.
Ventilation	La technologie à proposer doit obligatoirement intégrer un système de ventilation pour l'utilisateur et la libération des gaz.
Dispositif d'eau	Intégrer un dispositif d'eau et de lavage des mains.
Durée de vie de l'ouvrage	Durée de vie des ouvrages
Coût de l'ouvrage	Tout compris
Efficacité environnementale	Préservation de l'environnement en empêchant les infiltrations et les émanations d'eaux noires ou autres.
Expérience dans un projet similaire	Expérience Démontrée

7. Présentation de la zone d'étude

7.1. Situation géographique

La région de Dakar, l'une des quatorze (14) régions du Sénégal, est située dans la péninsule du Cap Vert et couvre une superficie totale de 557 km². Géographiquement située entre 17 ° 10 et 17 ° 32 de longitude Ouest et 14 ° 53 et 14 ° 35 de latitude Nord. Il est composé de quatre (04) départements : 1) le département de Dakar (avec une superficie de 79 Km²), 2) Pikine (92.5 Km²), 3) Guédiawaye (13.5 Km²) et le département de Rufisque (372 Km²).

La zone Pikine et Guédiawaye (106 Km²) représente la plus grande banlieue du Sénégal et constitue notre zone d'étude (Figure 12). Il existe 13 communes d'arrondissement dans la zone cible du projet dont neuf (10) dans le département de Pikine et trois (3) dans le département de Guédiawaye.

7.2. Situation démographique

Selon (ANSD 2017), les départements de Pikine et Guédiawaye comptent 1 687 983 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 3,4% en 2017. Ces départements abritent plus de la moitié de la population de l'agglomération Dakaroise. Cet accroissement s'explique par une forte natalité, mais surtout par le fruit d'une migration à la fois forte et soutenue pendant plus de 40 ans. La densité de la population est estimée à 15 924 habitants / Km². En moyenne, il y'a 10 personnes par ménage dans la zone cible.

7.3. Situation socio-économique et culturelles

Le **tableau 2** présente quelques informations sur la situation socio-économique et culturelle de la zone du projet.

Tableau 2: Information socio-économique et culturelle (Source : OXFAM, 2013)

Informations socio-économiques	
Profil socio-économique des ménages	38% de la population ne dispose d'aucun revenu
Revenus moyens des ménages	Quatre-vingt-six mille quatre cent quatre-vingt et un (86 481) F CFA par mois
Coût d'investissement moyen (CIM) des ménages pour l'acquisition d'un ouvrage d'assainissement adapté : Capacité à payer	Cent quatre-vingt-dix mille (190 000) francs CFA
Coût d'investissement maximum des ménages les plus pauvres pour l'acquisition d'un ouvrage d'assainissement adapté	Cent cinquante-deux mille cent francs (152 100 FCFA), Les ménages pauvres sont prêts à consentir le triple de revenus moyens mensuels pour obtenir une toilette adaptée
Coût d'investissement maximum des ménages les plus riches pour l'acquisition d'un ouvrage d'assainissement adapté	Trois cent quatre-vingt-sept mille deux cent vingt francs (387 220 FCFA)
Proportion de pauvres	67% des ménages ont un revenu mensuel de moins de cent mille francs (100 000) FCFA dont 57% gagnent moins de cinquante mille francs (50.000 FCFA) par mois
Informations socio-culturelles	
Utilisation d'eau	L'utilisation de l'eau pour le nettoyage anal après défécation est une exigence religieuse chez les musulmans qui représentent 95% de la population sénégalaise. Au-delà de la religion cette pratique est culturellement ancrée dans la mémoire collective des sénégalais
Typologie de cuvette	La position assise ou accroupie est celle qui est religieusement et culturellement admise.

7.4. Températures et précipitations

La température dans la zone varie autour de 24° C. Les minimums sont de 14°C en Janvier, les maximums de 35°C en Octobre. Quant aux précipitations, elles sont de l'ordre de 500 mm par an groupées en une quarantaine de jours avec un maximum en Aout. Les variations annuelles de la pluviométrie sont importantes et se situent entre 200 mm à 900mm. Le climat est de type

tropical subsaharien marqué par une alternance d'une saison sèche de neuf (09) mois (novembre à mi-Juillet) et d'une saison des pluies de trois (03) mois (mi-Juillet à Octobre).

7.5. Qualité des sols et niveau de la nappe

Les départements de Pikine et Guédiawaye sont caractérisés par une forte occupation humaine (15 924 habitants / Km²) qui a modifié ses conditions biophysiques. La zone est caractérisée, dans l'ensemble, par une topographie relativement faible marquée par une succession de zones dépressionnaires et de dunes rouges fixées qu'on retrouve par endroit. Dans les zones dépressionnaires, les altitudes dépassent rarement 9 m. Cette faiblesse de la topographie résulte de l'histoire géologique de la zone puisque ces dépressions font partie du système des Niayes qui caractérisent une bonne partie de la région de Dakar.

Au plan pédologique, deux principaux groupes de sols peuvent être distingués :

- ✓ Des sols zonaux représentés par les sables dunaires de l'erg de Pikine. Ce sont des sols ferrugineux tropicaux non lessivés (ou sols "Dior") sur sables éoliens récents. Ils sont normalement bien drainés dans leur horizon de surface. Ce sont des sols extrêmement sensibles à l'érosion éolienne ;
- ✓ Des sables intra zonaux regroupant des sols halomorphes et des sols hydro morphes que l'on retrouve dans les dépressions inter dunaires. Les sols halomorphes se caractérisent par la présence de sols solubles qui provoquent parfois un ralentissement considérable de l'activité physiologique des micro-organismes. Quant aux sols hydro morphes, leurs caractères fondamentaux sont liés aux conditions asphyxiantes et réductrices dues à un excès d'humidité et sont associés aux dépressions humides qui jalonnent les inter-dunes.

Il n'existe pas de réseau hydrographique dans le secteur hormis les zones dépressionnaires qui emmagasinent les eaux pluviales en hivernage. La zone est également caractérisée par des affleurements des eaux de la nappe des sables quaternaires au niveau des dépressions. C'est par ailleurs dans des zones de très faible topographie que les inondations sont observées. Le ruissellement est généralement nul dans la zone compte tenu de la bonne perméabilité du sol. Cependant, la forte occupation humaine de la zone entraîne une augmentation des surfaces imperméables et empêche ainsi la bonne infiltration des eaux.

II- MATERIEL ET METHODES

II. MATERIEL ET METHODES

1. Choix et présentation de la zone d'étude

Cette étude a concerné deux zones d'inondations à Dakar (Sénégal) : Pikine et Guédiawaye. Ces deux zones (**Figure 11**) ont été choisies parce qu'elles sont très vulnérables à la recrudescence des inondations à Dakar, pour la forte production de boues et pour la pratique fréquente de la vidange manuelle des fosses septiques par les populations. Aussi les zones de Pikine et de Guédiawaye représentent la plus grande banlieue de Dakar et sont constituées de 13 communes d'arrondissement dans la zone dont dix (10) dans le département de Pikine et trois (3) dans le département de Guédiawaye.

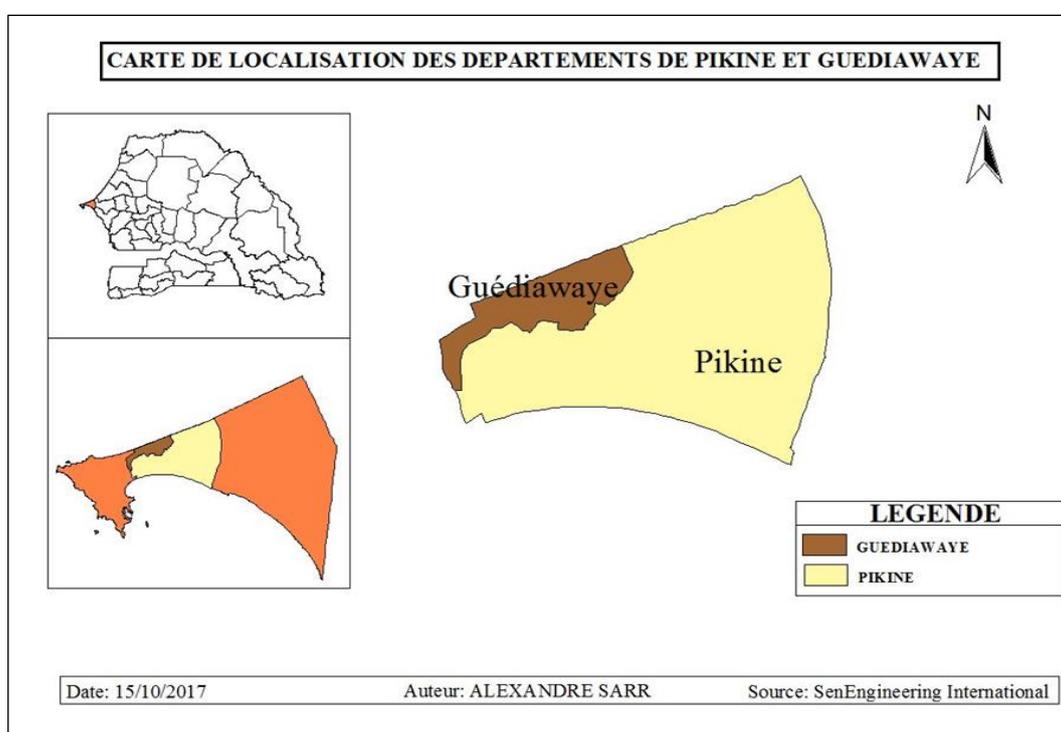


Figure 11: Cartographie des départements de Pikine et Guédiawaye

2. Evaluation du projet d'introduction des toilettes innovantes

2.1. Rappel du contexte du projet

2.1.1. Phase test et phase de vulgarisation des technologies

Le Programme est structuré en six programmes dont celui portant sur les zones inondées et inondables gérées par l'ONG OXFAM dans le cadre de la première phase du programme ayant comme objectif spécifique l'amélioration des conditions d'assainissement des ménages les plus vulnérables vivant dans les zones à risque d'inondation de 13 communes des départements de Pikine et Guédiawaye. Au cours de cette première phase du programme lancée depuis 2012, un modèle d'affaires a été développé avec succès sur la base des types de toilettes sélectionnés et

validés dont : la toilette à biodigesteur (Biofilcom du Ghana), la toilette à filtre bactérien (Biofilter du Sénégal) et la toilette à compost (Earth Auger des Etats Unis), et un mécanisme de financement du marché de l'assainissement à travers les institutions de micro finance a été aussi mis en place. Après la phase test fut la phase de vulgarisation qui a consisté à la commercialisation des toilettes qui a commencé par la toilette à biodigesteur (Biofilcom) du fait qu'elle a été la première à être retenue.

2.1.2. Technologies innovantes testées et vulgarisées

Au total un nombre de 64 toilettes ont été suivi dans l'étude dont 18 toilettes en phase test et 46 toilettes en phase vulgarisation (**tableau 3**). Ces toilettes sont de type innovant et composées d'une toilette à biodigesteur, à filtre bactérien et à compost.

Tableau 3: Tableau récapitulatif des différentes toilettes réalisées

Types de toilettes	Phase test	Phase vulgarisation	Total
toilette à biodigesteur (Biofilcom)	10	31	41
toilette à filtre bactérien (Biofilter)	03	15	18
toilette à compost (Earth Auger)	05	0	05
Total	18	46	64

2.2. Evaluation du projet d'introduction axées sur les résultats

L'évaluation du Projet d'introduction des toilettes innovantes a été menée en conformité avec les critères classiques de suivi évaluation axés sur les résultats de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques). Elle est basée sur les cinq critères suivants : Impact, pertinence, efficacité, efficacité et durabilité. La démarche est fondée sur l'approche analytique qui consiste d'une part, à développer un cadre d'évaluation, collecter et traiter les données et d'autre part analyser, évaluer et interpréter les différents indicateurs du cadre des résultats et à faire une analyse critique de la conception et de la mise en œuvre du programme. Ce qui exige une revue documentaire et des entretiens.

2.2.1. Revue et analyse documentaire

La recherche documentaire a consisté à l'exploitation des documents tels que le cadre logique du projet, les rapports d'études et autres. L'utilisation du cadre logique a permis d'identifier les différents objectifs à atteindre, les différents indicateurs, les résultats attendus etc. La recherche a aussi permis de collecter des données sur les différentes toilettes construites, de comprendre d'avantage le contexte dans lequel la composante zone inondée et inondable a été mise en place et sa stratégie d'intervention.

