



Université Senghor

Université internationale de langue française
au service du développement africain

Opérateur direct de la Francophonie

**VALORISATION PAR METHANISATION-COMPOSTAGE DES DECHETS SOLIDES
DES ETABLISSEMENTS HOTELIERS : CAS DE LA COMMUNE DE YAOUNDE 1^{ER}
AU CAMEROUN**

Présenté par :

FOYET GANKAM Arsène Delors

Pour l'obtention du Master en Développement

Département : Environnement

Spécialité : Gestion de l'Environnement

Le : 07/04/2015

Sous la direction de :

Pr Guy MATEJKA, professeur émérite à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Ingénierie de
Limoges, France

Devant le jury composé de :

Dr Martin YELKOUNI, Directeur du département environnement à : Président
l'Université Senghor d'Alexandrie

Dr Rim ABDEL HAMID, Professeur Assistant à l'Institut Supérieure de : Membre
Santé Publique, Université d'Alexandrie

MLouis Edouard POUGET, Chef de service et chargé de missions : Membre
coopération décentralisée, Lyon, France

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à l'endroit de toutes les personnes qui ont cru en moi et qui ont contribué de quelques façons que ce soit à la rédaction de ce mémoire et à ma formation à Alexandrie. Mes remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- L'Organisation Internationale de la Francophonie (OIF) à travers son opérateur direct l'Université Senghor pour m'avoir offert cette expérience exceptionnelle de formation et de rencontre des autres hauts cadres venus de 23 pays d'Afrique francophone.
- Dr Martin YELKOUNI, directeur du département environnement de l'Université Senghor et son assistante Catherine pour leur disponibilité ;
- Pr Guy MATEJKA pour son soutien et son encadrement ;
- Dr OUMAR Cissé, M. LouisÉdouard POUGET, Dr Flavien TCHAPGA, Dr Arouna DIEDOU, Dr Emmanuel NGNIKAM pour leurs orientations et conseils ;
- Pr GOZE BENIE directeur de Géo Images Solutions Inc. et Mme Ruffine Roselinde DJEUTCHOU représentante de Géo Images au Cameroun pour l'opportunité et l'encadrement durant le stage de mise en situation professionnelle ;
- Pr Paul TCHAWA, chef de département de Géographie et vice doyen chargé du suivi des étudiants à l'Université de Yaoundé 1, pour les encouragements et le soutien multiformes ;
- Mme Omnéya SHAKER, Directrice du Campus Numérique Francophone d'Alexandrie, pour m'avoir donné l'opportunité de travailler avec elle comme formateur des francophones de la ville d'Alexandrie en gestion des déchets solides;
- Ma tante veuve François YESSOM, mes oncles et cousins Richard FONDJO, Charles KENGNI, Pierre FOMING, Gaston LANTEU, Martin NGOMSU et ma grande sœur Suzanne Flore MEDOM GANKAM pour leur soutien et la mobilisation des fonds nécessaires pour ma formation. Je n'oublierai jamais ce que vous avez fait pour moi ;
- Mes amis Gamaliel MBE TENE, Rodrigue NODEM FOMENE, Josiane Clémentine FOTSO, Carole TASSING DJILO, pour leur soutien et encouragements ;
- Mes collègues de la 14^{ème} promotion, particulièrement mes camarades Clarice MATENE NAOUSSI, Mélanie KEMO TASSE, Nadège KAPTCHE KAMDEM, OLANLO Kadjogbe Abra, Emmanuel NYANDWI MAYOR, EYABILA Chris Willy pour leurs soutiens au quotidien durant tout mon séjour à Alexandrie.

DEDICACE

A

mon père et à ma mère,
ainsi qu'à mes frères et sœurs.

RESUME

Les autorités Camerounaises désirent faire du tourisme un secteur prioritaire, pilier du développement économique et social. Malgré la mise en place de nombreux projets parmi lesquels le Projet de Compétitivité des Filières de Croissance (PCFC), de nombreux efforts restent à faire pour rendre la destination « Cameroun » compétitive par rapport aux autres destinations de la région et de la sous-région. La redynamisation des activités des hôtels est un défi pour la promotion de la destination.

Le présent travail est une proposition pour la réduction des impacts des activités hôtelières sur l'environnement et les ressources naturelles en vue de la création d'un label environnemental ou écologique. Ce label permettra une reconnaissance internationale et un rayonnement de la destination « commune de Yaoundé 1^{er} » et du Cameroun tout entier. Il s'agit de transformer les déchets organiques solides, source de nuisance pour les hôtels en une source d'énergie pour résorber à leur dépendance énergétique.

L'étude se base sur trois (03) composantes complémentaires permettant de collecter des informations sur la situation générale des hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}, ainsi que sur leurs pratiques en matière de production et de gestion des déchets.

Les résultats montrent que les hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} ont un potentiel énorme en déchets solides. Un hôtel produit quotidiennement environ 500 kg de déchets, composés à environ 62% de matières organiques. Ces déchets peuvent être valorisables par bioconversion pour la production d'énergie propre (biogaz) et d'engrais naturel (compost). La production, ainsi que l'utilisation de ces produits au niveau des hôtels permettront de limiter les impacts de ces hôtels sur l'environnement et la création d'un label environnemental ou écologique pour une reconnaissance internationale en matière de développement durable.

Un projet de démonstration ou projet pilote a été proposé à la fin de l'étude pour montrer la faisabilité du projet avant de le dupliquer à l'ensemble des hôtels de la commune.

MOTS-CLES :

Déchet, valorisation, méthanisation, compostage, biogaz, label environnemental

ABSTRACT

Cameroon wants to make of the tourism a priority sector, a pillar of the economic and social development. In spite of the implementation of numerous projects among which the Project of Competitiveness of the Sectors of Growth (PCSG), numerous efforts remain to make the destination "Cameroon" competitive with regard to the other destinations of the region and the sub-region. The launching of the activities of hotels is a challenge for the promotion of the destination.

The present work is a proposal for the reduction of the impacts of hotel activities on the environment and the natural resources for the creation of an environmental or ecological label.

This label will allow an international recognition and a brilliance of the destination «municipality of 1st Yaoundé" and of whole Cameroon. It is a question of transforming the solid organic waste, a source of nuisance to hotels in to source of energy to reduce their energy dependence.

The study is based itself on three (03) components allowing to collect information on the general situation of the hotels in the municipality of 1st Yaoundé, as well as on their practices regarding production and regarding waste management.

The results show that the hotels of the municipality of 1st Yaoundé have an enormous potential of organic solid waste. Hotel daily produces about 500 kg waste almost composed by 62% organic materials. These wastes may be recoverable by bioconversion to produce clean energy (biogas) and natural fertilizer (compost). The production, as well as the use of these products in hotels will allow to limit impacts from these hotels on the environment and the creation of an environmental or ecological label for an international recognition in terms of sustainable development.

A demonstration of a pilot project was proposed at the end of the study to show the feasibility of the project before duplicating it to all the hotels of the municipality

KEYWORDS:

Waste, recycling, anaerobic digestion, composting, biogas, environmental label.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	i
DEDICACE	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
SOMMAIRE	v
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES FIGURES	vii
SIGLES ET ABREVIATIONS	viii
INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre 1 : GESTION DES DECHETS URBAINS SOLIDES DES HÔTELS DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1^{er}	5
1.1. Présentation de la commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er}	5
1.1.1. Situation géographique	5
1.1.2. Situation socio-économique de l'arrondissement de Yaoundé 1 ^{er}	7
1.1.3. Situation des hôtels dans l'arrondissement de Yaoundé 1 ^{er}	8
1.2. Cadre institutionnel et réglementaire de la gestion des hôtels au Cameroun	10
1.2.1. Règlements sur la gestion des hôtels au Cameroun	10
1.2.2. Institutions impliquées dans le tourisme au Cameroun	10
1.2.3. Critères de classification des hôtels au Cameroun	12
1.3. Règlementation et institutions de la gestion des déchets au Cameroun	13
1.3.1. Institutions de la gestion des déchets au Cameroun	13
1.3.2. Règlementation sur la gestion des déchets au Cameroun	15
Chapitre 2 : THEORIES SUR LA VALORISATION PAR METHANISATION-COMPOSTAGE DES DECHETS SOLIDES ORGANIQUES URBAINS	17
2.1. Définition et analyse des concepts	17
2.1.1. Déchet	17
2.1.2. Valorisation des déchets	19
2.1.3. Méthanisation	20
2.1.4. Compostage des déchets solides	20
2.1.5. Biogaz (CH ₄ + CO ₂ en % variable)	21
2.1.6. Label environnemental	21
2.2. Revue de la littérature sur la méthanisation-compostage des déchets solides	21
2.2.1. Revue bibliographique	21
2.2.2. Principe de la méthanisation	23
2.2.3. Procédés (concept et fonctionnement) de la méthanisation	24
2.2.4. Traitement de digestat par compostage	26
2.2.5. Paramètres de la méthanisation-compostage des déchets solides	26

2.2.6. Valorisation des produits de méthanisation-compostage des déchets solides _____	28
Chapitre 3 : COLLECTE DES DONNEES, POTENTIEL VALORISABLE ET LIMITES A LA VALORISATION DES DECHETS SOLIDES D'HOTEL DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1ER _____	29
3.1. Méthodologie de l'étude _____	29
3.1.1. Collecte des données _____	29
3.1.2. Traitement et analyse des données _____	33
3.1.3. Limites de la méthodologie de l'étude _____	34
3.2. Profil des déchets solides produits par les hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er} _____	35
3.3. Contraintes et opportunités de la valorisation des déchets solides d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er} _____	37
3.3.1. Forces et opportunités _____	38
3.3.2. Faiblesses et menaces _____	40
Chapitre 4 : PROJET DE METHANISATION-COMPOSTAGE DES DECHETS SOLIDES D'HOTEL : CAS D'UN HOTEL PILOTE DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1er AU CAMEROUN _____	43
4.1. Dimension stratégique de la méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtel _____	43
4.1.1. Méthanisation-compostage des déchets solides et le Mécanisme de Développement Propre du Protocole de Kyoto _____	43
4.1.2. Méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtel et le label environnemental ou éco-label pour les hôtels du Cameroun _____	45
4.2. Dimension technique de la méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtels _____	46
4.2.1. Désignation et description de la technologie et des paramètres utilisés pour l'étape de méthanisation _____	46
4.2.2. Deuxième phase de la valorisation par compostage _____	49
4.2.3. Désignation et description de la technologie et des paramètres utilisées pour l'étape de compostage _____	49
4.3. Dimension économique du projet de méthanisation-compostage des déchets solides d'un hôtel pilote dans la commune de Yaoundé 1^{er} _____	50
4.3.1. Budget estimatif du projet pilote _____	50
4.3.2. Rentabilité du projet pilote _____	51
4.3.3. Financement du projet pilote _____	52
4.4. Dimension environnementale du projet pilote de méthanisation-compostage des déchets solides d'un hôtel pilote dans la commune de Yaoundé 1^{er} _____	52
4.5. Perspectives et recommandations après le projet pilote _____	53
CONCLUSION GENERALE _____	55
Références Bibliographiques _____	57
Webographie _____	59
Annexe 1 : images de poubelles des hôtels _____	60
Annexe 2 : Questionnaires d'enquêtes et guides d'entretiens _____	62

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Offre d'hébergement dans la ville de Yaoundé.....	8
Tableau 2: Hôtels classés de l'arrondissement de Yaoundé 1 ^{er}	9
Tableau 3: Paramètres de la méthanisation	27
Tableau 4: Paramètre du compostage	27
Tableau 5: Logiciel de traitement de données utilisées.....	33
Tableau 6: Catégories de déchets d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1 ^{er}	35
Tableau 7 : Estimation de la quantité de déchets produit par type de déchets.....	37
Tableau 8: Forces, Faiblesse, Opportunités et Menaces de la valorisation des déchets solides organiques dans la commune de Yaoundé 1 ^{er}	38
Tableau 9 : Budget estimatif des activités.....	51
Tableau 10 : Evaluation de la rentabilité du projet pilote.....	52
Tableau 11 : liste des personnes rencontrées lors de la collecte des données	65

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Evolution de l'arrivée des touristes au Cameroun entre 2010 et 2013	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2: carte de localisation de la commune de Yaoundé 1.	6
Figure 3: conceptualisation du terme « déchets ménagers solides » généré par les hôtels	18
Figure 4: conceptualisation du terme « valorisation des déchets solides »	19
Figure 5 : Schéma simplifié de la méthanisation.....	23
Figure 6 : Traitement des digestats.....	26
Figure 7: Systématique de la collecte des données.....	31
Figure 8: Carte de localisation des hôtels enquêtés.	32
Figure 9: Composition des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé	36
Figure 10: Projection de la température de Yaoundé entre 2000 et 2100 selon le model RCP 8.5	45
Figure 11: Projection de la température de Yaoundé entre 2000 et 2100 selon le model RCP 4.5	45
Figure 12: Schéma du digesteur à dôme fixe	47
Figure 13 : poubelle d'un hôtel avec tri de PET (photo prise 17 aout 2014)	60
Figure 14 : chambre à poubelle d'un hôtel 3 étoiles (photo prise le 20 aout 2024).....	60
Figure 15 : poubelles HYSACAM installée dans un hôtel (photo prise le 20 aout 2014).....	61
Figure 16 : utilisation du biogaz : foyer à biogaz (à gauche), lampe à biogaz (à droite)	61

SIGLES ET ABREVIATIONS

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

AEE : Agence Européenne de l'Environnement

AFD : Agence Française de Développement

ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

BEAC: Banque des Etats de l'Afrique Centrale

CTD : Collectivité Territoriale Décentralisée

CUY : Communauté Urbaine de Yaoundé

FAO : Food and Agriculture Organization, organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC: Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GTZ : Gesellschaft für technische Zusammenarbeit ou Coopération Technique Allemande

HYSACAM : Hygiène et Salubrité du Cameroun

IEEF : Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie

INC : Institut Nationale de la Cartographie

INERIS : Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques

INS : Institut Nationale de la Statistique

ISO : International Standard Organisation

MDP : Mécanisme de Développement Propre

MINEPDED : Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement Durable

MINTOUL : Ministère du Tourisme et des Loisirs

OAPI : Organisation Africaine de la Propriété intellectuelle

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

OMT : Organisation Mondiale du Tourisme

PCFC : Projet de Compétitivité des Filières de Croissance

PRISME : Programme International de Soutien à la Maîtrise de l'Énergie

RCP: Representative Concentration Pathway

SBA :Sustainable Business Associates

SNV :Stichting Nederlandse Vrijwilligers ou Organisation Néerlandaise pour le Développement

UYI : Université de Yaoundé 1

INTRODUCTION GENERALE

Le Cameroun, à l'instar de nombreux autres pays africains désire être un pays émergent à l'horizon 2035. De nombreuses stratégies sont mises sur pied dans plusieurs domaines de développement. Pour redynamiser son économie, les pouvoirs publics ont décidé de faire du tourisme un secteur prioritaire pour le développement économique du pays (PCFC, 2010). Pour cela, le pays a entrepris avec l'aide de la Banque Mondiale le Projet de Compétitivité des Filières de Croissance dont la composante « tourisme » vise à développer et à mettre en place un ensemble de projets et d'infrastructures touristiques et faire du pays une destination touristique internationale privilégiée.

Qualifié d'« Afrique en miniature » ou plus simplement « toute l'Afrique dans un pays » en raison du potentiel touristique naturel, culturel et humain dont il dispose, le Cameroun, est une destination touristique depuis 2010 (OMT, 2010). Les pouvoirs publics ont même décidé de faire du tourisme un secteur prioritaire sur lequel doit s'appuyer le développement économique du pays.

L'industrie touristique camerounaise a généré 32 495 emplois en 2009 et a produit des recettes de l'ordre 733 milliards de francs CFA en 2010 et 773 milliards en 2011 (MINTOURL, 2013). En 2010, le Cameroun enregistrait 572.728 touristes internationaux, ce qui lui permet de franchir le cap symbolique exigé par l'Organisation Mondiale du Tourisme (OMT) et de se hisser à cet effet au rang de destination touristique.

A l'image de nombreuses activités économiques, l'activité touristique en général et son expansion ont un impact sur l'environnement (SBA, 2010). Le tourisme est à l'origine de nuisances sonores ou de pollutions esthétiques, visuelles ou architecturales, de pollution des eaux, du sol et de l'air.

La mise en œuvre de la politique de lancement et de développement du secteur du tourisme du Cameroun va entraîner un accroissement des infrastructures touristiques et plus particulièrement des hôtels pour accueillir les touristes ; ce qui aura des conséquences négatives sur l'environnement. Les principaux domaines d'impacts des établissements hôteliers sur l'environnement sont : la production massive des déchets, la consommation abusive d'eau et d'énergie (SBA, 2010).

Pour des besoins de confort, les touristes utilisent énormément d'eau et d'énergie, largement plus qu'un habitant résident à un endroit donné. La quantité de déchet produite par un touriste dans un hôtel est également supérieure à celle d'un habitant résident dans cet endroit ; c'est le cas au sud de la Tunisie, où un habitant de Djerba produit 0,62 Kg de déchets par jour contre 2,82 kg pour un touriste (MONGI, 2013). Les hôtels produisent donc beaucoup de déchets et ces déchets ont un impact significatif sur l'activité hôtelière car ils sont source d'insalubrité. Pour ces établissements hôteliers et les restaurants qui sont au cœur de l'industrie hôtelière, il existe un besoin réel de gestion de ces déchets plus respectueuse de l'environnement (SBA, 2010).

Dans l'état actuel des choses, les déchets d'hôtel sont inclus dans les déchets ménagers et ils sont collectés en même temps (SBA, 2010). Dans la commune de Yaoundé 1^{er}, ces déchets causent beaucoup de problèmes du fait du manque de moyens institutionnels, humains, techniques et financiers, au niveau de la municipalité pour en assurer une bonne gestion. Les faibles moyens des municipalités laissent une large place au secteur informel, plus ou moins organisé et non régulé. Les dysfonctionnements du système formel et l'absence de régulation du système informel engendrent alors une prolifération de déchets dans les espaces publics, avec des effets induits en termes de diffusion de maladies, de pollution de l'air, des sols et des eaux, d'atteinte à la conservation de la biodiversité et d'émission de gaz à effet de serre (AMORCE et ADEME, 2013).

De manière générale, la gestion des déchets solides ménagers et assimilés y compris les déchets d'hôtels constitue l'une des préoccupations majeures dans les communes de la ville de Yaoundé et particulièrement dans la commune de Yaoundé 1^{er}. Les risques sanitaires, environnementaux, et esthétiques sont entre autre des raisons incitatrices d'une meilleure gestion des déchets solides.

Cependant, la municipalité de cette commune est confrontée à des problèmes d'organisation (institutionnelle) et de gestion caractérisée par l'incapacité à répondre à la forte demande en matière de dépôt et de collecte des déchets, sans oublier l'absence de moyens matériels, de ressources financières et de politique municipale. D'après NGNIKAM et TANAWA (2006), loin d'être un problème financier « c'est le défaut d'une utilisation optimale des potentialités locales, dans un cadre participatif transparent, qui justifie le faible rendement des approches et des pratiques qui ont déjà été expérimentées ».

Par ailleurs, la déficience d'une éducation environnementale et d'organisation interne des ménages et des hôtels ne favorise ni la collecte ni le traitement de ces déchets du fait de l'absence d'une politique de tri sélectif à la source.

Dans la commune de Yaoundé 1^{er} comme dans toute la ville, l'élimination de déchets solides ménagers est principalement orientée vers la pré-collecte, la collecte et sur la mise en décharges à Nkolfoulou. Ce traitement est non seulement onéreux, mais produit beaucoup de méthane ou au mieux de gaz carbonique ; ces deux principaux gaz contribuent à l'effet de serre et en conséquence aux changements climatiques. A travers la ville, des filières de récupération informelles par des individus et formelles par de associations agréées (CIPRE, SARKANZOU MOUNTSI, TAM-TAM MOBIL,...) de certaines matières recyclables (plastiques, aluminium) de ces déchets solides ménagers fonctionnent tant bien que mal.

Les déchets, constitués à 86% (NYASSA, 2011) de matières organiques constituent une matière première, source de revenu et d'emploi pour de nombreuses personnes. Ainsi, certaines associations (GIC le vert, tam-tam mobil) mettent en place des circuits de valorisation de la fraction

fermentescible via le compostage. Toutefois, l'essor de cette technique de valorisation des bio-déchets rencontre des difficultés dans le temps et dans l'espace (durée du processus, coût de mise en œuvre...).

La valorisation par méthanisation-compostage des déchets solides organiques d'hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} permet de combiner deux modes de valorisation de manière complémentaire. Cette combinaison permet d'une part de faire des économies d'échelle en réduisant les coûts d'exploitation des déchets sur le plan humain, financier et en termes d'espace. D'autre part, cela permet une exploitation optimale des déchets car on obtient deux sous-produits (le biogaz et un compost de bonne qualité), valorisable sur les plans énergétique et agricole.

En outre, la valorisation par méthanisation-compostage permet de faire face aux différents niveaux d'impacts des hôtels sur l'environnement. Il s'agit de résorber à la fois le problème de déchets et d'énergie par la consommation du biogaz produit à partir des déchets. Cette politique permet d'améliorer la visibilité de l'hôtel vis-à-vis de la clientèle et du grand public. Ainsi, cela peut contribuer à la mise en place de la labellisation ou la certification environnementale.

