

Valorisation des déchets fermentescibles en agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo au Bénin

Présenté par

Komlan Wotodzo AWUDJA

pour l'obtention du Master en Développement de l'Université Senghor

Département Environnement

Spécialité Gestion de l'Environnement

le 10 Mars 2019

Devant le jury composé de :

Dr Martin YELKOUNI Président

Directeur du département Environnement,
Université Senghor, Alexandrie, Egypte

Dr Rim Abd El-Hamid HUSSEIN Examinatrice

Professeur à l'Institut Supérieur de Santé
Publique, Université d'Alexandrie, Egypte

M. Louis-Edouard POUGET Examineur

Chef de service, chargé de missions coopération
décentralisée, Métropole de de Lyon, France

Remerciements

J'exprime ma reconnaissance au Docteur Martin YELKOUNI, Directeur du département environnement qui a dirigé et encadré ce mémoire de la première à la deuxième année du master.

Ma gratitude au professeur Suren ERKMAN de l'université de Lausanne ; au Professeur Emmanuel NGNIKAM de Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Yaoundé et au professeur Rémy BAYARD de l'Institut National des Sciences Appliqués de l'Université de Lyon pour leurs conseils et orientations.

Merci au Docteur Rim Abd El-Hamid HUSSEIN de l'Institut Supérieur de Santé Publique, Université d'Alexandrie qui a accepté examiner ce travail.

Je remercie particulièrement monsieur Louis-Edouard POUGET de la direction de la propreté du Grand Lyon pour avoir accepté co-dirigé ce travail.

Mes vifs remerciements aux professeurs Koffi AKPAGANA, Sêmihinva AKPAVI, Kissao GNANDI, Ampah Kodjo C. JOHNSON de l'université de Lomé pour m'avoir fait confiance en me recommandant pour cette formation.

Merci à madame Marie SAMY, assistante de direction du département environnement et monsieur Ahmad ALYASSAKY de la bibliothèque universitaire de l'Université Senghor à Alexandrie pour leurs conseils.

Je tiens également à remercier le personnel de la mairie de Porto-Novo et plus particulièrement à mon maître de stage monsieur Grégoire M. NOUDAÏKPON.

Ma reconnaissance à monsieur Kokouvi AMOUDI, monsieur Kossi AGBATI et à monsieur Kodjo ENOUMODJI de la mairie de Lomé pour leur soutien technique et moral.

Que les familles ANKOU, AWUDJA, DONKOR, BUSSUWOKPO, AWUDO et AWOUDJA trouvent ici ma gratitude pour leurs appuis moraux et financiers qui ne nous ont pas fait défaut.

Merci aux frères et sœurs de la communauté togolaise en Egypte pour les soutiens multiformes.

J'adresse mes remerciements à tous mes collègues de département environnement avec qui j'ai partagé de très bons moments durant ces deux années de formation.

Je remercie particulièrement les frères et sœurs du mouvement Jeunesse Presbytérienne Engagée pour Christ (JPEC) à travers son président national monsieur Kossi Séyram ZEWU, pour leurs soutiens multiformes

Que monsieur Sitsopé KOUNETRON, monsieur Amen AMOUSSOU, madame Rachel ASSOGBAVI, Monsieur Koffi TOGBONOU, Madame & Monsieur NYUITO, Docteur Yayra TETE, Docteur Kossi SAGBA trouvent ici ma profonde gratitude.

Merci à toutes et à tous pour vos soutiens, conseils et encouragements.

Dédicace

À mon cher tuteur Akoda Manassé ANKOU

À ma chère maman Abra Vinyo DONKOR

À ma chère et tendre épouse Enyonam Koko ASSAMA

À mon cher fils Phaniel Yayra AWUDJA

Résumé

La plupart des villes des pays en développement connaissent une forte croissance urbaine ayant pour corollaire une production importante de quantités de déchets dont la gestion est problématique. Dans ces pays, les collectivités locales à qui incombe la responsabilité de gestion de ces déchets ont le plus souvent recours à l'enfouissement ou au pire des cas aux dépôts sauvages et à l'incinération non contrôlée. Ces modes de gestion des déchets non écologiques ne sont pas sans conséquences sur l'environnement et le bien-être des populations.

Outre la problématique de la gestion des déchets qui se pose avec acuité, les villes sont également confrontées au problème de sécurité alimentaire et nutritionnelle dont l'agriculture urbaine est censée apporter en partie une solution. En effet, face au défi foncier et à une demande importante induite par la démographie galopante dans les villes, l'agriculture urbaine est contrainte à l'utilisation des engrais chimiques pour accroître la production. L'usage des intrants chimiques appauvrit les sols et compromet la qualité sanitaire des aliments.

Cette étude dont l'objectif est d'analyser la valorisation agricole des déchets fermentescibles dans la ville de Porto-Novo au Bénin est une contribution à la gestion écologique des déchets solides urbains. Pour ce faire, la démarche méthodologique s'est appuyée sur l'analyse des forces et faiblesses ainsi que des opportunités et menaces de la filière de gestion des déchets et du secteur de l'agriculture urbaine.

De ces analyses, il ressort que les déchets fermentescibles de la ville de Porto-Novo représentent une véritable ressource pouvant être valorisée en agriculture urbaine. Ainsi, grâce à un traitement axé sur le compostage des déchets fermentescibles pour la production d'amendements organiques de qualité, la municipalité de Porto-Novo pourra faire des économies sur les coûts de transport et d'enfouissement des déchets. Aussi, la valorisation agricole des déchets permettra d'intensifier l'agriculture urbaine pour répondre aux besoins alimentaires de la ville.

Cette nouvelle approche de gestion présente autant d'intérêt pour le secteur de la gestion des déchets que pour le secteur de l'agriculture urbaine.

Mots-clefs

Déchets fermentescibles, compostage, valorisation, agriculture urbaine, urbanisation, Porto-Novo

Abstract

Most of cities in developing countries are experiencing strong urban growth, resulting in significant amount of waste that is problematic to manage. In these countries, the local authorities responsible for the management of these wastes most often resort to landfill or worst cases to wild deposits and uncontrolled incineration. These non-ecological waste management methods have consequences on the environment and the well-being of people.

In addition to the acute problem of waste management, cities are also faced with the problem of food and nutrition security, which urban agriculture is expected to provide part of a solution. Faced with the land challenge and the high demand for urban demography, urban agriculture is forced to use chemical fertilizers to increase production. The use of chemical input impoverishes soil and compromises the health quality of food.

This study, which aims to analyse the agricultural exploitation of fermentable waste in the city of Porto-Novo in Benin, is a contribution to the ecological management of urban solid waste. To this end, the methodological approach was based on an analysis of the strengths and weaknesses as well as the opportunities and threats of the waste management sector and the urban agriculture sector.

From these analyses, it emerges that the fermentable wastes of the city of Porto-Novo represent a real resource that can be upgraded in urban agriculture. The municipality of Porto-Novo will be able to save on the costs of transport and landfill, thanks to a treatment that focuses on the composting of fermented waste for the production of good quality organic amendments. Agricultural waste diversion will also help to intensify urban agriculture to meet the meet city's food needs.

This new management approach is of interest to both the waste management sector and the urban agriculture sector.

Key-words

Waste, fermentable waste, composting, valorization, urban agriculture, urbanization, Porto-Novo

Liste des acronymes et abréviations utilisés

- AFD : Agence Française de Développement
- AHPP : Association des horticulteurs et pépiniéristes de Porto-Novo
- AUP : Agriculture Urbaine et Péri-urbaine
- AV : Apport volontaire
- CD : Coopération Décentralisée
- CDQ : Comité de Développement de Quartier
- CET : Centre d'Enfouissement Technique
- CIRAD : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
- DST : Direction des Services Techniques
- DSM : Déchet Solide Ménager
- DSU : Déchet Solide Urbain
- FADEC : Fonds d'Appui au Développement des Communes
- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
- FFOM : Fraction Fermentescible des Ordures Ménagères
- SWOT : Strengths, Weaknesses, opportunities, and Threats
- FICOL : Facilité d'Investissement des Collectivités Locales françaises
- GIE : Groupement d'Intérêt Economique
- Ha : Hectare
- IEPF : Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie
- IFDD : Institut de la Francophonie pour le Développement Durable
- MO : Matière Organique
- NIMBY : Not In My Back Yard
- NPK: Teneur en Azote, Phosphore et Potassium d'un engrais
- OCGD-PN : Organe de Concertation et de Gestion des Déchets de la ville Porto-Novo
- ODD : Objectifs de Développement Durable
- PADMAR : Projet d'Appui au Développement du Maraîchage
- PED : Pays en Développement
- PGUD : Projet de Gestion Urbaine Décentralisée
- PUGEMU : Projet d'Urgence de Gestion Environnementale en Milieu Urbain
- PME : Petite et Moyenne Entreprise
- PNVV : Projet Porto-Novo Ville Verte
- PR : Point de Regroupement des ordures
- REMO : Redevance d'Enlèvement des Ordures Ménagères
- TEOM : Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères
- UCOMAP : Union Communale des Maraîchers de Porto-Novo
- UCP : Union communale des Producteurs
- RUAF : Ressource Centers on Urban Agriculture and Food Security

Table des matières

Remerciements	i
Dédicace	ii
Résumé	iii
Mots-clefs.....	iii
Abstract	iv
Key-words.....	iv
Liste des acronymes et abréviations utilisés.....	v
Table des matières	vi
Liste des illustrations.....	vii
Liste des tableaux.....	viii
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Environnement urbain et développement durable	4
1.1 Développement urbain durable	4
1.2 Enjeux de la gestion des déchets urbains	5
1.3 Problématique de la valorisation des déchets organiques en agriculture	6
1.4 Définition des hypothèses de recherche	7
1.5 Présentation de la ville de Porto-Novo	7
1.6 Méthodologie de l'étude.....	9
1.6.1 Population de l'étude et échantillonnage.....	9
1.6.2 Méthode et outils de collecte	11
1.6.3 Méthode de traitement et d'analyse.....	12
1.7 Cadre juridique et institutionnel de la gestion des déchets à Porto-Novo.....	13
Chapitre 2 : Gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo	17
2.1 Etat des lieux de la gestion des ordures ménagères à Porto-Novo	17
2.1.1 Organisation et fonctionnement du système de gestion des déchets solides de Porto Novo	17
2.1.2 Typologie et caractéristiques des déchets solides urbains à Porto-Novo	17
2.1.3 Mode de gestion des déchets solides ménagers et organisation de la filière.....	19
2.1.4 Modes de financement des déchets solides ménagers	20
2.2 Diagnostic du système de gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo ..	22
2.2.1 Matériels de stockage des déchets dans les concessions.....	26
2.2.2 Voies d'élimination des déchets	26
2.2.3 Pratique actuelle du tri des déchets et considérations sociales.....	28
2.2.4 Valorisation agricole des déchets, une alternative de gestion	29
2.2.5 Réduction des coûts de transport et d'enfouissement	29
Chapitre 3 : Agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo	32
3.1 Définition et fonctions de l'agriculture urbaine et périurbaine.....	32
3.2 Dynamique de l'agriculture urbaine et périurbaine dans les villes en développement	33
3.3 Opportunités de l'agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo.....	34
3.4 Défis de l'agriculture urbaine à Porto-Novo	36
3.5 Nécessité de l'intensification écologique de l'agriculture urbaine à Porto-Novo ..	38
3.5.1 Usage des engrais organiques dans le secteur agricole à Porto-Novo	38
3.5.2 Analyse de la demande en fertilisants organiques	39
3.5.3 Aspect financier.....	40

3.5.4	Modalités d'application des engrais organiques	41
Chapitre 4: Alternatives de valorisation des déchets fermentescibles		43
4.1	Modalités de valorisation des déchets	43
4.1.1	Evolution du flux de matières organiques	43
4.1.2	Valorisation du métier d'éboueur	44
4.1.3	Tri des déchets solides urbains	44
4.1.4	Collecte sélective des déchets solides ménagers	45
4.2	Choix de la filière de valorisation	46
4.3	Stratégie de valorisation des déchets fermentescibles par compostage	46
4.3.1	Quantité prévisionnelle et qualité du compost	48
4.3.2	Réorganisation de la filière de gestion de déchets	49
4.3.3	Approche territoriale.....	50
4.3.4	Mode de gestion des unités de compostage	50
4.3.5	Approche communicationnelle	51
Conclusion générale		52
Références bibliographiques.....		55
Glossaire		ix
Annexes		xii
Annexe 1 : Fiche d'enquête auprès des agriculteurs urbains de Porto-Novo		xii
Annexe 2 : Fiche d'enquête auprès des ménages de la ville de Porto-Novo.....		xvi
Annexe 3 : Résultats de l'analyse comparative de la filière de compostage et de méthanisation		xviii
Annexe 4 : Composition des déchets solides urbains de Porto-Novo		xix
Annexe 5 : Photos illustratives de la gestion des déchets à Porto-Novo.....		xix
Annexe 6 : Photos illustratives de l'agriculture urbaine à Porto-Novo		xxi
Annexe 7 : Carte de situation de la ville de Porto-Novo		ix
Annexe 8 : Evolutions des superficies cultivables entre 2005 et 2016.....		x

Liste des illustrations

Figure 1: Composition des déchets urbains de Porto-Novo (Etude de l'organisation et du financement de la filière des déchets solides de Porto Novo/ valorisation des ordures ménagères, 2007)	18
Figure 2: Composition des déchets du point de regroupement de Foun Foun Tokpa.....	19
Figure 3: Consentement des ménages à payer pour la pré-collecte (Auteur, 2018)	21
Figure 4: Illustration de pratiques d'incinération sauvage sur les dépotoirs (Auteur, 2018).....	25
Figure 5: Matériels de collecte et de stockage des déchets (Auteur, 2018)	26
Figure 6: Voies d'élimination des déchets ménagers (Auteur, 2018)	27
Figure 7: Disponibilité des ménages à faire le tri (à gauche), disponibilité ramenée au type d'habitat (à droite) (Auteur, 2018)	29
Figure 8: Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine d'après Duchemin et al. (2008)	33
Figure 9: Les usages des fertilisants agricoles (Auteur, 2018)	37
Figure 10: Préférences des agriculteurs à l'utilisation des fertilisants organiques (Auteur, 2018)	39
Figure 11: Compétitivité des agriculteurs liée à l'utilisation des engrais organiques (Auteur, 2018)	42

Figure 12: Evolution de la production des déchets à Porto-Novo jusqu'en 2028 (Bureau d'études Ramboll, 2005) 44

Figure 13: Quantité (tonne) de DSU à enfouir après valorisation (Auteur, 2018) 47

Figure 14: Schéma du nouveau mode de gestion des déchets (Auteur, 2018) 49

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition des ménages enquêtés suivant les quartiers échantillonnés 10

Tableau 2 : Répartition des horticulteurs enquêtés..... 10

Tableau 3: Liste des entretiens 11

Tableau 4: Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces du système de gestion des déchets 23

Tableau 5: Projection des coûts liés au transport et enfouissement 30

Tableau 6: Analyse des forces-faiblesses et opportunités-menaces de l'agriculture urbaine à Porto-Novo..... 35

Tableau 7: Evaluation de la demande en fertilisants organiques 40

Tableau 8: Coût des engrais chimiques conventionnels et du compost 40

Tableau 9: Quantité prévisionnelle de compost en tonne/an 48

Introduction générale

Les pays en développement font face à une forte croissance démographique entraînant pour la plupart une urbanisation non maîtrisée qui porte atteinte au bien-être humain et à l'environnement. En effet, l'augmentation de la population s'accompagne également d'un accroissement des besoins. La satisfaction de ces besoins passe par des modes de production et de consommation peu soucieux de l'environnement et du bien-être humain ayant pour corollaire la production d'importante quantité de déchets qu'il convient de gérer.

Bien que la production des déchets soit inhérente aux activités humaines, elle devient cependant une véritable problématique publique en Afrique comme partout ailleurs avec le fait urbain (Chalot, 2004). Plusieurs études scientifiques ont montré que la production des déchets solides est positivement corrélée avec l'urbanisation et le développement économique (Agdag, 2008) cité par (Sotamenou, 2010).

Les projections sur l'augmentation de la population mondiale selon l'Organisation des Nations Unies (ONU) font état d'un doublement de la population africaine à l'horizon 2050 dont 88% de la croissance sera enregistrée en Afrique subsaharienne. L'essentiel de la croissance sera urbaine avec un taux de 93% dans les pays en développement (ONU-Habitat, 2011).

Cette densification des villes s'accompagne d'une augmentation importante de la quantité de déchets. Malheureusement, dans ces villes la gestion des déchets solides est problématique car confrontée à d'énormes difficultés telles que le manque de moyens financiers, le déficit d'organisation, l'inadaptation de matériels de collecte et l'absence de plan d'urbanisation (Rotich *et al.*, 2006) cité par (Sotamenou, 2010) ; faisant ainsi place à une gestion anarchique.

Conformément aux données de la Banque Mondiale (BM), plus de 90% des déchets brûlés ou mis en décharge sauvage dans le monde s'opèrent dans les pays en développement. En Afrique subsaharienne, les déchets mis en décharge sauvage représentent environ 69%. Cette gestion est source de nombreuses nuisances notamment les émissions de gaz à effet de serre (GES) résultant de l'incinération et de la mise en décharge des déchets qui contribuent au phénomène de changement climatique. Les émissions liées à la gestion des déchets sont évaluées en 2016 par la BM à 5% des émissions mondiales de GES (Banque mondiale, 2016).

Cette situation alarmante suggère de recourir aux modes de gestion écologique des déchets qui concourent à un développement urbain durable. Ainsi se pose la question de savoir comment peut-on gérer écologiquement les déchets solides urbains ?

Le développement urbain durable comme le précise Da Cunha *et al.* (2005) fait appel à la ville durable ; c'est-à-dire une unité urbaine qui respecte les principes du développement durable et cherche à prendre en compte simultanément les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et culturels pour son développement. Préoccupation majeure de l'agenda 21 et relayé par les instruments stratégiques tels les OMD et les ODD (Agenda 2030), le

concept de la ville durable est une approche intégrée de gestion du cadre urbain. Dans cette dynamique, la dernière conférence des Nations Unies sur le Logement et le Développement Urbain Durable tenue à Quito en octobre 2016 a permis de mettre en place un nouveau programme pour les villes. Ce nouveau programme met en exergue l'agriculture urbaine comme approche pratique pour le développement urbain durable. Dans les pays en développement, l'agriculture urbaine est considérée le plus souvent comme une stratégie d'adaptation pour les habitants pauvres (Roy, 2009) et contribue fort heureusement à l'amélioration des conditions de vie de ces derniers et procure nombre de services à la ville notamment l'approvisionnement en nourriture et la création d'emplois. Cependant, le souci d'augmenter les rendements pour satisfaire la demande en aliments entraîne l'utilisation intensive des intrants chimiques. Ce qui entraîne des effets néfastes sur l'environnement et la santé des consommateurs dus à la contamination des nappes, des cours d'eau superficiels et la perte de la fertilité des sols.

Les résidus organiques urbains qui représentaient une ressource productive pour l'agriculture au XIX^{ème} siècle sont délaissés au XX^{ème} siècle au profit des engrais chimiques (Barles, 2005). Cependant, en 1980 eu égard à leurs impacts sur l'environnement, la question de leur retour au sol revient sur la scène publique (Joncoux, 2013). Au regard des difficultés notamment liées à la gestion des déchets solides et à la pratique de l'agriculture dans les villes des pays en développement, ne peut-on pas envisager l'intensification écologique de l'agriculture urbaine à travers la valorisation des déchets vu qu'il existe un lien organique entre l'agriculture et la valorisation des déchets ménagers ? (Kakai et al, 2010).

La ville de Porto-Novo, capitale de la République du Bénin, tout comme les autres villes des pays en développement ne fait pas exception à toutes ces considérations. En effet, elle fait face à la double problématique d'une agriculture urbaine à forte dominance d'activités maraîchères caractérisées par l'utilisation des engrais chimiques et de la gestion difficile des déchets. Pourtant les résultats de l'étude de caractérisation des déchets de la ville réalisée en 2005 font état d'un potentiel de matières fermentescibles de 36,5% pouvant être valorisées en agriculture.

De ce fait, l'objectif général de notre étude est de mettre en place une stratégie de valorisation des déchets fermentescibles en agriculture urbaine à Porto-Novo. De manière spécifique il s'agira d'abord d'analyser la gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo, ensuite de faire un état des lieux de l'agriculture urbaine à Porto-Novo et enfin d'analyser les alternatives de valorisation agricole des déchets fermentescibles en vue de la mise en place d'une stratégie de gestion.

Pour traiter la problématique de valorisation des déchets et conformément aux objectifs fixés, la présente étude est structurée en quatre chapitres dont le premier est consacré à l'environnement urbain et au développement durable; ce chapitre aborde les enjeux du développement urbain, la problématique de la gestion des déchets, la méthodologie de l'étude ainsi que le cadre juridique et institutionnel de la gestion des déchets à Porto-Novo.

Le deuxième chapitre traite de la gestion des déchets solides dans la ville de Porto-Novo à travers un diagnostic du système de gestion en déterminant les forces et faibles ainsi que les opportunités qu'il offre. Le troisième quant à lui fait un état des lieux de l'agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo. Il aborde la question de l'écologisation de l'agriculture urbaine et des modalités de cette transition agricole. Enfin, le quatrième chapitre présente les alternatives de valorisation des déchets fermentescibles à Porto-Novo.

Chapitre 1 : Environnement urbain et développement durable

Les villes du monde constituent des pôles d'attraction où affluent un grand nombre de personnes à la recherche de meilleures conditions de vie. Cependant, les villes des pays en développement sont loin d'être le cadre idéal de concrétisation de rêve de mieux vivre car elles sont confrontées à d'énormes difficultés dues à un défaut de planification et à la non-maitrise de l'extension urbaine qui malheureusement ne s'accompagne pas des services sociaux de base notamment les infrastructures d'assainissement. Ainsi, les déchets urbains s'accroissent et deviennent un véritable problème de santé publique et d'environnement.

Ce chapitre présente l'environnement urbain des villes des PED et les enjeux de son développement notamment la gestion des déchets. Ce chapitre présente également la problématique du sujet de valorisation des DSU dans sa globalité et plus spécifiquement dans la ville de Porto-Novo au Bénin. Enfin il sera présenté la zone de l'étude, l'approche méthodologique ainsi que le cadre juridique et institutionnel de la gestion des DSU dans la ville de Porto-Novo.

1.1 Développement urbain durable

La ville et la question urbaine sont au cœur des préoccupations contemporaines en matière d'environnement et de développement durable (Gauthier, 2006). Le développement urbain durable est défini par Emelianoff (2008, p. 15) comme « *un processus d'internalisation du développement durable dans l'urbanisme, selon des modalités plus professionnelles que politiques* ». En ce sens la ville peut, en effet, être considérée comme un moteur de la mise en œuvre du développement durable. Abordant dans le même sens Da Cunha *et al.* (2005) cité par (Morin et Paulhiac-Scherrer, 2017) précisent qu'à la notion de développement urbain durable est associée celle de ville durable. En effet, c'est à partir du début des années 1990 et à la faveur du sommet de Rio qu'apparaît dans le champ scientifique la notion de ville durable. Sous l'impulsion de l'agenda 21 adopté par les chefs d'État réunis dans le cadre du sommet de la terre tenu à Rio de Janeiro en 1992, les collectivités territoriales ont été conviées à élaborer un plan d'action qui prend en compte les principes de développement durable. C'est-à-dire opter pour une approche holistique de gestion du cadre vie urbain. Le sommet sur le développement durable de septembre 2015, dont l'objectif onze renvoie aux « villes et communautés durables » ainsi que la Conférence sur les collectivités durables organisée par la Fédération canadienne des municipalités, à Ottawa, en février 2016, viennent rappeler aux municipalités ce nouvel impératif (Gauthier, 2009). En effet, il faut reconnaître que les villes, surtout celles des pays en développement font face aujourd'hui à une urbanisation galopante non maitrisée avec d'énormes défis à relever.

