

REPUBLIQUE DU SENEGAL



Un Peuple – Un But -Une Foi

OFFICE NATIONAL DE L'ASSAINISSEMENT



**PROJET DE TRAITEMENT ET DE VALORISATION DES
BOUES DE VIDANGE ET DES EAUX USÉES POUR LA
PROTECTION DES ZONES HUMIDES DANS LES NIAYES DE
DAKAR (SÉNÉGAL)**

Financement :

Partenariat Français de l'Eau



*Syndicat Interdépartemental pour
l'Assainissement de l'Agglomération
Parisienne*



Exécuté par :

Association des Jeunes Professionnels de l'Eau et l'Assainissement du Sénégal



RAPPORT DIAGNOSTIC

Février 2022



Sommaire

1	Introduction	5
1.1	Contexte General du projet	8
1.2	Objectif global	9
1.3	Objectifs spécifiques	9
2	Méthodologie	9
2.1	Revue documentaire	9
2.2	Visites de sites	9
2.3	Enquête socioéconomique au niveau des ménages	10
2.4	Entretiens avec les vidangeurs mécaniques et manuels	10
2.5	Entretien avec les maraîchers et horticulteurs	11
2.6	Entretiens institutionnels	12
2.7	Caractérisation des écosystèmes	12
2.8	Cartographie	12
2.9	Analyses physico-chimiques	13
2.9.1	Analyses pédologiques	13
2.9.2	Analyses physico-chimiques des eaux usées et des boues de vidange	13
2.10	Développement d'une matrice des risques	13
3	Résultats	13
3.1	Etat des lieux de la gestion des boues de vidanges et des eaux usées dans la zone d'intervention	13
3.1.1	Système de gestion des boues de vidanges et des eaux usées	13
3.1.1.1	Profil socio-économique	13
3.1.1.2	Gestion des eaux usées et des boues de vidange	16
3.1.1.3	Utilisation des sous-produits de l'assainissement	36
3.1.1.4	Limites et impacts de la gestion des eaux usées et des boues de vidange	39
3.1.1.5	Amélioration de la gestion de l'assainissement	40
3.1.2	Présentation des résultats des analyses de laboratoires	41
3.1.2.1	Importance des analyses des paramètres des eaux usées	41
3.1.2.2	Caractéristiques physico-chimiques des BV	42
3.2	Caractérisation des écosystèmes naturels et des espaces maraîchers et évaluation des potentiels écologiques	47
3.2.1	Généralité sur l'écosystème des Niayes	47
3.2.1.1	Climat	47



3.2.1.2	Géomorphologie	48
3.2.1.3	Végétation	48
3.2.1.4	Hydrogéologie-Hydrologie	50
3.2.1.5	Les sols	50
3.2.1.6	Les sols sableux peu évolués	50
3.2.1.7	Les sols organiques hydromorphes	50
3.2.1.8	Les sols Decks	50
3.2.1.9	Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés	51
3.2.1.10	Les sols marécageux argilo-humifères	51
3.2.2	Caractérisation et description du milieu	51
3.2.2.1	Les zones intermédiaires	51
3.2.2.2	La zone dépressive	52
3.2.3	Fonctions assurées par la zone des Niayes de Dakar	53
3.2.3.1	Les fonctions hydrologiques	53
3.2.3.2	Les fonctions physico-chimiques	54
3.2.3.3	Les fonctions biologiques et écologiques	55
3.2.4	Les services écosystémiques des Niayes	55
3.2.4.1	Services d’approvisionnement	56
3.2.4.2	Les services de régulation	57
3.2.4.3	Les services éducatifs, culturels et sociaux	58
3.3	Analyse des impacts environnementaux et socioéconomiques liés à une mauvaise gestion des boues de vidanges et des eaux usées	60
3.3.1	Analyse des impacts environnementaux	60
3.3.1.1	Rappel sur le contexte environnemental des Niayes	60
3.3.1.2	Etat des lieux du maraîchage dans la zone des Niayes	61
3.3.1.3	Interprétation des résultats des analyses pédologiques	64
3.3.2	Analyse des impacts socioéconomiques	70
3.3.3	Impact de la situation sur l’environnement, la santé, le développement agricole et la protection des zones humides	71
3.4	Proposition de pistes de solutions	72
3.4.1	Mesures d’atténuation des impacts environnementaux	72
3.4.2	Mesures d’atténuation des impacts socio-économiques	73
3.4.3	Pistes techniques	74
4	Contraintes	74
5	Perspectives	75



6	Conclusion	75
7	Annexes	76
7.1	Annexe 1 : Questionnaire destiné aux ménages	76
7.2	Annexe 2 : Echantillonnage	77
7.3	Annexe 3 : Guide d'entretien avec les vidangeurs manuels	84
7.4	Annexe 4 : Guide d'entretien avec les vidangeurs mécaniques	91
7.5	Annexe 5 : Guide d'entretien institutionnel	94
7.6	Annexe 6 : Détermination des propriétés physico-chimiques des sols	98



Liste des Figures

Figure 1: Zone d'intervention du projet.....	10
Figure 2: Niveau d'instruction du chef de ménage.....	14
Figure 3: Formation suivie par les vidangeurs mécaniques.....	15
Figure 4: Méthode de travail des vidangeurs.....	16
Figure 5: Type de toilettes des ménages	17
Figure 6: Situation des toilettes dans les concessions	18
Figure 7: Gestion des eaux ménagères.....	20
Figure 8: Types de vidange.....	21
Figure 9: Gestion de l'ouvrage	21
Figure 10: Personne en charge de la vidange manuelle et moyen de contact des vidangeurs manuels	22
Figure 11: Critères de choix du service de vidange	23
Figure 12: Satisfaction par rapport à la qualité du service de vidange	24
Figure 13: Raisons de satisfaction d'un service de vidange	24
Figure 14: Raisons de non satisfaction d'un service de vidange	25
Figure 15: Coût d'une vidange mécanique.....	26
Figure 16: Coût d'une vidange manuelle.....	26
Figure 17: Zones d'interventions des vidangeurs mécaniques.....	28
Figure 18: Autres zones d'interventions des vidangeurs mécaniques	28
Figure 19: Pratique de dépotage sauvage.....	31
Figure 20 : Connaissances des normes et des réglementations	31
Figure 21: Zone de dépotage sauvage	32
Figure 22: Niveau de fréquentation des STBV	33
Figure 23: Appréciation de la gestion des STBV	34
Figure 24: Connaissance des maraîchers utilisant les sous-produits de l'assainissement pour arroser leurs cultures .	36
Figure 25: Appréciation de l'utilisation des sous-produits de l'assainissement dans le maraîchage	37
Figure 26: Utilisation des produits maraîchers arrosés par les eaux usées traitées	37
Figure 27: Carte topographique de Dakar.....	48
Figure 28: Carte d'occupation du sol de la zone d'étude	53
Figure 29: Carte morpho-pédologique de la zone d'étude.....	60
Figure 30: Potentiel Hydrogène sur les espaces maraîchers à Cambérène (ST1) Pikine (ST2) et Rufisque (ST3)	65
Figure 31: Le rapport carbone azote sur les espaces maraîchers à Cambérène (ST1) Pikine (ST2) et Rufisque (ST3)	66
Figure 32: La conductivité électrique sur les espaces maraîchers à Cambérène (ST1) Pikine (ST2) et Rufisque (ST3)	67
Figure 33: La capacité d'échange cationique sur les espaces maraîchers à Cambérène (ST1) Pikine (ST2) et Rufisque (ST3).....	68
Figure 34: Le taux de sodium sur les espaces maraîchers à Cambérène (ST1) Pikine (ST2) et Rufisque (ST3)	69
Figure 35: Projection de la population dans la zone d'étude	74



Liste des Tableaux

Tableau 1: Niveau d’instruction des vidangeurs mécaniques.....	15
Tableau 2: Niveau d’intervention des vidangeurs.....	16
Tableau 3: Nombre de personnes utilisant les toilettes dans une maison	18
Tableau 4: Fréquence de vidange	27
Tableau 5: Clientèle des vidangeurs mécaniques.....	27
Tableau 6: Revenu journalier des vidangeurs mécaniques	29
Tableau 7: Modes de paiement du service de vidange.....	29
Tableau 8: Connaissance des risques environnementaux du dépôtage sauvage.....	31
Tableau 9: Risques liés au métier	34
Tableau 10: Agent de contrôles ou de contraventions.....	34
Tableau 11: Contrôles ou de contraventions.....	35
Tableau 12: Utilisation des cultures dont l’engrais provient des boues de vidange.....	38
Tableau 13: Besoin en formation.....	40
Tableau 14: Caractéristiques physico-chimiques des BV prélevés dans la zone des Niayes	42
Tableau 15: Caractéristiques physico-chimiques des BV prélevés dans la zone de Tivaouane Peul	43
Tableau 16: Caractéristiques physico-chimiques des BV prélevés dans la zone de depotage sauvage de keur ndiaye lo	44
Tableau 17 : Taux de dépollution des effluents des STBV de Tivaouane Peul et des Niayes de Pikine.....	45
Tableau 18: Streptocoques fécaux dans les échantillons.....	46
Tableau 19: Coliformes fécaux dans les échantillons.....	46
Tableau 20: Coliformes Totaux dans les échantillons.....	46
Tableau 21: CARACTERISTIQUES des eaux usées de la STEP des Niayes de Pikine	47
Tableau 22: Impacts de la gestion des eaux usées et des boues de vidange sur l’environnement et la santé.....	71



Liste des Images

Image 1: Entretiens de groupe avec les maraichers à Cambérène, et individuel lors des échantillonnages de sol

Image 2 : a) TMC à Yeumbeul Sud ; b) PTMC à Cambérène

Image 3 : Eaux usées d'une fosse débordant dans la rue à Golf sud/Las Palmas

Image 4 : Trou creusé en vue d'une vidange manuelle

Image 5 : Ruelle étroite à Thiaroye sur mer

Image 6: espèces végétales indicateurs de la zone des Niayes le cocotier (Cocos nucifera) et le filao (Casuarina equisetifolia)

Image 7: Plantes fourragère (l'Acacia raddiana, Acacia seyal)

Image 8: Panorama de la zone humide des Niayes sur la ville Dakar

Image 9: Vue Panoramique sur la richesse biologique des Niayes

Image 10: Espaces maraîchers au niveau des Niayes de Cambérène et pikine (Salade & Oignon)

Image 11 : Panorama sur la position écologique des Niayes par rapport à la ville de Dakar

Image 12: Panorama sur la diversité floristique des Niayes

Image 13: Petits puits d'approvisionnement en eau (Séanes) au niveau des espaces maraîchers à Niaye Pikine

Image 14: Point de pompage de l'eau du lac et point de mixage avec l'eau de l'ONAS

Image 15: Prolifération du Typha australis dans les plans d'eau au niveau des Niayes



1 Introduction

1.1 Contexte General du projet

Au Sénégal, l'accès à l'assainissement amélioré est en nette progression grâce aux efforts consentis par l'Etat avec l'appui de ses partenaires durant ces dernières années. En effet, le taux d'accès à l'assainissement est passé de 61,7% en 2013 à 67,4% en 2017 en milieu urbain. Cette augmentation du taux d'accès à l'assainissement s'est faite à travers des projets d'assainissement initiés par le pouvoir public avec le soutien des partenaires au développement.

Ainsi différents projets visant l'amélioration des conditions d'accès à l'assainissement ou des études pour l'amélioration du traitement des eaux usées et des boues vidange se sont déroulés à Dakar et dans sa banlieue. Parmi ces projets on peut citer entre autres le Programme d'Assainissement des Quartiers Périurbains de Dakar (PAQPUD), le Programme national d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire (PEPAM) et le Programme de Structuration du Marché des Boues de Vidange (PSMBV).

Le PAQPUD qui s'est déroulé de 2000 à 2008 a permis de couvrir 32 collectivités locales de la zone périurbaine et d'atteindre 22% des ménages non desservis par l'assainissement collectif.

A la suite du PAQPUD, le PEPAM, de 2005 à 2015, a été l'instrument par lequel le gouvernement du Sénégal a essayé d'atteindre les OMD en matière d'eau potable et d'assainissement en milieu urbain et rural.

A travers le PSMBV, le Sénégal a développé depuis 2012, une expérience d'appui au secteur privé de l'assainissement autonome et de la gestion des boues de vidanges et s'est doté de documents de stratégie comme le Programme national de développement durable de l'assainissement autonome du Sénégal (PNDDAA).

Dans ces différentes politiques et projets d'assainissement, l'accent est mis sur l'assainissement autonome longtemps laissé en rade par les décideurs. Selon les dernières données du PSMBV, 20 à 30% de la population dakaroise ont recours à un système de réseau d'égout et 70 à 80% à l'assainissement autonome. Les nouveaux ouvrages construits vont entraîner une forte augmentation du taux de couverture de l'assainissement autonome permettant ainsi une bonne prise en charge des rejets liquides au niveau des concessions. Toutefois la bonne couverture en matière d'assainissement autonome a comme conséquence la production de grandes quantités de boues augmentant graduellement chaque année au fur et à mesure de l'amélioration de l'accès.

La gestion de ces boues et aussi des eaux usées pose des problèmes liés aux défaillances dans la chaîne de valeur de l'assainissement. En effet, de la collecte au traitement en passant par le transport, la mauvaise gestion des eaux usées et des boues de vidange est source de nuisance à l'environnement et à la santé.

Dans la zone du projet, une zone agro-écologique, dont une partie est en dépression humide, redéfinir la valeur des boues de vidange et des eaux usées pourrait être un enjeu pour la restauration et la conservation des zones humides.

Ainsi, l'Association des Jeunes Professionnels de l'Eau et de l'Assainissement du Sénégal a initié en collaboration avec l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS), DELVIC S-I, le Partenariat Français pour l'Eau (PFE) et le Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP) un projet de recherche-action dénommé ' Traitement et valorisation des boues de vidange et des eaux usées pour la protection des zones humides dans les Niayes à Dakar '.

La mise en œuvre de ce projet constitue un jalon important dans la mise en œuvre de la feuille de route vers le 9e Forum Mondial de l'eau, notamment à travers une approche impliquant les jeunes du secteur de l'eau et de l'assainissement.

Outre la question de l'assainissement, il traitera des enjeux liés à l'état des écosystèmes aquatiques dans la zone des Niayes, l'agriculture et la santé humaine. Il participera ainsi, aussi bien à la redéfinition de la valeur des boues de vidange et des eaux usées qu'à la restauration et à la conservation des zones humides.

Il entre également en droite ligne avec la vision de l'AJPEAS d'œuvrer pour « Une jeunesse compétente et dynamique qui contribue au développement d'innovations dans la gouvernance de l'eau et de l'assainissement en Afrique, participe et est reconnu comme un acteur clé dans l'atteinte de l'ODD6 ».



1.2 Objectif global

L'objectif global de ce projet est de contribuer à l'amélioration du traitement et de la valorisation des boues de vidange et des eaux usées pour la protection des zones humides dans les Niayes. L'atteinte de cet objectif global passe par des objectifs spécifiques ci-dessous rappelés.

1.3 Objectifs spécifiques

Ce projet de recherche-action a pour objectifs spécifiques de:

- Contribuer à la gestion sécurisée des eaux usées et des boues de vidange dans la région de Dakar afin de mitiger leurs dangers pour les écosystèmes.
- Inscrire la gestion des déchets liquides dans une démarche d'économie circulaire.
- Intégrer la gestion des déchets liquides à une approche qui prend en compte le cycle de l'assainissement dans son intégralité, y compris le traitement et la valorisation des boues de vidange et des eaux usées dans différents domaines.

2 Méthodologie

La méthodologie adoptée dans la conduite de cette étude consiste en l'exploitation de la documentation existante, la consultation de structures et personnes-ressources évoluant dans le domaine de la gestion des eaux usées et boues de vidange, des populations, maraîchers et horticulteurs dans la zone des Niayes de Dakar, les observations et collecte des données biophysique de terrain et enfin l'analyse des données recueillies.

2.1 Revue documentaire

Du fait des restrictions dues à la situation de pandémie, la collecte des données bibliographique s'est faite sur internet et à travers la documentation partagée par les personnes ressources. Les données bibliographiques sont composées des données sur les précédentes études et projets relatifs à la gestion des boues de vidange et eaux usées dans la zone de Niayes, le milieu biophysique et humain, le cadre institutionnel, législatif et réglementaire applicable au projet.

2.2 Visites de sites

La zone agro-écologique des Niayes de Dakar concernée par cette étude comprend les communes polarisées par les stations de traitement de boues de vidange et des eaux usées de Cambérène, des Niayes, de Rufisque et de Tivaouane Peul.

Ces stations couvrent les communes suivantes: Pikine Ouest, Pikine Nord, Golf Sud, Cambérène, Patte d'Oie, Tivaouane Peulh-Niague et Rufisque Nord.

La **figure 1** ci- dessous représente la localisation des quatre stations de la zone du projet.



Figure 1: Zone d'intervention du projet

Dans le cadre de cette étude diagnostique, plusieurs visites de terrains ont été menées, ceci afin d'identifier les zones d'intervention pour les enquêtes, les prélèvements d'échantillons à analyser et les zones de dépotages sauvages.

Les visites de terrains ont concerné les zones suivantes : Cambérène, Pikine Nord, Tivaouane Peulh, Bargny, Rufisque et Keur Ndiaye Lo.

2.3 Enquête socioéconomique au niveau des ménages

L'enquête socio-économique a été orientée ACP (Analyse en composantes principales) pour mieux documenter la situation à Pikine, Cambérène, Rufisque et Tivaouane Peul.

Le questionnaire (**Annexe 1**) était articulé autour des axes suivants : le profil du ménage, le niveau de vie, la situation de l'emploi, les secteurs d'activité et les dispositifs sanitaires et méthode de vidange.

Les enquêtes ont été effectuées sur le terrain auprès d'un échantillon de 398 ménages dans les localités de la zone d'étude. Le calcul de la taille de l'échantillon est fait suivant la formule de Slovin, compte tenu du fait que nous n'avons pas la base de données des ménages.

Les données recherchées sont essentiellement le profil socio-économique des ménages, l'état des lieux de l'assainissement, les perceptions des ménages sur l'usage des sous-produits issus des boues de vidange et eaux usées et leurs attentes vis-à-vis de différents acteurs dans le domaine de l'assainissement.

Il faut noter que sur le terrain pour chaque question dès que la saturation est atteinte, la cible des 398 peut ne pas être atteinte. Les données sur l'échantillonnage de la population sont en **Annexe 2**.

Le traitement des données s'est fait sur kobocollect et ODK.

2.4 Entretiens avec les vidangeurs mécaniques et manuels

Les guides d'entretien avec les vidangeurs mécaniques et manuels (**Annexe 3 et 4**) tournaient autour des axes suivants : le profil de l'acteur, les détails sur l'activité, la connaissance des risques et difficultés et les besoins d'appui pour l'améliorer et la régulation de l'activité.

Ces échanges ont permis d'identifier les lacunes dans la gestion informelle des déchets, d'identifier les besoins de formation et d'organisation ainsi que tous les appuis nécessaires dont ils ont besoin.



2.5 Entretien avec les maraîchers et horticulteurs

L'entretien avec les maraîchers et les horticulteurs a été orienté vers la dynamique de leurs activités, l'usage des produits bio et organiques, les difficultés qu'ils rencontrent et leur intérêt à utiliser les sous-produits de l'assainissement.

Elles se sont faites d'une part de manière individuelle et d'autre part en groupes pour confirmer les informations recueillies lors des enquêtes individuelles.



Image 1: Entretiens de groupe avec les maraîchers à Cambérène, et individuel lors des échantillonnages de sol

Concernant les focus groupe, l'échantillonnage des maraîchers et horticulteurs s'est fait suivant la méthode boule de neige ciblée étant donné que nous ne connaissons pas les acteurs dans ce domaine, nous avons d'abord visitée des champs et nous nous sommes entretenus de manière informelle avec les propriétaires ou tenants qui nous ont mis en contact avec leurs collègues. En somme nous avons déroulé 4 focus groupe à Niayes Pikine et Cambérène avec des groupes homogènes de maraîchers et d'horticulteurs.



2.6 Entretiens institutionnels

Les entretiens institutionnels se sont faits avec l'appui d'un guide d'entretien semi directif. Il s'est agi d'échanger avec les acteurs cibles, notamment la Direction de l'Assainissement (DA), ONAS, Direction de l'horticulture, ISRA, les Eaux et Forêts/ DAMCP, le Service d'hygiène, la DEEC, la Direction des espaces verts urbains et du cadre de vie, GRET, EVE, GGGI, Associations/ OCB, AAAS, DELVIC, VICAS, DELTA et les élus locaux.

Le guide d'entretien présenté en **Annexe 5**, a été structuré autour des rubriques suivantes : le profil de la structure, la gestion des eaux usées et des boues de vidange, les projets et programme dans le domaine de l'assainissement et de la valorisation des sous-produits, de l'agriculture, de la gestion de l'environnement et des zones humides, la gouvernance, et l'évaluation et les perspectives.

Les entretiens avec les acteurs institutionnels se sont essentiellement déroulés en ligne Via Zoom sous la supervision de la chargée de projet. Les acteurs sont d'abord contactés par mail pour confirmer d'un rendez-vous en ligne à leur convenance avant de leur faire parvenir le lien de connexion à la réunion. Celle-ci est ensuite déroulée par les experts en fonction de leur disponibilité ou par la chargée de projet. Les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des acteurs interviewés et partagés avec tous les experts. En somme les entretiens institutionnels se sont finalement déroulés avec les acteurs suivant:

- ONAS,
- ISRA,
- Eaux et Forêts/ DAMCP,
- Direction des espaces verts urbains et du cadre de vie,
- GRET,
- EVE,
- GGGI,
- AAAS,
- DELVIC,
- DELTA

Ces entretiens ont permis d'avoir une vue globale sur la situation de la gestion des boues de vidanges au Sénégal et des précédentes études qui ont été conduites sur la même thématique.

2.7 Caractérisation des écosystèmes

La caractérisation des écosystèmes s'est d'abord appuyée sur les données existantes sur la zone notamment les précédents travaux sur les Niayes qui ont été appuyés par des données de terrain. Ainsi après avoir consulté la littérature existante sur la zone des Niayes de Dakar nous avons effectué des missions sur le terrain pour observer et décrire l'état actuel de l'écosystème des Niayes.

Ces descentes sur le terrain ont permis de prendre contact avec les acteurs et d'échanger avec eux sur les enjeux de la gestion des eaux usées et boues de vidanges dans leurs activités et confectionner une fiche de caractérisation des écosystèmes. Elles ont également permis d'entamer la collecte de données complétées par l'équipe d'enquêteurs sous la supervision de l'Expert environnementaliste. Ces observations et investigations de terrain sur la caractérisation des écosystèmes ont été conjuguées avec l'exploitation de l'imagerie satellitaire de la zone afin de constituer une base de données cartographique de l'occupation du sol dans la zone des Niayes.

2.8 Cartographie

L'acquisition d'images satellitaires s'est faite grâce aux images Sentinel-2, une série de satellites d'observation de la Terre de l'Agence spatiale européenne développée dans le cadre du programme Copernicus dont les deux premiers exemplaires ont été mis en orbite en 2015 et 2017.



Avec l'expert environnement et l'expert assainissement, on a intervenu sur les sites pour faire l'état des lieux sur la gestion des boues de vidanges et des eaux usées dans la zone des Niayes dans un premier ; ensuite de procéder à la caractérisation des écosystèmes naturels et des espaces maraîchers et d'évaluer les potentiels écologiques ; et enfin d'appuyer à l'analyse des impacts environnementaux et socioéconomiques liés à une mauvaise gestion des boues de vidanges et des eaux usées.

Les cartes produites ont porté sur : la localisation des différentes stations 2, l'occupation du sol dans les Niayes (caractérisation des écosystèmes), la topographie des différentes zones au niveau des stations et les points de prélèvement des échantillons.

2.9 Analyses physico-chimiques

2.9.1 Analyses pédologiques

Les travaux de collecte des échantillons de sol sur le terrain ont consisté à l'identification des sites ciblés, à savoir les zones d'exploitation maraîchères autour des stations d'épuration de Cambéréne, Pikine et Rufisque, au choix et à la description du profil.

Les analyses effectuées au laboratoire ont consisté en la détermination des propriétés physico-chimiques des sols notamment la granulométrie, le pH, les bases échangeables (Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+} , K^+), le phosphore assimilable, la capacité d'échange cationique (CEC), la matière organique, le carbone organique total, et l'azote total (et par déduction le rapport C/N), **Annexe 6**.

2.9.2 Analyses physico-chimiques des eaux usées et des boues de vidange

Les analyses des boues de vidanges et eaux usées ont portés sur les Matières Solides (TS), les Matières en Suspension (MES), la conductivité, le pH, la teneur en azote, la demande biologique en oxygène (DBO), la demande chimique en oxygène (DCO), la turbidité et les paramètres biologiques (Bactéries, helminthes...).

Toutes ces analyses ont permis de définir les caractéristiques physico-chimiques et ainsi permettre de statuer sur la qualité des eaux traitées.

2.10 Développement d'une matrice des risques

Il s'est agi de voir par rapport à la qualité des eaux, du sol, des pratiques en matière de gestion des eaux usées et des boues de vidange, quels sont les risques associés potentiels et réels vécus par les populations.

3 Résultats

3.1 Etat des lieux de la gestion des boues de vidanges et des eaux usées dans la zone d'intervention

3.1.1 Système de gestion des boues de vidanges et des eaux usées

3.1.1.1 Profil socio-économique

3.1.1.1.1 Profil socio-économique des ménages

Dans le cadre de la présente étude les caractéristiques socio-économiques des ménages sont appréciées par dix critères que sont : le genre, l'âge, le niveau d'instruction, le statut socio professionnel, le domaine d'activité, le revenu mensuel du chef de ménage, le statut d'occupation, nombre de ménages dans la concession et taille du ménage.

Les résultats de l'enquête ont montré que 67% de nos répondants sont des hommes qui se trouvent par ailleurs être les chefs de ménage. Ce qui nous montre que la zone d'étude ne fait pas exception à la règle par rapport au phénomène



de statut de chef de ménage occupé par les hommes dans notre société. Les chefs de ménage sont majoritairement des adultes avec un taux de 55% contre 20% de jeunes (20-35 ans).

Nous notons que 92% des chefs de ménage sont instruits dont 12 % ont atteint un niveau supérieur (**Figure 2**).

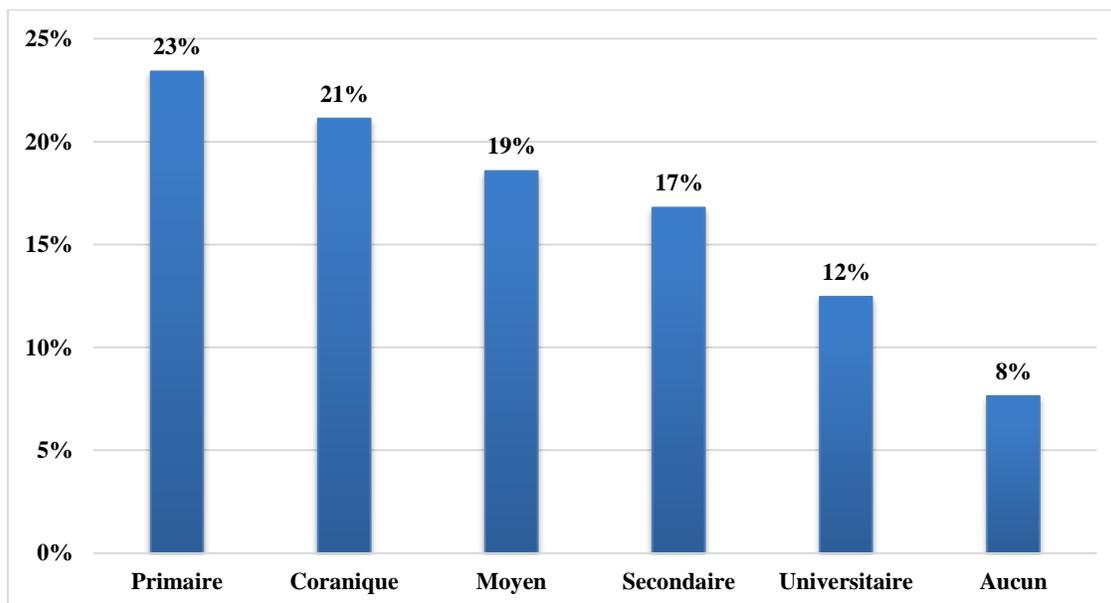


Figure 2: Niveau d'instruction du chef de ménage

Une analyse portant sur le domaine d'activité nous montre que le tertiaire est dominant occupant plus de la moitié des actifs avec 30% qui sont dans le commerce. Ces actifs représentent 59%. Parmi eux, seuls 22% ont un revenu moyen dépassant les 200.000 FCFA. En effet, 37% d'entre eux gagnent dans le mois moins de 100.000 FCFA.

Nous notons aussi le cas de chefs de ménages dans une situation d'inactivité avec un taux de 7% de chômeurs.

Le statut d'occupation nous montre que 71% sont les propriétaires, ce qui peut expliquer le fait que nous avons dans plus de 57% des concessions un seul ménage. Cependant, nous notons que 31% des ménages comptent plus de 16 personnes et 32% entre 10 et 15. La taille des ménages peut notifier l'existence d'une pression démographique forte dans la zone d'étude.