Dans la commune de Yaoundé 1^{er}, on note une importante concentration d'hôtels. Cependant, aucune politique de gestion ou de valorisation des déchets n'est mise en œuvre. Tous les déchets sont collectés ensemble par les services de HYSACAM (Hygiène et Salubrité du Cameroun) et acheminés à la décharge où leur traitement demande d'énormes moyens financiers. Ainsi, cette recherche porte sur l'interrogation suivante :

Comment internaliser les impacts négatifs des établissements hôteliers sur l'environnement afin d'améliorer l'image des hôtels vis-à-vis de la clientèle et du grand public national et international pour une plus grande attractivité et réduire l'empreinte de ces hôtels sur l'environnement et les ressources naturelles?

Autrement dit, comment utiliser les déchets des établissements hôteliers pour produire de l'énergie propre et de l'engrais naturel utilisable afin de créer un label écologique pour ces hôtels et pour réduire les impacts de ces hôtels sur l'environnement et sur les ressources naturelles?

Pour répondre à la question de recherche ci-dessus énoncée, l'objectif principal est de proposer un mécanisme de valorisation énergétique et agronomique pour une gestion efficace des déchets solides afin de créer un label environnemental pour les hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}. Plus spécifiquement, il s'agit dans un premier temps de dresser le profil des déchets des hôtels de la commune, ensuite il sera question d'identifier et d'analyser les freins et les opportunités de la valorisation de ces déchets, et enfin de proposer un projet de valorisation de la fraction solide organique

de ces déchets par méthanisation-compostage afin de créer un éco label pour un hôtel pilote de la commune.

Ce travail de recherche est divisé en quatre chapitres. Le premier chapitre, présente dans un premier temps la commune de Yaoundé 1^{er}, et dans un deuxième temps les acteurs et la réglementation sur la gestion des hôtels et des déchets dans ladite commune. Le deuxième chapitre est consacré à une revue de la littérature sur la valorisation des déchets solides organiques. Le troisième chapitre quant à lui, présente la méthodologie de l'étude et les résultats de la recherche. Le dernier chapitre s'articule autour du projet de valorisation par méthanisation-compostage des déchets solides organiques dans un hôtel pilote de la commune.

Chapitre 1 : GESTION DES DECHETS URBAINS SOLIDES DES HÔTELS DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1^{er}

Depuis 2008, le Cameroun a enregistré un nombre important de touristes à ses frontières (Géo Image Solution et Madia, 2014). L'objectif d'accueillir au moins 500.000 touristes par année pour être reconnu par l'OMT comme une destination touristique internationale a ainsi été atteint en 2010 malgré son retard par rapport aux autres pays de l'Afrique sub-saharienne comme le Sénégal, Kenya, le Zimbabwe (SECHERESSE et POLIWA, 2010). L'atteinte de cet objectif, ainsi que le Projet de Compétitivité des Filières de Croissance(PCFC) que l'Etat met en œuvre visent à attirer d'avantage des touristes au Cameroun. Cependant, compte tenu de la concurrence dans les destinations et des implications de touristes et des hôtels sur l'environnement (déchets, énergie...), il serait préférable de diversifier l'offre du Cameroun par un tourisme durable.

Dans ce chapitre, il sera question dans un premier temps de situer l'étude dans un cadre contextuel et dans un second temps de définir les concepts et mots clés du sujet en fonction de la littérature existante.

1.1. Présentation de la commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er}

Créée par décret n°87/1365 du 24 septembre 1987 portant création de la commune urbaine de Yaoundé, l'arrondissement de Yaoundé 1^{er} dont le siège est à Nlonkak (Rue CEPER), est une circonscription administrative située dans le Département du Mfoundi, Région du Centre Cameroun. Par éclatement successif, l'arrondissement de Yaoundé 1^{er} a donné naissance aux sept (07) autres Unités Administratives de base qui composent le Chef-lieu des Institutions Nationales Camerounaises.

1.1.1. Situation géographique

- Localisation

Les limites de l'arrondissement de Yaoundé 1^{er} sont les suivantes : au Nord l'arrondissement d'Obala; au Nord-ouest par l'Arrondissement d'Okola; au Sud l'Arrondissement de Yaoundé IV^{ème} (notamment le ruisseau Ewoé); au Sud-ouest l'arrondissement de Yaoundé III^{ème} (notamment la rivière Mfoundi et le boulevard du 20 mai); à l'Ouest l'arrondissement de Yaoundé II^{ème} (carrefour Warda nouvelle route Bastos la pénétrante de la présidence de la République); à l'Est et au Nord-est l'arrondissement de Soa. (cf. figure 2)

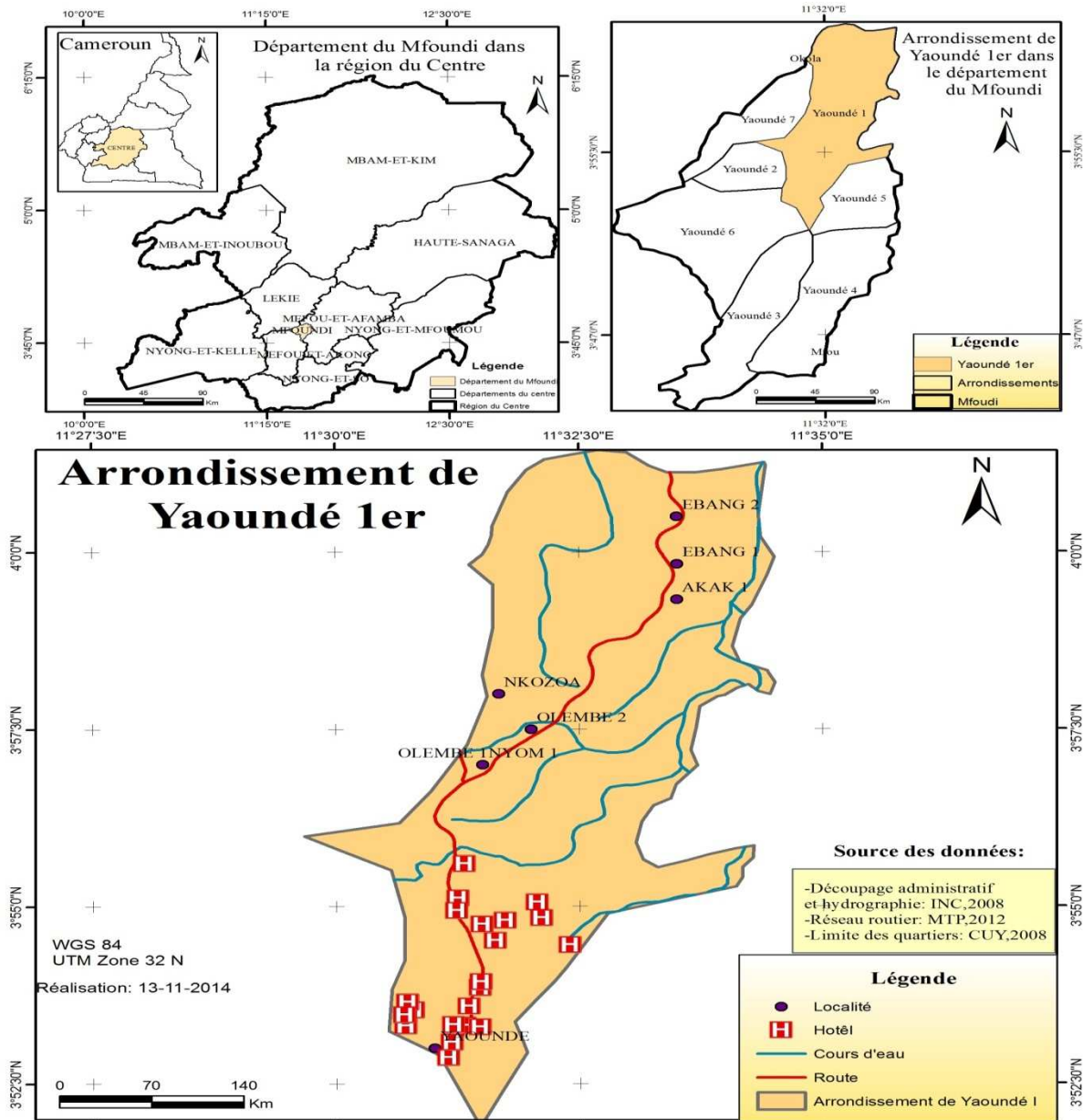


Figure 1: carte de localisation de la commune de Yaoundé 1.

Source : auteur, 2014.

- Climat et végétation

Le climat qui règne dans la ville de Yaoundé est de type équatorial (Yaoundéen), caractérisé par l'alternance de deux saisons sèches (fin novembre à mi-mars pour la grande saison et juin à mi-août pour la petite saison) et deux saisons de pluies (mi-août à mi-novembre pour la grande saison et mi-mars à fin mai pour la petite).

On enregistre une température moyenne de 23,5°C contrastée entre 16 et 31°C selon les saisons et 1650mm d'eau par an. L'hygrométrie moyenne est de 80% et varie dans la journée entre 35 et 98%.

Les vents fréquents sont humides et soufflent en direction du Sud-ouest; les vents violents sont orientés vers le nord-ouest. La végétation est du type intertropical avec prédominance de la forêt humide méridionale (Wéthé, 1999 et 2001)

1.1.2. Situation socio-économique de l'arrondissement de Yaoundé 1er

L'Arrondissement de Yaoundé 1^{er} est le centre des Institutions Républicaines (palais de l'Unité, Communauté Urbaine de Yaoundé), de la Cité-Capitale Camerounaise, elle occupe une superficie de 5552 ha et une population de 281.574 habitants (BUCREP, 2010).

- Economie

L'Arrondissement de Yaoundé 1^{er} est le centre de l'activité économique de la Cité Capitale. Ici, le secteur tertiaire est le mieux servi. Ainsi, une forte activité commerciale se déploie à travers les quatre (04) principaux marchés de la Capitale qui sont :le Marché centrale et tout le Centre Commercial,le Marché du Mfoundi, le Marché d'Elig-edzoa, le marché de Nkol-eton.auxquels s'ajoutent de grands espaces commerciaux ou supermarchés (Casino, Mahima, Niki, SKT, Fokou, Tsekenis, Calafatas, Socsuba,...)

L'Arrondissement de Yaoundé 1^{er} est aussi le siège de nombreuses institutions financières régionales comme la Banque de Etats de l'Afrique Centrale (BEAC), et nationales (banques commerciales et établissement de micro-finances).

L'activité industrielle est quasi inexistante et se réduit aux prestations de la SODEPA (Société de Développement et d'Exploitation des Productions Animales)avec son abattoir et son parc à bétails. La BAT (British American Tobacco), unité industrielle spécialisée dans la manufacture du tabac est en cessation d'activité.

L'activité agricole, en dépit de l'urbanisation très avancée, demeure importante dans l'arrondissement de Yaoundé 1^{er}. Elle se pratique essentiellement dans les zones périurbaines de la partie nord, ainsi que dans les marécages et dans les bas-fonds des aires urbanisées. Les cultures les plus pratiquées sont les tubercules (manioc, macabo, ignames, patates douces), les cultures maraîchères et les cultures de rente (cacao).

- Social

L'Arrondissement de Yaoundé 1^{er} abrite une population composite, formée d'autochtones et d'allogènes venus des quatre coins du pays. Les principales tribus autochtones sont des clans : Etoudi, Mvog-ada, Tsinga, Yanda, Ndong, Baaba, Mvog-beloo, Mvog-ekus etc.

Quant aux tribus des autres régions du pays, on retrouve en majorité des Bamilékés, des « Nordistes », des « Anglophones », des Bamouns. Sont également installés des étrangers ressortissants des pays comme le Mali, le Nigéria, le Sénégal etc...

A travers la liberté de culte, y coexistent pacifiquement les associations religieuses dérivées du Monothéisme : Christianisme (Catholique et Réformiste) et Islam.

1.1.3. Situation des hôtels dans l'arrondissement de Yaoundé 1er

La ville de Yaoundé, siège des institutions du Cameroun dispose d'un parc hôtelier important (cf. tableau 1), des infrastructures de restauration et de nombreux sites et attraits touristiques. Toutes ces dispositions font de la capitale une destination privilégiée des touristes de plus en plus nombreux à arriver.

Tableau 1: Offre d'hébergement dans la ville de Yaoundé

Catégorie d'hôtel	Nombre d'hôtel	Nombre de chambres
Hôtels 5*	01	274
Hôtels 4*	03	399
Hôtels 3*	07	466
Hôtels 2*	17	682
Hôtels 1*	65	1336
Hôtels de Classe exceptionnelle	01	12
Hôtels non classés	22	454
TOTAL	116	3623

Source : rapport technique n°1 : état des lieux, Géo Image Solution et Madia, 2014

La carte hôtelière de l'arrondissement de Yaoundé 1^{er} est la plus fournie de la ville de Yaoundé. Cette commune regroupe à elle seule plus du tiers des établissements hôteliers de la ville de Yaoundé (43 hôtels sur 116 que compte la ville) ; c'est la seule des sept communes que compte la ville qui comporte toutes les catégories d'hôtels de la capitale en termes d'étoile (cf. Tableau 2) et d'établissements non-classés

Tableau 2: Hôtels classés de l'arrondissement de Yaoundé 1^{er}

NUMERO	NOM	CATEGORIE	NOMBRE DE CHAMBRE
1	Hilton Hôtel	5 étoiles	273
2	La Falaise Hôtel	4 étoiles	non connu
3	Djeuga Palace Hôtel	4 étoiles	163
4	Franco Hôtel	4 étoiles	66
5	Central Hôtel	3 étoiles	27
6	Mérina Hôtel	3 étoiles	102
7	Aurelia Hôtel	3 étoiles	21
8	Azur Hôtel	2 étoiles	68
9	Indépendance Hôtel	2 étoiles	40
10	Royal Hôtel	2 étoiles	47
11	Makombe Hôtel	2 étoiles	33
12	Meuni Palace Hôtel	2 étoiles	72
13	Prestige Palace Hôtel	2 étoiles	45
14	Toun'gou Hôtel	2 étoiles	27
15	Ngeula Hôtel	1 étoile	non connu
16	Clamantis Hôtel	1 étoile	18
17	Edoly Hôtel	1 étoile	22
18	Girafe Hôtel	1 étoile	non connu
19	Grand Palmier Hôtel	1 étoile	non connu
20	Grand Moulin Hôtel	1 étoile	31
21	La Vallée Hôtel	1 étoile	14
22	Ideal Hôtel	1 étoile	NC*
23	Laginaque Hôtel	1 étoile	10
24	Le Diplomate Hôtel	1 étoile	32
25	Le Palais Hôte	1 étoile	24
26	Liegne Hôtel	1 étoile	22
27	Masque Hôtel	1 étoile	non connu
28	Meumi Hôtel	1 étoile	120
29	Platanes Hôtel	1 étoile	19
30	Reve Hôtel	1 étoile	12
31	Tango Hôtel	1 étoile	46
32	Tchasselois Hôtel	1 étoile	16
33	Vava Hôtel	1 étoile	non connu
TOTAL DES CHAMBRES			1370

Source :Auteur, adapté de la carte hôtelière du MINTOUL, 2015.

Plusieurs autres hôtels de catégorie non-classé c'est-à-dire n'ayant pas d'étoile figurent dans la carte hôtelière de la commune de Yaoundé 1^{er}. Ces établissements se distinguent des auberges par les services qu'ils offrent au même titre que les hôtels mais ne respectent pas tous les critères de classements des hôtels. Au nombre de huit (08) établissements, ils représentent environ cent dix (110) chambres. Pour compléter la carte, s'identifient trois hôtels appartements (Djeuga Appart, Nézafi Appart et Meumi Résidence) et un hôtel de classe exceptionnelle.

Ce foisonnement d'établissements hôteliers peut s'expliquer à la fois par la centralité et par l'ancienneté de la commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er}

1.2. Cadre institutionnel et réglementaire de la gestion des hôtels au Cameroun

1.2.1. Réglementations sur la gestion des hôtels au Cameroun

Le tourisme camerounais est encadré par des réglementations internationales et nationales. Sur le plan international, du fait de son adhésion à l'Organisation Mondiale du Tourisme (OMT), le Cameroun applique les règles et textes de cette organisation. Ce sont entre autres : la Charte du Tourisme, le Code du touriste du 26 septembre 1985, le Code Mondial d'éthique du Tourisme du 1^{er} octobre 1999.

Sur le plan national, bien que l'activité touristique soit développée au Cameroun depuis le lendemain de l'indépendance, ce n'est qu'en 1998 que des textes régissant ce secteur vont voir le jour. Il s'agit principalement de la loi n° 98/006 du 4 avril 1998 relative à l'activité touristique. Cette loi est complétée par le décret n°99/443 du 25 mars 1999 fixant les modalités d'application conformément aux dispositions de la charte du tourisme et du code du tourisme de l'Organisation Mondiale du Tourisme. Le décret n°66/111 du 27 mai 1999 portant création d'un Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement et le Soutien de l'Activité Touristique vient en appui au premier décret.

La gestion des hôtels est régie par le décret N°99/443 /PM du 25 MARS 1999 fixant les dispositions législatives de création et l'ouverture d'un établissement d'hébergement ou hôtels au Cameroun. Ce texte fixe les normes et les modalités de création, d'ouverture et d'extension des hôtels et tous autres établissements d'hébergement ; ainsi que les critères de classifications des hôtels.

1.2.2. Institutions impliquées dans le tourisme au Cameroun

Le secteur du tourisme camerounais se représente par, quatre (04) groupes d'institutions ou acteurs qui œuvrent de concert pour la promotion de la destination et le développement du secteur. Ces groupes d'institutions sont :

- Les institutions administratives publiques

Il s'agit du Ministère du Tourisme et des Loisirs, de ses commissions et des autres Ministères et Administrations Publiques impliquées dans le secteur du Tourisme au Cameroun.

✓ **Ministère du Tourisme et des loisirs (MINTOUL).** Il a pour mission : l'élaboration des stratégies et des plans de développement du tourisme ; l'inventaire et mise en valeur des sites touristiques ; la formation en matière de tourisme et hôtellerie ; l'élaboration des normes dans l'hôtellerie et la restauration ainsi que le contrôle des établissements de tourisme ; la promotion du tourisme intérieur ; l'élaboration des projets de textes relatifs au tourisme.

✓ **Le Conseil National du Tourisme (CNT).** Ses missions sont : d'étudier et propose au Gouvernement toute mesure ou tous aménagements susceptibles de faciliter l'entrée et le séjour, la sécurité ainsi que la sortie des touristes du Cameroun ; d'émettre un avis sur toutes les questions dont il est saisi par le ministère du tourisme ; de faire au gouvernement d'une manière générale toutes les propositions ou recommandations pour le développement du tourisme, notamment en ce qui concerne la promotion des investissements, l'organisation, les aménagements et le partenariat touristique.

✓ **La Commission Technique Nationale (CTN).** Elle a pour rôle : d'examiner et émettre un avis sur les demandes de constructions, d'extension, d'ouverture ou d'exploitation d'un établissement de tourisme ou d'une agence de voyage ; de statuer sur les demandes relatives à l'exercice de la profession de guide de tourisme, à l'aménagement et à l'exploitation d'un site touristique ainsi qu'à la suspension ou au retrait de l'autorisation, de l'agrément ou de la licence d'exploitation.

✓ **Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF).** Il assure la gestion des forêts, de la faune, des aires de conservation, de la chasse et de l'exportation des trophées et la gestion des aires protégées

✓ **Ministère des arts et de la Culture.** Il fait l'inventaire des principales activités artistiques et culturelles et faire promotion de la culture nationale

✓ **Ministère des Relations Extérieures (MINREX).** Il assure la délivrance des visas d'entrée au Cameroun et la communication des informations sur le Cameroun aux touristes.

Le tourisme étant un secteur transversal, il a des ramifications dans de nombreux autres Ministères comme : le Ministère des Transports (MINTRANS), le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI), le Ministère des Travaux Publics (MINTP), le Ministère de la Communication (MINCOM), le Ministère du Commerce, le Ministère des Petites et Moyennes Entreprises, de l'Economie Sociale et de l'Artisanat, le Ministère de la Défense, la Délégation Générale à la Sécurité Nationale (DGSN), le Ministère de l'Economie, de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (MINEPAT),

- Les institutions privées

Il s'agit des écoles de formations (placées sous la double tutelle du Ministère des enseignements Supérieures, et du Ministère de l'Emploi et de la Formation Professionnelle). Ces institutions ont pour missions la formation des hôteliers, des restaurateurs, des guides de tourisme et de tous autres acteurs du secteur. Les hôtels et les restaurants font parties de ces institutions.

Il s'agit aussi des compagnies comme les Aéroports du Cameroun(ADC),L'Autorité Aéronautique de l'Aviation Civile,l'Association pour le Sécurité de la Navigation Aérienne couvre les pays d'Afrique et de Madagascar (ASECNA)

- La coopération bilatérale et internationale

La coopération internationale se fait à travers des organismes comme l'OMT, le Commonwealth, L'Africa Travel Association (ATA), La GIZ, l'Unicef, la Francophonie, L'Organisation Néerlandaise pour le Développement (SNV).

La coopération bilatérale quant à elle se fait travers des accords et des mémorandums d'entente que le Cameroun a signés avec des Etats et Gouvernements comme : l'Egypte, le Maroc, la Tunisie, la Lybie, le Benin, le Sénégal, le Kenya, le Gabon, le Congo, le Brésil, la Turquie et la Chine.

- Les organisations de la société civile nationale et internationale

Il s'agit des sociétés hôtelières publiques, des groupements patronaux, des associations et des syndicats des professionnels.

