

UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN



MASTER DE SPECIALISATION EN SCIENCES ET GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

TITRE

METROPOLISATION, DECENTRALISATION ET GESTION DES
DECHETS : PERSPECTIVES D'ARTICULATION DE
L'ECONOMIE CIRCULAIRE A YAOUNDE.

Institution d'accueil : Bureau Technique d'Appui à la
Résilience Socio-environnementale (BETA-RESILIENCE)

Maître de stage : Dr Eric VOUNDI

Répondant : académique : Pr Jean-Pierre Raskin

Lecteur : Pr Thomas Pardoën

Rapport de stage présenté par
NZAKOU TSEPENG Julien Arnold
en vue de l'obtention du grade académique de
Master de spécialisation en Sciences et Gestion
de l'Environnement et du développement durable
Diplôme antérieur : Master en Sciences de la
Terre et de l'Univers

Juin 2025

DÉDICACES

*A
DIEU TOUT PUISSANT*

*ET
A mes parents*

*TSEPENG CHARLES HUBERT
ET
NYANSI SIDONIE EVELINE*

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens d'abord à remercier le SEIGNEUR DIEU TOUT PUISSANT pour m'avoir donné la vie sans laquelle le présent rapport n'aurait pu exister.

Je tiens également à remercier :

Le Dr. VOUNDI Eric, mon maître de stage, qui malgré ses nombreuses occupations, a suivi ce travail depuis les travaux de terrain jusqu'à la rédaction de ce rapport. Sa rigueur scientifique, son ardeur au travail, sa discipline, ses nombreuses critiques et suggestions constructives ont fortement influencés ce rapport.

Le Pr. Jean-Pierre Raskin, pour m'avoir accordé le privilège d'être mon encadrant académique. Ayant ainsi accepté de m'encadrer, il a su trouver du temps pour suivre l'évolution de ce travail et y apporter un regard critique constructif, malgré son agenda chargé.

Mes remerciements sont également adressés aux enseignants du master ENVI2MC, pour les enseignements et le savoir transmis, et pour avoir engendré en moi la passion de poursuivre et terminer ce master de spécialisation interdisciplinaire en sciences et gestion de l'environnement et du développement durable.

Je dis merci à mes camarades de promotion pour leur esprit de travail, leurs discussions scientifiques, leur collaboration, leur convivialité et leurs critiques.

Je remercie infiniment mes chers frères et sœurs pour leurs encouragements et leurs soutiens multiformes.

Je tiens également à présenter mes remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation du présent travail, et dont les noms ne figurent pas ici.

TABLE DES MATIERES

DÉDICACES -----	i
REMERCIEMENTS-----	ii
TABLE DES MATIERES -----	iii
LISTE DES FIGURES -----	iv
LISTE DES TABLEAUX-----	v
LISTE DES ABREVIATIONS-----	v
Résumé -----	vi
Executive summary -----	vii
Introduction -----	1
I.1. Présentation de l'institution d'accueil -----	3
I.2. Description de la problématique environnementales étudiée :-----	7
I.3. Objectif du stage -----	11
I.4. Liens avec les principales références théoriques des cours du Master -----	12
II. Contenu du stage -----	14
II.1. Localisation et cadre géographique de la zone d'étude-----	14
II.2. Présentation de l'étude et de ses résultats -----	19
II.3. Analyse critique de l'applicabilité des résultats -----	36
III. Analyse des acquis du stage -----	41
III.1. Évaluation personnelle des compétences acquises -----	41
III.2. Réflexion sur l'apport du stage en termes d'enrichissement des connaissances sur la gestion des déchets dans un contexte de métropole. -----	42
IV. Suggestions à l'institution d'accueil -----	45
IV.1. Propositions pour améliorer la gestion des déchets par catégorie -----	45
IV.2. Conseils pour la mise en œuvre de l'économie circulaire dans le processus de gestion des déchets à Yaoundé -----	49
IV.3. Idées d'initiatives et d'incitations pour renforcer la sensibilisation et l'engagement de la population-----	52
Conclusion -----	55
Références-----	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Rejet de déchets de nature diverse dans un espace public de la ville de Yaoundé-----	2
Figure 2 : Vue d'un exemple de la répartition spatiale désordonnée des habitas à Yaoundé -----	2
Figure 3 : Organigramme du groupe BETA-RESILIENCE -----	4
Figure 4 : Clichés de deux séances de travail dans la salle de réunion de BETA-RESILIENCE -----	4
Figure 5 : Cours d'eau obstrué par du plastique -----	8
Figure 6 : Déchets pastiques rejetés dans un bac à ordure -----	8
Figure 7 : Émission des GES issus du secteur des déchets, à l'échelle planétaire-----	9
Figure 8 : Localisation de la zone d'étude -----	15
Figure 9 : Carte morphologique de la ville de Yaoundé-----	16
Figure 10 : Carte hydrographique de la ville de Yaoundé-----	16
Figure 11 : Types et quantités de déchets produits à Yaoundé -----	20
Figure 12 : Origine des déchets organiques -----	21
Figure 13 : Origine des déchets plastiques-----	21
Figure 14 : Origine des déchets électroniques-----	22
Figure 15 : Origine des autres déchets-----	22
Figure 16 : Localisation de la station de Nkolfoulou-----	25
Figure 17 : Proportion des déchets collectés à Yaoundé par HYSACAM-----	25
Figure 18 : Pavés fabriqués à partir du plastique recyclé-----	27
Figure 19 : Employé d'HYSACAM collectant les déchets déposés à un point de collecte -----	27
Figure 20 : Illustration de la production de lixiviat par la dégradation de la matière organique présente dans un bac à ordure-----	28
Figure 21 : Illustration de la nuisance olfactive des déchets organiques déversées dans une zone inappropriée -----	28
Figure 22 : Déversement des lixiviats au sol à la décharge de Nkol Foulou -----	29
Figure 23 : Appareils électroniques arrivés en fin de vie et n'étant plus utilisés -----	31
Figure 24 : Schéma du mécanisme de la gazéification-----	34
Figure 25 : Chaine de production des déchets dans la ville de Yaoundé-----	34
Figure 26 : Intégration de l'économie et des pratiques durables dans la gestion des déchets à Yaoundé -----	35
Figure 27 : image d'un four à pyrolyse-----	46
Figure 28 : schéma simplifié d'un biodigesteur-----	46
Figure 29 : schéma simplifié du fonctionnement de la pyrolyse -----	47
Figure 30 : image de charbon fabriqué à partir de la matière organique et par pyrolyse -----	47
Figure 31 : schéma simplifié d'un système d'aquaponie -----	51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : évolution de la population de yaoundé entre 1956 et 2020 -----	1
Tableau 2 : Lien entre la nature et l'origine des déchets -----	23
Tableau 3 : Étape de la gestion des déchets solides à Yaoundé -----	26
Tableau 4 : Raisons du manque de tri de déchets à la source à Yaoundé -----	40
Tableau 5 : Raisons évoquées par les individus selon leurs âges et leurs genres -----	41

LISTE DES ABREVIATIONS

CUY : Communauté urbaine de Yaoundé	Au : Or
HYSACAM : Hygiène et salubrité du Cameroun	Cu : Cuivre
IFORD : Institut de Formation et de Recherche Démographiques	C ₂ H ₆ : Ethane
ENSTP : Ecole nationale supérieur de travaux publics	C ₃ H ₈ : Propane
ONG : Organisation non gouvernementale	C ₄ H ₁₀ : Butane
CAMENTO : Cameroon Environment and Tourism	Co : Cobalt
AFD : Agence française de développement	Ni : Nickel
GIEC : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat	Ag : Argent
ONU : Organisation des nation unis	PHA : Polyhydroxycanoate
WEEECAM : Waste Electrical and Electronic Equipment of Cameroon	
D3E/DEEE : Déchets d'équipements électriques et électroniques	
SREP : Système de responsabilité élargie des producteurs	
CEO : Chief Executive Officer	
Sd : Sans date	
GES : Gaz à effet de serre	
CH ₄ : Méthane	
Hg : Mercure	
Pb : Plomb	
Cd : Cadmium	
CO ₂ : Dioxyde de carbone	
CO : Monoxyde de carbone	

Résumé

Yaoundé, la capitale politique du Cameroun, est en proie à une urbanisation rapide du fait d'une croissance démographique importante. Ce processus aggrave les difficultés associées à la gestion des déchets en milieu urbain, qui demeure mal régulée à cause de l'insuffisance d'infrastructures appropriées, d'une collecte sporadique et d'une valorisation insuffisante des déchets. À ce jour, l'essentiel des déchets générés par la ville, incluant les plastiques, les ordures organiques, les résidus électroniques et inertes, sont soit laissés dans des lieux non adéquats, soit acheminés vers des sites d'enfouissement non réglementés, créant de ce fait des risques pour l'environnement et la santé publique.

Dans ce cadre, la prise en charge des déchets à Yaoundé est assurée par l'entreprise HYSACAM, qui offre des services restreints et gère la collecte d'environ 40% des déchets générés quotidiennement. Une nouvelle entreprise dénommée THYCHOLF, créée par la Mairie de ville, a récemment vu le jour dans l'optique d'une gestion en régie des déchets à Yaoundé. La contribution de cette dernière à la l'amélioration du système de gestion des déchets à Yaoundé reste cependant encore à démontrer. Toute stratégie efficace de valorisation est compromise par le manque de tri à la source et le manque de centres spécialisés. Les déchets plastiques, qui constituent à peu près 10% des résidus urbains à Yaoundé, sont rarement recyclés tandis que la majorité des déchets (65%), de nature organique, est enterrée sans un traitement approprié. Les déchets électroniques, malgré leur faible volume, représentent un danger du fait de leur capacité à polluer par les métaux lourds qu'ils contiennent. Parallèlement, les déchets résiduels tels que les débris de construction et les textiles sont souvent gérés de façon non officielle.

Dans le contexte de ces enjeux, l'adoption de l'économie circulaire semble constituer une réponse appropriée. Cela requiert l'établissement de systèmes de tri sélectif, le perfectionnement de circuits de recyclage appropriés et l'utilisation du potentiel de valorisation des résidus (compostage, biodigestion, conversion des plastiques et récupération des métaux). Plusieurs actions locales, bien qu'elles soient restreintes, comme celle de l'ONG Tam-Tam Mobile, situé dans l'arrondissement de Yaoundé 6 de la ville de Yaoundé, s'efforcent d'établir une gestion des déchets plus pérenne, notamment par le biais de collaborations public-privé et de campagnes de sensibilisation à destination des citoyens.

Toutefois, des obstacles demeurent : réglementation inadéquate, déficit de financement et faible engagement des collectivités locales ainsi que des citoyens. Pour une gestion des déchets qui soit à la fois efficace et pérenne, il est crucial d'optimiser les installations de tri et de valorisation, de consolider la réglementation et d'inciter à un engagement fort des acteurs publics et privés. L'implémentation de l'économie circulaire pourrait donc contribuer à diminuer la pollution, à générer des perspectives économiques et à rehausser le niveau de vie à Yaoundé.

Mots clés : Yaoundé, déchets, recyclage, valorisation, économie circulaire

Executive summary

Yaoundé, the political capital of Cameroon, is undergoing rapid urbanisation as a result of significant population growth. This process is exacerbating the difficulties associated with urban waste management, which remains poorly regulated due to a lack of appropriate infrastructure, sporadic collection and insufficient waste recovery. To date, most of the waste generated by the city, including plastics, organic waste, electronic waste and inert waste, is either left in unsuitable places or sent to unregulated landfill sites, creating risks for the environment and public health.

Waste management in Yaoundé is handled by the company HYSACAM, which offers limited services and manages the collection of around 40% of the waste generated daily. A new company called THYCHOLF, set up by the City Council, was recently created with a view to managing Yaoundé's waste on its own. However, its contribution to improving the waste management system in Yaoundé has yet to be demonstrated. Any effective recovery strategy is compromised by the lack of sorting at source and the lack of specialised centres. Plastic waste, which accounts for around 10% of urban waste in Yaoundé, is rarely recycled, while the majority (65%) of organic waste is buried without proper treatment. Electronic waste, despite its small volume, represents a danger due to its capacity to pollute through the heavy metals it contains. At the same time, residual waste such as construction debris and textiles is often managed unofficially.

Against the backdrop of these issues, the adoption of the circular economy seems to be an appropriate response. This requires the establishment of selective sorting systems, the refinement of appropriate recycling circuits and the use of the recovery potential of residues (composting, biodigestion, conversion of plastics and recovery of metals). A number of local initiatives, albeit limited, such as that of the NGO Tam-Tam Mobile, located in the Yaoundé 6 district of the city of Yaoundé, are striving to establish more sustainable waste management, notably through public-private partnerships and public awareness campaigns.

However, there are still obstacles in the way: inadequate regulations, a lack of funding and a lack of commitment on the part of local authorities and the general public. For waste management to be both effective and sustainable, it is crucial to optimise sorting and recovery facilities, consolidate regulations and encourage a strong commitment from public and private players. Implementing the circular economy could therefore help to reduce pollution, generate economic opportunities and raise living standards in Yaoundé.

Key word : Yaoundé, waste, recycling, recovery, circular economy.

Introduction

Yaoundé, la capitale politique du Cameroun, est depuis plusieurs années, le théâtre d'un processus de métropolisation important. Ce phénomène, se fait suivre par une croissance rapide de la population urbaine (Mougoue et Laurentine, 2021) (Tab. 1) et une expansion spatiale chaotique (Fig. 1). Observé dans plusieurs grandes villes d'Afrique, cette métropolisation se manifeste par une concentration grandissante des activités économiques, administratives et sociales au cœur de la ville, ainsi que par une urbanisation rapide souvent difficile à contrôler. Par conséquent, les infrastructures et les services publics à l'instar de la gestion des déchets, ont du mal à s'adapter à cette urbanisation accélérée.

Dans le cadre de Yaoundé, la gestion des déchets constitue un enjeu majeur. Yaoundé produit chaque jour une grande quantité de déchets domestiques, industriels et hospitaliers qui, faute de systèmes efficaces de tri, collecte, recyclage et valorisation, finissent souvent dans des décharges à l'air libre ou sont laissés dans des lieux publics (Monebene, 2024). (Fig. 2). Ce problème est aggravé par la faiblesse du tissu industriel local et les contraintes financières des instances gouvernantes, qui manquent de ressources et de moyens matériels nécessaires à la gestion efficace et pérenne des déchets à Yaoundé. (E. Ngnikam et al., 2006).

Tableau 1 : évolution de la population de yaoundé entre 1956 et 2020 (Source : Tiani Dissi (2022), d'après les Cahiers de l'IFORD)

Année	Populations	Superficies (en ha)	Densités (hbts/ha)
1956	54000	1740	31
1964	90000	2250	40
1968	152000	2930	52
1974	263000	3830	69
1976	313706	-	-
1981	-	5300	-
1987	649252	-	-
1990	-	13300	-
1992	914000	13500	68
2000	1800000	18000	100
2005	1817524	22000	83
2010	1900000	25000	76
2020	2800000	31000	90



Figure 1 : Vue d'un exemple de la répartition spatiale désordonnée des habitas à Yaoundé



Figure 2 : Rejet de déchets de nature diverse dans un espace public de la ville de Yaoundé

En parallèle, le Cameroun a entrepris un processus de décentralisation destiné à attribuer plus de responsabilités aux collectivités locales, en particulier dans les domaines de la gestion environnementale (Rostant et al., 2024). Bien que toujours en cours de développement, cette démarche donne une opportunité aux municipalités, telles que celles de Yaoundé¹, d'optimiser leur gestion locale et d'explorer de nouvelles méthodes de gestion des ordures, mieux ajustées au contexte local. La décentralisation peut favoriser une participation accrue des collectivités et des intervenants locaux dans le pilotage des services publics, notamment la gestion des déchets, encourageant ainsi une démarche plus participative et Pérenne.

Une des solutions novatrices face aux enjeux de la gestion des déchets en zone urbaine est le concept d'économie circulaire. À l'opposé du modèle économique linéaire basé sur le cycle « Production – Consommation – Rejet », l'économie circulaire offre un modèle qui valorise les déchets comme des ressources susceptibles d'être réemployées, valorisées ou recyclées. Elle cherche à réduire les déchets et à allonger la longévité des matériaux grâce à des méthodes de réduction, de réemploi et de recyclage (Cristofini, 2023). Dans un cadre de métropolisation, l'intégration de l'économie circulaire au sein de la gestion des déchets pourrait fournir des solutions pérennes, tant en matière de diminution de la pollution de l'environnement, qu'en matière de génération de nouvelles opportunités économiques en faveur des intervenants locaux.

Dans cette optique, ce travail vise à examiner comment l'économie circulaire peut être intégrée dans la gestion des déchets de la ville de Yaoundé, tout en tenant compte des

¹ Il est important de signaler que la ville de Yaoundé compte huit (08) municipalités à savoir sept (07) communes d'arrondissement chapeautées par la mairie de ville, anciennement appelée Communauté Urbaine de Yaoundé

dynamiques locales liées à la métropolisation et à la décentralisation. L'analyse porte sur les enjeux et les perspectives associés à l'instauration d'une gestion des déchets plus durable à niveau métropolitain, ainsi que sur le rôle joué par les autorités locales et les intervenants privés dans l'encouragement de la pratique de l'économie circulaire. Cette recherche vise aussi à déterminer les facteurs sociaux, économiques et politiques susceptibles de favoriser ce passage à une gestion circulaire des déchets à Yaoundé, dans le cadre d'une métropolisation en expansion et d'une décentralisation graduelle.