L'un des défis majeurs auxquels le développement urbain doit s'attaquer ou du moins la ville est celui de la gestion des déchets urbains. Dans cette optique le paragraphe 12g de la section I de la résolution 44/228 de l'Assemblée Générale de l'ONU, précise que l'Assemblée a affirmé

que la gestion écologiquement rationnelle des déchets était l'un des problèmes écologiques les plus importants pour la préservation de la qualité de l'environnement terrestre et, surtout, pour un développement écologiquement rationnel et durable dans tous les pays. Il faut tout de même noter que dans les pays à faibles revenus comme ceux d'Afrique, l'urbanisation va également de pair avec des problèmes d'insécurité alimentaire (FAO, 2010). Selon la même source il est question aujourd'hui de mettre fin à cette forme d'urbanisation non durable et œuvrer pour que les villes soient plus vertes à travers notamment l'agriculture urbaine et périurbaine. Dans la même tonalité la FAO précise que les principes de base des villes plus vertes peuvent en effet présider à un développement urbain durable qui assure non seulement la sécurité alimentaire des citoyens mais également procure des avantages économiques et assainit l'environnement.

Cependant, l'urbanisation avec la forte expansion de l'aménagement des infrastructures urbaines sur le foncier qui l'accompagne, est un véritable frein au développement de la pratique agricole en milieu urbain dans les pays en développement (Abou et Cantoreggi, 2016). Ainsi pour optimiser les rendements, les agriculteurs font le plus souvent recours aux engrais minéraux qui sont potentiellement sources de pollution des eaux (Koné *et al.*, 2009). Ce qui signifie une agriculture intensive ayant un fort impact sur l'environnement et constitue de facto un sérieux problème de santé publique. A contrario une nouvelle forme d'agriculture écologiquement intensive est proposée par (Griffon, 2009) et vise à mettre à contribution les déchets organiques urbains, d'où la valorisation agricole des déchets fermentescibles urbains.

Dans la perspective d'un développement urbain durable, une attention particulière mérite donc d'être accordée à la valorisation agricole des déchets fermentescibles.

1.2 Enjeux de la gestion des déchets urbains

L'urbanisation et le développement économique ont généralement pour corollaire une augmentation de la production des déchets solides urbains et un accroissement des besoins alimentaires (Sharholly *et al.*, 2007 ; Ahmed *et al.*, 2006) cité par (Sotamenou, 2012). Ce qui explique évidemment une parfaite corrélation entre la croissance urbaine et les besoins alimentaires d'une part et entre la croissance urbaine et la génération de déchets solides urbains d'autre part. Dans les pays en développement notamment ceux d'Afrique avec un taux de collecte qui ne dépasse pas généralement 50%, nombreuses sont les villes qui peinent encore à gérer leurs déchets solides urbains (Sotamenou, 2012).

Selon les statistiques de la banque mondiale, environ 2,01 milliards de tonnes de déchets urbains solides sont produits par an et dont au moins 33% ne sont pas traités écologiquement. Ainsi la banque mondiale précise-t-elle que plus de 90% des déchets brûlés ou mis en décharge sauvage s'opèrent dans les pays à faibles revenus, où les habitants pauvres sont les plus vulnérables (Perinaz, 2018). Pour l'Afrique subsaharienne environ 69% des déchets sont mis en décharge sauvage. La mauvaise gestion des déchets contribue de par les émissions de gaz

à effet de serre (GES) au phénomène de changement climatique. En 2016 cette émission était estimée par la banque mondiale à 1.6 milliards de tonnes d'équivalent de dioxyde de carbone soit en environ 5% des émissions mondiales de GES.

Il faut aussi remarquer que non seulement la production des déchets solides urbains dans les pays en développement va grandissant mais également très diversifiée dû au fait de l'évolution des habitudes alimentaires des populations. Ainsi la typologie des déchets solides urbains comprend entre autres la matière organique, fraction plus importante ; des plastiques voire des produits toxiques. Les déchets solides urbains sont alors devenus une sérieuse menace pour les populations et l'environnement donc un défi majeur pour le développement durable. Conscient de l'enjeu que représente la gestion des déchets solides urbains aujourd'hui, la communauté internationale préconise aux titres des objectifs de développement durable notamment en son objectif 11 de « *Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables* ». Dans cette perspective les villes pourraient renforcer leur résilience au changement climatique en repensant la gestion des déchets solides urbains.

1.3 Problématique de la valorisation des déchets organiques en agriculture

Le XXI^e siècle marque un tournant décisif dans l'histoire de l'humanité en général et celle des villes en particulier. En effet, la moitié de la population mondiale vit dans les villes. Une proportion qui atteindra 60% en 2030 et 70% en 2050. L'urbanisation s'effectue en grande partie dans les pays en développement et modifie rapidement l'aspect physique et démographique de notre planète (ONU-Habitat, 2011). Mardiansjah (2013, p.22) définit l'urbanisation comme « *un processus complexe de concentration croissante dans un espace donné qui est lié au processus d'augmentation de la population urbaine et de ses activités, et au processus d'élargissement, d'agrandissement et de développement urbain, soit dans une ville, soit dans une région* ».

L'ONU-Habitat (2011) affirme dans un rapport intitulé « *Rejoignez la campagne urbaine mondiale, meilleure ville, meilleure vie* » que la population urbaine des pays en développement qui représentait moins de 40% en 1950 atteindra 80% à l'horizon 2030 et connaîtra en 2050, 93% de la croissance urbaine. Ainsi, pour ces pays le rythme d'exploitation des ressources naturelles s'accroîtra pour satisfaire les besoins sans cesse croissant de la population et occasionner d'importantes quantités de déchets dont la gestion est problématique. En effet, comme le soulignent (Koledzi *et al.*, 2014) la gestion des déchets dans les Pays en Développement (PED), rencontre de nombreuses difficultés, tant du point de vue technique et économique que méthodologique et organisationnel. Ainsi face à l'envergure des problèmes dans le domaine de la gestion des déchets au regard des moyens mobilisés, la décharge est devenue l'unique moyen disponible pour l'élimination des déchets, conduisant pour ces dépôts sauvages ou insuffisamment contrôlés à des risques sanitaires et

environnementaux (Harpet, 2003 ; Ammar, 2006 ; Aloueimine, 2006), cité par (Koledzi *et al.*, 2014). On reconnaît alors que la gestion des déchets potentiellement producteurs de méthane (puissant gaz à effet de serre) est non seulement source de dépense pour les collectivités mais également source de nuisances. Ainsi se pose-t-on la question de quelles alternatives pour une meilleure gestion des déchets. Dans la perspective de la « *ville durable* », l'agriculture urbaine de par ses multiples fonctions notamment économiques, sociales et environnementales occupe une place de choix. C'est d'ailleurs fort du rôle qu'elle joue dans l'aménagement urbain que la journée mondiale de l'environnement a été célébrée le 5 juin 2005 sous le thème « *des villes vertes, un plan pour la planète* ».

De nos jours cette agriculture en constante évolution utilise malheureusement des pesticides et engrais minéraux pour répondre à la demande sans cesse croissante des villes. Cette pratique n'est pas sans conséquence sur la qualité nutritionnelle des aliments produits. Aussi les sols sont dégradés et les sources d'eaux tant superficielles que souterraines sont polluées occasionnant ainsi de sérieux problèmes environnementaux et de santé publique.

Au XIX^e siècle déjà, les résidus organiques urbains constituaient une véritable ressource productive pour l'agriculture ; et c'est au tournant du XX^e siècle qu'ils deviennent des « *déchets* », exogènes au monde agricole et délaissés par les agriculteurs au profit des engrais chimiques (Barles, 2005) cité par (Tounkara, 2015). Aujourd'hui l'écologisation de l'agriculture urbaine à travers l'utilisation des déchets organiques urbains comme fertilisant lui assigne une nouvelle fonctionnalité de gestion de l'environnement (Griffon, 2011).

1.4 Définition des hypothèses de recherche

Etant donné que le financement est l'un des principaux défis de gestion des déchets dans les PED nous formulons l'hypothèse selon laquelle « *la valorisation des déchets fermentescibles en agriculture permet de réduire les coûts de transport et d'enfouissement* ».

Au vue de l'importance que revêt cette étude tant pour la filière de gestion des déchets solides urbains que pour le secteur de l'agriculture urbaine dont les acteurs clés sont les producteurs ; pour mener cette étude nous formulons une seconde hypothèse selon laquelle « *les agriculteurs urbains sont disposés à utiliser les fertilisants organiques* ».

1.5 Présentation de la ville de Porto-Novo

Ville historique reconnue pour ses nombreux sites touristiques, Porto-Novo est la capitale de la république du Bénin. Couvrant une superficie de 52 km², elle se situe entre 6° 29' 49" de latitude Nord et 2°38' 44" de longitude Est. Les communes limitrophes sont Akpro-Missérété, Avrankou et Adjarra au nord, Sèmè-Podji au Sud, Adjarra à l'Est et Aguégou à l'Ouest.

Installée à l'embouchure du fleuve Ouémé en bordure du bras lagunaire qui longe la côte jusqu'à Lagos au Nigéria, la ville de Porto-Novo est distante de 30 km de Cotonou la plus importante ville économique du Bénin.

Sur le plan climatique, Porto-Novo jouit d'un climat tropical humide (subéquatorial), caractérisé par une forte humidité (75% en moyenne par an) et des températures variant entre 21,9°C au cours de la période août-décembre, et 32,8°C entre mars et avril. Ce climat est dominé par quatre saisons dont deux saisons pluvieuses, allant de Mars à juillet pour la grande saison, et allant de septembre à novembre pour la petite ; et deux saisons sèches, allant de juillet à septembre pour la petite saison, et de novembre à mars pour la grande. La pluviométrie annuelle moyenne varie entre 1100mm et 1200mm¹. La ville de Porto-Novo est influencée par l'alizé maritime (mousson) et l'alizé continental (harmattan).

Ville à relief très peu accidenté et d'une altitude de 60 m, Porto-Novo présente par endroits des entailles donnant lieu à de petites et moyennes dépressions aux pentes très peu marquées telles la dépression de Donoukin et Hounsoko à l'est, la dépression de Zounvi à l'ouest, et la dépression d'Adjarra au nord.

Suite aux réformes politiques et administratives amorcées en 1990 avec la mise en place des institutions démocratiques en République du Bénin, la ville de Porto-Novo est devenue une commune à statut particulier dont l'administration est réglementée par l'arrêté municipal n°147/SG/SAC du 18 novembre 2015 portant organisation attribution et fonctionnement des services de la mairie de Porto-Novo. Ainsi, la gestion de l'administration municipale est assurée par un conseil municipal à la tête duquel siège le maire.

Avec une population de 263 616² habitants en 2013 et un taux d'accroissement de 1,47%, la ville de Porto-Novo compte aujourd'hui environ 300 000 habitants à dominance ethnique constituée de Goun et Fon 66% et de Yoruba à 25%³ répartis en quatre-vingt-six (86) quartiers regroupés en cinq (05) arrondissements.

La ville de Porto-Novo produit en moyenne 50 000 tonnes de déchets par an. Depuis 2008 à travers plusieurs projets, la commune est parvenue à réorganiser son système de gestion des déchets urbains. Elle a pu ainsi mettre en place des points de regroupement et construit un centre d'enfouissement technique situé à environ 25km de la ville. Malgré l'existence de ces infrastructures, il est encore courant de voir des dépotoirs sauvages se développer dans la ville et dont la mairie doit s'en occuper. Cependant selon l'étude menée par le bureau d'études Ramboll en 2005 sur la composition des déchets municipaux de Porto-Novo fait état de 36,5% de matières fermentescibles et 32,5% de matières inertes soit un potentiel valorisable de 69% pouvant permettre réduire les coûts de transport et d'enfouissement.

¹ Ex CeRPA (Centre Régional pour la Promotion Agricole) de l'Ouémé-Plateau

² 4ème Recensement Général de Population et de l'Habitat (RGPH4) de 2013/ l'Institut National des Statistiques et de l'Analyse Economique (INSAE)

³INSAE /RGPH3, 2002.

L'agriculture urbaine dans la commune de Porto-Novo quoique confrontée au problème foncier occupent environ 13%⁴ de la population urbaine et est à dominance maraîchère. Face à ce défi foncier couplé à l'appauvrissement des sols, les agriculteurs ont recours aux engrais chimiques pour accroître leurs productions. Il devient important dans la perspective d'un développement durable d'intensifier écologiquement⁵ (Griffon, 2009) cette activité agricole pour accroître son rendement afin qu'elle soit à même de répondre aux besoins des citoyens.

1.6 Méthodologie de l'étude

La démarche méthodologique adoptée dans le cadre de cette étude repose sur la recherche documentaire pour la collecte des données secondaires, les enquêtes, les interviews et l'observation directe pour collecter les données primaires. Les données collectées sont à la fois quantitatives et qualitatives.

1.6.1 Population de l'étude et échantillonnage

La population faisant l'objet de cette étude est celle de la ville de Porto-Novo dont les cibles sont les ménages, les agriculteurs urbains, les pépiniéristes, les ONG de pré-collecte des déchets solides urbains, les agents de la mairie ainsi que les agents des démembrements ministériels tels que le ministère de l'agriculture et le ministère de l'environnement.

Pour atteindre les objectifs de l'étude de cas, nous avons dans un premier temps procédé à un échantillonnage raisonné de 24 horticulteurs (pépiniéristes et maraîchers) appartenant à vingt-neuf coopératives. La plupart de ces coopératives n'étant plus fonctionnelles nous avons été orientés dans le choix des sites à enquêter par le bureau de l'union communale des producteurs ainsi que les cadres de la direction départementale de l'agriculture.

En second lieu nous avons procédé à l'enquête auprès des ménages sur les pratiques de gestion des déchets solides ménagers. Dans le souci d'obtenir des résultats concluants pouvant permettre de passer à une valorisation effective des déchets fermentescibles et pour éviter des réponses biaisées, l'enquête auprès des ménages est basée sur la méthode d'échantillonnage par stratification. Le choix de cette méthode se justifie par le fait que dans les cinq arrondissements que compte la commune de Porto Novo, la population est plus ou moins hétérogène dans son ensemble. Tout en tenant compte des modes actuels d'élimination des déchets par les ménages et les critères de répartition géographique notamment la proximité ou non de bas-fond et d'espaces non aménagés nous ont permis de faire le choix des quartier à enquêter.

⁴ Ville de Porto-Novo, Plan De Développement Municipal 2016-2020

⁵ L'intensification écologique est l'ensemble des facteurs socio-économiques, environnementaux et agronomiques, qui peuvent favoriser l'accroissement de la production agricole par unité de superficie grâce à l'utilisation des ressources naturelles et l'écologie.

Le calcul de la taille de l'échantillon n est basé sur des méthodes de statistiques générales telles que celles décrites par Salant (1994) et Rea (1997) et sur l'équation suivante :

$$n = \frac{t_p^2 * p * (1 - p)N}{t_p^2 * p * (1 - p) + (N - 1) * y^2}$$

Où n correspond à taille de l'échantillon recherché, N taille de la population, y l'erreur d'échantillonnage (ici estimée à 7,5%) p la proportion réelle fixée à 0.5 et t_p égal à 1.96 pour un intervalle de confiance de 95%.

Il faut préciser que la taille de l'échantillon ainsi que les erreurs d'échantillonnage acceptables dépendent du temps à disposition pour l'enquête et du but recherché. Dans notre cas, compte tenu du temps de stage très raccourci nous avons estimé qu'une précision de 7,5% était suffisante. Ainsi nous avons procédé à un échantillonnage de 171 ménages sur un total de 60368. Cet échantillon a été ensuite stratifié suivant la densité de population des cinq arrondissements que compte la commune de Porto Novo.

Tableau 1 : Répartition des ménages enquêtés suivant les quartiers échantillonnés

Arrondissement	Nombre de ménages enquêtés par arrondissement	Quartiers enquêtés	Nombre de ménages enquêtés par quartier
I	30	Ayimlonfidé	10
		Gbècon,	10
		Lléfiè	10
II	30	Attakê 2	10
		Agbokou 1	10
		Djègandaho	10
III	27	Djassin Zounmè,	9
		Foun-Foun tokpa	9
		Ouenlinda 1,	9
IV	36	Gbodjè.	12
		Guévié	12
		Kandévié-Owodé	12
V	48	Djrado	16
		Louho	16
		Tokpota 2	16
Total	171	15	171

Source : Auteur, 2018

Tableau 2 : Répartition des horticulteurs enquêtés

Arrondissement	Quartier	Coopérative d'appartenance	Nombre d'horticulteurs enquêtés
I	ACCRON	ALLOGO	01
		FIFONSI d'ACCRON	05
		Aucune	01
	GBEKON	GBENONKPO de GBEKON	02
	AKPASSA	WANGNINANGBE D'AKPASSA	01
II	DJEGAN DAHO	Aucune	01
	LOKPODJI	GLEGNON DE LOKPODJI	02
	ADADIN DONOUKIN	Aucune	01

Arrondissement	Quartier	Coopérative d'appartenance	Nombre d'horticulteurs enquêtés
	ZOUNKPA	AYIDOTE	01
		GBENONKPO de ZOUNKPA	01
		SAINTE CECILE	01
III	AVEKPA	AHPP ⁶	01
	OUENLINDA	AFRICA COURAGE	01
	FOUN FOUN TOKPA	GBENOKPO de FOUN FOUN TOKPA	01
V	LOUHO	COOPERATIVE AGROPRODUCTION	01
	AKONABOE GBAGO	LEGUME ET VIE	01
		AHPP	01
	AKONABOE ZEBE	Aucune	01
Total			24

Source : Auteur, 2018

Tableau 3: Liste des entretiens

Structures	Nombre d'agents
Agents de la mairie	14
Services agricoles/Environnementale	4
Entreprises de pré collecte	11
Coordonnateurs de projet (PADMAR, Paul gérald la joie, PNVV, FICOL)	6
UCOMAP	5
Grossiste repreneur de déchets	1
Total	41

Source : Auteur, 2018

1.6.2 Méthode et outils de collecte

- Recherche documentaire

La recherche documentaire a consisté à une analyse de la littérature scientifique sur la problématique de la gestion des déchets municipaux et de l'agriculture urbaine dans les pays en développement. Véritable moyen d'imprégnation de la thématique sur la valorisation agricole des déchets urbains, la recherche documentaire nous a permis de mieux orienter notre étude de cas à travers la collecte des données secondaires.

« Il n'est pas de recherche sans lectures. Car aucun sujet n'est radicalement neuf, et aucun chercheur ne peut prétendre pouvoir se passer du capital de connaissances acquises dans un domaine. » (Kaufmann, 2011a, p. 36) cité par (Tounkara, 2015). Ainsi, la recherche documentaire a été faite à travers la lecture des différents documents (les revues et articles

⁶ AHPP : Association des horticulteurs et pépiniéristes de Porto-Novo

scientifiques, les mémoires, les thèses, les rapports d'études techniques, rapports d'activités, les projets) traitant de la gestion des déchets, de l'agriculture urbaine, du développement urbain et de la valorisation agricole des déchets disponibles à la bibliothèque de l'université Senghor d'Alexandrie, ou en ligne, ou dans la structure d'accueil du stage professionnel. Les connaissances acquises ont concourues à la problématisation de notre sujet de recherche ainsi qu'à la définition des objectifs et hypothèses sans toutefois oublier la préparation des questionnaires d'enquête qui ont été pré testés avant administration à la population échantillonnée.

- Enquêtes par questionnaires

Les travaux de terrain ont consisté en des enquêtes (sondage) et interviews pour la collecte des données primaires (données de terrain) auprès des acteurs de la filière de gestion des déchets et ceux de l'agriculture urbaine. La collecte des données a été effectuée lors de notre stage de mise en situation professionnelle à la direction des services techniques de la mairie de Porto Novo au Bénin. Pour ce faire des fiches d'enquête ont été élaborées d'avance. Pour les deux enquêtes le mode d'administration du questionnaire est le face à face, car il permet d'atteindre le plus fort taux de réponses au plus grand nombre de questions (Combessie, 2001). Les questionnaires ont été administrés soit en langue française, soit en langue locale telles le goun, le fon et le yorouba.

- L'observation directe

La méthode d'enquête par laquelle on observe directement, par la présence sur le « terrain », les phénomènes sociaux qu'on cherche à étudier. Dans une enquête par observation, on alterne des « séances d'observation » (moments où on est effectivement sur le terrain) et des moments de réflexion et d'écriture sur ce qu'on a observé. Dans le cadre de notre étude elle a consisté à la descente sur le terrain (arrondissements et quartiers de la ville de Porto Novo).

1.6.3 Méthode de traitement et d'analyse

Le dépouillement et le traitement des données ont été faits grâce au logiciel Microsoft Excel. Nous avons ainsi procédé à l'analyse statistique quantitative et qualitative des données. Aussi la méthode de triangulation a été appliquée pour analyser les différentes informations recueillies.

L'analyse de la gestion des déchets et de l'agriculture urbaine à l'échelle de la commune a été faite grâce à l'outil FFOM (Force, Faiblesse, Opportunité, Menace).

Quant au choix de la filière de valorisation des déchets fermentescibles, il a été fait en s'appuyant sur les avantages comparatifs qu'offrent les technologies de valorisation suivant les aspects socio-économiques, environnementaux, techniques et sanitaires.

1.7 Cadre juridique et institutionnel de la gestion des déchets à Porto-Novo

a. Cadre juridique

La République du Bénin en tant qu'Etat souverain, membre de la communauté internationale et ayant ratifié des conventions internationales dans le domaine de la protection de l'environnement ; la gestion des déchets de ce fait relève du cadre juridique international et national.

- Cadre juridique international

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) de Rio le 09 mai 1992, entrée en vigueur en 1994 a pour objectif de stabiliser, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. La ratification de la Convention le 30 juin 1994, est un acte politique par lequel la République du Bénin s'est engagée, à assurer sa part de responsabilité en matière d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et en matière de développement de mesures d'adaptation des populations aux effets des changements climatiques.

Le protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques adopté le 31 décembre 1997. Il est l'un des plus importants instruments juridiques internationaux visant à lutter contre les changements climatiques. Au titre de l'article 12 dudit protocole, il est établi un mécanisme pour un développement propre ayant pour objet d'aider les pays en développement, à parvenir à un développement durable. La République du Bénin est signataire de ce protocole depuis 25 février 2002.

La Convention de Vienne adoptée le 22 mars 1985 et est entrée en vigueur le 22 septembre 1988. Cette convention récemment ratifiée le novembre 2017 par le Bénin, a pour objectif de protéger la santé humaine et l'environnement contre les effets néfastes des modifications de la couche d'ozone.

Le protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone ; signé le 16 septembre 1987 est un accord international modifiant la Convention de Vienne sur la protection de la couche d'Ozone. Il a pour objectif de réduire et à terme d'éliminer complètement les substances qui réduisent la couche d'ozone. Ce protocole impose la suppression de l'utilisation des CFC. Ce protocole a été ratifié par le Bénin le 1^{er} juillet 1993.

Le traité révisé de la CEDEAO de 1993, ce traité dispose en son article 29 que « les Etats membres s'engagent à protéger, à conserver, à mieux gérer l'environnement de la sous-région et à coopérer dans le cas d'éventuelles catastrophes naturelles.

L'accord de Paris, approuvé par l'ensemble des 195 délégations le 12 décembre 2015 est entré en vigueur le 4 novembre 2016. Cet accord est un accord historique obtenu suite aux

négociations qui se sont tenues lors de la 21ème Conférence de Paris sur le climat (COP21) de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques à Paris. Ratifié par le Bénin 31 octobre 2016, cet accord prévoit de contenir d'ici à 2100 le réchauffement climatique bien en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et si possible de viser à poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5 °C.