1.2.3. Critères de classification des hôtels au Cameroun

Au Cameroun, les hôtels sont classés en catégorie croissante selon le système d'étoiles d'une (1) à cinq (5).Les normes de classification concernent les points suivants :

✓ **Locaux publics** : entrée de l'hôtel, Hall de réception, restaurant, bar-auto-ventilé, sanitaire public, Hall d'entrée, installations techniques

✓ **Chambres** : capacité minimum, hauteur minimum sous plafond (mètre), superficie (m²), salle d'eau, Sanitaires – W.C, ventilation-climatisation, téléphone, sécurité, installations électriques, agencement des chambres, revêtement du sol, informations dans les chambres

✓ **Service à la clientèle** : Services en chambres, type de paiement, service médecine, vidéo-club, restauration.

✓ **Environnement de l'hôtel** : Accès, qualité du site, parking

1.3. Règlementation et institutions de la gestion des déchets au Cameroun

1.3.1. Institutions de la gestion des déchets au Cameroun

Le Cameroun est relativement bien encadré en ce qui concerne les aspects institutionnels, législatifs et réglementaires de la gestion des déchets, en dépit de l'écart entre les textes et les faits observés sur le terrain.

En théorie, toutes les institutions de l'État interviennent à des degrés divers dans le domaine de la gestion de l'environnement en général et des déchets solides en particulier.

De façon générale, les acteurs institutionnels peuvent être classés dans trois catégories en fonction de leurs spécificités et de leurs attributions dans le secteur de l'environnement en général et des déchets en particulier. On peut distinguer :

- Les institutions de planification et de contrôle.

Elles ont pour rôle de définir le cadre et les règles de la gestion des déchets.

✓ **Le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la nature et du Développement Durable (MINEPDED).** En tant qu'administration en charge de l'environnement et du développement durable comme son nom l'indique, il a pour principaux rôles : - l'élaboration des plans directeurs sectoriels de protection de l'environnement, en liaison avec les départements ministériels intéressés; - la négociation des accords et conventions internationaux relatifs à la protection de l'environnement et leur mise en œuvre ; - l'élaboration et le suivi du respect des normes, des directives et des standards environnementaux.

✓ **Le Ministère de l'Énergie et de l'Eau (MINEE).** Il a en charge : la conception et la mise en œuvre des programmes d'assainissement en matière d'hydraulique dans les agglomérations urbaines ; la conception et de la mise en œuvre des programmes d'assainissement rural; l'élaboration et le suivi des schémas directeurs d'assainissement urbain, en liaison avec les Ministères techniques concernés ; la surveillance de la maintenance des ouvrages d'assainissement dans les zones urbaines, en liaison avec les administrations concernées ; la surveillance du respect des règles techniques d'exploitation des réseaux d'assainissement en milieu urbain, en liaison avec les CTD ; la sensibilisation des CTD à la maintenance des ouvrages d'assainissement.

✓ **Le Ministère de Développement Urbain et de l'Habitat (MINDUH).** En charge de l'esthétique et de l'environnement urbain, il a pour rôle : le drainage, la collecte et le traitement des déchets ; l'élaboration des normes d'hygiène et de salubrité ; l'élaboration des normes en matière d'assainissement dans les villes en collaboration avec les autres administrations concernées ; la définition des normes en matière d'assainissement, de drainage et du contrôle du respect des normes ; la définition des normes en matière d'hygiène et de salubrité, l'enlèvement et/ou le traitement des ordures ménagères, ainsi que du contrôle du respect de ces normes ; la constitution d'une banque de

données et de la mise à jour de données urbaines ;le suivi de l'application de la réglementation en matière d'hygiène et de salubrité, l'enlèvement et le traitement des ordures ménagères.

✓ **Le Ministère de la Santé Publique (MINSANTE).** Il s'occupe de l'assainissement; de la surveillance sanitaire des collectivités et la promotion de la salubrité de l'environnement ; de la normalisation des critères de pollution et la réglementation de certains déversements en collaboration avec les organismes concernés.

✓ **Le Ministère de l'Industrie, des Mines, et du Développement Technologique(MINIMDIT).** Il a pour rôle :la promotion du développement industriel écologiquement durable en liaison avec les administrations concernées ; la surveillance administrative et le contrôle technique des établissements dangereux, insalubres ou incommodes sous l'angle de la sécurité, de l'hygiène, de la santé et de la salubrité en liaison avec les administrations concernées ;l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de contrôle qualité.

✓ **Le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER).** Il a pour rôle la promotion de la transformation des déchets agro-industriels et urbains en fumures organiques et de la promotion de la transformation des déchets et résidus de récolte et d'élevage en milieu rural.

La multiplicité des acteurs impliqués dans la gestion des déchets est un obstacle à la gestion durable de ces déchets du fait de l'absence d'une structure de coordination des actions de ces institutions et de l'absence de définition précise des cahiers de charges de chacun de ces différentes institutions.

Les institutions de financement.

✓ **Le Ministère des Finances (MINFI).** Il finance les quottes part de l'Etat dans le paiement des prestations de services des entreprises privées opérant dans ce secteur. Il collecte et distribue également les Centimes Additionnels Communaux (CAC), principale source de recettes communales mobilisables pour la gestion des déchets.

✓ **Le Fonds Spécial d'Équipement et d'Intervention Intercommunale(FEICOM).** Il assure : l'entraide entre les communes par les contributions de solidarité et les avances de trésorerie ;le financement des travaux d'investissement communaux ou intercommunaux ;la centralisation et la redistribution des centimes additionnels communaux (CAC);la couverture des frais relatifs à la formation du personnel communal et du personnel d'État Civil

✓ **Les Bailleurs de Fonds extérieurs :** Des institutions comme les Nations Unies, la BanqueMondiale, la Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), l'Union Africaine ou le Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale interviennent dans le financement de la gestion de déchets et de l'environnement en général.

✓ **La Coopération décentralisée.** Elle permet les partenariats entre les CLD (collectivités territoriales décentralisées) du pays et celles d'ailleurs ou des institutions internationale et autres organisations non gouvernementales qui soutiennent les actions des CLD.

- Les institutions d'exécution.

✓ **Les Collectivités Locales Décentralisées (CLD) :** Qu'elles soient régionales ou communales, elles sont chargées de la collecte, du transport et du traitement des déchets. Elles peuvent déléguer ces fonctions à une entreprise tierce et contrôler son exécution. Elles sont aussi chargées de la sensibilisation et de l'éducation des populations à la citoyenneté. Elles participent au financement de la gestion des déchets ; pour cela, elles contribuent à 15% contre 85% par l'Etat (TAMO, 2013).

✓ **Les acteurs non gouvernementaux (ANG) :** Ce sont des personnes physiques ou morales qui conformément aux lois et règlements en vigueur, participent à l'exécution des missions d'intérêt général. Dans cette catégorie, on retrouve les associations, les Groupe d'Initiative Commune (GIC), les Organisations Non Gouvernementales (ONG) et les entreprises privées (entreprise individuelle ou de groupe de personne).

1.3.2. Règlementation sur la gestion des déchets au Cameroun

Le droit camerounais ne dispose pas actuellement de texte juridique régissant de manière générale la gestion des déchets (LONGO, 2012). Néanmoins, le Cameroun a élaboré en 2008 la stratégie nationale de gestion des déchets relativement aux conventions internationales (les conventions de Bâle et de Bamako) et à la loi cadre de l'environnement de 1996 complété de décrets et d'arrêtés d'application.

En effet, la loi n° 96/12 du 5 aout 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement est le texte le plus important du Cameroun en matière de gestion de l'environnement en général et des déchets en particulier. Elle définit le déchet et fixe des dispositions légales en matière de gestion des déchets en son Chapitre V. Dans ce Chapitre, sont définies à L'ARTICLE 42 les conditions de traitement des déchets dans le respect de l'environnement et de la santé publique. L'ARTICLE 43(1) définit la responsabilité du producteur selon le principe du Pollueur-Payeur. qui est mentionné à l'ARTICLE 43(1) qui déclare que toute personne qui produit ou détient des déchets doit en assurer elle-même l'élimination ou le recyclage, ou les faire éliminer ou recycler auprès des installations agréées par l'Administration chargée des établissements classés après avis obligatoire de l'Administration chargée de l'environnement. L'alinéa (2) de cet article précise qu'un décret d'application de la présente loi fixe les conditions dans lesquelles doivent être effectuées les opérations de collecte, de tri, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage ou de toute autre forme de traitement, ainsi que l'élimination finale des déchets pour éviter la surproduction de ceux-ci, le gaspillage de déchets récupérables et la pollution de l'environnement en général.

Suite à cette précédente loi, de nombreux autres textes législatifs et réglementaires sont consacrés à la protection abordant ainsi la gestion des déchets. Ces textes interviennent en fonction des domaines activités, de l'exploitation des ressources ou de la réglementation de certaines activités (études d'impacts.)

Des textes juridiques comme le code pénal accompagnent l'encadrement de ces textes en sanctionnant le non-respect des dispositions légales concernant la gestion des déchets.

Chapitre 2 : THEORIES SUR LA VALORISATION PAR METHANISATION-COMPOSTAGE DES DECHETS SOLIDES ORGANIQUES URBAINS

La méthanisation et le compostage, sont des procédés de traitement des déchets solides organiques par bioconversion. Le présent chapitre présente ces procédés. Ainsi, sont définis les différents mots-clés utilisés dans cette étude ; y sont aussi présentés les différents avis des experts sur les deux procédés énoncés.

2.1. Définition et analyse des concepts

Afin de faciliter la compréhension de l'étude, certains concepts clés méritent d'être définis et analysés.

2.1.1. Déchet

Un **déchet** d'après le loi N°96/12 du 5 Août de 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement au Cameroun, est *tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance ou tout matériau produit ou, plus généralement, tout bien meuble ou immeuble abandonné ou destiné à l'abandon.*

Du point de vue économique un déchet est tout produit ou objet qui n'est plus utile et qui nuit à son détenteur.

Du point de vue juridique, d'après MAYSTRE *et al* (1994), cité par TAMO (2013), il existe une conception subjective et une conception objective de la définition du déchet. Selon la conception subjective, un bien ne peut devenir 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 santé publique, de l'environnement indépendamment de la volonté de son détenteur et de la valeur économique du bien.

La classification des déchets obéit à plusieurs critères à savoir : la composition, la nature, la provenance etc. En fonction de la provenance, on distingue les déchets industriels, les déchets artisanaux, les déchets miniers, les déchets nucléaires, les déchets agricoles, les déchets commerciaux, les déchets d'installation, les déchets de traitement, les déchets hospitaliers et les déchets ménagers etc.

Les déchets ménagers sont les déchets produits par les ménages. Il s'agit des ordures provenant de la cuisine ou de la salle de bain, les eaux de bain usées, ainsi que les encombrants comme les vieux lits, les vieux frigidaires, les vêtements usés. (NYASSA, 2011). Les déchets solides ménagers comportent plusieurs parties comme le montre la figure 3 suivante.

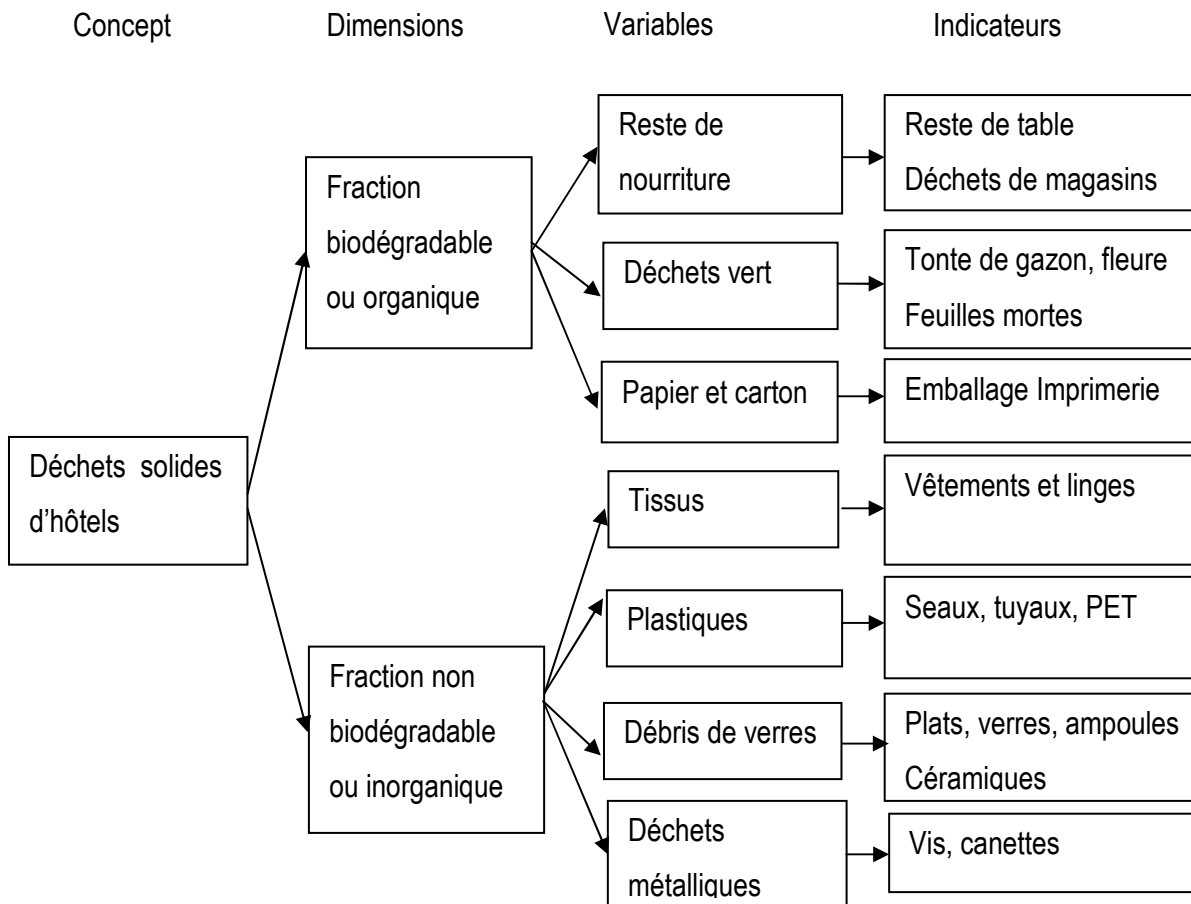


Figure 2: conceptualisation du terme « déchets ménagers solides » générés par les hôtels

Source : Auteur, 2014

Étant donné la diversité typologique des effluents existant dans l'hôtel, le choix s'est porté essentiellement sur déchets solides. Il se dégage de ce schéma que le concept de déchets solides ménagers se divise en deux dimensions à savoir : les déchets solides ménagers biodégradables ou organiques et les déchets solides ménagers non biodégradables.

Les déchets biodégradables sont les épluchures, les restes de nourriture, les textiles vestimentaires, les déchets verts, les papiers-cartons. La biodégradabilité de ces variables est établie dès-lors que ces derniers sont susceptibles d'être facilement auto-épurés ou auto-recyclés naturellement au contact d'une micro flore.

Les déchets non biodégradables sont les déchets plastiques, les débris de verre, les déchets métalliques ou ferreux, les déchets inertes (sables, terre, pierre), les déchets dangereux (diluants, peintures, piles), les déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E). Leur non biodégradabilité dépend de la difficulté ou de l'impossibilité de leur autoépuration ou auto recyclage par la nature sans aucune intervention d'ordre anthropique.

2.1.2. Valorisation des déchets

La **valorisation des déchets** est un ensemble de procédés par lesquels on transforme un déchet en un ou plusieurs nouveaux matériaux. La valorisation des déchets est généralement antinomique de la mise en décharge. La valorisation est non seulement utile, mais aussi souhaitable. Toute l'activité humaine consiste à créer des richesses en partant d'un produit pour en fabriquer un autre, en transformant les choses pour en créer de nouvelles. Le déchet peut être ce produit qu'il faut savoir utiliser et transformer pour en faire un matériau utile, une véritable " matière première secondaire ". Mais la valorisation des déchets peut être aussi énergétique avec la récupération de la chaleur transformée ou non en énergie électrique, dégagée par la combustion des déchets.

La valorisation est un des moyens de traitement des déchets solides urbains comme le montre la figure 4 ci-dessous. Il peut s'agir entre autres de l'incinération, du recyclage, de la méthanisation ou du compostage. Les deux dernières techniques sont celles auxquelles la présente étude s'intéresse.

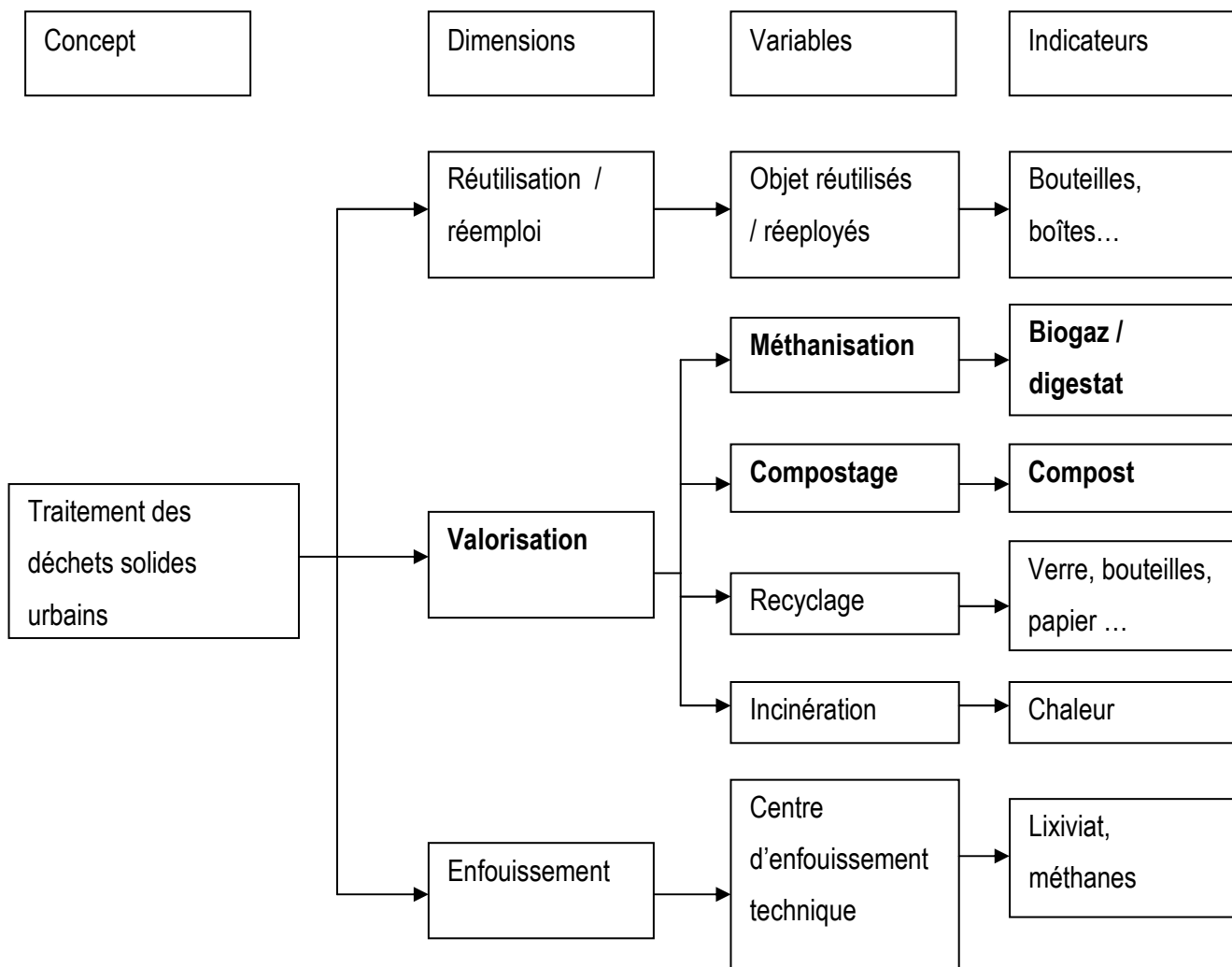


Figure 3: conceptualisation du terme « valorisation des déchets solides »

Source : Auteur, 2014.

Le schéma précédent explique la “valorisation des déchets solides”. Il détaille les différentes variables et indicateurs permettant de cerner le sens donné au concept en question. La valorisation des déchets solides en tant que concept, comprend trois dimensions : une dimension environnementale, une dimension économique et une dimension sociale avec la création d’emploi.

La méthanisation et le compostage sont des techniques de valorisation qui permettent d’obtenir du biogaz et du compost.

2.1.3. Méthanisation

La **méthanisation** ou digestion anaérobie peut être définie comme une méthode qui permet à la fois de récupérer de l’énergie et d’éliminer des déchets (ou d’en réduire le volume).

La méthanisation est un procédé biologique se déroulant en absence d’oxygène et au cours duquel la matière organique est convertie en biogaz (composé principalement de méthane, CH₄, et de dioxyde de carbone, CO₂). Ce sont principalement des bactéries et des archæ (micro-organismes proches des bactéries) qui réalisent ces conversions. Cette transformation est complexe, car il s’agit dans le cas des déchets de passer d’une forme solide (par exemple un morceau de carton) à une forme soluble (par exemple des sucres ou des protéines) qui peut être utilisée par les bactéries. (P. BUFFIERE *et al*, 2007)

2.1.4. Compostage des déchets solides

Le **compostage** est un processus biologique de transformation contrôlée de la matière organique par les microorganismes, vivant en aérobie, en un produit stabilisé riche en composé humique appelé compost. Ce procédé dans le cas de cette étude utilise le digestat produit par méthanisation comme matière première (M’SADAK. et M’BAREK, 2013).