Par conséquent, en examinant ces divers aspects de manière croisée, cette étude vise à approfondir notre compréhension des liens entre la métropolisation, la décentralisation et la gestion des déchets dans la métropole de Yaoundé. Elle propose également des stratégies pour l'incorporation de l'économie circulaire comme moteur du développement urbain durable.

I.1. Présentation de l'institution d'accueil : Historique, mission et implication de l'institution dans la gestion des déchets et le développement durable à Yaoundé.

I.1.1. Historique et statut de BETA-RESILIENCE

BETA-RESILIENCE, également connue sous le nom de Bureau Technique d'Appui à la Résilience Socio-environnementale, est un groupe (Figure 3) composé de trois structures : 1) BETA-RESILIENCE association, BETA-RESILIENCE SARL (Bureau d'études) et le Laboratoire RESILIENCE. Il a été mis sur pied en 2017 par un collectif d'une dizaine d'enseignants-chercheurs, de chercheurs et de professionnels de différentes disciplines (géographie, environnement, écologie, botanique, foresterie, sociologie, droit, etc.). Le groupe revendique un positionnement dans la recherche-action et l'offre d'expertise dans les domaines de l'environnement, la cartographie, l'assainissement urbain, le reboisement, les évaluations environnementales et sociales, le système de management environnemental, l'aménagement du territoire, la sensibilisation et l'animation communautaire, etc. L'équipe de BETA-RESILIENCE effectue tant la recherche fondamentale que partenariale. Ses recherches et actions visent à une prise en charge plus active des problèmes d'environnement, face aux multiples forces qui tendent à les reléguer au second plan. Il est question d'appuyer la recherche de solutions face aux challenges environnementaux, économiques sociaux et culturels actuels pour renforcer la résilience des populations à travers la planète.

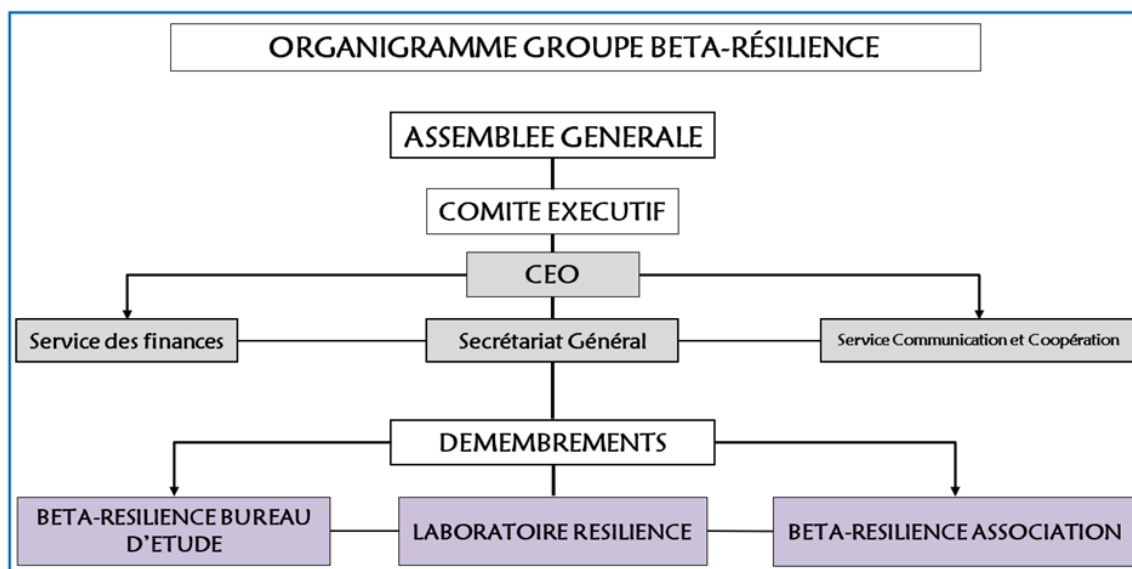


Figure 3. Organigramme du groupe BETA-RESILIENCE

Dans le cadre de notre stage nous avons été accueillis au sein du Départements des formations et stages de BETA-RESILIENCE Association et placé sous la supervision de de M. Eric VOUNDI, par ailleurs CEO du groupe BETA-RESILIENCE.

Cette structure du groupe, l'association, a été créée en premier, le 26 août 2017 à la préfecture du département du Mfoundi à Yaoundé, par arrêté de déclaration N°00000819/RDA/J06/A2/SAAJP/BAPP. BETA-RESILIENCE ASSOCIATION a été fondé dans le but de répondre aux exigences grandissantes de consolider la résilience sociale et environnementale au Cameroun et en Afrique centrale face aux enjeux environnementaux contemporains. Sa localisation au sein du quartier Obobogo, dans le sud de la ville, indique sa connexion étroite avec les défis sociaux et environnementaux de Yaoundé.



Source : Gilles Yvan Akamba.

Figure 4. Clichés de deux séances de travail dans la salle de réunion de BETA-RESILIENCE

Depuis sa fondation, BETA-RESILIENCE a conçu une démarche pluridisciplinaire et

un modèle de recherche-action qui combine recherche fondamentale et collaboration locale, afin de proposer des réponses pratiques et sur mesure aux enjeux environnementaux. Avec à date près de huit ans d'expertise, elle s'est affirmée comme une entité de référence dans l'administration des écosystèmes et la résilience socio-écologique des communautés et des territoires, ayant déjà implémenté une dizaine de projets. L'équipe, qui se compose d'une dizaine de membres et d'environ vingt bénévoles, met en avant l'expertise scientifique afin d'appuyer les politiques publiques de développement durable à l'échelle locale.

I.1.2. Fonctions de BETA-RESILIENCE

BETA-RESILIENCE s'est activement engagé dans diverses tâches primordiales pour la préservation de l'environnement et la promotion du développement durable au Cameroun. Elle se consacre, entre autres à :

- Protéger, préserver et restaurer la biodiversité par le biais de projets de terrain visant des écosystèmes fragiles ;
- Lutter contre les changements climatiques, en œuvrant pour l'adaptation et la résilience face aux catastrophes naturelles ;
- Promouvoir l'équité environnementale et l'éducation communautaire, en impliquant les citoyens dans ses initiatives pour un impact plus durable ;
- Mettre en œuvre de projets en foresterie, sylviculture et géomatique, qui visent à réhabiliter les espaces naturels et à utiliser la technologie pour une meilleure gestion des ressources environnementales.

I.1.3. Implication de BETA-RESILIENCE dans la gestion des déchets et le développement durable à Yaoundé

BETA-RESILIENCE a aussi acquis une compétence en matière de gestion des déchets, en mettant l'accent sur des méthodes de gestion durables dans le contexte de l'urbanisation de Yaoundé. L'association identifie les déchets comme un des défis cruciaux lié à l'urbanisation accélérée et à l'expansion démographique dans les métropoles africaines, à l'instar de Yaoundé. À Yaoundé justement, la gestion des déchets pose un challenge de tous les jours, particulièrement pour ce qui est des déchets en organiques, plastiques, électroniques et autres types de déchets. BETA-RESILIENCE s'implique activement dans la quête de solution circulaire pour faire face à cette question.

BETA-RESILIENCE est en première ligne pour promouvoir l'économie circulaire et soutenir des projets qui visent à diminuer, recycler et réutiliser les déchets. Dans le sillage des

recherches scientifiques de ses membres sur le sujet (l'économie circulaire), un article vient d'être récemment publié dans la revue Flux, (Voundi et al., 2025)², au titre fort évocateur « Dimako (Cameroun) : mine urbaine dans une shrinking city africaine ». Ce texte analyse la chaîne de valeur d'une filière d'exploitation des déchets ferreux et ferrugineux provenant des rebuts d'une ancienne installation de transformation industrielle du bois, dans la petite ville de Dimako, dans région de l'Est-Cameroun. Les résultats des enquêtes menées par les auteurs (chercheurs et membres de BETA-RESILIENCE) transposent dans l'espace l'emboîtement entre Dimako et la capitale économique du Cameroun, Douala, par l'entremise de cette filière d'exploitation d'un gisement urbain, de collecte, de transport et de recyclage dans les unités métallurgiques de Douala. Cette économie circulaire qui remet en circulation la matière première secondaire que constitue la ferraille des restes industrielles de la SFID (Société Forestière et Industrielle de la Doumé) articule une solution endogène plus ou moins efficace par le moyen, cependant, d'une véritable économie de la débrouillardise qui reste encore à formaliser.

Aussi, grâce à l'usage des moyens techniques, scientifiques et à une collaboration avec certains partenaires locaux, BETA-RESILIENCE ASSOCIATION participe à la transformation des déchets en matériaux réutilisables, réduisant ainsi leurs incidences sur l'environnement. Son approche comprend :

- Des actions de sensibilisation visant à éduquer les citoyens sur l'importance d'une gestion durable des déchets ;
- Des partenariats avec les autorités locales et les acteurs communautaires pour l'établissement de mécanismes de tri et de récolte sélective ;
- La mise en œuvre de projets pilotes pour la valorisation des déchets organiques et plastiques, particulièrement dans les marchés et les zones populaires et insalubres de Yaoundé ;
- L'élaboration et l'innovation de méthodes de gestion adaptées aux particularités locales, en particulier concernant les déchets électroniques qui constituent un danger spécifique pour la santé publique.

BETA-RESILIENCE, forte de son savoir-faire en gestion environnementale et analyse stratégique, s'engage aussi dans des démarches de dialogue et de négociation pour optimiser la gestion des déchets à l'échelle municipale. L'association, au travers de l'incorporation de la résilience, travaille pour une gestion optimale des déchets en accord avec les normes de

² <https://shs.cairn.info/revue-flux-2024-4-page-93?lang=fr>

durabilité. Elle participe ainsi à renforcer la résilience de Yaoundé face aux contraintes et crises environnementales que traverse la ville.

I.2. Problème environnementale étudiée

I.2.1. Métropolisation de Yaoundé et défis de gestion de déchets

Yaoundé, qui est la capitale politique du Cameroun, représente un pôle crucial de l'activité socio-économique et culturelle nationale. Elle connaît une croissance démographique rapide, stimulée par un important flux migratoire, avec des individus provenant des zones rurales et des périphéries urbaines à la recherche d'opportunités économiques et d'accès aux services fondamentaux (Mougoue et Laurentine, 2021). La métropolisation qui se produit à Yaoundé transforme cette ville en une agglomération urbaine de plus en plus dense, augmentant le nombre d'infrastructures et les demandes en ressources ; tout en imposant une pression significative sur les milieux naturels urbains et périurbains. Cette mutation rapide, le plus souvent improvisée, engendre d'importants enjeux environnementaux (Zoma et al., 2022), dont la gestion des déchets est un élément central.

La croissance rapide et incontrôlée de la population conduit à une production massive de déchets, ce qui complique le fonctionnement des systèmes de gestion traditionnelle (Monebene, 2024). Par conséquent, la ville est confrontée à des difficultés d'une collecte inconstante, d'infrastructures de traitement restreintes et d'un système de recyclage peu performant. De plus, le ramassage des déchets se focalise majoritairement dans des secteurs et quartiers résidentiels ou vit l'élite politique, économique, administrative du pays, négligeant ainsi plusieurs quartiers populaires, cosmopolites et périphériques qui n'ont pas un accès constant aux services de collecte. Cette situation entraîne ainsi un amassement de déchets dans les milieux publics, les rivières avec la succession dans le paysage urbain des dépotoirs informels. Ces dernières semaines, la situation est devenue tellement critique qu'elle a entraîné la sortie du premier ministre camerounais³ qui s'est vu obligé de donner des instructions pour que Yaoundé soit débarrasser de son trop plein de déchets et s'exonère de sa qualification par les médias nationaux, locaux et les citoyens de « ville poubelle ». L'évolution de Yaoundé vers une métropole rend ainsi la gestion des déchets non seulement plus complexe, mais aussi plus urgente.

I.2.2. Problématique spécifique des déchets en fonction des catégories

³ <https://crtv.cm/2025/02/28/yaounde-joseph-dion-ngute-prescrit-un-plan-dassainissement-durgence/> ; <https://ecomatin.net/ordures-a-yaounde-il-faut-decreter-letat-durgence-au-cameroun>

Dans une ville en plein essor comme Yaoundé, l'une des particularités de la gestion des déchets est la variété des déchets générés, qui exige une stratégie spécifique et personnalisée. On peut grouper les déchets en quatre catégories principales : les déchets organiques, les déchets plastiques, les déchets électroniques et les déchets résiduels. Chaque type de déchet présente des enjeux particuliers en ce qui concerne la collecte, la valorisation et le traitement de ces déchets.

- Déchets plastiques

Selon Akoh et al. (2024), à Yaoundé, les déchets de nature plastique constituent une fraction significative des déchets urbains (Fig. 5). Ils sont principalement issus des emballages d'aliments, des ustensiles de cuisine en plastique et d'autres articles à usage unique. Ces résidus posent un problème car leur décomposition naturelle est ardue et ils ont une forte propension à s'entasser dans la nature, obstruant les voies d'écoulement et accentuant les phénomènes tels que les crues (Fig. 6). La contamination des sols et des rivières par le plastique entraîne une pollution durable qui perturbe la biodiversité locale. À l'heure actuelle, le recyclage des déchets plastiques est encore largement restreint à diverses actions isolées, généralement orchestrées par des groupes associatifs ou des sociétés privées, sans un accompagnement institutionnel organisé (Kamgaing, 2021). Ainsi, le défi consiste à dénicher des méthodes pour valoriser ces résidus tout en réduisant leur source de productions.



Figure 5 : Déchets pastiques rejetés dans un bac à ordure



Figure 6 : Cours d'eau obstrué par du plastique

- Déchets organiques

Yaoundé génère une quantité importante d'ordures organiques, principalement provenant des marchés et des restes alimentaires domestiques. Lorsque ces déchets ne sont pas

rapidement ramassés et gérés de manière appropriée, ils se dégradent et émettent des gaz à effet de serre (GES) tels que le méthane, participant ainsi au réchauffement climatique (Boukar, 2023). En 2014, une évaluation de la part du secteur des déchets dans les émissions de GES a été publiée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) (Fig. 7). D'après cette estimation, approximativement 43% des émissions dans le domaine des déchets sont attribuables aux dépôts à terre des déchets solides (GIEC, 2014). De plus, l'accumulation de résidus organiques attire les nuisibles comme les rats, les mouches et autres insectes et présente des dangers pour la santé publique. Même si la biodigestion ou le compostage de ces résidus est envisageable, les installations et les compétences techniques nécessaires pour déployer ces méthodes à grande échelle demeurent encore insuffisantes dans la ville de Yaoundé.

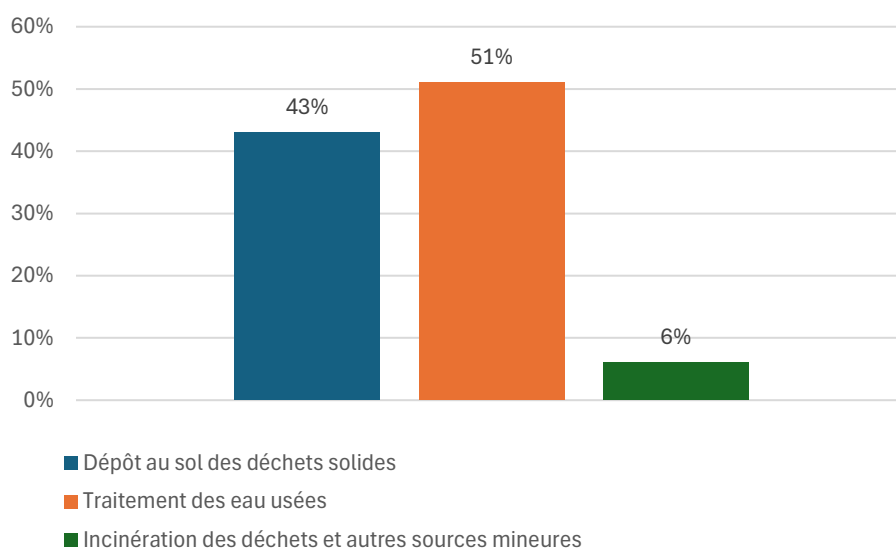


Figure 7 : Émission des GES issus du secteur des déchets, à l'échelle planétaire (GIEC, 2014)

▪ Déchets électroniques

Au fur et à mesure de la métropolisation et de l'évolution de Yaoundé, la ville est également confrontée à une augmentation des déchets technologiques ou e-déchets (appareils électroménagers hors d'usage, téléphones, ordinateur, etc.). Ces résidus peuvent occasionnellement renfermer des éléments nocifs (Leklou, 2022), tels que le Hg, Pb, le Cd, etc. susceptibles de polluer les sols et l'eau, mettant ainsi en péril la santé humaine et environnementale. À ce jour, il existe une pénurie de moyens de collecte et de traitement des déchets électroniques, ce qui entraîne leur dépôt dans des décharges non régulées ou leur incinération sauvage, libérant ainsi des substances toxiques dans l'atmosphère. La gestion des déchets électroniques nécessite pourtant une expertise technique et un cadre législatif adéquat, qui sont actuellement absents dans le management des déchets de la ville de Yaoundé. La

situation est d'autant plus préoccupante qu'il se développe, depuis plusieurs décennies, dans le paysage urbain de Yaoundé, une filière de la brocante qui concourt à l'importation depuis les pays occidentaux des quantités importantes d'équipements et produits divers (notamment électroniques) relégués dans ces pays occidentaux au statut de déchets. La durée de vie de ces produits (recyclés de fait) est nécessairement courte ; ceux-ci viennent ainsi s'ajouter à la masse de déchets produits localement dans la ville. Cette circulation internationale des rebuts et des déchets est une problématique majeure dans les métropoles des pays d'Afrique subsaharienne.