- Cadre juridique national

Loi n° 90-32 du 11 décembre 1990 portant Constitution de la République du Bénin, texte de base en matière de protection de l'environnement stipule à l'article 27 que « *Toute personne a droit à un environnement sain, satisfaisant et durable et a le devoir de le défendre. L'Etat veille à la protection de l'environnement* ».

Loi n°98 030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Elle définit les bases de la politique en matière de protection de l'environnement. Le titre IV dont le chapitre I est consacré aux déchets précise à l'article 67 que « *les déchets doivent faire l'objet d'un traitement adéquat, afin d'éliminer ou de réduire à un niveau requis leurs effets nocifs sur la santé de l'homme, les ressources naturelles, ou la qualité de l'environnement en général* ».

Loi n°87-015 du 21 septembre portant code de l'hygiène publique en République du Bénin. Les articles 4, 6, 7 et 9 de cette loi précisent les conditions de manipulation des déchets sur les voies publiques ou en dehors des maisons.

Loi n°97-029 du 15 janvier 1999, portant organisation des communes. Elle confère aux communes à travers son chapitre III, des compétences en matière d'environnement, d'hygiène et de salubrité. Elle dispose en son article 93 que la commune à la charge entre autres, de la collecte et du traitement des déchets solides autres que les déchets industriels.

Loi n°98-007 du 15 janvier 1999 portant régime financier des communes en République du Bénin. En son article 13 la loi précise que « les recettes de la section de fonctionnement de la commune, en matière d'hygiène de salubrité publique et de services titulaires comprennent entre autres les taxes d'enlèvement des ordures ménagères et les redevances pour frais d'enlèvement de débris et matériaux autres que les ordures ménagères, les redevances de vidange et de curage ».

Loi n° 2017-15 modifiant et complétant la loi n° 2013-01 du 14 août 2013 portant code foncier et domanial en République du Benin. Elle reconnaît tout autant la loi moderne et la loi coutumière comme voie d'accès à la terre.

Décret 74-60 du 8 mars 1974 portant création, attribution, composition, organisation et fonctionnement de la commission nationale gérée chargée de lutte contre la pollution et l'amélioration de l'environnement.

Décret n°97-616 du 18 décembre 1997 portant application de la loi n°87-015 du 21 septembre 1987 portant code de l'hygiène publique.

Décret n°97/621 du 31 décembre 1997 portant structure, composition et fonctionnement de la police sanitaire.

Décret n°2001-095 du 20 février 2001 portant création, organisation et fonctionnement des cellules environnementales en République du Bénin.

Décret n°2001-096 du 20 février 2001 portant attribution, organisation et fonctionnement de la police environnementale.

Décret n°2003-332 du 287 août 2003 portant gestion des déchets solides en République du Bénin. Il vise à promouvoir la valorisation des déchets notamment par recyclage, réemploi, récupération, utilisation comme source d'énergie.

Arrêté interministériel n°136/MISAT/MEHU/MS/DC/DATC/DHAB du 26 juillet 1995 portant réglementation des activités de collecte, d'évacuation, de traitement et d'élimination des déchets solides au Bénin.

Arrêté n°112/ MISAT/DC/DPP du 21 août 1997 portant création, organisation et attribution de la direction des services techniques des circonscriptions urbaines de Porto Novo et Cotonou.

Arrêté municipal n°147/SG/SAC du 18 novembre 2015 portant Organisation Attribution et Fonctionnement des services de la mairie de Porto-Novo.

b. Cadre institutionnel

Selon (Charnay, 2005), bien que la gestion quotidienne des déchets urbains soit du ressort de l'autorité communale. Plusieurs autres acteurs interviennent également à différents niveaux. Cette gestion fait donc appel aux secteurs public, privé, informel, la population ainsi que les ONG et associations. La gestion des déchets urbains dans la ville de Porto-Novo fait appel à entre autres aux acteurs suivants :

Ministère du cadre de vie et du développement durable. Il a pour mission d'élaborer et d'assurer la mise en œuvre ainsi que le suivi-évaluation de la politique et des stratégies de l'Etat en matière d'environnement, de gestion des changements climatiques, de reboisement, de protection des ressources naturelles et forestières. Il a en charge l'aménagement du territoire.

Ministère de la décentralisation et de la gouvernance locale. Il a pour mission la définition, la mise en œuvre et le suivi-évaluation de la politique de l'Etat en matière de décentralisation, de déconcentration, de gouvernance locale et de développement à la base.

Ministère de la santé. La mission du ministère de la santé est de concevoir et de mettre en œuvre la politique de l'Etat en matière de santé conformément aux lois et règlements en vigueur au Bénin ainsi qu'aux visions et politiques du Gouvernement.

Ministère de l'agriculture : Le ministère en charge de l'agriculture a pour mission de créer les conditions favorables à l'amélioration de la production, des revenus agricoles et du niveau de vie des populations.

Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE). C'est un organe chargé de la mise en œuvre de la politique environnementale définie par le gouvernement dans le cadre du plan général de développement. Elle veille à l'intégration de l'environnement dans les politiques, plans et stratégies de développement.

Direction des services techniques (DST) de la ville de Porto-Novo. Elle a pour mission principale de coordonner les interventions techniques de la mairie. La DST compte six services au rang desquels le service de la propriété urbaine (SPU) à qui incombe l'assainissement de la ville y compris la gestion des déchets et des cimetières.

Organe de concertation pour la gestion des déchets de la ville de Porto-Novo (OCGD). Cet organe regroupe les PME organisés en cinq groupements d'intérêt économiques (GIE). Ce sont eux qui assurent la pré-collecte des déchets au niveau des ménages.

Les entreprises privées. Elles assurent la collecte et le transport vers le CET.

La population. Elle constitue la source de production des déchets. Elle contribue également au service de gestion de ces déchets à travers le paiement des redevances ou des taxes d'enlèvement d'ordures. La population est au centre de toute initiative de gestion des déchets.

Acteurs informels. Ils procèdent au tri des déchets pour la récupération des objets valorisables. D'autres acteurs interviennent dans les circuits de la commercialisation des déchets récupérés.

Le développement urbain dans les PED est confronté à de nombreuses difficultés. La non maîtrise de l'urbanisation caractérisée par un défaut de planification est source d'externalités négatives sur l'environnement, le bien-être humain et impacte négativement l'économie des pays. La revue de la littérature permet de comprendre que la plupart des villes des PED à l'instar de la ville de Porto-Novo fait face à la double problématique de la gestion des déchets et de l'agriculture urbaine. Cependant, dans la perspective de la ville durable l'agriculture urbaine de par ses multiples fonctions occupe une place de choix dans l'aménagement urbain et peut servir de réceptacle pour la gestion des déchets urbains. Ainsi, pour amorcer cette nouvelle forme de gestion il serait intéressant de faire un état des lieux de la gestion actuelle des DSU de la ville de Porto-Novo pour enfin déterminer les arguments qui militent en faveur d'une valorisation des déchets en agricultures.

Chapitre 2 : Gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo

La mauvaise gestion des déchets est source de nuisances telles que la dégradation du cadre de vie, la prolifération des vecteurs de maladie et la dégradation de l'environnement. Ainsi, dans le cadre de cette étude sur la valorisation des déchets fermentescibles en agriculture, il est nécessaire de faire une analyse de la gestion des déchets solides dans la ville de Porto-Novo en déterminant les forces et faiblesses ainsi que les opportunités et menaces à travers un examen de l'état des lieux du système de gestion existant. Dans ce chapitre nous nous intéresserons en premier lieu aux différents aspects relatifs à la gestion des déchets notamment le mode de gestion, le mode de financement et les caractéristiques des déchets ménagers, ensuite suivra la présentation et la discussion des résultats des enquêtes auprès des ménages.

2.1 Etat des lieux de la gestion des ordures ménagères à Porto-Novo

2.1.1 Organisation et fonctionnement du système de gestion des déchets solides de Porto Novo

Un système de gestion des déchets pour être global, c'est-à-dire cohérent et pérenne, doit intégrer toutes les étapes du cycle de vie du déchet, à savoir : la production, la collecte, le transport, le traitement et l'élimination (Ngnikam et Tanawa, 2006). Pour apprécier le système de gestion des déchets de la ville de Porto-Novo il est important de le diagnostiquer et voir comment est-ce qu'il fonctionne. Ceci n'est possible qu'à travers une meilleure connaissance de la composition des déchets et un état des lieux de l'organisation de la filière en passant par le cadre juridique et institutionnel, le mode de gestion et les mécanismes de financement.

2.1.2 Typologie et caractéristiques des déchets solides urbains à Porto-Novo

Eu égard à la forte croissance urbaine, la quantité des déchets ménagers de nos jours connaît une croissance rapide. Parallèlement la composition de ces déchets est passée d'un profil organique (déchets alimentaires) à des matériaux complexes (produits en fin de vie, plastiques et emballages) qui présentent des risques majeurs pour la santé et l'environnement (Thonart *et al.*, 2005).

Les DSU de la ville de Porto-Novo sont composés de déchets ménagers notamment les restes d'aliments, les balayures, les emballages, les bouteilles, les papiers, les résidus textiles, la ferraille auxquels il faut inclure les cadavres de petits animaux, les déchets verts provenant soit de l'entretien au sein des ménages ou soit des espaces verts, les déchets des marchés, des bureaux etc.

La composition des déchets ménagers dans les PED étant hétérogène, il est important de regrouper les constituants en catégories homogènes en vue d'une meilleure gestion (Charnay, 2005).

L'observation de la composition de ces déchets permet d'identifier trois fractions telles que la fraction biodégradable (végétaux, déchets alimentaires, fruits, et les plastiques biodégradables), la fraction inerte (verre, pierres, plastiques non biodégradables, textiles synthétiques, caoutchouc) et les contaminants (piles, les peintures).

Selon les résultats d'une étude de caractérisation menée par le bureau d'étude Ramboll en 2005, les caractéristiques des déchets solides de Porto-Novo sont les suivantes :

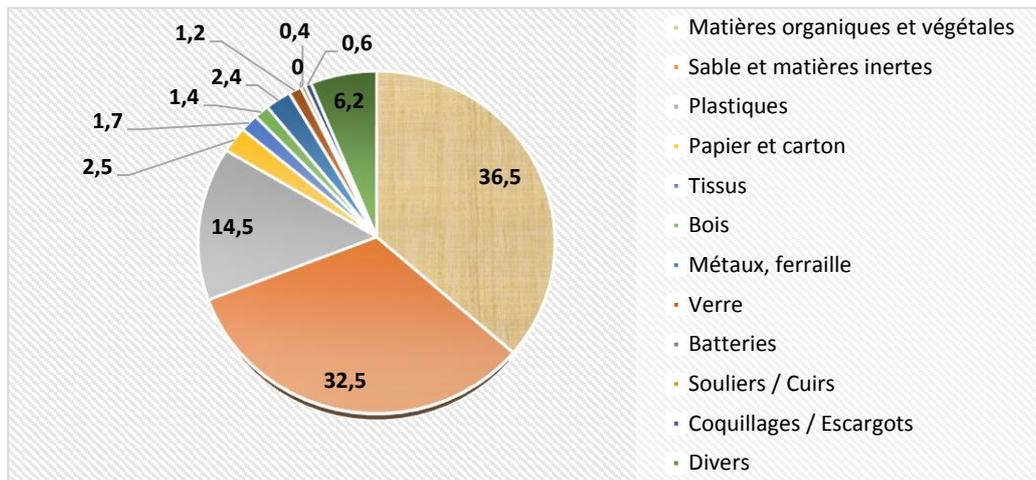


Figure 1: Composition des déchets urbains de Porto-Novo (Etude de l'organisation et du financement de la filière des déchets solides de Porto Novo/ valorisation des ordures ménagères, 2007)

Il convient tout de même de signaler que dans le cadre des études de faisabilité de la mise en place d'un centre de tri semi mécanisé des déchets de la ville, une étude partielle de caractérisation a été faite sur l'un des points de regroupement (FOUN-FOUN TOKPA) qui doit accueillir le projet. Réalisée en octobre 2016 par les techniciens de la Mairie de Porto Novo et de la métropole de Lyon avec à sa tête l'ingénieur Louis-Edouard Pouget, cette étude de caractérisation local présente des résultats légèrement inférieurs à celle de 2005 en ce qui concerne la fraction de matière organique potentiellement valorisable. De ces deux études il ressort que le potentiel valorisable de matière organique est d'environ 69% pour la première et 53% pour la deuxième ce qui bien évidemment montre que la valorisation agricole de déchets solides ménagers peut être envisagée.

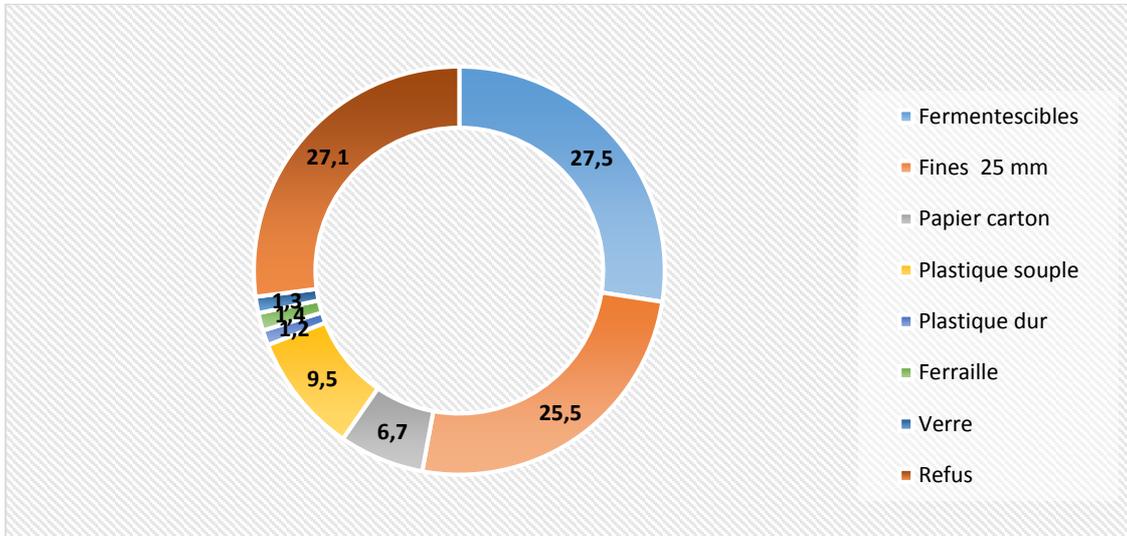


Figure 2: Composition des déchets du point de regroupement de Foun Foun Tokpa (Etude de faisabilité de mise en place de centre de tri à Porto Novo, 2016)

La proportion de matière organique de l'étude de caractérisation de 2005 confrontée aux résultats de l'étude de l'ex IEPF (actuel IFDD) réalisée en 2005 dans le cadre de l'élaboration de guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des CET dans les PED, est légèrement inférieure aux estimations. En effet, selon cette étude la proportion de matière organique est comprise entre 40 et 55%. (confère annexe 5). Comparée à d'autres villes et sur la base de ces études on serait tenté de dire que Porto-Novo produit moins de déchets organiques. Cependant, appréciée au regard des déchets produits dans la ville cette fraction est importante.

2.1.3 Mode de gestion des déchets solides ménagers et organisation de la filière

La gestion des déchets solides ménagers de la ville de Porto Novo s'effectue suivant deux modes à savoir la gestion en régie directe par le service de la propreté urbaine et la gestion par délégation de service assurée par les GIE. La gestion en régie directe permet de collecter à l'aide du camion ampliroll ou de la benne tasseuse de la mairie les déchets des marchés, des zones administratives comme l'assemblée nationale, des lieux publics (les espaces verts) et le long des grands axes de la ville où sont assemblés les déchets issus des opérations de désensablement des rues. Le service en régie intervient également dans l'éradication des dépotoirs sauvages. Les déchets collectés sont directement convoyés au CET à Takon.

En matière d'organisation, la filière des déchets comprend trois maillons (pré-collecte, collecte et transport et le traitement).

Pré-collecte : Elle consiste au ramassage d'ordures en porte-à-porte auprès des ménages par les PME de pré-collecte équipées le plus souvent de charrettes à traction animale, de tricycles ou de tracteurs. Les entreprises de pré-collecte sont organisées en cinq GIE chapotés par un Organe de concertation pour la gestion des déchets de la ville de Porto Novo (OCGD). La mairie a doté chaque GIE d'un tricycle à benne pour alléger le temps de dépotage. Les déchets pré-collectés sont malheureusement déversés dans les bas-fonds et marécages vu que les points de regroupement ne sont pas jusque-là fonctionnels.

Collecte et transport : Théoriquement la collecte et le transport sont assurés par les entreprises privées qui sont recrutées sur appel d'offre. Ces dernières se chargent de convoier les déchets depuis les points de regroupement jusqu'au centre d'enfouissement technique. Mais depuis quelques temps les points de regroupement n'étant pas opérationnels la collecte et le transport ne sont pas assurés.

Traitement : Le traitement des déchets domestiques a lieu au CET situé à Takon dans la commune de Sakété à 25 km de la ville de Porto Novo. Là les déchets font l'objet d'un enfouissement sanitaire qui consiste à compacter et à recouvrir quotidiennement les déchets d'une couche de terre, afin de minimiser leurs nuisances et les risques pour la santé, la sécurité publique et l'environnement.

Il convient de rappeler que depuis 2013 il a été initié un projet pilote de tri manuel sur le point de regroupement de Foun-Foun Tokpa autour d'une famille de maraîchers qui bénéficie de l'appui de la mairie. Les produits du tri sont vendus à un repreneur et les déchets organiques sont compostés et utilisés dans le maraîchage.

A part ce projet, l'essentiel des activités de tri s'opère dans l'informel. Ainsi, les acteurs informels souvent fréquents sur les dépotoirs de la ville et tentent de récupérer à travers le tri des déchets quelques éléments valorisables. Cependant la valorisation de la fraction organique de ces déchets n'est véritablement pas encore amorcée.

2.1.4 Modes de financement des déchets solides ménagers

La loi n°98-007 du 15 janvier 1999 portant régime financier des communes en République du Bénin précise en son article 13 que « *les recettes de la section de fonctionnement de la commune, en matière d'hygiène de salubrité publique et de services titulaires comprennent entre autres les taxes d'enlèvement des ordures ménagères et les redevances pour frais d'enlèvement de débris et matériaux autres que les ordures ménagères, les redevances de vidange et de curage* ».

Conformément à ce dispositif juridique, le mode de financement de la filière des déchets dans la commune de Porto-Novo sont les suivants :

La taxe d'enlèvement des ordures ménagères (TEOM) : c'est un outil de financement fiscal indexé sur la valeur locative du logement. Instaurée en France en 1926, la TEOM contribue au financement de la collecte et du traitement des déchets. A Porto-Novo la TEOM est de 3000FCFA/an ; non seulement ce montant est faible mais il est également faiblement recouvré. À ce titre Ngnikam et Tanawa (2006) soulignent que la TEOM dans les conditions actuelles de fourniture de service des pays de l'Afrique subsaharienne offre peu de perspectives vu que les montants à payer sont souvent sans aucune mesure avec les besoins de financement du service.

La redevance d'enlèvement des ordures ménagères (REOM) : c'est une redevance mensuelle versée par les ménages abonnés aux PME chargées de la pré-collecte pour service rendu. Elle varie de 500 à 5000 FCFA suivant les structures prestataires et suivant les ménages. Cependant le principe de responsabilité (tout producteur est responsable de ses déchets) et celui de pollueur-payeur exigent entre autre de connaître la capacité contributive de la municipalité à la gestion des déchets solides et analyser les revenus et dépenses monétaires des ménages en rapport avec la contribution fiscale par habitant et le coût de gestion des déchets par habitant (Ngnikam et Tanawa, 2006). La contribution des ménages au financement de la gestion des déchets est déterminée à travers leurs consentements à payer pour le service de la pré-collecte des déchets.

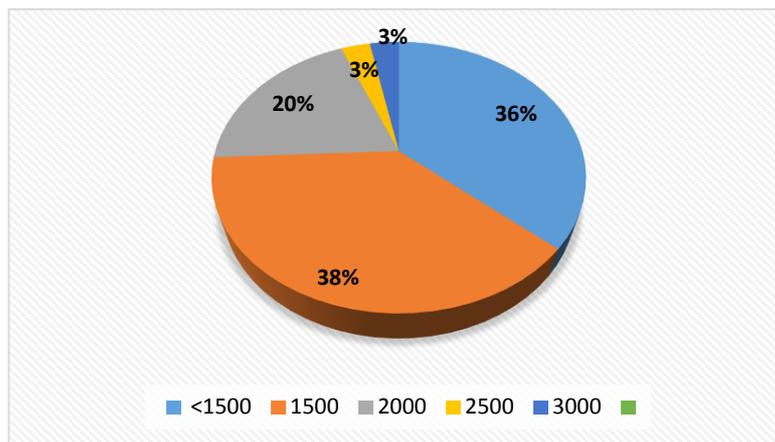


Figure 3: Consentement des ménages à payer pour la pré-collecte (Auteur, 2018)

Selon les résultats de nos enquêtes de terrain le consentement à payer est de 1500 FCFA soit 38% des répondants (132), environ 77% de l'échantillon de départ. Ces résultats sont pratiquement similaires à ceux obtenus lors des études de zonage pour la pré-collecte en 2013 à Porto-Novo qui également font état de la volonté à payer des ménages de 1500 FCFA soit 39% des individus enquêtés. Cependant, il faut remarquer que 36% des répondants estiment qu'il faut réduire les coûts liés à l'enlèvement des ordures ménagères compte tenu du manque de ressources financières. Ils estiment d'ailleurs qu'il n'est pas normal de payer pour l'enlèvement des ordures. Et comme on leur interdit de jeter dans les bas-fonds, la mairie en principe devrait disposer de bacs dans les quartiers pour que les populations y jettent leurs ordures ; ou encore fixer un jour où les camions de la mairie passeront dans les quartiers pour l'enlèvement des ordures. Pour ces derniers le consentement à payer est inférieur à 1500 FCFA. Ce CAP des ménages de Porto-Novo comparé à celui de la ville de Cotonou fait état d'une différence de 635,26 FCFA. En effet, selon les travaux de thèse de (Gbinlo, 2010) ce CAP est de 2135,26 FCFA. Ce qui implique que la population de Porto-Novo est moins disposée à payer pour le service de la pré-collecte des déchets. Cette situation pourrait s'expliquer par le manque de moyens financiers dû au faible revenu des ménages qui fait qu'ils accordent peu d'importance à l'amélioration de la gestion des déchets solides urbains. A propos selon les résultats de l'étude menée en 2009 par Kouadio de l'université de Cocody sur « La

contribution des ménages au financement des déchets ménagers : une analyse par la méthode d'évaluation contingente », les chefs de ménage riches ont plus de disposition à payer plus par rapport à ceux qui le sont moins.

De l'analyse de la situation, il devient important de coupler aux modes de financement actuel des actions de valorisation qui généreront des devises pour prendre en charge la gestion des déchets urbains.

Budget communal : Le financement de la gestion et du traitement des déchets se fait en grande partie par le budget de la commune. Ce budget est constitué des recettes et dépenses annuelles de la commune et prend en compte les frais de fonctionnement notamment le salaire du personnel en charge de la gestion des déchets, et des investissements provenant non seulement des recettes de la commune mais également des fonds d'appui au développement des communes (FADEC) de l'Etat central. Ces fonds sont soit destinés aux travaux d'entretien de la voirie, soit au traitement des déchets (transport et enfouissement au CET).