Pour ce qui concerne le niveau de standing, les résultats ont montré que les ménages qui sont dans un état de bas standing sont majoritaires avec 43% et seuls 19% sont un niveau haut standing. Cette situation peut être expliquée par la corrélation entre le revenu moyen des chefs de ménage et la taille du ménage.

3.1.1.1.2. Profil socio-économique des vidangeurs

Durant cette étude, il a été difficile de retrouver des vidangeurs manuels. Ainsi, les enquêtes avec les vidangeurs ne se sont faites qu'avec les vidangeurs mécaniques.

La moyenne d'âge des vidangeurs mécaniques est de 38 ans donc c'est une population relativement jeune.

L'analyse du niveau d'instruction de la population de vidangeurs mécaniques enquêtée (**Tableau 1**) montre que 34.88% ont un niveau élémentaire et 27.91% sont à l'école coranique.



TABLEAU 1: NIVEAU D'INSTRUCTION DES VIDANGEURS MECANIQUES

Niveau d'instruction	Fréquence	Pourcentage
Primaire	15	34.88
Coranique	12	27.91
Secondaire	8	18.6
Moyen	4	9.3
Aucun	2	4.65

88% des vidangeurs mécaniques n'ont pas suivi de formation technique (**Figure 3**). Toutefois certains ont une formation en électricité, comptabilité et conduite automobile.

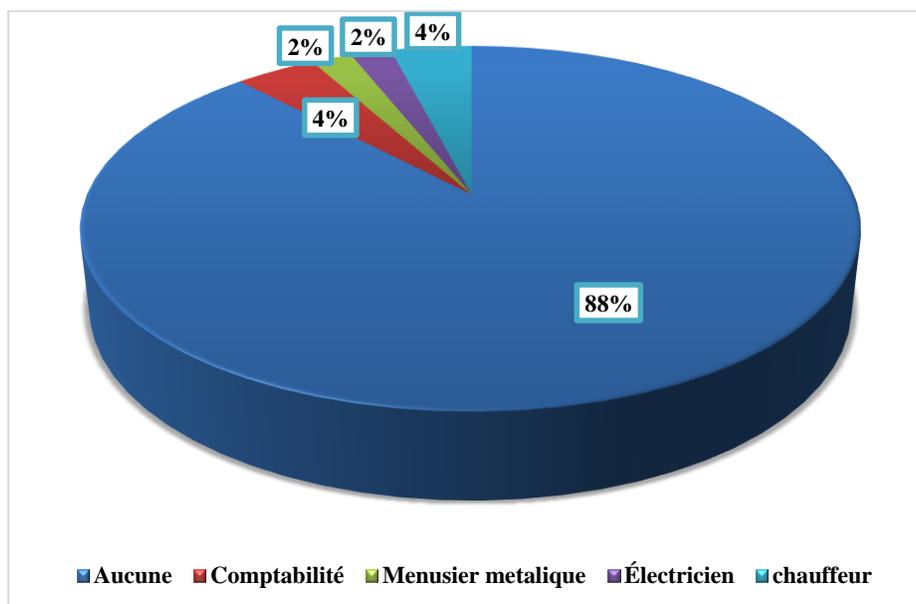


Figure 3: Formation suivie par les vidangeurs mécaniques



95, 35% des vidangeurs s'activent exclusivement dans cette activité de vidange. Dans le management de leur activité, il est noté que la plupart des vidangeurs mécaniques travaillent en collaboration avec des personnes dans un même camion (**Figure 4**).

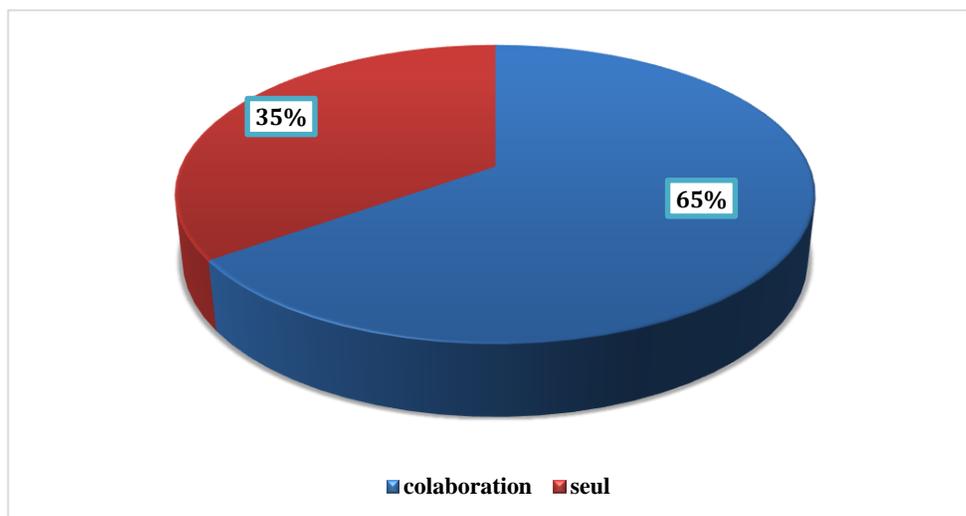


Figure 4: Méthode de travail des vidangeurs

Avec leurs camions, ils interviennent parfois uniquement pour la vidange, le curage ou les deux à la fois. Les résultats mettent en évidence que 79,07% des vidangeurs interviennent à la fois dans le vidange et le curage (**Tableau 2**).

TABLEAU 2: NIVEAU D'INTERVENTION DES VIDANGEURS

Niveau d'intervention	Fréquence	Pourcentage
Les deux	34	79.07
Vidange	9	20.93
Curage	6	13.95

3.1.1.2 Gestion des eaux usées et des boues de vidange

Les résultats des enquêtes avec les ménages, les vidangeurs et les entretiens institutionnels ont montré la présence de l'assainissement collectif et autonome avec une prédominance de ce dernier. Les données de l'enquête ménage permettent d'appuyer ce fait avec les types d'ouvrage existant comme nous pouvons le noter avec le **Figure 5** ci-après. Ces enquêtes ont révélé que 99,25% de la population interrogée dispose de toilettes. Et parmi ces toilettes prédominent



le type de toilettes à chasse manuelle avec environ 42% suivi respectivement de celles en latrines 34% et des toilettes VIP avec environ 16%. Les autres types de toilettes sèches et autres sont faiblement représentés dans cette zone.

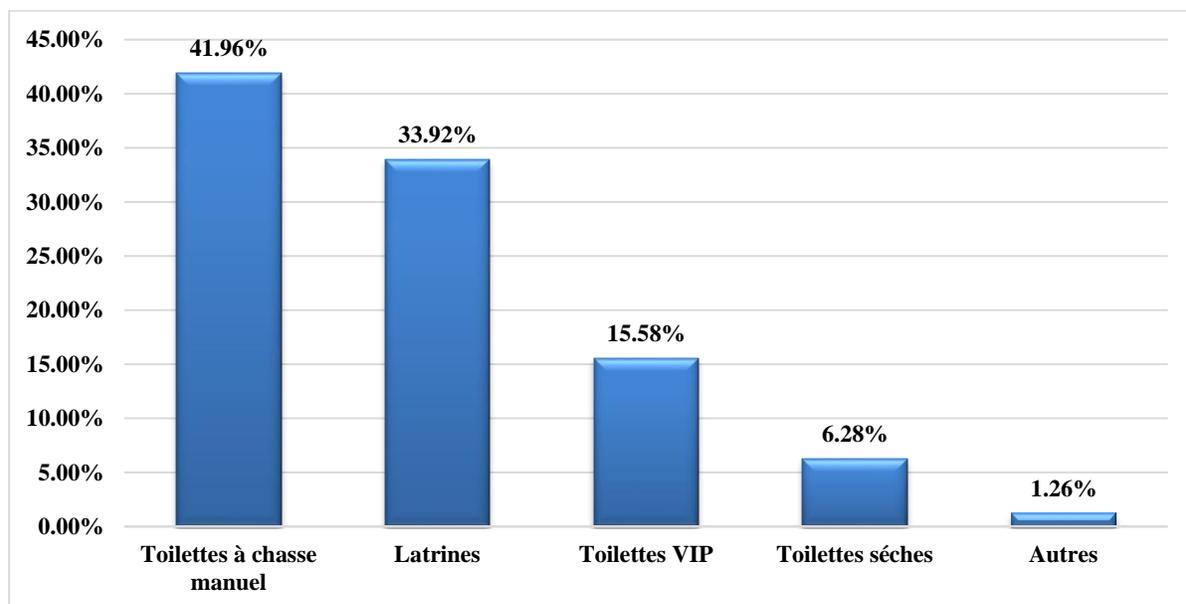


Figure 5: Type de toilettes des ménages



Il est constaté que 82,41% de ces toilettes sont localisées à l'intérieur de la maison par opposition à 16,43% seulement situés à l'extérieur (**Figure 5**).

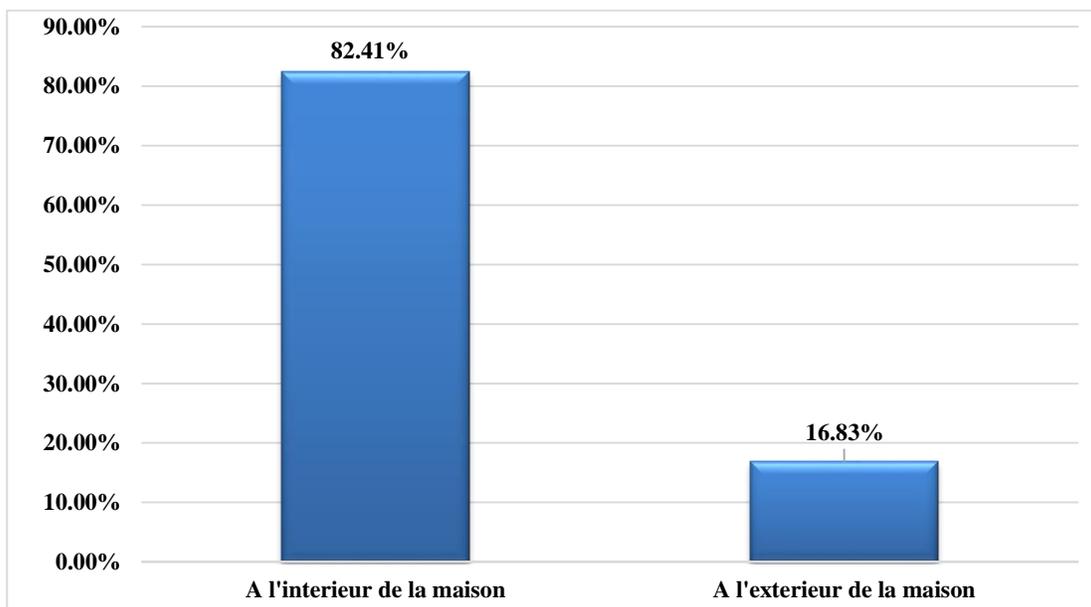


FIGURE 6: SITUATION DES TOILETTES DANS LES CONCESSIONS

Au sujet de ces sanitaires, le nombre de personnes utilisant une même toilette reste prédominé par 0 à 10 personnes avec 33,42% suivi respectivement de plus de 16 personnes avec 31,16% et de 10 à 15 avec 30,76%. Cependant, certaines personnes interrogées ont préféré ne pas donner leur avis par rapport à cette question (**Tableau 3**).

TABLEAU 3: NOMBRE DE PERSONNES UTILISANT LES TOILETTES DANS UNE MAISON

Valeur	Fréquence	Pourcentage
0-10	133	33.42
0-15	122	30.65
Plus de 16	124	31.16
Ne répond pas	14	3.52

L'appréciation de l'état des toilettes (**Image 2**) est souvent dépendante du manque d'assainissement de la zone. En d'autres termes, la plupart des enquêtés affirme que la remontée de la nappe phréatique et les inondations détériorent l'état des toilettes.



a)



b)

Image 2 : a) TMC à Yeumbeul Sud ; b) PTMC à Cambérène

A l'opposé de la gestion des boues de vidange ou les populations utilisent les toilettes, la gestion des eaux ménagères est différente selon les ménages, les zones et les possibilités à disposition (**Image 3**).



Image 3 : Eaux usées d'une fosse débordant dans la rue à Golf sud/Las Palmas

Les données sur la gestion des eaux usées mettent en évidence que (**Figure 7**) :



- 33, 42% des enquêtés affirment que leurs eaux ménagères sont versées dans le canal ;
- 29, 15% des enquêtés disent que leurs eaux usées ménagères sont versées dans la rue ;
- 24, 62% des enquêtés disent que leurs eaux usées ménagères sont versées au niveau de la concession ;
- 6, 53% des enquêtés disent que leurs eaux usées ménagères sont versées dans les toilettes ;
- 4, 77% des enquêtés disent que leurs eaux usées ménagères sont versées dans un puisard ;

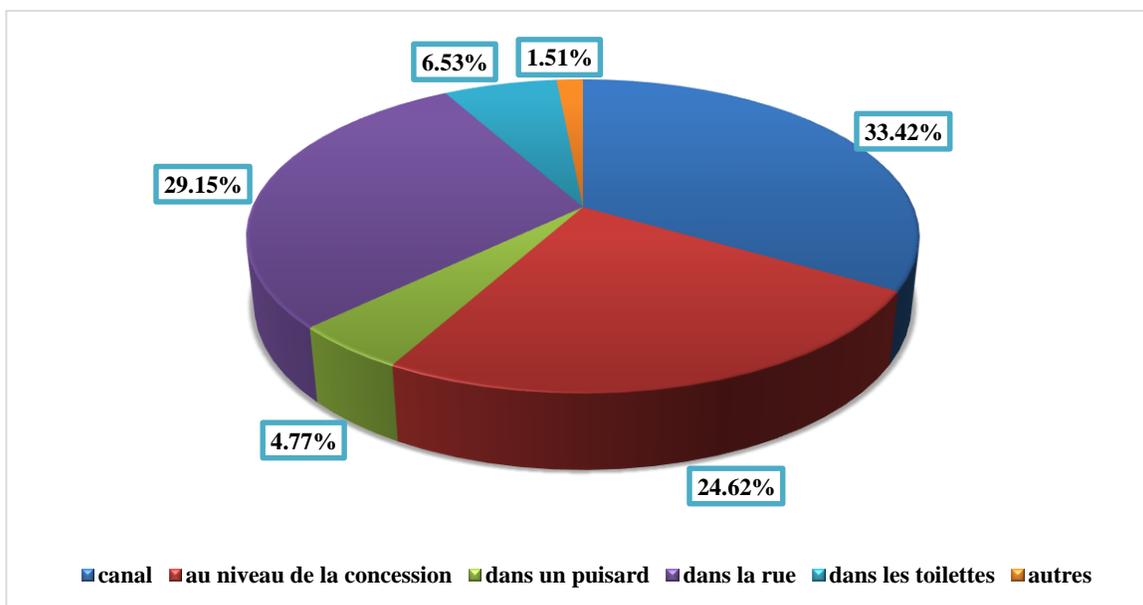


FIGURE 7: GESTION DES EAUX MENAGERES

Outre ces modes de gestion précités, certains ménages gèrent leurs eaux ménagères en les déversant dans la mer. Cette pratique est très observée à Thiaroye sur Mer du fait de la proximité des habitations à celle-ci et de l'étroitesse des ruelles qui rend impossible l'accès des camions de vidange. Ainsi les populations déversent les eaux usées dans la mer pour éviter le rapide remplissage des fosses et de ce fait le besoin de recourir aux camions de vidange.

Les camions de vidange sont utilisés par 57% des personnes enquêtés (**Figure 8**). Ces derniers font appel aux vidangeurs mécaniques quand l'ouvrage est plein.

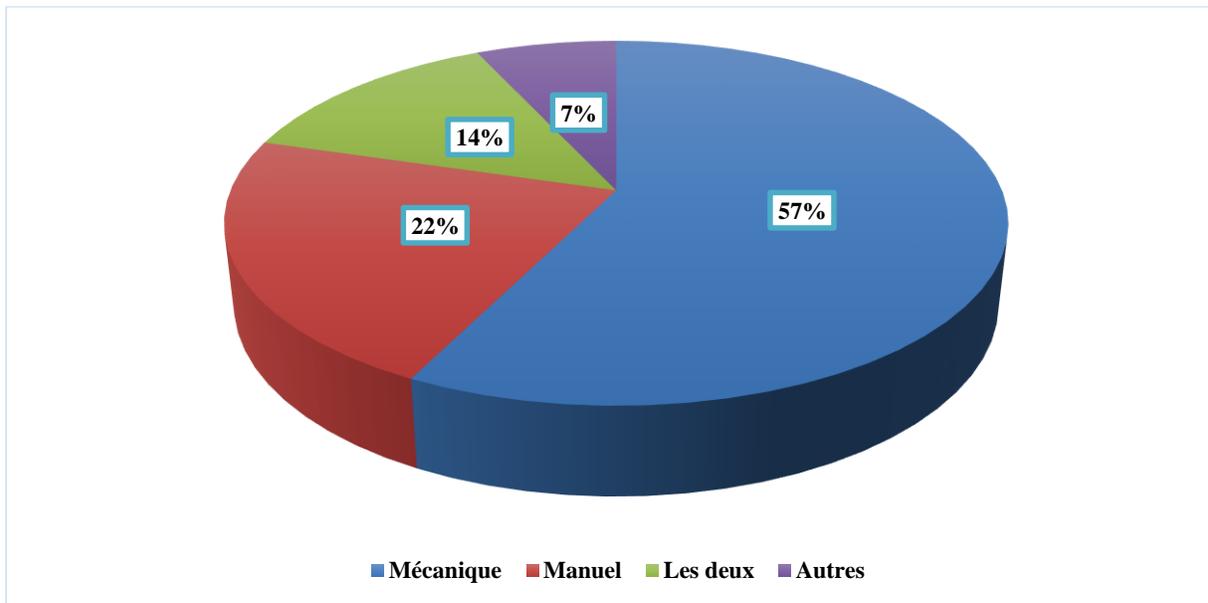


FIGURE 8: TYPES DE VIDANGE

53% des ménages qui utilisent la vidange mécanique affirment qu'ils vident automatiquement quand l'ouvrage est plein. Par ailleurs, 22% prennent contact avec un opérateur et 13% ne vident l'ouvrage que quand ils ont de l'argent. Nous notons aussi que 11% n'ont pas encore fait face à une situation d'ouvrage plein (**Figure 9**).

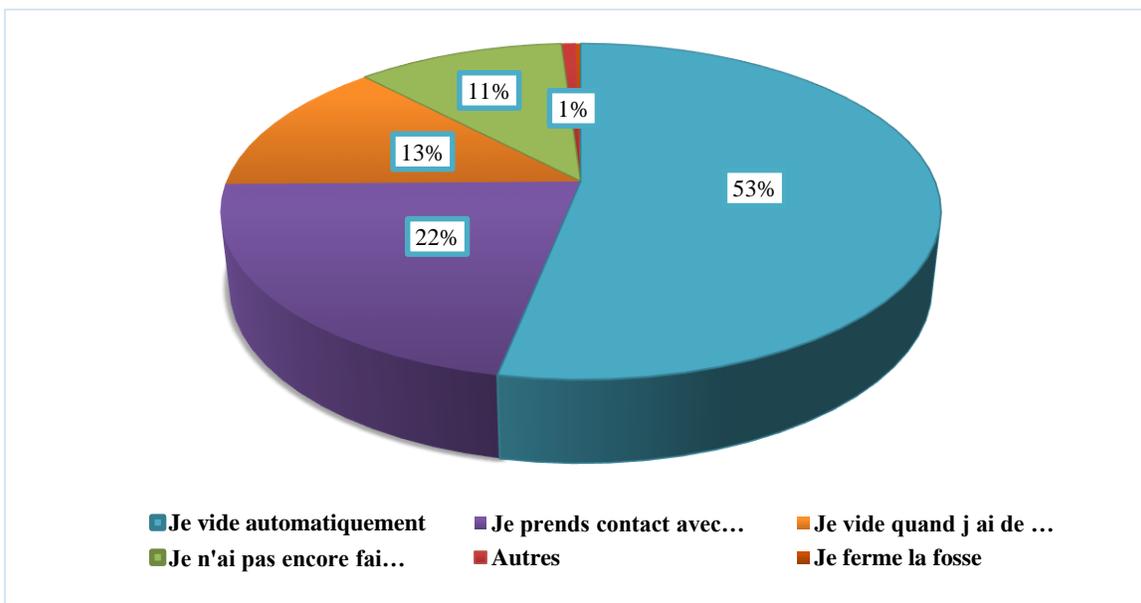
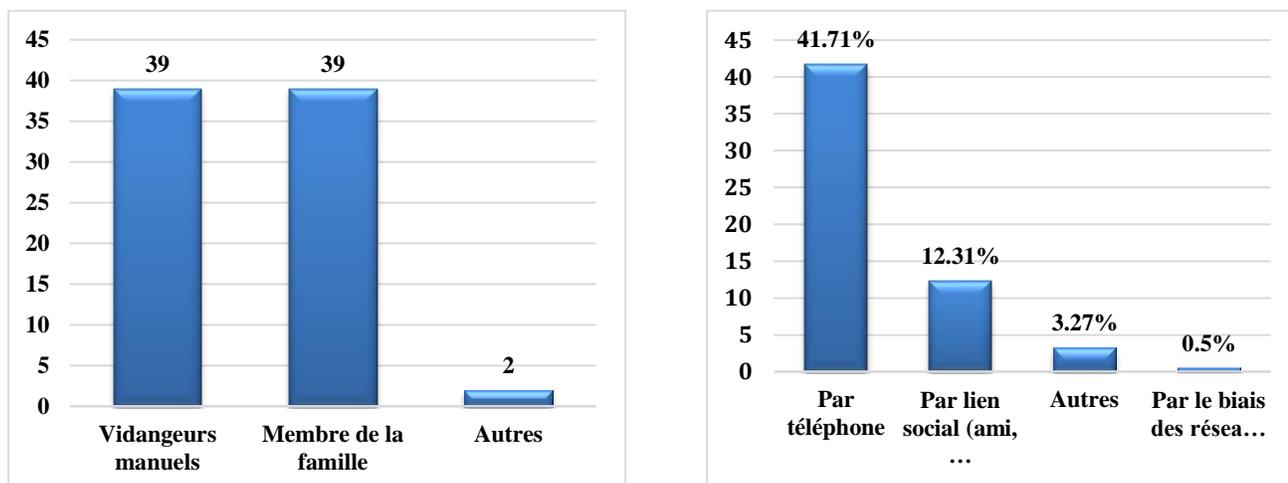


FIGURE 9: GESTION DE L'OUVRAGE



A côté de la vidange mécanique, la vidange manuelle reste toujours importante dans la zone avec 22% et 14% qui utilisent les deux services en même temps. Nous constatons aussi que 7% font recours à d'autres types de vidange. Parmi ces derniers, certains ont branché directement leurs ouvrages sur les canaux qui versent directement à la mer et d'autres ont bénéficié des ouvrages offerts par l'Etat et n'ont pas encore fait face à une situation de vidange.

Pour procéder à la vidange manuelle, les ménages font souvent appel au service de vidangeurs manuels. Par contre, il arrive que des membres de la famille se chargent de la vidange manuelle (**Voir figure 10**). 41,71% des ménages entrent en contact avec les vidangeurs manuels par téléphone contre 12,31% par lien social (**Voir figure 12**).



a) Personne en charge de la vidange manuelle b) Prise de contact avec le vidangeur manuel

FIGURE 10: PERSONNE EN CHARGE DE LA VIDANGE MANUELLE ET MOYEN DE CONTACT DES VIDANGEURS MANUELS

Ces vidangeurs manuels sont difficilement repérables même si les populations reconnaissent leur existence et que les traces de leur activité ont été facilement identifiables à travers les trous creusés prêts à accueillir les boues (**Image 4**).



Image 4 : Trou creusé en vue d'une vidange manuelle

Le choix du type de vidange reste la qualité du service, la disponibilité et la réactivité des vidangeurs et le coût de la vidange (**Figure 11**). L'analyse montre que 41% des chefs de ménage choisissent leurs types de vidange en fonction de la qualité du service et 30% pour la disponibilité et réactivité des vidangeurs mécaniques. Nous constatons aussi que 21% choisissent par rapport au coût et 8% pour d'autres raisons.

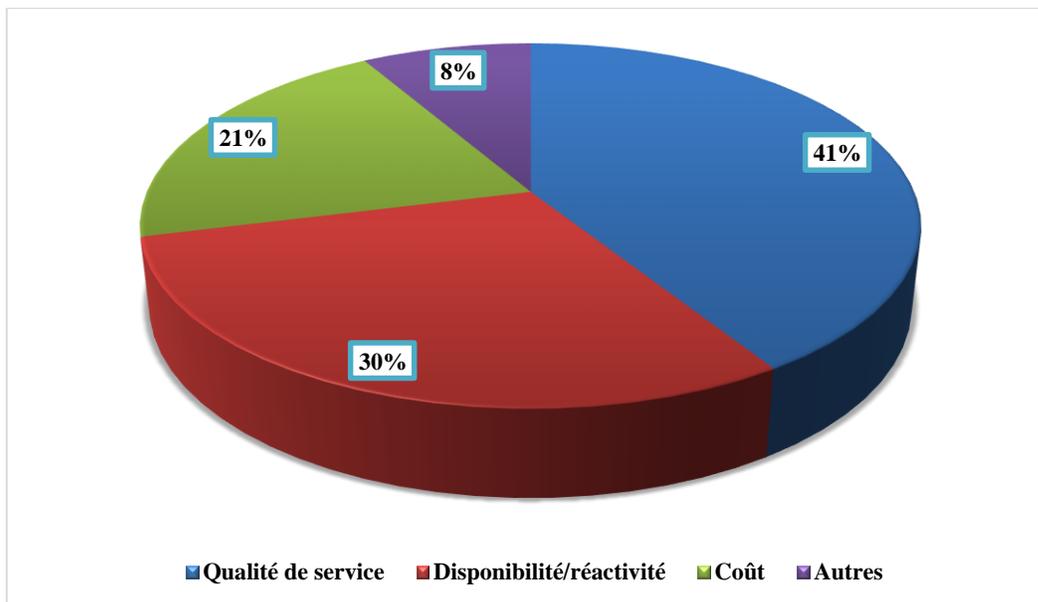


FIGURE 11: CRITERES DE CHOIX DU SERVICE DE VIDANGE

Le critère de choix reposant sur la qualité du service est apprécié par la mesure de la satisfaction des clients lors des enquêtes. L'analyse de la satisfaction des ménages par rapport à la qualité de ce service de vidange montre que 53,77% des personnes enquêtées dans la zone des Niayes de Dakar sont satisfaites de la qualité du service de vidange contre 29,40% qui sont insatisfaites (**Figure 12**).

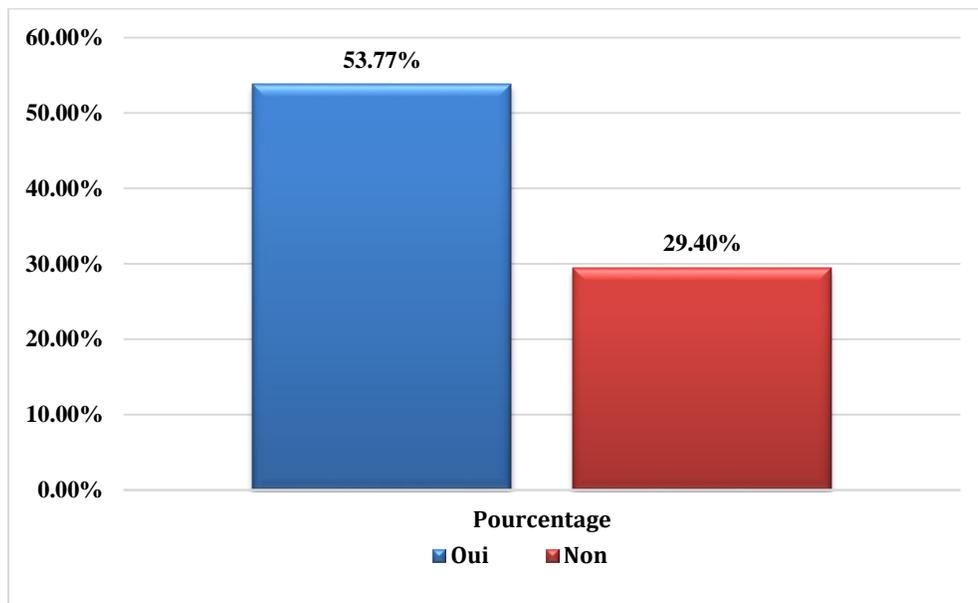


FIGURE 12: SATISFACTION PAR RAPPORT A LA QUALITE DU SERVICE DE VIDANGE

La satisfaction du service est mesurée par les ménages selon la disponibilité et la réactivité des vidangeurs, l'efficacité de la vidange du service de vidange (**Figure 13**). Les critères qualité de service et disponibilité/réactivité sont très liés.