- Les déchets résiduels

Ces types de déchets prennent en compte les détritiques non considérés dans les groupes précédemment mentionnés, comme les cartons, les débris de construction, le textile, les métaux et autres déchets variés. Bien que leur quantité soit réduite, ces déchets représentent des défis en matière de stockage et de traitement, car ils ne s'adaptent pas toujours aux infrastructures actuelles de gestion des déchets. L'intégration de ces éléments dans une économie circulaire requiert l'utilisation de méthodes de recyclage sophistiquées et, dans certaines situations, une compétence particulière.

Étant donné la variété et les particularités des différents types de déchets, il est essentiel pour la métropole de Yaoundé d'adopter une gestion des résidus basée sur les règles de l'économie circulaire. Ce modèle, dont l'objectif est d'allonger la longévité des ressources tout en réduisant les déchets, pourrait proposer des réponses personnalisées pour chaque catégorie de déchet. Par exemple, un tri minutieux et une collecte sélective des déchets pourraient favoriser leur réutilisation et recyclage, diminuant ainsi la quantité totale de déchets enfouis ou brûlés.

La mise en œuvre de l'économie circulaire dans le contrôle des déchets à Yaoundé constituerait une mutation significative, facilitant le recyclage sécurisé des déchets électroniques, la valorisation des plastiques, la conversion des résidus organiques en compost et la réutilisation d'autres types de déchets. Toutefois, pour y parvenir, il est indispensable de réaliser des investissements en matière d'infrastructures, de renforcer la sensibilisation du public et d'adopter une politique publique cohérente. La transition vers une économie circulaire en matière de gestion des déchets serait un changement important pour Yaoundé. Elle offrirait l'opportunité d'améliorer la résilience environnementale de la ville, tout en favorisant la santé publique et le bien-être de ses résidents.

I.3. Objectif du stage

I.3.1. Analyser l’articulation entre la gestion des déchets par catégorie et les principes de l’économie circulaire

Le but premier de ce stage à BETA-RESILIENCE association a été d'examiner comment une gestion sélective des déchets par type (organiques, plastiques, électroniques et autres types) peut être intégrée aux principes de l'économie circulaire dans le cadre urbain de Yaoundé. L'accumulation des déchets dans les zones urbaines, qui s'est intensifiée depuis des événements très couverts tels que la Coupe d'Afrique des Nations en 2021, met en évidence l'insuffisance des solutions existantes et le besoin pressant de modèles novateurs. Notre but est de déceler des solutions tangibles pour l'incorporation des principes de l'économie circulaire à chaque phase de la gestion des déchets, en étudiant le processus de traitement des déchets, y compris les méthodes de collecte, d'acheminement et de recyclage.

Cette étude se penchera sur les problématiques spécifiques associées à chaque catégorie de déchet : les plastiques, traditionnellement recyclables mais encore sous-exploités ; les déchets organiques, qui ont la potentialité d’être convertis en compost et énergie, les déchets électroniques, requérant un traitement spécifique, ainsi que les autres formes de déchets qui présentent des enjeux logistiques et environnementaux. Nous privilégions une démarche qui évalue la capacité de conversion de chaque sorte de déchet afin d’optimiser leur incorporation dans un processus de valorisation.

I.3.2. Déterminer des approches pour améliorer l’intégration de l’économie circulaire dans le traitement des déchets à Yaoundé.

L'autre objectif de ce stage consiste à proposer des idées pratiques pour améliorer l'incorporation de l'économie circulaire dans la gestion des résidus à Yaoundé. Cela se fera sur la base de la théorie BETA-RESILIENCE qui suggère qu'une gestion décentralisée, au niveau des quartiers, pourrait optimiser l'efficacité de la gestion des déchets. Dans ce contexte, nous promettons de :

- Décrire les sources et les intervenants dans la production des déchets.

En mettant en évidence les principaux émetteurs de déchets comme les foyers, les supermarchés, les sociétés, etc. et en décrivant le type et la qualité des résidus qu'ils émettent, notre but est de suggérer des stratégies spécifiques aux contextes locaux et à la nature des déchets créés.

- Étudier les projets en cours, de conversion et de valorisation des déchets.

Des mesures locales, parmi lesquelles les programmes de conversion des détritiques organiques en compost et de recyclage des déchets de nature plastique, sont déjà en vigueur. Notre mission sera d'analyser leurs succès, leurs contraintes, leurs capacités d'expansion et de mettre en évidence les possibilités d'amélioration afin de les incorporer efficacement dans une gestion circulaire au niveau de la ville.

- Étudier le rôle des intervenants locaux au sein de la gestion des déchets.

Analyser l'engagement du gouvernement, des Organisations Non Gouvernementales, des entreprises privées et des habitants dans les projets de gestion des déchets.

- Proposer des suggestions pour une gestion des déchets qui soit durable et participative.

Formuler des stratégies efficaces pour rendre meilleur les opérations de tri, de prélèvement, et d'exploitation des déchets, en se basant sur les normes internationales strictes tout en tenant compte des tendances locales.

- Examiner les possibilités d'incorporation des principes de l'économie circulaire.

Concevoir des stratégies ayant pour but de donner une seconde vie aux déchets, en les convertissant en matières réutilisables, tout en considérant les dynamiques politiques et socio-économiques.

Par le biais de cette tâche, nous aspirons à fournir des éléments tangibles pour consolider la résilience sociale et environnementale de Yaoundé et soutenir l'effort de BETA-RESILIENCE en faveur d'un développement soutenable, intégratif et inclusif.

I.4. Relations avec quelques cours théoriques du Master ENVI2MC

Ce stage s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire qui intègre plusieurs notions traitées durant le Master spécialisé en Sciences et Gestion de l'Environnement et du Développement Durable. En intégrant ces notions dans le cadre précis de la gestion des déchets à Yaoundé, notre but est d'acquérir une connaissance approfondie des dynamiques de métropolisation, décentralisation et économie circulaire, tout en les associant à des concepts tels que le droit de l'environnement, la mondialisation et la sociologie.

LENVI2012 : Pollution de l'environnement

Le cours sur la Pollution de l'environnement a été crucial pour saisir les processus de

contamination des zones urbaines et leurs conséquences écologiques, sanitaires et économiques. Dans ce travail, nous exploitons ces connaissances pour étudier la pollution associée à chaque type de déchet dans la ville de Yaoundé (déchets organiques, plastiques, électroniques etc.). La notion de « charge polluante » y joue un rôle central : la gestion des déchets plastiques par exemple, doit englober non seulement leur collecte et leur recyclage, mais aussi une évaluation de leurs impacts cumulés sur le sol, les cours d'eau et la qualité de l'air. Ce lien conceptuel favorise donc une perspective globale, dans laquelle la diminution de la pollution s'appuie non seulement sur le traitement, mais aussi sur la prévention et le contrôle en amont.

LDROI1221 : Introduction à la sociologie

Au cours du module d'introduction à la sociologie, nous avons eu l'occasion d'étudier les interactions sociales, les habitudes et les perceptions collectives concernant les problématiques environnementales. À Yaoundé, les modes de gestion des déchets sont modelés par des dynamiques sociétales particulières : comportements vis-à-vis de la consommation, perceptions du recyclage, éducation communautaire, et ainsi de suite. Ce travail nous offre donc l'opportunité de fusionner ces aspects sociologiques afin d'examiner la gestion des résidus comme une question où la conduite des citoyens et la considération des intervenants locaux, à l'échelle des quartiers, jouent un rôle central dans l'élaboration de solutions durables. Cela correspond à l'hypothèse de BETA-RESILIENCE qui prône la nécessité d'une gestion locale des déchets.

LDROP2061 et LDROP2063 : Respectivement droit général de l'environnement et du cadre de vie, et droit sectoriel de l'environnement

Les cours de Droit sectoriel de l'environnement et de Droit général de l'environnement et du cadre de vie nous ont fourni les outils pour saisir les diverses régulations et standards qui gouvernent la gestion environnementale. Ces informations sont essentielles pour examiner le cadre juridique qui régit la gestion des déchets à Yaoundé. Nous nous concentrons surtout sur les lois et régulations adaptées à chaque catégorie de déchets, ainsi que sur les responsabilités des municipalités et des régions en termes de gestion des déchets. Ce cadre légal constituera le fondement pour analyser les actions de BETA-RESILIENCE et élaborer des suggestions sur l'amélioration de l'économie circulaire, tout en respectant les lois actuelles.

LGEO2110 : Mondialisation, développement et environnement

Le cours sur la mondialisation, le développement et l'environnement nous a offert

l'opportunité d'étudier de quelle manière les tendances mondiales du développement influencent les méthodes locales de gestion de l'environnement. À Yaoundé, l'urbanisation accélérée et les contraintes du développement se manifestent directement dans les problèmes de gestion des déchets et de métropolisation. Dans ce contexte, l'économie circulaire est particulièrement pertinente, car elle suggère des stratégies qui contribuent à minimiser les effets néfastes de la consommation tout en créant des avantages locaux, notamment au niveau de l'emploi, de la santé publique et de la résilience écologique. Ce cours alimente notre réflexion concernant l'intégration de réponses circulaires dans un cadre de mondialisation et d'urbanisation intense.

Économie (LPSP1009) : Éducation, santé, travail

Le savoir acquis grâce à ce cours, nous donnent l'occasion d'analyser la gestion des déchets du point de vue social et économique. La gestion des déchets dans la ville de Yaoundé, spécifiquement en ce qui concerne les résidus de nature plastique et organique, représente un défi majeur dans le domaine de la santé publique, car une gestion inadéquate peut jouer en faveur de la propagation de maladies. Par ailleurs, l'économie circulaire ouvre des perspectives pour la création d'emplois in-situ dans les domaines du tri, du recyclage et de la valorisation des déchets. Ces facteurs économiques jouent un rôle déterminant dans l'élaboration de réponses pérennes sur le long terme.

LESPO2103 : Environnement et économie globale

Finalement, le cours sur l'environnement et l'économie globale nous a donné un cadre de pensée pour incorporer l'aspect économique dans les actions environnementales à l'échelle locale. Par le biais de sa gestion des déchets, la ville de Yaoundé peut également bénéficier de l'économie circulaire en créant de la valeur économique à partir des déchets, tout en réduisant leur empreinte écologique. Au centre de l'économie circulaire se trouve le concept des « circuits fermés », qui facilite la réintégration des matériaux dans le circuit économique après leur utilisation. Nous avons pour objectif d'étudier et de proposer ce modèle à BETA-RESILIENCE.

En associant ces fondements théoriques au thème de ce stage, nous sommes en mesure d'émettre des suggestions tenant compte des aspects sociaux, économiques, juridiques et écologiques de la gestion des déchets, afin d'assurer une incorporation réussie de l'économie circulaire dans le cadre de Yaoundé.

II. Contenu du stage

II.1. Localisation et cadre géographique de la zone d'étude

Yaoundé, qui est la capitale du Cameroun, se trouve dans La région administrative du centre du pays, sur le plateau sud-camerounais. Elle est localisée en zone équatoriale et à peu près à 200 km des rivages de l'Atlantique. La région couvre une superficie d'approximativement 318 km² (Onana et al., 2022) et se compose de sept municipalités (Fig. 8).

Yaoundé présente un paysage vallonné et montagneux (Fig. 9), dont l'altitude moyenne est approximativement de 750 mètres au-dessus du niveau maritime (Onana et al., 2022). Plusieurs rivières traversent la ville, construisant un vaste système hydrographique (Fig. 10).

La ville de Yaoundé possède un climat tropical tempéré, qui se caractérise par une température moyenne annuelle de 23,5°C et une précipitation moyenne annuelle de 1747 mm (Chindji, 2023). Ce climat est bimodal et comprend une longue saison sèche qui va de décembre à février, une courte saison pluvieuse en mars-avril, une petite période sèche en juillet-août et un vaste épisode de pluies qui va de septembre à novembre (Chindji, 2023).

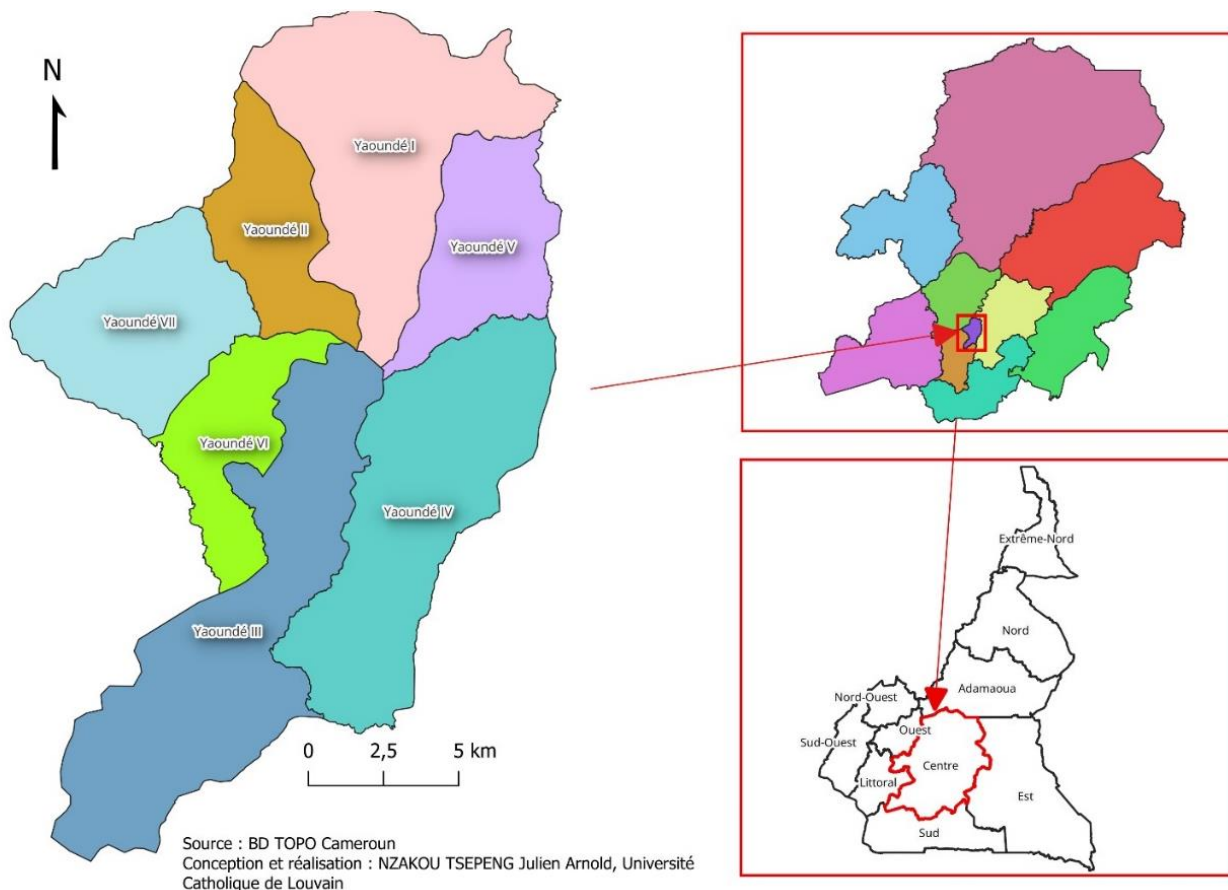


Figure 8 : Localisation de la zone d'étude

Le front de périurbanisation n'a de cesse de grignoter les bassins forestiers des campagnes environnantes. Les quelques forêts naturelles résiduelles dans la ville subsistent sur les sommets du haut plateaux nord de la ville (Monts Mbankolo, Messa, Nkolandom, collines de Nkolbisson etc.). À rebours, les espaces verts se développent à l'initiative de la mairie de

ville ou de celles des 7 communautés d'arrondissement que compte Yaoundé. Ils s'inscrivent, ces espaces verts, dans le sillage des politiques de végétalisation de la ville lui conférant le visage de début d'articulation de la ville verte.