Il faut également remarquer que dans le cadre de la coopération décentralisée, la commune de Porto-Novo bénéficie des appuis techniques et financiers qui contribuent à la tenue des formations de renforcement de capacité des agents. Ces appuis servent aussi à réaliser des études ou à mettre en place de grandes infrastructures d'assainissement à l'instar des points de regroupement, le CET. La commune peut aussi bénéficier au titre de la coopération des dons comme les bennes tasseuses ou camions ampliroll.

2.2 Diagnostic du système de gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo

Le diagnostic du système actuel de gestion des déchets solides de la ville de Porto-Novo est réalisé à l'aide de l'outil d'analyse Force Faiblesse, Opportunité et Menaces (FFOM). Cet outil consiste en une analyse interne et externe du système. L'analyse interne identifie les forces et les faiblesses tandis que l'analyse externe répertorie les opportunités et les menaces qui pèsent sur le système ceci dans le but d'identifier les stratégies de gestion.

Tableau 4: Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces du système de gestion des déchets

	Forces	Faiblesses
Interne	<ul style="list-style-type: none"> - Effectivité des réformes administratives en République du Bénin (la décentralisation) - Existence d'un cadre juridique qui encadre la gestion des déchets (décret n°2003-332 du 27 Août 2003 portant gestion des déchets solides en république du Bénin, réglemente les activités de collecte, de transport et de traitement et élimination des déchets solides) - Existence d'une stratégie nationale de gestion des déchets - Existence d'un plan de zonage - Existence d'un centre d'enfouissement technique - Existence des points de regroupement - La pré collecte assurée par les groupements d'intérêt économique - La participation des ménages à travers le paiement des redevances (recouvrement de l'ordre de 90%)⁷ - Mise en place de nombreux projets de gestion des déchets (PGUD-1, PGUD-2,....) - Existence d'un plan de développement municipal (2016-2020) - Existence d'étude sur l'organisation de la filière (étude sur l'organisation et le financement de la filière des déchets solides de Porto-Novo) 	<ul style="list-style-type: none"> - Convention entre mairie et GIE non encore opérationnel - Points de regroupement non fonctionnels - Insuffisance de ressources financières - L'existence de caniveaux à ciel ouvert dans la ville incite les populations à y déverser les ordures ménagères - Faible taux d'abonnement au service de pré collecte (20% seulement des ménages sont abonnés)⁸ - Faible taux de collecte (environ 35%) - Faible taux de recouvrement de la TEOM - Dépotoirs sauvages fréquents dans la ville - Insuffisance de matériel pour la collecte et le traitement des déchets - Pas de tri des déchets à la source - Pas de collecte séparée des déchets - Les éboueurs ne sont pas bien rémunérés (rémunération inférieur au Smig) - Inexistence d'un plan de formation de personnel des GIE - Inexistence d'un plan de formation de personnel de la mairie - Chevauchement des compétences des acteurs - Environnement immédiat de certains PR transformé en dépotoir sauvage (cas de Tokpota et de Foun-Foun Tokpa)

⁷ Plan de Développement Municipal (PDM) 2016-2020

⁸ Idem

	<ul style="list-style-type: none"> - Paiement annuel de la Taxe d'Enlèvement d'Ordures Ménagères (TEOM) par les ménages - Paiement des redevances aux GIE par les ménages - Existence de la police environnementale (décret n°2001-096 du 20 février 2001(dont le rôle est de veiller à l'application de la législation environnementale, d'informer et de sensibiliser les populations.....)) - Recours à la tradition (Zangbéto) pour lutter contre les dépôts sauvages - Existence d'une plateforme de tri manuel des DSU à Foun-Foun Tokpa 	
	Opportunités	Menaces
Externe	<ul style="list-style-type: none"> - Dynamisme de la coopération décentralisée (Coopération avec la métropole de Grand Lyon, Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise) - Existence d'un service de coopération décentralisée - Existence des structures de valorisation (centre Songhaï) - Pratique de l'agriculture urbaine à dominance maraichère - Existence d'une plateforme de concertation (organe de concertation pour la gestion des déchets OCGD) des ONG et PME intervenant dans la gestion des déchets - Délivrance du permis de construire par la mairie - Loi n°2017-39 du 26/12/2017, interdisant l'utilisation sachets plastiques non biodégradables - Projet d'asphaltage des rues de Porto-Novo 	<ul style="list-style-type: none"> - Problème foncier - La rareté de la main d'œuvre - La hausse des prix des pièces de rechange - Abondance de zones marécageuses servant de dépôt sauvage - Coût du compost plus cher que celui des engrais minéraux

Source : Auteur, 2018

De ce diagnostic il ressort une discontinuité dans la gestion des déchets. En effet, pour une production annuelle d'environ 50000 tonnes seules 35% soit environ 18000 tonnes sont collectées, transportées et mis en décharge. Cependant, depuis janvier 2018 le transport n'est plus assuré sauf pour la collecte en régie effectuée par la mairie, ceci s'explique par le manque de ressources financières nécessaires. Ainsi, la totalité des déchets pré-collectés par les GIE sont envoyée systématiquement vers les bas-fonds entraînant ainsi leur pollution. Sur ces dépotoirs sauvages les pratiques d'incinération sont couramment fréquentes pour décongestionner le site. À titre d'exemple les dépotoirs de Tokpota et de Foun Foun Tokpa érigés le long de la dépression du Zoumvi sont les dépotoirs où se fait l'incinération sauvage. Le plus souvent les déchets ménagers sont brûlés avec les vieux pneus. L'envol de particules fines et de fumée (ensemble très nocif), expose les riverains aux risques sanitaires et constitue un véritable problème de santé publique. Les déchets déversés dans les bas-fonds sont à l'origine de l'eutrophisation de ces milieux qui entraîne la régression de la faune au détriment des jacinthes d'eau qui prennent de l'ampleur.

Outre ces impacts, nous pourrions aussi mentionner celui de la dégradation de l'aspect esthétique de la ville jonchée de dépôts sauvages et aussi de la contribution à la production des gaz à effet de serre (*vecteurs du changement climatique*) due au processus de méthanisation de la matière organique. Pour rappel notons qu'en 2016 selon les statistiques de la banque mondiale 5% des émissions de GES sont liés à la mauvaise gestion des déchets.



Figure 4: Illustration de pratiques d'incinération sauvage sur les dépotoirs (Auteur, 2018)

Toujours dans la logique des impacts environnementaux et sanitaires, il faut remarquer que la fraction organique des déchets en saison pluvieuse est une source de prolifération des moustiques qui sont vecteurs de paludisme. On note également comme nuisance des émanations d'odeurs nauséabondes. Les eaux des bas-fonds sont contaminées par le lixiviat qui représente une sérieuse menace pour la nappe phréatique.

Les manquements du système de gestion des déchets de la ville de Porto Novo peuvent être analysés aux regards du type d’habitat, de matériels de collecte et de stockage des déchets dans les concessions, les pratiques de tri-valorisation, les voies d’élimination des déchets.

2.2.1 Matériels de stockage des déchets dans les concessions

Le matériel de stockage des déchets à domiciles peut être un facteur déterminant dans la gestion des déchets solides ménagers. La présence ou l’absence de poubelle au sein des ménages peut être un facteur limitant pour la bonne gestion des déchets en ce sens ou les ménages qui n’en disposent pas ont soit tendance à enfouir ou incinérer leurs déchets sur la parcelle à domicile ou dans les environs immédiats de la concession.

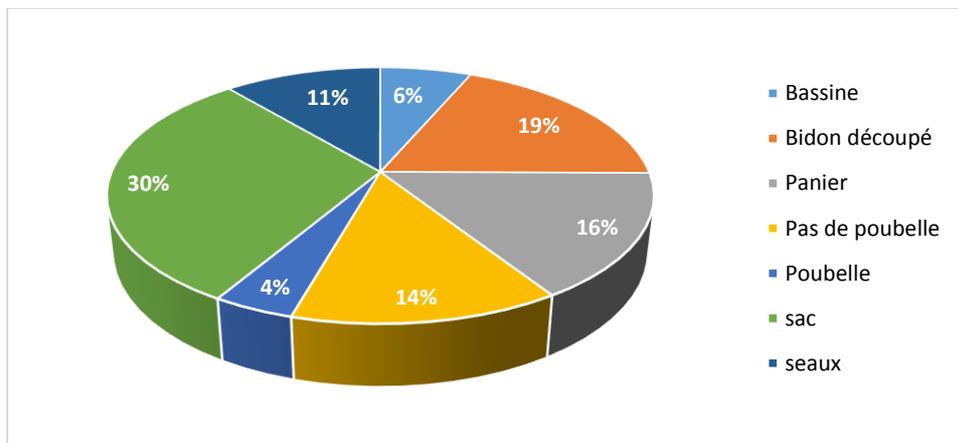


Figure 5: Matériels de collecte et de stockage des déchets (Auteur, 2018)

De l’analyse du graphique il ressort que 14% des enquêtés ne disposent pas de poubelle et ont recours soit à la rue, soit aux terrains vides ou aux bas-fonds à proximité de leur maison pour l’élimination de leurs déchets. Les matériels les plus utilisés pour le stockage des déchets sont les sacs (30%), bidons découpés (19%) les paniers (16%). Seulement 4% utilisent des poubelles en bonne et due forme équipées de couvercle.

Il faut dire que culturellement pour ceux qui ne disposent pas de poubelle à domicile pensent que le lieu de dépôt des ordures représente la poubelle et non un récipient. Ceci a été également démontré par une étude réalisée par (Merceron et Yelkouni., 2011) publiée dans la revue « Liaison Energie-Francophonie, n°90 ». De ce fait il est normal que ces personnes entassent les immondices dans un coin de la maison ou dans les environs immédiats qui sont destinés à être brûlés ou enfouis ; ou encore laissés entraîner par les eaux de ruissellement.

2.2.2 Voies d’élimination des déchets

Une meilleure gestion des déchets solides urbains se traduit par le traitement qu’ils subissent ; ceci d’autant plus que le traitement est un maillon clé de la gestion des déchets.

L'évaluation de l'état du traitement peut s'étudier au regard des voies d'élimination des déchets que chaque ménage pratique. Aussi, les voies d'élimination traduisent le degré d'implication publique c'est-à-dire des citoyens à la bonne gestion des déchets qui ne saurait simplement perçu par ces derniers comme un rôle régalien de la municipalité.

La figure ci-après donne un cliché des voies d'élimination sur le territoire communal de Porto-Novo suivant les résultats des enquêtes de terrain.

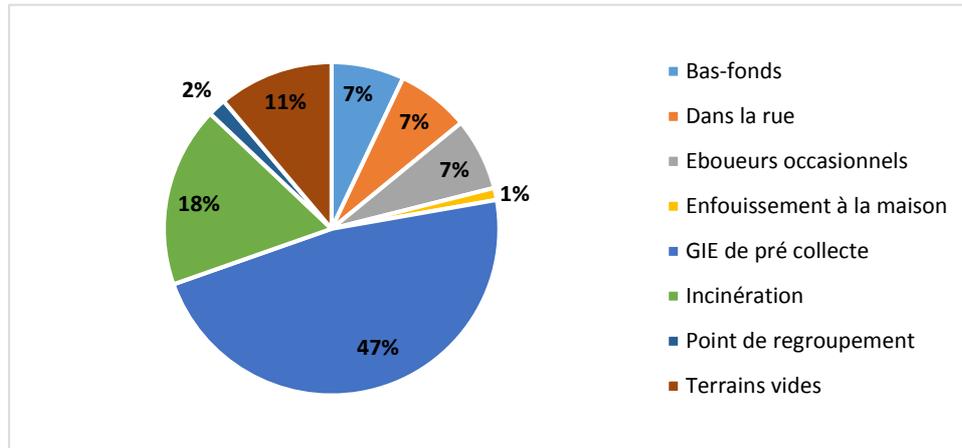


Figure 6: Voies d'élimination des déchets ménagers (Auteur, 2018)

La majorité des enquêtés soit 47% ont recours aux services des GIE pour éliminer leurs déchets ménagers et 2% par apport volontaire au point de regroupement. Les 51% ont recours à la nature pour se débarrasser de leurs déchets à travers soit l'incinération (18%) à domicile, le déversement sur les terrains vides (11%), dans les bas-fonds (7%) mais aussi le long de la berge lagunaire et dans la rue (7%). Les déchets confiés aux éboueurs occasionnels (7%) se retrouvent le plus souvent dans les coins de rues et des bas-fonds. Ces résultats couplés à ceux obtenus sur le type d'habitat (52% bas standing, 33% moyen standing, 13% haut standing, et 2% habitats précaires) montrent à suffisance les difficultés auxquelles la gestion des DSM est confrontée dans la commune de Porto-Novo. L'usage des bas-fonds, de la rue voire des caniveaux pour l'élimination des déchets obstrue les voies d'évacuation des eaux usées qui occasionnent des inondations en saison pluvieuse dans la ville. Ils sont par voie de conséquence des gîtes de proliférations des larves de moustiques à l'origine du paludisme, et de mouches vecteurs de maladies microbiennes. Ces résultats font état des modes d'éliminations des déchets similaires à ceux obtenus par (Amakpé et Gbébada, 2006) dans la ville de Bohicon située un peu plus au Nord-Sud de la ville Porto-Novo. Cette étude menée dans le cadre de l'élaboration du plan d'action pour la gestion et la valorisation des déchets solides urbains de la ville de Bohicon démontre que 90% des déchets produits par les ménages sont déversés dans la nature et font l'objet d'incinération sauvage le plus souvent.

2.2.3 *Pratique actuelle du tri des déchets et considérations sociales*

Le tri à la source est un élément important pour orienter et faciliter le traitement ultérieur des déchets. Le traitement des déchets mélangés nécessitera sans doute plus d'investissement (ressources financières, matérielles et humaines). Pour une optimisation de ces coûts il est important d'opérer un tri préliminaire au sein des ménages.

Partant des résultats d'enquête, il est ressort qu'une large majorité des ménages enquêtés soit 81% ne font pas le tri de leurs déchets. Ce qui suppose que tous les déchets fermentescibles comme non fermentescibles sont mélangés et ne favorisent pas une bonne gestion voire un bon traitement. Les contraintes au tri des déchets selon les enquêtés sont d'abord liées à la conception de la notion de déchet c'est-à-dire une chose dont on veut s'en débarrasser le plus vite que possible et donc à quoi bon le tri ; aussi pensent-ils que le tri est plutôt l'affaire des éboueurs, le faire c'est se substituer à eux. Hors, dans la plupart des villes en développement le métier d'éboueur n'est pas un travail valorisant ; comme le fait remarquer également (Merceron et Yelkouni, 2011, p.12) que « *Dans plusieurs pays du sud, les activités liées aux déchets sont considérées comme déshonorantes et sont réservées aux plus pauvres de la société* ».

Ensuite d'autres enquêtés avancent l'argument de manque de temps nécessaire pour le tri ; ce qui d'ailleurs est conforme aux résultats des études de (Oskamp et *al.*, 1991; McCarty et Shrum, 1994) cité par (Dupré, 2013) qui fait état d'effort physique et de temps comme contraintes les plus fréquemment mentionnées par les ménages.

Cependant, en dépit de ces contraintes sus mentionnées nous avons recueilli les avis des enquêtés sur l'adoption du tri comme pratique pouvant permettre une bonne gestion des déchets. Ainsi, il ressort que 70% des enquêtés sont disposés à faire le tri de leurs déchets contre 30% qui sont réfractaires à cette pratique. Les raisons évoquées sont les mêmes que celles précédemment énoncées c'est-à-dire l'effort physique et le manque de temps.

Les résultats rapportés au type d'habitat montrent qu'il y a une corrélation positive entre les habitats précaires et l'adoption du tri en ce sens que 100% des populations des habitats précaires soit 6% de l'échantillon d'étude ne sont pas favorables au tri. Cette situation peut bien s'expliquer par le fait que ces personnes sont d'abord préoccupées par l'amélioration de leurs conditions socio-économique, et donc le tri ne serait pas pour elles une priorité. Dupré (2013) précise que la résistance au tri des déchets peut s'expliquer par le niveau de revenu qui selon lui est le meilleur indice sociodémographique des facteurs déterminant les pratiques du tri.

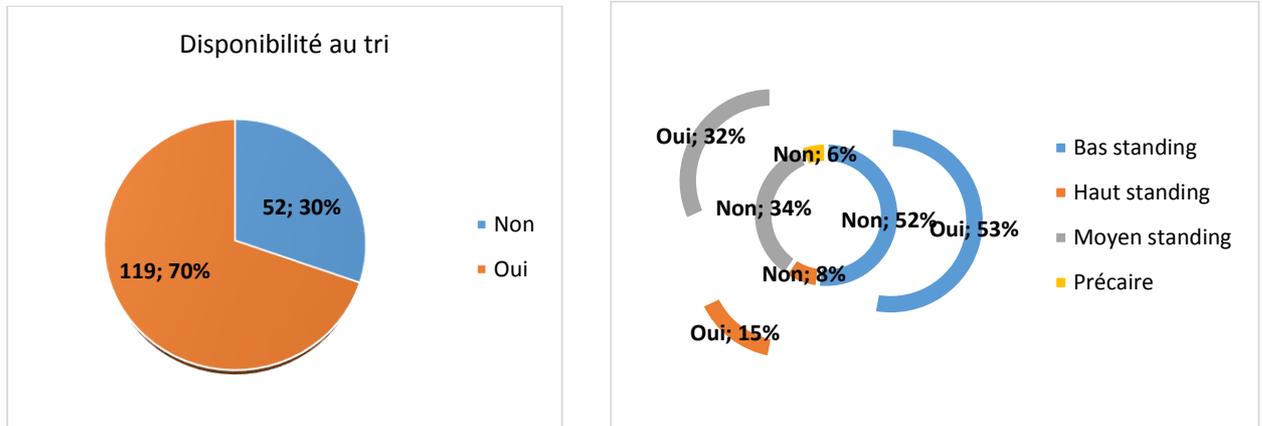


Figure 7: Disponibilité des ménages à faire le tri (à gauche), disponibilité ramenée au type d'habitat (à droite) (Auteur, 2018)

Par contre les populations de bas, moyen et haut standing le sont favorablement respectivement à hauteur de 53%, 32% et 15%.

Ces résultats confrontés à ceux de l'étude réalisée par Zotchi en 2013 sur « *l'analyse du système de gestion des déchets solides urbains de Porto-Novo (Bénin)* » fait état d'un consentement des ménages à pratiquer le tri évalué à 46% contre 70% obtenu dans la présente étude. Ce qui démontre que les mentalités ont petit à petit évoluées en faveur du tri des déchets.

Partant de ces résultats on peut conclure que l'acceptabilité sociale du tri des déchets par les ménages est majoritairement acquise. Cependant, cette acceptation sociale sera renforcée par des séances d'information éducation et de communication pour motiver davantage la population au tri.

2.2.4 Valorisation agricole des déchets, une alternative de gestion

Au regard du mode de gestion défaillant des déchets solides ménagers de la ville de Porto-Novo avec des impacts négatifs tant sur l'environnement, le social que sur l'économie de la collectivité ; il devient urgent de trouver des alternatives à ce mode classique de gestion. Ceci s'impose du fait de la quasi majorité des enquêtés soit 86% reconnaît que la valorisation des déchets fermentescibles en agriculture pourrait être une solution à la gestion des déchets. Ceci s'explique par la présence du centre Songhaï de Porto-Novo qui forme sur les systèmes intégrés de production agricoles donc de la valorisation agricole des déchets en les transformant en compost. Plusieurs enquêtés se réfèrent à Songhaï pour parler de la faisabilité de l'usage des déchets en agriculture.

2.2.5 Réduction des coûts de transport et d'enfouissement

Le mode de gestion classique des déchets solides urbains comporte les étapes telles que la pré-collecte, la collecte, le transport et l'enfouissement.

À Porto-Novo, le site d'enfouissement est situé à environ 25 km de la ville, et le coût de transport et d'enfouissement d'une tonne de déchets y compris les fermentescibles est évalué à 17817 FCFA⁹. En nous basant sur la proportion de la fraction fermentescible de ces déchets, nous essayons de faire une estimation financière (confère tableau 5) pour voir ce que la commune gagnerait ou non en optant pour la valorisation des déchets fermentescibles vu qu'ils représentent une part importante des déchets.

Tableau 5: Projection des coûts liés au transport et enfouissement

Quantité annuelle de déchets produits	Taux de collecte	Quantité de déchets à enfouir	% de MO à enfouir	Quantité annuelle de MO enfouir	Coût de transport et d'enfouissement de la tonne	Coût total annuel de transport et d'enfouissement	Coût total de transport et d'enfouissement sur 10ans
50 000	100%	50 000	69%	34 500	17817	614 686 500	6 146 865 000
50 000	70%	35 000		24 150		430 280 550	4 302 805 500
50 000	35%	17 500		12 075		215 140 275	2 151 402 750

Source : Auteur, 2018

Le tableau 5 présente un scénario de projection des coûts de transport et d'enfouissement annuel et sur une période dix ans en fonction de la proportion de matière organique valorisable contenue dans les déchets. Pour un taux de FFOM de 69%, la simulation est faite suivant des taux de collecte de 35%, 75% et de 100% des déchets. Ainsi pour un taux de collecte estimé à 35% la commune dépenserait en moyenne 215 140 275 FCFA/an soit 2 151 402 750 FCFA en dix ans.

Étant attendu que la FFOM représente environ 70% des DSU, ces résultats montrent que si la commune de Porto-Novo s'engage dans la valorisation de ses déchets fermentescibles elle pourra faire des économies à hauteur de 70% sur les coûts de transport et d'enfouissement et créer de la valeur ajoutée à travers les activités de tri et de valorisation. Ceci permettra de mettre à la disposition des agriculteurs un amendement organique de qualité. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle la valorisation agricole des déchets fermentescibles permet de réduire les coûts de transport et d'enfouissement et de faire des économies est vérifiée. Partant de là les économies faites sur le transport et l'enfouissement des déchets permettront de financer les activités de valorisation.

De l'analyse de la gestion actuelle des déchets solides de la ville de Porto-Novo, on déduit que la collecte traditionnelle et la mise en décharge s'accompagnent des dommages environnementaux tels que les émissions des GES liées à la collecte et au transport et à l'enfouissement, la pollution des zones humides. C'est aussi un mode de gestion qui fait dépenser énormément d'argent à la mairie pour le transport et l'enfouissement des

⁹ Donnée issue du service de la propreté urbaine de la DST-Porto-Novo

déchets. Cependant, ces déchets représentent un important gisement de matières pouvant être valorisées. La fraction importante de matière organique contenue dans ces déchets peut faire l'objet d'une valorisation en agriculture urbaine comme amendement organique pour produire des aliments sains. Ainsi, pour passer à cette échelle de valorisation, il convient de faire un état des lieux de l'agriculture urbaine à Porto-Novo afin de déterminer les potentialités qu'elle offre pour une meilleure gestion des déchets solides urbains.

Chapitre 3 : Agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo

En 2007, la ville de Porto-Novo a bénéficié en tant que troisième ville pilote après Pikine (Sénégal), Bobo Dioulasso (Burkina Faso) du projet « Villes agricoles du futur » initié par la Fondation Ressources Centers on Urban Agriculture and Food Security (RUAF). Ce projet visait à mettre à contribution les agriculteurs urbains pour la réduction de la pauvreté urbaine, la sécurité alimentaire et la gestion de l'environnement. Ainsi, de nos jours il devient intéressant de faire un état des lieux de l'agriculture urbaine à Porto-Novo afin de déterminer ses atouts et contraintes ainsi que les défis à relever.

Le présent chapitre s'intéresse aux enjeux de l'agriculture urbaine en général dans les pays en développement et plus précisément à l'étude de cas de la ville de Porto-Novo au Bénin. Pour ce faire, nous définirons l'agriculture (péri)urbaine et sa multifonctionnalité ainsi que son évolution en premier lieu, puis ensuite analyser les forces et faiblesses ainsi que les opportunités et menaces de l'agriculture à Porto-Novo pour ainsi relever la nécessité son intensification écologique.