2.2.3. Entretiens

La recherche documentaire a abouti d'une part à une identification des acteurs ayant ainsi permis de faire une réunion générale et des entretiens individuels avec le coordonnateur du projet (OXFAM), les services financiers, les bénéficiaires des toilettes et les concepteurs des technologies. Ceci dans le cadre d'une meilleure organisation dans la collecte des données et pour aboutir à une bonne évaluation.

3. Diagnostic technique des toilettes innovantes introduites dans la zone du projet

Le diagnostic des ouvrages est une phase essentielle dans le cadre de l'identification des forces et faiblesses des ouvrages réalisés. Il a consisté à vérifier et à identifier tous les problèmes techniques, d'entretien et d'utilisation des ouvrages. Le diagnostic a donc consisté à faire l'état des lieux de toilettes.

3.1. Revue et analyse documentaire

La recherche documentaire a consisté à l'exploitation des documents. Elle a permis de collecter des données sur différentes toilettes individuelles existantes en particulier sur des technologies d'assainissement autonomes innovantes. Elle a aussi consisté à l'exploitation des rapports d'études et autres qui ont permis de mieux connaître la situation des phases antérieures du projet pour mieux s'orienter dans la deuxième phase qui est une suite de la phase de vulgarisation.

3.2. Entretiens

La recherche documentaire a abouti d'une part par une identification des acteurs ayant ainsi permis de faire des entretiens avec eux. Pour une bonne réussite de cette phase, des guides d'entretiens et questionnaire ont été établis pour faciliter la collecte des informations auprès des différents acteurs concernés. Pour le questionnaire destiné aux bénéficiaires, l'échantillonnage était fait en fonction du nombre de toilettes construites.

3.3. Visite d'observation des ouvrages

La visite consiste à effectuer des sorties de terrain. Cette phase est répartie en deux tâches dont la première consiste à effectuer des visites et la deuxième permet de mieux observer les toilettes et comprendre leur fonctionnement. L'échantillonnage est fait en fonction des 64 toilettes visitées. Sur le terrain, les observations désengagées de l'état de certaines toilettes visitées, et la situation dans laquelle elles sont, ont permis d'apprécier la qualité des réponses obtenues à partir des entretiens. L'analyse des réponses des différents entretiens, les visites et observations faites sur les toilettes ont permis de faire un diagnostic sur l'ensemble des toilettes réalisées.

3.4. Analyse SWOT

Le SWOT est un outil très pratique lors de la phase de diagnostic. L'analyse SWOT a pour objectif d'obtenir une vision d'ensemble d'une situation actuelle, d'un projet à venir, d'un secteur, d'une organisation, etc. Il s'agit de l'analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces. Il est utilisé en deux grandes étapes : La première permet de faire ressortir les forces et les faiblesses de l'objet étudié et la deuxième se base sur les opportunités et les menaces de l'environnement dans lequel l'objet étudié évolue.

4. Contrôle, suivi qualité et conformité des toilettes réalisées après diagnostic

Le contrôle de la qualité et de la conformité s'est effectué sur la base du diagnostic fait sur les différentes toilettes et les recherches documentaires sur les différentes composantes des toilettes, leur fonctionnement, la technique et les matériaux de construction et leurs plans techniques. Pour une meilleure étude, les outils de collecte de données présentés en annexe et listés ci-dessous ont été développés.

- ✓ Fiche de validation technique de sites
- ✓ Fiche de Réception Provisoire et définitive
- ✓ Lettre de garantie des ouvrages

4.1. Visite de validation technique :

Pour mener à bien cette mission, une première phase d'étude se fait sur le terrain. Elle consiste à faire une prospection des sites une fois que les demandes de réalisation de toilettes sont reçues. C'est à travers cette visite que la réalisation de l'ouvrage sur le site subit une validation ou une non validation. Pour mieux collecter les données et avoir une meilleure appréciation sur la validation, une fiche technique (**annexe 2**) contenant certains critères de validation technique est établie. Parmi ces critères, nous avons principalement : Statut du client ; Espace disponible dans la maison (m²) ciblée pour la réalisation de la toilette, taille du ménage, existence d'ouvrage sur l'espace proposé, la hauteur d'eau maximale en cas d'une forte inondation etc.

4.2. Correction des non conformités

Pour une bonne amélioration de l'ensemble du système et des toilettes réalisées, nous avons parvenu à faire un diagnostic global de l'ensemble. Le diagnostic nous a permis de noter plusieurs dysfonctionnements sur les premières phases. L'analyse des résultats obtenus nous a enfin permis d'apporter quelques solutions afin de participer à l'amélioration du système et des ouvrages construits dans le cadre du projet et de participer à leur vulgarisation à l'échelle nationale.

4.3. Suivi et contrôle des travaux

La mission de suivi et contrôle des travaux est la phase qui suit celle de la visite technique lorsqu'elle est validée. Elle permet de suivre et contrôler les travaux de réalisation sur le terrain pour aboutir à des ouvrages durables, respectant les normes et d'une qualité meilleure pour satisfaire les clients et booster la commercialisation.

4.4. Conformité des toilettes réalisées (service après-vente)

C'est la phase de suivi et d'observation du comportement des toilettes après réalisation. Elle vient juste après l'installation et la réception provisoire des toilettes pendant une période de deux (2ans) ans de fonctionnement correspondant à la durée de garantie des toilettes. Elle permet de situer facilement les responsabilités entre le bénéficiaire et le concepteur-réalisateur en cas de dysfonctionnement de l'ouvrage.

5. Proposition d'une nouvelle toilette type destinée aux zones inondables

La démarche pour proposer et mettre en place une nouvelle toilette type est la suivante : Une maîtrise des technologies de toilettes réalisées, une analyse des dysfonctionnements rencontrés sur certaines toilettes, une analyse SWOT des toilettes et une connaissance sur quelques technologies existantes.

5.1. Définition des paramètres pour la conception d'une toilette type

Le diagnostic sur les toilettes innovantes réalisées a permis de noter les disfonctionnements sur l'ensemble des toilettes. Cet élément complété par l'analyse SWOT et le contexte de la zone ont permis de mieux proposer un type de toilette innovante destinée à cette zone d'étude.

5.2. Design de la toilette innovante proposée

La toilette proposée sera constituée d'une superstructure (composée d'une latrine et d'une douche respectant les critères de sélection) et d'une infrastructure (fosse). Le dimensionnement de la fosse est fait sous la base de quelques hypothèses de calcul que sont : Taille ménage, taux d'accumulation ; volume de rejet moyen, et les dimensions de la toilette.

5.3. Traitement des données :

Pour faire un tel traitement des données, les logiciels tels que AutoCAD, Arcview, Google Earth, sphinx, sketch Up sont utilisés.

- ✓ Arcview et Google Earth nous ont servi à faire les cartes et la localisation des sites
- ✓ AutoCAD et Sketch Up ont été utilisés pour faire les dessins techniques
- ✓ Sphinx a été utilisé pour le traitement des données de l'enquête

III- RESULTATS ET DISCUSSION

III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Evaluation du projet d'introduction des toilettes innovantes

Comme tout projet, une évaluation est nécessaire dans le but d'approuver son apport. Pour aboutir à une bonne évaluation de la première phase de ce projet sur lequel nous avons travaillé et mieux prévenir les dysfonctionnements rencontrés, nous avons utilisé les critères d'évaluation classiques de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) (**tableau 4**) que sont : Impact, pertinence, efficacité, efficacité et durabilité

Mais avant tout détail sur ces différents critères, il convient de saluer la qualité globale incontestable de la première phase du projet. Le projet sur l'amélioration des conditions d'assainissement autonome des populations vivant dans les quartiers péri-urbains (Pikine et Guédiawaye) de Dakar est un programme innovant et salué unanimement par toutes les parties prenantes au premier rang desquelles la population bénéficiaire.

Tableau 4: Evaluation du projet avec les critères classiques

Critères	Avantages	Inconvénients
Impact	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduction des dépenses liées à la vidange des toilettes ; ✓ Suspension de l'utilisation des toilettes voisines ; ✓ Réduction des vidanges manuelles dans la zone ; ✓ Augmentation du taux d'accès aux toilettes améliorées ; ✓ Création d'emplois et de revenus chez certains acteurs ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conflit d'intérêt (noté sur la phase test) ✓ Plaintes et révolutions causé par les toilettes non achevées et ayant durées plus de 4 mois de construction ; ✓ Conflits d'intérêt ✓ Retrait de certains acteurs par manque de confiance ; ✓ Risque de pollution de la nappe par les effluents infiltrés et dont leur qualité ne respecte pas les normes de rejet ;
Pertinence	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration des conditions de vie des populations de la zone ; ✓ Satisfaction en partie des besoins exprimés par les populations 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non prise en compte de la gestion des eaux grises chez Biofilcom et Auger
Efficienc	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bonne gestion budgétaire ✓ Un mécanisme de financement innovant pour aider les populations à pouvoir payer les toilettes malgré leur cherté ; ✓ Implication des acteurs du premier plan ✓ Adhésion des populations concernée 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insuffisance de ressources humaines telles que les ouvriers et les techniciens sur le terrain entraînant un retard des travaux ; ✓ Délais de remboursement limité pour les bénéficiaires ;
Efficacité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Atteintes de quelques objectifs ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Insatisfaction sur la sensibilisation, la communication entre les

		acteurs et leur manque d'organisation ;
Durabilité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Service après-vente de toilette pour contrôler le fonctionnement des ouvrages ; ✓ Garantie de 2ans pour donner plus de confiance aux bénéficiaires. Cela peut jouer un rôle sur la durabilité. ✓ La prise en charge de 03 membres de la famille bénéficiaire d'une toilette par une assurance maladie influence la motivation des bénéficiaires ; ✓ La régénération de revenus du côté des artisans locaux et d'autres ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques liés au de retrait de certains acteurs et au non adhésion des populations ; ✓ Risques liés aux dysfonctionnements rencontrés sur certaines toilettes ;

Il ressort du tableau plusieurs avantages pouvant avoir des impacts positifs sur la vulgarisation des toilettes et la pérennisation du projet.

1.1. Impact

L'impact du projet au niveau des ménages cibles était ralenti par les lenteurs dans la commercialisation des toilettes et la mauvaise stratégie de communication. Le projet a contribué cependant, à l'atteinte de résultats transformationnels importants :

- Une amélioration des conditions de vie des populations bénéficiaires de toilette
- Une réduction des couts liés à la vidange des fosses de ces populations
- Une réduction du taux de morbidité lié à la diarrhée dans les communes d'intervention selon les recherches menées par OXFAM.

En revanche, l'accès des ménages cibles aux toilettes innovantes est très faible malgré les résultats concluants des recherches. Seules 46 toilettes ont été installées pour une demande locale potentielle estimée par OXFAM à 19 080 ménages parmi lesquels 17 280 étaient disponibles à payer de façon échelonnée. La disponibilité des toilettes pour les ménages reste également à démontrer. Le coût du prêt pour la toilette la plus accessible dépasse le coût moyen supportable pour les ménages. Néanmoins, une réduction significative du nombre de vidanges annuelles est notée au niveau des ménages bénéficiaires.

1.2. Pertinence

Le projet est une intervention pertinente qui répond aux besoins et d'une part aux priorités des populations de la zone d'intervention. Il vise à améliorer et promouvoir les changements positifs de comportement des populations en matière d'hygiène et d'assainissement des populations vivant dans ces zones inondées/inondables avec des toilettes inadaptées et des revenus faibles face aux couts de nombreuses vidanges à faire.

1.3. Efficience

L'efficience du projet est peu faible. Le budget prévu a été utilisé avec un apport significatif d'OXFAM pour une efficacité moyenne à faible.

1.4. Efficacité

L'efficacité dans l'atteinte des objectifs de ce projet est moyenne. Trois modèles de toilettes adaptés aux zones inondées ou inondables ont été testés avec succès et un modèle économique conçu. Néanmoins, la commercialisation des toilettes est encore timide et un nombre très limité de ménages commencent à y accéder. L'objectif initial de 1000 ménages a été jugé trop ambitieux et est réduit de moitié. Sur cette nouvelle cible, seules 46 toilettes ont été réalisées dans la phase de vulgarisation. Ce qui pose un problème d'efficacité sur le modèle

économique et les campagnes de sensibilisation et de marketing qui ont également eu lieu. Des manquements ont été constatés dans ces campagnes de même qu'une mauvaise présentation des supports utilisés pour présenter les différents modèles de toilettes et leur coût respectif était aussi noté. Ce qui a ainsi créé beaucoup d'incompréhension chez les ménages par rapport aux spécifications techniques des toilettes auxquelles ils ont souscrit. En outre, le coût de la toilette reste encore élevé pour ces ménages réputés vulnérables. Les toilettes sont commercialisées à des coûts variant entre 360 000 FCFA et 570 000 FCFA contre un coût supportable estimé par OXFAM à 285 000 FCFA sous forme de prêt payable sur 2 à 3 ans. Une absence était également notée par rapport au représentant local du fournisseur de la toilette Biofilcom pour se charger de former les acteurs et assurer le transfert complet de technologie raison pour laquelle plusieurs dysfonctionnements ont été notés sur ce type de toilettes. A ces contraintes s'ajoutent les divergences des points de vue entre certains acteurs. De nombreux défis restent à relever pour ce projet à savoir :

- L'amélioration du business model et son adaptation à la situation socio-économique
- Le respect des normes de rejets conformément au code de l'environnement ; A ce niveau les recherches se poursuivent afin de mieux traiter les effluents
- La stabilisation et l'opérationnalisation du pack d'inclusion sociale, paquet de services additionnels censés attirer les ménages
- La construction par les professionnels locaux de toilettes répondant aux normes et dans les délais.