Le **digestat** est la matière non dégradée, non stabilisée suite au processus de digestion anaérobie. Le digestat brut peut représenter entre 70 à 90%, voire la totalité de la quantité initiale des intrants, dépendent du taux de matière sèche des intrants et de leur biodégradabilité.

Le compostage poursuit plusieurs objectifs :

- ✓ La stabilisation des déchets organiques dans le but de les transformer pour leur faire perdre leur potentiel de nuisance dans des conditions conformes à la législation et dans un cadre économique satisfaisant.
- ✓ La production d’amendement organique et/ou un support de culture valorisable dans domaines (agriculture, horticulture, aménagement).
- ✓ L’hygiénisation des composts produits par la combinaison de la température et la libération des facteurs inhibiteurs permettent la destruction des graines des adventices de culture.

2.1.5. Biogaz (CH₄ + CO₂ en % variable)

Le **biogaz**, mélange de méthane combustible et de gaz carbonique, est issu de la fermentation anaérobie de la matière organique contenue dans les déchets. Les proportions relatives de ces gaz dépendent de la nature du substrat fermenté et des conditions de la fermentation. Le biogaz peut être produit spontanément, dans des conditions naturelles (marais, décharges d'ordures ménagères...) ou bien dans des installations spécifiques appelées digesteurs. La digestion est une technique de dépollution et de conditionnement des déchets, qu'ils soient liquides ou solides (POULLEAU, 2002)

2.1.6. Label environnemental

Un **label environnemental**, ou **label écologique**, est une reconnaissance attribuée par un organisme indépendant à un produit susceptible de réduire certains impacts négatifs sur l'environnement par comparaison avec d'autres produits de la même catégorie. Il est accordé par une organisation de certification qui garantit que le produit concerné a un impact réduit sur l'environnement¹.

Un label environnemental est généralement : volontaire, c'est-à-dire librement choisi ; payant (frais d'inscription, financement des audits,...) ; attribué à un type de produit (aliment, matériau) ou à des services (transports propres, construction écologique type Qualité Hygiène Sécurité Environnement,...) ; attribué à un producteur ou à une chaîne d'acteurs (producteur-transformateur-transformateur-vendeur et éventuellement recycleur) ; provisoirement accordé, par une organisation (ou entité, internationale, nationale, régionale), qui peut inclure des représentants d'institutions internationales, de collectivités et d'États ; représenté par un logo (marque, signe, numéro...), qui, lorsqu'il est apposé sur un produit, présente au public et aux acheteurs des garanties que ce produit a un impact réduit sur l'environnement, par rapport à d'autres produits similaires, pour des raisons liées au cahier des charges qui est (plus ou moins facilement) accessible pour l'acheteur ; vérifié par un ou plusieurs certificateurs réputés indépendants et compétents ; associé à un règlement, des principes et critères ou indicateurs ont été validés par un conseil d'administration ou une entité désignée par les acteurs qui se sont rassemblés pour créer le label ; associé à une traçabilité tout au long de la chaîne de production².

2.2. Revue de la littérature sur la méthanisation-compostage des déchets solides

2.2.1. Revue bibliographique

La gestion par valorisation des déchets ménagers solides dans lesquels sont compris les déchets d'hôtels n'est pas une question nouvelle. A travers le monde, compte tenu du caractère

¹<http://www.marche-public.fr/Marches-publics/Definitions/Entrees/Eco-labels.htm> consulté le 20 mars 2015

²http://fr.wikipedia.org/wiki/Label_environmental consulté le 20 mars 2015

préoccupant de la gestion et de la valorisation des déchets, plusieurs expériences ont été faites et de nombreux auteurs se sont penchés sur le sujet.

Dans un ouvrage de IEPF (2011), MOUAFO dit que la gestion appropriée des déchets solides dans les agglomérations urbaines des pays du Sud, suppose un ramassage régulier, efficace et efficient ainsi qu'un traitement adéquat. La méthanisation utilisée comme technique de traitement des déchets au Sud, permettrait la production, la canalisation et l'utilisation immédiate du méthane qui est un gaz à effet de serre ; elle limiterait ainsi la consommation massive des ressources pétrolières qui sont préservées pour les générations futures. Pour le cas spécifique du compostage, il « stabilise et hygiénise » les déchets et permet la production d'un amendement agricole, le compost, très utile pour la restauration des sols en dégradation dans les pays du Sud surtout la rétention de l'eau dans les sols sahéliens; il génère aussi des emplois et des revenus aux personnes qui le pratiquent.

Pour ALOUEIMINE (2006), la transformation biologique des matières organiques des déchets dans une décharge commence aussitôt que ceux-ci sont entreposés. Tout d'abord à basses températures, on assiste à la phase de compostage dont le principe est basé sur la biodégradation aérobie. Avec le temps, la consommation totale de l'oxygène risque d'entraîner le système vers la méthanisation. En effet, l'absence d'aération (oxygène) entraîne la mort des microorganismes aérobies et l'apparition d'autres espèces bactériennes anaérobies qui achèvent la biodégradation en produisant du méthane ou phase de méthanisation. En outre, le compostage libère dans l'atmosphère sous forme de gaz carbonique une partie du carbone organique ; la méthanisation s'opère en milieu fermé et transforme une partie du carbone en méthane et en gaz carbonique (biogaz).

SOTAMENOU *et al.* (2005), pensent que la propreté d'un milieu, d'un quartier ou d'une ville a de nombreux avantages car elle améliore le cadre de vie de ses habitants en les mettant à l'abri des effets nocifs qu'ont les déchets jetés dans la nature sur la santé (mauvaises odeurs, prolifération des moustiques, pollution des nappes d'eau souterraines, etc.). Elle favorise également le développement de l'activité touristique – source de devises – et de l'activité agricole urbaine et périurbaine – source de revenus pour les habitants et d'approvisionnement de la ville en vivres.

Dans un ouvrage de l'OCDE (2010), les auteurs stipulent que le changement climatique et le réchauffement planétaire placent l'économie mondiale et la société devant un nouveau défi lourd de conséquences pour les voyages et le tourisme. Le changement climatique et ses conséquences pour le tourisme doivent amener ce secteur à accorder encore plus d'importance à la pérennité écologique générale de ses propres activités. L'environnement que les touristes ont envie de découvrir est la condition même de la viabilité et de l'attrait des destinations touristiques. La viabilité d'une destination dépend de l'aptitude des divers acteurs concernés, qu'il s'agisse de l'administration publique à tous les niveaux, du secteur privé ou des collectivités locales, à travailler ensemble à la mise en œuvre des

instruments d'évaluation et de réglementation voulus pour que les résultats soient propices à la population et à l'environnement.

2.2.2. Principe de la méthanisation

Etant donné que la méthanisation est un processus complexe, la totalité des transformations n'est pas réalisée par une seule espèce de bactérie, mais par un ensemble (un consortium), au sein duquel chaque groupe réalise une partie du travail de décomposition (cf. figure 5). Le schéma classique de la méthanisation identifie quatre étapes de transformation : hydrolyse, acidogénèse, acétogénèse et méthanogénèse (BUFFIERE *et al*, 2007).

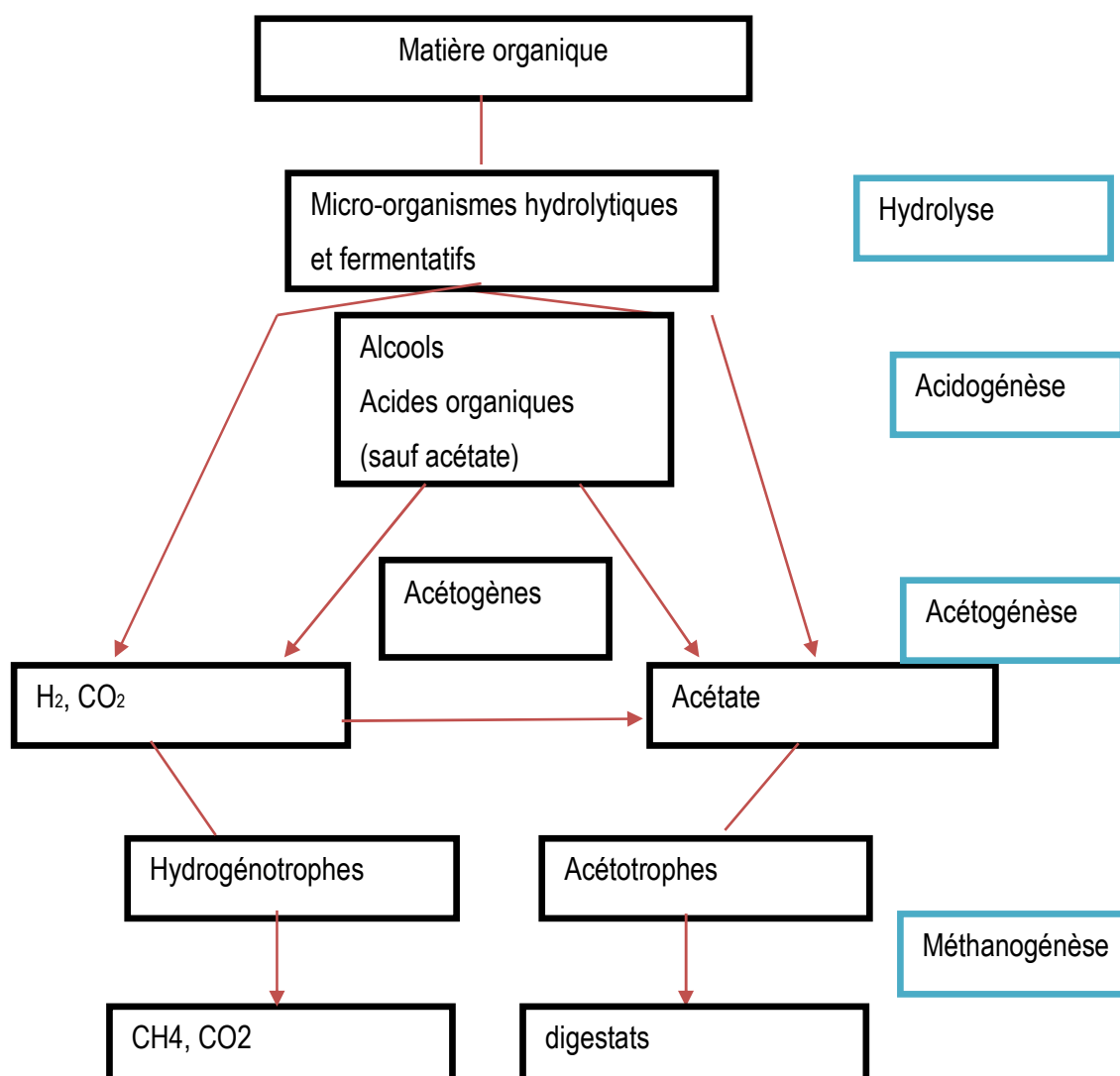


Figure 4 : Schéma simplifié de la méthanisation.

Source : adapté de BUFFIERE *et al*, 2007

- Hydrolyse

Cette première phase de la méthanisation est assurée par des enzymes extracellulaires. Il s'agit de la dégradation de molécules organiques complexes en monomères. Les composés tels que les polysaccharides (comme la cellulose), les protéines, les lipides sont hydrolysés en sucres simples, en acides aminés et en glycérol et acides gras respectivement.

- Acidogénèse

Egalement appelée phase fermentative, elle transforme les différents monomères issus de l'hydrolyse en acides organiques à courte chaîne (2 à 6 carbones). Elle se traduit souvent par une acidification du milieu. Elle produit l'acide acétique, l'acide propionique, l'acide butyrique, le dioxyde de carbone et l'hydrogène, ainsi que de l'azote ammoniacal (sous forme NH_4^+ ou NH_3) dans le cas de l'hydrolyse des protéines.

- Acétogénèse

Cette phase concerne la transformation d'un petit nombre de composés simples en acétate, bicarbonate et hydrogène. Les bactéries qui réalisent cette étape sont désignées comme les bactéries productrices obligées d'hydrogène. Le groupe des bactéries acétogènes est souvent désigné sous le nom de bactéries syntrophes² (de *syn* : ensemble et *trophein* : manger), parce qu'elles fournissent à leurs partenaires métaboliques leur source de carbone ou leur énergie (hydrogène, bicarbonate ou acétate)). Les relations de syntrophie entre les espèces sont souvent considérées comme une clef de voûte de la réaction. Ces organismes ont une production exclusive d'acétate, soit à partir du bicarbonate et de l'hydrogène, soit en hydrolysant des composés à chaîne plus longue. Elles contribuent à la régulation de l'hydrogène dans le milieu, notamment en utilisant l'hydrogène des bactéries productrices obligées.

- Méthanogénèse

Les espèces méthanogènes utilisent principalement comme substrats l'acétate, le dioxyde de carbone et l'hydrogène. Les espèces méthanogènes les plus courantes sont généralement réparties en deux groupes : les méthanogènes acétotrophes responsables de 70 % de la production de méthane dans les digesteurs utilisant l'acétate ; les méthanogènes hydrogénotrophes qui utilisent l'hydrogène et le dioxyde de carbone.

2.2.3. Procédés (concept et fonctionnement) de la méthanisation

Plusieurs paramètres interviennent dans les procédés de la méthanisation : la teneur en eau (Digestion humide / digestion sèche), la température de fonctionnement (mésophile, thermophile), ou l'existence de plusieurs phases de traitement (BUFFIERE *et al.*, 2007).

- La digestion humide / digestion sèche

La digestion humide consiste en un traitement préalable des déchets par ajustement de sa teneur en eau de manière à retrouver une teneur proche de 10-15% de matière sèche. La digestion sèche quant à elle est une technique qui permet de maintenir les résidus dans leur état d'origine sans ajouts importants d'eau. Elle se caractérise par une teneur en eau comprise entre 20 et 40%, ce qui confère au milieu de fermentation une consistance non pas sèche, mais pâteuse avec une faible quantité d'eau libre.

- La digestion mésophile / digestion thermophile

La température influence toute réaction qu'elle soit chimique ou biologique. Dans la méthanisation, on trouve des procédés mésophiles et des procédés thermophiles. La température améliore la vitesse de dégradation et de formation de méthane. Ainsi, les méthaniseurs pour la digestion de la fraction fermentescible des ordures ménagères fonctionnent à des charges plus faibles et des temps de séjours plus longs en mésophile (35-40°C) qu'en thermophile (50-55°C). Par contre, la conduite d'un réacteur thermophile permet une meilleure hygiénisation vis-à-vis de certains germes pathogènes. Enfin, la digestion thermophile améliore la fluidité des lipides (graisses). Un autre avantage est que la digestion thermophile est une productivité double par rapport à la mésophile. Cependant, elle est également réputée plus fragile face aux inhibiteurs (MARCHAIM 1994).

- Les prétraitements

L'objectif des prétraitements est de favoriser la décomposition et l'hydrolyse des solides pour produire un résidu qui sera traité dans la seconde étape avec une meilleure efficacité. Très souvent, il s'agira de liquéfier une partie de la matière organique afin de pouvoir utiliser un réacteur de méthanisation «classique», comme ceux utilisés pour le traitement des eaux résiduaires.

✓ Prétraitements mécaniques et macération : il s'agit de pousser au maximum la diminution de taille des matières solides, et d'en accélérer l'hydrolyse.

✓ Procédés en deux étapes à biolixiviation : le principe est de réaliser, dans deux réacteurs différents, l'hydrolyse et la solubilisation des matières organiques complexes, et de récupérer le résidu liquide afin de l'amener vers un réacteur de méthanisation classique.

✓ Prétraitements physico-chimiques : il s'agit de réaliser une transformation de la nature chimique des composés, ce qui leur permettra de devenir soit accessibles pour la digestion, soit de les transformer en produits biodégradables.

Quel que soit le procédé utilisé pour la méthanisation des déchets solides, on obtient à la fin du processus les mêmes produits finaux gazeux (méthane et CO₂), liquide et solide (le digestat).

2.2.4. Traitement de digestat par compostage

Le digestat peut subir plusieurs traitements, comme la déshydratation, l'extraction d'azote ou la granulation. Cependant, les principaux traitements sont la séparation des phases liquides et solides et le compostage (MÖLLER et MÜLLER, 2012) (cf. Figure -6). La phase de séparation des digestat brut permet une concentration de l'azote et du potassium dans la fraction liquide et le phosphore dans la fraction solide. La fraction liquide a des caractéristiques d'un engrais minéral et peut être appliquée directement en agriculture. La fraction solide peut être utilisée comme amendement agricole en raison de sa forte teneur en carbone récalcitrant, précurseur de la formation d'humus dans le sol (MARTEL et DESMEULES, 2013). En revanche, pour être appliquée, cette fraction solide doit subir un traitement qui est le compostage. Le compostage permet de stabiliser le digestat en éliminant le carbone labile résiduel et certains microorganismes pathogènes (MARTEL et DESMEULES, 2013). Cependant compte tenu de la structure du digestat, il est fortement conseillé d'ajouter systématiquement un élément structurant du type déchets verts. Dans le cas contraire, cette étape de maturation du digestat se résumerait à un simple séchage (BUFFIERE et al., 2007).

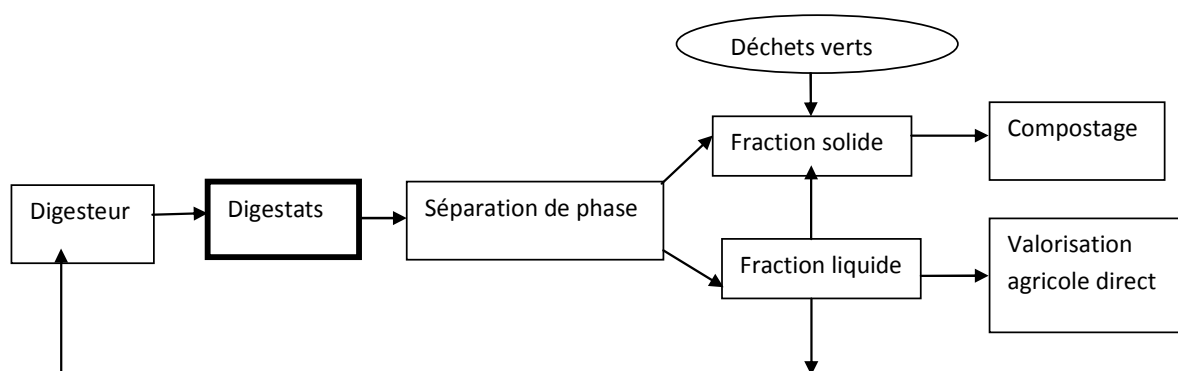


Figure 5 : Traitement des digestats

Source : Auteur, inspiré de T. Fièvez, 2014

2.2.5. Paramètres de la méthanisation-compostage des déchets solides

- Paramètres de la digestion anaérobie ou méthanisation

Les principaux paramètres à prendre en considération lors du processus de méthanisation sont : la température, l'humidité, la charge organique, le pH et le rapport carbone sur azote. Certains de ces paramètres et leurs valeurs sont décrites dans le tableau3 suivant.

Tableau 3: Paramètres de la méthanisation

Paramètres	Unité	Description	Valeurs optimales
Température	°c	Elle varie en fonction de la composition des déchets.	35°C
Teneur en eau	%	Rapport de la différence du poids sec et du poids humide sur le poids humide	70% - 95%
Charge organique MO%	%	Proportion de la matière organique fermentescible dans le substrat	Risque de surcharge si trop forte. Risque d'acidification si moins forte.
pH		Permet de contrôler le processus biochimique de la méthanisation.	6,5 – 8
Rapport carbone sur azote		Mesure la vitesse de décomposition de substrat en cours de la méthanisation.	20 - 30
Temps de séjour	j	Durée de digestion du substrat	30 45

Source : NGNIKAM, 2000.

Le type de procédé méthanisation ainsi que les paramètres d'opération exercent une influence sur les caractéristiques des sous-produits obtenus.

- Paramètres de la digestion aérobie ou compostage

Les principaux paramètres physiques du compost sont : la température, la granulométrie, la porosité (cf. Tableau 4). Les paramètres chimiques comprennent la teneur en eau, le rapport Carbone sur Azote (C/N), le pH et le potentiel en NPK.

Tableau 4: Paramètre du compostage

Paramètres	Unité	Description	Valeurs optimales
Température	°C	Elle varie en fonction de la composition des déchets.	5°C - 30°C
Teneur en eau	%	Rapport de la différence du poids sec et du poids humide sur le poids humide	50% (le processus s'arrête si <10%) 60% (si > 70% le processus est ralenti).
Taux d'oxygène lacunaire	%	C'est le pourcentage d'oxygène dans les "vides" de la matière en fermentation.	0,1 m ³ d'air par tonne de matière sèche par minute à la fin du processus
Taux de matière organique	%	Il diminue au cours de la fermentation avec le dégagement de CO ₂	au minimum 30-35%
pH		Permet de contrôler le processus biochimique du compostage	Compris entre 6 et 8 pour le compost mûr.
Rapport carbone sur azote C/N		Mesure la vitesse de décomposition de substrat en cours du compostage.	Entre 25 et 35 au début du compostage Entre 15 et 20 à la fin du compostage

Source : NGNIKAM, 2000.

Les caractéristiques des digestats ainsi que leurs valorisations agronomiques sont étroitement liées aux paramètres de la digestion anaérobie et aérobie.

2.2.6. Valorisation des produits de méthanisation-compostage des déchets solides

Le processus de méthanisation des déchets solides donne lieu à deux produits : le biogaz et le digestat qui peuvent être utilisés selon les contextes et les besoins.