3.1 Définition et fonctions de l'agriculture urbaine et périurbaine

La définition de l'agriculture urbaine a longtemps fait polémique (Moustier et Fall, 2004). De nos jours les définitions les plus couramment admises à l'échelle internationale sous le vocable « Urban Agriculture », l'agriculture urbaine se définit comme des formes variées d'agriculture localisées en ville ou à périphérie des villes, dont les produits agricoles et les services annexes qu'elles fournissent sont en majeure partie à destination des villes, et qui utilisent des ressources (foncières, de main d'œuvre, d'eau, de capital etc.) qui peuvent faire l'objet de concurrences mais aussi de complémentarités avec des usages urbains (Moustier et M'baye, 1999; Mougeot, 2005; van Veenhuizen, 2006) cité par (Aubry, 2013). Ainsi, de par sa proximité géographique à la ville avec laquelle elle entretient des relations, l'agriculture urbaine est très diversifiée dans ses formes suivant les pays les villes, et les contextes (Moustier et Danso, 2006). Cependant, une caractéristique toujours mise en avant est sa multifonctionnalité (Zasada, 2011). Pourvoyeuse d'aliments, elle assure également les fonctions économiques et sociales pour la ville, à travers la création d'emplois directs et indirects, elle participe à la consolidation des liens sociaux (Wegmuller et Duchemin, 2010) ; elle a également des fonctions environnementales (contention de risques comme les inondations, réduction d'îlots de chaleur) ou le recyclage agricole des déchets organiques urbains très fréquent dans les pays en développement (Parrot *et al.*, 2009; Cofie *et al.*, 2011) cité par (Aubry, 2013). Aussi l'agriculture urbaine a une fonction pédagogique en ce sens qu'elle participe à l'éducation des enfants aux sciences de la nature.

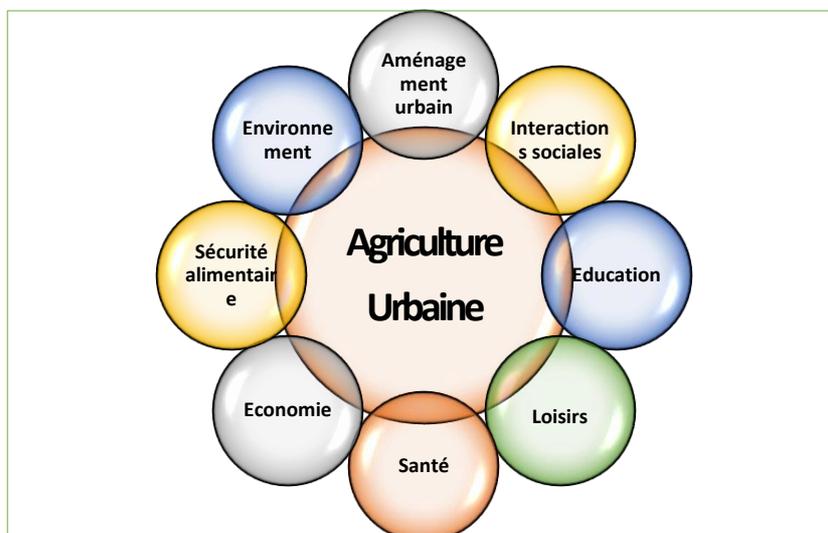


Figure 8: Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine d'après Duchemin et al. (2008)

La figure ci-dessus présente la multifonctionnalité de l'agriculture urbaine telle décrite par Duchemin et al. en 2008. Ces auteurs identifient huit principales fonctions. À part les cinq fonctions déjà énumérées plus haut on ajoutera les fonctions d'aménagement urbain, de santé et de loisirs.

3.2 Dynamique de l'agriculture urbaine et périurbaine dans les villes en développement

L'agriculture urbaine est une vieille pratique qui depuis fort longtemps existe dans les villes. Selon (Roy, 2009) l'agriculture urbaine est devenue aujourd'hui une stratégie d'adaptation pour les habitants pauvres des villes des PED dont la croissance urbaine est en majorité due à l'exode rural. Ainsi, cette agriculture répond à la nécessité de nourrir la population et de faire face au chômage occasionné par les migrations internes. Pratiquée à temps partielle par certaines personnes, l'agriculture urbaine demeure pour bon nombre de familles la principale source de revenus (Smit et al., 1996).

Les lieux le plus souvent dédiés à ces activités sont les terrains à proximité des habitations, les arrière-cours, les jardinets (Mougeot, 2006) et les jardins communautaires ou les aires non constructibles (bas-fonds). Ces espaces sont très souvent des domaines de l'État et peuvent être sollicités à tout moment pour la mise en place d'infrastructures sociales telles les écoles, hôpitaux, les routes ou faire objet de lotissement ; ce qui ne garantit aucune sécurité aux agriculteurs pour des grands investissements. Dans la plupart des PED vue que l'accès à l'eau est un facteur limitant pour la production, elle se pratique le long du littoral pour les pays côtiers, à proximité des cours d'eau surtout pour les producteurs de fruits et légumes. On note également une production pluviale telle que les céréales et tubercules qui se cultivent en milieu urbain. L'agriculture urbaine s'est également étendue à la production animale, halieutique. Autour de ces activités se développe un réseau d'acteurs tels que les commerçants d'entrants agricoles, de revendeurs de produits agricoles frais.

Dans la plupart des PED cette activité agricole n'étant pas intégrée à la ville, est aujourd'hui confrontée au défi foncier par suite d'urbanisation accélérée. Elle est ainsi contrainte à l'intensification qui malheureusement se fait à base de fertilisants chimiques qui ne sont pas sans conséquences sur la santé des populations et sur l'environnement (pollution des cours d'eau par enrichissement en métaux lourds), (Smit et al., 1996). Cependant au regard des maux auxquels les villes font face, l'agriculture urbaine présente de véritables atouts tant du point de vue économique, social et environnemental pour être une solution à la durabilité des villes.

Il faut reconnaître que dans le contexte de changements climatiques, l'intégration de l'agriculture urbaine à l'aménagement de la ville est un atout pour lutter contre les risques d'inondation et augmenter ses capacités d'adaptation.

3.3 Opportunités de l'agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo

Pour rappel, dans la ville de Porto-Novo les actifs agricoles représentent 13%¹⁰ de la population urbaine. L'agriculture urbaine capitalise les activités de production horticole, animale, halieutique ainsi que la transformation et la commercialisation des produits agricoles. Cependant, dans le cadre de notre étude nous ne nous intéresserons qu'à la production horticole.

L'agriculture urbaine à Porto-Novo consiste essentiellement en petites exploitations maraîchères de type familial (0,25 à 0,5 ha) et en exploitations de taille moyenne (1ha). Toutes sont orientées vers des productions végétales en polyculture. On y cultive tout à la fois des fruits (tomates, gombo, concombre, aubergines, poivrons, piments, haricot vert, sésame etc.) ; des racines (oignons, carottes, betteraves etc.) ; des légumes (grande morelle, crin crin, amarante, laitue, chou, vernonia, persil, basilic etc.) ainsi que les plantes ornementales (crotton, étrenna, ficus jaune, isora, ibiscus, sapin, saule pleureuse etc.) et arbres fruitiers (avocatier, papayer, etc.) produits par les pépiniéristes.

Pour avoir un aperçu global de l'agriculture urbaine à Porto-Novo, nous allons utiliser l'outil d'analyse FFOM pour déterminer les forces et faiblesses ainsi que les opportunités et menaces. Les résultats de cette analyse sont résumés dans le tableau ci-après.

¹⁰ Plan de Campagne Agricole (2004-2005)

Tableau 6: Analyse des forces-faiblesses et opportunités-menaces de l'agriculture urbaine à Porto-Novo

	Forces	Faiblesses
Interne	<ul style="list-style-type: none"> - Existence d'une stratégie nationale de développement du secteur agricole (2017-2021) - Existence d'un plan communal de développement - Existence de l'union communale des producteurs - Existence de l'union communale des maraîchers de Porto-Novo - Appui financiers de l'ONG Paul Gérin Lajoie - Mise en œuvre de nombreux projets (Porto-Novo ville verte, PADMAR¹¹) - Existence de marchés locaux prêts à accueillir les produits - 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté d'accès au foncier - Problème de sécurisation foncière - Difficulté d'accès aux intrants spécifiques à moindre coût - Manque d'intrants spécifiques adaptés aux cultures maraîchères - Faible productivité - Difficulté d'accès aux financements - Difficulté d'accès aux marchés - Le manque de professionnalisation des acteurs - Forte dualité entre l'affectation des terres agricoles et la revendication spatiale de la croissance urbaine - Produit de moindre qualité ou non hygiénique - Pénibilité de l'arrosage manuel - Absence de réglementation de l'AUP - Lessivage des sols
	Opportunités	Menaces
Externe	<ul style="list-style-type: none"> - Existence des structures de production de compost telles que le centre Songhaï, Emmaüs de Tohoué - Appui conseil des agents techniques de l'Agence Territoriale du Développement Agricole(ATDA) - Demande croissante en produits due à la forte croissance de la ville - Présidence de l'université nationale d'agriculture 	<ul style="list-style-type: none"> - Réformes administratives - Développement (étalement horizontal) de la ville - Inondation périodique de certains sites

Source : Auteur, 2018

¹¹ Projet d'appui au développement su maraichage

L'analyse des FFOM de l'agriculture urbaine à Porto-Novo montre qu'elle présente de nombreux atouts pour son émergence, on pourra citer entre autres le projet phare PADMAR couvrant la période 2017-2021 ainsi que le projet Porto-Novo ville verte ayant pour enjeu l'adaptation de la ville aux changements climatiques à travers l'aménagement des écosystèmes lagunaires de la ville. Aussi, remarque-t-on une organisation du secteur agricole urbain avec la mise en place de l'union communale des producteurs de Porto-Novo ayant plusieurs démembrements tels que les pisciculteurs, cuniculteurs, les porciculteurs, pépiniéristes, aviculteurs et maraîchers. Ces différents acteurs bénéficient d'un appui accompagnement des démembrements du ministère en charge de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

Il faut souligner également que le centre Songhaï spécialisé dans le domaine de l'environnement est un excellent vivier de techniciens agricoles. La plupart des techniciens formés font carrière dans l'agriculture urbaine et dans la transformation de produits agricoles. Cependant comme on peut sans doute remarquer que la pratique de l'agriculture urbaine à Porto-Novo est confrontée d'énormes difficultés auxquelles il incombe de trouver des solutions idoines.

3.4 Défis de l'agriculture urbaine à Porto-Novo

L'agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo est confrontée à d'énormes difficultés qui compromettent son émergence. En effet, l'analyse des FFOM fait état des faiblesses et menaces qui pèsent sur l'agriculture "portonovienne" à savoir notamment une forte dualité entre l'affectation des terres agricoles et la revendication spatiale de la croissance urbaine, les difficultés d'accès aux financements, et le manque des intrants agricoles spécifiques. Les travaux de terrain ont révélé que la contrainte principale à laquelle l'agriculture urbaine est confrontée à Porto Novo est celle liée au foncier. En effet, les terrains urbains font l'objet d'une concurrence intense entre plusieurs usages où l'agriculture est le plus souvent lésée. Dans ce jeu concurrentiel comme le disait (Torre, 2014) la valorisation des surfaces agricoles n'est pas comparable avec celle des usages alternatifs donnant ainsi lieu à une artificialisation des espaces conduisant au recul des sols agricoles urbains.

En s'intéressant à l'étude de cas de Porto- Novo, on constate qu'entre la campagne agricole 2005-2006 et 2015-2016, la superficie agricole est passée d'environ 600 ha à 140 ha soit une régression d'environ 77%¹² en l'espace de 10 ans (annexe 8) ceci au détriment de la construction d'infrastructures publiques et privées (écoles, hôpitaux, maisons, ouverture de voies...). Cette perte importante des surfaces agricoles impacte très négativement

¹² Données issues de la statistique agricole de l'Agence Territoriale du Développement Agricole(ATDA)- de l'Ouémé-Plateau

l'agriculture urbaine. En effet, cet état de fait conduit à une surexploitation des terres encore accessibles aux horticulteurs conduisant ainsi à leur appauvrissement en éléments nutritifs indispensables à la croissance des plants. Ceci se traduit par une faible productivité donc de faibles rendements. Cependant, la demande en biens et services notamment en nourriture ne cesse d'augmenter avec la démographie galopante. Ainsi pour satisfaire cette demande à la hausse les agriculteurs urbains ont recours aux fertilisants chimiques (les engrais minéraux) qui certes stimulent la croissance des plantes mais malheureusement polluent les sols, les nappes phréatiques, les eaux de surface. L'usage de ces engrais couplé aux pesticides qui ne sont pas à ignorer compromet la qualité sanitaire des aliments.

La figure ci-après fait un état des lieux sur l'utilisation des fertilisants agricoles dans la commune de Porto-Novo

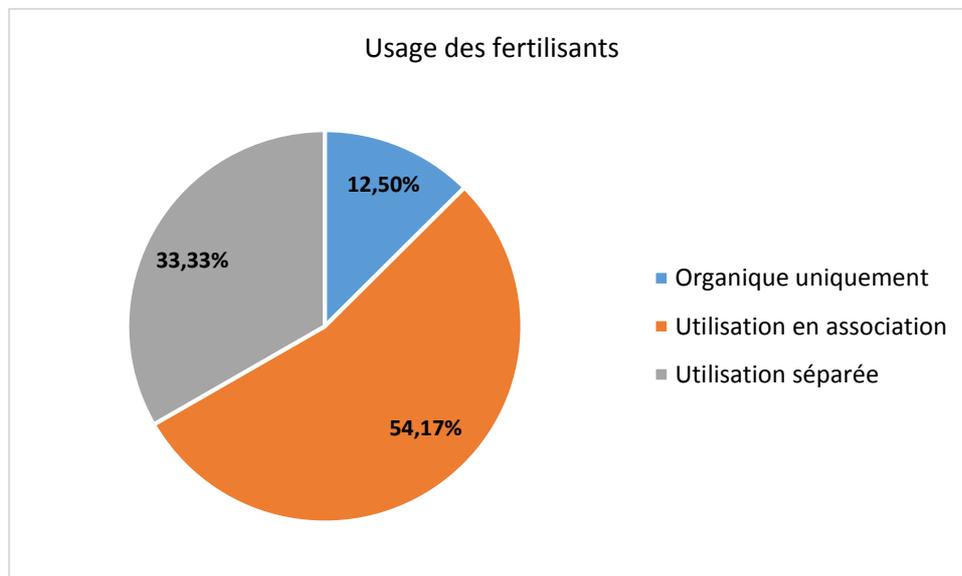


Figure 9: Les usages des fertilisants agricoles (Auteur, 2018)

Le graphe représente la proportion des agriculteurs urbains en fonction des usages des fertilisants agricoles (engrais minéraux et engrais organiques).

Il ressort de l'analyse du graphe que 54,17% des agriculteurs associent les engrais minéraux et organiques pour le développement de leurs plants, tandis que 33,33% des agriculteurs affirment les utiliser séparément. Seuls 12,50% des enquêtés ont uniquement recours aux engrais organiques pour fertiliser leurs parcelles.

On comprend alors que l'agriculture urbaine à Porto-Novo est engagée dans un processus d'intensification chimique. Cependant, au regard des potentialités dont dispose la ville de Porto- Novo en ressources organiques non valorisées notamment les déchets fermentescibles, on peut envisager une nouvelle forme d'intensification de l'agriculture urbaine basée sur des fertilisants organiques.

3.5 Nécessité de l'intensification écologique de l'agriculture urbaine à Porto-Novo.

La question de l'intensification de l'agriculture urbaine se pose avec autant d'acuité tant du point de vue d'un lessivage progressif des surfaces agricoles qui sont dénudées donc moins riches en éléments nutritifs; que du point de vue des besoins grandissant à satisfaire. En effet, l'agriculture urbaine est multifonctionnelle et vise à satisfaire les besoins nutritionnels, environnementaux, économiques et sociaux. Cependant, le contexte actuel de développement urbain non maîtrisé que connaît la ville de Porto-Novo semble faire entorse à l'émergence de cette agriculture urbaine.

Cet état de fait peut s'expliquer par la faible importance accordée à l'agriculture vue que les besoins en logement sont plus préoccupants.

Ainsi, pour le peu d'espaces dont dispose encore l'agriculture, il devient urgent d'intensifier la production non avec les fertilisants chimiques mais plutôt au moyen des fertilisants organiques. Cette intensification passe par la valorisation agricole des déchets fermentescibles vue qu'il existe un lien organique entre agriculture urbaine et valorisation des déchets tels que les ordures ménagères (Kakai *et al.*, 2010). Cette intensification écologique de l'agriculture urbaine à Porto-Novo s'explique aussi par la nécessité de préserver les zones humides de la ville. En effet, les grandes aires agricoles sont localisées le long de la zone lagunaire ou des dépressions. Le lessivage des engrais chimiques représente un risque d'eutrophisation pour ces milieux pouvant impacter négativement nombre de services qui leurs sont associés.

En faisant de l'agriculture le réceptacle des déchets ménagers, on lui assigne ainsi une nouvelle fonctionnalité de gestion de l'environnement qui s'inscrit dans un contexte général d'écologisation de l'agriculture (Griffon, 2009).

3.5.1 Usage des engrais organiques dans le secteur agricole à Porto-Novo

Pour une meilleure productivité les agriculteurs font recours non seulement aux engrais minéraux mais également à la matière organique sous plusieurs formes. Les travaux de terrain ont permis de répertorier quelques-unes telles que les fientes de volailles, les déjections de chèvres, de moutons, de lapins, le lisier de porc, le terreau, le compost et l'usage direct des déchets biodégradables.

Les agriculteurs enquêtés affirment qu'auparavant ils allaient chercher dans les marchés des déchets organiques pour amender leurs planches mais qu'avec la prolifération des sachets plastiques qui envahissent les déchets, cette pratique n'est plus d'actualité. Ils préfèrent alors se rabattre sur le fumier. Les pépiniéristes quant à eux ont recours au terreau pour le développement de leurs plants. Ce qui suppose l'écologisation de l'agriculture urbaine voire son intensification à Porto-Novo ne poserait pas de problème

d'acceptabilité sociale de l'usage des déchets comme fertilisants par les agriculteurs. Sur cette base nous avons essayé de terminer les préférences des agriculteurs par rapport à l'utilisation de déchets bruts pré-triés ou du compost et du terreau.

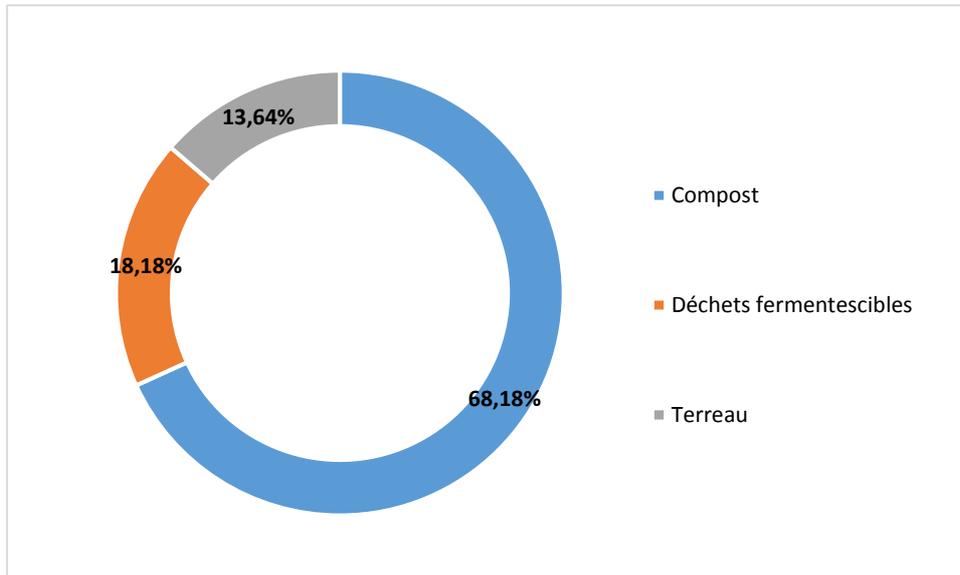


Figure 10: Préférences des agriculteurs à l'utilisation des fertilisants organiques (Auteur, 2018)

En termes de préférence des agriculteurs à l'utilisation des engrais organiques, il ressort de l'enquête que 68,18% préfèrent utiliser le compost, 18,18% sont pour les déchets fermentescibles pré-triés et enfin 13,64% des horticulteurs notamment les pépiniéristes optent pour le terreau comme fertilisant.

Ces résultats montrent ou confirment l'acceptabilité sociale des agriculteurs à s'orienter vers les fertilisants organiques. Ce qui d'ailleurs confirme l'hypothèse selon laquelle les agriculteurs urbains sont disposés à utiliser les fertilisants organiques.

3.5.2 Analyse de la demande en fertilisants organiques

Pour évaluer les besoins en amendements organiques, les chercheurs comparent différents amendements en quantités agronomiques (20 à 30 t/ha) (Albiach *et al.*, 2001; Brunetti *et al.*, 2007; Celik *et al.*, 2004; Pascual *et al.*, 1999), ou différentes quantités d'un même amendement, cité par (Koledzi, 2011). Ainsi pour des essais agronomiques, (Albiach *et al.*, 2001) ont utilisé 24t/ha/an d'amendement organique issu de déchets municipaux solides qui ont permis d'augmenter significativement le taux de MO, de la quantité de substances humiques, et de la proportion des sucres après 5ans aux champs.

En s'appuyant sur ces résultats et la disponibilité des terres agricoles, nous pourrons ainsi évaluer la demande en fertilisant organique (confère tableau ci-dessous).

Tableau 7: Evaluation de la demande en fertilisants organiques

	Superficie disponible	Taux d'occupation	Superficie exploitée	Quantité d'amendement(t/an)	Quantité annuelle d'amendement à produire (t)
Sénario1	140	100%	140	24	3 360
Sénario2	140	70%	98		2 352

Source : Auteur, 2018

Suivant un taux d'occupation des sols cultivables estimé à 100% ou à 70%, les quantités de fertilisants à prévoir sont respectivement de 3360 tonnes et de 2352 tonnes par an.

3.5.3 Aspect financier

La proximité des sites de compostage vis-à-vis des lieux de production agricole constitue le plus souvent l'un des facteurs de motivation des agriculteurs à l'utilisation du compost. En effet, l'éloignement des sites de compostage occasionne de frais supplémentaires qui font que l'acquisition du compost devient plus difficile que celle des engrais conventionnels. Les fertilisants chimiques bien-sûr, ont un effet rapide sur les plantes comparativement aux fertilisants organiques dont l'action est lente mais durable et procure de nombreux avantages notamment sur le plan environnemental et sanitaire.

Actuellement le prix du compost dans le département Plateau-Ouémé au Bénin varie de 2000 FCFA à 2500 FCFA le sac de 30kg. Le sac de 50 kg des engrais chimiques notamment le NPK et l'urée coûtent respectivement 12500 FCFA et 11500FCFA (confère tableau 8). Cependant, le compost n'étant pas le plus souvent disponible sur place à Porto-Novo, les agriculteurs s'approvisionnent en cas de besoin à "Bénin semence" à Cotonou située à environ à une demi-heure en voiture de Porto-Novo.

Tableau 8: Coût des engrais chimiques conventionnels et du compost

Fertilisant	Poids d'un sac (Kg)	Prix unitaire (FCFA)	Equivalent en tonne(Sac)	Prix de la tonne (FCFA)
NPK	50	11500	20	230 000
Urée	50	12000	20	240 000
Compost	30	2500	33,33	83 333,33

Source : Auteur, 2018

Ainsi, la production d'un compost de qualité sur place à proximité des zones d'exploitation agricole et à coût abordable serait déterminant pour l'adoption du compost comme fertilisant organique dans la commune de Porto-Novo.