1.5. Durabilité

La durabilité des résultats du projet est faible. Malgré la qualité des toilettes visitées, le business model conçu pour leur commercialisation peinait à tourner. Le schéma de financement est adéquat, mais le coût de la toilette n'est pas accessible à tous les ménages ciblés ce qui constitue un risque au remboursement des prêts dans les délais. L'intervention de la Fondation Servir le Sénégal pour prendre en charge les coûts d'acquisition des toilettes au profit de 1000 ménages pourrait sérieusement compromettre la durabilité du modèle de financement. Un accès gratuit des toilettes à ces ménages pourrait compromettre la viabilité du modèle économique. Les bénéficiaires seraient amenés à ne pas rembourser et les bénéficiaires potentiels à retirer leur demande pour privilégier l'appui de la Fondation. A cela s'ajoute l'absence d'un représentant du fournisseur Biofilcom au Sénégal et les manquements constatés dans le marketing du produit. Certains bénéficiaires exprimaient un sentiment de promesses non tenues de la part des acteurs principaux qui auraient évoqué l'acquisition des

dispositifs de lave main, l'ajout des marges de sécurité sur les toilettes, la peinture et le carrelage des toilettes, et la disponibilité des assurances maladie. Cela peut ainsi ralentir l'atteinte des objectifs du projet. Une démotivation des populations et de certains acteurs du projet tels que les services financiers décentralisés (SDF) est aussi très palpable. Ceci conduit ainsi à recommander une grande prudence en matière d'annonce et de communication. Une volonté de renforcer les compétences du personnel est ainsi prégnante, notamment à travers des plans de formation.

2. Diagnostic des toilettes innovantes introduites dans la zone du projet

Le diagnostic est une phase essentielle dans le cadre de l'identification de forces et faiblesses des toilettes réalisées (**Annexe 7**) dans la phase test et la phase de vulgarisation. Il a consisté à collecter des informations à travers les recherches documentaires, les entretiens avec les bénéficiaires de toilettes, le coordonnateur du projet et les services financiers décentralisés. Il a aussi consisté faire une visite et observation pour identifier tous les problèmes pouvant être liés soit à la conception, à la mise en œuvre ou à l'utilisation et la maintenance des toilettes. Le diagnostic fait sur les toilettes a montré que toutes n'étaient pas fonctionnelles. Certaines toilettes sont abandonnées et d'autres présentaient des dysfonctionnements classés selon l'utilisation et la maintenance, la conception et la mise en œuvre. Il a aussi permis de mieux maîtriser les technologies et leurs composantes pour pouvoir corriger et prévenir les dysfonctionnements des ouvrages, et proposer des solutions d'améliorations durables.

2.1. Description comparées des toilettes innovantes existantes

Un diagnostic a été fait à la fin d'août 2017 sur un nombre 64 toilettes réalisées dans le cadre du projet durant la phase test d'une durée d'un an (2014 - 2015) et la phase de vulgarisation d'une durée deux ans (2015 – 2017). Il ressort ainsi de cette étude que les trois technologies de toilettes ont chacune des particularités distinctes des autres (**tableau 5**).

Tableau 5: Description comparée des trois toilettes

Type de toilettes	Utilisation	Type d'eau usée à traiter	Réceptacle de traitement	Traitement	Valorisation
Biofilcom	Simple	Eaux vannes	Bio digesteur et filtre à sable	Infiltration	Pas de valorisation
Biofilter	Simple	Eaux vannes Eaux grises	Filtre bactérien et filtre à sable	Sédimentation/ Infiltration	Valorisation/ Compostage
Earth Auger	Complexe	Eaux vannes	Chambre à compost	Collecte et Récupération	Valorisation/ Compostage

Ces résultats ont été obtenus suite aux visites et observations sur le terrain et aussi aux enquêtes effectuées auprès des bénéficiaires et des concepteurs/réalisateurs des toilettes. Au regard du **tableau 5**, plusieurs particularités se présentent en fonction de la toilette. La simplicité de l'utilisation de la toilette à biodigesteur (Biofilcom) et de la toilette à filtre bactérien (Biofilter) était soulignée par leurs bénéficiaires. Ces toilettes présentent une simplicité sur l'utilisation parce qu'elle n'induit pas un changement de comportement du côté des bénéficiaires. Quant à la toilette à compost (Earth Auger), une complexité de son utilisation a été signalée par ses bénéficiaires pour des raisons de changement de comportement sur l'utilisation (nécessité de déplacements pendant l'utilisation) et l'entretien qui ne rentre pas dans leur culture. Cette différence sur l'utilisation se justifie également par la sensibilité du traitement et du type de valorisation des sous-produits issus de ces toilettes. Une infiltration des effluents liquides issus de Biofilcom et Biofilter a eu lieu alors que les effluents de Earth Auger sont séparés depuis la source et collectés pour être traités et réutilisés.

Une meilleure approche serait ainsi de ne pas infiltrer les effluents issus de Biofilcom et Biofilter étant donné que la zone du projet est trop sensible. Une valorisation en compost se passe automatiquement chez Earth Auger pour être récupéré au bout de 3 à 5 mois durant l'utilisation alors qu'il faut deux ans pour avoir accès au compost issu de Biofilter. Quant à la toilette à biodigesteur (Biofilcom) une quantité négligeable de compost se présentera qu'après 10 ans de fonctionnement correspondant à sa durée de vie donc pas de valorisation.

2.2. Fonctionnalité des toilettes innovantes existantes

L'ensemble des toilettes a été visité. Un certain nombre de problèmes a été noté et classé selon l'utilisation, la conception et la mise en œuvre. Les différents problèmes rencontrés sont présentés ci-après.

2.2.1. Etat de fonctionnement des toilettes de la phase test

2.2.1.1. Les toilettes à biodigesteur (Biofilcom) et à filtre bactérien (Biofilter)

Sur un total de 10 toilettes réalisées dans la phase test, le diagnostic a montré que toutes les toilettes sont toujours fonctionnelles. Aucun problème majeur d'ordre technique n'a été noté. Le bon fonctionnement de ces toilettes se justifie par la présence et l'implication des concepteurs de ce modèle sur le terrain, le respect des consignes d'utilisation et d'entretien par les bénéficiaires avec un nombre limité d'utilisateur. La bonne qualité des matériaux utilisés et la maîtrise de la technologie par le concepteur présent sur le terrain, est aussi une des raisons de leur bon fonctionnement.

2.2.1.2. La toilette à compost (Earth Auger)

Sur les 05 toilettes réalisées dans la phase test, le diagnostic a montré que deux n'ont pas été utilisées, une a eu des irrégularités de fonctionnement et seulement deux (2) ont fait l'objet d'une utilisation régulière et conforme au cours de toute la période des tests. La principale raison sur la rupture d'utilisation des 02 premières toilettes s'explique par l'utilisation très complexe et difficile de la toilette pour les bénéficiaires. Ces derniers estiment qu'ils ne sont pas aptes à utiliser ces toilettes car elles ne rentrent pas dans le contexte de la culture sénégalaise ou les gens ne sont pas habitués à ces genres de technologie. En plus de cela, la fragilité des équipements de la pédale qui est un problème lié à la conception était aussi noté. Pour ce qui est des 02 fonctionnelles, le diagnostic et les enquêtes ont permis de constater qu'une de ces toilettes fonctionne correctement (mis à part quelques incidents liés à un défaut d'usage adéquat rencontrés au début et arrangés après quelques séances de sensibilisation). Pour la deuxième on a noté que la pédale permettant de transporter les fèces dans la chambre de compostage était cassée (**figure12**). Ceci se justifie par la complexité de l'utilisation de ce type de toilette et la fragilité des équipements composant la pédale qui ont été confirmées par le bénéficiaire et les autres ayant abandonné leur toilette. Quant à la dernière ayant eu des problèmes d'irrégularités de fonctionnement, les enquêtes ont permis d'avoir une idée sur la raison principale qui était un conflit d'intérêt entre les bénéficiaires.



Figure 12: Image montrant la pédale défectueuse d'une toilette Earth Auger

2.2.2. Qualité des effluents des trois toilettes :

Il ressort du diagnostic que la qualité des effluents de ces toilettes ne respecte pas les normes de rejet sénégalaises. Les résultats de ces analyses (**annexe 5-6**) ont été reçus de manière bute ce qui a permis de faire une comparaison de leur qualité par rapport aux normes de l'OMS (2006) et les normes de rejets sénégalaises. Cette comparaison nous a ainsi permis de dire que

les effluents issus de ces toilettes ne respectent pas les normes de rejet.

Le **tableau 6** nous présente quelques avantages et inconvénients des toilettes et de leurs sous-produits sur l'homme et son environnement.

Tableau 6: Avantages et inconvénients des sous-produits issus des toilettes

Type de toilettes	Avantages		Inconvénients	
	Sur l'Homme	Sur l'environnement	Sur l'Homme	Sur l'environnement
Biofilcom	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration du cadre de vie ; ✓ Aucun contact des effluents avec l'Homme 	Compost (fertilisant)	Infiltration et risque de contamination des eaux souterraines pouvant induire des maladies	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non-respect des normes ✓ Dégradation de l'environnement
Biofilter	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration du cadre de vie ; ✓ Hygiénisation du compost avant utilisation ; 	Compost (fertilisant)	Infiltration et risque de contamination des eaux souterraines pouvant induire des maladies	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non-respect des normes ✓ Dégradation de l'environnement
Earth Auger	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration du cadre de vie ; ✓ Bonne conservation ; 	Compost (fertilisant)	Risque de contamination lors la manipulation (Maladies)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Non-respect des normes ✓ Dégradation de l'environnement

Du tableau, il ressort quelques avantages et inconvénients de la qualité des sous-produits sur la santé humaine et l'environnement. Une amélioration de l'unité ou de la méthode de traitement de la qualité des sous-produits rendrait beaucoup meilleur les conditions de vie des populations bénéficiaires et seront moins exposées à certaines maladies. Une amélioration pour réduire l'impact sur l'homme et l'environnement était donc nécessaire avant le démarrage de la phase de vulgarisation mais malheureusement ceci n'a pas été fait.

2.2.3. Etat de fonctionnement des toilettes de la phase de vulgarisation

2.2.3.1. La toilette à biodigester (Biofilcom)

Dans cette phase la majeure partie des toilettes en mauvais état était de type Biofilcom. Généralement les problèmes rencontrés au niveau de ces toilettes étaient la mauvaise qualité

du filtre ou du drain d'infiltration. Ces problèmes se manifestaient par la stagnation de l'eau au niveau du filtre, un affleurement de l'eau sortant du drain et souvent des odeurs au niveau des toilettes. D'autres problèmes étaient aussi notés au niveau des toilettes Biofilcom. L'ensemble de ces problèmes seront ainsi classés en fonction des responsabilités.