- Valorisation du biogaz

Le biogaz, qu'il soit produit individuellement ou en communauté peut être valorisé de plusieurs manières. On peut l'utiliser en le brûlant pour donner de la chaleur, de la vapeur puis de l'électricité, du gaz épuré et enrichi (comparable au gaz naturel), des bio-carburants.

Cependant, le choix de valorisation est fonction du contexte local et des possibilités économiques et techniques du moment.

- Valorisation des digestats et du compost

Les digestats solides et liquides sont les deux autres sous-produits de la digestion anaérobie. Le digestat liquide peut servir directement en agriculture. Le digestat solide quant à lui subit un traitement par compostage pour sa stabilisation avant d'être valorisé lui aussi comme amendement agricole.

Les concepts et théories énoncés tout au long de ce chapitre permettent de comprendre que la méthanisation-compostage comme technique de traitement des déchets solides urbains n'est pas un fait nouveau. Elle est utilisée depuis longtemps pour le traitement des déchets surtout dans les métropoles des pays du nord. Il est question dans ce travail de proposer ce mécanisme pour la gestion efficace des déchets solides hôteliers afin de créer un label environnemental pour les hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}.

Cette étude part de l'hypothèse selon laquelle la valorisation énergétique et agronomique des déchets solides organiques est la démarche idéale pour la création d'un label environnemental pour les hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} au Cameroun.

Chapitre 3 : COLLECTE DES DONNEES, POTENTIEL VALORISABLE ET LIMITES A LA VALORISATION DES DECHETS SOLIDES D'HOTEL DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1ER

Dans ce chapitre, est présentée la méthodologie de collecte et de traitement des données utilisées pour le projet et l'ensemble du mémoire. Ensuite, les déchets produits par les hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} sont caractérisés, enfin, les points forts et les points faibles de la valorisation de ces déchets sont identifiés et analysés.

3.1. Méthodologie de l'étude

La démarche méthodologique générale utilisée dans le cadre de cette étude pour la vérification des hypothèses est une démarche à la fois hypothético-déductive et inductive. Cette méthodologie consiste essentiellement à la recherche documentaire, à l'analyse cartographique, à l'utilisation de la matrice FFOM (Forces Faiblesses Opportunités Menaces), à l'enquête de terrain auprès des hôtels et des structures en charge de la gestion des déchets dans la commune de Yaoundé 1^{er}, ainsi qu'à la phase de traitements de données. Cette dernière a permis de ressortir les figures, les graphes, les cartes et les tableaux qui constituent l'essentiel de cette étude.

La commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er} au Cameroun est la zone choisie pour mener ce travail de recherche. Les raisons du choix de cette zone d'étude sont multiples. D'abord sur le plan géographique, cette commune occupe de centre de la ville capitale et abrite la plupart des institutions Etatiques nationale (Palais Présidentiel), sous régionale (BEAC) et internationale (ambassades et consulats). Ensuite sur le plan stratégique, c'est la commune qui comporte le plus d'hôtel dans la ville de Yaoundé (44 sur 107 hôtels). C'est la seule commune où l'on trouve toutes les catégories d'hôtels du Cameroun (de la catégorie non classé à la catégorie 5 étoiles).

3.1.1. Collecte des données

Deux types de collecte de données ont été possibles : d'abord la recherche documentaire et ensuite les enquêtes de terrain pour confronter les données documentaires et la réalité.

- Recherche documentaire

La première partie du travail consacrée à l'étude des données documentaires, a débuté par - la lecture des articles du domaine, - les lectures des mémoires et des thèses disponibles à la bibliothèque universitaire de l'Université de Yaoundé I et de l'Université Senghor d'Alexandrie, - la lecture des rapports et autres publications disponibles dans les centres de lecture de ERA-CAMEROUN, du MINEPDED et du MINTOUL; - les études statistiques et cartographiques afin d'avoir des informations générales sur la zone de l'étude se sont faites respectivement à l'Institut nationale de la Statistique (INS) et à l'Institut Nationale de la Cartographie (INC).

Une recherche guidée sur internet dans des moteurs de recherche spécialisés ont permis de confronter la réalité camerounaise à d'autres d'ailleurs ; dans les bases de données en ligne comme CAEN et SCHOOLARVOX, il a été possible de consulter des ouvrages et articles scientifiques traitant du sujet.

- Les enquêtes de terrain

Les enquêtes de terrain ont été réalisées auprès des différentes structures responsables de la gestion des déchets dans la ville de Yaoundé plus précisément HYSACAM, la CUY, et la mairie d'arrondissement de Yaoundé 1^{er}.

Pour les enquêtes auprès des hôtels, le mode d'échantillonnage stratifié aléatoire a été utilisé, consistant à sélectionner au hasard 50% d'hôtels dans chaque catégorie existant ; exception faite de la catégorie 5 étoiles qui ne dispose que d'un seul hôtel. Ensuite, des visites dans les établissements ont été entreprises auprès des personnes ressources des hôtels afin :

- ✓ de discuter les aspects environnementaux significatifs pour l'établissement,
- ✓ d'identifier les zones de production des déchets et
- ✓ de tenter de caractériser et de quantifier les déchets.

L'état des lieux a été effectué selon un questionnaire des déchets et un questionnaire de la gestion des déchets. Les données de ce questionnaire ont été ajustées et complétées par des interviews semi structurées sur le thème de l'étude auprès des personnes-clés. La figure 7 suivant présente les différentes sources de données utilisées dans le cadre de ce travail.

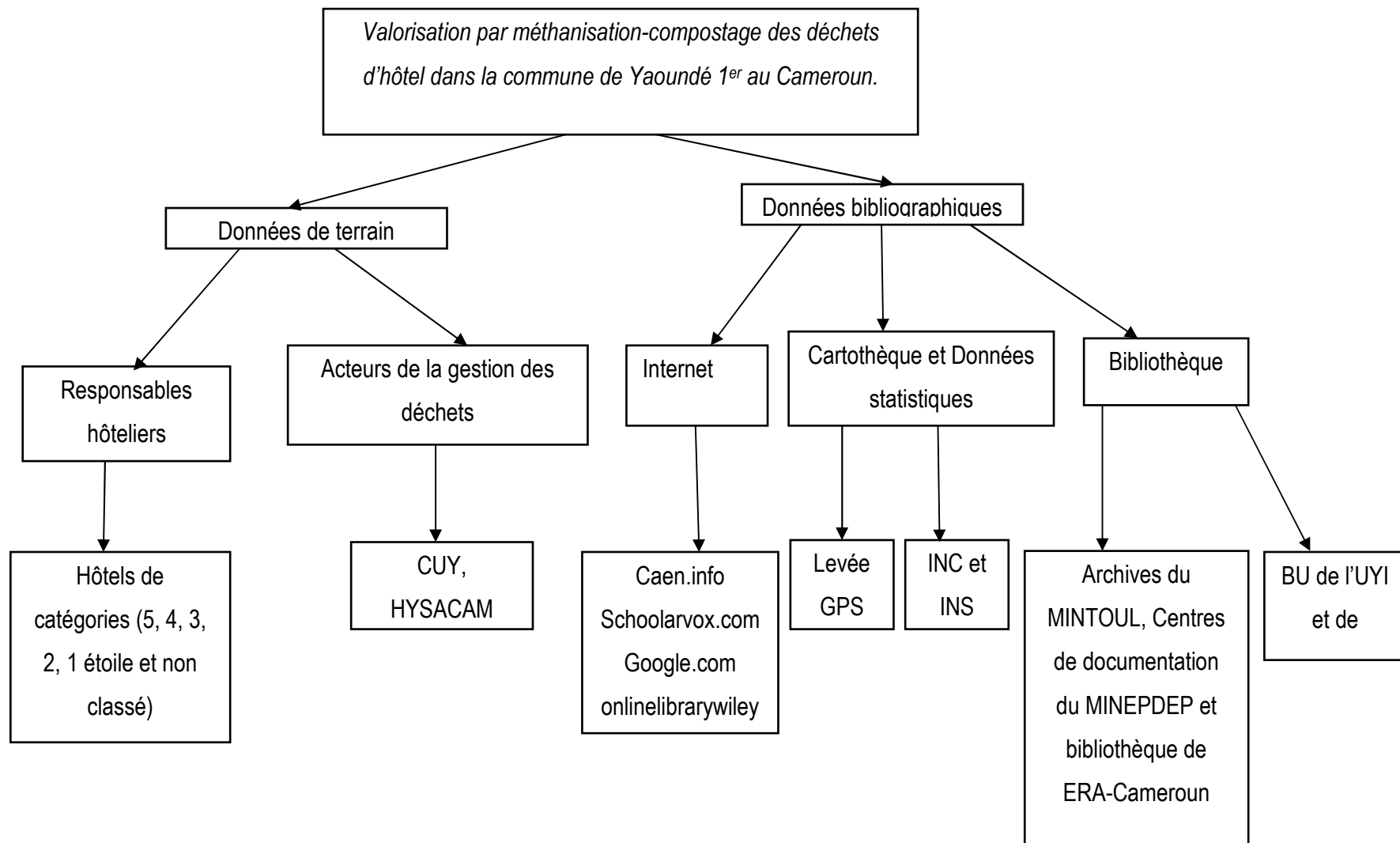


Figure 6: Systémique de la collecte des données.

Source : Auteur, 2014

La dernière phase de la collecte des données sur le terrain a consisté en une collecte des données à caractères spatiales sur les hôtels échantillonnés l'aide de l'outil GPS.

La carte suivante (figure 8) illustre les hôtels auprès desquels nous avons effectué des enquêtes.

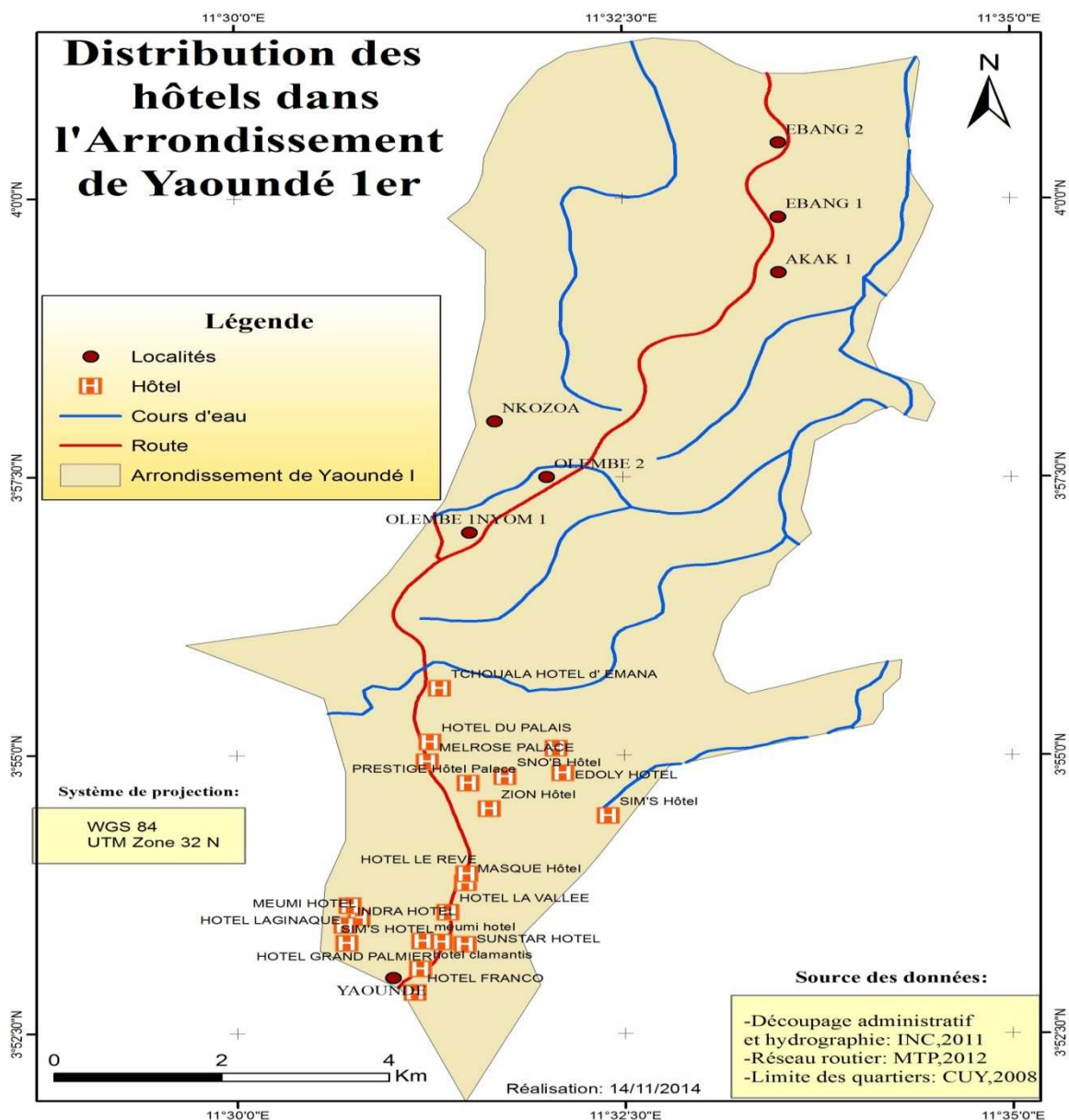


Figure 7: Carte de localisation des hôtels enquêtés.

Source : Auteur, 2014.

3.1.2. Traitement et analyse des données

- Traitement des données

A l'issu des investigations sur le terrain, les questionnaires recueillis ont été dépouillés, puis classés et ont fait l'objet de traitements statistiques simples débouchant sur la confection des tableaux et des graphes. Pour cela, les logiciels Excel et Word ont été utilisés. Le traitement des images ainsi que la confection des cartes ont été produites à l'aide des logiciels ARC GIS 10. Le logiciel-application « KNMI climate explorer » a été utilisé pour faire une simulation de la température de la ville de Yaoundé. Ces simulations ont été faite sur la période 2000 à 2100 à partir des modèles RCP 8.5 et RCP 4.5. Des modèles de simulation développés par le GIEC.

L'utilisation des logiciels de traitement de texte et des traitements de données statistiques et cartographiques ont été regroupés dans le tableau 5 suivant.

Tableau 5:Logiciel de traitement de données utilisées

Logiciels et matériels de traitement	Utilisations
MICROSOFT WORD 2010	Saisie des données, traitement de texte et tableaux
MICROSOFT EXCEL 2010	Traitements Statistiques, élaboration des tableaux et graphes illustratifs
ARC GIS 10.	Production des Carte et géo référencement
KNMI Climate explorer (model RCP 8.5 et RCP 4.5).	Simulation des températures de la ville de Yaoundé entre 2000 et 2100.

Source : Auteur, 2014.

- Analyse des données

- ✓ Analyse qualitative : La matrice Force Faiblesse Opportunité Menace (FFOM)

La matrice FFOM permet d'identifier les contraintes et les opportunités liées à la valorisation des déchets dans la commune de Yaoundé 1^{er}.

- ✓ Analyse cartographique

Celle-ci est effectuée par l'acquisition des cartes à partir des levées GPS des hôtels retenus pour l'échantillon et des cartes topographiques numérisées éditées par l'Institut National de la Cartographie (INC). Ces cartes sont des outils indispensables à la recherche, qu'il s'agisse de la thématique de l'étude ou du cadre territorial dans lequel se situe la recherche.

Les cartes topographiques numérisées permettent de circonscrire la zone d'étude, de spatialiser ses caractéristiques physiques et humaines majeurs et de réaliser des cartes de synthèse en fonction

des différents paramètres considérés. Les données GPS ont permis de géo référencer les hôtels et d'établir une carte de localisation de ces derniers ; ce qui permettra pour la mise en œuvre du projet de repérer le point le plus indiqué et situé à leur confluence pour en faire le site de compostage et de méthanisation dans le cas d'une gestion collective afin de réduire les coûts liés au transport et les impacts sur le milieu environnant.

3.1.3. Limites de la méthodologie de l'étude

Dans la phase de collecte des données pour la réalisation de cette recherche, de nombreuses difficultés ont surgit parmi lesquelles :

- ✓ Le temps imparti pour la recherche et la collecte des données de terrains était très court au regard de l'étendue des données et de la disponibilité de certains responsables hôteliers et administratifs de la commune.

- ✓ L'indisponibilité des données sur les déchets hôteliers dans les pays en développement.

- ✓ la quasi inexistence des recherche et retour d'expérience sur la méthanisation des déchets ménagers solides dans les pays en développement.

- ✓ Le manque de volonté de certains hôteliers à donner des informations qu'ils qualifient de sensibles notamment la consommation de gaz et d'électricité.

- ✓ La réticence de certains hôteliers à donner quelques informations que ce soit sur les déchets et sur la gestion de ces derniers.

Malgré toutes ces difficultés, les informations nécessaires ont pu être collectées pour mener à bien cette recherche. Notamment en ce qui concerne l'état des lieux de la production des déchets dans les hôtels de la commune et les limites liées à la valorisation de ces déchets.

3.2. Profil des déchets solides produits par les hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}

Les déchets solides des hôtels sont le plus souvent un mélange de presque tout. Ils sont constitués de déchets à la fois organiques et non organiques comme le montre en détail le tableau 6 suivant.

Tableau 6: Catégories de déchets d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}.

Nature du déchet	Descriptions
Déchets organiques ou fermentescibles	Epluchures des fruits et légumes, fleurs et plantes, branches, feuilles, gazon, déchets alimentation
Papier-carton	Emballage et conditionnement, documents imprimés, brochures, menus, cartes, magazines, journaux.
Plastiques	Sachets, films, bouteilles
Métaux	Boîtes de conserve, couvercles de bocaux, cannettes de boisson, barquettes d'aliments.
Verre	Bouteilles, bocaux, verres.
Textiles	Nappes, draps, serviettes, vêtements, chiffons.
Déchets d'équipement électrique, électronique et électroménagers	Téléviseurs, radio, téléphones.
Autres	Déchets alimentaires non compostables, emballages composites, déchets dangereux,

Source : Auteur, 2014

Au regard de ce tableau, il ressort que les déchets sont produits en fonction des services qu'offrent les hôtels. Il se dégage aussi que l'essentiel des déchets est lié à la restauration car tous les hôtels qui ont fait l'objet de l'enquête dispose d'un service de restauration.

Selon SBA(2010), les déchets rejetés par les hôtels sont assimilables aux ordures ménagères. Des analogies peuvent également être tirées de l'étude relative à la stratégie de gestion des déchets solides de la ville de Yaoundé (CUI, 2012) et du travail de Marie Thérèse SIMO TAMO (2013) pour caractériser les déchets de la ville de Yaoundé et donc ceux des hôtels. En effet, d'après ces deux études les déchets de la ville de Yaoundé se caractérisent par une forte fraction humide et organique.

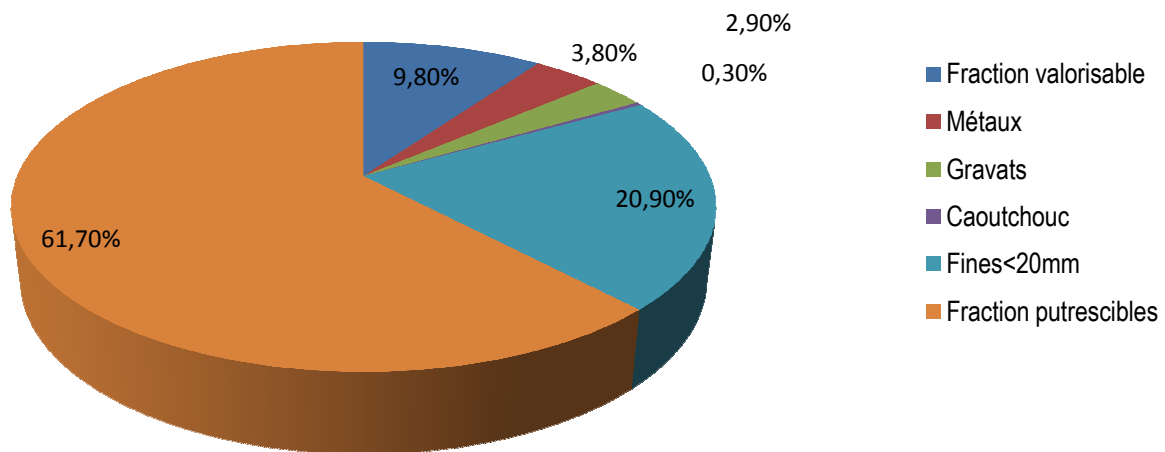


Figure 8: Composition des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé

Source : SIMO, 2013

Les fractions putrescibles et valorisable représentent la grande partie de ces déchets (82,6%). Certains restes de cuisine comme les pattes de poulets sont récupérés par le personnel pour la consommation et le pain rassi pour l'élevage domestique. Les bouteilles plastiques (PET³) sont triées par certains employés qui les réutilisent ou les revendent aux récupérateurs informels de la ville. Généralement, ces bouteilles sont collectées séparément même par les collecteurs de déchets. Il n'y a pas de filière de récupération formelle dans la commune. Par ailleurs, le verre des bouteilles de boissons est dans l'ensemble du verre consigné. Il est retourné au fournisseur. Seules les bouteilles de vin et de liqueur ne sont pas recyclées et partent en décharge.

Tous les hôtels disposent dans leurs enceintes de poubelles pour les ordures, mais aucun hôtel ne dispose de système de tri de déchets. Les déchets sont mélangés dans les mêmes poubelles, puis sont tous acheminés vers la décharge.