3.5.4 Modalités d'application des engrais organiques

L'usage des engrais organiques notamment les fientes d'animaux et les déchets ménagers comme amendements organiques pour l'intensification agricole présente autant d'atouts que d'inconvénients. En effet, l'application de ces engrais permet d'apporter aux sols les éléments minéraux nécessaires à la croissance des plantes et favorisent une bonne productivité. Cependant une mauvaise utilisation de ces intrants peut nuire aux plantes voire les détruire. Aussi l'application de fientes d'animaux provenant des sujets infestés et mal traités sur les parcelles agricoles peut occasionner une contamination tout au long de la chaîne alimentaire. Pour les déchets ménagers ou le terreau souvent prélevés sur les décharges publiques, on note une contamination en métaux lourds souvent due à la présence de piles électriques contenant du cadmium, et des boîtes de peintures (plomb, mercure...) dans les déchets qui sont incinérés ensemble avec les pneus. Ce qui fait que ces engrais organiques sont de qualité douteuse.

Notons que des cas de contamination aux métaux lourds ont été évoqués par les techniciens agricoles sur des parcelles agricoles à Louho dans le cinquième arrondissement en 2005. Fort de ces expériences douloureuses, l'adoption de fertilisants organiques notamment les déchets fermentescibles doit faire l'objet d'une étude rigoureuse afin de déterminer la filière de valorisation des déchets la mieux appropriée pour ainsi réduire les incidences tant sur le développement des plantes que sur la santé humaine. Aussi, un autre défi également lié à l'adoption des fertilisants organiques de bonne qualité est celui de marché porteur. Pour l'instant les producteurs qui sont engagés dans la production biologique c'est-à-dire sans apport de fertilisants chimiques éprouvent des difficultés pour écouler leurs produits et pourtant les impacts liés à la consommation des aliments produits avec les engrais chimiques ne sont plus à démontrer (pourriture précoce des biens, les maladies comme les cancers...). Cependant comme le témoigne le graphe ci-dessous, les producteurs restent confiant que tôt ou tard la population optera pour les produits biologiques ce qui donc augmentera leurs compétitivités tout en créant de la valeur ajoutée vue que les produits biologiques sont plus chers que les autres qui sont issus d'engrais chimiques et de produits phytosanitaires.

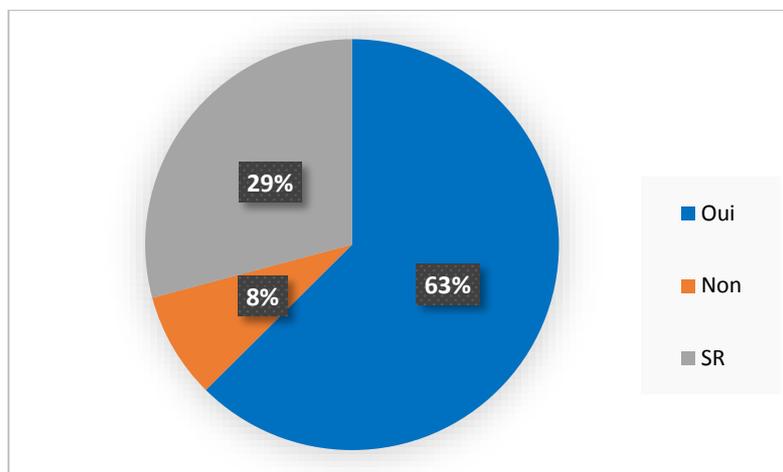


Figure 11: Compétitivité des agriculteurs liée à l'utilisation des engrais organiques (Auteur, 2018)

Au regard des résultats des enquêtes de terrain, 63% des agriculteurs estiment que l'adoption des engrais organiques comme fertilisant agricole augmenterait leur compétitivité sur les marchés locaux, cependant 29% des producteurs sont indifférents contre 8% qui ne voient en cette adoption aucune manière d'accroître leur compétitivité vu que la population veut acheter les produits "bio" au même prix que les non "bio" (produits avec des engrais chimiques).

La nécessité de relever les défis de l'agriculture urbaine à Porto-Novo amène à son intensification écologique. Ceci pour lui permettre de continuer par assurer ses différentes fonctions alimentaires, environnementales, sociales et économiques. L'écologisation de l'agriculture urbaine à Porto-Novo est possible grâce au fort potentiel de déchets fermentescibles produits par la ville ; et à la disponibilité des agriculteurs urbains à utiliser les fertilisants organiques. La nécessité de l'écologisation de l'agriculture urbaine amène cependant à s'interroger sur la filière de valorisation de déchets fermentescibles qui soit à même de répondre non seulement aux attentes des agriculteurs mais également à celles des consommateurs sans oublier les considérations environnementales, sociales et économiques. Ceci nous amène sans doute à étudier les alternatives de valorisation des déchets fermentescibles à l'échelle de la commune de Porto-Novo.

Chapitre 4: Alternatives de valorisation des déchets fermentescibles

La valorisation des déchets fermentescibles passe par des procédés de traitement des déchets solides organiques par bioconversion. Cette conversion produit soit du compost ou du biogaz et du digestat selon le procédé de traitement.

Dans ce chapitre nous nous intéresserons aux procédés de méthanisation et de compostage des déchets. Ainsi, sur la base d'une analyse multicritères des avantages et contraintes des deux procédés et en tenant compte du contexte de la ville de Porto-Novo, nous procéderons au choix de la filière la mieux appropriée pour la valorisation des déchets de la ville. Enfin nous définirons une stratégie de valorisation des déchets dans la commune de Porto-Novo.

4.1 Modalités de valorisation des déchets

La valorisation agricole des déchets ménagers nécessite une meilleure connaissance de la composition et du flux des déchets. Aussi, le tri et la collecte sélective permettent de disposer de matières non souillées pouvant permettre de fabriquer des amendements de qualité ne présentant pas de risque de contamination des sols et des produits cultivés.

4.1.1 Evolution du flux de matières organiques

Selon Yé (2007), la recherche de solutions durables et adéquates pour le recyclage des déchets solides urbains en agriculture nécessite de prime abord la connaissance de leur composition et le flux de leur production.

Les résultats de l'étude de caractérisation des déchets de la ville de Porto-Novo réalisée en 2005 par le bureau d'études Ramboll, permettent de connaître la composition des déchets solides urbains de la commune de Porto-Novo qui se présente comme suit : les matières organiques, sable/inerte, les plastiques, les papiers/cartons, les textiles (vêtements), les verres, le bois, les batteries, les chaussures/ cuirs et les coquilles/os et divers. L'analyse des résultats de cette caractérisation évoquée plus haut dans le 2^{ème} chapitre montre que plus de 50% des déchets de la ville de Porto-Novo peut être valorisé en agriculture.

En nous intéressant au flux de déchets solides urbains (DSU) qui seront produits dans les années à venir comme le montre la figure ci-dessous, on constate qu'il y aura une production à la hausse passant de 52867 tonnes en 2009 à 82963 tonnes en 2028. Ainsi, à en conclure que partout ailleurs comme à Porto-Novo, les déchets sont générés de façon continue, en quantité croissante avec le développement de mode de vie des sociétés (Aina, 2006).

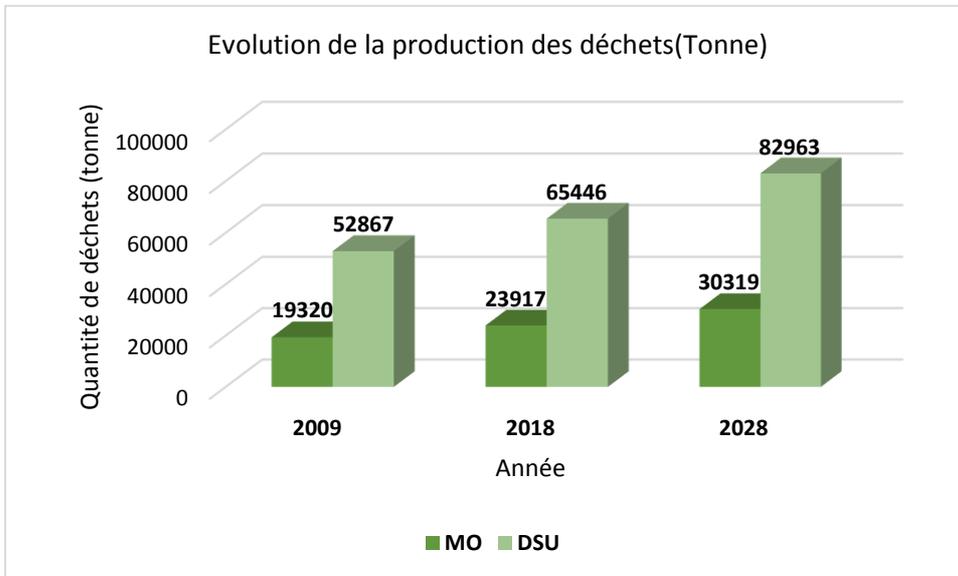


Figure 12: Evolution de la production des déchets à Porto-Novo jusqu'en 2028 (Bureau d'études Ramboll, 2005)

Sur la même période le flux de la matière organique (MO) présent dans les déchets augmente avec la quantité totale produite et passera de 19320 tonnes en 2009 à 30319 tonnes en 2028.

4.1.2 Valorisation du métier d'éboueur

Dans la plupart des communautés, le métier d'éboueur est considéré comme le dernier des travaux réservé aux gens n'ayant pas de qualification. Ces personnes marginalisées travaillent dans des conditions qui les exposent à de nombreux risques professionnels. La réussite de ce projet de valorisation nécessitera une forte implication de ces derniers. Pour ce faire des séances des formations à l'endroit des éboueurs seront organisées. Aussi, le métier d'éboueur qui s'inscrit dans les emplois verts doit être valorisé.

4.1.3 Tri des déchets solides urbains

L'une des principales contraintes à la valorisation des déchets dans la plupart des PED est le fait que les déchets sont tous mélangés dans une unique poubelle depuis les ménages. Cependant, la pratique du tri basé sur la composition des déchets favorise les choix des filières de recyclage et permet des gains d'efficacité. Notons que dans les pays industrialisés, les arguments en faveur du tri trouvent leur force du Nimby « Not In My BackYard » c'est-à-dire le refus des populations riveraines d'accueillir de nouvelles installations de traitement des déchets ; et dans les coûts évités (de plus en plus élevés) par rapport à l'élimination (Bertolini et al., 1999).

Il est certes vrai qu'on assiste de nos jours à des pratiques de tri souvent sur les décharges dans les PED. Cette activité de tri est l'œuvre de chiffonniers qui non seulement opèrent sur les décharges mais également dans les rues et poubelles devant les maisons à la

recherche d'objets valorisables. Cependant, ce tri ne permet pas de valoriser le potentiel des déchets vu que le tri ne pourra être maximisé d'une part, et d'autre part du fait des objets contaminés ne pouvant plus faire l'objet d'une quelconque valorisation.

Dans les contextes où les activités de tri ne sont pas une habitude des ménages, ce défaut peut être corrigé en partie par un tri en aval par la mise en place des unités de tri manuel, semi-mécanisé ou mécanisé.

Dans le cadre de la ville de Porto-Novo, le mal peut d'une part être corrigé par la mise en place des unités de tri aux neuf points de regroupement des déchets de la ville pour récupérer les objets recyclables ainsi que la fraction organique pouvant faire l'objet d'un traitement par méthanisation ou par compostage pour produire soit de l'énergie ou des engrais organiques. À cet effet, l'initiative du projet de mise en place d'unité de tri semi-mécanisé au point de regroupement des déchets solides urbains au quartier Foun-Foun Tokpa vient à point nommé. Une fois mis en œuvre ce projet peut être dupliqué à tous les points de regroupement de la ville pour trier plus de déchets.

Dans la perspective de modernisation de la filière de gestion des déchets, les activités de ces unités de tri devront être facilitées par une incitation du tri à la source c'est-à-dire dans les ménages.

En s'appuyant sur les résultats des enquêtes de terrain de 2018 réalisées dans le cadre de cette étude, on s'aperçoit que la population dans l'ensemble est disposée à faire le tri. Cette volonté exprimée de la population est de 70% contre 30% qui ne sont pas encore prêts à faire le tri de leurs déchets ménagers. Ceci pourra s'améliorer avec le temps à travers les séances d'information éducation communication de la population sur les bonnes pratiques de gestion des déchets. Aussi l'incitation au tri pourra se faire à travers l'initiative « Poubelle » où la mairie acquiert des poubelles au profit des GIE qui seront chargés de les mettre à disposition de ménages abonnés pour les encourager à faire le tri.

Dans la perspective d'inciter la population à s'abonner au service de la pré-collecte et pour augmenter le taux de collecte à l'échelle de la commune ; la mairie pourra subventionner pour une durée déterminé les GIE. Ainsi, les nouveaux ménages qui adhèrent au service ne payeront peut être qu'à partir du troisième mois comme ce fut le cas à Lucknow en Inde avec l'ONG MJS (Ngnikam et Tanawa, 2006).

4.1.4 Collecte sélective des déchets solides ménagers

La collecte des déchets solides urbains dans la commune de Porto-Novo, qu'elle soit assurée par les agents de la mairie ou par les groupements d'intérêt économique en porte-à-porte jusque-là n'est pas encore une collecte sélective. Cependant, comme le soulignent certains auteurs comme (Aina, 2006), les grands principes de la collecte de déchets ménagers sont indissociables des filières de traitement et de valorisation (Aina, 2006). Ce qui suppose que la collecte est très déterminante non seulement dans le processus de

traitement mais également dans le choix de filière de valorisation ; et pour maximiser les chances de valorisation, la collecte sélective devient un impératif.

La problématique du tri et de la collective une fois réglée ouvre alors la voie à la valorisation des déchets selon qu'il convient dépendamment de leur nature.

4.2 Choix de la filière de valorisation

L'usage d'amendements organiques en agriculture notamment le compost dans les PED, se justifie par une proportion importante de matière organique contenue dans les déchets solides urbains souvent supérieure à 50% et pouvant atteindre 85% quelques fois (Sotamenou, 2012). L'adoption du compost comme fertilisant en agriculture urbaine peut également être justifié par le fait que pour des raisons de chômage et de pauvreté, l'AUP occupe entre 10 et 80% d'urbains en Afrique (Moustier et Page, 1997). Ainsi, le choix de la filière de valorisation des déchets organiques doit être en mesure d'une part de fournir des quantités importantes d'intrants pour répondre à la demande des producteurs ; mais également intégrer les aspects socio-économiques, environnementaux et sanitaires sans ignorer l'accessibilité de la technologie d'autre part.

La valorisation agricole des déchets dans le contexte de la ville de Porto-Novo répond à un double objectif. En effet, la valorisation permet une meilleure gestion des DSU favorise le développement de l'AUP via une intensification écologique.

Pour le choix, le recours à une analyse multicritères en termes de bénéfices et inconvénients des deux filières à savoir le compostage et la méthanisation a été nécessaire (confère annexe3). Au regard des besoins à satisfaire, le compostage a été retenu comme technique de valorisation des déchets fermentescibles. Cette option de valorisation se justifie par les nombreux avantages qu'offre le compostage. En effet, mis à part les bénéfices environnementaux en termes d'impacts négatifs évités ; le compostage mobilise plus de ressources humaines donc pourvoyeur d'emploi, créé de la cohésion sociale entre les employés. C'est aussi une technologie largement vulgarisée dans les PED et accessible aux producteurs. À Porto-Novo, beaucoup de jeunes ont été formés sur le compostage au centre Songhaï et constituent un véritable atout pour le projet de valorisation. Le choix de cette technologie répond également à la demande des agriculteurs urbains. En effet, les enquêtes de terrain ont montré qu'il y a une forte sollicitation de compost évaluée à 68,18% des enquêtés. Cette demande connaîtra une hausse avec la mise en œuvre du projet Porto-Novo Ville Verte d'où la nécessité de produire du compost de qualité et en quantité suffisante pour couvrir les besoins des producteurs.

4.3 Stratégie de valorisation des déchets fermentescibles par compostage

La stratégie de valorisation de la fraction fermentescible des déchets vise dans un premier temps à réduire les quantités de DSU à enfouir et par conséquent réduire les coûts de

transport et d'enfouissement, puis dans un deuxième temps mettre à la disposition des agriculteurs urbains des fertilisants organiques de qualité pour le développement de l'agriculture urbaine.

Le graphe ci-dessous montre une nette diminution de la quantité de DSU à enfouir à l'horizon 2028. En faisant l'hypothèse suivant laquelle 100% des déchets sont collectés à l'échelle de la commune, et en représentant respectivement par :

- (Enf1) quantité totale de déchets à enfouir sans aucune opération de récupération ;
- (Enf2) quantité totale de déchets à enfouir avec récupération et valorisation de la matière organique qui est de 36,5% ;
- (Enf3) quantité totale de déchets à enfouir avec récupération et valorisation de la fraction biodégradable (MO, papier/carton, bois, coquille/os) et les inertes dont le tout est évalué à 73,53% du volume des déchets (confère annexe 4 sur la composition des déchets).

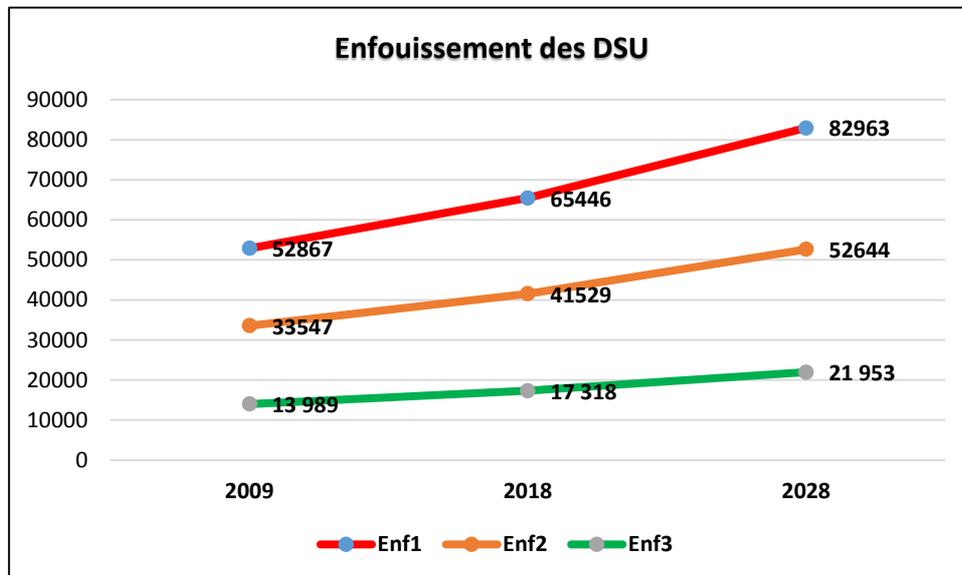


Figure 13: Quantité (tonne) de DSU à enfouir après valorisation (Auteur, 2018)

De l'analyse du graphique, on en déduit que si la commune de Porto-Novo s'engage dans la valorisation de ses déchets, la quantité des déchets à enfouir sera drastiquement réduite ; pour preuve en 2028 cette quantité passera de 82 963 tonnes à 21 953 tonnes de DSU à enfouir soit une diminution de 74% ; ce qui représenterait une économie potentielle de 1 087 015 170 FCFA pour la commune.

Pour atteindre ces objectifs il s'avère indispensable de réorganiser la filière de gestion des DSU. Par conséquent la ville doit passer du modèle classique de gestion des déchets jusqu'à axée sur l'élimination vers un modèle de valorisation.

4.3.1 Quantité prévisionnelle et qualité du compost

Sur la base des études réalisées par (Koledzi, 2011) pour le dimensionnement de plateforme de compostage dans la ville de Lomé, une localité ayant des caractéristiques similaires en termes de modes de consommation et de production de déchets ; le bilan massique permet d'avoir des rendements en compost compris entre 22% et 44% soit une moyenne géométrique de 31% en partant d'un substrat de 5 tonnes.

Les prévisions sont faites sur la base de la proportion des FFOM (36,5%) ayant une teneur moyenne en MO de 70%¹³. Ainsi comme le montre le tableau ci-après, avec un taux de collecte des DSU estimé à 70%, l'on peut envisager produire 2772 tonnes de compost par an ce qui permettra de couvrir les besoins exprimés (confère tableau suivant).

Tableau 9: Quantité prévisionnelle de compost en tonne/an

Quantité annuelle de déchets produits	Taux de collecte	Quantité de déchets collectés	% de MO	Quantité annuelle de MO collectée	Teneur en MO de la FFOM	Quantité de MO compostable	Rendement moyen en compost	Quantité de compost produit
50 000	100%	50 000	36,5%	18 250	70%	12 775	31%	3 960
50 000	70%	35 000		12 775		8 943		2 772
50 000	35%	17 500		6 388		4 471		1 386

Source : Auteur, 2018

La qualité du compost produit est aussi déterminante pour la survie du projet de valorisation des déchets dans la commune de Porto-Novo.

Un compost de qualité améliore la structure, les propriétés chimiques et la perméabilité du sol (Pagliai *et al.*, 2004). Par contre la présence de divers éléments traces métalliques représente une limite majeure à son utilisation en tant qu'amendement des sols (Kozlowski *et al.*, 2003). De ce fait le compost produit devra respecter les normes d'amendement organique en vigueur en République du Bénin ou à défaut se conformer à la norme française de compost urbain NFU 44-051 de la teneur en matière organique et en éléments traces métalliques (EMT). Pour ce faire les unités de compostage doivent être équipées d'un cahier de charges qui définit les conditions de production ainsi que la qualité du compost recherché en fonction des besoins. Pour cela les universitaires effectueront des tests de contrôles de qualité et des essais agronomiques.

Par ailleurs, le gestionnaire de l'unité de compostage veillera à ce que le site ne transforme en un dépotoir sauvage, pour cela les refus doivent être mis régulièrement dans des conteneurs et convoyés au CET pour l'enfouissement.

¹³ Donnée issue des travaux de dimensionnement de plateforme de compostage dans la ville de Lomé de (Koledzi, 2011)

4.3.2 Réorganisation de la filière de gestion de déchets

La réorganisation de la filière de gestion des DSU nous amène à un ajustement du mode de gestion qui désormais devra intégrer les activités de valorisation c'est-à-dire le tri, le compostage et la mise en marché du compost produit. L'agriculture urbaine doit de ce fait être intégrée à la stratégie de développement communal.

Pour répondre à ces nouvelles directives, les autorités locales devront redéfinir la politique de gestion des DSU en y incluant les activités de valorisation ainsi que le tri à la source et la collecte sélective.

En optant pour un compostage décentralisé, il serait judicieux d'incorporer si possible aux points de regroupement des déchets de la ville les unités de compostage ; vu qu'ils disposent de plateforme pouvant faciliter les activités de tri. Cependant, pour des raisons sanitaires et environnementales les PR tels que KOUTONGBE, AGBOKOU MARCHÉ et DJÈGAN-DAHO se trouvant dans les marchés ne seront pas pris en compte. Par conséquent, l'autorité communale veillera à la mise en service des PR et la suppression des dépotoirs sauvages de la ville notamment celui du PR de Foun-Foun Tokpa pour ainsi amorcer le processus de valorisation. La figure ci-après est une proposition de mode de gestion des DSU qui met l'accent sur les activités de valorisation avant le stockage des refus.