2.2.3.1.1. Problème lié à la conception (le concepteur) :

- Absence de rampes de sécurité



Figure 13: Schémas d'une toilette sans rampe de sécurité

2.2.3.1.2. Problème liés à la mise en œuvre et à l'utilisation/maintenance

- Dégradation rapide de certains filtres à sable (dû à la qualité des matériaux ou à une surexploitation)
- La stagnation d'eau au niveau de certains filtres à sable
- Mauvais emplacement de certains digesteurs
- Mauvais emplacement de certaines toilettes (manque d'intimité par rapport aux voisins)
- La mauvaise finition de certaines toilettes (Présence de trous dans certaines toilettes et d'autres dont leur réalisation n'est pas terminée et ayant durée plus de 6mois)
- La mauvaise qualité de certains équipements tels que les pommelles (rouillure) et crochets de porte (défectueux)
- Les fuites d'eau usée au niveau des conduites et la présence d'odeurs
- L'accès difficile dans certaine toilette du par un mauvais emplacement de la porte
- Drain d'infiltration défectueux

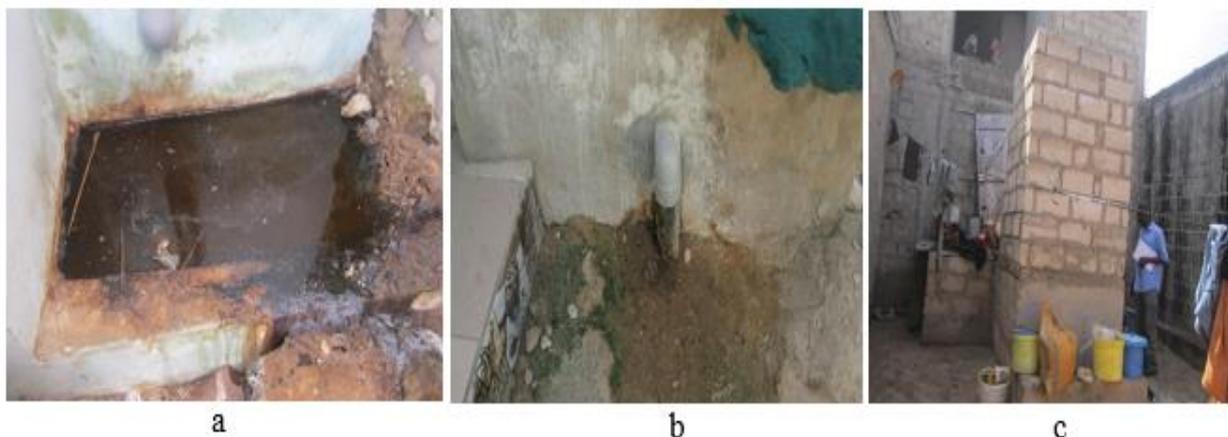


Figure 14: Filtre en mauvais état (a); fuite d'effluent (b); construction en arrêt (c)

L'analyse a ainsi permis de découvrir les raisons qui étaient à l'origine de ces problèmes. Pour ce qui est des raisons d'origines techniques, la totalité des filtres diagnostiqués et réfectionnés à la suite ne respectaient pas la dénivelée (souvent pas de dénivelée) (**figure 15.b**) et la disposition technique des conduites d'entrée et de sortie au niveau du filtre. Un autre élément à signaler aussi, est la mauvaise qualité ou les dimensions de certains matériaux tels que le gravier ou le sable de mer. Le diagnostic a aussi montré que la dégradation du filtre est généralement causée par une surexploitation des toilettes dû à une taille ménagère dépassant la limite de 15 personnes ou une mauvaise utilisation des latrines par les usagers. Concernant les drains d'infiltration, plusieurs d'entre eux étaient colmatés et d'autres défectueux (**figure 15.c**). Cela peut être dû à l'absence d'une moustiquaire protégeant le drain du sable, aux lourdes charges se reposant souvent sur la conduite ou encore à une mauvaise qualité du matériau.

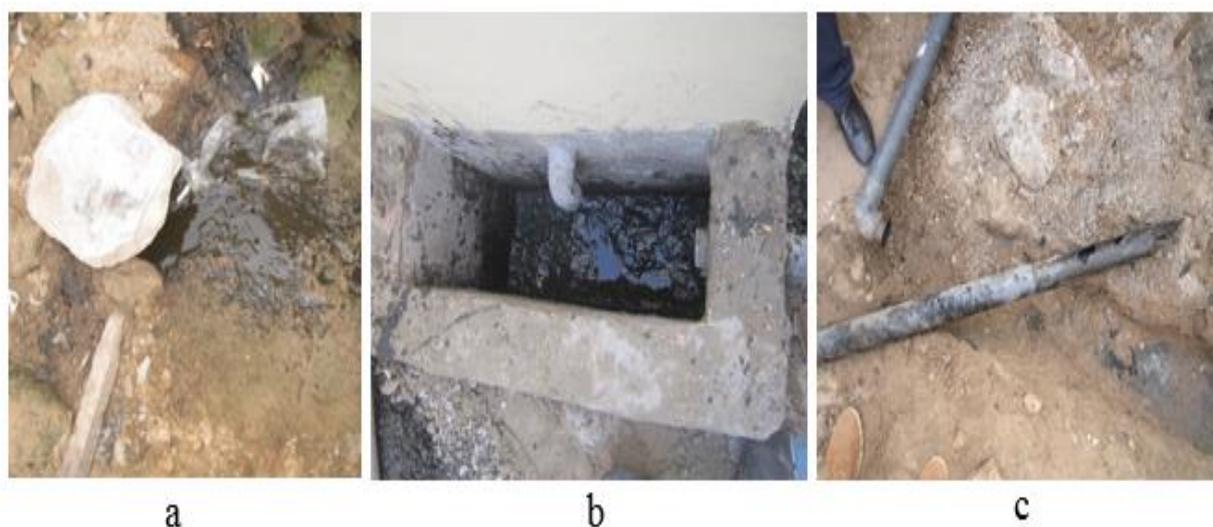


Figure 15: Affleurement des eaux sortant du drain (a); Conduite d'entrée et de sortie du filtre au même niveau (b); Conduite drain défectueux (c)

2.2.3.2. La toilette à filtre bactérien (Biofilter)

Sur la totalité des toilettes visitées, seule une n'était pas fonctionnelle. Les problèmes notés sur cette toilette sont des fissures de la fosse entraînant le déversement des eaux usées, une stagnation des eaux et fèces au niveau des toilettes et des odeurs. Une différence sur la technologie est également notée au niveau des deux phases. Contrairement à la technologie de la toilette Biofilter installée dans la phase test, le système de traitement (filtre bactérien) a été ainsi modifié et remplacé par un filtre à sable d'une épaisseur d'environ un mètre se trouvant à l'intérieur de la fosse (**Annexe 8**). D'autres petits problèmes sont aussi notés sur l'ensemble de toilettes de ce type à savoir l'existence de deux chaises turques et/ou anglaises disposées de manière très rapproché dans la latrine. Quelques petits problèmes communs aux Biofilcom étaient aussi notés sur certains des ouvrages. L'ensemble des problèmes seront ainsi classés en fonction des responsabilités.

2.2.3.2.1. Problèmes liés à la conception (le concepteur)

- Non-conformité (différence par rapport au système de traitement) de la technologie installée en phase test et celle de la phase de vulgarisation notée phase 1.
- Présence de deux chaises dans la toilette (**figure 16**)
- Absence de rampe de sécurité au niveau des escaliers
- Absence du dispositif de lave main



Figure 16: Disposition des deux chaises dans une toilette Biofilter

2.2.3.2.2. Problèmes liés à la mise en œuvre ou à l'utilisation et à la maintenance

- La mauvaise qualité des pommelles (rouille) et des crochets des portes (défectueux), et des événements non scellés
- La stagnation des eaux dans la toilette due à un problème de pente ;
- La difficulté d'accéder au niveau de la fosse dû à la mauvaise pose des couvercles des regards,

- Déversement des eaux d'une fosse et présence d'odeurs (problème lié à l'utilisation et à la maintenance (surexploitation de la toilette)) (**figure 17**).



Figure 17: Images sur quelques problèmes rencontrés sur la toilette à filtre bactérien (Biofilter)

2.2.3.3. La toilette à compost (Earth Auger)

L'absence de ces toilettes dans la phase de vulgarisation, n'a pas permis de faire un diagnostic sur ce modèle de toilettes.

2.3. Analyse SWOT des toilettes innovantes existantes

Le SWOT est un outil très pratique lors de la phase de diagnostic. L'analyse SWOT a pour objectif d'obtenir une vision d'ensemble d'une situation actuelle, d'un projet à venir, d'un secteur, d'une organisation, etc. Il s'agit de l'analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces. Il est utilisé en deux grandes étapes : La première qui permet de faire ressortir les forces et les faiblesses de l'objet étudié et la deuxième qui se base sur les opportunités et les menaces de l'environnement dans lequel l'objet étudié évolue.

Ainsi, lors de la visite de diagnostic, plusieurs faiblesses et forces ainsi que des menaces et opportunités ont été signalées (**tableau 7-9**). Sur chaque modèle de toilette réalisée. Les faiblesses et les menaces ont été ainsi identifiées pour être analysées de manière efficace afin de réduire les risques et les conséquences qu'elles peuvent causer. Quant aux forces et opportunités, elles ont été utilisées pour une amélioration et une proposition de solutions. Les tableaux suivants présentent les résultats obtenus :

2.3.1. Analyse SWOT de la toilette à biodigesteur (Biofilcom)

Tableau 7: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologie innovante ; ✓ Adapter aux zones inondables ; ✓ Durables ✓ Une bonne résistance de la superstructure. ✓ Coût toilettes abordable par rapport aux autres ; 	Problèmes liés à la conception
	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Qualité des effluents ne respectant pas les normes de rejet ; ✗ Absence de rampe au niveau des escaliers ; ✗ Absence de dispositif de lave de mains ;
	Problèmes liés à la mise en œuvre et/ou à l'utilisation et à la maintenance
<ul style="list-style-type: none"> ✗ Dégradation rapide de certains filtres à sable ; ✗ Stagnation d'eau au niveau de certains filtres ; ✗ Pommelles et crochets de portes défaillants ; ✗ Des événements non scellés et absence de cap ; ✗ Mauvais emplacement de certains digesteurs ; ✗ Non standardisation des ouvrages construits ; ✗ Odeur au niveau de certaines latrines ; ✗ Mauvais emplacement de certaines toilettes ; ✗ Mauvaise qualité des effluents traités ; 	
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Présence de quelques partenaires techniques et financiers ; - Projet financé par la fondation Bill et Melinda Gates, piloté par OXFAM et ONAS ; - Un mécanisme de financement de toilettes innovant facilitant la vente des toilettes ; - Pas besoin de beaucoup d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Une surexploitation des toilettes ; ✗ Absence de budget établi ✗ Non versement du recouvrement dû à la qualité des toilettes par les bénéficiaires ✗ Manque de motivation ou retrait de certains acteurs ✗ La présence du projet de la fondation servir le Sénégal dans la zone.

2.3.2. Analyse SWOT de la toilette à filtre bactérien (Biofilter)

Tableau 8: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologie innovante ; ✓ Adapter aux zones inondables ; ✓ Durables ✓ Une bonne résistance de la superstructure ; ✓ Absence d'odeur au niveau des toilettes ; ✓ Traitement des eaux vannes et des eaux grises ; 	Problèmes liés à la conception
	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Qualité des effluents ne respectant pas les normes de rejet ; ✗ Présence de deux chaises dans les latrines ; ✗ Absence de dispositif de lave de mains ; ✗ Absence de rampe au niveau des escaliers ; ✗ Cout toilettes très élevé ;
	Problèmes liés à la mise en œuvre
	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Pommelles et crochets de portes défailants ; ✗ Difficulté d'accéder à l'intérieur des fosses due à la mauvaise finition des dalles ; ✗ Absence de cap au niveau des événements ; ✗ Mauvais emplacement de certaines toilettes ;
Opportunités	Problèmes liés à l'utilisation et à la maintenance
	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Déversement des eaux de la fosse
<ul style="list-style-type: none"> - Compost pouvant être utilisé comme fertilisant ; - Présence de quelques partenaires techniques et financiers ; - Projet financé par la fondation Bill et Melinda Gates, piloté par OXFAM et ONAS ; - Un mécanisme de financement de toilettes innovant facilitant la vente des toilettes. 	Menaces
	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Une surexploitation des toilettes ; ✗ Absence de budget établi ; ✗ Non versement du recouvrement dû à la qualité des toilettes par les bénéficiaires ; ✗ Désistement de certains clients potentiels ; ✗ Manque de motivation ou retrait de certains acteurs ; ✗ La cherté de la toilette ; ✗ La présence du projet de la fondation servir le Sénégal dans la zone.