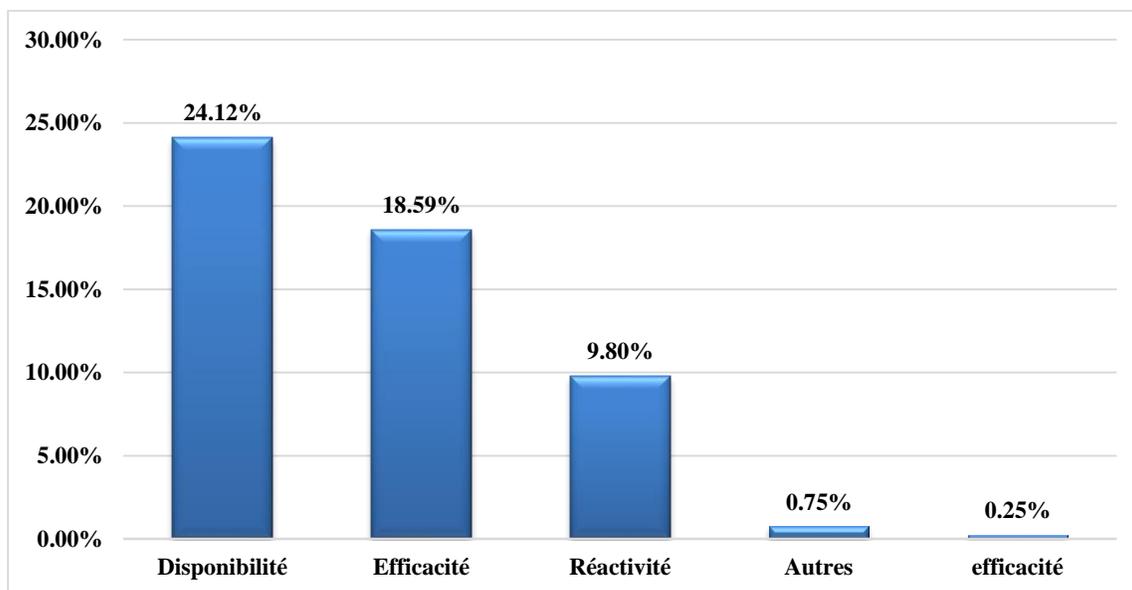


FIGURE 13: RAISONS DE SATISFACTION D'UN SERVICE DE VIDANGE

Les raisons de non satisfaction par rapport au service restent le manque de performance et le coût de la vidange. En effet, parmi ceux qui ne sont pas satisfaits, 22,36% pensent que les services de vidange ne sont pas performants et 4,27% admettent que les prix sont chers (**Figure 14**). Nous constatons aussi que 2,51% ont donné d'autres raisons à savoir que les vidangeurs laissent trop de boue.



Cette présence d'une grande quantité de boues au fond de la fosse après vidange est la principale définition du manque de performance chez les ménages enquêtés. Elle est suivie de l'insatisfaction liée au faible volume effectivement prélevé par les vidangeurs comparés au coût de la vidange.

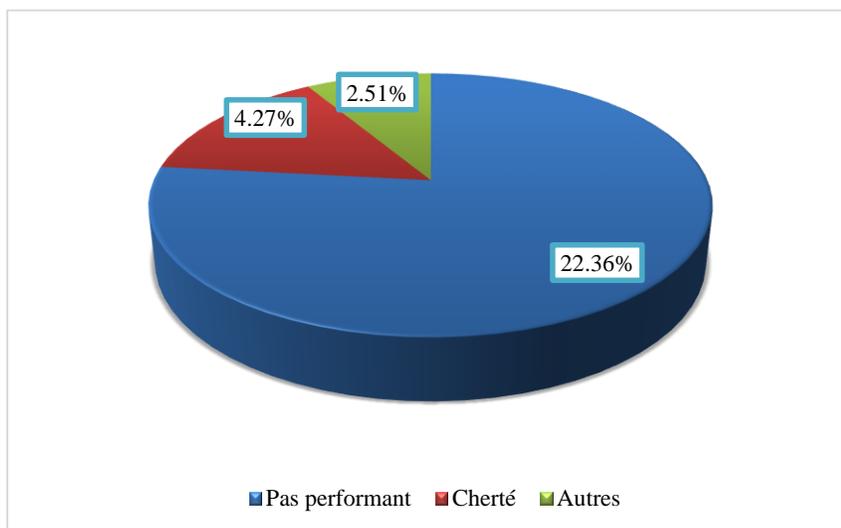


FIGURE 14: RAISONS DE NON SATISFACTION D'UN SERVICE DE VIDANGE

L'analyse du critère du coût de la vidange montre que 42,21% des ménages paient entre 25.000 à 40.000 FCFA alors que 25,13% seulement paient moins de 25.000F (**Figure 15**). On constate aussi que 3,52% paient plus de 40.000 FCFA.

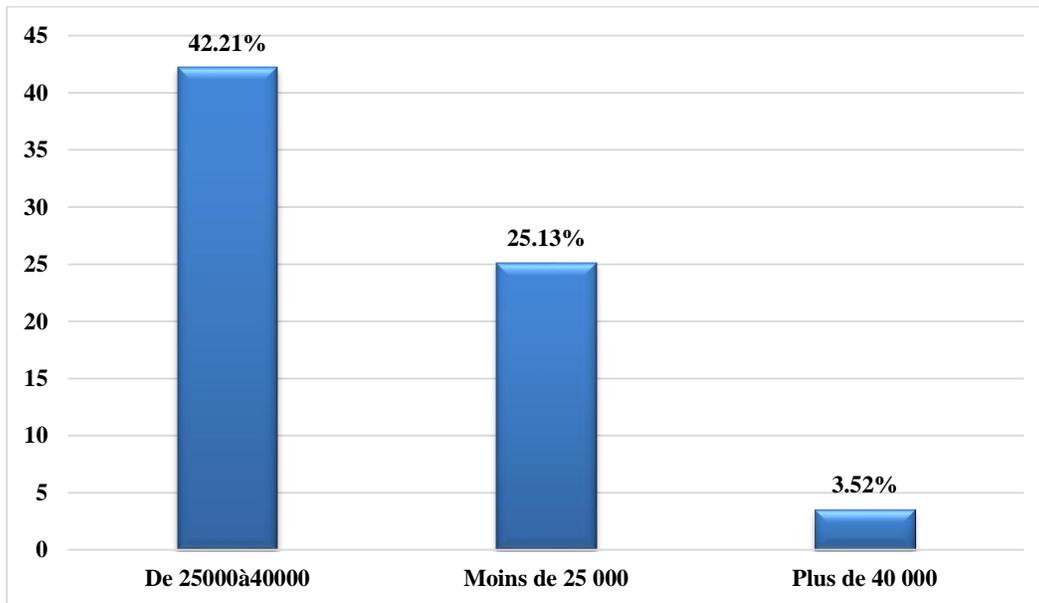


FIGURE 15: COUT D'UNE VIDANGE MECANIQUE

Contrairement aux prix des vidanges mécaniques, 27,89% de ceux qui recourent au vidange manuelle payent moins de 25.000F tandis que 4,77% payent de 25.000 à 40.000f (**Figure 16**). Cependant, on note que 1,26% payent plus de 40.000f aux vidangeurs manuels.

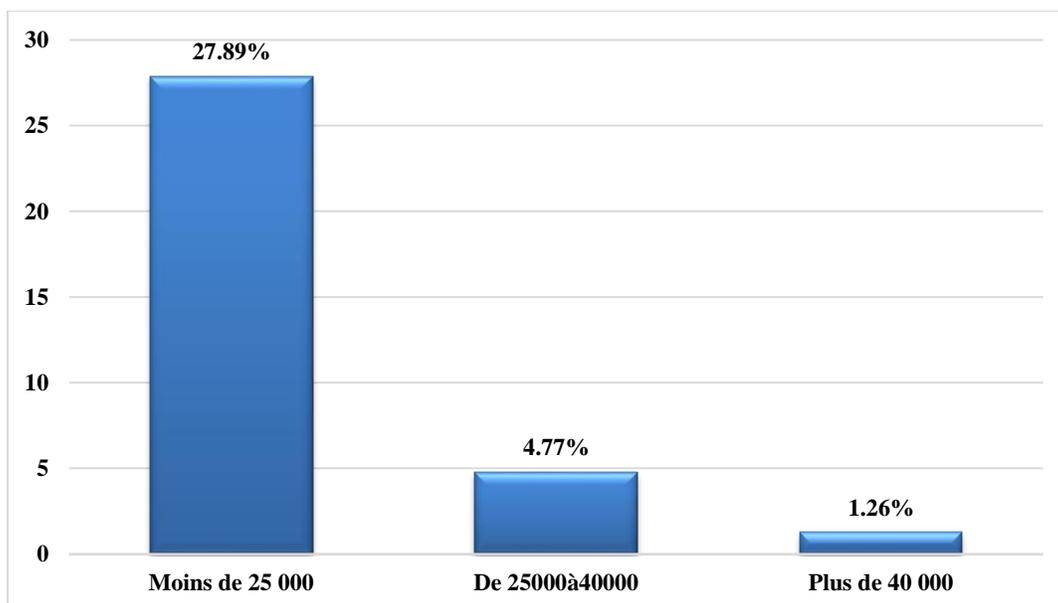


FIGURE 16: COUT D'UNE VIDANGE MANUELLE

La fréquence de ces vidanges (mécanique et / ou manuelle) montre que les ménages vident leurs fosses de façon assez variée. 22,61% vident leurs fosses une fois par an alors que 19,85% appellent les services de vidange chaque 4 mois. 12,56% déclarent avoir recours à la vidange tous les 6 mois. On note aussi que 8,54% vident chaque mois (**Tableau 4**).



TABLEAU 4: FREQUENCE DE VIDANGE

Valeur	Fréquence	Pourcentage
Une fois par an	90	22,61%
Autres	81	20,35%
Une fois tous les 4 mois	79	19,85%
Une fois tous les 6 mois	50	12,56%
Une fois tous les 3 mois	45	11,31%
Une fois par mois	34	8,54%

Cependant, 20,35% des ménages ont répondu par ‘ Autres ’. Autrement dit, ce sont des ménages qui n’ont pas encore fait face à la situation de vidange ou qui restent plus d’une année sans vider leurs fosses.

Les enquêtes avec les vidangeurs mécaniques confirment le fait que les ménages constituent leurs principaux clients comme indiqué par l’enquête ménage (**Tableau 5**). Cependant, 27.91% des vidangeurs desservent en même temps les établissements publics et 25.58% les établissements privés.

TABLEAU 5: CLIENTELE DES VIDANGERS MECANIQUES

Clientèle	Fréquence	Pourcentage
Ménages	43	100
Établissement public	12	27.91
Établissement privé	11	25.58



L'analyse des zones d'intervention des vidangeurs mécaniques montre que les zones telles que Guédiawaye, Pikine nord, Pikine ouest et Patte d'oie sont plus fréquentées (**Figure 18**).

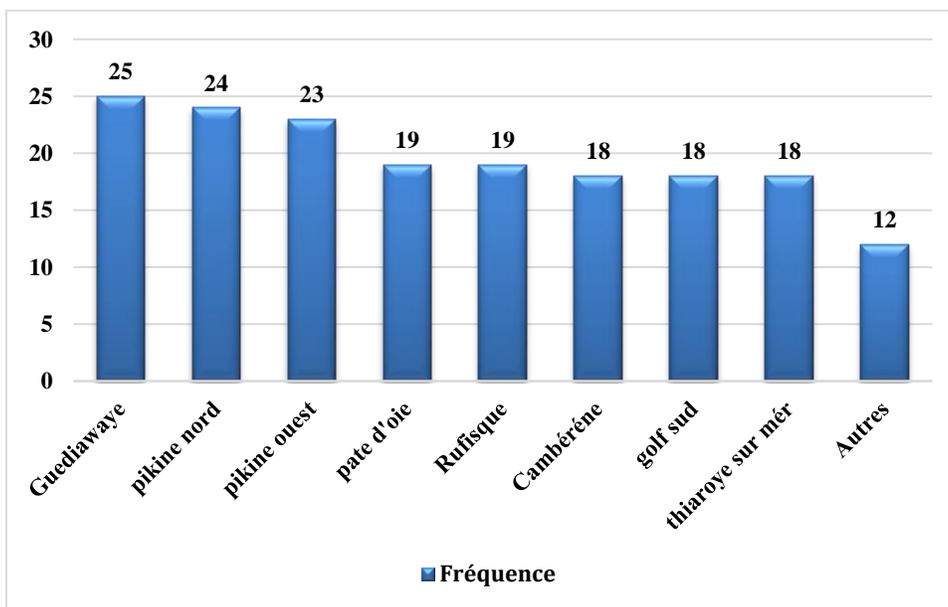


FIGURE 17: ZONES D'INTERVENTIONS DES VIDANGERS MECANQUES

Ils interviennent aussi dans les zones telles que : Keur Massar, Diakhaye, Yoff, MTOA, Yeumbeul et un peu partout à Dakar (**Figure 19**).

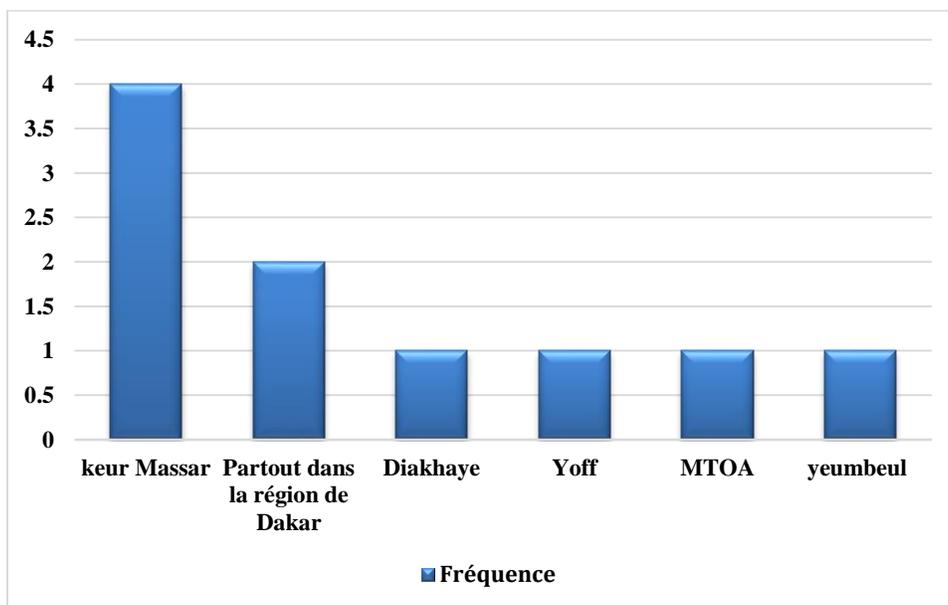


FIGURE 18: AUTRES ZONES D'INTERVENTIONS DES VIDANGERS MECANQUES



Avec ces zones desservies, la clientèle, la fréquence de vidange des ménages et zones publiques, la fréquence moyenne mensuelle de service des camions de vidange est de 100 sorties par mois. Elle montre l'importance de l'activité des vidangeurs mécaniques dans la région de Dakar. Ces sorties leur permettent pour la plupart d'avoir un revenu journalier compris entre 50000 et 100000 FCFA. En effet, 53.49% des vidangeurs mécaniques affirment avoir un revenu journalier compris entre 50.000 FCFA et 100.000 FCFA (**Tableau 6**).

TABLEAU 6: REVENU JOURNALIER DES VIDANGEURS MECANIQUES

Revenu journalier	Fréquence	Pourcentage
0 à 50000	10	23.26
50000 à 100000	23	53.49
100000 à 200000	13	30.23
200.000 et plus	4	9.3

Après vidange, les vidangeurs entrent dans leurs fonds selon différents modes de paiement du service. Les ménages paient en effet principalement par cash et paiement électronique (**Tableau 7**).

TABLEAU 7: MODES DE PAIEMENT DU SERVICE DE VIDANGE

Mode de paiement	Fréquence	Pourcentage
Cash	34	79.07
Paiement électronique	8	18.6
Crédit	5	11.63

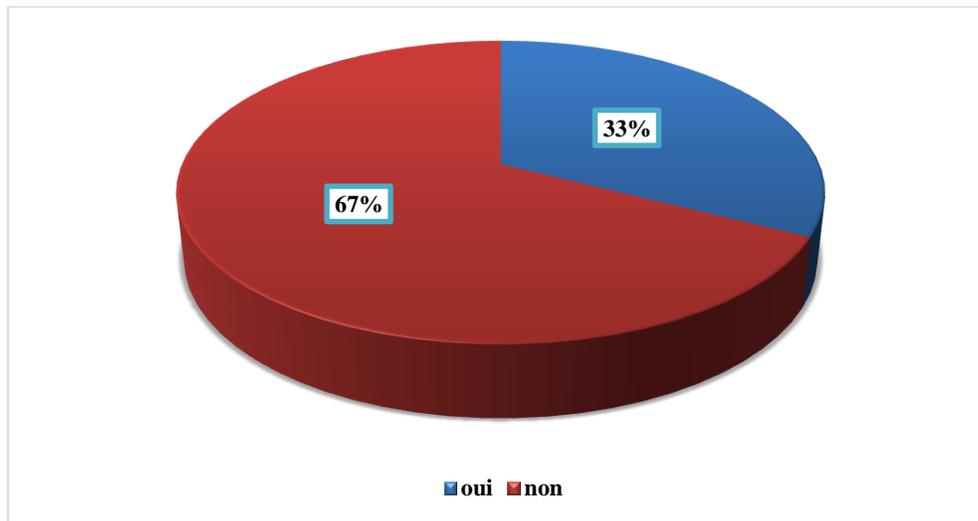


FIGURE 19: PRATIQUE DE DEPOTAGE SAUVAGE

Pourtant 86,05% des vidangeurs mécaniques affirment connaître les normes et réglementation contre 13,95% (**Figure 20**) et 79,70% connaissent les risques environnementaux associés au dépotage sauvage (**Tableau 10**).

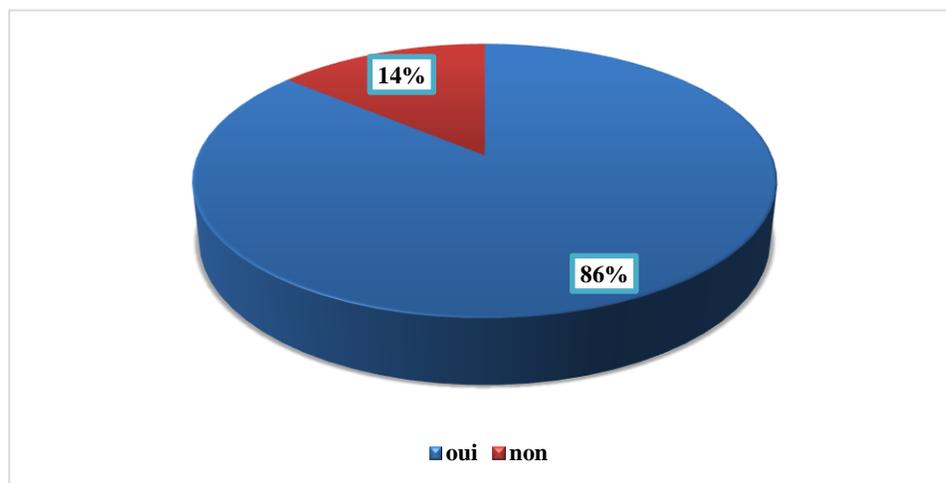


FIGURE 20 : CONNAISSANCES DES NORMES ET DES REGLEMENTATIONS

TABLEAU 8: CONNAISSANCE DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX DU DEPOTAGE SAUVAGE

Valeur	Fréquence	Pourcentage
oui	33	79.07



Valeur	Fréquence	Pourcentage
non	10	23.26

L'analyse de la répartition des sites de dépôtage sauvage montre quatre principaux sites (**Figure 21**).

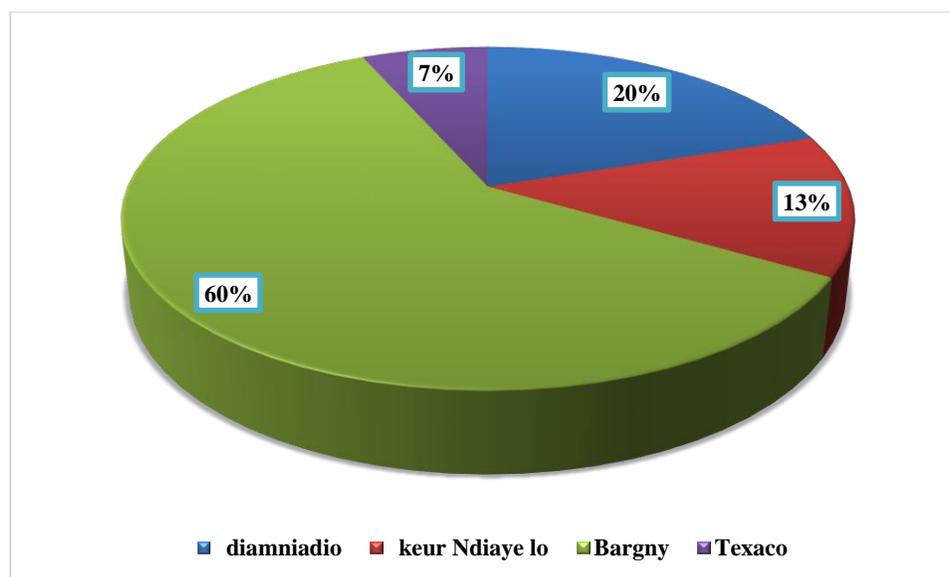


FIGURE 21: ZONE DE DEPOTAGE SAUVAGE

Cette pratique de dépôtage sauvage n'est point liée à la méconnaissance des STBV. En effet, nous constatons que tous les vidangeurs interrogés connaissent les STBV de la région de Dakar.

Les STBV les plus fréquentées par les vidangeurs mécaniques sont la station de Pikine et Cambérène avec respectivement 29,27% et 27,36% suivis de celles de Rufisque avec 25,26% et de Tivaouane Peulh avec 17,68% (**Figure 22**).

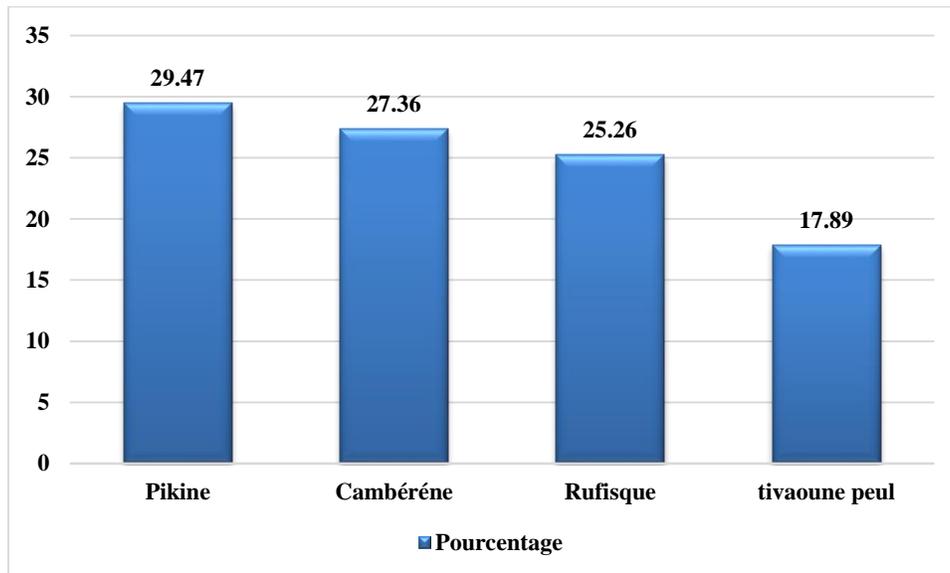


FIGURE 22: NIVEAU DE FREQUENTATION DES STBV

Les principales causes du dépotage sauvage évoquées par les interviewés sont :

- la longue distance entre les lieux de vidange et les stations,
- les embouteillages et
- les tracasseries policières.

Les vidangeurs notent que les problèmes liés à l'accessibilité au STBV sont variés. Entre autre, on peut citer : les problèmes d'embouteillages (surtout la station de Cambéréne), les problèmes de gestion interne des STBV qui favorisent les longues processions dans les stations surtout l'hivernage, la récurrence des problèmes techniques au niveau des STBV, les long fils d'attente pour dépoter, le manque d'organisation des vidangeurs.

44.66% des vidangeurs mécaniques enquêtés trouvent que la gestion des STBV est acceptable et 23,26% affirment que la gestion est bonne. Toutefois, 32.08% pensent que la gestion et la qualité des services des stations sont mauvaises (**Figure 23**).

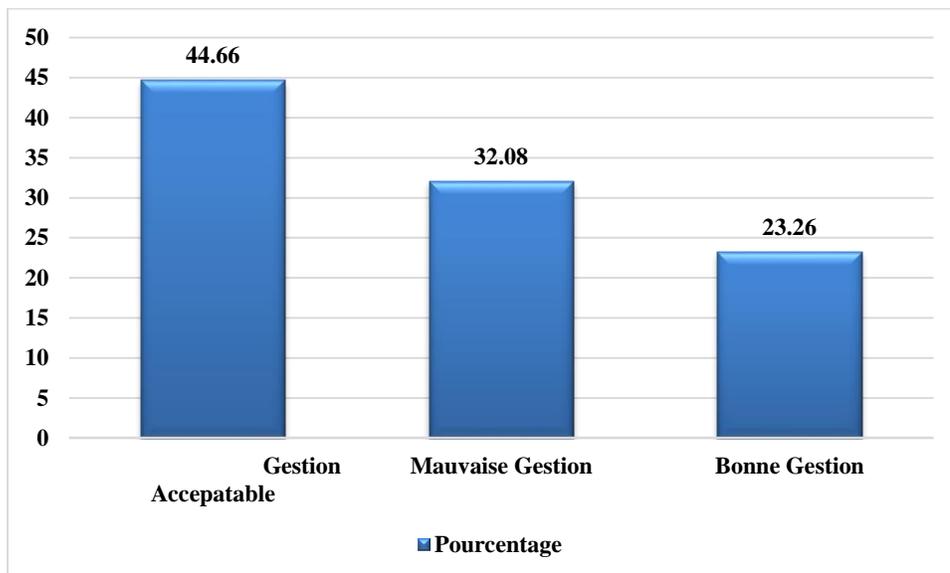


FIGURE 23: APPRECIATION DE LA GESTION DES STBV

Qu'ils vident dans les STBV ou pratiquent le dépotage sauvage, les vidangeurs sont conscients que leur travail est lié à des risques qu'ils décrivent comme étant des risques sanitaires et des accidents de travail (**Tableau 9**).

TABLEAU 9: RISQUES LIES AU METIER

Risque du métier	Pourcentage
Santé	95.35
accidents de travail	88.37

D'autres risques liés à la pratique du métier sont notés tels que: les licenciements abusifs, les problèmes de logistiques.

Les mesures de précautions prises pour faire face à ces risques sont de deux ordres: environnementales et personnelles. La seule mesure environnementale notée est la mise en place de seaux derrière les camions afin de lutter contre le déversement des eaux usées et boues de vidanges dans la nature.

Les précautions d'ordre personnel sont liées à la protection des vidangeurs mécaniques par rapport aux risques sanitaires. Elles sont : le port des masques, des gants et de chaussures de sécurité.

Le contrôle de leurs activités est fait à 74,42% par les services d'hygiène contre 51,16% et 11,63% fait respectivement par les agents de l'environnement et la police (**Tableau 10**).

TABLEAU 10: AGENT DE CONTROLES OU DE CONTRAVENTIONS

Valeur	Fréquence	Pourcentage
Services d'hygiènes	32	74.42



Valeur	Fréquence	Pourcentage
Agents de l'environnement	22	51.16
Police	5	11.63

Au regard de ces contrôles ou contraventions, les résultats montrent que 76,74% des vidangeurs mécaniques affirment subir de contrôle ou de contraventions de la part des autorités (**Tableau 11**).

TABLEAU 11: CONTROLES OU DE CONTRAVENTIONS

Réponse	Fréquence	Pourcentage
Oui	33	76.74
Non	10	23.26

Dans l'exercice de leur activité, les difficultés rencontrées par les vidangeurs mécaniques sont de nature logistique, sanitaire, sécuritaire et des difficultés liées aux clients et à la gestion des STBV.

Les vidangeurs mécaniques affirment être confrontés aux pannes des camions de vidange surtout pendant l'hivernage mais aussi au manque de camions plus opérationnels leur permettant de faire à la fois le vidange et le curage afin d'optimiser leurs bénéfices.

Les difficultés d'ordre sanitaire concernent les accidents de travail qui découlent des interventions dans des zones à risques (zones de contact entre l'eau et l'électricité, les gaz qui s'échappent des fosses septiques...).

Il y a des difficultés qui émanent des horaires d'ouverture et de fermeture des STBV et les pannes notées au sein de ces dernières. Toutefois, on note aussi des malentendus entre les vidangeurs et leurs clients sur la qualité du service (curage non effective) et au paiement des dettes de vidanges.

Enfin, ils notent aussi les licenciements abusifs de la part des propriétaires de camions de vidange qui découlent de l'absence de contrats avec eux.

Compte tenu de tous ces éléments, l'**encadré 1** ci-dessous fait une synthèse de l'état des lieux sur la gestion des eaux usées et boues de vidange des ménages.