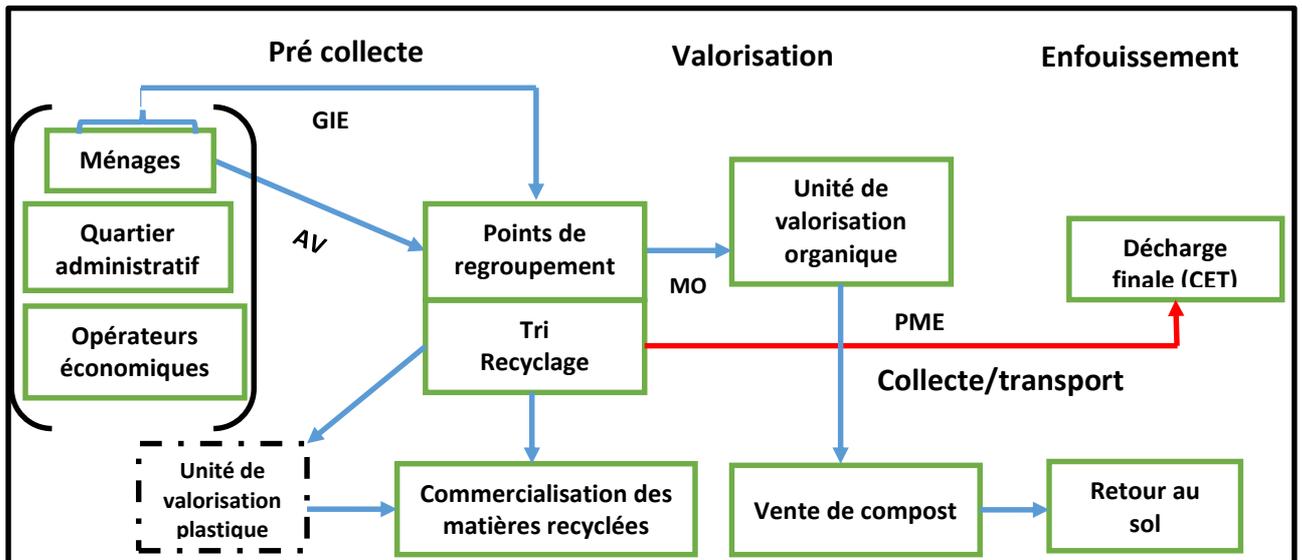


Figure 14: Schéma du nouveau mode de gestion des déchets (Auteur, 2018)

Les unités de compostage doivent leur survie à un système régulier de collecte de déchets pour son approvisionnement en matières premières. À cet effet, la collecte doit être garantie et optimisée, pour ce faire, des actions de sensibilisation à l'endroit de la population doivent être menées pour l'inciter à s'abonner au service d'enlèvement d'ordures. Aussi les GIE de pré-collecte doivent se doter de ressources (humaines, matérielles) nécessaires pour assurer une collecte permanente ceci en vue de satisfaire la demande de la population. Car comme on peut le constater sur le terrain, certaines structures de pré-collecte n'arrivent pas à respecter les fréquences de passage dans les

ménages pour la collecte des déchets ; ce qui parfois motive les ménages à résilier le contrat d'abonnement.

Dans la perspective de produire un amendement organique de qualité, les ménages seront dotés de poubelles sélectives pour le tri des déchets, de même la mairie devra disposer de bacs sélectifs dans les marchés pour séparer les déchets biodégradables des non biodégradables. Les hôtels et restaurants qui produisent aussi d'importante quantité de déchets fermentescibles seront également encourager à faire le tri. Dans la même lancé, les GIE devront s'engager dans la collecte sélective pour optimiser les chances d'avoir des matières non contaminées pour produire un compost de qualité.

4.3.3 *Approche territoriale*

L'un des facteurs de succès des activités de gestion des déchets est la collecte. La collecte est fortement tributaire des voies d'accès aux lieux de stockage des déchets (ménages, entreprises, hôtels etc.). Ainsi, une attention particulière doit être accordée au transport et à la mobilité urbaine.

La ville de Porto-Novo compte quatre-vingt-six (86) quartiers répartis en cinq arrondissements.

La voirie¹⁴ de la ville est constituée de 49 228 mètre linéaire (ml) de voies pavées, de 18 395 ml de voies bitumées et d'un grand nombre de voies en terre. La plupart de ces voies sont en dégradation et sont impraticables en saison pluvieuse. De ce fait l'accessibilité à certains PR est très difficile en saison pluvieuse. La mise en œuvre de ce projet nécessitera un reprofilage des voies d'accès aux PR notamment Agbokou IDI, Agbokou marché, Houéyogbé.

La mise en état des voiries permettra d'acheminer facilement les déchets des zones de production aux centres de traitement et la mise en décharge des refus d'une part, mais également la distribution des produits de compostage vers les lieux d'utilisation d'autre part.

4.3.4 *Mode de gestion des unités de compostage*

Les unités de compostage qui seront implantés dans le cadre de ce projet feront l'objet d'une gestion déléguée de type partenariat public privé (affermage). En effet, les investissements nécessaires pour l'installation des unités de compostage se feront par la mairie qui confiera la gestion au privé. À cet effet, les gestionnaires seront retenus suite à une demande d'appel d'offre ouvert auquel les associations, les ONG, les entreprises privées et autres acteurs éligibles selon les termes du DAO pourront concourir. Un contrat de délégation sera élaboré entre la structure adjudicataire et la collectivité de Porto-Novo.

¹⁴ Source: DST/Mairie PN, janv. 2019

Sachant que la planification de la gestion des déchets sur un territoire est une affaire délicate qui fait intervenir plusieurs acteurs (producteurs de déchets, populations, les gestionnaires de déchets, les agriculteurs, les experts, les associations, les entreprises, les universités, CDQ, etc.) ; la réussite d'une gestion surtout axée sur la valorisation nécessite la concertation entre tous ces acteurs notamment dans le cadre d'un pilotage représentant ces différents acteurs. Les rôles et responsabilités de chaque acteur seront définis en vue d'une implication parfaite de tous. La mairie représentée par sa direction des services techniques sera le chef de file de tous ces acteurs.

4.3.5 *Approche communicationnelle*

La réussite de ce projet de valorisation dépend en grande partie de son appropriation par les différents acteurs impliqués dans sa réalisation. Pour cela il est important de sensibiliser la population à travers les informations, éducations et communications (IEC). Les sensibilisations se feront à travers les canaux comme les médias tels que les radios locales, les chaînes de télévision, les communiqués dans les différents quartiers. Les associations, les ONG et toute autre organisation de la société civile seront mis à contribution.

Il s'avère également nécessaire de mettre à contribution les leaders religieux, qui devront périodiquement relayer les informations auprès des fidèles. Aussi, les grands événements tels que les funérailles auxquelles prennent part un grand nombre de personnes seront des opportunités de sensibilisations.

La valorisation des déchets fermentescibles en agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo à travers le compostage est une alternative de gestion écologique des DSU. De par ses multiples avantages notamment l'accessibilité technique, le faible coût d'investissement et la forte demande en mains-d'œuvre, le compostage apparaît la solution la mieux adaptée pour la ville de Porto-Novo.

Vu que le succès des projets de compostage dépend fortement de la qualité du produit final, il est important pour la pérennisation de cette activité de valorisation de veiller au respect des normes de compostage. Ainsi, des pratiques de tri à la source et la collecte sélective doivent être encouragées.

Conclusion générale

La problématique de la gestion des déchets solides urbains se pose avec acuité dans la plupart des villes en développement. Cette gestion est confrontée à de nombreuses difficultés notamment d'ordre organisationnel, technique et financier. Ce qui entraîne le plus souvent le recours à des modes de gestion non durable.

Porto-Novo, capitale de la république du Bénin à l'instar des villes des pays en développement ne fait guère exception à cette problématique de gestion des déchets. Ainsi, dans la perspective d'une gestion écologique des déchets solides urbains de la ville de Porto-Novo, l'objectif de cette étude était de valoriser les déchets fermentescibles en agriculture urbaine.

En effet, l'utilisation des déchets fermentescibles en agriculture urbaine est une alternative de gestion durable qui présente un double intérêt. D'une part, il s'agit d'assainir le cadre de vie urbain qui jusque-là est victime des dépotoirs sauvages d'ordures pour faute de moyens techniques et financiers. D'autre part, au regard de la demande croissante en aliments dans les villes pour cause d'une forte densification, il devient urgent d'opter pour des modes de production agricole écologiquement intensive qui impactent moins l'environnement en vue de satisfaire la demande des urbains en produits vivriers de qualité.

L'écologisation intensive de l'agriculture urbaine vise à restaurer la fertilité des sols pour ainsi accroître leurs rendements. Et par principe de prévention, cette nouvelle forme d'agriculture permet d'éviter les effets dommageables des fertilisants chimiques sur l'environnement et la santé humaine. La valorisation agricole des déchets organiques apparaît également comme une stratégie de gestion écologique des déchets ayant moins d'impacts sur l'environnement et favorise le développement socio-économique durable des populations en milieu urbain.

Le développement urbain dans le contexte des pays en développement s'accompagne d'un ensemble de problèmes sociaux qui compromettent le bien-être des populations.

L'analyse de la situation à Porto-Novo a permis de montrer que, cette dernière est confrontée à deux principaux défis qu'elle se doit de relever. Le défi de la gestion des déchets solides urbains et la question de la durabilité de l'agriculture urbaine. Cependant, en y voyant de plus près on s'en rend compte que les déchets produits renferment une part importante de matière organique qui mélangées aux autres et sont soit enfouis ou mis en décharge sauvage. Le secteur agricole quant à lui est fortement dominé par le maraîchage (Moustier *et al.*, 2004) qui fort malheureusement aux vues des demandes en nourriture et des problèmes fonciers est contrainte à l'usage des engrais chimiques.

À travers cette étude nous avons montré que les déchets urbains sont une ressource à valoriser. Cette option de gestion est bénéfique pour la collectivité car elle lui permet de faire des économies sur le transport et l'enfouissement des déchets. En effet, la valorisation

de la fraction organique permet à la ville d'économiser de l'argent et ceci sans compter les emplois qui seront créés et les bénéfices environnementaux et sanitaires. Aussi, cette valorisation aura un impact positif non seulement sur l'agriculture urbaine mais également sur la santé des consommateurs qui désormais mangeront des produits de qualité. Étant donné que le compostage participe à la réduction des émissions de GES, ceci pourrait permettre à la longue à la commune de monter un dossier crédit carbone pour avoir des financements pour le traitement des déchets.

Au vu des résultats des travaux de terrain, la filière de compostage apparaît comme une évidence pour le traitement des déchets dans la commune de Porto-Novo. Pour permettre à cette nouvelle forme de gestion d'être efficace le tri à la source ainsi que la collecte sélective doivent être encouragés à l'échelle de la commune. Dans cette optique il sera mis en place dans les marchés de la ville où sont produites des quantités importantes de déchets biodégradables, des bacs sélectifs pour le tri.

Pour éviter des émissions additionnelles des gaz à effet de serre et les coûts financiers liés aux transports, les unités de compostage seront implantés sur ou à proximité des points regroupement des déchets. Ces unités feront l'objet d'une gestion déléguée de type affermage.

La stratégie de valorisation proposée met l'accent sur l'aspect sociologique et culturel qui doit être pris en compte pour la réussite de ce projet. Pour cela elle met en exergue l'information l'éducation et la communication (IEC) pour sensibiliser la population sur les bonnes pratiques de gestion des déchets.

Cette étude consacrée à la valorisation agricole des déchets fermentescibles de la ville de Porto-Novo, apporte certes des éléments de réponse aux préoccupations autant aux gestionnaires de déchets qu'aux acteurs de l'agriculture urbaine ; mais laisse encore voir certaines insuffisances qui ouvrent de nouvelles perspectives de recherches. D'une part les données sur la caractérisation des déchets de la ville de Porto-Novo datent de 2005, il serait intéressant de faire les analyses sur des données plus récentes afin de ne pas s'écarter des réalités actuelles ; il en est de même pour les recensements des actifs agricoles de la commune qui date de 2005 également. D'autre part, nous pourrions porter un jugement critique sur la méthodologie de travail. En effet, compte tenu de temps de stage très court, nous n'avons pas pu couvrir un grand nombre de ménages et d'agriculteurs urbains. Mais le recours à une méthode par stratification a été nécessaire pour avoir un échantillon représentatif des ménages suivant les cinq arrondissements de la ville. Aussi, le processus de compostage n'est pas accompagné d'un plan d'affaires qui permet de juger de sa rentabilité.

Par ailleurs, la valorisation des déchets fermentescibles n'est pas limitée à l'agriculture ; les déchets organiques peuvent également faire l'objet d'une valorisation énergétique à travers la production du biogaz.

Cependant, les résultats obtenus permettent de montrer que la valorisation agricole des déchets fermentescibles à travers le compostage est une voie de gestion écologique des déchets solides dans la Ville de Porto-Novo et qui lui permet de faire des économies sur le transport et l'enfouissement. Mais en même temps cette activité aura des effets induits sur le plan socio-économique à travers notamment la création d'emplois verts, et l'assainissement du cadre de vie urbain. Le choix de l'agriculture urbaine comme réceptacle des déchets fermentescibles paraît judicieux au regard des nombreux avantages qu'elle offre notamment sur le plan environnemental, économique et social.

Références bibliographiques

- Abou B., Cantoreggi N., Simos J. et Duchemin E., 2016. « Impacts sur la santé des pratiques des agriculteurs urbains à Dakar (Sénégal) ». *Vertigo-La Revue en Sciences de l'environnement*, vol. 16 n°1.
- Aina M., 2006. *Expertises des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED : contributions à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa validation expérimentale sur sites*. Thèse de doctorat N°46, Université de Limoges, 214 pages
- Amakpé F. et Gbébada D., 2006. *Plan d'action pour la gestion et la valorisation des déchets solides urbains de la ville de Bohicon, République du Bénin*.
- Aubry C., 2013. *L'agriculture urbaine, contributrice des stratégies alimentaires des mégapoles Daniel Thevenot*. 24^{èmes} Journées Scientifiques de l'Environnement - La transition écologique des mégapoles, Feb. 2013, Créteil, France.
- Bertolini G., Fouilly B., et Morvan B., 1999. « Le tri des ordures menageres dans les pays en developpement : Etude de cas au Brésil ». *Déchets - Sciences et Techniques*, n°14.
- Chalot F., 2004. « De l'amont vers l'aval : l'émergence d'une filière de gestion des déchets adaptée aux villes africaines. Synthèse et analyse des actions relatives aux déchets ». In *Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain*, pages.45-69.
- Charnay F., 2005. *Compostage des déchets urbains dans les PED : Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost*. Thèse de Doctorat n° 56. Université de Limoges.
- Combessie, J.-C., 2001. « D'une infraction heureuse aux règles de methode ». *Cahiers du Brésil Contemporain*. <http://www.revues.msh-paris.fr/vernumpub/07-JC-Combessie.pdf>
- Dupré M., 2013. « Représentations sociales du tri sélectif et des déchets en fonction des pratiques de tri ». *Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale*, n° 98, 173-209.
- Emelianoff C., 2008. « Enjeux et figures d'un tournant urbanistique en Europe ». *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*.
- FAO, 2010. *Développer des villes plus vertes*.
- Gauthier M., 2006. « La ville, l'urbain et le développement durable ». *Natures Sciences Sociétés*, vol. 14(4), pages 383-391.
- Gauthier M., 2009. « Urbanisme et développement durable ». *Environnement Urbain/Urban Environment* Vol. 3. <http://journals.openedition.org/eue/892>.
- Gbinlo R., 2010. *Organisation et financement de la gestion des déchets ménagers dans les villes de l'Afrique Sub-saharienne : Cas de la ville de Cotonou au Bénin*. Thèse de doctorat. Université d'Orléans.

- Bertolini G. et Brakez M., 2008. « Gestion des déchets, innovations et territoires. Retours d'expériences et recherche contextuelle ». *Marché et Organisations*, 2008/2 N° 92 à 113 .<https://doi.org/10.3917/maorg.007.0092>
- Griffon M., 2009. « Pour une agriculture écologiquement intensive », *Paysans*, n°314.
- Griffon, M. ,2009. *Pour des agricultures écologiquement intensives. Les Défis de l'agriculture Au XXIe Siècle - Leçons Inaugurales Du Groupe ESA*, 161–192.
- Griffon M., 2011. *Pour des agricultures écologiquement intensives, La Tour d'Aigues, Editions de l'Aube*, Coll. l'Aube poche essai.
- Harpert C., 2003. « De l'anthropologie des décharges à l'évaluation interdisciplinaire des risques sanitaires ». *Natures, Sciences, Sociétés* ,Vol. 11 (2003). Pages 361-370.
- Joncoux S., 2013. « L'intensification écologique de l'agriculture par la valorisation des déchets organiques : de l'écologisation aux inégalités ». *Natures Sciences Sociétés*, n°2 Vol. 108.
- Kakai S., Kakai G. et Tohouegnon A., 2010. « Agriculture urbaine et valorisation des déchets au Bénin : une approche de développement durable », *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 10, n°2.
- Koledzi K. E., 2011. *Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo) : approche méthodologique pour une production durable de compost*. Thèse de doctorat n° 04-2011 de l'Université de Limoges.
- Koledzi K. E. , Agbébavi J., Gnon B., Demagna K., et Guy Matejka, 2014. « Gestion des déchets dans les villes en développement : transfert, adaptation de schéma et sources de financement ». *Déchets, Sciences et Techniques*, N° 68.
- Koné M., Bonou L., Bouvet Y., Joly P., et Kouliadiaty J., 2009. « Etude de la pollution des eaux par les intrants agricoles : Cas de cinq zones d'agriculture intensive du Burkina Faso ». *Revue Sud Sciences et Technologie*, n°17.
- Kouadio G., 2009. *La contribution des ménages au financement des déchets ménagers : une analyse par la méthode d'évaluation contingente*. Mémoire de DEA à l'Université de Cocody Abidjan (Côte d'Ivoire).
- Kozłowski R., Kozłowska J., Grabowska L., Mankowski J., et Szpakowska B., 2003. Métaux lourds dans l'environnement, menaces et possibilités de riposte. <http://www.chanvre-info.ch> *Land Use Policy*.
- Mardiansjah F. H., 2013. *Urbanisation durable des territoires et politiques de développement urbain en Indonésie : Etude de trois kabupaten en voie d'urbanisation rapide dans l'île de Java*. Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 524pages.
- Merceron T. et Yelkouni M., 2011. « Pratiques culturelles et gestion des déchets ». *Revue Liaison Energie-Francophonie*, N°90.
- Mougeot L. J. A., 2006. *Cultiver de meilleures Villes : agriculture urbaine et développement durable*. Ottawa: Centre de recherches pour le développement international, 115 p.

- Moustier P. et Pages J., 1997. « Le périurbain en Afrique : Une agriculture en marge ? » *Economie Rurale* 241: 48-55, IRAD Yaoundé
- Moustier P., Danso G., 2006. «Local economic development and marketing of urban produced food». *Van Veenhuisen René (Ed.), Cities farming for the future: Urban agriculture for green and productive cities*, RUAF Foundation, International Institute of Rural Reconstruction, International Development Research Centre, PO Box 8500, Ottawa, ON K1G 3H9, Canada, pp. 173–208.
- Ngnikam E. et Tanawa E., 2006. *Les villes d’Afrique face à leurs déchets*.
Belfort, Université de Technologies de Belfort-Montbéliard, Coll. Chantiers
- ONU-Habitat 2011. *Rejoignez la campagne urbaine mondiale, meilleure ville, meilleure vie*.
Rapport du secrétariat Campagne Urbaine Mondiale
- Pagliai M., Vignozzi N., Pellegrini S., 2004. « Soil structure and the effect of management practices». *Soil Tillage Res.*, 79: 131-143.
- Perinaz B., Silpa K., Lisa Y. et Van-Woerden F., 2018. *What a waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, World Bank.
- Richard M. et Paulhiac-Scherrer F., 2017. « La ville durable à l’épreuve des pratiques : introduction », *Environnement Urbain/Urban Environment*, Vol. 12.
- Roy A., 2009. *L’agriculture urbaine dans les pays en développement : Levier à privilégier pour l’atteinte des objectifs du millénaire pour le développement ?* Mémoire de master, Université de Sherbrooke, 102 pages.
- Smit J., Nasr J. et Ratta A., 1996. « Urban Agriculture Food, Jobs and Sustainable Cities. »
Edition urban agriculture yesterday and today. New York.
- Sotamenou J., 2010. *Le compostage : une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun*. Thèse de Doctorat, Université de Yaoundé II et Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), 366 pages.
- Sotamenou J., 2012. « Les facteurs d’adoption du compost en agriculture urbaine et périurbaine au Cameroun. » *Terrains & Travaux*, 2012/1 n°, 173 à 187.
- Thonart P., Diabaté S. I., 2005. *Guide pratique sur la gestion des déchets ménagers et des sites d’enfouissement technique dans les pays du sud*. Publication de l’I.E.P.F.
- Torre A., 2014. « L’agriculture de proximité face aux enjeux fonciers. Quelques réflexions à partir du cas francilien. » *Espaces et Sociétés*, 158(3), Vol. 31.
- Toukara, S., 2015. *La valorisation des déchets organiques dans l’agriculture “péri-urbaine” à Dakar (Sénégal) : analyse d’une multifonctionnalité stratégique*. Thèse de doctorat, Université Toulouse Le Mirail - Toulouse II.

- Wegmuller F. et Duchemin E., 2010. « Multifonctionnalité de l'agriculture urbaine à Montréal : Étude des discours au sein du programme des jardins communautaires. » *VertigO - La Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, Volume 10, n°19.
- Yé L., 2007. *Caractérisation des déchets solides urbains utilisables en agriculture urbaine et périurbaine : Cas de Bobo-Dioulasso*. Mémoire de fin d'études DEA, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 47 pages
- Zasada I., 2011. «Multifunctional peri-urban agriculture-A review of societal demands and the provision of goods and services by farming». *Land Use Policy* .28 (2011) 639–648. Journal home page: www.elsevier.com/locate/landusepol
- Zotchi A., 2013. *Analyse du système de gestion des déchets solides urbains de Porto-Novo(Bénin)*. Mémoire de master en Gestion de l'Environnement , Université Senghor à Alexandrie (Egypte).

Glossaire

Amendement organique : Matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution de stock de matière organique du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques, et/ou chimiques, et/ou biologiques (définition de la norme NFU 44-051, avril 2006). Contrairement aux engrais qui ont un pouvoir fertilisant élevé, les amendements organiques ont plutôt un pouvoir humifiant élevé avec des teneurs en N, P₂O₅ et K₂O inférieur à 3% sur matière brute.

Compostage : Le compostage est un processus de transformation naturel aérobie de matière organique fraîche en une substance organique humifiée plus stable appelée « compost » (Peigne et *al.*, 2001) cité par (Koledzi, 2011). Le processus de compostage de la matière organique produit à terme un humus stable hygiénique (la montée de température détruit les germes pathogènes et les virus) et riche en éléments nutritifs assimilables par les plantes (Soudi, 2001). Il améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et constitue de ce fait un excellent amendement organique des sols.

Compost : Produit de stabilisation et de traitement des déchets organiques fermentescibles solides ou semi-solides riche en matière organique.

Déchet : Selon à l'article 66 de la loi n°98-030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin, le « déchet » est défini comme *tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, ou tout bien meuble abandonné ou destiné à l'abandon.*

Sur le plan économique, le déchet peut-être défini comme « *une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donnés* » (Ngnikam et Tanawa, 2006, p. 16). Selon cette définition, le déchet a une valeur d'usage et d'échange nulle pour son détenteur.

Sur le plan juridique, certains auteurs comme Maystre et *al.* (1995) cité par (Ngnikam et Tanawa, 2006), définissent le déchet suivant deux conceptions dont l'une subjective et l'autre objective. En se référant à la conception subjective, un bien ne peut devenir un déchet que si son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser. Par contre selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté de son détenteur et de la valeur économique du bien.

Sur le plan environnemental, le terme « déchets » se réfère à toutes les formes de déchets qu'elles soient solide, liquide ou gazeuse.