2.3.3. Analyse SWOT de la toilette à compost (Earth Auger)

Tableau9: Synthèse des forces, faiblesses, opportunités et menaces

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Technologie innovante ; ✓ Adapter aux zones inondables ; ✓ Absence d'odeur au niveau des toilettes ; ✓ Pas besoin de beaucoup d'eau ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Absence de rampe de sécurité au niveau des escaliers ; ✗ Une vulnérabilité des réservoirs de stockage du compost ; ✗ Fragilité des composantes de la pédale ; ✗ Mode d'utilisation peu complexe pour certain ; ✗ WC seul sans douche ; ✗ Cout toilettes très élevé ;
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> - Sous-produit pouvant être utilisés comme fertilisant ; - Présence de quelques partenaires techniques et financiers ; - Projet financé par la fondation Bill et Melinda Gates, piloté par OXFAM et ONAS ; - Un mécanisme de financement de toilettes innovant facilitant la vente des toilettes. - Remplissage de matière organique automatique ; 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Une surexploitation des toilettes ; ✗ Absence de budget établi ; ✗ Non maîtrise du système de versement par plusieurs acteurs ; ✗ Non versement du recouvrement dû à la qualité des toilettes par les bénéficiaires ; ✗ Manque de motivation ou retrait de certains acteurs ; ✗ La non durabilité de cette toilette ; ✗ La cherté de la toilette ; ✗ La présence du projet de la fondation servir le Sénégal dans la zone ; ✗ Mode d'utilisation de la toilette/ inadapté au contexte ; ✗ Une grande partie des équipements qui ne sont pas locaux.

3. Contrôle, suivi qualité et conformité des toilettes réalisées

Cette phase est essentielle pour une durabilité des toilettes du projet. Après diagnostic, une analyse est nécessaire pour mieux comprendre les causes des problèmes notés. Un traitement des données obtenus complété avec la recherche documentaire sur les modes de fonctionnement, les équipements, la qualité et les types de matériaux de construction, et les plans techniques ont permis d'apporter des améliorations sur l'ensemble des toilettes ayant rencontrées des dysfonctionnements.

3.1 Visite de validation technique :

Elle consiste à faire une prospection des sites une fois que les demandes de réalisation des toilettes sont reçues. C'est à travers cette visite que la réalisation de l'ouvrage sur le site subit une validation ou non. Ceci dépend de plusieurs critères utilisés dans la fiche de validation technique (**annexe 2**). Sur un total de 337 visites techniques effectuées, 166 sites ont été validés et 171 non validés. Dans cette zone la plupart des ménages non validés, ont une taille souvent supérieure ou égale à 15 personnes. Ceci est un facteur clé ayant un fort impact sur le dysfonctionnement des toilettes. En plus de ce facteur se présente le manque d'espace sur les sites n'ayant pas été validés.

3.2 Suivi et contrôle des travaux :

La mission de suivi et contrôle des travaux est la phase qui suit celle de la visite technique lorsqu'elle est validée. Elle permet de suivre et contrôler les travaux de réalisation sur le terrain pour aboutir à des ouvrages durables, respectant les normes et d'une qualité meilleure pour satisfaire les clients et booster la commercialisation. Sur un total de 337 visites techniques réalisées, 166 sites ont été validés, 29 toilettes ont été réalisées et 16 sites étaient déjà approvisionnés pour un démarrage des travaux.

Une phase de réfection et de réhabilitation a permis de réparer l'ensemble des problèmes notés durant le diagnostic pour participer à une amélioration. Après le diagnostic effectué, la phase de réparation des problèmes rencontrés sur les toilettes et notre présence sur le terrain, une bonne compréhension du fonctionnement et une maîtrise du mode de construction de ces toilettes ont été faites. Cependant, plusieurs manières de faire ont été améliorées dans le cadre d'une amélioration des toilettes qui sont présentés ci-dessous :

- ✓ Une dénivelée d'environ 35 à 40 cm entre la conduite d'entrée (plus basse) et celle de sortie (plus haute) du filtre doit être laissée et respectée dans les prochaines constructions. Mais une meilleure solution serait l'abandon du système d'infiltration de ces eaux vues que la nappe est trop proche dans certaines localités. Le système d'infiltration pourrait

ainsi être remplacé par un système de récupération et de réutilisation des effluents traités au lieu de les drainer dans le sol.

- ✓ L'emplacement de certains digesteurs doit être changé. Pour faciliter l'accès au digesteur, l'emplacement doit se faire à l'arrière de la toilette. Cela évitera l'entrée des eaux de nettoyages de la toilette dans le digesteur et permettra une bonne survie des micro-organismes qui participent à la dégradation des déchets.
- ✓ Mettre des rampes de sécurité pour réduire les risques d'accident et faciliter l'accès des toilettes aux usagers comme les personnes âgées de même que les femmes en état.

Pour ce qui est des toilettes à filtre bactérien une amélioration serait toujours utile pour permettre aux populations d'être dans les meilleures conditions. Ainsi, vu que ces toilettes sont actuellement les plus demandées à cause de leur composition (WC + Douche), et que malheureusement après visite de validation technique plusieurs demandes sont rejetées à cause du manque d'espace permettant de recevoir cette toilette il est donc crucial de permettre à certains d'eux d'acquérir ces toilettes. Une modification suite à nos constats et suggestions à été faite sur ces toilettes. Au lieu de deux chaises dans la toilette nous sommes passés à une seule chaise par l'ajout d'un répartiteur (**annexe9**).

Pour ce qui est des toilettes à compost, nous proposons d'améliorer de l'emplacement du réservoir de compostage pour éviter sa vulnérabilité au soleil. Il est donc nécessaire de le mettre à l'abri en prévoyant un local fait en agglomérés pour empêcher qu'il soit atteint par le soleil. Ces toilettes possèdent des composantes à savoir la chaise, la vis, la pédale, la chambre de compostage, et le couvercle séparateur, qui sont toutes fabriquées en chine d'où la cherté de la toilette. Nous proposons ainsi aux acteurs de trouver un compromis pour arriver à faire un transfert de technologie afin que ces composantes puissent être fabriquées au niveau local. Des discussions avec les concepteurs sont en cours pour trouver un compromis permettant de tenir compte de la taille et l'espace disponible pour adapter les toilettes dans ces situations.

Après réalisation et réception provisoire, un suivi (service après-vente) de la toilette se fait pendant une durée de 2ans qui représente la durée de garantie de la toilette. Ce suivi permet de mieux situer les responsabilités.



Figure 18: Contrôle - suivi de la toilette Biofilter en construction



Figure 19: Toilettes Biofilcom réfectionnées, réhabilitées et équipées; Suivi (service après-vente) de la toilette (image à droite) ;

4. Nouvelle toilette type destinée aux zones inondables

4.1. Description de la toilette proposée

C'est une toilette dont la superstructure est composée de deux cabines (WC + douche) construite au-dessus d'une fosse étanche surélevée bien implantée dans le sol. L'accès aux toilettes se fait par des escaliers et des rampes pour les personnes à mobilité réduite et bordés d'une rampe de sécurité. Cette toilette va permettre à la fois la gestion des eaux grises et noires de manière séparée. Pour assurer un assainissement total et éviter une pollution de la nappe, on a adossé à la fosse un bac d'infiltration pour recueillir et faciliter l'infiltration des eaux grises uniquement dans le sol. Quant aux eaux noires, elles seront recueillies dans la fosse. Dans cette dernière se passera une rapide séparation liquide-solide utilisée par simple filtration à partir d'une couche de fibre de coco divisant verticalement la fosse en deux.

Les boues retenues dans les fosses vont y séjourner pendant deux ans ; elles seront alors totalement stabilisées (séchées, sans odeurs et sans germes pathogènes) et pourront être curées manuellement sans danger. La partie liquide qui traverse les fibres de coco est récupérée au fond de la fosse par un tuyau PVC Ø 75 pour être acheminée vers un réservoir situé hors de la fosse.

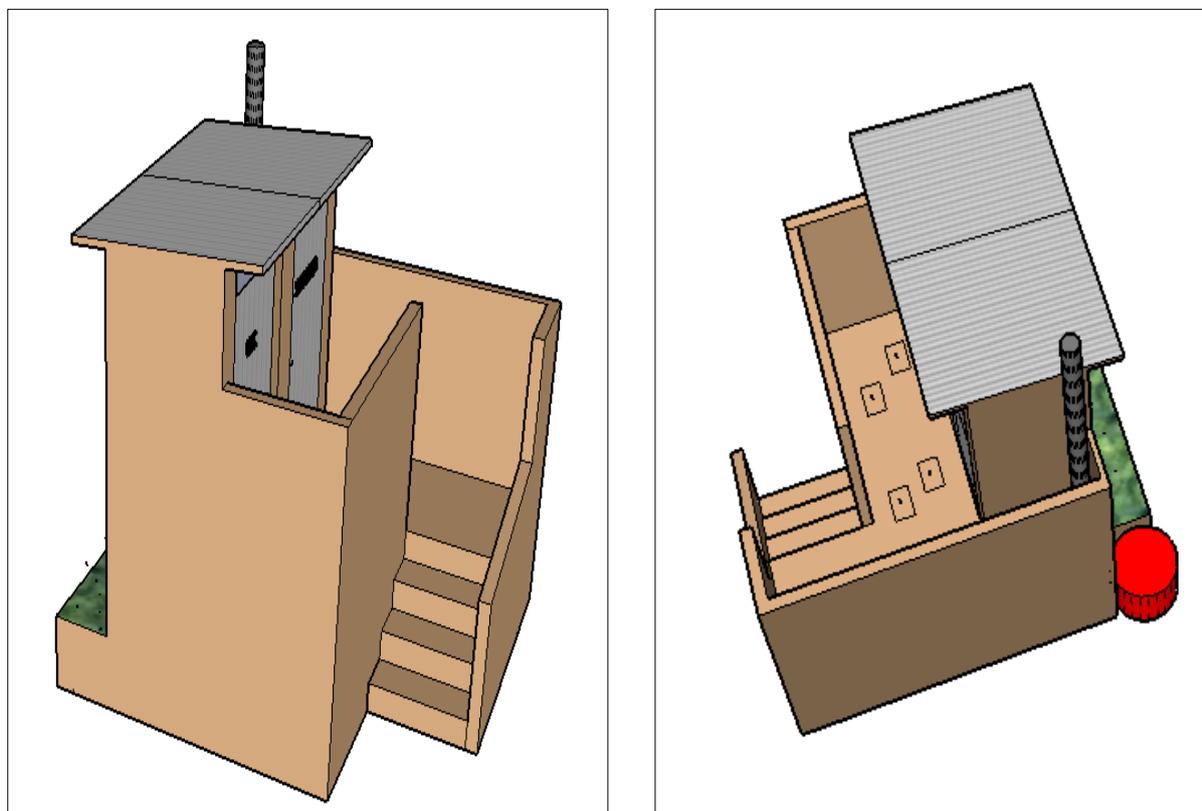


Figure 20: Schémas du model de toilette proposé

4.1.1. Dimensionnement de l'infrastructures ou fosse

Hypothèses de dimensionnement :

Les hypothèses pour le dimensionnement de l'infrastructure sont présentées ci-dessus :

- Taille ménage : 15
- Taux d'accumulation : 3%
- Volume de rejet moyen : 4 L/personne/jour

La fosse étanche est dimensionnée pour pouvoir contenir les eaux vannes d'un ménage de 15 personnes. Avec un volume de rejet moyen de 4 litres par personne et par jour (en tenant compte du lavage anal et l'eau de nettoyage de la toilette) :

Le volume d'eaux vannes rejetées par le ménage se chiffre à $4 \times 15 = 60$ litres par jour.

Avec une fosse rectangulaire de dimension $L=3\text{m}$ et $l=2.5\text{m}$ avec une hauteur utile $h= 1.9\text{m}$ on se retrouve avec un volume utile $V_u=14.25\text{m}^3$. Ainsi, le temps de remplissage de la fosse sera $t = 14.25/0.030 = 475$ jours soit une fréquence de vidange d'une fois par 2 ans.

La fosse sera divisée en deux compartiments qui fonctionneront de manière alternative. Après remplissage du premier, il sera fermé les 2ans pendant que l'autre est en service.

Le jointement pour la fosse se fera avec du sika pour assurer l'étanchéité. Il en sera de même pour le radier et la dalle supérieure qui seront en BA.

Le réservoir de stockage sera en plastique d'une capacité de 200L. Il servira à récupérer et stocker les eaux noires récupérées au fond de la fosse et drainer par un tuyau PVC Ø 75.