Les volumes et les quantités des déchets dans les poubelles varient en fonction des hôtels, de leur nombre d'étoile et de leur clientèle.

En ce qui concerne la quantité de déchets produites par chaque hôtel, il n'a pas été possible d'obtenir des données chiffrées. Cependant, une observation indirecte a permis d'obtenir certaines informations. Un hôtel de 4 étoiles génère quotidiennement 4 bacs poubelles de déchets d'une contenance chacune de 500 litres. Selon une estimation du chef du service technique de l'établissement, une fois rempli, un bac pèserait entre 100 et 150 kg. Ce qui donne une production

³Polyéthylène Téréphtalate : bouteilles, flacons, pots, films et feuilles, fibres ; de la famille des thermoplastique, il est recyclable.

quotidienne de 400 à 600 kg de déchets soit une moyenne de 500 Kg. Ces déchets sont composés à 62% de matière organique soit une masse de 308,5 kg (Cf. tableau7).

Tableau 7 : Estimation de la quantité de déchets produit par type de déchets

Type de déchets	%	Production quotidienne (Kg)
Fraction putrescible	61,7	308,5
Métaux	3,8	19
Gravats	2,9	14,5
Caoutchouc	0,3	1,5
Fraction valorisable	9,8	49
Fine <10 mm	20,9	104,5
Autres	0,6	3
Total	100	500

Source : auteur, 2014

Les déchets des hôtels sont composés en grande partie de déchets organiques qui représente plus de la moitié de la quantité produite. Ces déchets ainsi que la partie valorisable (bouteille, papier-carton), représentent une source de revenu. Pour cela, il faudrait l'existence des filières de valorisation fiables.

3.3. Contraintes et opportunités de la valorisation des déchets solides d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}

Pour une meilleure compréhension des contraintes et des opportunités liées à la valorisation des déchets solides dans la commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er}, la méthode d'analyse FFOM a été utilisée (cf. tableau 8).

Tableau 8: Forces, Faiblesse, Opportunités et Menaces de la valorisation des déchets solides organiques dans la commune de Yaoundé 1^{er}.

FORCES	FAIBLESSES
Densité d'hôtels	Absence de partenariat entre les hôtels dans la gestion de leurs déchets
Production des déchets	Absence d'éducation environnementale et de tri sélectif des déchets
Abondance de la fraction organique dans les déchets	Manque de ressources financières
	Absence de démarche environnementale
	Anarchie dans la gestion des déchets
	Dépendance énergétique
OPPORTUNITES	MENACES
Présence d'un syndicat des hôteliers	Absence de mesures contraignants les hôtels à valoriser leurs déchets
Présence des filières de valorisations des déchets dans certaines communes de la ville	Absence de mesures incitant les hôtels à valoriser leurs déchets
Libéralisation du secteur de la valorisation des déchets	Absence de filière de valorisation dans la commune
Existence d'un marché de consommation des produits de la valorisation	Absence d'organisation de la société civile dans le domaine de la gestion des déchets
Ressources humaines qualifiés de valorisation des déchets de plus en plus disponibles	Absence de système d'audit des hôtels
Disponibilité des hôtels à payer pour la valorisation de leurs déchets	Absence de la prise en compte de gestion de déchets dans les critères de création et de catégorisation des hôtels
Besoin de certification ou de labellisation	

Source : Auteur, 2014.

Il ressort de ce tableau plusieurs forces et opportunités mais aussi des faiblesses et des menaces liées à la valorisation des déchets solides d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er}.

3.3.1. Forces et opportunités

La commune de Yaoundé 1^{er} regorge d'une quantité importante d'hôtels et ces hôtels produisent des déchets qui sont en majorité valorisables par méthanisation-compostage car ils sont constitués à environ 62% de matière fermentescible (SIMO, 2013).

Des opportunités de valorisation de ces déchets s'offrent sur plusieurs plans :

- Sur le plan institutionnel et juridique.

D'après la législation camerounaise, le secteur de traitement et de la valorisation des déchets est un service. Il est libéralisé et toute personne physique ou morale peut l'exercer conformément à la réglementation en vigueur. A travers la ville de Yaoundé, quoique pour la plupart informelles, de nombreuses activités sont organisées autour des déchets ménagers solides. Il s'agit surtout de la pré-

collecte dans les ménages par des individus ou des associations, des récupérations de certains déchets (métaux, plastique, aluminium, verre...) et enfin du recyclage de certains déchets et du compostage de la partie organique.

La gestion formelle des déchets étant du ressort des communes urbaines d'arrondissement ou de la communauté urbaine, cette gestion a été confiée en grande partie à la compagnie HYSACAM qui s'occupe de la collecte et de la mise en décharge, puis du traitement par captage et brûlage du méthane. De nombreuses autres associations en partenariat avec les communes urbaines d'arrondissement exercent dans la collecte et la valorisation par compostage de déchets ménagers solides.

En ce qui concerne la production et la commercialisation de l'énergie, le monopôle est détenu par la société privée ONEO. Elle seule a le droit de produire et de vendre de l'énergie à partir de barrages thermiques ou hydroélectriques. Néanmoins, la production d'énergie à des fins de consommation personnelle est autorisée qu'il s'agisse d'une entreprise ou d'un individu. C'est dans ce registre que se trouvent les énergies renouvelables.

- Sur le plan technique et économique.

Des connaissances sont de plus en plus avancées sur la valorisation des déchets et des techniciens et ingénieurs sont formés.

Les retours d'expériences et des technologies des autres pays comme les pays de l'Asie du sud-est ou de l'Afrique australe sont exploitables. L'expérience de MDP (Mécanisme de Développement Propre) méthane de la décharge de Nkolfooulou a permis une prise de conscience du public et renseigne sur certains paramètres locaux à considérer.

En ce qui concerne le compostage, des personnes ressources, des données et des expériences sont disponibles dans la mesure où c'est une activité qui se pratique dans la ville depuis environ deux décennies. Dans certaines communes de la ville, cette activité constitue l'apanage de certaines PME (Petites et Moyennes Entreprises).

En plus de la disponibilité de la main d'œuvre qualifiée, des données de terrains et des expériences des autres entreprises, un marché important pour la consommation des sous-produits est également disponible en fin de chaîne de production. Il s'agit de la consommation de l'énergie (biogaz) par l'hôtel lui-même ou ses partenaires, et ensuite, la commercialisation du compost comme engrais naturel aux paysans périurbains pour la culture du maraîcher.

- Sur le plan marketing.

Les hôteliers de la commune de Yaoundé 1^{er} comme tous leurs confrères du pays ont besoin d'attirer plus de clientèle pour rivaliser avec les autres hôtels des autres pays de la région ; pour cela, ils doivent se distinguer, se démarquer des anciennes pratiques habituelles pour s'orienter vers un outil plus

technique à savoir la question de l'environnement pour avoir plus de visibilité. Etant donné que l'époque est à une sensibilisation au développement durable privilégié par les investisseurs internationaux, l'intérêt que porte toute entreprise à la protection de l'environnement est un atout de publicité non négligeable par rapport à ses concurrents.

Depuis longtemps, certains hôteliers de la commune ont initié des démarches en vue d'être certifiés ISO 14001 ou 9001. Cette volonté démontre leur dynamisme et leur désir de se distinguer. En outre, ces hôteliers dans la totalité sont disposés à payer pour la valorisation de leurs déchets. Le montant à payer est variable en fonction du standing de l'hôtel et des quantités de déchets produits.

Dans le cadre de ce travail, il n'a pas été possible d'évaluer les montants même approximatif à payer car au moment des enquêtes de terrain, le choix de la technologie à adopter pour la méthanisation-compostage n'avait pas encore été fait.

3.3.2. Faiblesses et menaces

Les freins auxquels fait face la valorisation des déchets solides organiques dans la commune de Yaoundé 1^{er} sont de plusieurs ordres :

- Sur le plan institutionnel

La commune de Yaoundé 1^{er} foisonne d'hôtel, mais il n'y a qu'une très faible collaboration entre ces établissements malgré l'existence d'un syndicat régional des hôteliers, la collaboration se limitant très souvent aux échanges de clients entre les hôtels de même catégorie. La plupart des hôtels ne sont pas informés des activités de leurs homologues car seule prévaut la concurrence.

Entre les hôteliers et les administrations de tutelle, qu'il s'agisse du Ministère du tourisme et des Loisirs, du Ministère de l'économie ou du Ministère de la Santé publique, la collaboration se limite aux contrôles financiers et statistique, l'aspect environnemental étant vraiment négligé ce qui fait que les déchets et les autres contraintes environnementales sont très mal gérés dans les différents établissements qui ne disposent d'aucune compétence dans le domaine.

D'une part, la municipalité a du mal à exercer ses responsabilités car il y a un véritable flou institutionnel entre la commune d'arrondissement de Yaoundé 1^{er} et la communauté urbaine de Yaoundé. En effet, selon la loi 2004/018 du 22 Juillet 2004 portant règles applicables aux communes, compétences sur la gestion des déchets ménagers, les communes d'arrondissement et la communauté Urbaines ont les mêmes responsabilités notamment en ce qui concerne le suivi et le contrôle de gestion des déchets industriels. Ce chevauchement de compétence donne lieu à des conflits entre le délégué du gouvernement et le maire de la commune. (BATTO *et al*, 2002).

D'autre part, la quasi inexistence d'organisation de la société civile ou de petite entreprise de gestion des déchets n'est pas un facteur facilitant la bonne gestion de ces déchets. Contrairement à la commune de Yaoundé 1^{er}, dans les autres communes de la ville comme les communes de Yaoundé

4er et 6er, les services de pré-collecte, de collecte et de traitement des déchets sont assurés par des associations, des ONG et des petites entreprises de recyclage ou de compostage des déchets.

- Sur le plan technique et économique

La mauvaise gestion des déchets s'explique aussi par le fait que les hôtels ne sont soumis à aucun système d'audit, qu'il soit interne ou externe d'ailleurs un seul parmi tous les hôtels de la commune a un responsable chargé de l'environnement.

En outre, dans les critères de création des hôtels, il n'est pas exigé de plan de gestion de déchets ni de normes fixant cette gestion. Il revient donc à chaque hôtelier de gérer ses déchets à sa guise, parfois au détriment de la santé publique et de l'environnement dans lequel il mène son activité.

Les pouvoirs publics n'encouragent pas les entreprises de valorisation des déchets. Des subventions, des facilitations d'impôts pour les entreprises ou des facilitations douanières pour l'import des matériels de transformation des déchets permettront à de nombreuses entreprises et organisation de s'y mettre car le marché de la valorisation en lui-même n'est pas économiquement et financièrement rentable. Les procédés de valorisation doivent être mécanisés (tri, transport, transformation...) ce qui représente un certain coût d'investissement et de fonctionnement.

Les communautés territoriales elles-mêmes ne disposent pas de techniciens ou de mains d'œuvres qualifiées pour la valorisation des déchets.

- Sur le plan règlementaire et juridique

Il ya un vide juridique en ce qui concerne la gestion des déchets hôteliers car la loi ne prévoit aucune contrainte ni obligation au traitement ou à la valorisation de ces déchets recyclables et organiques à forte valeur ajoutée.

Cependant, selon le principe du pollueur-payeur de la loi n° 96/12 du 5 aout 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement, il est prévu que toute personne doit supporter les frais de prévention ou de réduction de la pollution qu'il émet. Il est également prévu que celui qui produit un déchet est tenu de l'éliminer ou de le recycler ou les faire éliminer ou recycler. Aucune mesure ni texte d'application n'accompagnent la faisabilité de cette loi sur le terrain.

En somme, il découle des informations sur la nature et la composition, que les déchets solides de la ville de Yaoundé en général et celle des hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} constituent une matière première pour diverses activités économiques, agricoles, artisanales ou industrielles. L'exploitation de ce gisement peut avoir des impacts positifs sur toute la chaîne de gestion des déchets et au-delà à travers la génération d'emplois et de revenus. Longtemps méconnue ou ignorée des gestionnaires des déchets, la valorisation des déchets est plus pratiquée par des informels qui récupèrent, recyclent et transforment une infime partie des déchets produits.

Malheureusement, les contraintes techniques et économiques ne permettent pas la rentabilisation et la durabilité de ces activités. L'absence d'encadrement et d'encouragement de ces filières de valorisation des déchets par les collectivités locales décentralisées explique leur échec.

Mais actuellement, le déchet est de plus en plus perçu comme une ressource malgré les coûts économiques et techniques liés à sa valorisation. La prise en compte des aspects sanitaires, sociaux et environnementaux font de la valorisation des déchets un maillon très important de la chaîne de gestion. Mais, ni la collectivité ni les informels ni mêmes les particuliers ne s'occupent de la valorisation des déchets, alors, ceux-ci sont entièrement transférés vers les décharges ou laissés dans la nature contribuant ainsi à la pollution et au réchauffement de la planète à travers les gaz à effet de serre (CH₄ et CO₂) qui s'y dégagent.

Chapitre 4 : PROJET DE METHANISATION-COMPOSTAGE DES DECHETS SOLIDES D'HOTEL : CAS D'UN HOTEL PILOTE DANS LA COMMUNE DE YAOUNDE 1^{er} AU CAMEROUN

Le projet de valorisation par méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtels dans la commune de Yaoundé 1^{er} vise à initier une gestion préventive et de proximité des déchets produits dans les hôtels afin de créer un label environnemental ou écolabel pour les hôteliers de la commune.

Il s'agit entre autre de :

- ✓ réduire les impacts des déchets sur l'environnement, et la santé publique ;
- ✓ résorber au problème de dépendance énergétique dont souffrent les hôtels et les particuliers ;
- ✓ réduire l'utilisation des engrais chimiques par les agriculteurs du secteur périurbain ;
- ✓ lutter contre les changements climatiques à travers un Mécanisme de Développement Propre (MDP) par la production et la consommation de méthane ;
- ✓ rehausser l'image de l'hôtel et de créer un label environnemental pour les hôtels de la commune.

Pour atteindre ces objectifs de valorisation des déchets pour la création d'un écolabel pour les hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er}, les activités suivantes seront menées :

- ✓ La mise en place d'un dispositif de tri des déchets à la source afin de différencier la partie valorisable de la partie jetable,
- ✓ La mise en place d'un digesteur pour la dégradation anaérobie et la production du biogaz
- ✓ La mise en place d'une presse à vis pour la séparation des phases liquides et solides du digestat
- ✓ La mise en place des andains ouverts pour le compostage du digestat solide
- ✓ La formation du personnel de l'hôtel au tri sélectif des déchets ;
- ✓ La communication sur la pratique de valorisation des déchets auprès de la clientèle et du grand public

4.1. Dimension stratégique de la méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtel

Sur le plan stratégique, le présent projet est orienté dans un cadre de mécanisme de développement propre (MDP) en respect du protocole de Kyoto ; il est également fait pour la création d'un label environnemental, signe de tourisme durable.

4.1.1. Méthanisation-compostage des déchets solides et le Mécanisme de Développement Propre du Protocole de Kyoto

En aval, le choix des modes de traitement des déchets est également un moyen d'action. Les émissions de méthane (CH₄), un des six gaz à effet de serre contrôlés par le Protocole de Kyoto comme la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), le protoxyde d'azote (N₂O), l'ozone (O₃), sont liées à l'exploitation des décharges. Les déchets organiques s'y décomposent et produisent du méthane et du

gaz carbonique en absence d'oxygène. Pour limiter les émissions dans l'atmosphère, le biogaz dont le méthane peut être capté et valorisé sur le plan énergétique. Mais le plus efficace reste encore de limiter les quantités de déchets biodégradables stockés dans ces décharges (AEE, 2008).

La technologie de valorisation des déchets par méthanisation-compostage contribue à la réduction de gaz à effet de serre (GES) de plusieurs manières :

- ✓ Combustion du méthane (et émission de CO₂) plutôt qu'émission de méthane dans l'atmosphère; le méthane a un facteur de réchauffement 25 fois plus élevé que le gaz carbonique
- ✓ Réduction de l'utilisation des engrais chimiques, dont l'application libère du CO₂ mais surtout du N₂O (protoxyde d'azote) qui a un pouvoir de réchauffement climatique 298 fois plus élevé que le gaz carbonique (PRISME, 2012).

En ce qui concerne les productions de gaz à effet de serre (GES) au Cameroun, le CO₂ (55%), le CH₄ (25%) et le N₂O (18%) sont les principaux gaz émis, tandis que quatre principaux secteurs contribuent ainsi aux émissions ; ce sont par ordre décroissant : le changement d'affectation des terres (50%), l'agriculture (37%), l'énergie (7%), et les déchets (3%)⁴. Produit en majorité par les déchets, le méthane est un gaz plus toxique que le CO₂. Mais sa durée de vie dans l'atmosphère est moins grande que CO₂ car il s'oxyde facilement.

Dans la ville de Yaoundé, des efforts de réduction des émissions de GES ont été faites dans le secteur des déchets avec la mise en place du MDP à la décharge de Nkolfooulou. Le CH₄ des déchets par brûlage après captage est ainsi convertie en CO₂ et rejeté dans l'atmosphère. Malheureusement, seulement 43% des déchets sont collectés et rejoignent la décharge (SOTAMENOU *et al.*, 2005). Les 57% restant continuent à produire du CH₄ qui rejoint directement l'atmosphère avec le CO₂ de la décharge et des autres secteurs d'activités cités plus haut.

Des estimations selon le modèle de projection RCP (Representative Concentration Pathway) du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) permettent d'avoir des projections sur l'élévation de la température de la ville entre 2000 et 2100. Ces projections sont d'abord faites sur la base d'un développement économique avec production croissante de GES (RCP 8.5) et sur la base d'une diminution de la production de GES (RCP 4.5). Les synthèses de ces projections se présentent dans les figures 10 et 11 suivantes.

^{41er} Communication Nationale par la réalisation des inventaires des émissions de GES, 1997.

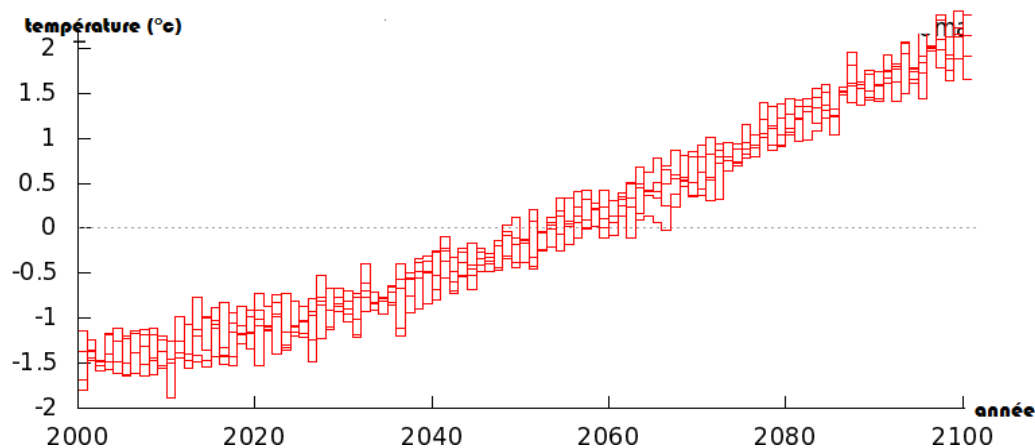


Figure 9: Projection de la température de Yaoundé entre 2000 et 2100 selon le model RCP 8.5

Source : auteur, 2014

D'après cette figure, la tendance est à l'augmentation de la température à partir de 2030. L'augmentation croissante de la température aura des effets néfastes dans la ville notamment sur l'agriculture, la santé, l'économie et l'environnement.

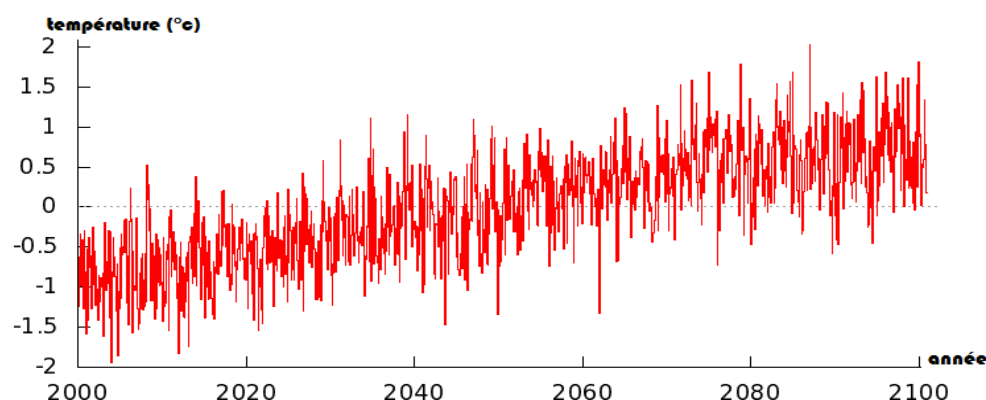


Figure 10: Projection de la température de Yaoundé entre 2000 et 2100 selon le model RCP 4.5

Source :Auteur, 2014

En adoptant des techniques de réductions de GES, la température va augmenter jusqu'en 2030 puis se stabilisera avec de légères variations.

Les techniques de réductions des émissions de GES comprennent entre autres : la gestion optimale des déchets de manière à limiter au maximum la libération du CH₄ dans l'air, l'utilisation des sources d'énergie renouvelables comme le biogaz et l'utilisation des engrais naturels au lieu des engrais chimiques pour l'agriculture.

4.1.2. Méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtel et le label environnemental ou éco-label pour les hôtels du Cameroun

La propreté d'un milieu favorise le développement de l'activité touristique – source de devises – et de l'activité agricole urbaine et périurbaine – source de revenus et d'approvisionnement de la ville en vivres (SOTAMENOU, 2005).