Encadré 1 : Diagnostic du système de gestion des eaux usées et boues de vidanges dans la zone d'étude

Au regard des résultats fournis ci-dessus ainsi que des éléments de réponses obtenues auprès des différentes structures qui ont été interviewées, la situation de la gestion des eaux usées et des boues de vidange est à améliorer. Cette situation trouve son explication dans plusieurs paramètres tels que le niveau d'accès aux services d'assainissement (qui est moyen), la vétusté des ouvrages d'assainissement, la non adéquation des ouvrages d'assainissement existant avec les caractéristiques physiques de la zone (nappe phréatique peu profonde, difficulté d'accès pour certaines localités). En effet, les artisans n'ont pas l'expertise qu'il faut pour confectionner des ouvrages adéquats dans des zones où la nappe est haute d'où le problème de fonctionnement des ouvrages mais



également des coûts très élevés d'exploitation. Ces différentes situations peuvent expliquer certaines pratiques inciviques notamment les vidanges dans les canaux pluviales et manuelles (phénomène du dépotage sauvage).

Cependant, l'existence des STBV a permis de réduire le phénomène des dépôts sauvages, valoriser le métier de vidangeur. Dans le même ordre d'idée l'existence de ces ouvrages a permis de contribuer à la sécurisation des eaux usées et des boues de vidange ce qui réduit les impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique avec la disparition de certaines maladies telle que le choléra.

3.1.1.3 Utilisation des sous-produits de l'assainissement

De la gestion des eaux usées et des boues de vidange, découlent des sous-produits issus du traitement. A travers le monde, ces sous-produits sont utilisés dans diverses activités dont le maraîchage. L'appréciation de l'utilisation des sous-produits de l'assainissement dans le maraîchage est mesurée chez les ménages dans cette zone à forte exploitation maraîchère. Les données mettent en évidence que 84,92% des populations disent ne pas connaître de maraîchers qui utilisent les eaux usées et boues de vidange pour l'arrosage des cultures (**Figure 24**).

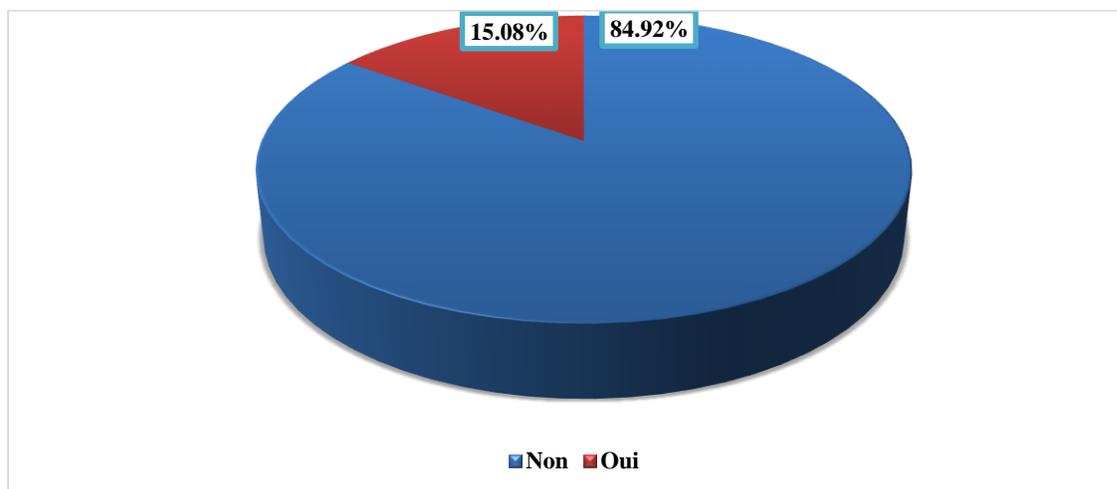


FIGURE 24: CONNAISSANCE DES MARAÎCHERS UTILISANT LES SOUS-PRODUITS DE L'ASSAINISSEMENT POUR ARROSER LEURS CULTURES

FIGURE 24

Sur les 60 enquêtés qui affirment connaître des maraîchers qui utilisent les eaux usées pour arroser leurs cultures, 39 jugent bonne l'utilisation des sous-produits de l'assainissement pour l'arrosage des cultures (**Figure 25**).

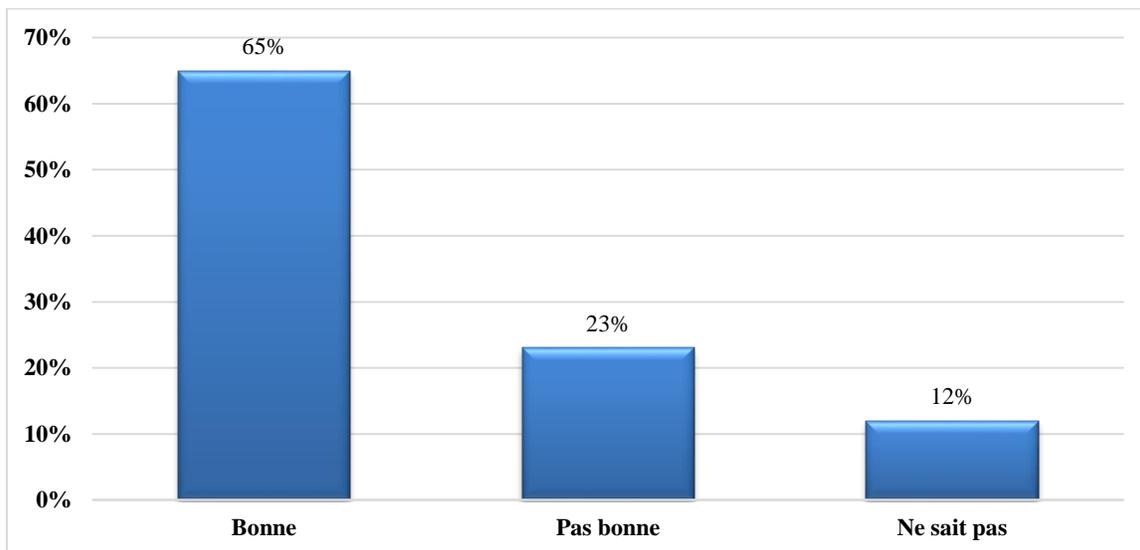


FIGURE 25: APPRECIATION DE L'UTILISATION DES SOUS-PRODUITS DE L'ASSAINISSEMENT DANS LE MARAICHAGE

Par contre, 23% des personnes interrogées (soit 14) sont réticentes à cette pratique. Les raisons explicatives de cette réticence sont:

- Problème d'ordre sanitaire ;
- Problème d'acceptabilité psychologique
- Manque d'hygiène

Pour ce qui est de l'utilisation des produits maraîchers arrosés par les eaux usées traitées, 57, 29% des enquêtés ne seraient pas prêts à utiliser ces produits (**Figure 26**).

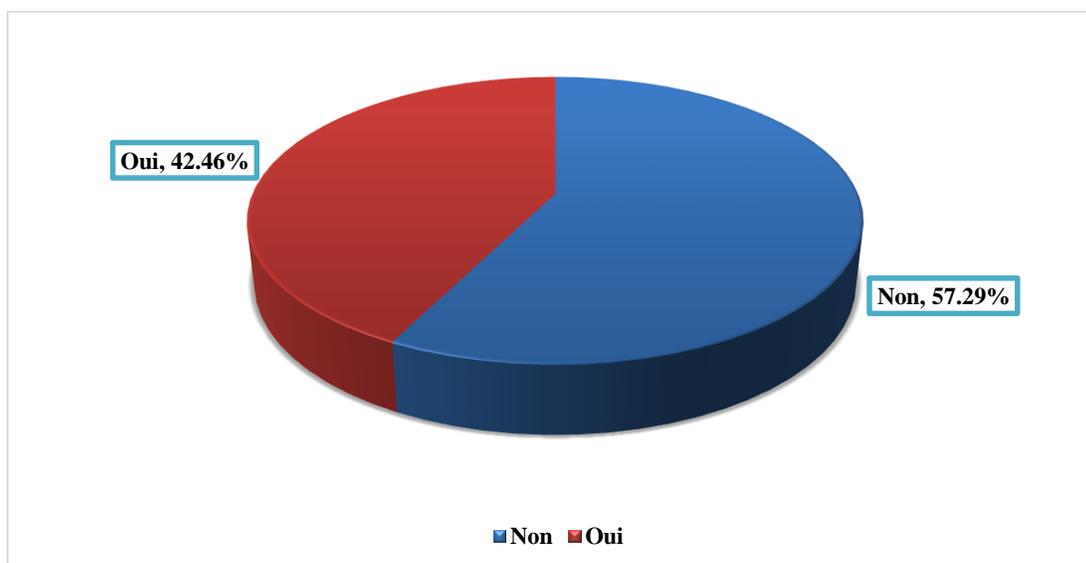


FIGURE 26: UTILISATION DES PRODUITS MARAICHERS ARROSES PAR LES EAUX USEES TRAITEES



Sur les 57, 29% (228 personnes enquêtées) qui ne seraient pas prêts à utiliser ces produits, 130 personnes (57%) déclarent que cette pratique n'est pas bonne. Les raisons avancées par ces dernières peuvent se résumer ainsi:

- Pratique dangereuse pour la santé
- Pratique pas fiable
- Problème d'acceptabilité

Pour ce qui est de l'utilisation des boues de vidange dans le maraîchage, la tendance est la même que l'arrosage des cultures par les eaux usées traitées (**Tableau 12**).

TABLEAU 12: UTILISATION DES CULTURES DONT L'ENGRAIS PROVIENT DES BOUES DE VIDANGE

Variable	Fréquence	Pourcentage
Non	236	59%
Oui	160	40%
Non répondu	2	1%

Les raisons avancées par les personnes qui ne sont pas prêts à utiliser les cultures traitées par de l'engrais provenant des boues de vidange sont les problèmes de santé et d'acceptabilité.

98 /195 enquêtés ont émis des avis sur l'utilisation des sous-produits de l'assainissement dans le maraîchage. Ces avis tournent autour de:

- La préservation de l'environnement à travers le recyclage des déchets ;
- Le renforcement de la sensibilisation pour une meilleure acceptabilité de cette pratique ;
- Le bon traitement des eaux usées et boue de vidange pour éviter des intoxications.

Encadré 2: l'usage des sous-produits de l'assainissement: une porte à double entrée

Pour ce qui concerne l'utilisation des sous-produits de l'assainissement, les ménages en connaissent l'existence et leur usage par les maraîchers dans le cadre de leurs activités.

Cependant, les résultats ont montré une réticence dans l'utilisation de ces produits par les ménages et leur position peut s'expliquer. En effet, les résultats des focus groupes avec les maraîchers ainsi qu'une étude qui a été faite par le Service National d'Hygiène peuvent les appuyer.

Les résultats issus des entretiens montrent que les maraîchers utilisent divers produits dont ceux bio et organiques. L'utilisation des produits bio et organiques est étayée par ces propos d'un maraîcher qui disait : « *Nous utilisons les engrais organiques (fumier de cheval) et bio (les boues de vidanges) pour l'amendement du sol* ». Cependant, l'usage des produits bio est en net recul dans les Niayes de Pikine. Ceci est en conformité avec les propos d'un maraîcher qui avançait que : « *L'ampleur de l'utilisation des boues de vidange pour amender les sols diminue de plus en plus dans cette zone* ». En effet, les raisons de ce phénomène peuvent s'expliquer par la mauvaise qualité des boues produites dans la station d'épuration des Niayes de Pikine. Cette mauvaise qualité des boues de vidange est tant décriée par les maraîchers à travers ces affirmations : « *Nous avons une fois fait analyser un échantillon de boues de vidange au niveau de l'Institut de Recherche et de Développement (IRD). Cette analyse a révélé un taux d'acide et d'eau de javel élevé dangereux pour les cultures et la fertilité du sol* ». Ceci serait dû à des problèmes techniques de traitement de la boue de vidange et à la nature du produit déposé au niveau de la station d'épuration. En guise d'illustration, un maraîcher nous disait : « *A des heures nocturnes, j'ai une fois croisé un camion qui*



dépotait de l'huile (hydrocarbure) dans la station, en complicité avec les gardiens ». Cette pratique serait une hypothèse explicative à la mauvaise qualité des boues traitées et à son non-utilisation par les maraîchers de Pikine.

«Selon une étude du Service national d'hygiène (SNH), les salmonelles, des bactéries à l'origine de certaines maladies diarrhéiques, sont présentes dans les légumes vendus au niveau des marchés de la zone des Niayes et dans certaines grandes surfaces de Dakar.

L'étude citée par l'APS a relevé une "forte prévalence" au niveau des persils, salades et des menthes, a précisé, Maïmouna Sow Kâ du Service national d'hygiène, lors de la présentation des résultats de l'étude réalisée au niveau des marchés et grandes surfaces, dans les trois régions bordées par les Niayes, notamment Dakar, Thiès et Louga. Les enquêteurs ont visité 16 lieux, pendant six mois, de septembre 2020 à février 2021, a-t-elle fait savoir. Selon elle, sur 871 échantillons analysés 108 sont revenus positifs, soit un taux de prévalence de 12,39%. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'utilisation des eaux usées et les fientes d'oiseaux comme amendements, les fumiers, la présence de faune, la poussière et le péril fécal, a expliqué Mme Kâ, ingénieur en hygiène publique. Elle a rappelé que les salmonelles ubiquistes peuvent survivre plusieurs semaines en milieu sec et plusieurs mois dans l'eau et se retrouvent fréquemment dans les milieux aquatiques pollués, dans les sols après contamination par les déjections ou animales” (Source: [Légumes vendus dans les Niayes et à Dakar : ce que révèle le Service national d'hygiène \(SNH\) | EspaceDev](#)).

Ces situations nous invitent alors à nous assurer que l'usage des sous-produits de l'assainissement n'a pas d'impact négatif et cela doit se faire par une analyse en amont avant usage ou mise sur le marché.

Toutefois, il a été montré que les sous-produits de l'assainissement peuvent être des fertilisants de qualité si tous les risques de contamination sont éliminés.

3.1.1.4 Limites et impacts de la gestion des eaux usées et des boues de vidange

Les résultats des entretiens institutionnels ont montré qu'il y a un sous-dimensionnement des STBV. En effet, lors de leur installation l'évolution démographique n'a pas été prise en compte ; de ce fait, de nos jours certaines STBV reçoivent plus de 3 fois la quantité de boue qu'elles devraient recevoir dans les normes.

Par exemple la station de Cambérène dimensionnée pour 100 m3 reçoit de nos jours entre 600 et 700 m3/jour (soit 6 à 7 fois que sa capacité) ; pour les Niayes c'est prévu pour 60m3 /jr mais en reçoit entre 500 et 550 m3/jr (plus de 8 fois sa capacité de base). Seule la STBV de Tivaouane Peulh est mieux en termes de capacité de traitement cela peut dû aussi au fait qu'elle est la moins fréquentée d'après la figure 23.

A cette principale limite des ouvrages s'ajoute entre autres selon les acteurs :

- Des limites liées à la capacité de traitement : selon certains acteurs, le traitement est à améliorer ;
- Le management des stations surtout le manque ou l'insuffisance de communication sur les produits générés par les stations;
- Le non fonctionnement des stations à temps pleins;
- L'impact des stations sur l'environnement avec de rejet d'origine qui ne respecte pas les normes

Ces facteurs peuvent être des éléments favorisant les sites de dépotage sauvage que nous avons eu à identifier dans le cadre de notre étude comme nous le montre la figure 22. Or l'existence de ces sites de dépotage sauvage n'est pas sans conséquence sur l'environnement, la santé et les activités économiques.



Les impacts socio-économiques salués par les acteurs de l'assainissement restent les possibilités de travail qu'offrent les services de vidange avec l'amélioration actuelle des conditions de travail des acteurs de l'assainissement par des projets que l'ONAS a mis en place.

Pour atténuer les limites et impacts, les propositions ont été faites pour l'amélioration du service.

3.1.1.5 Amélioration de la gestion de l'assainissement

- Attentes des communautés

Pour l'amélioration du service d'assainissement, les ménages ont exprimé des attentes à l'endroit de l'ONAS et des opérateurs privés ou les vidangeurs pour l'amélioration du service actuel.

Parmi les attentes vis-à-vis de l'ONAS, figurent : l'extension du réseau d'assainissement, la gestion et traitement optimal des boues de vidange et des eaux usées avant réutilisation, l'entretien des ouvrages existants, plus de disponibilité et de réactivité et l'allègement le coût de la vidange

Les attentes à l'endroit des opérateurs privés ou les vidangeurs pour l'amélioration du service actuel portent sur : l'efficacité, la coopération, la disponibilité, la propreté, la diminution du coût de la vidange, plus de professionnalisme et le respect des directives de l'ONAS.

Cependant, selon certains acteurs, l'usage de ces ouvrages a permis de lutter contre les phénomènes de dépotages sauvages et à valoriser le métier de vidangeur. Dans le même ordre d'idée l'existence de ces ouvrages a permis de contribuer à la sécurisation des eaux usées et des boues de vidange ce qui réduit les impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique.

- Besoins d'appui pour l'amélioration et la régulation de l'activité des vidangeurs

La quasi-majorité des vidangeurs enquêtés sont favorables aux renforcements de capacités à travers des formations dans le cadre de leur travail, comme le montre le **Tableau 13** ci-dessous.

TABLEAU 13: BESOIN EN FORMATION

Valeur	Fréquence	Pourcentage
Oui	39	90.7
Non	4	9.3

Sur l'ensemble des vidangeurs interrogés lors des enquêtes, il ressort que seulement 9% n'étaient pas favorables aux formations, car craignant que cela ne soit contraignant pour leurs activités et du fait que certains n'ont jamais été à l'école



Les vidangeurs mécaniques enquêtés ont exprimé le besoin d'avoir :

- des camions hydrocureurs payables en tranche ;
- des services et des équipements de dépannage ;
- des pièces de rechange pour leurs camions ;
- des équipements de protection tels que : des bottes de sécurité, des tenues de travail et des gels.

3.1.2 Présentation des résultats des analyses de laboratoires

3.1.2.1 Importance des analyses des paramètres des eaux usées

Les paramètres des eaux usées et boues de vidange permettent de déterminer le degré de la pollution de l'eau. Par pollution, on entend toute altération des propriétés physiques, chimiques et biologiques de l'eau, que l'on appelle alors eaux usées. Ces eaux, habituellement créées en raison des activités humaines, doivent être nettoyées après leur utilisation pour empêcher la pollution des sols, lacs, eaux souterraines, rivières et océans. Tous ces polluants sont des produits chimiques ou des matières indésirables qui contaminent l'air, le sol et l'eau.

Les analyses effectuées lors cette étude ont portés sur les paramètres suivants :

- pH
- Conductivité
- Turbidité
- Matières en suspension (MES)
- Demande Biochimique en oxygène (DBO)
- Demande Chimique en Oxygène (DCO)
- Azote Total Kjeldahl (NTK)
- Phosphore Total (PT)
- Ammonium (NH₄)
- Nitrates (NO₃)
- Nitrite (NO₂)
- Azote global (NGL)
- Streptocoques fécaux
- Coliforme totaux
- Coliforme fécaux (E.coli)



Ces analyses permettent de définir les caractéristiques physico-chimiques et ainsi permettre de statuer sur la qualité des eaux et du sol et de s'assurer de la conformité du traitement des eaux usées aux normes locales et de l'impact de leur usage.

3.1.2.2 Caractéristiques physico-chimiques des BV

Les tableaux 14, 15 et 16 présentent le résumé des caractéristiques physico-chimiques des boues analysées lors de cette étude diagnostic. Ces résultats confirment que les boues sont caractérisées par une variabilité considérable des paramètres, à l'exception du pH et de la conductivité.

TABLEAU 14: CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES BV PRELEVES DANS LA ZONE DES NIAYES

STATION DE NIAYES				
PARAMÈTRES	UNITÉS	ENTRÉE STBV	SORTIE STBV	VALEURS LIMITES NS 05-061
pH	-	7,31	7,34	6-9
Conductivité	°C	2971	3082	-
Turbidité	NTU	3136	4528	-
Matières en suspension (MES)	mg/l	2780	1112	50/600
Demande Biochimique en oxygène (DBO)	mg/l	1400	900	40-80/800
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg/l	4132	2744	100-200/2000
Azote Total Kjeldahl (NTK)	mg/l	390	290	30/150
Phosphore Total (PT)	mg/l	206,87	210,4	10/50
Ammonium (NH4)	mg/l	230	203	-
Nitrates (NO3)	mg/l	1,5	3,5	-
Nitrite (NO2)	mg/l	0,119	0,215	-
Azote global (NGL)	mg/l	621,6	496,7	-



TABLEAU 15: CARACTERISTIQUES PHYSICO-CIMIQUES DES BV PRELEVES DANS LA ZONE DE TIVAOUANE PEUL

STATION DE TIVAOUANE PEULH				
PARAMÈTRES	UNITÉS	ENTRÉE STBV	SORTIE STBV	VALEURS LIMITES NS 05-061
pH	-	7,51	7,49	6-9
Conductivité	°C	3069	3955	-
Turbidité	NTU	3778	2583	-
Matières en suspension (MES)	mg/l	5240	1360	50/600
Demande Biochimique en oxygène (DBO)	mg/l	1600	800	40-80/800
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg/l	9280	2432	100-200/2000
Azote Total Kjeldahl (NTK)	mg/l	490	430	30/150
Phosphore Total (PT)	mg/l	403,1	186,65	10/50
Ammonium (NH ₄)	mg/l	214	291	-
Nitrates (NO ₃)	mg/l	6,5	4,0	-
Nitrite (NO ₂)	mg/l	0,120	0,130	-
Azote global (NGL)	mg/l	710,6	723,13	-

NB : *Normes sénégalaise de rejet : Pour un flux journalier supérieur à 100kg/j : MES : 50mg/l; DBO5 : 40mg/l; DCO : 100mg/l; NT : 30mg/l; PT: 10mg/l ; Coliformes fécaux 2*10³ufc/100ml; Ph 6 à 9; T° :30°C.



TABLEAU 16: CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES BV PRELEVES DANS LA ZONE DE DEPOTAGE SAUVAGE DE KEUR NDIAYE LO

DÉPOTAGE SAUVAGE (KEUR NDIAYE LO)			
PARAMÈTRES	UNITÉS	Dépotoir BV Keur Ndiaye LO	VALEURS LIMITES NS 05- 061
pH	-	7,99	6-9
Conductivité	°C	5590	-
Turbidité	NTU	791	-
Matières en suspension (MES)	mg/l	440	50/600
Demande Biochimique en oxygène (DBO)	mg/l	625,0	40-80/800
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mg/l	1395	100-200/2000
Azote Total Kjeldahl (NTK)	mg/l	695	30/150
Phosphore Total (PT)	mg/l	212,7	10/50
Ammonium (NH4)	mg/l	236,5	-
Nitrates (NO3)	mg/l	1,25	-
Nitrite (NO2)	mg/l	0,235	-
Azote global (NGL)	mg/l	933,0	-

Les échantillons des boues de vidange analysés montrent qu'il n'y'a pas une grande variabilité du pH au niveau des deux stations. Cependant au niveau du dépotoir sauvage le pH passe sensiblement à 8.

Cela montre que le sol de cette zone de dépôtage sauvage est calcaire. La plupart des plantes s'accroissant à un pH autour de la neutralité (de 6 à 7,5), cette zone serait difficilement favorable à l'usage maraîcher. A la longue, cette pratique dégraderait complètement l'état du sol.

Les caractéristiques des BV des STBV montrent que les boues qui arrivent à la STBV de Tivaouane Peul sont plus chargées que les boues déversées à la STBV des Niayes de Pikine.



Ceci pourrait être dû à la provenance des boues. En effet, dans la zone des Niayes de Pikine où la nappe est quasi-affleurante, on pourrait assister à une pénétration des eaux de la nappe particulièrement dans les fosses. Cette dilution des boues dans les fosses influencerait alors la charge des BV de la station des Niayes de Pikine qui seraient moins concentrées.

L'analyse des résultats de sortie montre que le traitement a permis d'éliminer une partie de la pollution physique des BV de Tivaouane Peul avec une réduction de la turbidité de 32%.

Cependant les effluents issus du traitement des BV de la STBV des Niayes de Pikine restent troubles avec une turbidité plus élevée à la sortie qu'à l'entrée.

La qualité des paramètres physico-chimiques des effluents des BV de la station de Tivaouane Peul démontre d'un taux de dépollution plus élevé que pour les effluents de la STBV des Niayes de Pikine pour les paramètres tels que les MES, la DBO et la DCO (**Tableau 17**).

TABLEAU 17 : TAUX DE DEPOLLUTION DES EFFLUENTS DES STBV DE TIVAOUANE PEUL ET DES NIAYES DE PIKINE

Taux de dépollution		
	STBV Tivaouane Peul	STBV Niayes de Pikine
Matières en suspension (MES)	74%	60%
Demande Biochimique en oxygène (DBO)	50%	36%
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	74%	34%

Les BV de la STBV des Niayes de Pikine, qui étaient pourtant moins chargées à l'entrée, montrent un faible taux de dépollution. Cette situation pourrait être expliquée par le volume total des boues à traiter dans les stations. En effet, la STBV des Niayes reçoit plus de BV que celle de Tivaouane Peul. Ce surplus de volume reçu impacterait sur la qualité du traitement.

Cependant, on constate que même les effluents de la STBV de Tivaouane Peul, ne remplissent pas les normes de rejet recommandées par la législation sénégalaise. Ils ne devraient donc pas être rejetés dans les milieux récepteurs.

Il faut noter que les boues des STBV rejettent leurs eaux claires dans les STEP et ne les déversent pas dans les normes dans des milieux récepteurs.

Les teneurs en matières nutritives (azote, phosphore...) dans les effluents dépassent aussi très largement les normes de rejets. Cette situation pourrait participer à l'eutrophisation des zones humides. Cette zone des Niayes étant une zone humide, tout rejet dans la nature de l'effluent ne respectant pas les normes entraînerait de grandes perturbations dans les écosystèmes aquatiques de la zone.

Les qualités microbiologiques et parasitologiques des BV et des effluents ont été déterminées par les streptocoques fécaux, les coliformes fécaux et les coliformes totaux.

On note encore la présence de streptocoques fécaux dans les effluents des STBV et aussi sur le sol contaminé par le dépotage sauvage (**Tableau 18**).



TABLEAU 18: STREPTOCOQUES FECAUX DANS LES ECHANTILLONS

Streptocoques Fécaux			
Site de dépotage	UNITÉS	Entrée	Sortie
Tivaouane Peul	Ufc/ml	2,1*10 ⁵	9,0*10 ⁴
Niayes	Ufc/ml	7,0*10 ⁵	4,7*10 ⁵
Keur Ndiaye Lo	Ufc/ml	6,1*10 ⁵	-

Leur présence ainsi que celle des coliformes fécaux (**Tableau 19**) constitue un bon indice de contamination fécale montrant que même après traitement, les effluents restent contaminés microbiologiquement. En effet, l'étude des voies de contaminations fécales menée par l'IPAR, a montré que Escherichia coli. se retrouvait sur les fruits, les légumes frais, les aliments cuits, les échantillons des sols, des eaux des canalisations et des bassins. Cette étude a concerné la zone d'étude du présent projet particulièrement Thiaroye, Pikine et Rufisque.

TABLEAU 19: COLIFORMES FECAUX DANS LES ECHANTILLONS

Coliformes Fécaux			
Site de dépotage	UNITÉS	Entrée	Sortie
Tivaouane Peul	Ufc/ml	3,6*10 ⁶	1,12*10 ⁶
Niayes	Ufc/ml	2,0*10 ⁶	6,6*10 ⁵
Keur Ndiaye Lo	Ufc/ml	8,0*10 ⁵	-

Les résultats de l'analyse des helminthes sont présentés dans le **tableau 20** ci-dessous.

TABLEAU 20: COLIFORMES TOTAUX DANS LES ECHANTILLONS

Coliformes Totaux			
Site de dépotage	UNITÉS	Entrée	Sortie
Tivaouane Peul	Ufc/ml	6,3*10 ⁶	1,54*10 ⁶
Niayes	Ufc/ml	5,4*10 ⁶	16,5*10 ⁵
Keur Ndiaye Lo	Ufc/ml	49*10 ⁵	-

Les vers helminthes constituent un important problème de santé publique. L'eau souillée et le sol sont les principales voies de transmission de ces parasites et il est noté qu'ils sont présents en grand nombre dans la zone de dépotage de Keur Ndiaye Lo.

Les analyses des paramètres des eaux usées ont donné les résultats ci-dessous (**Tableau 21**).



TABLEAU 21: CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES DE LA STEP DES NIAYES DE PIKINE

STEP Niâyes Pikine	Résultats moyens sur les eaux			Performances du constructeur		
	Entrée STEP	Sortie STEP	Abattement %	Entrée STEP	Sortie STEP	Abattement %
pH	7,50	7,15	-	-	-	-
Conductivité (µs/cm)	2015	1737	-	-	-	-
MES (mg/l)	1571,5	37,1	97,6	1075	<30	97
DBO ₅ (mg/l)	1178,4	57,5	95,1	634	<30	95
DCO (mg/l)	3166,2	130,0	95,9	1635	<60	96
N _T (mg/l)	231,2	139,6	39,6	263	-	-
P _T (mg/l)	47,7	18,4	61,4	60	-	-
CF (u/100ml)	1,3*10 ⁷	1,1*10 ⁵	2,1 ulog	1*10 ⁶	2*10 ³	3ulog

La STEP des Niayes, avec un volume moyen d'entrée de 1811 m³/jour en 2021 montre de bons taux d'abattement de la pollution physico-chimique et microbiologique des eaux usées avec une réduction de 97,6% des MES ; 95,1% de la DBO₅ et 95,9% de la DCO.