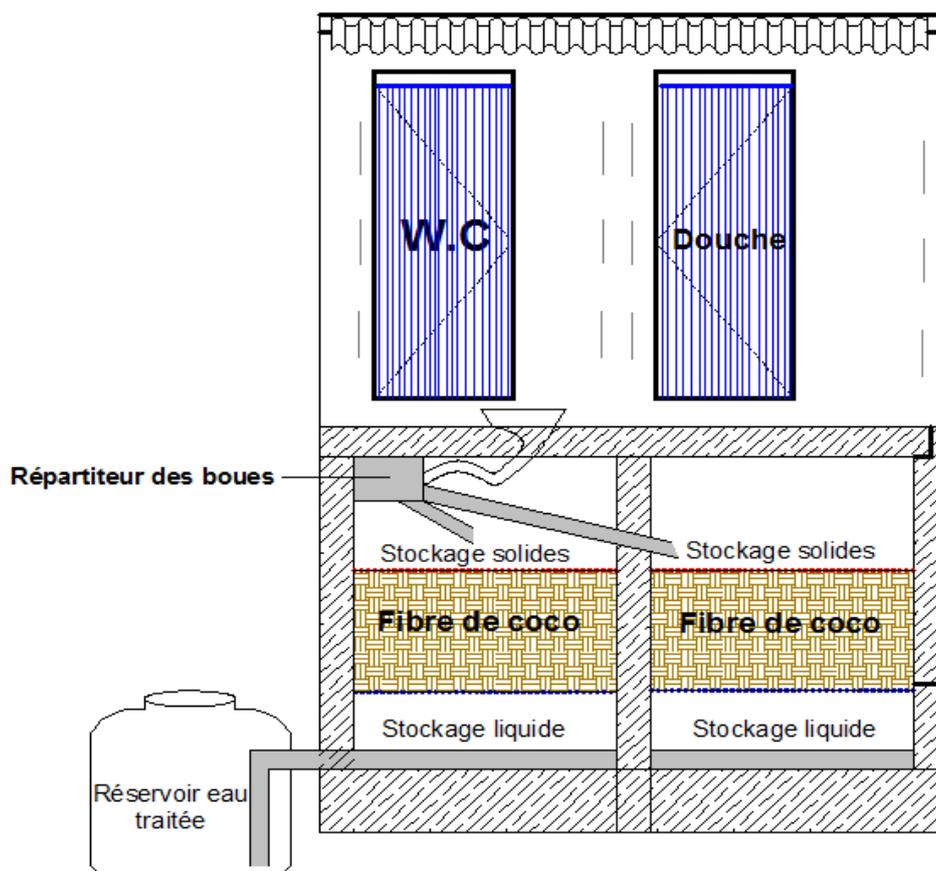


Figure 21: Schémas de l'infrastructure (fosse) de la toilette proposée

4.1.2. Dimensionnement du bac d'infiltration

Dans cette option de toilettes à fosse étanche surélevée, les eaux grises sont dirigées dans un bac d'infiltration adossé à la fosse. Il sera, comme la fosse, implanté dans le sol sur au plus deux rangées d'agglos (40cm) et émergera au moins de 3 rangées d'agglos (60cm). Le bac d'infiltration sera rempli d'une première couche 40cm de moellons, plus une autre couche de 50cm de gravier. Un drain (une portion d'un tuyau PVC Ø 75 finement perforé sur toute sa surface latérale) sera noyé à dix centimètres du bord supérieur du bac. Le bac sera ensuite couvert par une couche de 10 à 15cm de terre végétale sur laquelle seront plantées de fleurs. Une vanne sera prévue au niveau du drain pour l'entretien du bac en cas de colmatage.

4.1.3. Plan de l'ouvrage

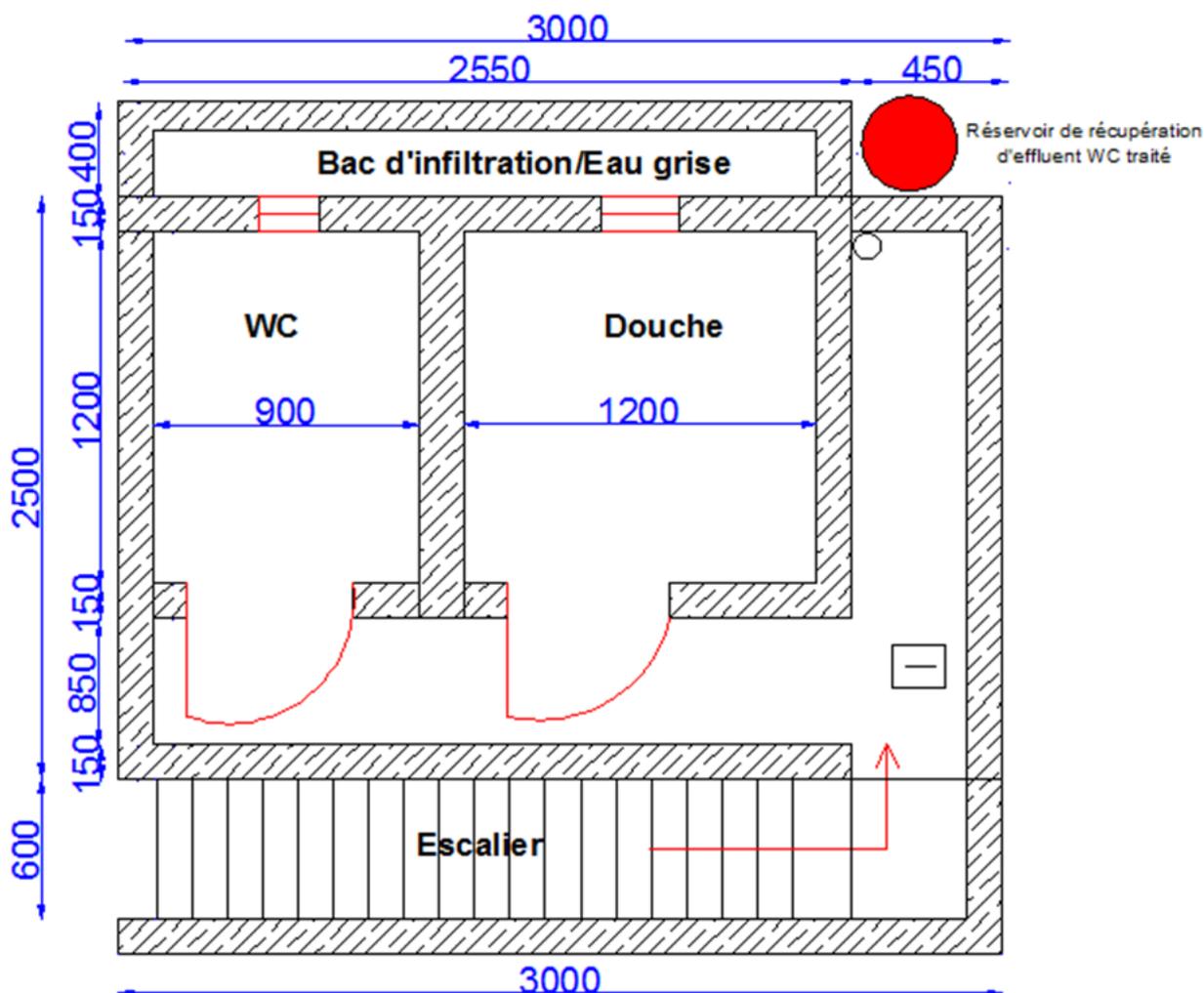


Figure 22: vue en plan du model de la toilette proposée

4.2. Devis estimatif de la toilette proposée :

Tableau 10: Devis estimatif de la toilette

N°	Désignation	Unités	Quantité	P.U (FR CFA)	P.T (FR CFA)
I	Maçonnerie				
1	ciment	sacs	8	3000	24 000
2	sable	m3	1,5	4500	6 750
3	gravier	m3	0,5	11000	5 500
4	béton armé	m3	2,5	75000	187 500
5	sika	kg	4	1500	6 000
6	agglos 12	u	250	175	43 750
	Carreaux cassés (sol WC et douche)	Sac	0,8	4000	3 200
	Carreau faïence (Murs douche +WC)	m2	10	2500	25 000
	Peinture	u	1	6000	6 000
	Sous total				307 700
III	Plomberie				
1	Siphon	u	1	2900	2 900
2	Réservoir de 200l	u	2	15000	30 000
3	coudePVC75	u	2	500	1 000
4	tuyau PVC110	ml	6	1100	6 600
5	tuyau PVC75	ml	8	900	7 200
6	bouchon PVC 75	u	1	500	500
7	bonde de sol de douche	u	1	1000	1 000
8	colle tangit (pot)	u	1	1000	1 000
	chaise Turque	u	1	7500	7 500
	Sous total				57 700
IV	Menuiserie				
1	portes et accessoires (2x0.80)	u	2	6000	12 000
2	feuilles zinc	u	5	2900	14 500
3	chevrons en bois 4x4	ml	7	500	3 500
	Sous total				30 000
TOTAL					395 400
MAIN D'œuvre = 25%					98 850
TRANSPORT = 10%					39 540
COÛT TOTAL DEL'OUVRAGE					533 790

4.3. Le mécanisme de financement

La cherté de la toilette représente un obstacle à son acquisition par la population cible. Cependant, pour faciliter son accès, un modèle d'affaire est mis en amont pour la commercialisation des toilettes destinées aux populations cibles dans le cadre du projet. La toilette sera ainsi commercialisée avec un pack d'inclusion social offrant des services complémentaires abordables tels que l'accès aux services financiers et une assurance santé pour trois membres de la famille bénéficiaire de la toilette avec une prise en charge individuelle de 80% plafonnée à 500 000 francs CFA par an pendant deux ans. Concernant le mécanisme de financement de la toilette (figure 25), un fond de garantie Gates est logé en amont auprès d'une banque dépositaire (BNDE) qui à son tour attribuera une somme au niveau de chaque institution de microfinance (IMF) sélectionnée. Cette dernière assurera ainsi le financement complet de la toilette avec aval du Business Development Service (BDS) chargé du contrôle technique et de la réception de la toilette. Ce financement sera ainsi remboursé par le client sous forme de tontine avec un taux de remboursement de 3,5% au bout de 2 à 3ans selon le client. L'IMF reversera ainsi la somme globale à la banque dépositaire (BNDE) avec un taux de remboursement de 1%.

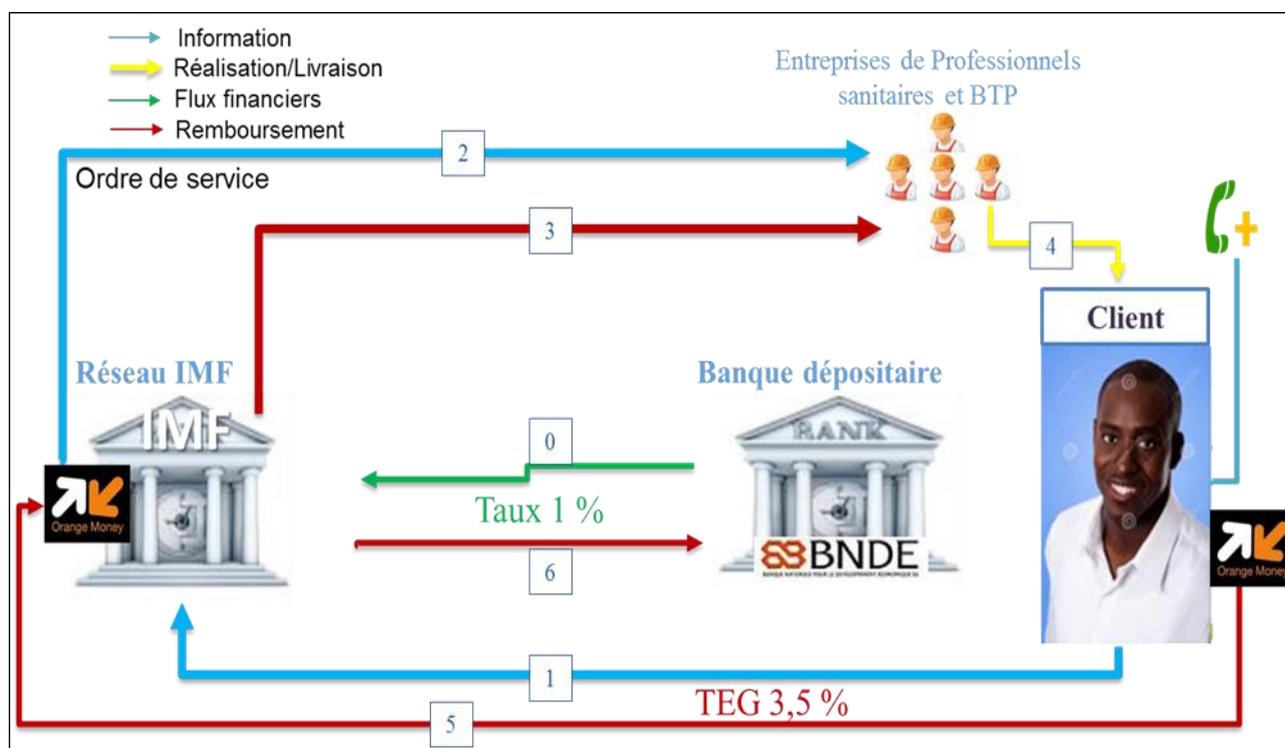


Figure 23: Mécanisme de financement des toilettes

CONCLUSION

L'étude qui est menée sur les technologies d'assainissement innovantes telles que les toilettes innovantes dans les zones inondées et inondables de Pikine et Guédiawaye, a permis de déceler les différentes causes liées aux dysfonctionnements notés et de proposer quelques solutions d'amélioration.