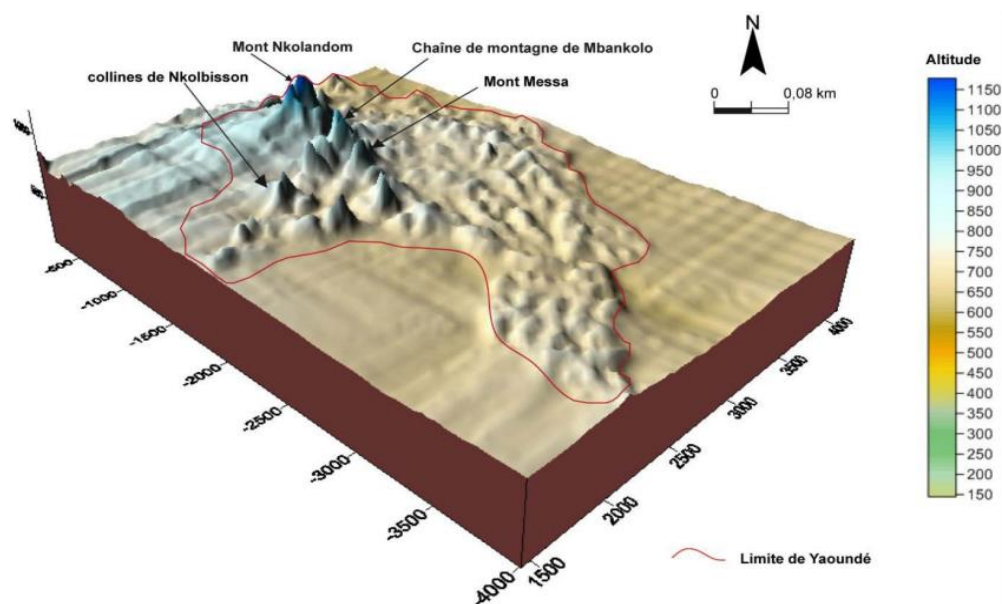


Figure 9 : Carte morphologique de la ville de Yaoundé (Source : Ngambi, 2015)

Yaoundé est le foyer d'une population variée, réunissant des résidents provenant de toutes les zones du Cameroun. La ville est aussi le foyer de nombreuses communautés étrangères, surtout originaires du Mali, du Sénégal et du Nigéria (Institut National de Statistique du Cameroun, 2019).

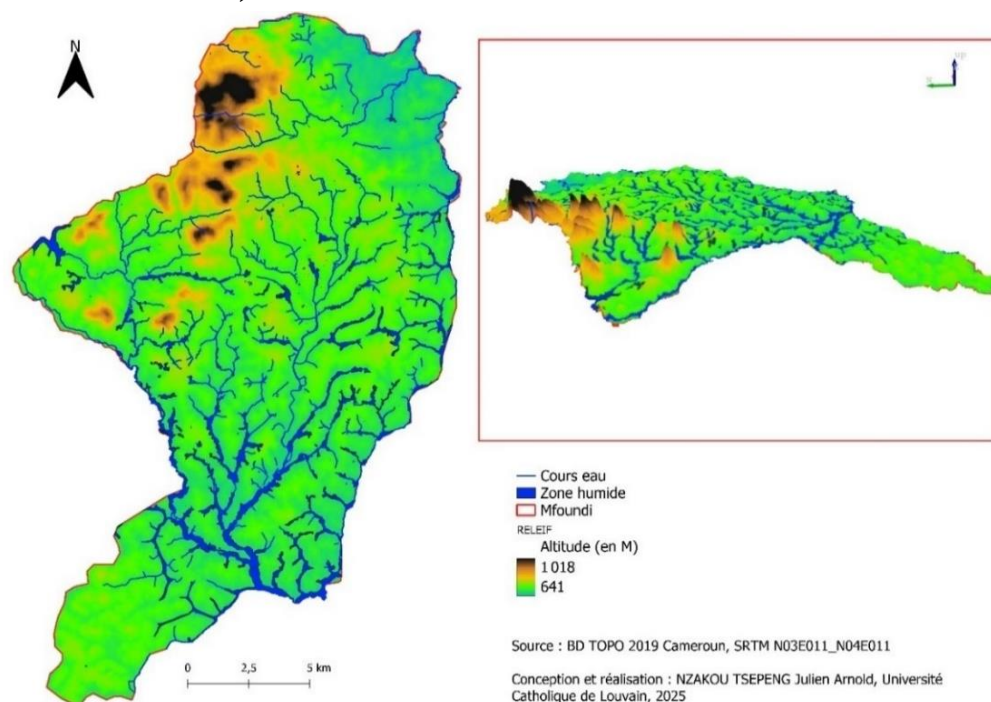


Figure 10 : Carte hydrologique de la ville de Yaoundé

L'économie de Yaoundé repose principalement sur les opérations administratives, compte tenu du fait que la ville abrite les institutions politiques nationales. Toutefois, on trouve dans cette région des activités commerciales et industrielles. En 2016, on dénombrait 49 970 entreprises dans la ville, principalement actives dans le secteur tertiaire, qui employaient près de 155 386 employés permanents (Institut National de Statistique du Cameroun, 2016).

II.1.1. Méthodes employées : Méthodes de recueil d'informations et caractéristiques distinctives des déchets

Au cours de ce stage à BETA-RESILIENCE-ASSOCIATION, la démarche utilisée pour examiner la gestion des déchets à Yaoundé a nécessité une utilisation rigoureuse et variée des méthodes de collecte de données. Nous avons utilisé une méthode qui combine les interviews, l'observation directe et l'analyse de documents pour établir une compréhension générale et détaillée de la situation. Cette approche cherchait à cerner les diverses catégories de déchets générés, leur distribution au sein de la cité, en plus des dynamiques sociales et organisationnelles qui orientent leur gestion.

II.1.1.1. Méthodes de collecte de données

- Entretiens semi-directifs

Afin de saisir pleinement les problématiques associées à la gestion des déchets à Yaoundé, nous avons conduit une quinzaine d'interviews semi-structurés avec divers acteurs essentiels, y compris des autorités municipales, des membres d'ONG locales, des professionnels du domaine de la collecte des déchets et résidents de différents secteurs de la ville (secteurs de Nkolbisson, Oyom-Abang, Cité-verte Mokolo, Etoug-ébe, Ngoa-ékélé, etc.).

Les entretiens nous ont permis de poser des questions sur des sujets tels que : Les techniques de prélèvement des déchets en vigueur, la séparation ou le triage des déchets à l'origine, la présence ou non des sites de tri et de valorisation des déchets, la perception des habitants de la ville vis-à-vis de la qualité de gestion de leurs déchets, les initiatives des ONG et de la population, le cadre légal encadrant la gestion des déchets, le degré de contentement ou de mécontentement des résidents, les comportements individuels, régularité et réactivité des services de gestion des déchets, zones couvertes par ces services, etc. Ces entretiens nous ont également permis d'avoir une idée sur des points de vue, attentes et remarques de ces intervenants concernant les pratiques actuelles de gestion des déchets. Ils ont également permis d'examiner ce qu'ils en disent ou pensent concernant l'incorporation des principes de l'économie circulaire dans la gestion des déchets à Yaoundé. Les enseignements que nous avons tirés de

ces entretiens, sont tels que tout le monde est en quelque sorte responsables de la situation actuelle de la gestion des déchets dans la ville de Yaoundé et chacun devrait assumer sa part de responsabilité pour une amélioration de la situation.

- Observations de terrain

En plus des entrevues, nous avons mené des observations de première main, dans le cadre de missions exploratoires, dans divers secteurs de Yaoundé. Ces visites sur le terrain nous ont donné l'opportunité de constater les vérités liées à la collecte et au tri des ordures, d'identifier les zones où les déchets s'accumulent le plus, et d'étudier les habitudes quotidiennes des habitants concernant la gestion de leurs déchets. Cette approche immersive était indispensable pour évaluer l'influence de l'urbanisation sur l'encombrement des espaces publics et pour ajuster nos études en fonction des conditions réelles du terrain.

- Analyse documentaire

Pour compléter les informations que nous avons collectées sur le terrain, nous avons aussi effectué une étude des documents pertinents, comme les rapports des municipalités concernant la gestion des déchets, les lois et règlements environnementaux, les recherches précédemment menées par des entités locales et internationales, les articles, thèses, mémoires, etc. Cette étude documentaire nous a offert un cadre théorique et légal pour contextualiser nos observations et évaluer de l'adéquation des méthodes locales aux standards en vigueur.

II.1.1.2. Caractéristiques de distinction des déchets

Cette recherche s'attarde aussi sur la distinction des déchets dans le but de suggérer des solutions appropriées pour chaque catégorie spécifique de déchet. Ci-dessous les critères principaux qui servent à cette distinction :

- La composition du matériau

La première distinction des déchets se fonde sur leur composition matérielle, en identifiant spécifiquement les déchets organiques, plastiques, électroniques ainsi que d'autres types de déchets tels que les métaux, papiers, verre, débris de construction etc. Il est essentiel de faire cette distinction afin d'évaluer les possibilités de réemploi, de traitement ou de recyclage pour chaque catégorie de déchet, dans le but d'encourager une démarche d'économie circulaire.

- Impact environnemental

La seconde distinction prend en compte l'impact environnemental des diverses sortes de déchets. Des déchets tels que les déchets électroniques renferment fréquemment des composés toxiques (Plomb (Pb), Cadmium (Cd), Mercure (Hg)) qui posent des menaces particulières vis-à-vis du bien-être humain et environnemental. Cette étude facilite la hiérarchisation des actions et l'ajustement des techniques de gestion selon les impacts potentiels liés à chaque catégorie de déchets.

- Origine des déchets

L'identification de la provenance des déchets est aussi un élément crucial dans notre approche méthodologique. Les déchets domestiques, industriels, commerciaux ou issus des espaces publics possèdent chacun des spécificités logistiques et techniques. Ce critère de distinction permet d'analyser plus facilement le mécanisme de génération des déchets, leur collecte et les systèmes de gestion actuellement opérationnels.

- Quantité et Rythme de production des déchets

Les facteurs cruciaux pour organiser efficacement les solutions de récolte et de gestion des déchets intègrent le rythme de production et les quantités produits.

En examinant ces indicateurs, on peut prévoir les phases sensibles, suggérer des approches personnalisées pour chaque région et explorer les possibilités d'alternatives, telles que le compostage des matières organiques.

De part cette démarche, qui associe une multitude de sources d'information et une distinction stricte des résidus, nous sommes en mesure d'analyser le problème de façon holistique, de faire ressortir les enjeux et les opportunités liés à la gestion circulaire des déchets, et de suggérer des conseils pratiques aux acteurs locaux concernés.

II.2. Présentation de l'étude et de ses résultats

II.2.1. Historique, quantité et typologie des déchets produits à Yaoundé

Au fil du temps, Yaoundé a subi une croissance démographique significative et une urbanisation rapide, ce qui a conduit à un accroissement substantiel de la production de déchets solides. Au cours des années 1990, chaque citoyen produisait en moyenne 0,57 kg de débris quotidiennement, ce qui représentait une quantité globale d'environ 1390 t/j pour l'ensemble de la ville (Tamo, 2013).

Pour gérer cette situation, plusieurs mesures avaient été mises en place par les autorités camerounaises. Dès 1979, la ville de Yaoundé, par la Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY), anticipait déjà cette situation et confiait la gestion des déchets solides à une société

privée (HYSACAM), s'inspirant de Douala qui avait entrepris cette action en 1969 (Ymelé, 2012). Cette démarche cherchait à pallier les lacunes constatées dans la gestion directe de la municipalité.

Malgré cette stratégie, la CUY continuait de lutter contre des accroissements des lieux de déversement non autorisés. Cette situation était en partie causée par des manquement dans la collecte régulière des déchets, entraînant la contamination des résidus récupérables par des déchets organiques, due à leur mélange prolongé dans les lieux de collecte et les sites de déversement, rendant le recyclage et la valorisation des déchets récupérables très complexe (Monebene, 2024).

De nos jours, il est estimé qu'environ 1450 tonnes de déchets sont produits chaque jour à Yaoundé (Ngambi, 2020). Cette quantité englobe une proportion significative de résidus organiques, plastiques, électroniques et résiduels (Fig. 11). Cette diversité selon les sources, met en exergue l'importance d'une administration spécifique et personnalisée pour chaque type de déchet, dans le but de favoriser une gestion durable et productive des ressources urbaines.

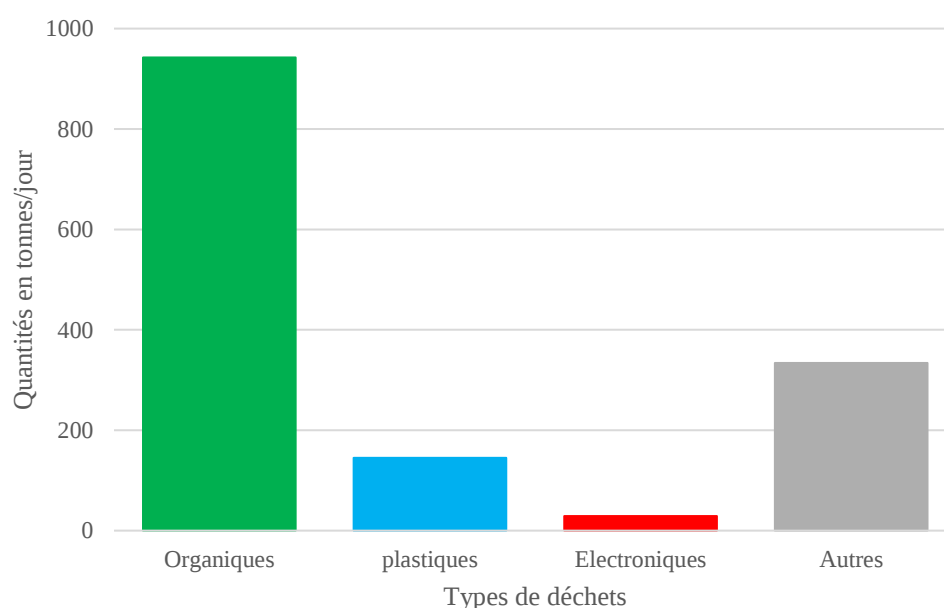


Figure 9 : Types et quantités de déchets produits à Yaoundé

Selon cette figure, les déchets organiques sont les plus produits au sein de la ville de Yaoundé.

II.2.1.1. Déchets organiques

Selon Ngambi (2020), ils constituent approximativement 65% de la production journalière des déchets, soit un total d'environ 942500 kg/jour à Yaoundé. Cette catégorie

provient principalement des habitations et des marchés où les déchets alimentaires et autres produits biodégradables sont prédominants (Fig. 12).

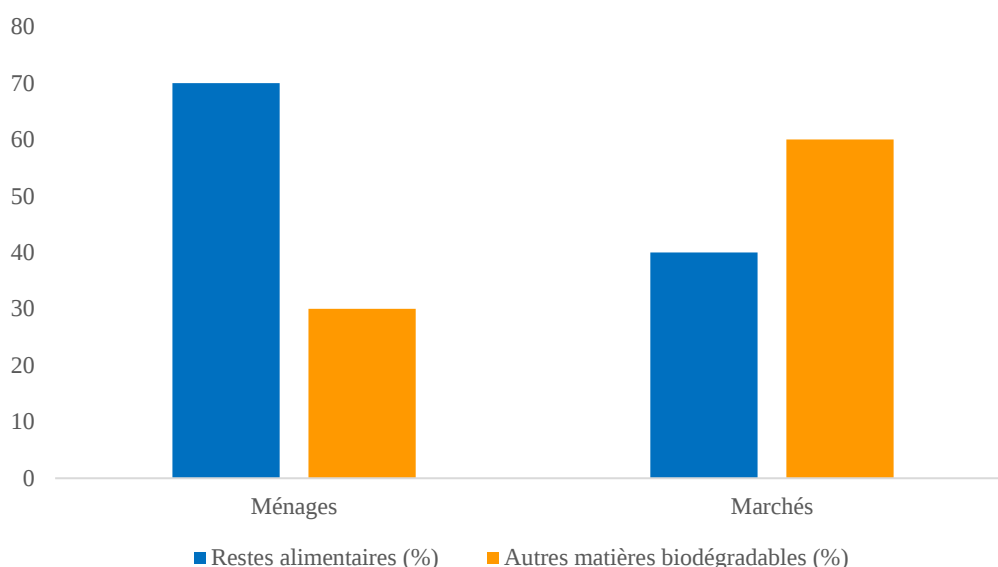


Figure 12 : Origine des déchets organiques

II.2.1.2. Déchets plastiques

Selon Kamgaing (2021), les déchets plastiques représentent approximativement 10% de l'ensemble des déchets, ce qui équivaut à près de 145 tonnes de détritrus quotidiennement. Cette production découle majoritairement des activités commerciales, des supermarchés et des établissements de restauration (Fig. 13).

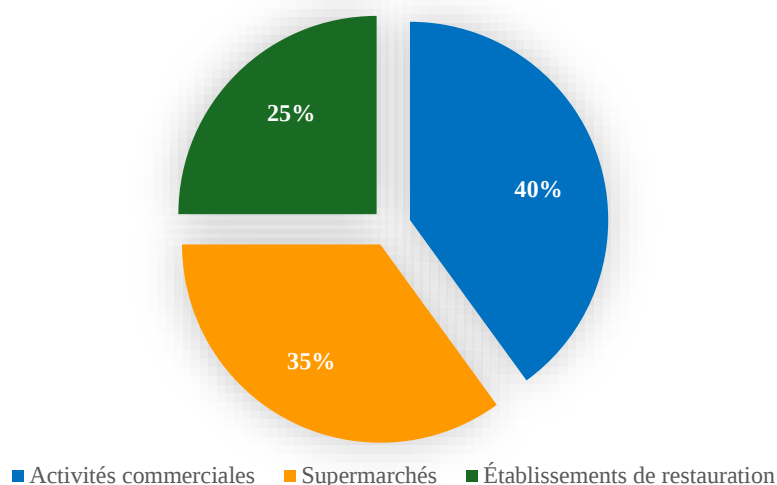


Figure 13 : Origine des déchets plastiques

II.2.1.3. Déchets électroniques

Les sources que nous avons consultées n'ont pas fourni de détails précis sur le volume

quotidien de déchets électroniques généré à Yaoundé.