3.2 Caractérisation des écosystèmes naturels et des espaces maraîchers et évaluation des potentiels écologiques

3.2.1 Généralité sur l'écosystème des Niayes

3.2.1.1 Climat

Le climat est de type sahélien chaud et sec, il est caractérisé par une alternance de deux saisons:

- Une saison pluvieuse de quatre mois courte durée (4 mois) entre le mois de juillet et celui d'octobre pendant laquelle souffle la mousson.

La pluviométrie dans cette zone est faible et irrégulière, les pluies variant entre 100 et 400 mm/ an dépassent rarement 450 mm/an mais peuvent atteindre exceptionnellement 600 mm/an.

- Une saison sèche de neuf mois (novembre à juin) que l'on peut subdiviser en deux périodes:
- Une saison sèche fraîche de novembre à février (avec des températures variant entre 12 et 34°C, une humidité relative faible, des vents forts, secs et relativement frais)
- Une saison sèche chaude de mars à juin avec des températures variant entre 26° et 40°C, elle se manifeste par la prédominance de l'harmattan, vent chaud et sec chargé de poussière et pouvant souffler jusqu'à 70 km/h ;

L'insolation peut dépasser 3.000 heures par an avec une radiation élevée toute l'année (10h/j en moyenne) ;

Les températures sont modérées et influencées par la circulation des alizés maritimes soufflés par les courants d'airs froids du nord (Açores). La température moyenne mensuelle la plus chaude oscille autour de 30°C et la température minimale est inférieure à 18°C.



Entre mai et juin, la présence de l'harmattan peut élever la température à un maximum de 31°C.

3.2.1.2 Géomorphologie

La géologie et la géomorphologie des Niayes sont marquées par une succession de transgressions et de régressions de la mer (**Figure 27**).

Ceci entraîne une alternance de phases sèches et de phases humides, d'intensification de vents et de ralentissement qui ont comme résultat final l'édification de trois séries de cordons dunaires successifs de l'océan vers le continent.

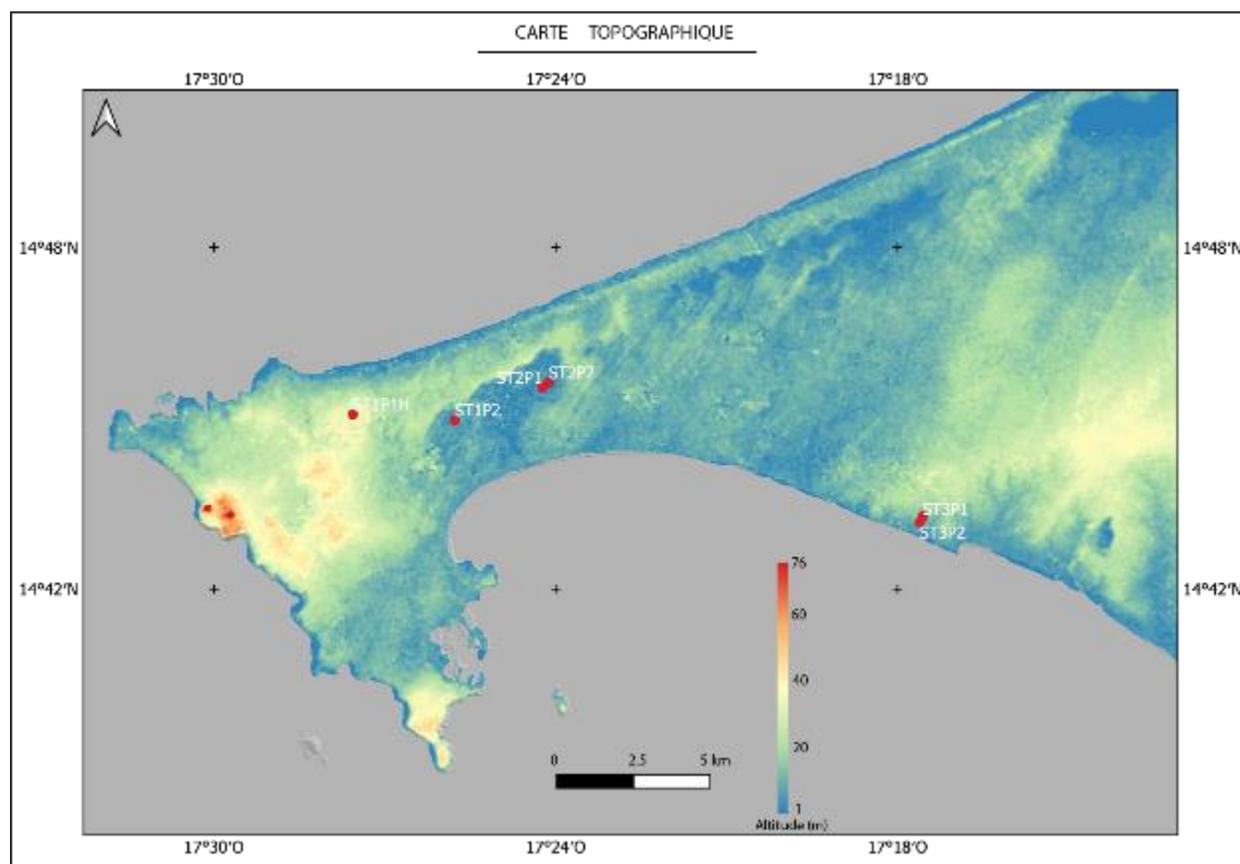


FIGURE 27: CARTE TOPOGRAPHIQUE DE DAKAR

3.2.1.3 Végétation

La végétation de la région agroécologique des Niayes de Dakar, de type sub-guinéen, est dominée par *Elaies guineensis* (Palmier à huile) qui marque la zone de contact entre le bas du système dunaire et la dépression. Il y a également une bonne représentation de *Cocos nucifera* (cocotier).



Image 6: espèces végétales indicateurs de la zone des Niayes le cocotier (*Cocos nucifera*) et le filao (*Casuarina equisetifolia*)

La répartition géographique des espèces végétales dans les Niayes est tributaire des conditions topographiques, hydrologiques et hydro chimiques du biotope. Du centre de la dépression vers la périphérie, différentes espèces végétales s'installent sous l'influence de l'eau. Au centre des dépressions, des plantes aquatiques dominent, notamment *Nymphaea lotus*, *Phragmites australis* alors que sur les dunes dominent les espèces moins exigeantes en eau.

Au niveau des dunes rouges ogoliennes, les espèces ligneuses comme la *Parinaris macrophyla*, *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca* sont dominantes, la composante arbustives et herbacées étant essentiellement composées de euphorbiacées (*Euphorbia Balsamifera*), des combrétacées (*Guiera senegalensis*, *Combretum glutinosum* et des graminées saisonnières (*Cenchrus biflorus*, *Andropogon sp.* Etc).



Image 7: Plantes fourragère (l'*Acacia raddiana*, *Acacia seyal*)



Sur le système des dunes jaunes et des dunes blanches, la végétation reste maigre, parfois même inexistante sur les dunes vives. En dehors de la végétation anthropique représentée par les filaos implantée dans le cadre du projet de fixation des dunes, les rares espèces présentées sont la *Opuntia tuna* et la *Maytenus senegalensis* (ndouri) et quelques peuplements de *Parinari macrophylla* (new).

3.2.1.4 Hydrogéologie-Hydrologie

La zone des Niayes ne présente aucun écoulement actuel. Néanmoins, la configuration de certaines grandes dépressions permet de matérialiser le tracé d'anciennes vallées fluviales exoréiques perpendiculaires à la côte.

Ce qui laisse croire qu'il existait un important réseau hydrographique dans la zone (faible profondeur de la nappe phréatique dans certains endroits).

Le réseau s'est fossilisé par comblement qui se poursuit encore dans un contexte de péjoration climatique.

La dégradation persistante des conditions climatiques fait que les écoulements de surface deviennent de plus en plus rares.

L'existence de lacs est liée à la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol. Ils dépendent des fluctuations piézométriques annuelles et saisonnières (alternance saison sèche–saison des pluies) de la nappe aquifère, du régime pluviométrique, de l'intensité de l'évaporation et de la taille des dépressions. Certains lacs ont une durée de vie de 8 à 9 mois (Août à Mars ou Avril).

Sur le plan hydrogéologique, la zone des Niayes dispose d'un important potentiel hydrogéologique constitué principalement par trois nappes souterraines: la nappe maastrichtienne, la nappe paléocène et la nappe des 'sables quaternaires'.

3.2.1.5 Les sols

La répartition est déterminée par la configuration des ensembles dunaires et les dépressions qui les séparent.

3.2.1.6 Les sols sableux peu évolués

Les sols sableux peu évolués sont rencontrés au niveau des dunes blanches et des dunes jaunes. Ce sont des sols bruts ou sols jeunes d'apport non climatique, qui recouvrent les dunes vives ou semi-fixées du littoral. Ils sont sableux, filtrants, instables, dépourvus de matière organique et pauvres en éléments minéraux. Ces raisons font qu'en dehors des filaos et quelques plantes rustiques la végétation y est presque absente.

3.2.1.7 Les sols organiques hydromorphes

Les sols organiques hydromorphes, aussi appelés sols 'Deck' sont observés dans les cuvettes à l'interface des dunes jaunes et dunes rouges ainsi que dans les lacs et vallées alluviales. Leur richesse en matière organique proviendrait de la décomposition des débris végétaux accumulés et de la présence de la nappe phréatique.

3.2.1.8 Les sols Decks

Les sol Decks répartissent essentiellement en deux groupes:



- Les sols humifères à hydromorphie partielle qui sont observés sur les bordures des dépressions tourbeuses, ou au sein d'autres dépressions non tourbeuses ;
- Les sols organiques semi-tourbeux ou tourbeux à hydromorphie totale, temporaire ou permanente se formant dans les tourbières.

3.2.1.9 Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés

Les sols 'Dior' recouvrent les dunes rouges ogoliennes. On les appelle les sols ferrugineux tropicaux peu ou non lessivés. Ils sont pour l'essentiel formés de sables poreux. Ce sont des sols rouges ou beiges, riches en hydroxydes de fer et relativement pauvres en matière organique.

3.2.1.10 Les sols marécageux argilo-humifères

Il y a les sols marécageux argilo-humifères aux abords de la dépression du lac Tanma et dans ses prolongements qui le séparent avec le glacis proprement dit et les régions sablonneuses de l'Ouest. On remarque par contre, qu'au fond de la dépression du lac, les sols sont de types halomorphes. Ils sont caractérisés par leur forte teneur en argile mais salés.

3.2.2 Caractérisation et description du milieu

La caractérisation faite sur la base des profils observés sur le terrain permet de déterminer l'évolution des terrains suivant un modèle transversal allant des zones surélevées aux zones dépressives (**Figure 28**).

Comme nous l'avons décrit ci-dessus, en amont, les ensembles dunaires constitués par les dunes blanches, les dunes jaunes puis les sols Dior (ferrugineux tropicaux) tous caractérisés par les ont une structure particulière, ce sont des sols minéraux brutes d'apport éolien. Leur évolution est pratiquement nulle et ils sont pauvres en matière organique. Ils ont une texture sableuse, et sont **très perméables**.

Les sols de dune rouge sont plus riches en particules fines (3,25%) et en matière organique (0,32%), leur pH est proche de la neutralité (5,8).

La végétation est représentée par les espèces casuarina équisetifolia, Leptadenia hastata et quelques graminées au niveau des dunes blanches, des Eucalyptus alba au niveau des dunes jaunes, des Faidherbia albida et légumineuses au niveau des sols Dior.

3.2.2.1 Les zones intermédiaires

Au niveau des zones situées sur la pente, on a des parties surélevées (les plateaux) où se distinguent des sols halomorphes ou à forte concentration de sel qui sont des structures particulières à aspect poudreux avec traces de salure. Les espèces végétales représentées sont des Tamarix sp, Adansonia digitata, Anacardium occidentale, Cocos nucifera ...

Ensuite, nous avons les sols hydromorphes qui occupent les dépressions inter dunaires. Les sols hydromorphes évoluent sous l'influence de la nappe et de leur position topographique. Ils sont ainsi stratifiés en trois zones :

La zone à hydromorphie partielle de profondeur constituée de sols à structure grumeleuse et légèrement sous influence de la nappe. La végétation est représentée par les Acacia nilotica, Elais guineensis, calotropis procera...

La zone à hydromorphie totale temporaire où l'on rencontre des sols de structure grenue semi-tourbeux, très humide riche en matière organique à faible cohésion. Dans cette zone, la nappe est peu profonde (1,5 m en période sèche)



La zone à hydromorphie totale semi-permanente constituée par des sols tourbeux riche en matière organique avec une végétation représentée par le faidherbia albida, le Ficus vogeli, eucalyptus alba... La nappe dans cette zone est à 1m.

3.2.2.2 La zone dépressive

Au-delà de la pente, on a la zone à hydromorphie totale permanente qui est la zone la plus basse de cet écosystème des niaves. Elle est constituée par des sols collants et spongieux riches en matière organique et avec, par endroit, des efflorescences salines en surface. La nappe à ce niveau est très proche de la surface (à 40 cm). La végétation est représentée par des Typha australis, Cocos nucifera, Elaeis guineensis, Euphorbia tyrocaria, Prosopis chilensis

L'évaporation pendant la saison sèche provoque une cristallisation du sel qui s'accumule à la surface du sol sous forme de traînés blanchâtres à grisâtre ;

Les sols des dunes sont pauvres en matière organique, ils ont une structure et une couverture végétale très faibles. Ils sont facilement mobilisés lorsque les vents soufflent.

Les sols halomorphes ont également un taux de recouvrement végétal très faible, et leur structure est poudreuse en surface, la cohésion entre les particules élémentaires du sol est très faible.

Les sols hydromorphes ont un taux de recouvrement végétal plus élevé, en moyenne 50%, ils sont riches en matière organique. Leur différenciation est fonction de leur position topographique et des fluctuations de la nappe. On observe parfois des traces d'efflorescences salines en surface. Dans l'ensemble la texture du sol est sableuse.

Les observations effectuées sur le terrain en ce qui concerne les profils, vont être précisées davantage dans les parties suivantes. La richesse en matière organique, la texture et la présence de cristaux de sel à la surface du sol, seront étudiées plus en détail grâce à l'interprétation des résultats analytiques (cf impacts environnementaux).

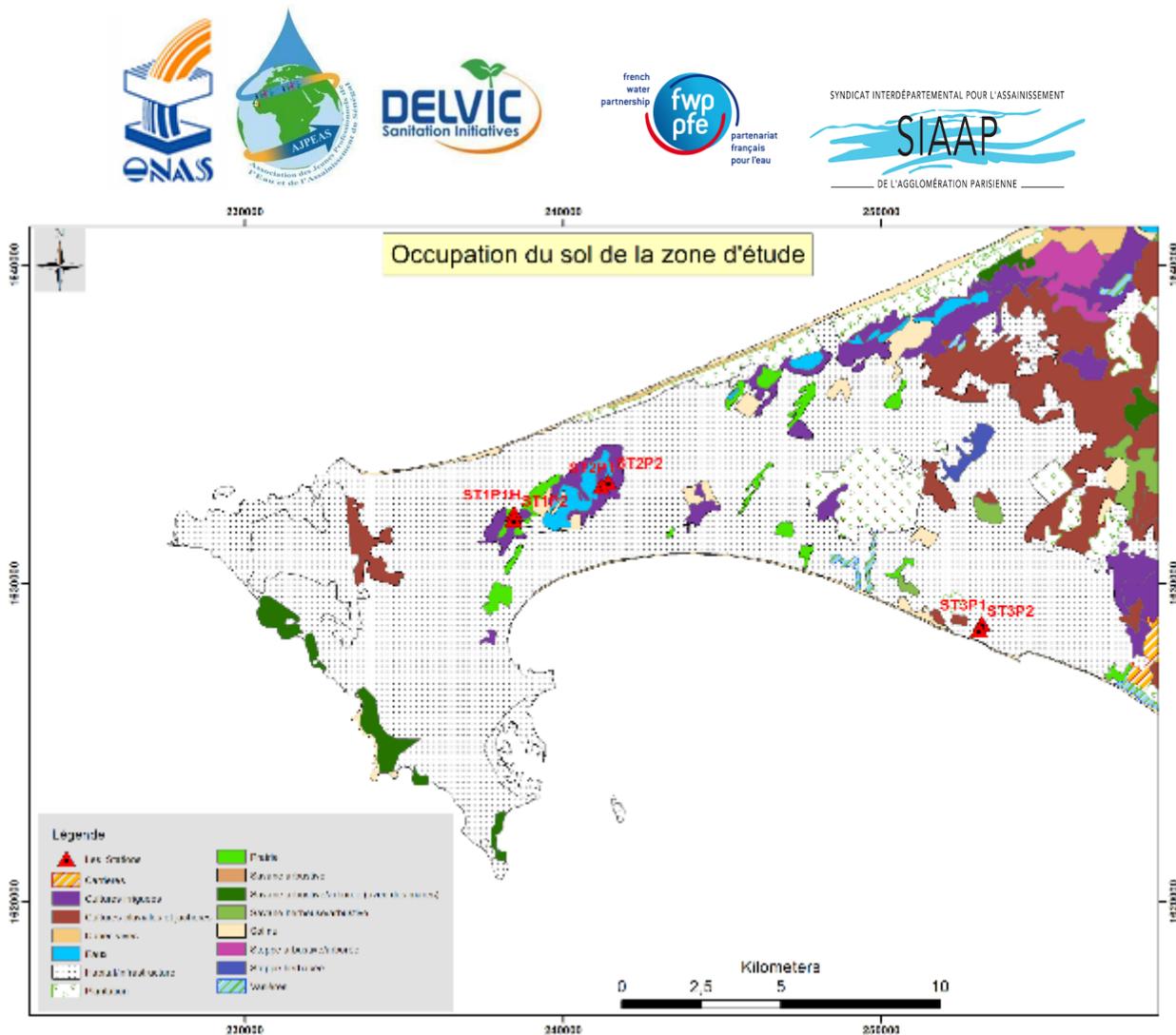


FIGURE 28: CARTE D'OCCUPATION DU SOL DE LA ZONE D'ETUDE

3.2.3 Fonctions assurées par la zone des Niayes de Dakar

3.2.3.1 Fonctions hydrologiques

La zone des Niayes de Dakar en générale et du Technopôle en particulier assurent un rôle important dans la régulation du cycle d'eau au niveau de la capitale. De par ses caractéristiques, elles ont la capacité de capter et stocker de grands volumes d'eau notamment le cas lors des crues et inondations causées par l'hivernage. Les Niayes, et zones humides qui les composent, ont la capacité de stocker cette eau pendant de longues périodes en la distribuant de manière progressive dans plans et les cours d'eau. Cela permet d'alimenter les nappes utiles aux espaces maraîchers pendant une grande partie de l'année. En outre, la présence de l'eau de manière fluctuante favorise une végétation importante sur cette zone connue pour sa richesse floristique.



Image 8: Panorama de la zone humide des Niayes sur la ville Dakar

3.2.3.2 Les fonctions physico-chimiques

Les eaux qui ruissellent vers les Niayes apportent et déposent au sein des zones humides de grandes quantités de matières organiques et minérales dû aux différents ruissellements : sable, du limon, des nitrates, du phosphore mais aussi des pesticides (Les analyses pédologiques ont confirmé la présence de ces éléments). Ces éléments sont stockés et ensuite être transformés par les végétaux et les micro-organismes qui s'en servent pour leur développement (nitrates, phosphates). Ainsi, ces écosystèmes humides agissent comme un filtre naturel, en stoppant l'avancée des particules, de la matière en suspension, et en piégeant des éléments comme l'azote, le phosphore ou le carbone.



3.2.3.3 Les fonctions biologiques et écologiques



Image 9: Vue Panoramique sur la richesse biologique des Niayes

Les zones humides des Niayes sont des espaces d'une richesse biologique exceptionnelle, liés à la présence de l'eau et des différentes fonctions citées ci-dessus. La complexité des milieux, la nature du sol, les variations de présence de l'eau, font de cette zone un milieu très productif sur le plan biologique avec une grande variété de milieux humides favorisant la présence d'une diversité d'espèces florale () et d'avifaune sur le plan écologique. En effet Les Niayes sont devenus de par leur fonction bioécologique, le refuge des oiseaux migrateurs.

En résumé, la zone des Niayes de Dakar et notamment du Technopole contribuent au maintien de la biodiversité en servant d'habitat à des espèces floristiques et faunistiques remarquables. Celle-ci constitue également une zone d'importance pour la conservation des oiseaux, elle constitue un lieu de reproduction et d'étapes migratoires pour 239 espèces d'oiseaux selon la Direction des Aires Marines Protégée, puis participe à l'atténuation des inondations, à l'amélioration de la qualité des eaux par -le recyclage des matières organiques et chimiques, à l'épuration bactériologique, à l'interception des matières en suspension, mais aussi au stockage du carbone atmosphérique, à la production d'oxygène et à la dépollution de l'air. Ces fonctions fondamentales produisent des services écosystémiques essentiels pour la population.

3.2.4 Services écosystémiques des Niayes

Selon les études précédentes, la zone des Niayes de Dakar fournit 21 services écosystémiques répertoriés et constitue un espace vital où se côtoient maraîchers, horticulteurs, récolteurs de fourrages, et pêcheurs (Acteurs que nous n'avons pas pu interroger). Les enquêtes que nous avons menées auprès des différents acteurs font ressortir plusieurs services écosystémiques dont :

- Les services écologique et/ou environnemental



- Les services d’approvisionnement
- Les services de récréation
- Les service éducatif (recherche)
- Les Service esthétique

Nous avons réparti ses services en 3 grands types de services écosystémiques notamment les services d’approvisionnement, les services de régulations et les services socioculturels et éducatifs.

3.2.4.1 Services d’approvisionnement



Image 10: Espaces maraîchers au niveau des Niayes de Cambérène et pikine (Salade & Oignon)

La zone des Niayes du fait de la diversité des milieux humides fournit des produits indispensables à la société tels que : l’eau. C’est une ressource précieuse dans les nappes et cours d’eau qui va être mobilisée dans les activités industrielles et agricoles de la zone. Il y a aussi la production de fourrage pour l’alimentation animale et la production agricole. Le secteur du maraîchage dans les Niayes compte une dizaine de spéculations allant de la culture de tomate, de poivron, d’oignon, de betterave, d’aubergine, de concombre, de courgette, de patate douce, de salade... Les produits maraîchers des Niayes couvrent plus de la moitié de l’approvisionnement en légumes de la région de Dakar.



3.2.4.2 Les services de régulation



Image 11 : Panorama sur la position écologique des Niayes par rapport à la ville de Dakar

Les Niayes jouent un rôle de poumons vert de la ville de Dakar, de réservoir naturel et contribuent ainsi à la prévention contre les inondations de par sa capacité de rétention de l'eau. D'une part, en tant que puits de carbone naturel, les milieux humides qui le composent, atténuent le réchauffement climatique de la zone. Ces milieux humides influencent le climat local par les phénomènes de transpiration des végétaux : le carbone est séquestré par la végétation, via la photosynthèse. En effet, la végétation relativement dense de la zone des Niayes participe à l'épuration de l'air grâce à la séquestration du carbone et la libération d'oxygène. Ils constituent pour cette raison l'un des derniers 'poumons verts' de la capitale.

D'autre part, les Niayes constituent une dépression où convergent les eaux provenant de la nappe phréatique et des eaux pluviales. Leur contribution en tant que zone humide est par ailleurs majeure dans la régulation des inondations récurrentes dans la banlieue dans un contexte caractérisé par l'imperméabilisation croissante de la nappe, mais aussi dans la recharge des nappes souterraines.



3.2.4.3 Les services éducatifs, culturels et sociaux



Image 12: Panorama sur la diversité floristique des Niayes.

La qualité paysagère des Niayes n'est plus à démontrer ce qui en fait des espaces de loisirs et de partage importants. Il existe un véritable intérêt de la population pour les randonnées, les promenades... Les Niayes représentent par ailleurs un excellent espace éducatif et de recherche scientifique recevant élèves, étudiants, chercheurs et bénévoles qui y font régulièrement des sorties pédagogiques. Dans ce cadre, plusieurs initiatives de conservation communautaire relatives au suivi des oiseaux, à la promotion du tourisme ornithologique, à la gestion des connaissances (recherche et vulgarisation), y sont entreprises d'où l'établissement de la zone en site Ramsar. Ils ont par ailleurs une valeur esthétique certaine qui leur confère une vocation récréative et touristique.



Encadré 3: Dégradation des zones humides et pertes de biodiversité

Les zones humides des Niayes constituent un patrimoine naturel exceptionnel, de par la richesse biologique qu'elles abritent, les fonctions naturelles qu'elles remplissent mais également des services écosystémiques qu'elles rendent à la population. Elles sont parmi les milieux les plus productifs du littoral. Elles renferment une grande diversité biologique et fournissent les éléments de subsistance de beaucoup d'espèces de plantes et d'animaux (oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens, poissons et invertébrés). Elles fournissent des avantages économiques considérables du fait des activités de maraîchage et de pêche dans la zone.

Toutefois ces écosystèmes se retrouvent de plus en plus dégradées ou détruites au nom de l'intérêt de la ville de Dakar : contrôle des inondations, élimination des eaux insalubres, urbanisation (construction de routes, hangar, parkings, décharges, manufactures, Arène Nationale...) se font au détriment des zones humides. En outre, les Niayes de Dakar sont menacés par la pollution en amont (Déversement d'eaux usées, pesticides issus des espaces maraîchers, activités mécaniciennes, mauvaise gestion des ordures ménagères), le changement climatique et la destruction des habitats naturels. Ces zones humides subissent ainsi un déclin continu dans leur superficie et la diversité biologique qu'elles contiennent.

En outre, de nombreuses espèces non indigènes se développent aujourd'hui dans les zones humides des Niayes du fait de cette pollution, menaçant les espèces indigènes et pouvant provoquer un déséquilibre écologique. Certaines, comme le Typha, présentent un caractère envahissant qui modifient largement le fonctionnement des écosystèmes.

En conséquence, les services écosystémiques qu'elles apportent aux populations de Dakar sont compromis.

3.3 Analyse des impacts environnementaux et socioéconomiques liés à une mauvaise gestion des boues de vidanges et des eaux usées

3.3.1 Analyse des impacts environnementaux

Pour évaluer les impacts environnementaux des boues de vidanges sur les Niayes de Dakar, nous avons effectué un diagnostic initial de pollution sur un ensemble de parcelles, d'espaces maraîchers sur 3 sites : Niayes Pikine, Cambéréne et Rufisque. Ce diagnostic initial de pollution est constitué d'une étude sur le contexte et l'environnement du site notamment l'état actuel des activités de maraîchage, de prélèvements d'échantillon de sol pour la réalisation d'analyses par un laboratoire agréé (Institut nationale de pédologie) en vue de conforter les résultats des enquêtes avec les maraîchers et horticulteurs.

3.3.1.1 Rappel sur le contexte environnemental des Niayes

Les Niayes constituent une zone écologique unique du fait de son système aquifère (cf. généralité sur les Niayes). C'est un milieu caractérisé par des dunes et des dépressions souvent inondées par l'affleurement de la nappe phréatique et par un climat assez favorable (**Figure 29**).

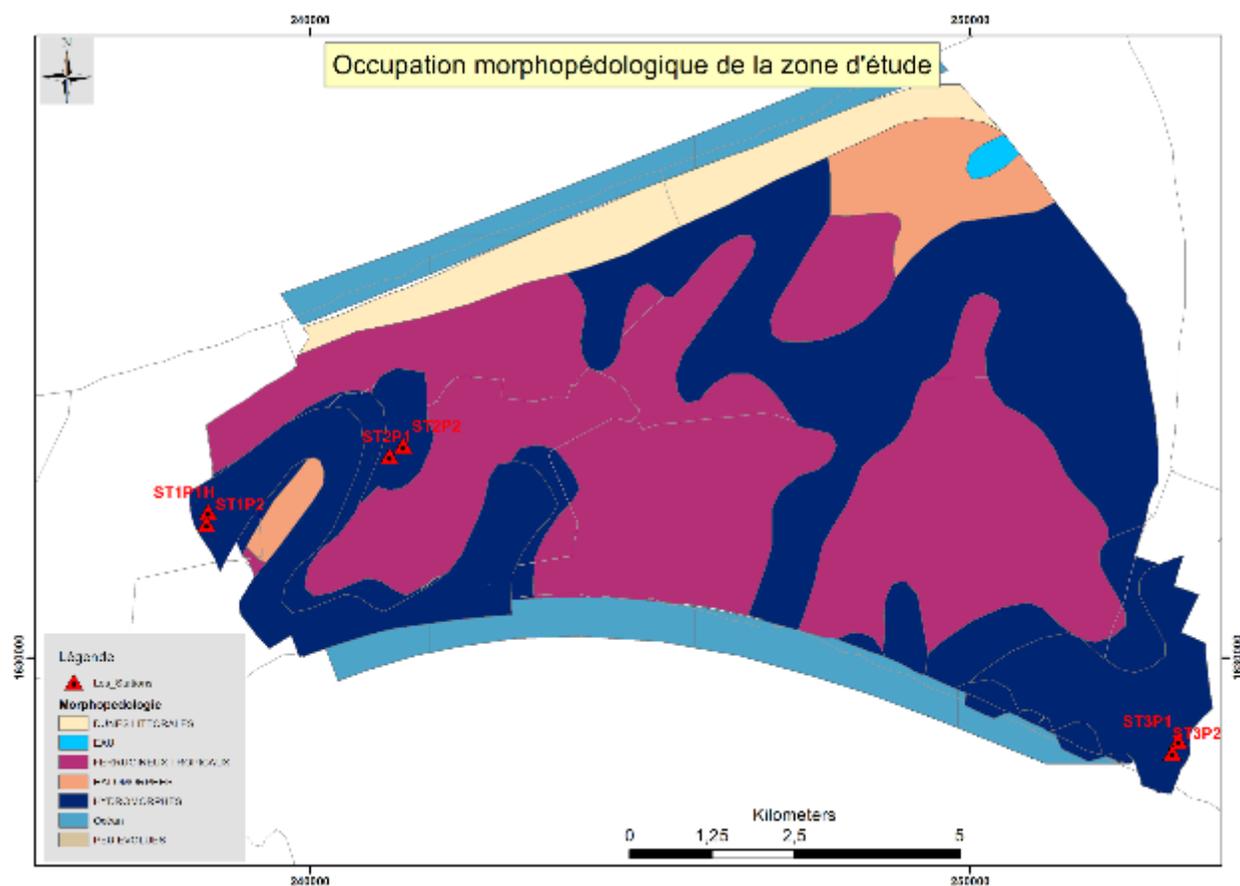


FIGURE 29: CARTE MORPHO-PEDOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE



3.3.1.2 Etat des lieux du maraîchage dans la zone des Niayes

Il est ressorti des entretiens avec les maraîchers et horticulteurs que les activités de maraîchage et d'horticulture dans les Niayes sont favorisées par la nature et de la texture du sol. Selon ces derniers les Niayes constituent une zone adaptée au maraîchage. Le sol est à l'origine très fertile et demande peu d'amendements.