Le diagnostic a révélé que plusieurs des toilettes ayant eu des problèmes de dysfonctionnement liés à :

- ✓ L'utilisation et à la maintenance
- ✓ La mise en œuvre (effectuée par techniciens locaux)
- ✓ La conception des technologies

Les problèmes les plus représentés sont ceux liés à l'utilisation et à la maintenance qui sont le plus souvent dus à une surexploitation des toilettes.

Le diagnostic a aussi révélé qu'aucune de ces toilettes n'a une qualité des effluents qui respecte les normes de rejet. En matière de coût toutes les toilettes sont considérées chères par les clients vu que 80% de ces ménages ont des revenus faibles inférieurs à 100000FCFA/mois et que seule une minorité de ces ménages a la capacité de payer une toilette à 285000 FCFA.

Malgré ces dysfonctionnements notés et leur cherté ces toilettes restent innovantes mais une amélioration est toujours possible pour rendre meilleur leurs performances et améliorer les conditions de vie de ces populations.

Comme toutes les études, celle-ci présente aussi des limites. Les limites dans le cadre de cette étude sont liées à la non possession des résultats d'analyse de Biofilter et un nombre exact sur les personnes par ménage utilisant la toilette.

Un certain nombre de recommandations sont retenues pour contribuer à l'amélioration des conditions de vie des ménages vivant dans les zones inondées et inondables de Pikine et Guédiawaye. Comme recommandations nous proposons :

- Continuer l'amélioration des Technologies d'Assainissement Innovante (TAI)
- Continuer la recherche (rechercher-tester-valider-introduire sur le package existant) parce que cela suscitera une concurrence chez les concepteurs et plus il y a concurrence et plus les prix peuvent baisser chez les clients.
- Trouver des mécanismes de financement innovants permettant à ces populations démunies d'accéder à des TAI.
- Eduquer, informer et sensibiliser les populations sur l'utilisation et la maintenance de ces toilettes

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ANDS. (2013). Rapport définitif. Dakar: RGPHAE.

BM (2017):<http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/docsearch?query=assainissement>

Bill and Melinda Gates Foundation (2012). Landscape Analysis & Business Model assessment in fecal sludge management: extraction & transportation models in Dakar in 2 cities of Dakar (Pikine and Guédiawaye): Roles and responsibilities of fecal sludge actors.

Bill and Melinda Gates Foundation (2012). Programme pour la structuration du marché des boues de vidange en faveur des ménages démunis de la région de Dakar : the legal and regulatory environment for latrine pit emptying, transportation and treatment of sludge in Senegal.

Boris C. (2016). Assainissement productif au Burkina Faso : Etat des lieux et proposition de technologies pour la mise en œuvre à grande échelle, 2IE, Ouagadougou

CREPA. (2006). Assainissement Ecologique Boite À Outils : Les Ouvrages ECOSAN.

Dasylyva, S. (2009). Inondation à Dakar et au Sahel, gestion durable des eaux de pluies. ENDA.

Diop, A. (2006). Dynamique de l'occupation du sol dans les Niayes de la région de Dakar de 1954 à 2003 : cas de la grande Niaye de Pikine et de Yembeul. Mémoire de DEA, Institut des Sciences de l'Environnement, 90p

ENDA-Eau populaire, Hydro conseil, 2002, Les entreprises de vidange mécaniques : des systèmes d'assainissement autonome dans les grandes villes africaines (Etude de cas : Dakar)

ENDA Graf sahel. (2009). Diagnostic participatif de la ville de Pikine (Dakar, Sénégal).

ISO/PC305 (2018). Projet de Norme International ISO/DIS 30500. Système d'Assainissement non collectif - Unité de traitements intégrés préfabriqués- Exigences de performance et de sécurité générales pour la conception et les essais. LPSD (2016). Lettre de Politique Sectorielle de Développement 2016- 2025 du Ministre de l'Hydraulique et de l'Assainissement du Sénégal.

Mamadou G. Ali T., Cheikh S. T. (2008). Catalogue des options technologiques pour l'assainissement autonome dans la région de Dakar : PAQPUD.

Ministère de l'Environnement (2001). Code de l'Environnement

OMS (2017): Organisation mondiale de la santé, http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2017/en/

OMS (2017): Organisation mondiale de la santé, http://www.who.int/media_centre/news/releases/2017/water_sanitation_hygiene/en/

OMS/UNICEF (2015). Progress on sanitation and drinking water 2015 update and MDG assessment.

ONAS/OXFAM. (2012). Programme pour la structuration du marché des boues de vidange en faveur des ménages démunis de la région de Dakar : Rapport final « Sanitation business model »

ONAS. (2001). Programme d'Assainissement des Quartiers péri-urbain de Dakar (PAQPUD). Fiche techniques des ouvrages construits dans les quartiers péri-urbains de Dakar.

ONU (2017) : Organisation des Nations Unies, <http://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>

PS-eau et PDM, Février, 2003, Gestion domestique des eaux usées et des excréta : étude des pratiques et comportements, des fonctions de demande, de leur mesure en situation.

Revue Annuelle Sectorielle Conjointe Sur l'Eau potable et l'Assainissement au Sénégal. (2018). Ministère de l'hydraulique et de l'Assainissement du Sénégal.

Séne M. (2017). Increasing financial flow for urban sanitation, Case of Dakar City, Senegal. Published by World Water Council (WWC).

Séne M., Hijikata N. Ushijima K. Funamizu N. (2012). Adequate Human urine application partten for Agriculture. International Journal of Agricultural Science and Soil Science. Vol. 2 (1): pp. 038-045

UNICEF. (2011). Ecological Sanitation-Practitioner's Handbook. UNICEF India Country Office.

USAID/SUWASA (2014). Rapport d'études du secteur de la gestion des boues de vidange dans la commune de Tambacounda.

LISTE DES ANNEXES :

Annexe 1: Questionnaire d'enquête pour ménage -----	66
Annexe 2: Fiche de validation technique-----	68
Annexe 3: Fiche de réception provisoire des travaux portant sur la construction de toilette	69
Annexe 4: Lettre de garantie-----	70
Annexe 5: Résultats d'analyse des sous-produits de la toilette Biofilcom -----	71
Annexe 6: Résultats d'analyse des sous-produits de la toilette Earth Auger-----	72
Annexe 7: Normes sénégalaises de rejet des eaux usées-----	73
Annexe 8: Coupe de la toilette Biofilter installée dans la première phase de vulgarisation ---	74
Annexe 9: Images sur quelques toilettes réalisées dans le cadre du projet-----	75
Annexe 10: Mode de fonctionnement des toilettes -----	77

Annexe 1: Questionnaire d'enquête pour ménage

PARTIE 1. CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES

<p>1. Département :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. Commune :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3. Quartier :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4. Prénom et Nom du Bénéficiaire:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5. Statut d'occupation</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Propriétaire <input type="checkbox"/> 2. Locataire</p>	<p>6. Taille du ménage <input type="text"/></p> <p>7. Type de toilette:</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Biofilcom <input type="checkbox"/> 2. Biofilter <input type="checkbox"/> 3. Earth Auger</p> <p>8. Téléphone :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>9. Mutuelle affiliée :</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>10. Somme à payer et méthode de paiement :</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	--

PARTIE 2. ACCEPTATION ET UTILISATION DE LA TOILETTE

<p>11. Comment trouvez vous la toilette ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>12. Depuis quand disposez-vous de cette toilette</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>13. Depuis combien de temps utilisez vous la toilette ? <input type="text"/></p> <p>14. Est-ce-que vous aimez ce type de toilette ? OUI NON</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Pourquoi</p> <p>15. Combien de personne utilise la toilette ? <input type="text"/></p> <p>16. Qui assure l'entretien/maintenance de la toilette ?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Femme <input type="checkbox"/> 2. Homme <input type="checkbox"/> 3. Enfant</p> <p>17. Combien de fois nettoyez vous la toilette par jour ou par semaine? <input type="text"/></p> <p>18. Comment faites vous le nettoyage de la toilette ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>19. Quelle quantité d'eau utilisez vous en moyenne pour le nettoyage de la toilette ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>20. Avez vous reçu toutes les informations utiles pour l'utilisation, l'entretien ou la maintenance des toilettes ?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non</p> <p>21. Si Oui, par qui ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>22. Comment trouvez vous l'utilisation de la toilette ?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Très facile <input type="checkbox"/> 2. Facile <input type="checkbox"/> 3. Moyen <input type="checkbox"/> 4. Difficile</p> <p>23. Etes-vous actuellement satisfait de l'utilisation des toilettes ? /Si Oui</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Très satisfait <input type="checkbox"/> 2. Satisfait <input type="checkbox"/> 3. Peu satisfait <input type="checkbox"/> 4. Insatisfait</p> <p>24. Sinon pourquoi ?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	---

PARTIE 3. TECHNOLOGIE DE LA TOILETTE

<p>25. Avez vous rencontré un dysfonctionnement sur la toilette ?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non</p> <p>26. Si Oui quel(s) est (sont) le(s) problème(s) rencontré(s)?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>27. Depuis quand avez vous rencontré ce(s) problème(s)?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>28. Continuez vous à utiliser la toilette ?</p> <p><input type="checkbox"/> 1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non</p>
---	--

<p>29. Si non depuis quand avez vous cessé d'utiliser la toilette ? _____ _____</p>	<p>35. Seriez-vous prêts à expliquer à une personne de votre entourage la pertinence de la toilette ? <input type="checkbox"/> 1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non _____</p>
<p>30. Avez vous eu à réfectionner ou améliorer une partie de votre toilette ? Oui Non <input type="checkbox"/> 1. Si Oui, laquelle</p>	<p>36. Si Oui, comment? _____ _____</p>
<p>31. Si Oui quel est le montant de vos dépenses liées à la réparation ou à l'amélioration de vos toilettes ? <input type="text"/></p>	<p>37. Si Non, pourquoi ? _____ _____</p>
<p>32. Disposez vous d'autre toilette fonctionnelle? <input type="checkbox"/> 1. Oui <input type="checkbox"/> 2. Non</p>	<p>38. Quelles sont vos recommandations pour nous aider à améliorer la toilette? _____ _____ _____</p>
<p>33. Si non comment allez vous vous débrouillez d'ici que la toilette soit réparée ? _____ _____</p>	
<p>34. Si vous aviez à construire cette toilette comment allez vous l'améliorer ? _____ _____ _____</p>	

Annexe 2: Fiche de validation technique

Prototype de la TAI Commandée	BIOFILCOM		WC +Douche	
	BIOFILTER		WC seul (sans Douche)	
	EARTH AUGER			
ADRESSE ET IDENTIFICATION DU CLIENT				
Département de :				
Commune de :				
Quartier :				
Prénom / Nom du bénéficiaire :				
Téléphone :				
Mutuelle affiliée :				
Image prise sur l'endroit prévu pour l'implantation				

Les observations suivantes ont été faites sur la maison du client:

COMPONENTES	DONNEES	Observations de l'agent technique	
		Sans réserve	Avec réserve
Statut du client			
Espace disponible dans la maison en m2			
Emplacement / Orientation Projeté			
Nombre de personnes du ménage			
Existence d'ouvrage sur l'espace proposé			
Hauteur d'eau maximale (forte inondation) en cm			
Accès au site de la maison du client			
Nécessité de démolition			
Nécessité de remblayer le site proposé			
Recommandations de l'agent technique: Démolition D'une chambre			
- Avec les réserves suivantes :			
- Sans réserve:			
Résultats Avis Final de l'Agent Technique sur la Validation Technique du Site			
Plan d'implantation			

Date : / /

Prénoms et Nom de l'agent Technique

Annexe 3: Fiche de réception provisoire des travaux portant sur la construction de toilette

Réception provisoire des travaux portant sur la construction de toilette adaptée aux zones inondées et inondables				
TAI Réceptionnée	BIOFILCOM		WC + Douche	
	BIOFILTER		WC seul (sans Douche)	
	EARTH AUGER			

ADRESSE ET IDENTIFICATION DU CLIENT	
Département de :	
Commune de :	
Quartier :	
Prénom / Nom du bénéficiaire :	
Téléphone :	

Les observations suivantes ont été faites sur les différentes composantes de l'ouvrage:

COMPOMANTES	Réceptionnée	
	Sans réserve	Avec réserve
Parois digesteur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Couvercle digesteur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Panier et fibre coco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Macroorganismes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuyau de ventilation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Filtres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Réservoir de stockage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Superstructure	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Porte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toiture	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chaise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DLM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plomberie	Clapet d'entretien	<input type="radio"/>
	Installation chaises	<input type="radio"/>
	Tuyauterie	<input type="radio"/>
Carrelage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rampe d'accès	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

- Avec les réserves suivantes :	
- Sans réserve:	
Le Comité de suivi Technique a ainsi procédé à la réception de l'ouvrage:	

Annexe 4: Lettre de garantie

Date : / / 2017

Département :

Commune :

Quartier :

Prénom et Nom du bénéficiaire :

Tel :

Intitulé du projet : Projet d'amélioration des conditions d'assainissement pour les ménages les plus vulnérables des zones inondées et inondables de Pikine et de Guédiawaye »

Lettre de garantie des travaux de réalisation des TAI

Je soussigné,
garantis par la présente :

- La bonne conduite,
- La parfaite exécution de l'ouvrage,
- Le bon fonctionnement de travaux,
- Le respect de l'hygiène et la sécurité et à réparer tout dommage durant cette phase de réalisation

Pour le compte de Madame/Monsieur

Les travaux auront lieu à partir du/...../ 2017 et prendront fin le/...../ 2017

La présente garantie sera valide à partir de la date de livraison de l'ouvrage jusqu'à la fin du contrat.