Néanmoins, les structures privées (Hygiène et Salubrité du Cameroun : HYSACAM) et non officielles responsables de la gestion des déchets dans la ville estiment qu'elles ne représentent qu'une petite fraction, soit environ 2% des déchets générés quotidiennement à Yaoundé. Selon Manel (2022), les déchets électroniques sont une source significative de pollution en raison de leur teneur en éléments nocif. La majorité de ces déchets sont issus des foyers et des entreprises (Fig. 14).

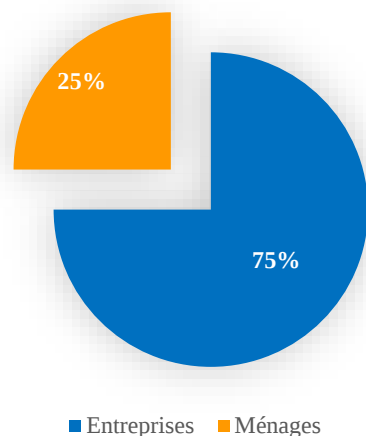


Figure 14 : Origine des déchets électroniques

II.2.1.4. Autres déchets

Les autres déchets, intégrant divers éléments tels que papiers, verres, matériaux de construction, textiles, métaux, etc., constituent approximativement 23% (soit près de 334 tonnes quotidiennement). Ces résidus ont majoritairement pour origine les sociétés, les établissements d'enseignement et les structures commerciales (Fig. 15).

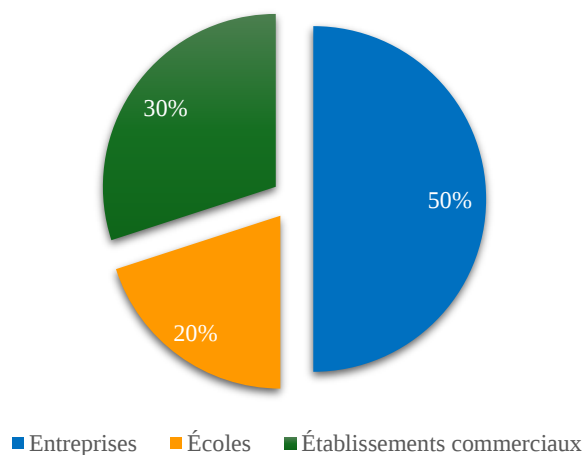


Figure 15 : Origine des autres déchets

II.2.2. Sources de production de déchets

Les différents quartiers et zones d'activités de la ville de Yaoundé présentent des sources de production de déchets qui varient selon ces derniers.

- Les ménages : ils produisent la plupart des déchets organiques (Nafack, 2022), tout en contribuant aussi aux rejets plastiques et électroniques.
- Marchés et supermarchés : particulièrement générateurs de déchets plastiques (Ngambi, 2015), ils contribuent également à une part significative des déchets organiques.
- Les institutions éducatives et les offices : même si elles génèrent des volumes plutôt modestes, ces sources participent à la production de déchets électroniques et de papiers.
- Les établissements de restauration et de boissons : ils participent surtout à la production de résidus organiques et plastiques.
- Les sociétés et les secteurs industriels : d'après les agents de la société de gestion des déchets à Yaoundé (HYSACAM), ces derniers génèrent environ 75 % des résidus électroniques collectés dans la ville, représentant de ce fait les principales sources de rejets électroniques et de résidus mixtes.

II.2.3. Lien entre les types de déchets et leurs sources

En associant la provenance et le type de déchets, on peut établir les tendances particulières ci-après (Tableau 2) :

Tableau 2 : Lien entre la nature et l'origine des déchets

Origines des déchets	Déchets organiques	Déchets plastiques	Déchets électroniques	Autres (papiers, etc.)	déchets métaux,
Ménages	✓✓✓✓✓	✓✓✓	✓✓		✓
Marchés et supermarchés	✓✓✓	✓✓✓✓✓	-		-
Établissements d'enseignement et bureaux	-	✓	✓✓	✓✓✓✓	
Débites de boissons et restaurants	✓✓✓✓	✓✓✓	-		-
Entreprises et industries	-	✓	✓✓✓✓✓		✓✓

- Les marchés et supermarchés sont envahis par les résidus plastiques, tout en présentant une part importante de déchets organiques.
- Les foyers sont généralement responsables de la production des résidus organiques, tout en contribuant également à la production des plastiques et des rebus

électroniques.

- Les entreprises ont tendance à produire plus de résidus électroniques et d'autres sortes de matières, en relation avec leurs opérations spécifiques.

Ces informations mettent en évidence l'importance de l'enjeu lié à la gestion des déchets dans la ville Yaoundé, où la multiplicité des sources et des catégories de déchets exige des méthodes distinctes non seulement pour leur collecte mais aussi pour leur traitement.

II.2.4. Déchets plastiques : Analyse des systèmes de gestion existants, des initiatives de recyclage et des acteurs impliqués.

La gestion des déchets à Yaoundé se déroule dans un contexte en cours d'évolution, où les capacités de ramassage et de traitement sont restreintes par des contraintes logistiques, financières et techniques. En effet, la gestion des déchets plastiques, par exemple, constitue un enjeu de taille pour les infrastructures locales qui font fréquemment face à des volumes de déchets excédant leurs capacités de traitement.

II.2.4.1. Analyse des systèmes de gestion existants

À Yaoundé, la prise en charge des déchets, y compris ceux en plastique, repose sur un système de ramassage centralisé principalement géré par la société HYSACAM, qui est responsable de la gestion des déchets pour le compte de la Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY) depuis 1979. HYSACAM assure la collecte d'environ 40% des déchets produits par la ville (Fig. 16), y compris les résidus plastiques (Environnement Recherche Action Cameroun, 2002). Cela représente environ 580 tonnes par jour sur les 1450 tonnes générées quotidiennement, une quantité largement insuffisante au regard de la demande actuelle. Ce déficit de collecte est principalement attribué aux restrictions financières et logistiques, à l'insuffisance des infrastructures de traitement et de recyclage qui entravent l'exploitation des plastiques collectés, ainsi qu'à la situation où HYSACAM a été pendant longtemps, l'unique entité en charge de la gestion de tous les déchets de la ville (Ngambi, 2015). Le caractère monopolistique d'HYSACAM a longtemps empêché l'implication des autres intervenants de la société civile dans les initiatives de gestion des déchets.

L'enfouissement suit généralement la collecte, avec un minimum de traitement préalable (Tableau. 3). Il y a rarement des centres de tri, et ils sont généralement localisés en périphérie ou en dehors de la ville de Yaoundé (Monebene, 2024). (Fig. 17, zone orange), ce qui complique le transport constant des résidus vers ces endroits, depuis les zones centrales de la ville. L'inefficacité des actions de gestion de ces déchets est aussi liée à l'absence de séparation

des déchets à la source et à l'absence des structures de traitement au sein de la ville.

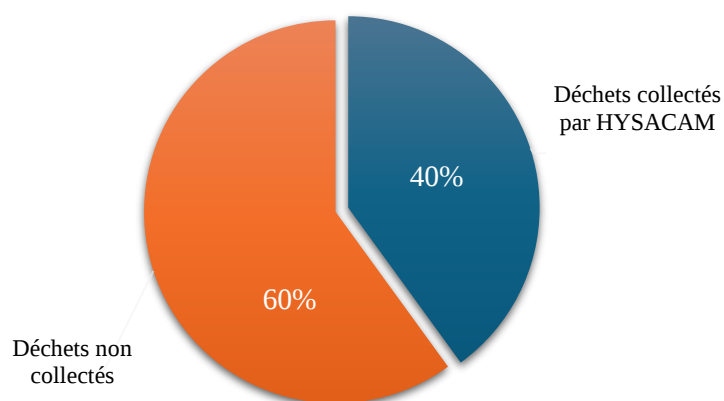


Figure 16 : Proportion des déchets collectés à Yaoundé par HYSACAM

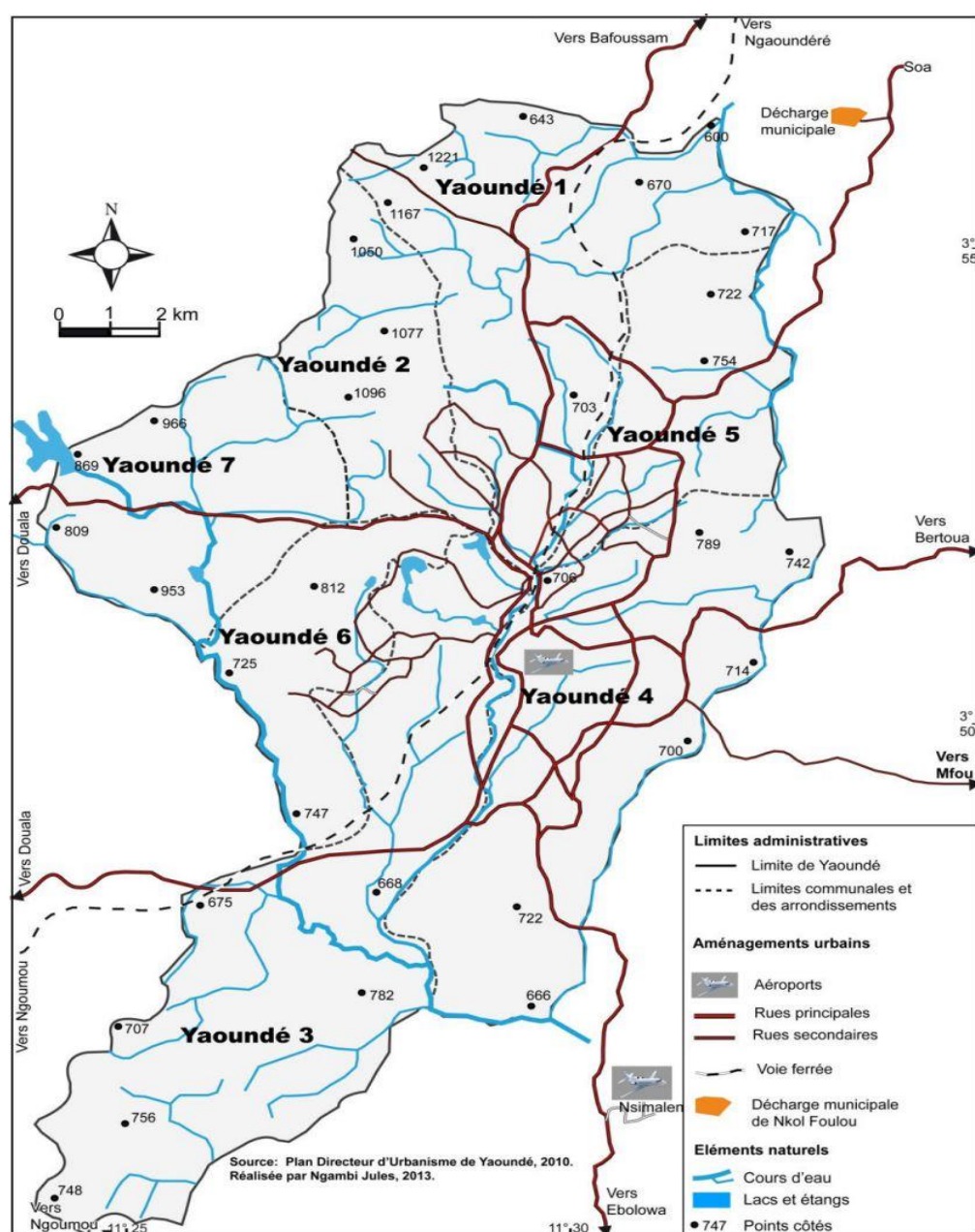


Figure 17 : Localisation de la station de Nkolfoulou (Zone orangée) (source : Ngambi, 2015)

Tableau 3 : Étape de la gestion des déchets solides à Yaoundé (Source : Tamo, 2013)

Étapes	Description	Acteurs	Moyens logistiques
Pré-collecte	Rassemblement des déchets à partir du lieu de production pour acheminement au site de dépôt	Ménages lorsque les bacs sont à proximité (100-200m)	Poubelles (sacs, seaux)
		HYSACAM dans les quartiers structurés (voies routières bien aménagées)	Camions bennes
		Associations de pré-collecte (quartiers spontanés)	Porte-tout, brouette, pelles, râdeaux
Collecte et transport	Dépôt des déchets dans les bennes pour transport vers un lieu de traitement	HYSACAM	Bacs mobiles, containers ouverts (1 m ³), coffrets ouverts (6 m ³ - 16 m ³)
Transport	Acheminement des déchets vers les centres d'enfouissement technique	HYSACAM	Camions bennes à compaction, Camions bennes de type Ampli Roll, de type grue, de type balayeuse
Traitement	Valorisation des bouteilles plastiques pour fabrication de pavés (très peu pratiqué)	ONG DEUMAPLASTU Cameroun	Four à pavé
	Valorisation des plastiques souple pour objets d'art (très peu pratiqué)	Association BAWCA	Artisanat (manuel)
	Mise en décharge et enfouissement	HYSACAM	Décharge contrôlée à Nkolfoulou (45 hectares de superficie)

II.2.4.2. Acteurs impliqués dans la gestion et le recyclage des déchets plastiques

De nombreux intervenants ont un rôle crucial dans la gestion et le recyclage des déchets, y compris plastiques, à Yaoundé :

- Intervenants dans la gestion des déchets

HYSACAM joue un rôle central dans le recueil et le l'acheminement des déchets solides, incluant les résidus plastiques (Fig. 18). La CUY est responsable de la supervision et de la coordination des actions de gestion des déchets, en mettant en place des initiatives de transformation et de recyclage pour favoriser la diminution du volume des déchets destinés aux décharges (Noa, 2020).

- Parties prenantes dans les programmes de recyclage

Plusieurs organisations non gouvernementales et sociétés privées s'impliquent dans le recyclage des plastiques en mettant en œuvre des projets dédiés. Par exemple, l'ONG DEUMAPLASTU Cameroun recycle les déchets plastiques récupérés en produits réutilisables tels que le gazoil et les pavés (Fig. 19), tandis que THYCHLOF développe des solutions locales de tri sélectif et collecte sélective pour encourager la réutilisation des plastiques.

- Participants en même temps de collecte et de recyclage

La Communauté Urbaine de Yaoundé (CUI) s'engage aussi dans des partenariats public-privé (partenariat CUI-International Solution Environnement) pour la finance de projets liés à la gestion des résidus plastiques et travaille avec des organismes internationaux (le cabinet britannique Baruk Capital Partner) afin d'obtenir du financement et de l'assistance technique dans ce secteur.

Pour faire le point, la gestion des résidus de nature plastiques à Yaoundé, découle présentement de l'action conjointe des ONG, de la municipalité et du secteur privé. Les équipements de collecte et de traitement en place, ont encore besoin des investissements importants pour répondre aux objectifs de recyclage et de valorisation. Néanmoins, les programmes de valorisation de ces déchets, présentent un avenir prometteur pour le futur de la gestion des résidus plastiques à Yaoundé.



Figure 18 : Employé d'HYSACAM collectant les déchets déposés à un point de collecte



Figure 19 : Pavés fabriqués à partir du plastique recyclé. (Source : Kamgaing, 2021)

II.2.5. Déchets organiques : modes de traitement, impacts sur l'environnement et possibilité de valorisation.

II.2.5.1. Modes de traitement des déchets organiques

À Yaoundé, une proportion importante des déchets urbains est constituée de résidus

organiques, avec des estimations allant jusqu'à approximativement 65 % des 1450 tonnes de déchets solides produits quotidiennement. À l'heure actuelle, les stratégies de traitement de ces résidus sont généralement limitées à la collecte et à l'enfouissement (Ngambi, 2015), sans action significative pour leur valorisation. L'absence d'infrastructures dédiées au compostage et à la biodigestion freine une valorisation adéquate, même si ces techniques sont reconnues pour leur efficacité dans le traitement des résidus organiques.

Toutefois, quelques plans d'action de compostage dans la ville apparaissent progressivement, bien que leur portée soit restreinte. En effet, la CUY a entamé des initiatives de compostage communautaire dans quelques quartiers (Bastos, Etoudi, Essos, etc.) cependant, ces efforts n'ont pas encore abouti à une capacité notable de traitement à l'échelle de la ville. Quant à la biodigestion, elle est freinée par des problèmes de financement et d'infrastructures (Rostant et al., 2024), même si elle présente une option viable pour produire du biogaz et des engrais organiques. Selon des recherches, le coût de l'implantation efficace des dispositifs de biodigestion à Yaoundé serait de plusieurs milliards de FCFA. Cette dépense représente un défi significatif dans un cadre où les restrictions budgétaires sont prédominantes (Foyet Gankam, 2015).

II.2.5.2. Impacts environnementaux des déchets organiques

Les déchets organiques non traités représentent un enjeu environnemental majeur à Yaoundé, principalement en raison de leur décomposition dans les sites de dépôt qui produit fréquemment des émissions de puissants gaz à effet de serre (GES) tels que le CH₄ (Waste and Climate Change, sd ; Hoornweg et Bhada-Tata, 2012). Ce processus de décomposition contribue donc aux émissions de gaz qui provoquent le réchauffement climatique, tout en augmentant les problèmes d'odeurs, l'altération du paysage (Fig. 20) et la contamination des eaux souterraines par les lixiviats générés (Fig. 21).



Figure 20 : Illustration de la nuisance olfactive des déchets organiques déversés dans une zone inappropriée



Figure 21 : Illustration de la production de lixiviat par la dégradation de la matière organique présente dans un bac à ordures

En effet, plusieurs études ont prouvé que les lixiviats issus des déchets organiques peuvent causer une pollution des sols et des eaux dans les zones proches des sites d'enfouissement (Ngambi, 2015), un phénomène observable notamment autour de nombreuses décharges au sein de la ville. (Fig. 22).