Le secteur du tourisme fait face à de vive rivalité de la part des concurrents de la sous-région Afrique centrale et de toute région Afrique entière. Pour se distinguer, les hôteliers doivent initier des actions volontariste en vue de se faire un label environnemental afin d'attirer plus de touriste.

Le tri des déchets, la politique environnementale, l'utilisation des sources d'énergie propre et la formation du personnel sont entre autre les domaines à prendre en compte pour un label ou une certification environnementale. Dans la commune de Yaoundé 1^{er}, tous les hôteliers enquêtés dans le cadre de ce travail désirent porter un label ou un certificat environnemental en vue d'attirer plus de clientèle.

En adoptant une démarche de valorisation par méthanisation-compostage de leurs déchets solides biodégradables, les hôtels s'engagent à la protection de l'environnement ; ils produisent et consomment une l'énergie propre. En plus de la consommation de l'énergie propre, les hôtels peuvent faire des partenariats avec des agriculteurs du maraicher périurbains pour les ravitailler en engrais naturel et biologique. En retour, l'agriculteur revend ses produits bio aux hôtels ce qui renforce sa politique environnementale pour une accréditation du label bio ou éco label.

4.2. Dimension technique de la méthanisation-compostage des déchets solides d'hôtels

La dimension technique du projet comporte trois étapes :

4.2.1. Désignation et description de la technologie et des paramètres utilisés pour l'étape de méthanisation

La première phase du procédé est la méthanisation ou la digestion anaérobie : c'est un procédé microbiologique par lequel, la matière organique est décomposée en l'absence d'oxygène. En utilisant une approche d'ingénierie et la conception contrôlée, le processus de digestion anaérobie est appliqué pour traiter la matière organique biodégradable (déchets) dans des réservoirs réacteurs hermétiquement fermés, appelés communément digesteurs, pour produire du biogaz. Divers groupes des micro-organismes assurent le processus de dégradation anaérobie qui génère deux produits principaux : biogaz riches en énergie et digestat nutritifs (VÖGELI *et al.*, 2014). Pour ce projet pilote les opérations effectuées pour la sélection de la technologie à utiliser pour la réalisation sont inspirées des travaux de retour d'expérience réalisés par (VÖGELI *et al.*, 2014) dans les pays en développement.

✓ Type de digesteur : digesteur à dôme fixe (model chinois).

Ce type de digesteur a été conçu pour la première fois à Jiangsu en Chine en 1936. C'est le digesteur le plus utilisé dans les pays en développement (MARCHAIM *et al.*, 1994). Il a une partie enterré et il est constitué d'une chambre étanche au gaz construit avec des briques de terres ou de pierres et du béton. Le fond et la partie supérieure sont de forme hémisphérique et sont reliés entre eux par des parois droites. Le digesteur est alimenté en discontinu (une fois par jour), la conduite

d'admission est droite et débouche à mi profondeur sur le digesteur. Un trou d'homme est prévu sur le toit pour faciliter le nettoyage. La conduite d'évacuation du gaz est fixée sur la trappe (cf. Figure 12).

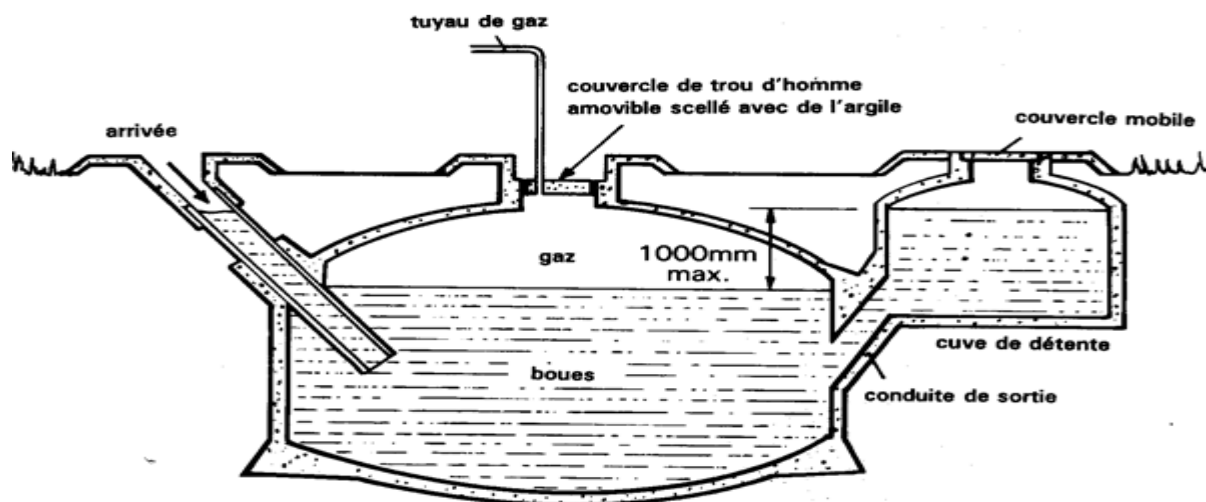


Figure 11: Schéma du digesteur à dôme fixe

Source : FAO, 2007

- ✓ Quantité de déchet solide à digérer

Une quantité de 80kg de déchets solides par jour sera prise en considération pour cette étude pilote. Ces déchets sont constitués de déchets de restaurant (reste de repas), déchets de cuisine, déchets de fruit.

- ✓ Quantité total de substrat à digérer par jour

Pour chaque proportion de déchet disponible, il faut le double (deux fois) en eau pour diluer afin de faire une alimentation continue du digesteur. Ainsi, pour 80kg de déchets il faut 160 litres d'eau ; ce qui donne un volume total de 240 litres par jours (en supposant qu'un kg de déchets correspond à un litre).

- ✓ Temps de rétention hydraulique

Pour une température moyenne de 25-30°C, le temps de séjour recommandé est de 30 jours. Le volume du réacteur est calculé en fonction de ce temps.

En effet, c'est le produit du temps de séjour et du volume du substrat à digérer. Pour le présent projet, ce volume est de 7200 litres soit 7,2 m³.

- ✓ Caractéristique du substrat à digérer et Taux de Charge Organique (TCO)

Les déchets biodégradables (reste de nourriture, déchets verts, déchets de cuisine...) contiennent en général 20% de matière sèche (VÖGELI *et al.*, 2014). Dans ce projet, elle est 16 kg. Cette matière sèche contient 80% de Matière Volatile (MV), soit 12,8 kg pour les 240 litres de substrat dilué à digérer

par jour. La concentration du substrat à diluer est désignée par S. elle est équivalente à 53,3 kg de matière sèche volatile par m³.

Le Taux de Charge Organique (TCO) est calculé selon l'équation suivante :

$$TCO = Q \times S / V$$

Si Q = quantité de substrat dilué (m³/jour),

S = concentration du substrat (kg de MV /m³)

V = volume du réacteur.

Alors $TCO = 0,24 \times 53,3 / 7,2$

$$TCO = 1,78 \text{ kg de MV / m}^3/\text{jour}$$

✓ Volume total du digesteur

Le model Nepali GGC2047 du digesteur à dôme fixe que nous avons choisi d'utiliser pour ce projet se subdivise en deux partie : 75% du volume total pour la matière en suspension (7,2 m³) et 25% du volume total pour le stockage du biogaz produit (2,4 m³).

Le volume total de digesteur est donc de 9,6 m³.

✓ Production du biogaz et du méthane

De manière générale, les déchets biodégradables produisent en moyenne 0,67 m³/kg de déchet (VÖGELI *et al.*, 2014).

La quantité de biogaz produit dans le présent projet se déduit de l'équation suivant :

$$Q_b = TCO \times Q_m \times V_r$$

Avec Q_b = quantité de biogaz produit (m³/jour),

TCO = taux de charge organique (kg de MV / m³/jour),

Q_m = quantité moyenne de biogaz produit par kg de déchet (m³/kg),

V_r = volume de la matière en suspension dans le réacteur (m³).

Alors $Q_b = 1,78 \times 0,67 \times 7,2$

$$Q_b = 8,5 \text{ m}^3/\text{jour}$$

Si on suppose que le biogaz contient 60% de méthane. La quantité de méthane produit par jour est de 5,1 m³.

✓ Utilisation du biogaz

Le biogaz peut être utilisé en cuisine comme gaz naturel. En effet, une cuisinière peut consommer en moyenne 0,4 m³ de biogaz par heure. Ainsi, les 8,5 m³ produit par jour peuvent bruler pendant 21,25 heures. Pour un four à trois foyers, cette quantité de biogaz peut brûler pendant plus de 7 h.

Comme source d'énergie, le biogaz peut servir pour éclairage et la chaleur. En effet, 1 m³ génère une énergie de 6 kWh. Ainsi, 8,5 m³/jour produiraient 51 kWh d'énergie, ce qui correspond à une puissance 2,1 kW.

4.2.2. Deuxième phase de la valorisation par compostage

À la suite de la méthanisation, outre le biogaz, on obtient un effluent appelé digestat. Ce digestat est traité mécaniquement par séparation de phase pour séparer la phase liquide de celle solide. Une partie de la phase liquide est utilisée pour diluer les déchets à l'entrée du digesteur et l'autre partie est utilisée pour mouiller le compost en andain.

- ✓ Choix de la technologie de pressage : presse à vis

Le pressage est une technique de séparation de phase par déshydratation mécanique. L'équipement nécessaire pour cette activité est la presse à vis.

La presse à vis est montée dans un bâti où la vis convoyeuse est fixée aux deux extrémités par de solides paliers. La vis convoyeuse est entraînée par un motoréducteur permettant une vitesse de rotation lente nécessaire pour des performances optimales. L'ensemble du tambour est entièrement fermé et doté de trappes de visite permettant une exploitation et une maintenance simples et faciles.

- ✓ Principe de fonctionnement de la presse à vis

La séparation s'effectue dans un tambour incliné composé de trois tamis métalliques qui forment la paroi du cylindre et d'une vis convoyeuse à pas variables. En introduisant les boues floculées dans la chambre d'alimentation, la première partie du tambour est utilisée pour drainer l'eau. La teneur en matières solides des boues augmente progressivement, au fur et à mesure de leur passage dans la presse jusqu'à la zone de compression du tambour. La compression engendrée par le rétrécissement de la sortie permet d'évacuer encore plus d'eau de la boue au fur et à mesure qu'elle progresse vers la sortie.

4.2.3. Désignation et description de la technologie et des paramètres utilisées pour l'étape de compostage

Après séparation de phase, la phase solide du digestat subit un traitement par compostage. Le compostage ou maturation des phases solides vise à stabiliser le produit final, c'est-à-dire à garantir son innocuité biologique ou sa relative constance de composition. Il s'agit également d'une phase de recombinaison de la matière organique (ASTEE, 2006). Cette étape de maturation achève la biodégradation aérobie de certains composés organiques qui ne sont pas complètement décomposés en conditions anaérobies. Par ailleurs, le compostage permet de sécher le produit et facilite ainsi son criblage pour en extraire les inertes restants, notamment en vue d'une valorisation agronomique. La

porosité et l'aération sont des facteurs importants pour cette étape. L'ajout des déchets verts à cette étape de digestion augmente la porosité et facilite l'aération pour un compost de qualité.

Le compostage, tel que défini pour les objectifs propres à cette étude, est le procédé géré de façon active de décomposition des résidus organiques issus de la méthanisation des déchets organiques d'hôtel. C'est un procédé biologique qui s'effectue de manière optimale lorsque le rapport initial de carbone et d'azote et que les taux d'humidité et d'oxygène ainsi que les températures sont rigoureusement observés et contrôlés.

- ✓ Choix de la technologie du compostage

Afin de produire un compost de qualité, de maximiser le contrôle des nuisances et des impacts sur la santé publique et d'optimiser la capacité de traitement du compost, pour le projet la technologie de compostage en *Andain* a été choisie. Les déchets solides en sortie de la presse à vis sont mélangés aux déchets verts (feuilles d'arbres et déchets de fleur, déchets de tonte...).

Les déchets ayant déjà eu un séjour dans le digesteur où ils ont subi une dégradation anaérobie, l'étape de compostage ou de dégradation aérobie n'est pas un compostage ordinaire. C'est un complément à la dégradation de la matière qui a eu lieu dans le digesteur. Ce compostage correspond à la phase de maturation du compost. Cette phase peut durer entre 2 et 4 semaines.

Les dimensions de l'Andain proposé sont les suivantes :

- ✓ Taille des Andains trapézoïdaux : 4 m³ (longueur = 5 m, largeur à la base = 2 m ; hauteur = 1 m, largeur au sommet = 1 m) ;
- ✓ Nombre d'andains : 3 ;
- ✓ Retournement à la pelle 2 jours par semaine ;
- ✓ Largeur des espaces de circulation entre les 2 andains : 3 m ;
- ✓ Production du compost : 2500 kg par mois soit 80kg sortie de la presse à vis par jour plus 100kg total de déchets verts par mois.

4.3. Dimension économique du projet de méthanisation-compostage des déchets solides d'un hôtel pilote dans la commune de Yaoundé 1er

4.3.1. Budget estimatif du projet pilote

Pour le présent projet, l'espace est un acquis pour l'hôtel pilote car il dispose d'espace vide dans son enceinte donc les frais liés à l'achat du terrain ne seront pas mentionnés. Les coûts estimés dans le tableau 8 suivant représentent l'investissement pour les équipements et matériels à mettre en place ainsi que les coûts de fonctionnement du projet pour une durée d'un an.

Les dépenses économiques ou budget du projet sont alors fonctions des différentes activités à mener (Cf. Tableau 9).

Tableau 9 : Budget estimatif des activités

ACTIVITES		COÛTS ESTIMATIFS EN F CFA
Investissement, équipement et matériel	Matériel de tri à la source (trois poubelles de couleurs différentes)	150.000
	Installation du digesteur et captage du biogaz (maçonnerie et équipement)	750.000
	Installation de la presse à vis	500.000
	Matériel de compostage	150.000
Total 1		1.550.000
Fonctionnement en un an	Formation du personnel à la gestion des déchets et au tri sélectif des déchets à la source	500.000
	Fonctionnement et entretien des équipements (digesteur, presse à vis, andain)	1.500.000
	Communication sur la démarche environnementale de l'hôtel	500.000
	Autres	250.000
Total 2		2.750.000
TOTAUX		4.300.000

Source : Auteur, 2015

Comme le présente le tableau des coûts estimatifs des activités ci-dessus, le budget estimatif pour le démarrage du méthanisation-compostage de 80kg/jour de déchets d'un hôtel pilote est de quatre millions trois cent mille francs (4.300.000) CFA pour une année, puis de deux millions sept cent cinquante mille francs (2.750.000) CFA par an en fonctionnement.

4.3.2. Rentabilité du projet pilote

Lors du tri sélectif des déchets à la source pour isoler la partie fermentescible, on peut également trier certaines parties qui ont une valeur sur le marché. Il s'agit spécifiquement des bouteilles (PET) et de la ferraille. Ce projet pilote de transformation de 2400 kg induit une production de 255 kg de biogaz et 2500 kg de compost par mois. L'hôtel peut utiliser directement le biogaz produit en cuisine en remplacement du gaz naturel, ce qui lui permet d'économiser le budget pour l'achat de ce gaz. Cependant, le compost peut être vendu aux agriculteurs de la commune mais étant donné que le restaurant de l'hôtel utilise les produits de ces agriculteurs, l'hôtel peut faire un partenariat avec un groupe d'agriculteur à qui il donne du compost et ces derniers en retour lui vendent exclusivement les récoltes. Ainsi, l'hôtel pourra proposer à sa clientèle une cuisine « bio », ce qui va attirer d'avantage des clients.

Néanmoins, il est possible d'évaluer le coût du compost sur le marché. Le coût de rentabilité du projet pilote est récapitulé dans le tableau 10 suivant.

Tableau 10 : Evaluation de la rentabilité du projet pilote

Produits	Coût/tonne (F CFA)	Production annuelle (tonne)	Total (F CFA)
Bouteilles plastique PET	35.000	12	420.000
Ferraille	54.000	6	324.000
Compost	20.000	30	600.000
Biogaz	52.000	3,06	159.120
Total			1.503.120

Source : auteur, 2015.

Pour démarrer et conduire à bon terme le projet pilote, il faut un financement d'un montant de quatre millions trois cent mille Francs (4.300.000 F) CFA. D'après le tableau ci-dessus, les autres produits (ferrailles et bouteilles plastiques) triées et vendues pour amortir le coût d'investissement. Ainsi, au bout d'un an, la valorisation des différents produits du projet pourra générer un montant d'un million cinq cent trois mille cent vingt Francs (1.503.120F) CFA. Le projet sera donc rentable au bout d'environ trois (03) ans.

4.3.3. Financement du projet pilote

Le financement du projet est de la responsabilité de l'hôtel pilote. Il peut être soutenu par le Ministère du tourisme et des loisirs (MINTOUL), les organisations patronales de l'hôtellerie, la commune d'arrondissement et les organisations internationales (SNV, GTZ...) qui œuvrent dans les domaines de l'énergie propre et du tourisme durable au Cameroun.

4.4. Dimension environnementale du projet pilote de méthanisation-compostage des déchets solides d'un hôtel pilote dans la commune de Yaoundé 1er

Sur le plan environnemental, la méthanisation-compostage des déchets solides permet d'une part la réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce au captage des émissions de méthane (CH₄) qui se produisent naturellement au cours du stockage des déchets, à la valorisation énergétique du CH₄ capté (sous forme d'électricité, de chaleur ou de biométhane) en substitution d'une autre énergie potentiellement productrice de gaz à effet de serre (gaz naturel, fioul...). La digestion anaérobie peut être un producteur d'énergie net. Les émissions de gaz à effet de serre sont ainsi réduites par le biais du traitement des déchets par digestion anaérobie, à la fois grâce à la suppression des émissions produites par les combustibles fossiles et à la capture du carbone dans les déchets qui, autrement, aurait été libéré dans l'atmosphère en tant que CO₂ (compostage) ou CH₄ (enfouissement).

D'autre part, la méthanisation-compostage des déchets solides permet la substitution des engrais minéraux dont la production est très consommatrice en énergie fossile par des engrais renouvelables (compost) qui permet le retour au sol de la matière organique des contenues dans les déchets organiques.

La méthanisation-compostage permet enfin la réduction du transport de déchets des lieux de productions aux lieux de stockage en passant par le centre de transfert.

4.5. Perspectives et recommandations après le projet pilote

Le projet pilote à mettre en place dans un hôtel pilote est un essai pour montrer l'opérationnalité de la méthanisation-compostage comme moyen de valorisation des déchets solides organiques en vue de créer un label écologique pour les hôtels de la commune. Le projet pourrait s'étendre au reste de la commune, de la ville et même du pays en fonction du degré d'adhésion des hôteliers.

Le label écologique doit se faire en partenariat avec les pouvoirs publics, le privé que sont les hôtels, les syndicats, associations et les groupements patronaux, ainsi que l'agence de normalisation et l'Organisation Africaine de la Propriété Intellectuelle (OAPI) pour les contrôles et certifications. Les partenaires financiers ne sont pas à négliger.

Les objectifs du label écologique des hôtels seront de:

- ✓ Limiter la mise en décharge de leurs déchets ;
- ✓ Réduire les impacts négatifs de l'abandon des déchets dans la nature ;
- ✓ Promouvoir la valorisation énergétique et agronomique de la part organique de leurs déchets solides ;
- ✓ Promouvoir la récupération et le recyclage des fractions solides non organiques de leurs déchets.

Le label sera basé sur le principe du « *producteur-transformeur* ». Selon ce principe tout producteur de déchets solides organiques devra le transformer par valorisation énergétique et agronomique pour adhérer au label. Les hôtels devront faire recours à l'une des deux possibilités suivantes pour transformer leurs déchets :

- ✓ Assumer elle-même la valorisation,
- ✓ Confier la valorisation à un tiers.

Les fractions solides non organiques doivent aussi faire l'objet de transformation en collaboration avec les associations ou autres entreprises de récupération dans la commune ou hors de la commune. Pour cela, les hôtels doivent développer des partenariats avec ces entreprises.

Outre l'aspect déchet, d'autres actions doivent être mises en œuvre pour encadrer le label à savoir :

- ✓ Le tri systématique de tous les déchets à la source selon les lieux de production

- ✓ La formation du personnel et de la clientèle à la gestion de l'environnement,
- ✓ La réduction de la consommation de l'énergie par des ampoules économiques et autres procédés,
- ✓ La réduction de la consommation de l'eau,
- ✓ La communication au public sur les actions environnementales mises en œuvre.

D'autres mesures moins contraignantes et facultatives peuvent être définies.

CONCLUSION GENERALE

Le secteur du tourisme représente la première industrie de service dans le monde. Il est à l'origine de la croissance de l'investissement en infrastructures et constitue une source de devises importante. C'est la principale source de créations d'emplois dans un grand nombre de pays, non seulement dans l'industrie touristique elle-même mais aussi, par effets d'entraînement, dans d'autres secteurs compte tenu de son caractère transversal. Tout ceci fait sans aucun doute du tourisme un moteur de développement économique et social des pays autant du nord que du sud.