Les lacs et la proximité de la nappe qui permet de creuser de petits puits (séanes) pour s'approvisionner en eau constituent un véritable atout pour les maraîchers et les horticulteurs implantés dans la zone de Niayes.

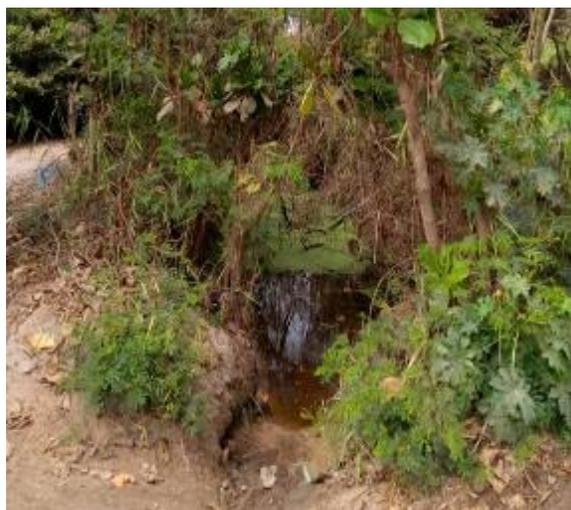


Image 13: Petits puits d'approvisionnement en eau (Séanes) au niveau des espaces maraîchers à Niaye Pikine

Selon les maraîchers avant la zone était riche en espèces à l'occurrence des goyaviers, Corossoliers, cocotiers, orangers entre autres espèces et les principales spéculations étaient le riz, le Gombo.

Cependant, l'arrivée de la station d'épuration a bouleversé ce complexe écologique des Niayes. L'implantation des stations d'épuration a conduit à la contamination de la nappe et a aussi favorisé l'acidité des sols ainsi que la disparition de plusieurs espèces floristiques. Aujourd'hui, les spéculations les plus fréquentes dans la zone sont : la salade, la tomate, l'aubergine à l'exception de la carotte et de la pomme de terre qui constituent des cultures à croissance lente et ne conviennent pas au contexte pédologique de la zone.

En outre, avec l'assèchement de certains points d'eau dû aux changements climatiques et la salinisation de la nappe, l'approvisionnement en eau est assuré par les stations d'épuration de l'ONAS. Cette eau prisée pour sa forte composition en matière organique est mélangée avec l'eau du lac et ou plans d'eau avoisinant des espaces maraîchers.



Image 14: Point de pompage de l'eau du lac et point de mixage avec l'eau de l'ONAS

Toutefois, cette eau qui provient des stations de boues de vidange n'est pas bien traitée selon les utilisateurs et affecte par conséquent la fertilité du sol ainsi que la productivité des espaces cultureux. Néanmoins cette eau est préférée par les maraîchers car les eaux du lac sont polluées, acides et très affectées par la salinisation.

Les Niayes sont ainsi affectés par l'avancée du biseau salée qui augmente la teneur saline du sol et affecte à son tour les sources d'approvisionnement en eau telles que les 'séanes' et les plans d'eau. Cela entraîne une perte considérable de biodiversité.

Ainsi, Le déversement des eaux usées de l'ONAS et celle issues des quartiers inondés au niveau des réceptacles d'eau dans les Niayes ont en effet entraîné outre l'avancée du biseau salé, une contamination des eaux. Cela a comme conséquence la prolifération d'espèces envahissantes comme *Typha australis* qui a résulté en une évolution progressive de la flore herbacée, des prairies sensibles au sel.



Image 15: Prolifération du *Typha australis* dans les plans d'eau au niveau des Niayes

Par ailleurs, les rejets de déchets liquides ou solides, les pesticides et les fertilisants agricoles, la contamination chimique des voitures sont également des sources de pollution et cause de dégradation des écosystèmes et de la biodiversité. A cela s'ajoutent les perturbations liées aux infrastructures urbaines qui entraînent une dégradation continue des zones humides dans les Niayes ainsi qu'une réduction de la diversité faunistique et floristique.



Encadré 4: Perception des maraîchers et horticulteurs sur la détérioration des Niayes et impacts des Intrants chimiques

Notez que ces résultats sont basés principalement sur la consultation d'intervenants et de producteurs du secteur maraîchers et horticoles dans la zone des Niayes. Par conséquent, les informations sont fondées sur la perception du secteur et ne constituent pas en soi des données irréfutables. Elles sont complétées par les résultats des audits biophysiques en amont et en aval de cette consultation des maraîchers et horticulteurs des Niayes de Dakar (Analyse pédologique et hydrochimique des eaux usées). Ces derniers affichent une très grande sensibilité sur l'état des écosystèmes au niveau des Niayes, largement nourrie par la dépendance de leur activité à la qualité du sol et de l'eau. Ils estiment que la qualité de l'eau des cours d'eau et des lacs ainsi que la fertilité du sol s'est dégradée au cours des 2 dernières décennies. Le plus souvent, c'est aux activités externes et déversements des eaux usées qu'ils imputent cette dégradation faisant fi de l'effet des intrants chimiques qu'ils utilisent sur la santé écologique et sur la durabilité de leur activité.

Outre la dégradation physique des zones humides que peut occasionner l'utilisation des intrants chimique, celle-ci contribue lourdement à détériorer les écosystèmes liés à l'eau notamment par les pollutions diffuses et ponctuelles du fait des traitements phytosanitaires, épandages de fumures animales, amendements et engrais (Nitrates et phosphates).

3.3.1.3 Interprétation des résultats des analyses pédologiques

Les analyses pédologiques ont consisté à l'étude des incidences des boues de vidange et de l'utilisation des intrants agricoles chimiques sur les différentes composantes de l'écosystème de la zone des Niayes, et à différents endroits et particulièrement sur le sol qui constitue le substrat de tout ce qui précède.

Cet audit biophysique du sol permet de mieux connaître l'évolution de la fertilité des sols au cours du temps et sous l'action de diverses pratiques agricoles et autres activités anthropiques tel que le déversement des boues de vidanges.

Elle a d'abord constitué en amont à une analyse de l'évolution des caractéristiques morpho-pédologiques de la zone des Niayes (cf. Caractérisation des écosystèmes) ensuite à la quantification des risques de contamination du sol et à l'appréciation des conséquences. En aval des pistes de solutions techniques seront proposés pour réduire ou mitiger les impacts.

L'analyse des échantillons de sols a permis de déterminer la concentration de différents paramètres qui renseignent sur la composition chimique et d'apprécier le niveau de fertilité d'un sol. Le niveau de fertilité étant estimé sur la base d'un ensemble de valeurs seuils spécifiques à chaque paramètre.

Les paramètres analysés sont les suivants :

1) Le Potentiel Hydrogène du Sol (PH)

Le pH du sol est l'acidité régnant dans un milieu constitue le paramètre qui influence le comportement général des métaux dans le sol. Il renseigne sur la réactivité du sol ; c'est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du sol. Nous avons ici mesuré la concentration en ions hydrogène dont la valeur varie dans les sols de 4,5 (extrêmement acide) à 9,5 (très alcalin).

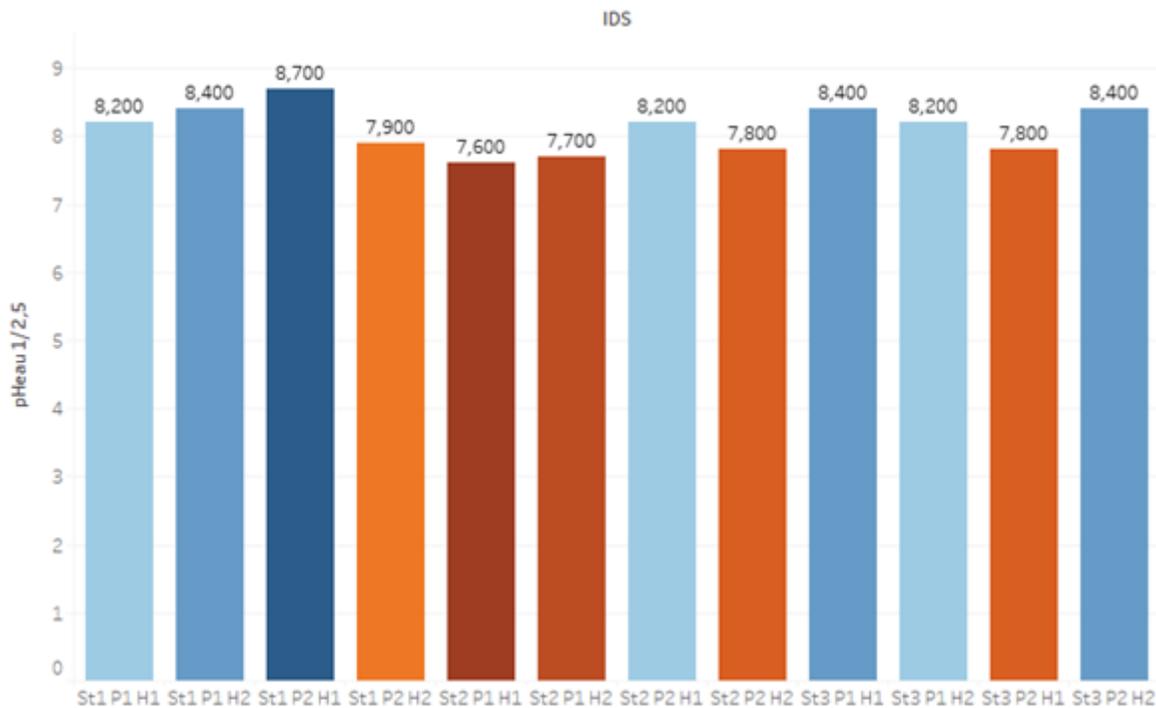


FIGURE 30: POTENTIEL HYDROGENE SUR LES ESPACES MARAICHERS A CAMBERENE (ST1) PIKINE (ST2) ET RUFISQUE (ST3)

Cette **figure 30** révèle une présence assez élevée du pH au niveau des 3 sites : Camberene et Rufisque présentent un niveau de PH plus élevé avec des pourcentages respectifs de 8,7 (ST1-P2) et 8,4 (ST3-P1 & P2). Cela démontre une tendance alcaline voir très alcaline du sol au niveau des Niayes pouvant affecter l'activité biologique du sol et sa structure.

2) Le Rapport Carbone Azote (C/N)

Le carbone qui est fixé par les plantes est transféré au sol par l'intermédiaire de la matière végétale morte y compris les racines et les feuilles mortes. Il améliore les propriétés physiques du sol et augmente la capacité d'échange cationique (CEC) et la capacité de rétention d'eau et contribue à la stabilité structurale des sols argileux en aidant à relier les particules en agrégats qui contiennent une grande proportion de nutriments, et des oligo-éléments qui sont importants pour la croissance des plantes. Le carbone organique empêche le lessivage des nutriments et fait partie intégrante des acides organiques qui rendent les minéraux assimilables par les plantes. Il atténue également les fortes variations de pH du sol.

Tandis que l'azote est l'élément le plus important prélevé par les plantes dans le sol et c'est un élément essentiel pour la croissance des plantes. L'azote est rarement absent dans le sol, mais il est souvent sous la forme de matière organique brute qui ne peut être utilisée directement. Les valeurs de C/N inférieures à 9 impliquent une minéralisation rapide de la matière organique avec pour conséquence une fourniture excédentaire d'azote aux plantes. Le statut de l'azote et de la décomposition de matière organique est indiqué par le rapport C/N.

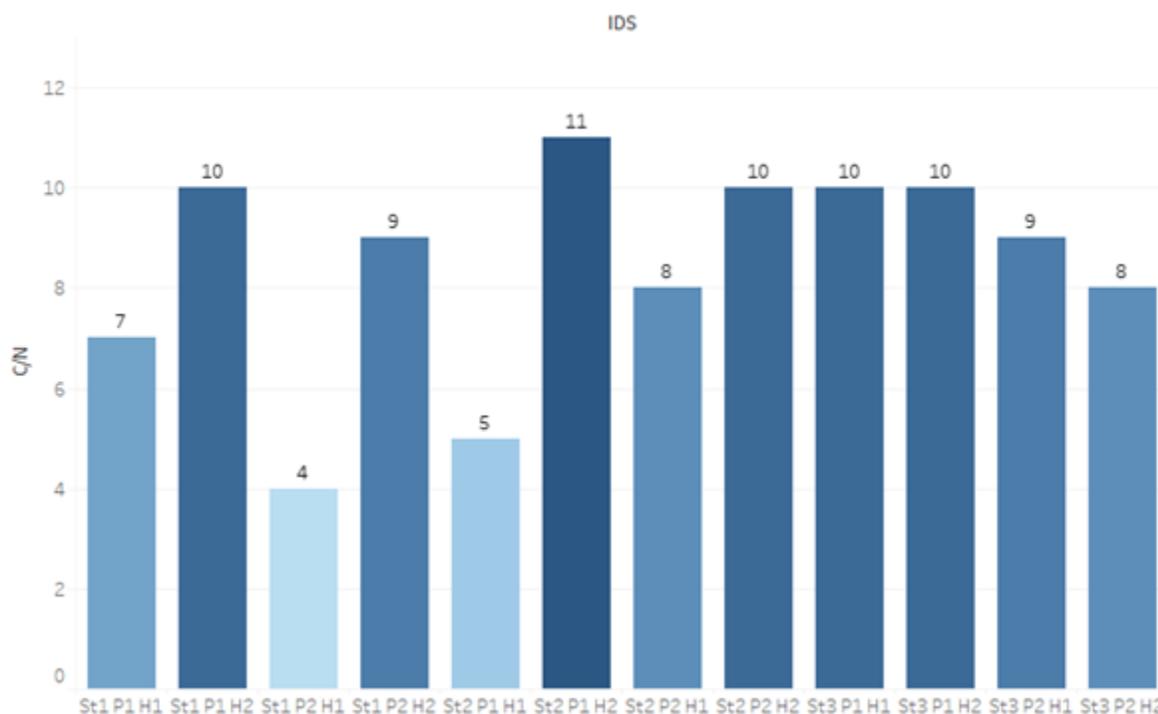


FIGURE 31: LE RAPPORT CARBONE AZOTE SUR LES ESPACES MARAICHERS A CAMBERENE (ST1) PIKINE (ST2) ET RUFISQUE (ST3)

Au regard de la **figure 31**, toutes les stations présentent des concentrations d'azote satisfaisant pour une bonne décomposition de la matière carbonée sauf le premier site de prélèvement à Pikine (ST2-P1). En effet, les valeurs de C/N inférieures à 9 impliquent une minéralisation rapide de la matière organique. Cependant les valeurs C/N au niveau des stations 1 et 2 (ST1-P et ST2-P1-H1) révèlent une fourniture excédentaire d'azote aux plantes avec comme conséquence une minéralisation excessive des matières organiques dans le sol.

3) La Conductivité Électrique (CE)

La conductivité électrique est une mesure de la salinité du sol. L'EC est l'un des moyens les plus simples d'évaluer les niveaux d'engrais dans le sol, le potentiel de rendement et l'état de salinité du sol, ainsi que son aptitude à la culture qui s'y développe. La salinité constitue un facteur écologique représenté par la teneur en sel des eaux ou des sols. Une teneur en sel optimal est de 0,004% car 5‰ constitue la plus forte salinité des eaux d'irrigation supportable par les plantes cultivées les plus tolérantes au sel. Les sels les plus courants sont des combinaisons de cations sodium, calcium, magnésium et potassium avec des anions chlorure, sulfate et carbonate. Ils peuvent s'accumuler en raison de l'utilisation d'intrants ou la pollution par les éléments chimiques, l'intrusion d'eau de mer, ou peuvent exister naturellement.

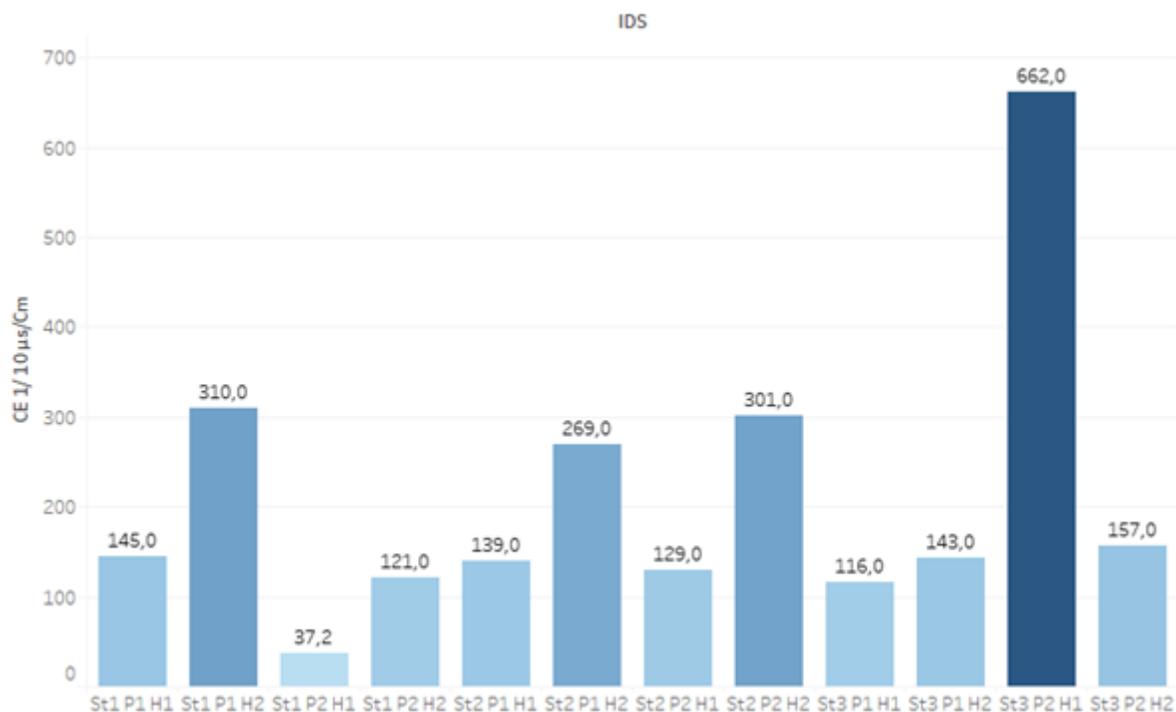


FIGURE 32: LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE SUR LES ESPACES MARAICHERS A CAMBERENE (ST1) PIKINE (ST2) ET RUFISQUE (ST3)

Il ressort de cette analyse de la conductivité électrique (**Figure 32**) que les espaces maraîchers au niveau des Niayes sont à première vue peu salins à part la station 3 (ST3-P2) au niveau de Rufisque qui montre un niveau de Salinité très élevé par rapport aux autres stations. Toutefois il faudrait noter que les Horizon 2 des prélèvements au niveau des stations de Niayes Pikine et Cambérène présentent un niveau de Salinité assez important, pouvant impacter le bon développement des plantes. La faible présence de sel au niveau des premiers horizons peut être expliquée par le lessivage des sols avec l'arrosage des plans agricoles. Quand la salinité des sols augmente, l'effet des sels peut entraîner une dégradation des sols et de la végétation. Cependant, différentes cultures ont différents niveaux de tolérance à la salinité. La réduction de la performance est proportionnelle à l'augmentation du niveau CE.

4) Capacité d'Échange Cationique (CEC)

La capacité d'échange cationique (CEC) est une mesure du pouvoir d'un sol à retenir et échanger des cations. C'est la quantité maximale de cations totale qu'un sol est en mesure de piéger, à un pH donné. La CEC est utilisée comme mesure de la fertilité, de capacité de rétention des éléments nutritifs, et de capacité à protéger les eaux souterraines de la contamination par les cations. Elle est exprimée en centimoles d'hydrogène par kilogramme (cmolc/kg ou 100 meqc/100g). Elle se trouve principalement sur les argiles et l'humus. Les sols ayant une CEC élevée peuvent retenir davantage de cations et possèdent une plus grande capacité à les échanger que les sols ayant une faible CEC.

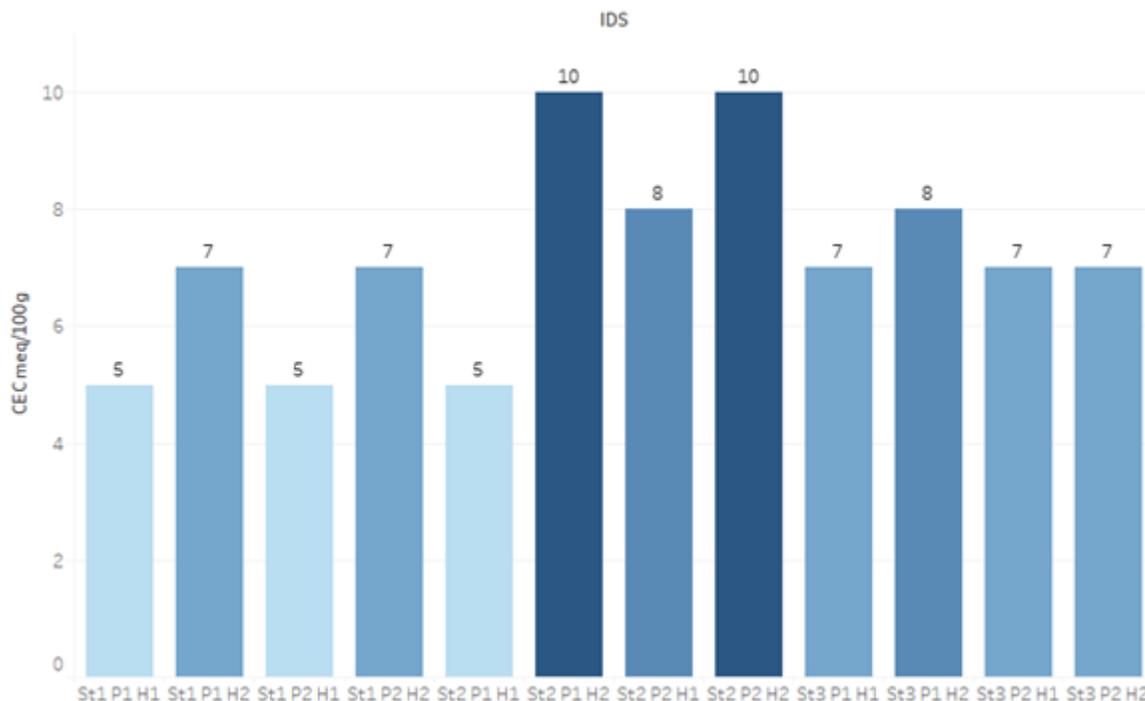


FIGURE 33: LA CAPACITE D’ECHANGE CATIONIQUE SUR LES ESPACES MARAICHERS A CAMBERENE (ST1) PIKINE (ST2) ET RUFISQUE (ST3)

Sur la **figure 33** ci-dessus on peut observer que toutes les stations présentent une capacité d’échange cationique insignifiante à par les Stations de Pikine (ST2-P1 & ST2-P2).

En effet la capacité d’échange cationique dans l’ensemble des stations ne dépasse pas 10 ce qui révèle généralement un contenu élevé en sable sur cette zone, un lessivage de l’azote et du potassium et une faible capacité de rétention de l’eau. Cela exprime la faible capacité du sol à résister aux changements de pH qui est la capacité tampon et ainsi renseigne sur la minéralisation du sol malgré la présence de matière organique.

5) Le Sodium (Na)

Le sodium est un minéral qui n’est généralement pas nécessaire chez les plantes. Quelques variétés de plantes ont besoin de sodium pour aider à concentrer le dioxyde de carbone, mais la plupart des plantes utilisent seulement une quantité de traces pour favoriser le métabolisme. La majorité du sodium contenue dans le sol provient des écoulements concentrés de pesticides, d’engrais et d’autres amendements du sol. L’excès de sodium dans un sol détériore sa structure causant une compaction qui réduit la circulation de l’eau. Du fait de la teneur en sel, les plantes ont du mal à prélever l’eau et flétrissent malgré un sol humide.

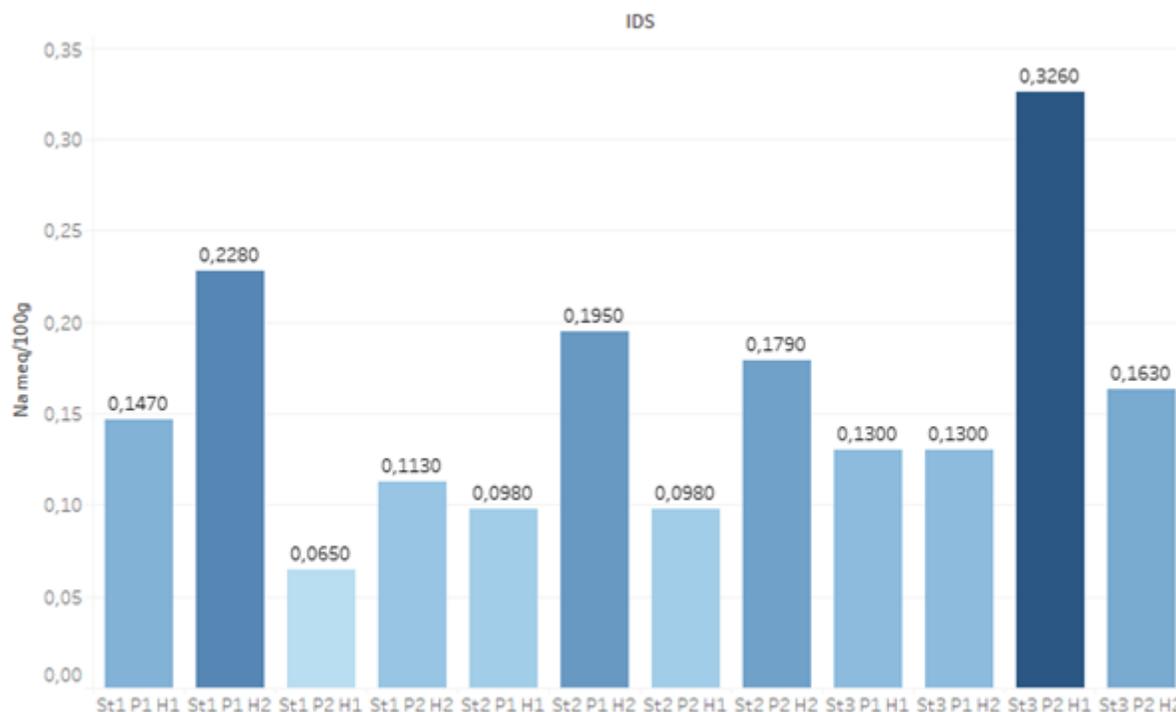


FIGURE 34: LE TAUX DE SODIUM SUR LES ESPACES MARAÎCHERS A CAMBERENE (ST1) PIKINE (ST2) ET RUFISQUE (ST3)

Cette analyse de la **figure 34** montre que la présence de sodium sur l'ensemble des stations échantillonnées est faible (<0,75 mmhos/cm). Ce qui démontre l'absence de risque de salinisation dû aux intrants chimiques utilisés par les maraîchers.

En somme, les résultats obtenus sur les 12 échantillons prélevés les 18 et 19 MARS 2021 et soumis aux analyses ont permis de mieux cerner la qualité des sols prélevés sur le terrain. Les valeurs comparatives utilisées pour le sol sont présentées au niveau de la partie méthodologie.

Les paramètres analysés sont : le potentiel Hydrogène, le rapport carbone azote, la conductivité électrique, la capacité d'échange cationique et le sodium qui sont des paramètres fondamentaux pour évaluer l'état du sol.