○ Extraction et déversement des lixiviats à même le sol

↳ Drains dans lesquels s'écoulent les lixiviats vers les cours d'eau

Figure 22 : Déversement des lixiviats au sol à la décharge de Nkol Foulou (Source : Ngambi, 2015)

Ces conséquences sont amplifiées par le climat tropical de la zone, qui stimule la décomposition des substances organiques, augmentant par conséquent les dangers d'émissions de GES et de lixiviats dans les décharges à ciel ouvert. Le manque de gestion appropriée des déchets organiques favorise aussi la multiplication de porteurs de maladies tels que les insectes et les rats, constituant ainsi une menace pour la santé publique (Monebene, 2024).

II.2.5.3. Possibilités de valorisation des déchets organiques

Malgré leur sous-utilisation, des opportunités d'exploitation des déchets organiques sont présentes au sein de la ville de Yaoundé :

- Compostage à vaste échelle

Selon Fatima (2024), le compostage demeure l'une des techniques de valorisation les plus appropriées pour les déchets organiques. À Yaoundé, des initiatives pilotes (comme celle de « The Cameroon Environment and Tourism : CAMENTO Association⁴ » engagé dans la

⁴ Le CAMENTO est une association à but non lucratif, œuvrant pour la promotion du tourisme durable

valorisation des déchets issus des hôtels de la ville, par méthanisation-compostage) ont prouvé la viabilité de cette méthode à échelle réduite. Par conséquent, il serait judicieux de commencer un investissement financier dans les infrastructures de compostage à grande échelle pour gérer une part importante des déchets organiques générés. Le compost généré pourrait servir à fertiliser les sols, diminuant ainsi la nécessité d'avoir recours aux fertilisants chimiques.

- Biodigestion et génération de biogaz

L'instauration de systèmes de biodigestion pour les résidus organiques pourrait favoriser la fabrication de gaz biologique, une énergie verte, tout en créant un résidu qui peut servir d'engrais. Cette méthode pourrait réduire les quantités de déchets enterrés et minimiser les rejets de GES provenant des sites de dépôt et d'enfouissement. Bien que la CUY n'ait pas encore engagé de fonds dans des installations de biodigestion, une collaboration avec des associés privés et internationaux pourrait favoriser l'implantation de ce genre d'équipement à Yaoundé.

- Valorisation traditionnelle

En collaboration avec les agriculteurs de la région, il est aussi possible de convertir les déchets organiques en engrais naturels destinés à l'agriculture urbaine et périurbaine. Ceci faciliterait la diminution des dépenses associées au transport et à l'élimination des déchets, tout en favorisant l'essor de l'économie locale. Quelques organisations non gouvernementales et structures privées ont commencé à agir dans ce sens, toutefois, leurs actions demeurent isolées et requièrent un appui institutionnel pour être mises en œuvre de manière efficace à une plus grande échelle.

- Fabrication de biofertilisants sous forme liquide

À l'heure actuelle, quelques structures informelles explorent des solutions pour traiter les lixiviats en vue de les transformer en fertilisants naturels pour l'agriculture urbaine.

- Production de biomatériaux

Des projets sont également en cours pour inclure les résidus organiques dans la fabrication de matériaux tels que les briques écologiques. L'ONG Eden Africa et l'Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP) à Yaoundé, se sont par exemple engagés dans la promotion de la construction écologique et l'usage de briques verte, et ce à travers des campagnes de sensibilisation.

Bien qu'encore peu exploitées, ces alternatives de valorisation révèlent un potentiel évident pour minimiser l'impact environnemental des résidus organiques dans la ville et pour favoriser l'essor d'une économie circulaire.

II.2.6. Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) : Gestion en cours, conséquence sur l'environnement et opportunités de valorisation de ces déchets.

II.2.6.1. Gestion actuelle des déchets électroniques

À Yaoundé, le traitement des déchets électroniques représente un challenge à cause de la quantité d'appareils électroniques arrivés en fin de cycle de vie, comme les téléphones mobiles, les ordinateurs et divers autres équipements électroniques (Fig. 23). Les informations détaillées concernant le volume de déchets électroniques généré à Yaoundé sont rares, toutefois, une recherche plus globale sur l'Afrique subsaharienne indique que les résidus électroniques pourraient se chiffrer en milliers de tonnes annuellement dans chaque métropole africaine (Diop et Thioune, 2014). A Yaoundé, la gestion de ces résidus est principalement informelle et décentralisée, faisant intervenir des individus ou des sociétés de recyclage non officielles, avec un encadrement réglementaire limité et peu d'infrastructure spécialisée (ONU-Habitat, 2012). En outre, des éléments nocifs tels que le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et le mercure (Hg) présents dans ces déchets ne sont habituellement pas correctement extraits, mettant ainsi en danger les employés et l'environnement.



Figure 23 : Appareils électroniques arrivés en fin de vie et n'étant plus utilisés

II.2.6.2. Impacts environnementaux des déchets électroniques

Les conséquences écologiques des résidus électroniques à Yaoundé suscitent de vives inquiétudes. Ces déchets contiennent des substances toxiques qui se retrouvent fréquemment dans les sites d'enfouissement, contaminant les sols et les eaux souterraines. Cette

contamination n'altère pas seulement l'écosystème environnant, elle constitue également un risque pour la santé des humains, accroissant les menaces de maladies au sein de la populations riveraine (Douandji et al., 2017). En outre, la combustion des plastiques et d'autres éléments des appareils électroniques génère des gaz nocifs (CO₂, CO, etc.) contribuant à la dégradation de l'air et à l'émission des GES au sein de la ville où la qualité de l'air pose déjà des problèmes du fait de sa forte densité démographique et de son trafic routier (Clean Air Fund, 2019).

II.2.6.3. Opportunités de valorisation de ces déchets et initiatives

À l'heure actuelle, la récupération des composants de valeur et autres éléments dans les résidus électroniques est encore restreinte, très informelle et très peu règlementée. Des actions à l'échelle locale ont été lancées, telles que le programme « WEEECAM » (Déchets Électriques et Électroniques du Cameroun) conçu par l'association Solidarité Technologique en collaboration avec l'ONG la Guilde Européenne du Raid. Ce dernier vise à encourager la collecte et le recyclage partiel des composants électroniques. Toutefois, cette démarche demeure à une portée limitée et ne prend en compte qu'un petit pourcentage des déchets électroniques générés chaque année à Yaoundé (Solidarité Technologique et la guilde, 2019).

À l'avenir, le potentiel de valorisation des déchets électroniques pourrait être amélioré grâce à des collaborations entre les secteurs public et privé, ainsi que par des politiques publiques qui encouragent le recyclage, la récupération de matériaux et la réutilisation. Il serait possible de mettre en place des centres dédiés à la collecte et au traitement des déchets électroniques, afin d'assurer une séparation efficace des éléments nocifs et la récupération de matières recyclables et/ou réutilisables. Une réglementation plus rigoureuse, influencée par les systèmes de gestion durable mis en place dans d'autres grandes métropoles d'Afrique et dans des villes de pays développés, pourrait aussi encourager la responsabilité des fabricants et des importateurs d'équipements électroniques afin de diminuer l'impact environnemental sur le long terme.

II.2.7. Autres déchets : Catégories résiduelles, stratégies de gestion et potentiel de valorisation

II.2.7.1. Catégories résiduelles des déchets

À Yaoundé, les déchets de type résiduels regroupent une diversité de matériaux qui ne sont pas classés dans les principales catégories de résidus (plastiques, organiques et électroniques). Cette catégorie englobe essentiellement les déchets inertes tels que les textiles, les différents métaux et les résidus de construction. Selon Ngambi, 2015, les détrit

résiduels constituent une fraction importante des 1450 tonnes de déchets générés quotidiennement dans la ville. Ces résidus ont pour origine diverses sources, y compris les sites de construction, les activités manuelles, ainsi que les foyers et les secteurs industriels.

II.2.7.2. Plans de gestion actuels

Le manque d'infrastructures dédiées à la gestion des déchets résiduels à Yaoundé entrave l'application de stratégies efficaces. À l'heure actuelle, une majeure partie de ces déchets est rassemblée par l'entreprise HYSACAM, qui se charge du transport de ces déchets vers les lieux d'enfouissement sans effectuer de tri, ni de traitement spécifique. Les résidus de chantier et autres substances inertes sont fréquemment réutilisés de façon non conventionnelle dans les constructions locales ou rejetés dans des endroits non destinés à cet effet, ce qui entraîne une détérioration des sols et une nuisance visuelle. Néanmoins, des initiatives commencent à se manifester et on note l'installation de plusieurs bacs de tri pour ces types de déchets dans divers quartiers expérimentaux, même si leur impact demeure restreint.

II.2.7.3. Potentiel de valorisation

La valorisation des débris résiduels à Yaoundé présente un potentiel important, mais elle reste sous-exploitée. Il est envisageable de convertir les matériaux inertes, comme les résidus de construction, en granulats destinés à la fabrication de ciment ou de les réintégrer dans des travaux routiers. En ce qui concerne les tissus usés, ceux-ci ont la possibilité d'être récupérés et remis en œuvre pour créer des produits artisanaux. C'est un domaine en constante croissance qui pourrait tirer profit d'une filière d'approvisionnement en éléments recyclés.

En outre, il est possible d'envisager des projets de valorisation énergétique pour quelques résidus non recyclables, grâce à des méthodes telles que la gazéification (Fig. 24) ou l'incinération contrôlée. Ces techniques pourraient non seulement minimiser la quantité de déchets à enfouir, mais aussi produire de l'énergie pour approvisionner certains secteurs de Yaoundé, une option envisagée dans les stratégies de gestion urbaine.

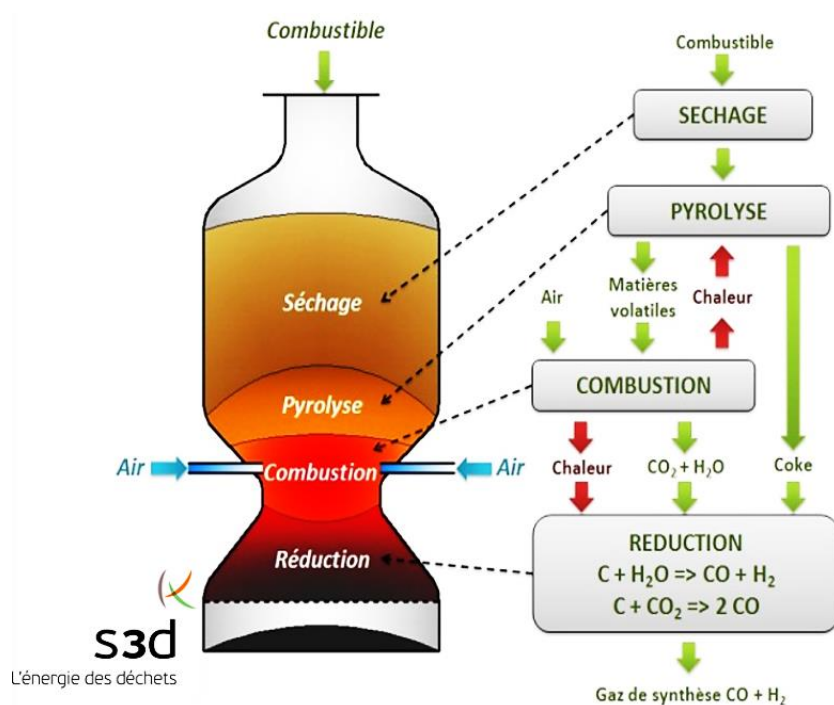


Figure 24 : Schéma du mécanisme de la gazéification (Source : S3d, Gazéification.info)

Ce schéma illustre une technique permettant de transformer les déchets solides tels que les résidus de bois, de paille etc. en combustibles gazeux appelé gaz de synthèse. Les déchets subissent ici 04 étapes successives qui sont : séchage, pyrolyse, combustion et réduction ou gazéification proprement dit.

En solidifiant la coopération entre les services municipaux et les institutions de recyclage, tout en encourageant la participation des communautés de quartiers dans des initiatives de tri des déchets à l'origine, la ville de Yaoundé serait capable d'inclure les résidus de type résiduel dans une économie circulaire nouvelle.

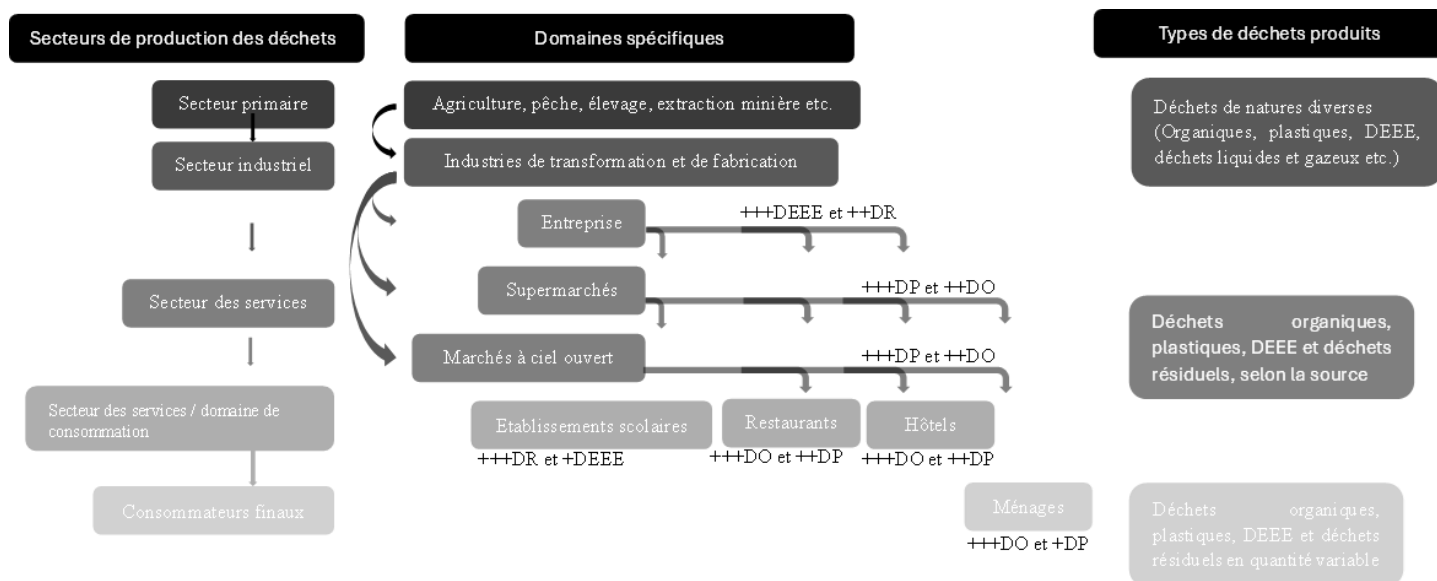


Figure 25 : Chaîne de production des déchets dans la ville de Yaoundé

Cette figure illustre la chaîne de production des déchets à Yaoundé. Elle classe les principales sources de déchets par secteur et domaines spécifiques et indique quels types de déchets sont majoritairement générés par chaque secteur et domaine spécifique.

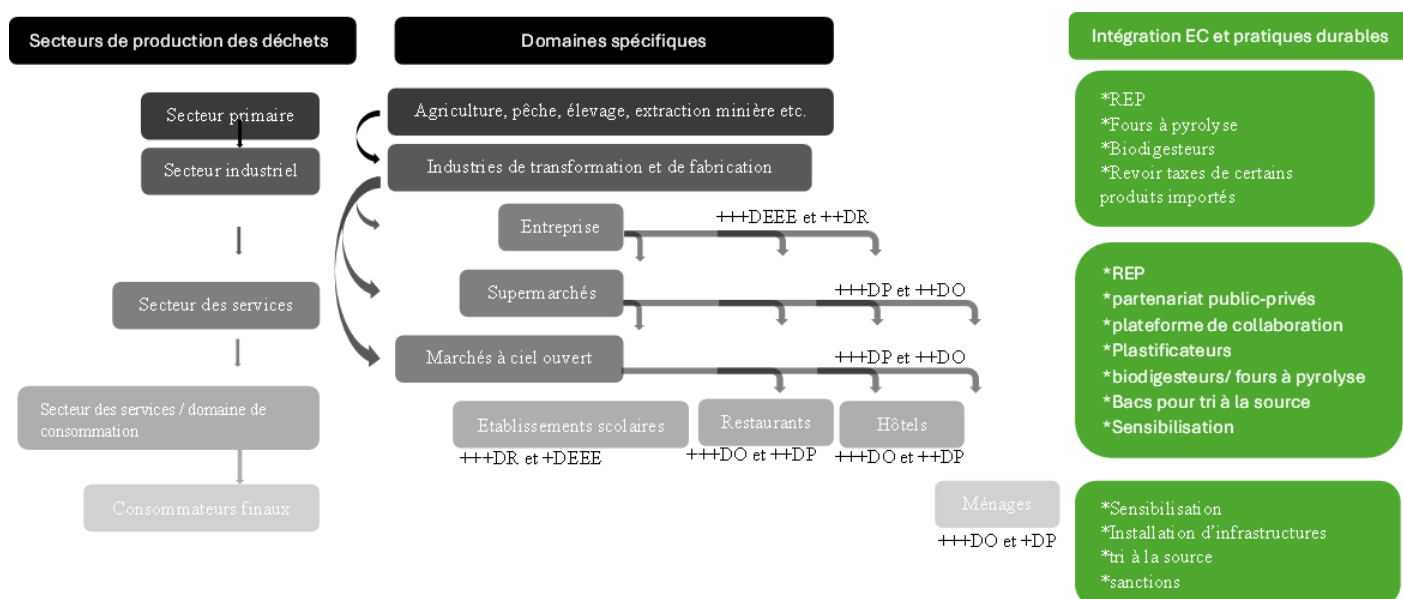


Figure 26 : Intégration de l'économie et des pratiques durables dans la gestion des déchets à Yaoundé

Cette figure met en évidence l'intégration de l'économie circulaire et de quelques pratiques durables au sein de chaque secteur de la chaîne de production des déchets tout en tenant compte des types de déchets produits par chaque secteur.