La présente lettre lui est fournie pour servir et valoir ce que de droit

Client

Thinkbox/SenEngineering

Concepteur

Annexe 5: Résultats d'analyse des sous-produits de la toilette Biofilcom

Moyenne	Ouvrage 1		Ouvrage 2		Ouvrage 3	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
pH	8,67±0,08	8,73±0,13	8,4±0,05	8,43±0,19	8,75±0,11	8,64±0,15
T (°C)	21,1	22,2	23,0	22,6	21,8	22,2
C.E (µS/cm)	14256,4±654	14464,7±602	6440±325,5	5826,2±522,0	13409,6±1639,6	14603,3±618
Turb (NTU)	276,8±127,8	116,9±35,7	220±32,9	89,8±19,2	838,3±355,2	256,9±118,0
MES (mg/l)	565,6±532,7	87,0±6,3	136,9±32,9	66,6±44,2	675,4±377,4	118,4±62,3
DBO ₅ (mg/l)	719,9±401,3	614,7±255,2	685,0±272,3	301,3±167,24	1948±588,1	1277,8±381,2
DCO (mg/l)	3013,6±234	2792,3±260	2204,8±437,7	1414,8±262,5	4145,7±1143	3966,4±610,9
C.F: (CFU/100ml)	(1,5±1,9) *10 ⁵	(2,6±3,4)*10 ⁴	(5,1±6,1)*10 ⁴	(4,0±4,3)*10 ⁴	(1,5±1,6)*10 ⁶	(9,6±7,4)*10 ⁴

Annexe 6: Résultats d'analyse des sous-produits de la toilette Earth Auger

➤ Qualité hygiénique du compost

Site	Coliforme fécaux CFU/100ml	Œufs de parasites (parasites/g)
Moyenne Médina Gounass 1	4,17E+05	5 Œufs d'Ascaris
Moyenne Médina Gounass 2	1,16E+06	8 Œufs d'Ascaris
Normes	1,00E+3	≤ 3-8 œufs d'Ascaris

➤ Qualité agronomique des liquides

Site	pH	C.E (µS/cm)	DCO (mg/l)	NT (mg/l)	PO4 (mg/l)	K (mg/l)
Moyenne Médina Gounass 1	9,26	22242	8990	6478	6519	1946
Moyenne Médina Gounass 2	9,14	5831	1783	2639	7595	538

➤ Qualité hygiénique des liquides

Site	Coliforme fécaux CFU/100ml	Œufs de parasites (parasites/l)
Moyenne Médina Gounass 1	5,00E+04	0
Moyenne Médina Gounass 2	1,00E+05	0
Normes	1,00E+3	≤ 1 œufs de nématodes/litre

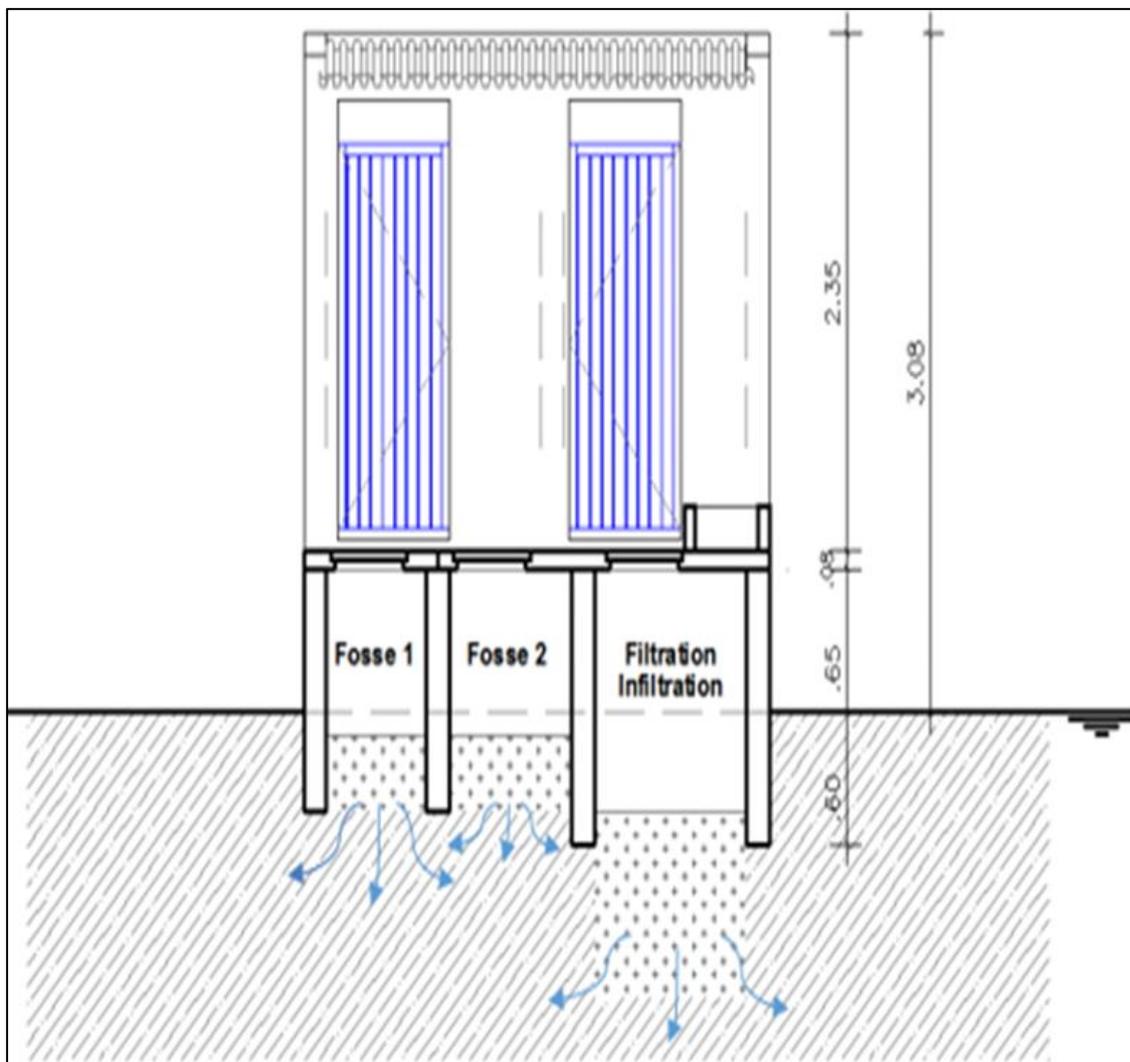
Annexe 7: Normes sénégalaises de rejet des eaux usées

Les concentrations limites applicables au Sénégal au rejet des eaux usées dans le milieu naturel (source : ISN 2001)

Paramètres	Concentrations limites	Observations
Température	30°C ±5	25°C ≤ température ≤35°C
pH	6 ≤ pH ≤ 9	6 ≤ pH ≤ 9
MES	50 mg/l	-
DCO	- 200 mg/l (si le flux journalier n'excède pas 100 kg/jour) - 100 mg/l (au-delà de 100 kg/jour)	Des valeurs limites de concentrations différentes peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation, lorsqu'il existe une valeur limite exprimée en flux spécifique de pollution
DBO ₅ (sur effluent non décanté)	- 80 mg/l (si le flux journalier n'excède pas 30 kg/jour) - 40 mg/l (au-delà de 30 kg/jour)	-
Azote total	30 mg/l (lorsque le flux journalier est 50 kg/jour)	Des valeurs limites de concentrations différentes peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation lorsque le rendement de la station d'épuration de l'installation atteint au moins 80 % pour les installations nouvelles et 70 % pour les installations modifiées.
Phosphore total	10 mg/l (lorsque le flux journalier est 15 kg/jour)	Des valeurs limites de concentrations différentes peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation.
Coliformes fécaux	2000 UFC/100 ml	-

ISN : Institut Sénégalais de Normalisation devenu Association Sénégalaise de Normalisation (ASN)

Annexe 8: Coupe de la toilette Biofilter installée dans la première phase de vulgarisation



Annexe 9: Images sur quelques toilettes réalisées dans le cadre du projet



(Toilettes Biofilcom)



Avant réfection

Après réfection

(Toilettes Biofilcom)



Situation avant



Situation actuelle

(Toilette Biofilter)



(Toilette Earth Auger)

Annexe 10: Mode de fonctionnement des toilettes

➤ Mode de fonctionnement de la toilette Biofilcom

Lors d'une utilisation, les excréments entrent dans la partie supérieure du digesteur (un filtre biologique) où il se produit une rapide séparation entre solide et liquide. La partie solide (matières fécales, papiers hygiéniques etc.) est retenue par les filtres du digesteur pour y être dégradée par des macroorganismes dont le nom scientifique est **Eisenia foetida** et puis être convertie en riches amendements pouvant être utilisés sans danger pour les sols. Néanmoins, ce fertilisant ne peut être récupéré qu'après dix (10) ans de fonctionnement du digesteur, ce qui correspond à sa durée de vie (durée de vie de la toilette de Biofilcom). Quant à la partie liquide, elle s'infiltré directement à travers les bandes filtrantes du digesteur pour être drainée dans un premier filtre à sable avant d'arriver au second filtre à sable par surverse.

➤ Mode de fonctionnement de la toilette Biofilter

Lors d'une utilisation, les eaux vannes (les matières fécales, l'eau de nettoyage anal et l'eau utilisée pour l'entretien) sont admises dans une double fosse. Une séparation liquide-solide se passe dans la fosse utilisée par simple filtration à partir d'un amas de gravier disposé autour du tuyau d'évacuation situé au fond de la fosse. Ce type de séparation liquide-solide constitue une nouveauté par rapport aux latrines existantes. Les boues retenues dans les fosses vont y séjourner pendant deux ans ; elles seront alors totalement stabilisées (séchées, sans odeurs et sans germes pathogènes) et pourront être curées manuellement sans danger. La partie liquide qui traverse le filtre est acheminée vers le filtre bactérien. Les effluents issus du filtre bactérien seront infiltrés dans la nappe via un puits d'infiltration constitué par un tuyau PVC DN 160. Quant aux eaux grises, elles sont d'abord admises dans un bassin de décantation (dont le rôle est de retenir les sables pour protéger le filtre bactérien du colmatage) avant d'être acheminées vers le filtre bactérien qui reçoit également les eaux vannes.

➤ Mode de fonctionnement de la toilette Earth Auger

Dans ce système, lors de l'utilisation, les urines et les eaux de lavage anal sont récupérées. Elles sont stockées dans un baril de récupération pour un éventuel traitement et réutilisation. Quant aux fèces (matières solides), elles sont dirigées dans une chambre de compostage pour y être compostée. Lorsque la pédale est actionnée, la matière solide (fèces) et les sciures de bois ajoutés sont mécaniquement traitées à travers un tuyau, muni d'une vis qui permet de mixer, d'aérer, et de déplacer ce mélange au niveau de la chambre de compostage. Le temps de maturation du compost est étroitement lié au nombre d'utilisateurs de la toilette et varie

entre 3 à 5 mois. A la sortie de la chambre compostage, le compost produit est stable et ne renferme aucun n'agents pathogènes et par conséquent susceptible d'être utilisées dans l'agriculture comme amendement. L'innovation majeure sur cette technologie réside sur l'existence de deux systèmes mécanisés à savoir la pédale à pied servant d'évacuer les déchets et le dispositif d'approvisionnement des sciures en bois comme source de carbone.