Les interviews avec les maraîchers et les analyses réalisées au niveau du terrain ont mis en évidence d'une part la présence de polluants acidifiants qui peuvent affecter les cours et les plans d'eau, avec des répercussions négatives sur la vie et les milieux aquatiques. En effet, l'acidification du sol au niveau des Niayes a pu évoluer naturellement sous l'action de la pluie ou de l'activité microbienne, mais le processus est accéléré et amplifié par des retombées de polluants émis par certaines activités humaines notamment les intrants utilisés par les maraîchers pour l'amendement du sol mais aussi le déversement des eaux usées et boues de vidanges. D'autre part, les retombées de polluants azotés peuvent participer à l'eutrophisation qui peut être à l'origine de la prolifération du Typha dans les plans d'eau au niveau des Zones humides des Niayes, suite à un apport trop important de matières nutritives (azote, phosphore...).

Encadré 5 : Contexte environnemental des Niayes et impact sur le maraichage



Les analyses Hydro-chimiques et pédologiques réalisées au niveau du terrain ont mis en évidence d'une part la présence de polluants acidifiants qui peuvent affecter les cours et les plans d'eau, avec des répercussions négatives sur la vie et les milieux aquatiques. En effet, l'acidification du sol au niveau des Niays a pu évoluer naturellement sous l'action de la pluie ou de l'activité microbienne, mais le processus est accéléré et amplifié par des retombées de polluants émis par certaines activités humaines notamment les intrants utilisés par les maraîchers pour l'amendement du sol mais aussi le déversement des eaux usées et boues de vidanges. D'autre part, les retombées de polluants azotés peuvent participer à l'eutrophisation qui peut être à l'origine de la prolifération du Typha dans les plans d'eau au niveau des Zones humides des Niays, suite à un apport trop important de matières nutritives (azote, phosphore...).

En ce sens les enseignements principaux qui peuvent être dégagés des informations présentées dans cette étude de l'impact de la gestion des boues de vidange sur l'environnement basée sur les entretiens avec les maraîchers et horticulteurs ainsi que les résultats des analyses physico-chimiques de sol comparées avec les conclusions sur les analyses hydro chimique sont la concentration considérable des pollutions et la minéralisation excessive des matières organique dans les sols dû à l'excès d'azote. Les doses optimales d'azote peuvent stimuler la croissance et la productivité des cultures mais son excès peut conduire à des baisses de rendement et à la diminution de la qualité des récoltes dont sont victimes les maraîchers de la zone.

Ainsi, les données contenues dans cette étude devraient faire l'effet d'un appel d'urgence à toutes les parties prenantes concernées (Les acteurs institutionnelles, les maraîchers et horticulteurs, les populations...) leur demandant d'éviter toute nouvelle perte et dégradation des zones humides à travers une gestion durable des écosystèmes des Niays et des zones humides.

Il est possible de remédier aux impacts négatifs des eaux usées et intrants chimiques sur les caractéristiques écologiques des zones humide par une combinaison d'action notamment le contrôle de la qualité des eaux déversé au niveau des Niays avec de meilleurs systèmes de traitement de ces eaux, son utilisation par une irrigation globale et usage approprié dans les espaces maraîchers des Niays ainsi que l'option des intrants bio-organique pour un meilleur rendement économique des cultures.

3.3.2 Analyse des impacts socioéconomiques

Les résultats de l'étude (enquêtes ménages, entretiens intentionnels, et les focus groupes avec les maraîchers) ont montré que les impacts sociaux sont d'ordre sanitaire à un premier niveau. 50% des répondants pour les enquêtes ménages pensent que leur façon de gérer les boues de vidange et eaux usées ont un impact sur l'eau, l'environnement et la santé. Pour l'impact sur la santé, les communautés pensent qu'il représente 30% entre autres (impacts sur le cadre de vie avec 32% ; sur l'environnement 24 et la pollution des eaux 13%).

Les enquêtes ménages ont montré que seul 4.7% des ménages utilisent un puisard pour évacuer les eaux usées. Ce faible taux nous montre une insuffisance dans la gestion des eaux usées au niveau de la zone d'étude, chose qui est confirmée par les entretiens intentionnels. En effet, 29% des ménages interrogés déversent dans la rue leurs eaux usées qui reviennent vers les populations (contacts avec les eaux usées, poussière avec le vent) ce qui peut causer des problèmes de santé publique.

Pour ce qui concerne la gestion des boues de vidange, malgré l'existence des ouvrages de traitement les résultats ont montré que celles-ci sont sous dimensionnées et peuvent recevoir jusqu'à plus de 3 fois la quantité de boue dont elles ont la capacité de traiter (cas des stations de Pikine et Cambérène). Cet excès de boue reçu, a un impact sur la qualité des eaux traitées qui sont ensuite déversées dans la nature. En effet, les eaux ne sont pas suffisamment traitées et



reviennent vers les populations sous forme de poussière ou eaux de ruissellement (surtout en période d'hivernage) d'où l'impact sanitaire. Dans le même ordre d'idée, des études ont montré la présence de produits fécaux sur les produits agricoles et maraîchers arrosés par ces eaux.

Ainsi, les impacts sanitaires liés à une mauvaise gestion des eaux usées et boues de vidange ne sont plus montrés.

Par ailleurs, compte tenu de l'environnement physique de la zone d'étude (nappe phréatique peu profonde) nous notons des impacts d'ordre économique liés à la gestion des boues de vidanges et eaux usées. En effet, les ménages ont un besoin fréquent de vidanger. Les résultats ont montré que 20% des ménages font 3 fois la vidange dans l'année d'où un montant moyen de 90.000 FCFA à raison de 30.000 F CFA par service. Le service de vidange peut aller jusqu'à plus de 40.000FCFA compte tenu de la difficulté d'accès physique de certains quartiers comme Thiaroye sur Mer. Ce qui constitue des dépenses non négligeables compte tenu du revenu moyen des ménages dans la zone d'étude.

3.3.3 Impact de la situation sur l'environnement, la santé, le développement agricole et la protection des zones humides

- **Impacts sur l'environnement et la santé** : les résultats des entretiens institutionnels ont montré des impacts négatifs et positifs sur la santé et l'environnement (**Tableau 22**).

TABLEAU 22: IMPACTS DE LA GESTION DES EAUX USEES ET DES BOUES DE VIDANGE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

Impacts sur l'environnement et la santé	
Positifs	Négatifs
Contribution à la diminution de la pollution sur l'environnement	Déversement d'eau et vidange clandestine
Contribution à l'amélioration des problèmes de santé publique.	Pollution des eaux de surface et des nappes et celle de l'aire ; mais aussi des nuisances (mauvaise odeur, pollution visuelle).
	Eaux rejetées pas suffisamment traitées qui peut causer un problème de santé publique.
	Les rejets faits dans le milieu naturel ne respectent pas les normes.
	Dégradation de l'environnement qui entraîne une pollution et un développement d'agents pathogènes.
	Métaux lourds qui se retrouvent dans le sol ce qui entraîne un déséquilibre des milieux naturels qui a un impact négatif sur la santé.
	Pollution visuelle



- **Impacts sur l'agriculture :**

Impacts sur l'agriculture	
Positifs	Négatifs
Utilisation des sous-produits comme engrais bio organique	Problème de santé publique si les rejets sont en dessous des normes
Les eaux traitées peuvent être utilisées comme fertilisants.	Risque de présence de pathogènes dans le sol.
Les eaux peuvent être utilisées comme fertilisants.	
Utilisation pour aménagement des espaces verts	-
Utilisation des sous-produits pour améliorer le rendement sous forme d'engrais organique	
Fertilisant pour les sols	

- **Impacts sur la protection des zones humides :**

- Charges de pollution notées avec la présence du Typha ;
- Impacts négatifs sur l'état des écosystèmes;

3.4 Proposition de pistes de solutions

3.4.1 Mesures d'atténuation des impacts environnementaux

La prise en compte de l'environnement dans les activités anthropiques répertoriés au niveau des Niaves (maraîchage, horticulture, assainissements, ménages, ...) pourrait permettre de lutter contre la dégradation des écosystèmes et réduire les pertes de biodiversité au niveau des Niaves. Les suggestions suivantes sont à préconiser pour une atténuation des impacts environnementaux :

- Une augmentation de la capacité de réception des boues de vidange au niveau des Stations de Niaves et Cambérène ;
- Un traitement complet des boues de vidanges avant déversement sur les Niaves (Valables pour toutes les stations) ;
- Une campagne de sensibilisation en vue de la prévention de la pollution des plans d'eau au niveau des Niaves par les déchets solides et liquides provenant des ménages avoisinants.
- La prévention des conflits liée à l'usage de l'eau usée traitée produite par l'ONAS aux maraîchers par une planification des périodes de prélèvement.



- Le subventionnement de motopompes aux maraîchers au niveau des Niayes Pikine et cambérène pour une meilleure collecte de l'eau du lac.
- La promotion des engrais organiques (Sous-produit de l'assainissement) : Issus de la valorisation des boues de vidange, les engrais organiques constituent donc un enjeu de développement durable. La composition des engrais organiques permet l'amélioration de la structure du sol car ils augmentent la quantité de matière organique et stimulent l'activité des micro-organismes du sol. Ces engrais organiques sont composés de nombreux éléments nécessaires pour la plante notamment l'azote et les éléments nutritifs apportés ne sont pas lessivés du fait de la minéralisation dans le sol comme le montre les résultats d'analyse pédologique. En outre, les engrais organiques sont constitués de matières naturelles. Ils sont donc plus respectueux de l'environnement. De ce fait, il n'y a aucune perte de biodiversité

Par ailleurs, tous les maraîchers et horticulteurs interrogés reconnaissent l'intérêt d'utiliser les sous-produits de l'assainissement parce qu'ils renferment tous les éléments nutritifs nécessaires aux cultures. Cependant, l'usage des sous-produits de l'assainissement tant à s'affaiblir au niveau des Niayes de Pikine du fait de la forte teneur en acide des produits issues des stations d'épuration.

3.4.2 Mesures d'atténuation des impacts socio-économiques

- Prise en compte l'évolution démographique dans la mise en œuvre des infrastructures d'assainissement : Il a été noté que le sous dimensionnement de certaines STBV est à l'origine de beaucoup de problèmes actuels de la gestion des eaux usées et des boues de vidange. Ainsi, les dimensionnements futurs devraient obligatoirement considérer la projection de la population.

L'analyse de la **figure 35** ci-dessous nous montre une évolution croissante de la population avec un taux moyen de 16.8% que toute politique d'assainissement devra intégrer. La population va passer de 926.799 hbts à 1 081 854 entre 2019 et 2025.

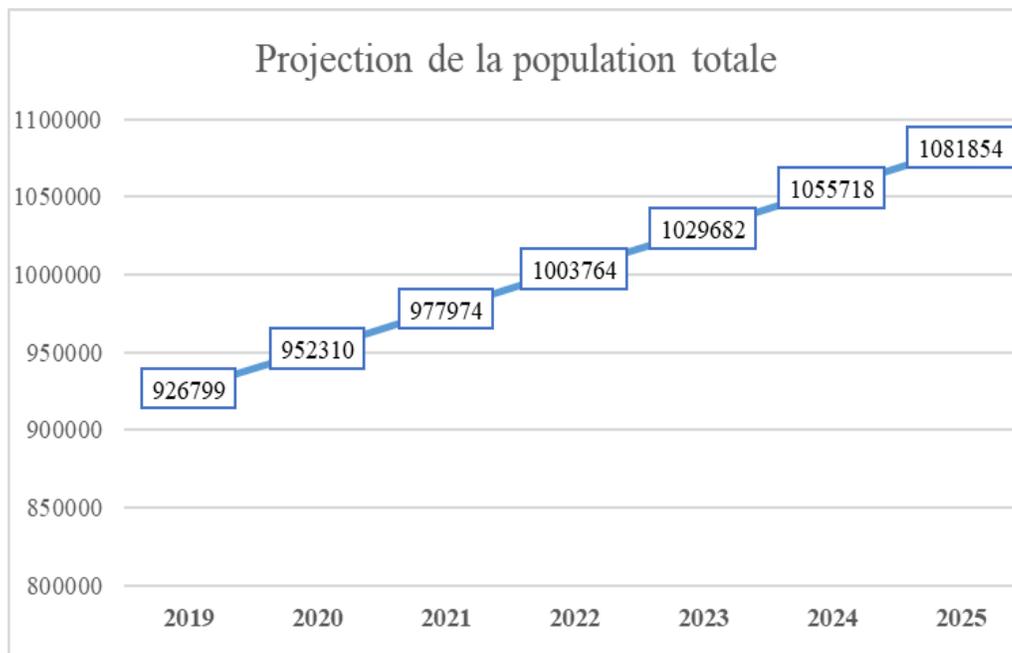


Figure 35: Projection de la population dans la zone d'étude

Source: Rapport projection de la population (ANSD 2015)

- Sensibiliser les populations sur les impacts sanitaires;
- Développer plus des technologies s'adaptant aux conditions de la zone ;
- Appuyer les ménages à disposer d'ouvrage d'assainissement adéquat à leur milieu naturel.

Le diagnostic a révélé que les impacts sur l'environnement et la santé ne sont pour la plupart que les conséquences du sous dimensionnement des ouvrages qui n'ont pas pris en compte l'aspect évolution démographique lors de la conception, d'une part; et d'autre part, les caractéristiques physiques du milieu.

3.4.3 Pistes techniques

Le phénomène de curage des fosses étant un grand problème pour les ménages qui sont obligés de faire recours aux vidangeurs manuels pour curer les fosses, il serait pertinent de mettre en place avec nos ingénieurs, un système technique qui permettrait aux vidangeurs manuels de garder leur travail. Ce système aurait pour objet de curer les fosses dans des conditions sanitaires et environnementales adéquates et protectrices des vidangeurs et de l'environnement. Les boues issues du curage pourraient être acheminées dans des contenants vers les STBV.

4 Contraintes

Le projet a été mis en œuvre dans une situation sanitaire compliquée avec la pandémie de la Covid 19. Il a connu des retards importants dans sa mise en œuvre avec la complication des dates d'entretien, des déplacements sur le terrain, et l'accès à la documentation.

La mise en œuvre du projet n'a pas pu s'appuyer à temps sur l'existant en termes d'études et de travaux dans la zone ou tirés des enseignements du constat découlant de projets antérieurs dans la zone.



Tout projet se heurtant en permanence à des difficultés et toute recherche sur le terrain se déroulent avec des difficultés à surmonter continuellement, les difficultés majeures auxquels le projet a fait face lors de cette première phase sont :

- Le manque des sources documentaires au stade initial du projet qui pouvaient nous renseigner sur l'état de la gestion des boues de vidange et eaux usées sur la zone des Niayes et sur l'état des écosystèmes naturels ;
- En plus, ce projet étant assez innovant, la majorité des sources auxquelles nous avons eu accès par la suite n'abordent pas de façon spécifique les questions traitées surtout le volet écosystémique ;
- Par ailleurs, les enquêtes et collecte des données biophysique sur le terrain n'ont pas été faciles car ils ont coïncidé avec la période de l'hivernage étant donné que le projet était un peu retardé à son début.
- Nous avons également eu des difficultés pour obtenir des entretiens avec les acteurs institutionnels car la situation de la pandémie nous obligeait à réduire les contacts physiques et à privilégier les entretiens en ligne.
- En ce qui concerne le traitement et l'analyse des données on peut citer : l'absence des données brutes pour comparer avec le rapport des enquêteurs et proposer des analyses plus approfondies et le retard des résultats au niveau des laboratoires qui a occasionné un retard sur le rapport final.

Toutes ces difficultés ont été surmontées avec la collaboration de l'équipe du projet et des membres du comité de pilotage.

5 Perspectives

Cette étude a le fort d'avoir réuni les avis de tous les acteurs et jugeait de la situation de l'assainissement de façon transversale en considérant le sujet sur toute sa chaîne. Elle est inclusive de tout niveau d'intérêt et d'influence pour une bonne gestion de l'assainissement dans la zone des Niayes.

Beaucoup d'études ont certes été faites dans la zone des Niayes, mais très peu ont considéré la gestion de l'assainissement en relation avec la protection des zones humides et des écosystèmes.

Ainsi les résultats de ce projet pourraient servir de plaidoyer pour les acteurs de la protection des zones humides et de l'environnement.

En perspective de ce projet, il serait intéressant de:

- Appeler les acteurs impliqués dans la gestion des eaux usées et des boues de vidange à intégrer la nature à leur transition écologique ;
- Approfondir la protection de la biodiversité des Niayes en étroite collaboration avec les gestionnaires des stations et même en faire une responsabilité sociétale et environnementale de ces deniers ;
- Convertir les vidangeurs manuels et les inciter à la formalisation ;
- Avoir recours à d'autres types de curage respectueux de l'environnement et de la santé en l'absence d'hydrocureurs ou au vu de la cherté de ce service pour les ménages ;
- Inciter les STBV à ne plus prendre de BV au-delà de leurs capacités et à orienter les camions dans les autres stations en cas d'atteinte de leur capacité.
- La récupération des zones de dépotages sauvages pour usage public pourrait décourager les vidangeurs pollueurs de l'environnement ;

6 Conclusion

L'identification et la mise en œuvre de ce projet s'inscrivait dans le cadre de la mise en œuvre de la feuille de route vers le 9e Forum Mondial de l'eau à travers une approche impliquant les jeunes du secteur de l'eau et de l'assainissement.

Ses objectifs sont de traiter des questions d'assainissement, des enjeux liés à l'état des écosystèmes aquatiques dans la zone des Niayes, l'agriculture et la santé humaine, de redéfinir la valeur des boues de vidange et des eaux usées, la restauration et à la conservation des zones humides.



Ce projet de recherche-action participe à la gestion sécurisée des eaux usées et des boues de vidange et à la protection des écosystèmes.

La pertinence de ce projet n'est plus à juger, dans la mesure où ses objectifs et composantes entrent en droite ligne avec l'atteinte des ODD. Ses objectifs spécifiques définissent l'importance du projet par rapport aux ODD. En effet, la sécurisation de la gestion des eaux usées et des boues fécales dans la région de Dakar afin d'atténuer leurs dangers pour les écosystèmes contribuera à l'atteinte de l'ODD 6 : assurer la disponibilité et la gestion durable de l'eau et de l'assainissement pour tous.

En inscrivant la gestion des déchets liquides dans une démarche d'économie circulaire et en protégeant les écosystèmes et les zones humides, le projet s'inscrit en ligne droite avec l'ODD 15 : protéger, restaurer et promouvoir l'utilisation durable des écosystèmes terrestres, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, stopper et inverser la dégradation des terres et stopper la perte de biodiversité. La mise en œuvre du projet a privilégié une approche participative et de co-construction avec toutes les parties prenantes.

La mise en œuvre de ce projet a permis d'atteindre les résultats ci-dessous :

- Identification de sites de décharges illégales à Keur Ndiaye Lo ;
- Analyse des risques environnementaux;
- Evaluation des enjeux socio-économiques de la production horticole dans la zone des Niayes ;

La finalité du projet est de contribuer à l'identification des impacts socio-économiques et environnementaux de la mauvaise gestion des eaux usées et des boues de vidange sur les zones humides, les activités des horticulteurs/maraîchers et les conditions socio-sanitaires et environnementales des ménages et des vidangeurs. Il a permis de voir l'interconnexion entre les activités des vidangeurs, le travail des horticulteurs, le bien être environnemental des ménages et la gestion des systèmes de traitement des eaux usées et des boues de vidange.

7 Annexes

7.1 Annexe 1 : Questionnaire destiné aux ménages

Importance des données :

Ce questionnaire nous permettra d'apprécier le niveau de vie des ménages enquêtés (profil socio-économique) ainsi que la situation de l'emploi et de l'accès à l'assainissement dans la zone de l'étude. Ceci pourrait aussi être un moyen d'apprécier la création d'emplois par la mise en place d'une STBV. Par ailleurs, il permet d'apprécier si les exploitants sont des résidents ou non, mais également si les revenus tirés de ces activités sont leurs principales sources de revenu et le degré de l'impact de la multiplication des dépôts sauvages sur leurs activités notamment leur niveau de vie.

Questions	Réponses
Nom du répondant	
Fonction du répondant	
Numéro de téléphone	
Sexe	M
Civilité	Marié.e
	Divorcé.e
	Célibataire
	Veuf/Veuve
Âge	15 -25 ans
	25- 35 ans
	35- 45 ans
	45 et plus
Niveau d'étude	Primaire
	Moyen
	Secondaire
	Universitaire
	Coranique
Aucun	
EMPLOI	
Quelle est l'activité qui vous a occupé le plus au cours des 12 derniers mois ?	Pas de travail
	Inactivité saisonnière
	Obligation familiale

7.2 Annexe 2 : Echantillonnage

Le **tableau** ici-dessous nous donne la population totale dans la zone de l'étude.

Localités	Nombre de quartiers	de	Nombre de Ménages	Poids de la commune (%)
Cambérène	15		7704	10.91%
Pikine Nord	1		347	0.49%
Patte D'oise	10		7471	10.6%
Tivaouane Peulh-Niagha	10		5335	7.6%
Pikine Ouest	22		7691	10.9%
Thiaroye sur Mer	34		7791	11.03%
Yeumbeul Nord	1		347	0.49%



	Autre (préciser)		
Avez-vous cherché du travail au cours des 4 dernières semaines ? (si la réponse de Q1 = 1)	Oui		
	Non (Pourquoi ?)		
Dans quel secteur d'activité êtes-vous ?	Agriculture		
	Maraîchage		
	Pêche		
	Commerce		
	Transformation		
	Transport		
	Autres (à préciser)		
Comment est payé votre travail ?	Régulièrement (espèce)		
	A la tâche		
	Aide familiale (pas payer)		
REVENU DU MÉNAGE – NIVEAU DE VIE DU MÉNAGE			
Quelle est la source principale du revenu dans le ménage ?	Salaire		
	Agriculture		
	Maraîchage		
	Consultance		
	Pêche		
	Transformation		
	Commerce		
	Autre		
Votre salaire est-il régulier ou non ?			
Comment utilisez-vous vos revenus ?	Ration alimentaire		
	Achat de biens personnels		
Keur Ndiaye LO	1	869	1.23%



	Paiement des frais scolaires et frais médicaux Paiement des factures ; Epargne Autre
Quelles sont les voies principales d’approvisionnement en denrées alimentaires ?	Achat Agriculture (maraîchage, pêche) Aides des proches
Dans quelle tranche se situe le revenu moyen du ménage ?	200.000 – 400 000 450 000 – 600 000 650 000 et plus
Possédez-vous dans votre ménage ?	Télé Frigo Bicyclette Moto Voiture ; Cuisinière ; Autre (à préciser)
Votre maison, vous êtes?	Propriétaire Co propriétaire Locataire Autre
EQUIPEMENT SANITAIRE	
Possédez-vous des toilettes?	Oui Non Si non, pour quelle raison ? Et comment gérez-vous vos besoins ?



Si oui, quel type de toilettes utilisez-vous ?		Toilette simple Toilette VIP Toilette sèche Toilette à chasse Autres...	
Combien de personnes utilisent vos toilettes ?			
Vos toilettes sont-elles munies d'une chasse d'eau ?		Oui	
		Non	
Où vont les eaux chassées des toilettes ?		Puits perdue (directe dans la nature) Dans un dispositif de prétraitement Évacuer par des vidangeurs Autres	
Qu'introduisez-vous dans vos toilettes ?		Papier hygiénique Serviettes hygiéniques Préservatifs Eaux usées (eau de lessive, vaisselles, ménage, cuisine...) Autres ... préciser	
Partagez-vous cette installation avec d'autres personnes qui ne sont pas membres de votre ménage ?		Oui	
		Non	
Où se trouve vos sanitaires ?		À l'intérieur de la maison	
		À l'extérieur de la maison mais dans la concession	
		À l'extérieur de la concession	
Avez-vous déjà vidé vos fosses septiques ?		Oui	
Yeumbeul Sud	46	6944	9.83%



	Non
Si non, que faites- vous quand vos fosses sont pleines ?	
Si oui combien de fois l'avez-vous déjà fait ?	1
	2
	3
	4
A quelle fréquence la faite vous pendant l'année ?	1
	2
	3
	4
En général à quelle saison vos fosses sont-elles pleines ?	Saison sèche
	Hivernage
Par quel moyen videz-vous vos fosses ?	Vidangeur manuel Vidangeur mécanique Autres ... Préciser
Pourquoi ce choix ?	
Rencontrez-vous de difficultés pour vidanger vos fosses ?	Oui
	Non
Si oui, lesquelles ?	
Etes-vous satisfait de la méthode des vidangeurs ?	Oui
	Non
Si oui, pourquoi ?	
Si non, quelles contraintes y voyez-vous ?	
Que souhaiteriez-vous améliorer ?	Rapidité
	Discrétion
	Hygiène



	Sécurité		
	Autres...		
Dans le cas des vidangeurs manuel, comment appréciez-vous le coût de leur service ?	Moins cher		
	Abordable		
	Satisfaisante		
	Très cher		
Dans le cas des entreprises de vidange, comment appréciez-vous le coût de leur service ?	Moins cher		
	Abordable		
	Satisfaisante		
	Très cher		
A combien payez-vous pour une vidange ?	1000F à 2000F		
	2000F à 5000F		
	5000F et plus		
Ce prix vous convient-il ?	Oui		
	Non		
Seriez-vous prêt à payer pour un service de vidange amélioré (hygiène, sécurité, transport, et zone de dépotage agréée) ?	Oui		
	Non		
Si oui, combien ? (A vérifier)	5000 à 10 000		
	10 000 à 15 000		
	15 000 et plus		
Seriez-vous prêt à payer pour un service de vidange formel ?	Oui		
	Non		
Si oui, combien ? (A vérifier)	5000 à 10 000		
	10 000 à 15 000		
	15 000 et plus		
Si vidangeur manuel, comment entrez-vous en contact avec eux ?	Par téléphone		
	Par lien social (ami, parenté, ...)		
Rufisque Nord	38	12 017	17%



		Par le biais des réseaux sociaux	
		Autres ... Préciser	
Qu'attendez-vous en premier lieu d'un service de vidange ?			
Golf Sud	29	14 110	20%
Total	207	70 626	100

Source : ANSD (RGPHAE 2013)

La taille d'échantillon se calcule avec la formule suivante :

$$n = t^2 \times p \times (1-p) / m^2$$

n : Taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs pour un événement et un niveau de risque fixé

t : Niveau de confiance (la valeur type du niveau de confiance de 95 % sera 1,96)

p : proportion estimée de la population qui présente la caractéristique

m : Marge d'erreur (généralement fixée à 5 %)

Dans le cas de cette étude p n'étant pas connu, nous allons prendre 0,5.

En appliquant la formule de slovin et en supposant que 50% de la population répond à nos critères, nous obtenons la taille de l'échantillon = $N / (1 + N \cdot e^2)$ nous obtenons l'échantillon suivant :

$$\text{Taille de l'échantillon} = 70\,626 / (1 + 70\,626 \cdot (0.5)^2) = 397 \text{ Ménages}$$

Ainsi, notre échantillon porte sur 397 ménages

Le pas de sondage est de 10.