II.2.8. Politiques et réglementations actuelles relatives à la gestion des déchets à Yaoundé.

De nombreuses dispositions légales et réglementations en vigueur gouvernent la gestion des déchets au Cameroun. Ci-dessous, les plus importants :

- **Loi-cadre concernant la gestion de l'environnement, loi n° 96/12 du 5 août 1996** : cette législation définit les principes fondamentaux de la sauvegarde de l'environnement, y compris la gestion des déchets. Elle précise les obligations des divers intervenants et encourage la prévention et la diminution des déchets à la source.
- **Décret n° 2012/2809/PM du 26 septembre 2012** : ce décret définit les modalités de collecte, de stockage, de transport, de récupération, de recyclage, de traitement et d'élimination finale des déchets. Il stipule les devoirs des producteurs et des détenteurs de déchets, ainsi que les normes techniques à suivre.

- **Arrêté n° 2001/MINEPDED** : cet arrêté établit les conditions particulières de gestion des déchets industriels, y compris ceux jugés toxiques et/ou dangereux.

II.2.9. Examen des dispositions légales relatives à chaque type de déchet.

La loi camerounaise considère la gestion des déchets dans l'ensemble, sans préciser des règles spécifiques à chaque type de déchet. Par exemple, l'arrêté de 2012 évoque la collecte et le recyclage, sans toutefois fournir d'instructions spécifiques concernant les résidus organiques, plastiques ou électroniques. Cette non-spécificité pourrait provoquer des manquements dans la gestion de certains types de déchets.

II.2.10. Description des responsabilités incombant aux collectivités locales, aux entreprises et aux citoyens.

La loi cadre de 1996 et le décret de 2012 définissent des obligations précises pour les divers intervenants :

Autorités locales : ces entités sont responsables de l'organisation de la récolte, de l'acheminement et de la suppression des ordures ménagères et assimilés dans leur zone géographique. Il est aussi nécessaire qu'elles sensibilisent le public à la gestion des déchets.

Sociétés : les émetteurs de résidus, particulièrement du domaine industriel, ont la responsabilité de gérer les déchets qu'elles produisent jusqu'à ce qu'ils soient éliminés ou recyclés. Ils ont pour obligation de se soumettre aux normes existantes et peuvent être soumis à l'obligation de contribuer financièrement ou de prendre part à la gestion des déchets qu'ils émettent.

Résidents : il est impératif pour eux de disposer leurs déchets aux lieux de rassemblement appropriés.

II.3. Analyse critique de l'applicabilité des résultats : examinations des résultats acquis pour chaque catégorie de déchet et étude des restrictions et défis rencontrés lors de la mise en application d'une administration circulaire des ordures à Yaoundé.

Pour faire une évaluation poussée des résultats recueillis concernant les différents types de résidus et examiner les barrières associées à l'implantation d'une économie circulaire au sein de la ville de Yaoundé, de nombreux facteurs ont été étudiés : l'efficacité des systèmes en place, les défis sociaux, économiques et logistiques, les incohérences et lacunes juridiques, les axes d'amélioration fondées sur des bonnes pratiques.

II.3.1. Déchets plastiques : analyse des résultats et étude des contraintes

II.3.1.1. Analyse des résultats

À Yaoundé, les actions de gestion des résidus plastiques se focalisent essentiellement sur le recueil et l'acheminement, avec peu d'efforts consacrés au recyclage. Chaque jour, approximativement 1450 tonnes d'ordures sont générées, dont une part de 10% est constituée de plastique, ce qui équivaut à environ 145 tonnes par jour (Kamgaing, 2021). En raison des limites infrastructurelles et financières, seule une petite portion est réellement recyclée. Les initiatives de la Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY) en faveur d'un système de collecte sélective ont pour objectif de diminuer cette quantité, toutefois l'implication des citoyens, les yaoundéens, demeure restreinte.

II.3.1.2. Restrictions et contraintes

L'un des principaux défis réside dans l'insuffisance d'infrastructures appropriées pour le tri et le traitement approprié des déchets plastiques, ce qui entraîne une forte dépendance à l'enfouissement et à la combustion. De plus, les frais importants liés au transport et à la maintenance des équipements entravent la rentabilité de ces opérations. Bien que prévue, la collecte sélective n'est pas encore généralisée au sein de toute la ville, ce qui rend difficile la récupération efficace des plastiques. Par ailleurs, le comportement des citoyens vis-à-vis du recyclage demeurent un obstacle, en raison d'un déficit de sensibilisation à la séparation des déchets à la source et d'une carence d'études concernant l'exploitation et la valorisation des déchets plastiques, cruciaux dans un modèle d'économie circulaire. Pour finir, le recyclage de ces résidus en produits tels que les pavés et le gazoil n'est pas encore bien maîtrisé et implique des impacts sur l'environnement (Kamgaing, 2021) ; poussant les autorités à les interdire.

II.3.2. Résidus organiques : analyse des résultats et évaluation des limitations.

II.3.2.1. Etude des résultats

Dans la ville de Yaoundé, une quantité importante de résidus solides est constituée par les déchets organiques, qui sont particulièrement gérés par le biais de l'enfouissement, sans valorisation importante (Ngnikam et Tanawa, 2019). La décomposition des déchets organiques dans les sites d'enfouissement génère des gaz à effet de serre tels que le méthane (CH_4), qui participent au réchauffement climatique, et produit du lixiviat, contribuant ainsi à la contamination des sols et des eaux souterraines. Malgré leur capacité à diminuer l'impact environnemental des déchets organiques, les projets de compostage et de biodigestion demeurent encore peu avancés.

II.3.2.2. Restrictions et contraintes

Le principal défi dans la gestion des déchets organiques est le manque d'infrastructures de biodigestion et de compostage à grande échelle, il n'y a que quelques initiatives pilotes en cours. En outre, le développement de ces infrastructures est freiné par leur coût d'installation élevé et l'absence de subventions. De plus, l'insuffisance dans la participation des habitants à la dissociation des déchets organiques et non organiques entrave les initiatives de compostage et de biodigestion, réduisant par conséquent leur efficacité, leur adoption et leur diffusion.

II.3.3. Déchets d'équipements électriques et électroniques : étude des résultats et examen des contraintes

II.3.3.1. Etude des résultats

À Yaoundé, les déchets électroniques constituent une part de plus en plus importante des résidus urbains, pourtant leur administration demeure déstructurée avec de nombreuses insuffisances. D'après quelques estimations, un pourcentage significatif de résidus électroniques est produit annuellement à Yaoundé, avec une prédominance de téléviseurs, ordinateurs et téléphones portables hors d'usage (Douandji et al., 2017). À l'heure actuelle, il n'y a pas de système organisé de récupération de ces matériaux et la plupart des déchets électroniques finissent par être enterrés ou gérés de façon non officielle, posant ainsi un danger pour le bien-être des citoyens et l'environnement.

II.3.3.2. Restrictions et contraintes

L'absence de réglementation rigoureuse et de centres de collecte spécialisés entrave la gestion des résidus électroniques. De plus, l'absence de procédés de recyclage spécialisés pour les éléments complexes présents dans les déchets électroniques tels que le cuivre, l'or, le mercure, l'aluminium et d'autres métaux précieux, restreint les options de valorisation. Cette circonstance met les travailleurs non formels en contact avec des substances nocives et entraîne une perte significative de matériaux recyclables de valeur potentielle. La mise en place de programmes pour la récupération et le recyclage des équipements électroniques exigera non seulement un soutien financier, mais aussi une réglementation précise et une formation adéquate pour les parties prenantes concernées.

II.3.4. Autres déchets : analyse des résultats et évaluation des contraintes.

II.3.4.1. Analyse des résultats

À Yaoundé, les déchets résiduels comprennent des substances comme les débris de

construction des chantiers, les métaux sans valeur, les débris de textiles et autres débris inertes, constituant une part significative des déchets solides. La gestion de ces résidus demeure principalement non officielle, avec une collecte sporadique et une insuffisance d'infrastructures appropriées pour leur traitement. Une portion significative de ces résidus est laissée dans des endroits non autorisés, provoquant des problèmes de dégradation et de contamination.

II.3.4.2. Limites et contraintes

Parmi les principaux défis à une gestion optimale des déchets résiduels figurent l'absence de tri préliminaire et l'absence d'une collecte structurée pour ces types précis de déchets. Le manque d'installations de traitement pour des résidus tels que les débris de construction et le textile, entrave aussi la valorisation de ces ressources. De plus, l'absence de réglementation concernant la réutilisation des déchets, comme les matériaux de construction recyclés, entrave leur intégration dans les projets de bâtiment et d'infrastructure routière.

II.3.5 Incohérences et lacunes dans les textes de loi.

- L'examen des règles internes de gestion des déchets solides au Cameroun montre que le tri à la source et la collecte préliminaire porte-à-porte ne sont pas intégrés dans les lois camerounaises (Monebene, 2024).
- En outre, les lois concernant la gestion des déchets solides au Cameroun, sont peu robustes et leur mise en œuvre est compromise par diverses raisons telles que :
 - ✓ **Insuffisance de ressources** : les autorités locales ont fréquemment des ressources financières et techniques insuffisantes pour garantir une gestion performante des déchets.
 - ✓ **Sensibilisation limitée ou absente** : les pratiques exemplaires à l'égard de la gestion des déchets sont souvent méconnues de la population, ce qui impacte l'efficacité des politiques publiques mises en œuvre.
 - ✓ **Supervision et pénalités** : l'impact des réglementations est diminué par l'absence de contrôles fréquents et de pénalités sévères en cas d'infraction.
- Selon Arrey et Mondoleba (2021), le privilège quasi exclusif donné à HYSACAM pour la supervision des déchets à Yaoundé pourrait freiner la concurrence et l'innovation dans cette branche. Par ailleurs, la centralisation de certaines décisions entrave l'ajustement des politiques aux contextes locaux et s'oppose à certaines dispositions légales telles que le décret de 2012 et la loi-cadre de 1996 qui stipulent les responsabilités variées des acteurs de la société civile.

L'étude minutieuse des systèmes de gestion des déchets en place à Yaoundé fait ressortir de nombreuses barrières structurelles et financières. La faiblesse des stratégies de gestion circulaire des déchets est attribuable à l'insuffisance d'infrastructures pour le tri, le traitement et la valorisation. Les obstacles sociaux, comme les consciences limitées, le manque de sensibilisation et l'absence de tri à l'origine, aggravent les défis liés à la mise en place d'un modèle d'économie circulaire.

En ce qui concerne l'absence de tri à la source, une étude de terrain menée auprès d'une partie des habitants de la ville de Yaoundé a mis en évidence les motifs expliquant cette situation (Tableau 4). Cette étude, qui a considéré le genre et l'âge des participants, met en évidence plusieurs tendances importantes (Tableau 5). Les individus jeunes sont les plus affectés par l'absence de motivation et la méconnaissance des bénéfices du tri. Au fur et à mesure que l'âge progresse, l'idée selon laquelle le tri est une responsabilité uniquement d'HYSACAM devient la raison principale pour ne pas le mettre en pratique. Le fait de ne pas avoir de systèmes de tri à la source, est une raison qui est souvent citée de façon constante dans toutes les classes d'âge. De plus, les femmes montrent une proportion plus importante d'ignorance des bénéfices du tri, mais une meilleure conscience de ce que l'absence de structures appropriées entrave la bonne gestion des déchets, alors que les individus masculins semblent plus nombreux à penser que cette responsabilité incombe exclusivement à HYSACAM.

Tableau 4 : Facteurs du manque de tri des ordures à leurs origines à Yaoundé

Causes de l'absence de tri des ordures à l'origine	Justifications
Manque de volonté	Les ménages, entreprises et marchés ne sont pas contraints à trier leurs déchets, et l'absence d'incitations financières ou réglementaires ne les encourage pas à le faire.
Ignorance des avantages du tri	La sensibilisation au tri des déchets est limitée, et la population méconnaît les bénéfices environnementaux et économiques du tri à la source.
Perception que c'est une tâche attribuable à HYSACAM	La population considère souvent que la gestion des déchets est exclusivement du ressort de HYSACAM, sans se sentir impliquée dans le tri en amont.
Manque d'infrastructures de tri au sein de leurs lieux de production	La ville ne possède pas d'un système de tri différencié, et les moyens de collecte et de gestion existants ne conviennent pas pour intégrer un tri efficace à l'origine.
Contraintes logistiques et financières	Les autorités locales ne disposent pas des moyens suffisants pour mettre en place un programme de tri structuré et accessible à l'ensemble de la population.
Faible implication des acteurs privés et associatifs	Le monopole de la société HYSACAM limite l'implication d'autres structures pouvant encourager et organiser un tri efficace des déchets à la source.

Tableau 5 : Raisons évoquées par les individus selon leurs âges et leurs genres

Genre	Intervalle d'âge (en année)	Manque de volonté (en %)	Ignorance des avantages (en %)	Perception que c'est une tâche attribuable à HYSACAM (en %)	Absence de structures de tri (en %)
Masculin	18 - 29	31	26	19	24
	30 - 44	25	20	30	25
	45 - 59	20	16	42	22
	60 et plus	15	10	50	25
Genre					
Féminin	18 - 29	25	30	15	30
	30 - 44	20	25	25	30
	45 - 59	15	22	35	28
	60 et plus	11	15	45	29

Pour relever ces défis, il est nécessaire de mettre en œuvre des actions comme l'accroissement des financements pour les dispositifs de recyclage, la promotion du tri des déchets dès leur origine et la création de collaborations entre le secteur public et le secteur privé. Des encouragements pour stimuler les démarches privées en matière de recyclage et de valorisation en ressources énergétique des déchets pourraient aussi consolider la gestion circulaire. La mise en place de politiques encourageantes, d'une réglementation appropriée ainsi que l'instauration d'impôts sur les déchets et de pénalités pourrait contribuer à une amélioration de l'organisation de la supervision des déchets, tout en générant des postes d'emploi et diminuant l'incidence environnementale des déchets dans la ville.

III. Point sur compétences acquises durant le stage

III.1. Évaluation personnelle des compétences acquises : techniques, analytiques et méthodologiques

Au cours de ce stage, plusieurs aptitudes essentielles ont été acquises, en particulier dans les secteurs méthodologiques, analytiques et techniques, ce qui a considérablement facilité la réalisation de ce travail.

III.1.1. Aptitudes techniques

Au cours de ce stage, j'ai eu l'opportunité de développer des aptitudes particulières dans l'évaluation des méthodes de gestion des déchets urbains, spécifiquement en apprenant à reconnaître les principales catégories de déchets et leurs effets spécifiques. Ces aptitudes ont englobé les méthodes de surveillance et d'évaluation des flux d'ordures, ce qui m'a donné l'opportunité de comprendre les processus de collecte, traitement et valorisation. J'ai aussi

œuvré sur des techniques d'identification des déchets basées sur leur typologie et leur composition, aptitudes essentielles pour l'élaboration de stratégies spécifiques à chaque catégorie de déchet. Cette formation pratique m'a aidé à comprendre plus précisément les exigences spécifiques de chaque genre de gestion.

III.1.2. Savoir-faire en analyse d'informations

En matière d'analyse, j'ai développé une approche pour étudier les systèmes de gestion des résidus en employant des méthodes de tri et d'évaluation critique des informations recueillies. En analysant diverses approches de gestion (récupération, traitement, valorisation) j'ai su identifier les atouts et les points faibles propres à chaque stratégie. Cette étude approfondie m'a aidé à repérer les éléments qui nuisent à l'efficacité d'une gestion circulaire des déchets au sein de la métropole de Yaoundé, en particulier les obstacles d'ordre structurel et financier. En outre, la confrontation avec d'autres cas d'études de villes analogues a consolidé mon aptitude à élaborer des suggestions réalistes et adaptées pour optimiser le système en place.

III.1.3. Aptitudes méthodologiques

D'un point de vue méthodologique, j'ai dû mettre en œuvre des méthodes de recherche tant qualitatives que quantitatives pour l'examen de la gestion des déchets. J'ai employé des techniques d'observation directe et des interviews semi-structurées afin de recueillir des Renseignements précis concernant les méthodes de gestion des déchets. Ces méthodes m'ont aidé à collecter des informations riches et diversifiées, cruciales pour une étude détaillée. Par ailleurs, la coordination de projet et l'organisation du travail en phases distinctes m'ont permis d'apprendre comment structurer une recherche de manière efficace, en établissant des priorités et en Honorant les échéances.

En somme, ce stage a consolidé mes aptitudes en collecte et gestion de données, analyse critique et démarche de recherche, des compétences essentielles dans le domaine des études environnementales et de la gestion des déchets. Ces connaissances seront bénéfiques pour des initiatives futures en matière de gestion environnementale.