Le Cameroun, dénommé « Afrique en miniature » ou « toute l'Afrique dans un pays » ou encore « le pays continent » au regard de ses potentialités touristiques naturelles et infrastructurelles, est désormais une destination touristique internationale depuis 2010. Le pays ne compte pas s'arrêter en si bon chemin, il compte aller plus loin. C'est ainsi qu'à travers le composant « tourisme » du Projet de Compétitivité des Filières de Croissance (PCFC), le secteur du tourisme est identifié comme un pilier sur lequel doit s'appuyer l'économie nationale. De nombreuses mesures structurelles et infrastructurelles sont prises pour les pouvoirs publics pour le développement du secteur du tourisme en tant que priorité pour redynamiser l'économie nationale. Pour recevoir les touristes au Cameroun dans les prochaines années, de nombreux hôtels vont être construits en plus de ceux déjà existants.

Cependant, la mise en place de ces infrastructures a de nombreuses conséquences sur l'environnement et sur les ressources naturelles. Pour les hôtels en particulier, il s'agit de la consommation d'eau et d'énergie, avec production importante des déchets (déchets solides et eaux usées). Il est clair que les touristes pour leur confort, consomment plus d'eau et d'énergie et produisent plus de déchets dans un milieu qu'un résident normal de ce milieu.

Par ailleurs, le secteur de l'hôtellerie camerounaise rencontre de nombreuses difficultés, tant sur le plan institutionnel, organisationnel et que fonctionnel. Sur le plan institutionnel et réglementaire, il s'agit d'un manque de coordination entre les opérateurs hôteliers, d'absence de critères environnementaux dans les critères de classification des hôtels, d'absence de lois en ce concernant les mesures contraignantes pour la gestion de l'environnement et des ressources naturelles dans les hôtels. Sur le plan organisationnel et fonctionnel très peu nombreux sont les hôtels qui ont dans leur équipe un responsable de l'environnement ou qui ont une politique environnementale.

En outre, la consommation des ressources en eau et en énergie et la production des déchets sont aussi des freins à l'essor des activités hôtelières. D'une part, les factures de l'eau et de l'électricité gangrènent les recettes et d'autre part, l'insalubrité du fait des déchets crée une certaine pollution esthétique dans ces établissements, ce qui n'attire pas les clients.

Pour que le tourisme camerounais remplisse les fonctions de pilier du développement qui lui sont attribuées, il devra diversifier ses activités et rehausser son niveau notamment en ce qui concerne les hôtels afin d'être compétitif par rapport aux autres destinations de la région et de la sous-région.

Ainsi, une bonne gestion des déchets à travers leur valorisation par méthanisation-compostage pour la création d'un label environnemental ou écologique pour les hôtels du Cameroun pourrait rendre la destination plus compétitive.

Cette étude circonscrite sur la commune de Yaoundé 1^{er}, montre que la production des déchets pourrait être exploitée par les hôtels et utilisée comme principe directeur pour la création d'un label environnemental ou écologique. La production des déchets et la consommation de l'énergie sont les principaux aspects négatifs de l'hôtellerie vis-à-vis de l'environnement. Ainsi, agir sur ces deux aspects sera une démarche écologique pour un label environnemental. Il s'agit de produire à partir des déchets solides d'hôtels de l'engrais naturel et du biogaz utilisable par les hôtels en remplacement des énergies fossiles. Cela permettra non seulement de rendre l'hôtel plus propre, mais de réduire ses dépenses financières pour le paiement des factures de gaz, en plus de l'avantage « cuisine biologique » qu'ils auront à proposer aux clients.

L'hypothèse principale de cette étude qui était que la méthanisation-compostage est un mécanisme de valorisation en vue d'une gestion optimale des déchets solides pour la création d'un label environnemental et la réduction des impacts des hôtels de la commune de Yaoundé 1^{er} sur l'environnement se trouve justifiée. Les résultats de cette analyse montrent l'existence d'une technologie bien maîtrisée en la matière, la disponibilité des déchets et des ressources humaines qualifiées, la souplesse de la réglementation et la présence des potentiels bailleurs de fonds pour le financement de la valorisation. Pour vérifier cette hypothèse, a été utilisée une méthodologie basée premièrement sur une collecte des données secondaires dans la littérature scientifique, la collecte des données primaires sur le terrain auprès des hôteliers, des autorités administratives et des gestionnaires des déchets de la commune. La deuxième phase a consisté au traitement et à l'analyse des données collectées. L'analyse FFOM (Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces) nous a permis d'analyser les points forts et les points faibles de la valorisation des déchets dans la commune. A la fin, un projet de valorisation par méthanisation-compostage des déchets solides a été proposé pour un hôtel pilote de la commune.

Le projet pilote ou projet de démonstration proposé est un projet de petite taille, pour un hôtel, pour un montant d'environ quatre millions trois cent mille franc (4.300.000 F) FCA. Ce projet permettra d'obtenir des résultats tangibles et concrets avec peu de moyens, de faire des ajustements avant de l'étendre à grande échelle sur les autres hôtels de la commune.

Références Bibliographiques

ADEME, AMORCE, AFD (2013), « coopération décentralisée et gestion des déchets : guide à l'attention des collectivités françaises ». *Réf. AMORCE DP 16*. 66 p.

ALOUËIMINE O. (2006), *Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers à Nouakchott (Mauritanie) : contribution à la gestion des déchets et outils d'aide à la décision*. Thèse Chimie et Microbiologie de l'Eau, université de Limoges, 195p

ASTEE (2006), *Vade-Mecum du porteur de projet de méthanisation des déchets des collectivités*, 52p

BUFFIERE P. CARRERE M., LEMAIRE O. et VASQUEZ J. (2007), « Guide méthodologique pour l'exploitation d'une unité de méthanisation de déchets solides ». *Projet METHAPI-Expertise*, 40p

Communauté Urbaine de Yaoundé (2012), *stratégie de gestion des déchets solides de la ville de Yaoundé : rapport final - mission 3*, 259p.

FIEVEZ T. (2014), *Le digestat, source de fertilisant organique, avantages et limites d'utilisation*. Agriculture et territoire - *chambre d'agriculture de Lorraine, salon de la méthanisation*, 22p.

GEO IMAGE SOLUTION INC. et Madia (2014), *Rapport technique n°1 : état des lieux*, 97p.

GUENE O. (2002), *Compostage artisanal intégré à la gestion des ordures ménagères - Données de terrain et outils de diffusion*, 8p.

IEEF (2011), *Gestion des déchets ménagers : regard croisé, liaison énergie-francophonie, numéro 90*, 80p.

LONGO R. (2012), *La gestion des déchets dangereux au Cameroun. Master relations internationales, Institut des relations internationales du Cameroun (IRIC) - Université de Yaoundé II*, 148p. URL : http://www.memoireonline.com/11/13/7826/m_La-gestion-des-dechets-dangereux-au-Cameroun28.html#toc50 consulté le 12 février 2015

MANZEKELE A. (2008), *problématique de la gestion des déchets d'élevage et ménagers biodégradables : cas de la cite de Lubero. Mémoire géographie. Université de conservation de la nature et de développement de Kasugho*, 49p. URL : http://www.memoireonline.com/01/09/1814/m_Problematique-gestion-dechets-elevage-menagers-biodegradable-lubero0.html consulté le 15 juillet 2014

MARCHAIM U. (1994), *les procédés de productions du biogaz pour le développement de technologies durable*, 233p.

MARTEL S. et DESMEULES X., (2013), « valorisation agronomique des digestats de méthanisation : recherche documentaire ». *AGRINOVA*. 23p.

MÖLLER K. et MÜLLER T. (2012), *Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review, Engineering in Life Sciences*, Vol. 12 (3), pp 242–257

MONGI B. (2012), *Expérience de compostage de bio-déchets dans le secteur hôtelier à Djerba*, 38p.

M'SADAK Y. et M'BAREK A. (2013), « Caractérisation qualitative du digestat solide de la bio méthanisation industrielle des fientes avicoles et alternative de son exploitation agronomique hors sol ». *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 16 N°1 (2013) 10p.

M'SADAK Y., M'BAREK A. et ZOGHLAMI R. (2011), « Évaluation des performances environnementales et énergétiques d'une installation pilote de biométhanisation industrielle appliquée aux fientes avicoles ». *Nature et Technologie*. Pp 57-65.

NGNIKAM E. (2000), *Evaluation environnementale et économique de systèmes de gestion des déchets solides municipaux : Analyse du cas de Yaoundé au Cameroun*. Thèse environnement. Villeurbanne : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 340p.

NGNIKAM E. et TANAWA É. (2006), *Les villes d'Afrique face à leurs déchets*. Université technologique de Belfort-Monbéliard. 288p.

NYASSA C. (2011), *évaluation des méthodes de traitement des déchets ménagers solides adaptées à la ville de Yaoundé*. Mémoire science biologique. Ecole normale supérieure de Yaoundé-Cameroun, 93p.

OCDE (2010), *Les tendances et politiques du tourisme de l'OCDE*, Chapitre 2. Tourisme 2020 : Les politiques pour promouvoir la compétitivité et le développement durable du tourisme, 33p.

POULLEAU J. (2002), caractérisation des BIOGAZ, Bibliographie, Mesure sur site ; Rapport final. INERIS, 82p.

PRISME (2012), « le biogaz à des fins domestiques. Les énergies renouvelables ». *fiche n° 6*, 8p.

REPUBLIQUE DU CAMEROUN, DECRET n°99/443 /pm du 25 mars 1999 fixant les modalités d'applications de la loi n° 98 /006 du 14 avril 1998 relative à l'activité touristique.

REPUNBLIQUE DU CAMEROUN, LOI N° 96/12 du 5 aout 1996 portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement

REPUNBLIQUE DU CAMEROUN, LOI N° 98/006 du 4 avril 1998 relative à l'activité touristique.

REPUBLIQUE DU CAMEROUN MINISTERE DU TOURISME (2013), Document 1 : état des lieux et diagnostique du sous-secteur tourisme et loisir, 47p.

SATTA A. et PERELLI C. (2008), « Gestion environnementale dans le secteur touristique ». *Projet DESTINATIONS*, 110p.

SBA (2010), gestion optimisée des déchets en méditerranée : diagnostic de la gestion des déchets hôteliers au niveau de Djerba, résultats et recommandations, 49p.

SECHERESSE J. et POLIWA R. (2010), *Projet de Compétitivité des Filières de Croissance, filière-tourisme, Cameroun*. Document final, 171p.

SIMO M. (2013), *gestion durable des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé : cas de la pré-collecte*. Mémoire gestion de l'environnement. Université Senghor d'Alexandrie, 49p.

SOTAMENOU J., KAMGNIA D. ET PARROT L. (2005), La décentralisation pour une gestion efficace des déchets solides municipaux de la ville de Yaoundé, 8p.

SUSTAINABLE ENERGY IN TOURISM DOMINATED COMMUNITIES (2009), Maitriser les consommations d'énergie dans l'hôtellerie 6p.

Webographie

http://www.ddrhonealpesraee.org/enjeux_touristiques_et_de_developpement_durable.php consulté le 27 mars 2014

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-enjeux-d-un-tourisme-durable.html> consulté le 27 mars 2014

<http://www.ecoloinfo.com/2009/11/15/entre-luxe-et-immondices-enquete-sur-la-gestion-des-dechets-a-bali-manon-delachenal-dysseo2/> consulté le 18 juin 2014

[file:///C:/Users/WINDOWS/Downloads/9.%20Ben%20Abdallah%20Mongi%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/WINDOWS/Downloads/9.%20Ben%20Abdallah%20Mongi%20(1).pdf) consulté le 13 juin 2014

<http://www.med-eu.org/documents/MED4/Dossier%201/BELATTAF-MOULOUD.pdf> consulté le 13 juin 2014

http://sba-int.ch/1260-Diagnostic_de_la_Gestion_des_Dechets_Hoteliers_a_Djerba consulté le 16 juin 2014

<http://www.oecd.org> consulté le 24 juin 2014

http://www.actuenvironnement.com/ae/dossiers/compostage_methanisation/origines_dechets_compost_age.php4 consulté le 17 novembre 2014

<http://www.fao.org/docrep/010/ah810f/AH810F13.htm> consulté le 16 décembre 2014

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/elsc.201100085/full> consulté le 20 janvier 2015

http://local.alfalaval.com/fr-fr/industries-cles/traitement-eaux-usees/gamme_equipements/Documents/Presse%20%C3%A0%20vis_PEE00306FR.pdf consulté le 27 décembre 2014

http://fr.wikipedia.org/wiki/Label_environmental consulté le 17 février 2015

<http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thane> consulté le 20 janvier 2015

Annexe 1 : images de poubelles des hôtels



Figure 12 : poubelle d'un hôtel avec tri de PET (photo prise 17 aout 2014)

Source : auteur, 2014



Figure 13 : chambre à poubelle d'un hôtel 3 étoiles (photo prise le 20 aout 2024)

Source : auteur, 2014



Figure 14 : poubelles HYSACAM installée dans un hôtel (photo prise le 20 aout 2014)

Source : auteur, 2014



Figure 15 : utilisation du biogaz : foyer à biogaz (à gauche), lampe à biogaz (à droite)

Source : PRISME, 2012

Annexe 2 : Questionnaires d'enquêtes et guides d'entretiens

1 Questionnaires d'enquêtes

Questionnaire pour les hôteliers

Nom de l'hôtel :

Date d'entrevue :

Nombre d'étoiles :

Siège social :

Personne contactée :

Téléphone :

Site Web :

Adresse e-mail :

Dans le cadre de la préparation du Mémoire de Master International en Développement spécialité Gestion de l'Environnement de l'Université Senghor d'Alexandrie, ce questionnaire à l'intention des hôteliers de la commune de Yaoundé 1^{er} vise à déterminer la quantité et la composition des déchets produit par les hôtels ainsi que la politique de gestion des déchets mis en place dans ces hôtels.

- 1- Comment faites-vous vos achats ? / ____ / a- Gros ; b- Demi-gros ; c- Par pièce unitaires ou en détails
- 2- Quels types d'emballages utilisez-vous ? / ____ / a- Recyclable ; b- Réutilisable ;
c- Biodégradable ; d- Jetable ; d- Autres à préciser
- 3- Produisez-vous des déchets ? / ____ / a- Oui ; b- Non
- 4- Si oui quels types de déchets produisez-vous ? / ____ / a- Déchet organique ou fermentescible ; b- Papier-carton ; c- Plastique ; d- Métaux ; e- Textiles ; f- Verre ; g- Graisse et huiles usées ; h- Autres à préciser
- 5- Quels types de déchets organique ou fermentescible produisez-vous ? / ____ / a- Épluchures de légumes et fruits ; b- Déchets d'aliments ; c- Déchets de jardin (fleurs, feuilles, gazon) ; d- Reste de repas ; e- Autres à préciser
- 6- Valorisez-vous vos déchets ? / ____ / a- Oui ; b- Non
- 7- Si oui comment ? / ____ / a- Compostage ; b- Méthanisation ; c- Recyclage ; d- Réutilisation ; e- Autres à préciser
- 8- Si non pourquoi ? / ____ / a- Vous ne connaissez comment faire ; b- Vous n'avez pas les moyens financiers pour le faire ; c- Rien ne vous y oblige ; d- Autres à préciser
- 9- Comment gérez-vous vos déchets ? / ____ / a- Vous les traitez à l'aide de vos propres installations (recyclage, compostage, méthanisation...) ; b- Vous les jetez ; c- Autres à préciser
- 10- Si 9-b, où jetez-vous vos déchets ? / ____ / a- Dans le bac de l'hôtel ; b- Directement dans le bac Hysacam ; c- Dans une décharge sauvage ; e- Autres à préciser

- 11- Quels est le volume des bacs à ordures/_____/
- 12- Quel est la fréquence d'évacuation de vos déchets ? /_____/ a- Une fois par jour ; b- Une fois tous les deux jours ; c- Une fois tous les trois jours ; d- Une fois par semaine ; e- Autres à préciser
- 13- Triez-vous vos déchets avant de les jeter ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 14- Si oui que triez-vous ? /_____/ a- Fraction organique ou fermentescible ; b- Papier-carton ; c- Plastique ; d- Métaux ; e- Textiles ; f- Graisse et huiles usées ; g- Autres à préciser
- 15- Si non pourquoi ? /_____/ a- Non existence des filières de valorisation ; b- Vous n'y avez pas pensé ; b- Vous n'y gagnez rien ; c- Autres à préciser
- 16- Que faites-vous des déchets triés ? (à répondre si 7 a) /_____/ a- Vous les réutilisés ; b- Vous les remettez aux récupérateurs formels ; c- Vous les remettez aux récupérateurs informels ; d- Autres à préciser
- 17- Pensez-vous que vos déchets peuvent vous être utiles ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 18- Etes-vous disposé à trier vos déchets si des filières de valorisation sont mises en place ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 19- Etes-vous disposé à payer pour le traitement de vos déchets ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 20- Etes-vous renseigné sur le devenir de vos déchets ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 21- Disposez-vous d'une station d'épuration des eaux usées ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 22- Disposez-vous d'une station de traitement des boues de fosses septiques ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 23- Êtes-vous certifié ou portez-vous un label environnemental ? /_____/ a- Oui ; b- Non
- 24- Si oui quelles certifications ou labels environnemental portez-vous ? (préciser la version de l'iso et le nom du certificateur ou évaluateur). /_____/ a- Iso 9001 ; b- Iso 14001 ; c- Iso 22000 ; d- Ecolabel (à préciser) ; e- Autres à préciser
- 25- Si non pensez-vous ou souhaitez-vous êtes certifié ou porter un label environnemental ? /_____/ a- Oui ; b- Non

- **Questionnaire pour les gestionnaires de déchets**

Nom de la structure :

Date d'entrevue :

Siège social :

Personne contactée :

Téléphone :

Site Web :

Adresse e-mail :

Dans la cadre de la préparation du Mémoire de Master International en Développement spécialité Gestion de l'Environnement de l'Université Senghor d'Alexandrie, ce questionnaire à l'intention des gestionnaires des déchets dans la commune de Yaoundé 1^{er} vise à collecter des informations sur les techniques utilisées sur la gestion des déchets produits par les hôtels.

- 1- Quels types de déchets collectez-vous ? /____/ a- Déchets ménagers ; b- Déchets hospitaliers ; c- Déchets industriels ; d- Autres à préciser
- 2- Collectez- vous les déchets d'hôtels ? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 3- Les collectez-vous séparément (trié)? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 4- Si oui qu'est ce qui est trié ?/____/ a- Fraction organique ou fermentescible ; b- papier carton ; c- plastique ; d- Métaux ; e- Textiles ; f- verre ; g- graisse et huile usées ; h- Autres à préciser
- 5- Encouragez-vous le tri des déchets au niveau des hôtels ? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 6- Comment traitez-vous les déchets collectés ? /____/ a- enfouissement à la décharge ; b- recyclage ; c- compostage ; d- méthanisation ; e- autres à préciser
- 7- Triez-vous les déchets avant de les traiter ? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 8- Êtes-vous informé sur les effets néfastes de l'enfouissement des déchets /____/ a- cout de traitement élevé ; b- production du gaz carbonique et du méthane ; c- perte de la matière organique ; d- autres à préciser
- 9- Valorisez-vous les déchets que vous collectez? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 10- Si oui comment ? /____/ a- compostage ; b- méthanisation ; c- recyclage ; d- réutilisation ; e- autres à préciser
- 11- Si non pourquoi ? /____/ a- vous ne connaissez comment faire ; b-Vous n'avez pas les moyens financiers pour le faire ; c-Rien ne vous y oblige ; d- Autres à préciser
- 12- Avez-vous déjà entendu parler de la valorisation des déchets ? /____/ ; a- Oui ; b- Non
- 13- Êtes-vous informé sur la valorisation des déchets ?/____/ a-Source d'énergie (biogaz) ; b- Engrais naturel (compost) ; c-Matières premières à recycler ; d-Matières à réutiliser ; e-Autres à préciser

2 Guides d'entretiens

- Guides pour gestionnaires des déchets

- 1- faites-vous une collecte particulière des déchets d'hôtels ?
- 2- avez-vous des données ou information sur les quantités et les caractéristiques des déchets que produisent les hôtels ?
- 3- en dehors de HYSACAM, quels sont les autres acteurs de la collecte et de la gestion des déchets dans la commune ?
- 4- quelles sont les conditions à remplir pour une entreprise (association ONG, PME etc.) qui voudrait faire de la valorisation des déchets ?
- 5- pourquoi ne valorisé vous pas les déchets que vous collectés ?

- Guides pour gestionnaires d'hôtels

- 1- Avez-vous une démarche environnement dans votre établissement ? comment la gérer vous ?
- 2- Quels sont les points de production de déchets les plus importants de l'établissement ?
- 3- Connaissez-vous les quantités et les qualités des déchets que vous produisez ?
- 4- L'environnement en général et les déchets en particulier ont-ils un impact sur votre activité ?
- 5- Etes-vous intéressé par une reconnaissance ou une labellisation de votre hôtel ?
- 6- Comment pensez-vous obtenir une telle reconnaissance ?

Tableau 11 : liste des personnes rencontrées lors de la collecte des données

Noms et prénoms	Postes occupées
M. MBOHOU SOULEMANOU	Directeur des entreprises touristiques du Ministère du tourisme et des Loisirs du Cameroun
M. MOHAMADOU KOMBI	Directeur de la promotion des sites touristique du Ministère du tourisme et des Loisirs du Cameroun
M. MAHOU NGUIMBOUS Georges,	Directeur de Service Technique de la Communauté Urbaine de Yaoundé
M. DJIETEU Bruno	Directeur de la Décharge Contrôlée de Nkolfoulou
M. EKAMBI Aristide	Responsable QHSE groupe hôtelier la Falaise
M. MEHEN Elysée	Expert en Tourisme, consultant du PCFC
Pr TCHINDJANG Mesmin	expert en tourisme durable, chargé de cours à l'Université de Yaoundé 1