Le **tableau 2** suivant montre le nombre de ménages ciblés pour chaque commune

Localités	Nombre de ménages à enquêter
Cambérène	43
Pikine Nord	2
Patte D'oise	42
Tivaouane Peulh-Niagha	30
Pikine Ouest	43
Thiaroye sur Mer	44
Yeumbeul Nord	2
Keur Ndiaye LO	5
Yeumbeul Sud	39

PROFIL DU RÉPONDANT

Questions	Réponses
Nom du répondant	
Fonction du répondant	
Numéro de téléphone	
Sexe	F
	M
Civilité	Marié.e
	Divorcé.e
	Célibataire
	Veuf/Veuve
Âge	15 -25 ans
	25- 35 ans
	35- 45 ans
	45 et plus
Niveau d'étude	Primaire
	Moyen
	Secondaire
	Universitaire
	Coranique
	Aucun
EMPLOI	
Quelle est l'activité qui vous a occupé le plus au cours des 12 derniers mois ?	Pas de travail
	Inactivité saisonnière
	Obligation familiale
Rufisque Nord	68
Golf Sud	79
Total	397

7.3 Annexe 3 : Guide d'entretien avec les vidangeurs manuels

PROFIL DE L'ACTEUR	
Questions	Réponses



	Autre (préciser)
Avez-vous cherché du travail au cours des 4 dernières semaines ? (si la réponse de Q1 = 1)	Oui
	Non (Pourquoi ?)
Dans quel secteur d'activité êtes-vous ?	Agriculture
	Maraîchage
	Pêche
	Commerce
	Transformation
	Transport
	Autres (à préciser)
Comment est payé votre travail ?	Régulièrement (espèce)
	A la tâche
	Aide familiale (pas payer)
REVENU DU MÉNAGE – NIVEAU DE VIE DU MÉNAGE	
Quelle est la source principale du revenu dans le ménage ?	Salaire
	Agriculture
	Maraîchage
	Consultance
	Pêche
	Transformation
	Commerce
	Autre
Votre salaire est-il régulier ou non ?	
Comment utilisez-vous vos revenus ?	Ration alimentaire
	Achat de biens personnels
	Paiement des frais scolaires et frais médicaux



	Paiement des factures ;
	Epargne
	Autre
Quelles sont les voies principales d’approvisionnement en denrées alimentaires ?	Achat
	Agriculture (maraîchage, pêche)
	Aides des proches
Dans quelle tranche se situe le revenu moyen du ménage ?	200.000 – 400 000
	450 000 – 600 000
	650 000 et plus
Possédez-vous dans votre ménage ?	Télé
	Frigo
	Bicyclette
	Moto
	Voiture ;
	Cuisinière ; Autre (à préciser)
Votre maison, vous êtes?	Propriétaire
	Co propriétaire
	Locataire
	Autre
EQUIPEMENT SANITAIRE	
Possédez-vous des toilettes?	Oui
	Non
	Si non, pour quelle raison ? Et comment gérez-vous vos besoins ?
Nom et Prénom	
Age	



Si oui, quel type de toilettes utilisez-vous ?	Toilette simple Toilette VIP Toilette sèche Toilette à chasse Autres...
Combien de personnes utilisent vos toilettes ?	
Vos toilettes sont-elles munies d'une chasse d'eau ?	Oui
	Non
Où vont les eaux chassées des toilettes ?	Puits perdue (directe dans la nature) Dans un dispositif de prétraitement Évacuer par des vidangeurs Autres
Qu'introduisez-vous dans vos toilettes ?	Papier hygiénique Serviettes hygiéniques Préservatifs Eaux usées (eau de lessive, vaisselles, ménage, cuisine...) Autres ... préciser
Partagez-vous cette installation avec d'autres personnes qui ne sont pas membres de votre ménage ?	Oui
	Non
Où se trouve vos sanitaires ?	À l'intérieur de la maison
	À l'extérieur de la maison mais dans la concession
	À l'extérieur de la concession
Avez-vous déjà vidé vos fosses septiques ?	Oui
	Non
Si non, que faites-vous quand vos fosses sont pleines ?	
	1



Si oui combien de fois l'avez-vous déjà fait ?	2
	3
	4
A quelle fréquence la faite vous pendant l'année ?	1
	2
	3
	4
En général à quelle saison vos fosses sont-elles pleines ?	Saison sèche
	Hivernage
Par quel moyen videz-vous vos fosses ?	Vidangeur manuel Vidangeur mécanique Autres ... Préciser
Pourquoi ce choix ?	
Rencontrez-vous de difficultés pour vidanger vos fosses ?	Oui
	Non
Si oui, lesquelles ?	
Etes-vous satisfait de la méthode des vidangeurs ?	Oui
	Non
Si oui, pourquoi ?	
Si non, quelles contraintes y voyez-vous ?	
Que souhaiteriez-vous améliorer ?	Rapidité
	Discrétion
	Hygiène
	Sécurité
	Autres...
Dans le cas des vidangeurs manuel, comment appréciez-vous le coût de leur service ?	Moins cher
	Abordable
	Satisfaisante



	Très cher
Dans le cas des entreprises de vidange, comment appréciez-vous le coût de leur service ?	Moins cher
	Abordable
	Satisfaisante
	Très cher
A combien payez-vous pour une vidange ?	1000F à 2000F
	2000F à 5000F
	5000F et plus
Ce prix vous convient-il ?	Oui
	Non
Seriez-vous prêt à payer pour un service de vidange amélioré (hygiène, sécurité, transport, et zone de dépotage agréée) ?	Oui
	Non
Si oui, combien ? (A vérifier)	5000 à 10 000
	10 000 à 15 000
	15 000 et plus
Seriez-vous prêt à payer pour un service de vidange formel ?	Oui
	Non
Si oui, combien ? (A vérifier)	5000 à 10 000
	10 000 à 15 000
	15 000 et plus
Si vidangeur manuel, comment entrez-vous en contact avec eux ?	Par téléphone
	Par lien social (ami, parenté, ...)
	Par le biais des réseaux sociaux
	Autres ... Préciser
Qu'attendez-vous en premier lieu d'un service de vidange ?	
Adresse	
Contact	



Scolarisation/ Formation	
DETAILS DUR L'ACTIVITE	
Depuis quand pratiquez-vous cette activité ?	
Quelle est la fréquence mensuelle de l'activité ?	
Est-ce votre activité principale ?	Oui
	Non
Quelle est votre motivation à pratiquer cette activité ?	
Quelle est votre zone d'intervention ?	
Qui est votre clientèle ?	
Quels sont vos revenus ?	
Quels sont les modes de paiement ?	
Quel est votre niveau d'intervention	Curage
	Vidange
	Les deux
Comment procédez-vous pour la vidange ?	
Quels sont les matériels que vous utilisez ?	
Travaillez-vous en collaboration ou seul ?	
Comment se fait la gestion des boues (transport, élimination, site de dépôt (distance par rapport aux sources d'eau) ?	
Travaillez-vous en collaboration avec d'autres acteurs (vidangeurs, acteurs de l'assainissement, maraichers, horticulteurs...)	
CONNAISSANCE DES RISQUES ET DIFFICULTES	
Avez-vous connaissance des normes et de la réglementation ?	



Subissez-vous des contrôles/ Contreventions de la part des autorités sanitaires ou environnementales ?	
Quels sont les risques potentiels et vécus personnels ?	
Avez-vous connaissance des risques environnementaux et de dégradation du cadre de vie que peut entraîner la vidange manuelle ?	
Quelles sont les mesures de précaution et de prévention que vous prenez ?	
Quelles sont les difficultés que vous rencontrez ?	
BESOINS D'APPUI POUR L'AMELIORATION ET LA REGULATION DE L'ACTIVITE	
Existe-t-il un besoin de formation ?	
Pensez-vous avoir besoin d'organisation/ Reconnaissance-régularisation ?	
De quel appui logistique avez-vous besoin ?	
Quel serait votre engagement à bénéficier de formation ?	
Êtes-vous disposé à collaborer avec d'autres acteurs ?	

7.4 Annexe 4 : Guide d'entretien avec les vidangeurs mécaniques

PROFIL DE L'ACTEUR	
Questions	Réponses
Nom et Prénom	
Age	
Adresse	
Contact	
Scolarisation/ Formation	
DETAILS SUR L'ACTIVITE	



Depuis combien de temps pratiquez-vous cette activité ?	
Quelle est la fréquence mensuelle de l'activité ?	
Est-ce votre activité principale ?	Oui
	Non
Quelle est votre motivation à pratiquer cette activité ?	
Qu'utilisez-vous comme équipements de vidanges ?	Pomper Gulper
	Moto pompe et charrette citerne
	Camion de vidange
Quelle est votre zone d'intervention ?	
Qui est votre clientèle ?	
Quels sont vos revenus ?	
Quels sont les modes de paiement ?	
Travaillez-vous en collaboration ou seul ?	
Quel est votre niveau d'intervention	Curage
	Vidange
	Les deux
Les installations sanitaires sont-elles difficiles d'accès ?	
Connaissez-vous les différentes STBV de Dakar?	
Videz-vous dans ces STBV ?	
Comment appréciez-vous la gestion des STBV ?	
Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans les STBV ?	
Les distances de transport posent-elle un problème ?	Oui
	Non
Si "Oui", lesquels?	
Vous arrive-t-il de pratiquer un dépotage sauvage ?	



Dans quelle zone pratiquez-vous le dépôtage sauvage ?	
Qu'est-ce qui vous pousse à cette pratique ?	
Travaillez-vous en collaboration avec d'autres acteurs (vidangeurs, acteurs de l'assainissement, maraichers, horticulteurs...)	
CONNAISSANCE DES RISQUES ET DIFFICULTES	
Avez connaissance des normes et de la réglementation ?	
Subissez-vous des contrôles/ Contreventions de la part des autorités sanitaires ou environnementales ?	
Quels sont les risques potentiels et vécus personnels ?	
Avez-vous connaissance des risques environnementaux et de dégradation du cadre de vie que le dépôtage sauvage peut entraîner?	
Quelles sont les mesures de précaution et de prévention que vous prenez ?	
Quelles sont les difficultés que vous rencontrez ?	
BESOINS D'APPUI POUR L'AMELIORATION ET LA REGULATION DE L'ACTIVITE	
Existe-t-il un besoin de formation ?	
Pensez-vous avoir besoin d'organisation, de Reconnaissance et ou de régularisation ?	
De quel appui logistique avez-vous besoin ?	
Quel serait votre engagement à bénéficier de formation ?	
Êtes-vous disposé à collaborer avec d'autres acteurs ?	



7.5 Annexe 5 : Guide d'entretien institutionnel

PROFIL DE LA STRUCTURE	
Questions	Réponses
Nom	
Type	Structure publique
	Structure privée
	ONG
	Organisation de la Société Civile
	Organisation Communautaire de Base
Localisation	
Nom de la personne interviewée	
Fonction de la personne interviewée	
Contact de la personne interviewée	
Quelle est la Mission de la structure ?	
Quels sont les objectifs de la structure ?	
GESTION DES EAUX USEES ET DES BOUES DE VIDANGE	
Comment jugez-vous la situation de la gestion des eaux usées et des boues de vidanges dans la zone d'étude ?	
Quel est le type d'assainissement de la zone d'étude ?	
Quel est le niveau d'accès à l'assainissement de la zone d'étude ?	
Quels sont les ouvrages d'assainissement les plus présents dans cette zone ?	



Comment jugez-vous l'usage des STEP /STBV existantes ?	
Quelles sont les limites de ces STEP/STBV ?	
Quel est l'impact de la situation sur l'environnement, la santé, le développement agricole, et la protection des zones humides ?	
Avez-vous noté des pratiques de vidange manuelle ou de dépotage sauvage dans cette zone ?	
Quelles stratégies préconisez-vous pour lutter contre ces pratiques ?	
Quels sont les projets d'assainissement en cours ou à court terme que vous connaissez dans cette zone ?	
Quelles sont les difficultés que votre structure rencontre dans la mise en œuvre de ses actions dans cette zone ?	
Quelles en sont les causes ?	
PROJETS/ PROGRAMME DANS LE DOMAINE DE L'ASSAINISSEMENT ET VALORISATION DES SOUS-PRODUITS	
Quelle est la zone d'intervention du projet/programme ?	
Quel est l'objet du projet/programme ?	
Quels sont les objectifs du projet/programme ?	
Quels sont les Résultats attendus et impacts du projet/programme ?	
Quelles sont les cibles du projet/programme ?	
Quelle est la durée du projet/programme ?	
Quels sont les partenaires du projet/programme ?	
Est-ce qu'il existe des perspectives de collaboration potentielle avec d'autres acteurs ?	



Quelles sont les difficultés que vous rencontrez ?	
PROJETS/ PROGRAMME DANS LE DOMAINE DE L'AGRICULTURE (MARAICHAGE/HORTICULTURE)	
Quelle est la zone d'intervention du projet/programme ?	
Quel est l'objet du projet/programme ?	
Quels sont les objectifs du projet/programme ?	
Quels sont les Résultats attendus et impacts du projet/programme ?	
Quelles sont les cibles du projet/programme ?	
Quelle est la durée du projet/programme ?	
Quels sont les partenaires du projet/programme ?	
Est-ce qu'il existe des perspectives de collaboration potentielle avec d'autres acteurs ?	
Quelles sont les difficultés que vous rencontrez ?	
PROJETS/ PROGRAMME POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ZONES HUMIDES	
Quelle est la zone d'intervention du projet/programme ?	
Quel est l'objet du projet/programme ?	
Quels sont les objectifs du projet/programme ?	
Quels sont les Résultats attendus et impacts du projet/programme ?	
Quelles sont les cibles du projet/programme ?	



Quelle est la durée du projet/programme ?	
Quels sont les partenaires du projet/programme ?	
Est-ce qu'il existe des perspectives de collaboration potentielle avec d'autres acteurs ?	
Quelles sont les difficultés que vous rencontrez ?	
GOUVERNANCE	
Quelles sont vos relations avec les différents acteurs ?	
Existe-t-il un cadre de collaboration ?	
Avez-vous des relations avec les vidangeurs mécaniques ?	
Avez-vous des relations avec les vidangeurs manuels ?	
EVALUATION ET PERSPECTIVES	
Comment appréciez-vous la situation actuelle de l'assainissement : adéquation par rapport au besoin, pertinence, limites et améliorations potentielles à développer ?	
Comment appréciez-vous les engagements de la population ?	
Comment appréciez-vous les engagements du gouvernement ?	
Comment appréciez-vous les engagements de la population de la société civile ?	
Comment appréciez-vous les engagements du secteur privé ?	



Quelles sont les perspectives de la structure ?	
Quels sont vos avis sur les projets en vue : valorisation des sous-produits de l'assainissement, aménagement des sites de dépotage, dotation de toilette biofilters,...	

7.6 Annexe 6 : Détermination des propriétés physico-chimiques des sols Techniques de collecte des échantillons de sol déterminations des différents paramètres

Les activités au terrain ont d'abord consisté à forer des trous à des emplacements bien définis (bas-fond et plateaux) dans les espaces maraîchers avoisinant les stations d'épuration de Cambéréne, Pikine, et de Rufisque.

Pour les besoins de l'étude, on les dénommait ST1, ST2, ST3 et les emplacements matérialisés par des identifications notées P en fonction du nombre choisi, nombre commandé par les irrégularités notées au sein de la station.

La profondeur des trous est calée sur les orientations de l'étude en question et dans ce cas-ci, il est question d'une zone à vocation maraîchère, donc la profondeur maximale est limitée à 50cm.

L'analyse des couleurs des différents horizons s'est faite à l'aide du code Munsell.

Les échantillons des différents profils prélevés dans toutes les stations vont être dénommés sous la forme StxPyHz (où x, y, z sont des grandeurs variables).

Détermination des différents paramètres

Détermination du pH

Principe

Le pH est un indicateur chiffré relié à la concentration en H_3O^+ ou H^+ d'une solution aqueuse. Il est mesuré dans la solution du sol à l'aide d'un pH-mètre.

On a utilisé une suspension du sol (rapport sol/eau – 1 :2,5)

Mode opératoire

Ø Sécher à l'air libre les l'échantillon de sol puis Tamisage avec tamis 2mm pour séparer les pierres et graviers.

Ø À l'aide de la balance, prélever 20g de sol que l'on met dans un bécher de 250ml étiqueté avec l'identification des échantillons.

Ø Ajouter de l'eau à un rapport $1/_{2,5}$. donc pour les 20g on ajoutera 50 ml d'eau.



Ø Agiter énergiquement la solution à l'aide d'un agitateur magnétique et du barreau aimanté pendant 30 mn.

Ø Introduire la solution obtenue dans le pH-mètre après avoir calibrer avec les solutions tampons.

Ø Lire la valeur obtenue sur l'écran et si elle n'est pas stable on relève la valeur du pH après 5mn

Matière organique

Principe

La matière organique étant constituée, dans sa presque totalité, de carbone (58%) on effectue l'analyse par dosage de carbone.

Ce carbone est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone.

L'excès de bichromate de potassium est titré par la solution de sel de Mohr, en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au vert.

Le bichromate de potassium change de couleur selon la quantité de produit réduit et ce changement de couleur peut être comparé à la quantité de carbone organique présent dans le sol. Cette méthode permet de mesurer le carbone organique. On exprime la matière organique du sol en multipliant la valeur du carbone par le facteur 1.712.

Mode opératoire

-D'abord on utilise un sol finement broyé et passé au tamis avec des mailles de 0,2mm et ensuite on prend une prise d'essai :

1g si le sol est moyennement organique ;

2g si le sol est peu ou pas coloré en noir ;

Moins de 1g si le sol est foncé ou apparemment riche en débris végétaux

1^{ère} Phase : L'oxydation

- Ajout de 10ml de la solution de bichromate de potassium à 8% à la pipette
- Agitation puis ajoute à l'aide d'éprouvette 20ml d'acide sulfurique
- Agitation pendant 1mn sous hotte
- Laisser reposer pendant 30mn



- Ajouter 150ml d'eau distillée pour arrêter la réaction d'oxydation

2^{ème} Phase : Dosage

- Dosage en retour avec ajout de 6 gouttes de Ferroïne jusqu'au virement au couleur sombre)
- Dosage avec le sel de Mohr : gouttes en agitant jusqu'au virement au couleur rouge.
- Lire le volume de sel de Mohr

N.B : une solution témoin doit être préparée dans un erlenmeyer avec 10 ml de bichromate de potassium à 8% et 10 ml d'acide sulfurique. Après être titrée dans les mêmes conditions, cela permet de vérifier la normalité du sel de Mohr 0,2 N.

Azote total

La méthode utilisée pour la détermination de N est celle de la colorimétrie.

Mode opératoire

Minéralisation

L'échantillon de sol subit une minéralisation à chaud en milieu acide sulfurique concentré et se fait en présence de catalyseur (le sélénium, et le sulfate de potassium).

- Peser environ 1 g (± 0.2 mg) de sol broyé et tamisé à 0,2 mm et séché à l'air.
- Introduire la prise d'échantillon dans une fiole.

Ajouter une pincée de catalyseur (mélange de KCl de CuSO_4 et de sélénium) et 2mL d' H_2SO_4 concentrée. Dans une autre fiole qui servira de témoin, mettre 2mL d' H_2SO_4 concentrée et le catalyseur.

Porter la fiole à ébullition et maintenir celles-ci jusqu'à coloration identique à celle du témoin (solution limpide).

Distillation

Programmer le distillateur et ouvrir l'arrivée d'eau de refroidissement.

- Distiller et recueillir le distillat dans un bécher de 250 ml contenant 20 ml d'acide borique, la pointe du réfrigérant doit plonger de quelques millimètres seulement dans la solution.
- Retirer le bécher et laver l'extrémité du réfrigérant

Dosage



- Vérifier les paramètres du dosage.
- Effectuer les titrages avec l'acide sulfurique
- Vérifier régulièrement le titre de l'acide avec une solution de carbonate de sodium
- Vérifier le bon fonctionnement de l'appareil en distillant 10 ml de solution de chlorure d'ammonium

Effectuer plusieurs mesures, celles-ci permettront de déterminer la précision du dosage (l'écart type relatif doit être inférieur à 1 %).

Teneur en azote totale (en %)	Estimation
0.10 – 0.25	Très pauvre
0.25 – 0.45	Pauvre
0.45 – 0.80	Moyen
0.80 – 1.50	Riche
1.50 – 3.00	Très Riche
3.00 – 6.00	Excellente

Interprétation de l'azote total (N)

Rapport C/N

Selon Boyer (1982), les valeurs de C/N inférieures à 9 impliquent une minéralisation rapide de la matière organique avec pour conséquence une fourniture excédentaire d'azote aux plantes. Le statut de l'azote et de la décomposition de matière organique est indiqué par le rapport C/N qui s'interprète selon les cas décrits ci-dessous :

$\emptyset C/N < 15$: production d'azote, la vitesse de décomposition s'accroît ; elle est à son maximum pour un rapport C/N = 10 ;

$\emptyset 15 < C/N < 20$: besoin en azote couvert pour permettre une bonne décomposition de la matière carbonée ;



$\emptyset C/N > 20$: Pas assez d'azote pour permettre la décomposition du carbone (il y a compétition entre l'absorption par les plantes et la réorganisation de la matière organique par les microorganismes du sol, c'est le phénomène de "faim d'azote"). L'azote est alors prélevé dans les réserves du sol. La minéralisation est lente et ne restitue au sol qu'une faible quantité d'azote minéral (source INP).

Bases échangeables

Principe

Les bases échangeables sont principalement le calcium Ca^{++} , le Magnésium (Mg^{++}), le Potassium (K^{+}) et le Sodium (Na^{+}). Elle n'indique pas seulement la teneur mais peuvent être utilisées également pour évaluer la balance entre les cations.

Mode opératoire

- ü Peser 20g de sol tamisé à 2mm
- ü Ajouter 50ml d'acétate d'ammonium (pour la préparation on pèse 77.08g pour 1L d'eau distillée)
- ü Agiter et laisser en contact pendant une nuit
- ü Filtrer le lendemain dans la solution en plaçant le papier filtre sur l'entonnoir et le tout au-dessus de l'erlenmeyer qui sert à recueillir le filtrat
- ü Poursuivre la percolation par fraction successive de 50 ml d'acétate de sodium qu'on met ans le pot en contact avec le sol pendant 30mn jusqu'à avoir un volume versé d'acétate d'ammonium égale à 250ml soit 5 filtration de 50ml.
- ü Etiqueter les échantillons qui seront utilisées pour déterminer des bases échangeables (Na^{+} , Ca^{++} , Mg^{++} et K^{+})

Phosphore assimilable

En agronomie, on utilise un concept de phosphore assimilable pour estimer la part du phosphore total disponible pour les plantes qu'elles soient cultivées ou non (C.S.R.E.B, 2001). Il s'exprime en pour mille.

Mode opératoire :

Plusieurs méthodes analytiques ont été mises au point pour mesurer ce phosphore assimilable. Selon que le pH est acide ou basique, la détermination du phosphore assimilable se fera par la méthode de Bray ou celle d'Olsen.

Méthode de Bray :



Peser 5 g de terre fine dans une fiole conique de 250 ml

Ajouter 35 ml de la solution d'extraction de Bray1 (rapport sol-solution= 1/7).

Agiter pendant 1h à l'agitateur électrique à une vitesse de 950 puis mettre la solution dans le centrifugeur (photo 8) réglé à 4000 t/min et on filtre après.

Faire une prise d'essai de 20 ml de la solution filtrée dans une fiole de 50 ml;

Ajouter 20 ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif sulfomolybdique

Mélanger la solution obtenue et placer pendant 10 min dans un bain marie à 30 °C (coloration bleu-vert).

Laisser refroidir et ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

Régler le spectrophomètre (photo 9) à 650 nm et on lire les valeurs à l'aide d'un tube qu'on placera dans l'appareil.

Méthode d'Olsen modifié :

Peser 1 g de terre fine dans une fiole de 250 ml et on ajoute 50 ml de la solution d'extraction d'Olsen (Bicarbonate de Sodium M/20)

Placer à l'agitateur mécanique pendant 1 h et on centrifuge pendant 5 min à 4000 t/min.

Prélever à la pipette 20 ml de la solution dans une fiole de 250 ml puis ajouter goutte à goutte 0.5 ml d'acide sulfurique concentré en agitant pour laisser dégager le CO₂.

Conserver la solution dans la hotte pendant une nuit.

On y ajoute 20 ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif sulfomolybdique. Bien homogénéisée, la solution est placée dans un bain Marie à 30 °C pendant 10 min puis on ajuste avec de l'eau distillée. On règle le spectrophomètre à 650 nm puis on lit les valeurs à l'aide d'un tube qu'on placera dans l'appareil.

L'estimation générale pour le phosphore assimilable se fait en ppm et dépend de la méthode utilisée. Le tableau ci-dessous nous donne l'interprétation du phosphore.

Méthodes	Haut (engrais non probable)	Moyen (engrais probable)	Bas (engrais très probable)
Olsen modifié	>15	15 – 5	<5



Bray 1	>50	50 – 15	<15
--------	-----	---------	-----

La capacité d'échange cationique (CEC)

La capacité d'Échange Cationique d'un sol est la quantité totale de cations retenus par le complexe absorbant. Elle est exprimée en milliéquivalent par cent grammes de terres fines (meq/100g). Elle permet l'évaluation globale de la fertilité potentielle d'un sol.

Mode opératoire

Pour déterminer la CEC on utilise la méthode de saturation au NH₄ :

Le complexe colloïdal est saturé au NH₄ à pH 7.

On enlève l'excès de sels avec l'alcool (éthanol) ensuite l'ion NH₄⁺ est remplacé par l'ion K⁺ en traitant l'échantillon avec KCl 10 % à pH 2.5.

Finalement le NH₄ est dosé par distillation et par titrage.

Estimation	CEC (meq/ 100g)
Très haut	>40
Haut	25-40
Moyen	15-25
Bas	5-15
Très bas	0-5

Tableau des résultats des paramètres analysés dans le sol



IDS	pHeau 1/2,5	CE 1/10 µs/Cm	%C	MO %	N %	C/N	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	S meq/100g	CEC meq/100g	T %	PSE %	Ca/Mg	K/Mg	Ca+Mg/K
St1 P1 H1	8,2	145	0,16	0,275	0,024	7	0,476	0,125	0,147	0,015	46	0,763		15	3	3,81	0,12	40,07
St1 P1 H2	8,4	310	0,886	1,528	0,087	10	2,379	0,35	0,228	0,05	122	3,007	7	43	3	6,80	0,14	54,58
St1 P2 H1	8,7	37,2	0,053	0,092	0,015	4	0,476	0,25	0,065	0,015	56	0,806	5	16	1	1,90	0,06	48,40
St1 P2 H2	7,9	121	0,479	0,825	0,052	9	1,427	0,25	0,113	0,022	146	1,814	7	26	2	5,71	0,09	76,23
St2 P1 H1	7,6	139	0,089	0,153	0,018	5	0,476	0,135	0,098	0,02	89	0,728	5	15	2	3,53	0,15	30,55
St2 P1 H2	7,7	269	1,117	1,925	0,106	11	1,903	0,736	0,195	0,07	167	2,904	10	29	2	2,59	0,10	37,70
St2 P2 H1	8,2	129	0,231	0,397	0,029	8	0,476	0,325	0,098	0,018	92	0,917	8	12	1	1,46	0,06	44,50
St2 P2 H2	7,8	301	0,94	1,62	0,091	10	2,379	0,85	0,179	0,034	134	3,441	10	34	2	2,80	0,04	94,97
St3 P1 H1	8,4	116	0,532	0,917	0,056	10	5,709	0,99	0,13	0,028	1	6,857	7	97	2	5,77	0,03	239,25
St3 P1 H2	8,2	143	0,621	1,07	0,063	10	5,233	1,45	0,13	0,036	2	6,85	8	86	2	3,61	0,02	185,64
St3 P2 H1	7,8	662	0,496	0,856	0,053	9	4,282	1,35	0,326	0,015	1	5,973	7	85	5	3,17	0,01	375,47
St3 P2 H2	8,4	157	0,248	0,428	0,031	8	5,233	1,36	0,163	0,006	3	6,762	7	97	2	3,85	0,00	1098,83

Tableau de commentaires procurés par l'INP

IDS	pHeau 1/ 2,5	CE 1/10 µs/Cm	%C	N %	C/N	P ppm	S meq/100g	CEC meq/100g	T %	PSE %	Ca/Mg	K/Mg	Ca+Mg/K
St1 P1 H1	Peu alcalin	Non salin	Insuffisant	Moyen	satisfaisant	Moyen	Faible	Petit CEC	Insuffisant	Non sodique	Optimal	Optimal	Fort
St1 P1 H2	Peu alcalin	Legèrement salin	Elevé	Tres bon	satisfaisant	Haut	Moyenne	Petit CEC	Saturation faible	Non sodique	Optimal	Optimal	Trop fort
St1 P2 H1	Alcalin	Non salin	Insuffisant	Bas	satisfaisant	Moyen	Faible	Petit CEC	Insuffisant	Non sodique	Acceptable	Acceptable	Trop fort
St1 P2 H2	Peu alcalin	Non salin	Elevé	Tres bon	satisfaisant	Haut	Mediocre	Petit CEC	Insuffisant	Non sodique	Optimal	Acceptable	Trop fort
St2 P1 H1	Peu alcalin	Non salin	Insuffisant	Bas	satisfaisant	Haut	Faible	Petit CEC	Insuffisant	Non sodique	Optimal	Insuffisant	Fort
St2 P1 H2	Peu alcalin	Legèrement salin	Elevé	Tres bon	peu élevé	Haut	Moyenne	CEC Moyenne	Insuffisant	Non sodique	Optimal	Acceptable	Fort
St2 P2 H1	Peu alcalin	Non salin	Elevé	Moyen	satisfaisant	Haut	Faible	Petit CEC	Insuffisant	Non sodique	Acceptable	Acceptable	Trop fort
St2 P2 H2	Peu alcalin	Legèrement salin	Elevé	Tres bon	satisfaisant	Haut	Moyenne	CEC Moyenne	Insuffisant	Non sodique	Optimal	Insuffisant	Trop fort
St3 P1 H1	Peu alcalin	Non salin	Elevé	Tres bon	satisfaisant	Bas	Bonne	Petit CEC	Saturation correcte	Non sodique	Optimal	Insuffisant	Trop fort
St3 P1 H2	Peu alcalin	Non salin	Elevé	Tres bon	satisfaisant	Bas	Bonne	Petit CEC	Saturation correcte	Non sodique	Optimal	Insuffisant	Trop fort
St3 P2 H1	Peu alcalin	Salin	Insuffisant	Tres bon	satisfaisant	Bas	Moyenne	Petit CEC	Saturation correcte	Non sodique	Optimal	Insuffisant	Trop fort

Granulométrie du sol

IDS	%SG	%SM	%SF	%LG	%LF	%A
St1 P1 H1	0,255	41,205	53,34	1,95	1,75	1,5



St1 P1 H2	0,96	36,38	48,83	9,83	1,75	2,25
St1 P2 H1	0,4	53,005	41,79	0,805	1,25	2,75
St1 P2 H2	0,65	49,68	41,71	4,46	0,75	2,75
St2 P1 H1	0,265	43,48	50,065	2,69	1,25	2,25
St2 P1 H2	0,435	44,87	36,895	14,3	1,5	2
St2 P2 H1	0,945	37,75	36,095	21,71	0,75	2,75
St2 P2 H2	1,275	57,86	26,105	11,01	0,5	3,25
St3 P1 H1	7,37	29,735	29,285	23,11	7	3,5
St3 P1 H2	1,385	35,58	33,355	21,93	3,75	4
St3 P2 H1	0,74	40,23	28,19	17,09	9	4,75
St3 P2 H2	1,38	42,305	34,75	7,065	3,75	10,75