Déchets ménagers : Les déchets ménagers sont les déchets dangereux ou non dangereux dont le producteur est un ménage ou des déchets assimilés provenant des entreprises et

commerces. Les déchets ménagers regroupent les ordures ménagères (non recyclables ou pas encore recyclées), les déchets recyclables secs (journaux, papiers, carton, magazines, verre, aluminium, plastique), les recyclables dits humides, organiques ou fermentescibles (déchets alimentaires, herbes, bois...) et les déchets d'équipements électriques et électroniques (piles, ordinateur, téléphone, peinture, médicaments...) qui sont des déchets dangereux.

Engrais : Matière fertilisante dont la teneur en éléments fertilisants majeurs (azote, phosphore, potassium) est au moins égale à 3% et dont la fonction principale est d'apporter aux plantes des éléments directement utilisables à leur nutrition.

Intensification écologique : Facteurs socio-économiques, environnementaux et agronomiques, qui peuvent favoriser l'accroissement de la production agricole par unité de superficie grâce à l'utilisation des ressources naturelles et l'écologie. Le CIRAD considère l'intensification écologique comme une alternative à une exploitation fondée sur l'apport d'intrants et la destruction des espaces naturels.

Méthanisation : La méthanisation est un procédé naturel de dégradation de la matière organique humide par fermentation anaérobie contrôlée dans un digesteur ou méthaniseur. (Goulard et Legendre, 2003). La dégradation de la fraction fermentescible des déchets est assurée par des bactéries acidogènes et méthanogènes. Le processus de dégradation est accéléré par le digesteur et durant ce processus la matière organique est convertie en biogaz constitué majoritairement de méthane (55 à 85%), combustible pouvant servir d'énergie de cuisson ou d'éclairage.

Le digestat (effluent), sous-produit du processus de méthanisation peut être utilisé directement comme amendement organique dans les champs ou indirectement après évaporation pour obtenir un compost mûr.

Matière fertilisante : engrais, amendement et d'une manière générale, tous les produits dont l'emploi est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux, ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Valorisation des déchets : La valorisation consiste à redonner une valeur marchande aux déchets. Elle s'effectue par divers moyens. Tous les procédés conduisent à des économies de matières premières en même temps qu'ils contribuent de façon directe au respect et à la sauvegarde de l'environnement. La valorisation des déchets passe par des techniques comme le recyclage, le compostage, la méthanisation, l'incinération, la gazéification, la pyrolyse etc. La valorisation est un moyen de traitement des déchets solides considérés comme une solution préférable à l'élimination des déchets.

La fraction fermentescible des ordures ménagères peut être valorisée par compostage ou par méthanisation.

La fraction inerte des déchets ménagers constituée de verres, cailloux, céramiques, plastiques non biodégradables, textiles synthétiques, caoutchouc,... correspond aux

matières qui ne peuvent pas être dégradées sous l'action des micro-organismes peuvent faire l'objet d'autres formes de recyclage.

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'enquête auprès des agriculteurs urbains de Porto-Novo

Université Senghor/Agriculture urbaine et déchets fermentescibles Ville de Porto Novo- Bénin	Données à usage uniquement
--	----------------------------

Fiche de collecte de données

Collecte de données auprès des maraîchers et pépiniéristes de la ville Porto-Novo

Bonjour madame/monsieur. Dans le cadre de mon travail de mémoire de master 2, je viens solliciter votre collaboration pour collecter des données relatives à la pratique de l'agriculture urbaine dans la municipalité de Porto-Novo.

Fiche n°....

Date :...../...../2018

Informations personnelles

Nom & Prénoms de l'interlocuteur:.....

Age :

Niveau d'instruction.....

Sexe : Masculin

Féminin

Formation de base.....

Contacts :.....

N°	Questions	Réponses (modalité/code)	Passer à
Informations relatives aux sites de l'activité			
A1	Nom du quartier		
A2	Nom de l'arrondissement	<input type="checkbox"/> 1 ^{er} Arrondissement <input type="checkbox"/> 2 ^{ème} Arrondissement <input type="checkbox"/> 3 ^{ème} Arrondissement <input type="checkbox"/> 4 ^{ème} Arrondissement <input type="checkbox"/> 5 ^{ème} Arrondissement	
Types d'activités agricoles			
B1	Quelle est votre activité ?	<input type="checkbox"/> Maraîchage <input type="checkbox"/> Horticulture <input type="checkbox"/> Elevage <input type="checkbox"/> Aquaculture <input type="checkbox"/> Culture fourragère <input type="checkbox"/> Pépinière <input type="checkbox"/> Cultures vivrières <input type="checkbox"/> Autres :.....	<i>(Sinon à a passer à B3)</i>
B2	Quelles sont les différentes spéculations que vous cultivez ?	..... .....

B3	Faites-vous de la production contre saison ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
B4	Depuis combien de temps exercez-vous cette activité ?	<input type="checkbox"/> Moins de 3ans <input type="checkbox"/> 5ans au moins <input type="checkbox"/> Plus de 10ans	
B5	Faites-vous parti d'un groupement de producteurs ou d'une coopérative agricole ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
B6	Si oui laquelle ?	.....
B7	Exercez-vous d'autres activités à part l'agriculture ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<i>Sinon passer à B9</i>
B8	Si oui lesquelles ?	..... .....
B9	Sur quoi faites-vous vos pépinières ?	<input type="checkbox"/> Planches <input type="checkbox"/> Pots <input type="checkbox"/> Autres :.....	
B10	De quelle superficie disposez-vous pour vos cultures ?	.....m ²	
Usage et accès aux fertilisants agricoles			
C1	Quels sont les fertilisants qui sont utilisés par les agriculteurs dans la ville de Porto Novo?	a- Terreau b- Compost c- Fiente d- Lisier e- Engrais minéraux (NPK, urée) f- Digestats (issus du Biogaz) g- Autres :	
C2	Quels sont les fertilisants que vous utilisez? (à classer dans l'ordre suivant le plus utilisé au moins utilisé)	a- Terreau b- Compost c- Lisier d- Fiente e- Engrais minéraux (NPK, urée) f- Digestats (issus du Biogaz) g- Autres :	<i>(Sinon à c et d passer à C4)</i>
C3	Les fientes ou lisiers utilisés proviennent-ils de votre propre élevage ou d'ailleurs ?	Elevage propre Ailleurs	
C4	Quelle est la quantité d'engrais minéraux que vous utilisez par saison agraire?	a) NPK :.....kg b) Urée:.....kg	
C5	Quelle est la quantité de compost que vous utilisez par saison agraire?	.....kg	
C6	Quelle est la quantité de digestats que vous utilisez par saison agraire ?	.....kg	
C7	Quelle est la quantité de terreau que vous utilisez par saison agraire?	.....kg	
C8	Quelle est la quantité de lisier que vous utilisez par saison ?		
C9	Quelle est la quantité de fiente que vous utilisez par saison agraire ?.....	.....kg	
C10	Où approvisionnez-vous en engrais minéraux?	.....
C11	Où approvisionnez-vous en engrais organiques ?		
C12	A combien est vendu le fertilisant ?	Terreau :..... ; Compost :..... Fiente :..... ; NPK :..... ; Urée :.....; Autres :.....	

	<i>(voir l'unité de mesure, au kilogramme/ bouette etc. pour chaque type d'engrais)</i>		
C13	Utilisez-vous séparément les engrais minéraux et organiques ou vous les associez ?	a- Utilisation séparée b- Utilisation en association	
C14	En cas d'une utilisation séparée quelle appréciation faites-vous des rendements de chaque type d'engrais?	.....
C15	Etes-vous satisfait des rendements obtenus ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C16	Pour quelles raisons ?	.....
C17	Eprouvez-vous des difficultés pour obtenir ces fertilisants ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C18	Quelles sont les contraintes auxquelles vous faites faces pour l'approvisionnement des fertilisants?	..... .....
C19	Utilisez-vous les déchets fermentescibles pour amender vos parcelles ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C20	Etes-vous en partenariat avec les structures de pré-collecte ou des collecteurs individuels pour vous approvisionner en déchets fermentescibles ?	a- Structure de pré-collecte : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non b- Collecteurs individuels : <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<i>(Sinon passer à C21)</i>
C21	Si oui donnez-nous les noms de ces structures ?	a)..... b)..... c)..... ; d).....	
C22	Sinon comment obtenez-vous les déchets fermentescibles ?	..... .....
C23	Les déchets fermentescibles qui vous parviennent sont-ils mélangés à d'autres déchets ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C24	Si oui faites-vous le tri de ces déchets avant utilisation des fermentescibles ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C25	Comment gérez-vous alors la fraction non fermentescible des déchets ?	..... .....
Prédisposition à la fabrication et l'usage des engrais organiques			
D1	Avez-vous déjà suivi une formation en agriculture urbaine	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
D2	Si oui sur quelles thématiques portait la formation?	<input type="checkbox"/> Le compostage, <input type="checkbox"/> La fabrication du terreau, <input type="checkbox"/> La fabrication du biogaz, <input type="checkbox"/> L'utilisation des engrais organiques, <input type="checkbox"/> Autres formations (à préciser) :.....	
D3	Où aviez-vous suivi cette formation (structures/ associations etc. à préciser)	.....
D4	Bénéficiez-vous de l'appui conseil des agents de l'agence territoriale du développement agricole (ATDA) ?.....	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
D5	En quoi consiste l'appui conseil de l'ATDA ?	..... .....
D6	Produisez-vous du compost ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<i>(Si oui passer à E1)</i>
D7	Sinon pourquoi ?	..... .....

Risques liés à l'usage des engrais minéraux			
E1	Savez-vous qu'il y a des risques liés à l'usage des engrais minéraux ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<i>(Sinon passer à F1)</i>
E2	Quels sont selon vous les risques liés à l'utilisation des engrais minéraux ?	..... .....
Apport des engrais organiques à la fertilisation des sols			
F1	Quels sont les avantages selon vous de l'utilisation des engrais organiques comme amendement des sols?	..... .....
F2	Est-il préférable selon vous d'utiliser les engrais organiques en remplacement des engrais minéraux ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F3	Pourriez-vous nous donner les raisons pour lesquelles cela est préférable?	..... .....
F4	Quels peuvent être selon vous les risques liés à l'usage des engrais organiques ?	.....
F5	Seriez-vous prêt à utiliser les engrais organiques comme fertilisant de vos parcelles ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F6	Pensez-vous que la valorisation agricole des déchets fermentescibles peut aider à une meilleure gestion des déchets de la ville de Porto-Novo ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F7	Pensez-vous également que l'usage des engrais organiques peut accroître votre compétitivité sur les marchés locaux ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F8	Si oui comment est-ce possible ?	..... .....
F9	Préféreriez-vous amender vos parcelles avec du compost ou avec les déchets fermentescibles que vous traiterez vous-même ?	<input type="checkbox"/> Compost <input type="checkbox"/> Déchets fermentescibles	<i>(Si oui à a passer à G14)</i>
F10	Seriez-vous disposé à recevoir les déchets fermentescibles ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F11	Etre-vous prêt à payer pour la mise à disposition de ces déchets?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
F12	Si oui combien seriez-vous prêt à payer pour la mise à disposition d'une tonne des déchets fermentescibles ?	.....FCFA/Tonne	
F13	Quelles sont les formes de valorisation agricoles des déchets que vous connaissez ?	..... ..... .....
Autres difficultés et suggestions			
G1	Quelles sont les difficultés liés à l'exercice de votre activité mis à part celles liées à l'acquisition des fertilisants ?	..... .....
G2	Vos suggestions pour améliorer l'agriculture urbaine dans la ville de Porto-Novo	..... .....

Annexe 2 : Fiche d'enquête auprès des ménages de la ville de Porto-Novo

Université Senghor/Agriculture urbaine et déchets fermentescibles Ville de Porto Novo- Bénin	Données à usage uniquement
--	----------------------------

Fiche de collecte de données

Collecte de données auprès des ménages dans la ville de Porto-Novo

Bonjour madame/monsieur. Dans le cadre de mon travail de mémoire de master en environnement, je viens solliciter votre collaboration pour collecter des données relatives à la gestion des déchets dans la ville de Porto Novo.

Fiche n°.....

Date :...../.... /2018

Nom & Prénoms de l'enquêteur :.....

Contacts de l'enquêteur :.....

Généralités

Nom de l'arrondissement : 1^{er} 2^{ème} 3^{ème} 4^{ème} 5^{ème}

Nom du quartier :.....

Nom de la rue :.....

N° de maison :.....

N°	Questions	Réponses (modalité/code)	Passer à
Informations préliminaires			
A1	Numéro de ménage	.....
A2	Nom du chef de ménage	.....
A3	Profession du chef de ménage	.....
A4	Nom de l'interlocuteur	.....
A5	Sexe de l'interlocuteur	<input type="checkbox"/> Masculin <input type="checkbox"/> Féminin	
A6	Type d'habitat du ménage	<input type="checkbox"/> Précaire <input type="checkbox"/> Bas standing <input type="checkbox"/> Moyen standing <input type="checkbox"/> Haut standing	
A7	Nombre de personnes dans le ménage	.....
Mode de gestion des déchets solides au sein des ménages			
B1	Dans quoi stockez-vous vos déchets avant leur évacuation ?	a- Poubelle b- Bidon découpé c- Sac	

		d- Autre :	
B2	Comment vous débarrassez-vous de vos déchets ménagers solides (Sinon à g, et i, passer à B8)	a- Sur les terrains vides b- Dans les caniveaux c- Dans les bas-fonds d- Dans la rue e- Enfouissement à la maison f- Incinération (brûlage) g- Une entreprise de collecte vient les chercher (Nom de l'entreprise.....) h- Envoi au point de regroupement i- Quelqu'un vient les chercher et on lui paie au comptant(Les éboueurs informels) j- Autres (à préciser)	(Sinon à g, et i, passer à B7)
B3	Quelle est la fréquence de la collecte de vos déchets ?	a- Une fois par semaine b- Deux fois par semaine c- Trois fois par semaine d- Autre :	
B4	Le service de pré collecte passe-t-il régulièrement ? (respect de la fréquence)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
B5	Quelles raisons évoquent-ils quand ils ne respectent pas la fréquence ?	..... .....
B6	Lorsque les services de pré collecte ne viennent pas à temps enlever les ordures, que faites-vous ?	a- Rejet dans les bas-fonds b- Rejet dans la rue c- Enfouissement à la maison d- On les brûle e- Envoi au point de regroupement le plus proche f- On garde les déchets jusqu'à leur arrivée g- Autres (à préciser)	
B7	Connaissez-vous les risques liés à la mauvaise gestion des déchets ménagers sur la santé et sur l'environnement ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
B8	Si oui lesquels ?	..... .....
B9	Payez-vous de l'argent pour l'enlèvement de vos déchets ménagers ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
B10	Si oui combien dépensez-vous par mois pour l'enlèvement de vos déchets ?	.....
B11	A qui payez-vous pour l'enlèvement de vos déchets ?	a- La mairie b- La société de ramassage c- Les prés collecteurs directement d- Autres (à préciser).....	
B12	Combien dépensez-vous en moyenne par mois pour nourrir la famille ?	a- 25 000-35 000 FCFA b- 35 000-70 000 FCFA c- 70 000-100 000 FCFA d- > 100 000 FCFA e- < 25 000 FCFA	
B13	Êtes-vous proche d'un point de regroupement ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	(Sinon passer à B16)
B14	Quelles appréciations faites-vous de ce point de regroupement ?	a- Absence de bac dans la zone b- Le bac est trop haut pour y déverser les déchets c- Les alentours des bacs sont sales	

		d- Le point de regroupement est transformé en dépotoir sauvage e- Autres	
B15	Etes-vous satisfait de la gestion des déchets dans la commune ?	a- Très satisfait b- Satisfait c- Plutôt insatisfait d- Totalement insatisfait	
B16	Comment pensez-vous qu'on puisse améliorer le système actuel de gestion des déchets dans la commune ?	..... .....
Perspectives			
C1	Combien seriez-vous prêt à payer par mois pour améliorer le service de pré-collecte ?	a- 1500 FCFA b- 2000 FCFA c- 2500 FCFA d- 3000 FCFA e- >3000 FCFA f- <1500 FCFA	
C2	Savez-vous que la valorisation peut contribuer à améliorer la gestion des déchets dans la commune ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C3	Faites-vous le recyclage de vos déchets ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C4	Quels sont les déchets que vous recyclez ?	a- Les bidons b- Les bouteilles c- La ferraille d- Les déchets organiques e- Autres :.....	
C5	Seriez-vous prêt à faire le tri de vos déchets ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
C6	Si oui comment procéderez-vous ?	..... ..... .....
C7	Pensez-vous que la valorisation agricole des déchets fermentescibles peut aider à une meilleure gestion des déchets de la ville de Porto-Novo ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	

Annexe 3 : Résultats de l'analyse comparative de la filière de compostage et de méthanisation

Analyse comparative			
		Compostage	Méthanisation
Domaines	Critères	Degré d'importance	
Environnement	Réduction des émissions de GES	+++	+++
	Protection des sols	+++	++
	Protection des ressources en eau	+++	++
	Réduction de la pollution olfactive	+	+
	Réduction de la pollution visuelle	+	+
Social	Acceptabilité sociale	+++	+

Analyse comparative			
Domaines	Critères	Compostage	Méthanisation
		Degré d'importance	
	Cohésion sociale	+++	+
	Création d'emplois	+++	+
Economie	Faible coût d'investissement	+++	+
	Création de devises	+++	+++
Technique	Accessibilité	+++	+
	Facilité d'entretien	+++	+
	Exigence en ressources humaines	+++	+
	Quantité d'amendement	+++	+
Sanitaire	Evitement de multiplication des vecteurs de transmission (mouches, rongeurs)	++	++
Score		40	22

+ : Moins important (point=1) ; ++ : Important (point=2) ; +++ : Très important (point=3)

Annexe 4 : Composition des déchets solides urbains de Porto-Novo

Catégories de déchets	Résultats de l'enquête		Projections de la production de déchets		
	T/an	%	2 009	2 018	2 028
Matière organique	15 776	36,54%	19 320	23 917	30 319
Sable/inerte	14 027	32,49%	17 178	21 266	26 957
Plastique	6 247	14,47%	7 650	9 471	12 006
Papier/carton	1 093	2,53%	1 339	1 657	2 101
Textiles (vêtements)	746	1,73%	914	1 131	1 434
Bois	611	1,42%	748	926	1 174
Métaux	1 015	2,35%	1 243	1 539	1 951
Verre	526	1,22%	644	797	1 011
Batteries	16	0,04%	20	24	31
Chaussures / Cuirs	188	0,44%	230	285	361
Coquille / os	239	0,55%	293	362	459
Autres	2 685	6,22%	3 288	4 071	5 160
Total	43 168	100,00%	52 867	65 446	82 963

Source : Etude de caractérisation des déchets de Porto-Novo, 2005

Annexe 5 : Photos illustratives de la gestion des déchets à Porto-Novo



Illustration de matériels de stockage des déchets solides



Illustration des voies d'élimination des déchets solides ménagers



Dépotoirs le long ou dans les bas-fonds



Les engins de collecte de déchets solides urbains



Activités de tri et pratiques d'incinération non contrôlée des déchets solides urbains



Enfouissement technique des DSU à Takon

Annexe 6 : Photos illustratives de l'agriculture urbaine à Porto-Novo



Activités agricoles le long de la lagune de Porto-



Champ équipé de forage pour l'arrosage des plants



Engrais organiques utilisés (fumiers)

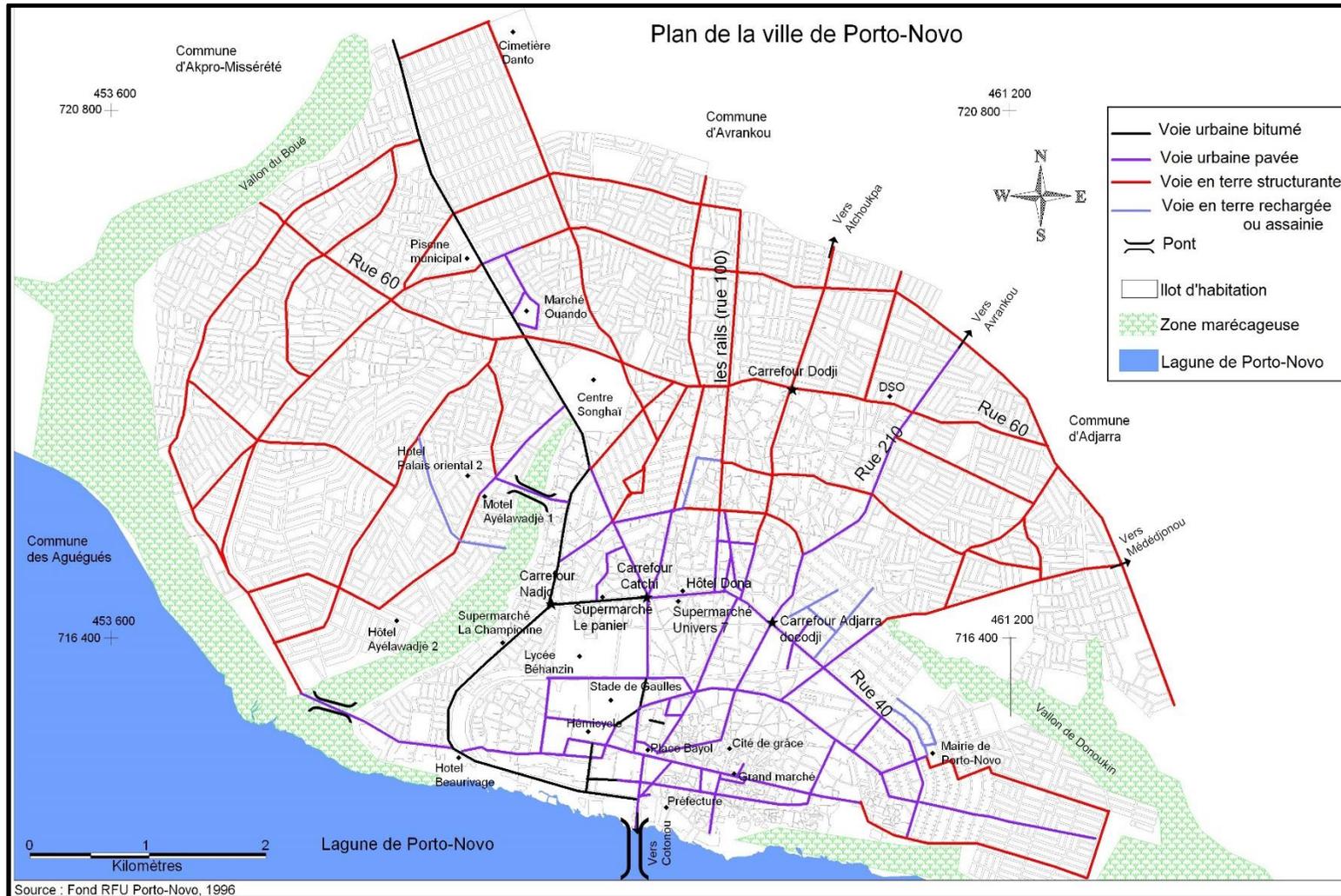


Culture d'arbres fruitiers



Champ de maïs à Lokpodji

Annexe 7 : Carte de situation de la ville de Porto-Novo



Annexe 8 : Evolutions des superficies cultivables entre 2005 et 2016.

Spéculation	Maïs	Manioc	Patate douce	Niébé	Arachide	Tomate	Piment	Légume feuille	Laitue	Grande Maurelle	Choux	Crincrin	Pastèques	Carotte	Concombre	Superficie Totale (ha)
2005-2006	284	111	35	110	28	15	17	-	-	-	-	-	-	-	-	600
2015-2016	70	12	1	4	6	14	1	7	7	1	3	2	2	5	5	140

Source : Données issues de la statistique agricole de l'Agence Territoriale du Développement Agricole(ATDA)- de l'Ouémé-Plateau