III.2. Réflexion sur l'apport du stage en termes d'enrichissement des connaissances sur la gestion des déchets dans un contexte de métropole.

Ce stage a constitué une expérience d'apprentissage qui m'a aidé à approfondir mes compétences théoriques et pratiques dans le domaine de la gestion des déchets en milieu urbain, avec un accent particulier sur la ville de Yaoundé. Voici les points principaux qui ont contribué

à enrichir ma connaissance dans ce domaine :

III.2.1. Compréhension des enjeux spécifiques liés à la gestion des déchets dans les zones urbaines fortement peuplées.

Ce stage a particulièrement permis de comprendre les caractéristiques et les enjeux auxquels sont confrontées les villes en expansion, telles que Yaoundé, dans le domaine de la gestion des déchets. En effet, la métropolisation conduit très souvent à une urbanisation accélérée et à une densité accrue de la population, dans un contexte local à Yaoundé où la croissance démographique évolue plus vite que la planification urbaine. Cette situation entraîne entre autres, une génération plus importante de déchets, diversifiés et souvent complexes à gérer de façon optimale. J'ai réalisé que dans des villes telles que Yaoundé, la supervision des ordures est plus compliquée en raison de la diversité des déchets, des difficultés d'accès à certains secteurs insalubres (absence de routes) et de l'augmentation constante de la pression de la démographie sur les systèmes de gestion.

Cette circonstance a mis en avant l'utilité d'avoir à disposition, des systèmes de gestion qui peuvent prendre en compte les changements en matière de quantité et de composition des déchets générés, un facteur indispensable dans les agglomérations où les évolutions sociales et économiques sont brusques. Face aux défis opérationnels et logistiques liés à la collecte et au traitement des déchets, j'ai eu l'opportunité de mieux comprendre les approches de gestion à plusieurs niveaux (telles que la décentralisation des responsabilités vers les municipalités et les sociétés locales) employées pour optimiser les ressources existantes et ajuster les techniques de gestion aux réalités urbaines locales.

III.2.2. Formation sur les conséquences d'une mauvaise gestion des déchets sur la santé publique et l'environnement.

Cette période de formation m'a donnée en plus, la possibilité d'observer de manière directe les impacts sur l'environnement et la santé humaine de la gestion inappropriée des déchets, dans la ville de Yaoundé. En effet, une gestion inappropriée des déchets, telle que les dépôts illégaux et l'enfouissement sans tri initial ne contribue pas seulement à la contamination du sol et des eaux, mais peut aussi provoquer des soucis de santé publique. Cette expérience m'a permis de saisir l'importance vitale des normes strictes et des infrastructures pour minimiser les effets nuisibles sur l'environnement et pour défendre les habitants contre d'éventuelles épidémies provoquées par l'accumulation de déchets non gérés et la pollution causée par ces déchets.

III.2.3. Approfondissement des connaissances relatives aux stratégies durables et à l'économie circulaire en milieu urbain.

En œuvrant sur des plans de gestion basées sur les concepts de l'économie circulaire, j'ai pu enrichir ma connaissance des techniques destinées à minimiser les déchets, encourager le recyclage et la réutilisation des matériaux, tout en réduisant notre dépendance vis-à-vis de la mise en décharge et de l'incinération. J'ai eu l'opportunité d'examiner de près la manière dont des actions comme le tri sélectif et le compostage des déchets organiques sont progressivement déployées pour satisfaire les exigences grandissantes d'une métropole telle que Yaoundé. Ce stage m'a démontré que même si le contexte institutionnel pour l'économie circulaire est encore en construction dans plusieurs grandes villes africaines, on peut observer des cas d'entreprises et de collectivités qui contribuent de manière proactive à cette évolution (Solidarité Technologique et Namé Recycling, associations camerounaises qui œuvrent respectivement dans la collecte et le recyclage des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (D3E) et des déchets plastiques).

III.2.4. Étude des formes de collaboration public-privé au sein de la gestion des déchets.

L'apport collaboratif entre entités publiques et privées constitue un élément central de la gestion des déchets dans les métropoles. Au cours de ce stage, j'ai eu l'occasion d'étudier des formes de collaboration établies entre mairies et sociétés privées spécialisées (comme le partenariat opérationnel CUY-HYSACAM, pour les opérations de collecte et de transport des déchets ; le partenariat technique CUY-coopératives de collecteurs informels ou ONG comme Namé Recycling, pour les interventions dans la collecte et le recyclage ; les partenariats financiers CUY-AFD, pour le financement de projets de compostage des déchets organiques), qui favorisent le partage des ressources et l'optimisation de la gestion des déchets. Il m'a été donné de comprendre qu'à Yaoundé, par exemple, où les ressources publiques sont fréquemment restreintes, l'appui du secteur privé est essentiel pour garantir le tri, la collecte, le recyclage et même l'exportation de divers types de déchets.

Pour conclure, ce stage m'a permis d'approfondir mes connaissances sur les défis liés à la gestion des déchets urbains, avec un accent particulier sur le contexte métropolitain de Yaoundé. Il m'a offert l'opportunité de saisir les interactions entre les divers intervenants, d'identifier les enjeux et d'apprécier les projets porteurs d'espoir en matière de durabilité. Ces informations constituent maintenant un socle robuste qui me permet de contribuer activement

à la gestion des déchets urbains, en intégrant des solutions innovantes adaptées au contexte local.

IV. Proposition à l'organisme d'accueil, BETA-RESILIENCE

IV.1. Propositions pour améliorer la gestion des déchets par catégorie

Afin de soutenir les initiatives de l'établissement récepteur, BETA-RESILIENCE Association, en matière de gestion durable des déchets au sein de la ville de Yaoundé, il est crucial d'implémenter des stratégies ajustées aux particularités de chaque catégorie de déchet. Cette suggestion a pour objectif d'optimiser l'efficacité du tri, du ramassage ou de la récupération, de l'exploitation des déchets organiques, plastiques, électroniques et autres, tout en faisant la promotion de pratiques durables.

IV.1.1. Déchets plastiques : amélioration du ramassage ou récupération et du recyclage

IV.1.1.1. Mettre en place un système de tri sélectif spécifique aux déchets plastiques

À Yaoundé, l'un des problèmes principaux liés aux déchets plastiques est leur dissémination et le faible degré d'engagement des habitants dans le tri. Pour faire face à ce défi, l'organisation pourrait instituer des points de ramassage ou récupération dédiés dans les zones résidentielles et les espaces publics. Cela signifie la mise en place de bacs clairement marqués pour le tri des plastiques dans les endroits à forte fréquentation, comme les écoles, les supermarchés et les marchés ou zones de commerce. L'organisation pourrait également concevoir la possibilité de négocier avec des entreprises productrices des déchets plastiques, concernant le financement des acteurs de collecte et la récupération pour le recyclage de leur déchets plastiques.

IV.1.1.2. Encouragement des projets de recyclage à l'échelle locale

Inciter les petites structures et jeunes pousses locales, qui se spécialisent dans le domaine du recyclage des plastiques, à convertir les résidus en matériaux réutilisables tels que des pavés, des briques ou divers articles domestiques. La municipalité pourrait offrir un appui financier ou logistique, qui permettrait à ces entreprises de croître et de participer activement à la diminution de la dégradation de l'environnement par les plastiques dans le paysage urbain yaoundéen.

IV.1.1.3. Conscientisation des citoyens à travers des actions de sensibilisation

sur l'impact des plastiques au sein de l'environnement.

Des initiatives de sensibilisation en vue de diminuer les rejets des déchets plastiques dans l'environnement, peuvent être établies en concertation avec les institutions éducatives et les organisations communautaires. Des formations sur le recyclage et la limitation de l'emploi des plastiques jetables pourraient motiver la population à changer de comportement et à cultiver habitudes exemplaires vis-à-vis de l'environnement.

IV.1.2. Résidus organiques : traitement biologique et valorisation.

IV.1.2.1. Installation des zones pour le compostage communautaire

Les résidus de nature organique constituent un volume considérable des détritux urbains et offrent de grandes opportunités de recyclage par le compostage. En partenariat avec les collectivités et les marchés, BETA-RESILIENCE pourrait établir des lieux de compostage où les déchets organiques pourraient être transformés en compost avec une chaîne de valeur orientée vers les acteurs de l'agriculture urbaine. Cette démarche pourrait diminuer la quantité de déchets acheminés vers les sites d'enfouissement tout en générant un fertilisant naturel qui peut être utilisé dans les jardins publics de la ville.

IV.1.2.2. Promouvoir la valorisation énergétique pour produire des combustibles verts (comme le charbon vert et le biogaz).

Les établissements générant une grande quantité de déchets organiques, tels que les hôtels, cantines et restaurants, peuvent bénéficier de l'installation de biodigesteurs (Fig. 27) et de fours à pyrolyse (Fig. 28).

Ces dispositifs permettent la conversion des déchets organiques en biogaz et en charbon écologique, (Fig. 29) respectivement. Ces sources d'énergie renouvelable générées pourraient par la suite être exploitées pour satisfaire les besoins énergétiques, contribuant de cette manière à réduire les rejets de GES tout en valorisant les résidus organiques.

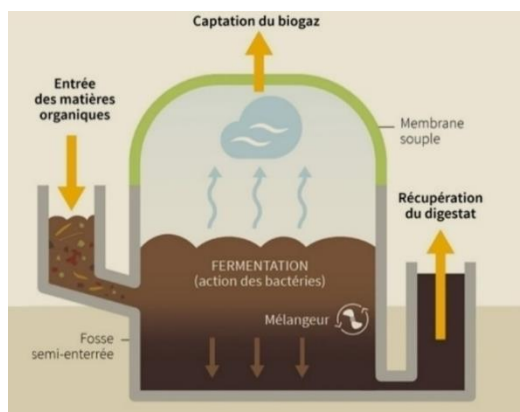


Figure 27 : Schéma simplifié d'un biodigérateur (Source : leaders.com.tn - La méthanisation)



Figure 28 : Image d'un four à pyrolyse (Source : Four à Pyrolyse – Bmpi)

Ces figures nous montrent deux dispositifs essentiels pour le recyclage des déchets organiques à Yaoundé en particulier et au Cameroun en général. Il s'agit des technologies qui, incluses dans la gestion des déchets de Yaoundé, participeraient grandement à l'effort d'intégration de l'économie circulaire dans la gestion des déchets produits à Yaoundé. L'un, le biodigesteur, possède des capacités de fabrication de biogaz et d'engrais biologique, principalement par le phénomène de fermentation de la matière organique. L'autre, le four à pyrolyse, permet la fabrication de charbon biologique (biochar) et parfois aussi de biogaz et d'hydrocarbures liquides, par décomposition de la matière organique à partir de la chaleur (Fig. 30).



Figure 29 : Image de charbon fabriqué à partir de la matière organique et par pyrolyse (Source : habarirdc.net - Makala bio)

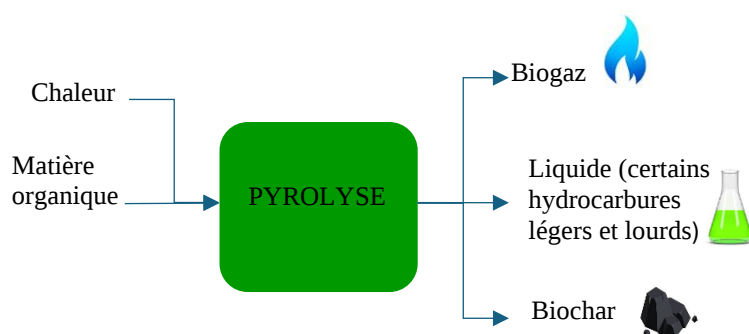


Figure 30 : Schéma simplifié du fonctionnement de la pyrolyse

Ces illustrations mettent en évidence d'une part le biochar issu du phénomène de pyrolyse et d'autre part, le principe de fonctionnement de la pyrolyse. Selon ce principe, on a de la matière organique qui, amenée à des températures significatives (entre 400°C et 500°C) en absence d'air, est décomposée en matières solide (biochar), gazeuse (biogaz) et liquide (certains hydrocarbures).

IV.1.3. Déchets électroniques : établissement d'un système de collecte et de recyclage.

IV.1.3.1. Aménagement des lieux pour la collecte des DEEE

Les DEEE, habituellement laissés à l'abandon sans considération pour les risques, sont très souvent constitués de composés dangereux qui altèrent la qualité des sols, des eaux et de l'air. Ils contiennent également des éléments récupérables pour être réutilisés dans la fabrication d'autres appareils électroniques. En établissant des lieux précis au sein des quartiers et en planifiant des collectes régulières, l'organisation pourrait réduire leur dispersion et optimiser leur collecte.

IV.1.3.2. Encourager la collaboration avec des sociétés expertes en recyclage de produits électroniques.

BETA-RESILIENCE pourrait envisager un partenariat avec des sociétés possédant des technologies de récupération et de recyclage, non seulement pour des composants électroniques en état de marche ou réparables, mais également pour les matériaux rares et de valeur comme le Pb, Hg, Au, Cu etc. contenus dans les équipements électroniques. En appuyant financièrement ces sociétés, on pourrait valoriser ces déchets et empêcher que les matériaux ne soient envoyés dans des poubelles sans tri initial.

IV.1.4. Approche novatrice pour la gestion des autres déchets.

IV.1.4.1. Incorporation de la pyrolyse pour le recyclage des déchets résiduels

Il est possible de traiter certains résidus non recyclables, tels que les tissus usés ou certaines variétés de plastiques, par pyrolyse afin de générer de l'énergie, étant donné que la pyrolyse un phénomène qui décompose de la matière sous l'effet de la chaleur et en absence d'air, en gaz incondensables (C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10}) et en charbon. Cette technologie pourrait être étudiée par l'établissement en partenariat avec des sociétés de gestion des déchets dans le but d'exploiter ces restes pour produire du gaz domestique et du charbon, tout en limitant la nécessité de recourir aux sites d'enfouissement au sein de la ville de Yaoundé.

IV.1.4.2. Promouvoir la récupération et le recyclage des objets encombrants et des matériaux de construction.

Concernant les résidus tels que les débris de construction, le métal, le bois, on pourrait envisager l'établissement des structures de récupération et de vente. Ces centres favoriseraient l'emploi de ces ressources dans les projets de construction ou d'aménagement urbain, proposant une solution durable au lieu de leur enfouissement.

IV.1.5. Propositions pour optimiser la cohérence et la mise en œuvre des lois et règles actuelles

IV.1.5.1. Propositions formulées dans le but de rendre les lois plus cohérentes et plus efficiente dans leurs applications

- **Définition claire des rôles**

Il est indispensable de clarifier davantage et de façon plus précise, les devoirs de chaque partie prenante, surtout pour ce qui est du triage à la source des déchets, et du traitement des différents types de détritus.

- **Actualisation du contenu des textes de loi :**

Il est nécessaire d'ajuster les lois et décrets en fonction des avancées technologiques et des nouveaux enjeux écologiques, tout en incorporant des mesures particulières pour les résidus organiques, plastiques et électroniques.

IV.1.5.2. Proposition pour promouvoir une participation plus active des intervenants locaux et des citoyens.

- **Démantèlement de la centralisation (Décentralisation) de la gestion des déchets**

Donner plus d'autorité et de moyens aux administrations locales afin qu'elles puissent ajuster les stratégies de gestion en fonction de leurs particularités.

- **Nécessité de l'engagement citoyen**

Instaurer des initiatives de sensibilisation et d'éducation visant à inciter les habitants à adopter des comportements responsables concernant la gestion des déchets.

Ces suggestions pour la gestion des déchets, sont destinés à transformer la ville de Yaoundé, grâce à des initiatives innovantes et conformes au contexte local. Le but est de diminuer la proportion des résidus qui finissent au sein des dépotoirs ou des décharges sauvages, exploiter au maximum les déchets et favoriser une économie circulaire pour un environnement plus sain et pérenne.

IV.2. Conseils pour la mise en œuvre de l'économie circulaire dans le processus de gestion des déchets à Yaoundé

L'implémentation de l'économie circulaire au sein de la gestion des déchets à Yaoundé, demande une démarche intégrale et structurée, inspirée des méthodes utilisées par les pays développés (Belgique, France, Suisse). Nous formulons, dans cette section, quelques suggestions précises, destinées à rendre ce passage vers l'économie circulaire plus organisé et en phase avec les caractéristiques de la ville.

IV.2.1. Déchets plastiques : promouvoir le design pour le recyclage et la réutilisation industrielle

IV.2.1.1. Introduire le concept de « design circulaire » pour les articles en plastique

Dans de nombreux pays européens, comme l'Allemagne et les Pays-Bas, les produits plastiques sont initialement conçus pour faciliter leur recyclage. L'établissement de norme de design pour les sociétés qui fabriquent des emballages et autres articles plastiques au sein de la

ville, pourrait simplifier le processus de recyclage à la fin de leur utilisation. Par exemple, l'emploi de matières plus uniformes et de teintures non nocives facilite le recyclage des plastiques (Mc Carville, 2019 ; Ministère de l'économie, des finances et de la relance, 2022).

IV.2.1.2. Développer des filières de réutilisation industrielle des plastiques recyclés.

Au lieu de se contenter de simplement recycler les plastiques, certains secteurs industriels pourraient les convertir en matières premières pour d'autres Industries. Par exemple, l'industrie de la construction pourrait se servir de plastiques recyclés pour générer des matériaux de construction. Des démarches analogues se déroulent dans des nations comme le Royaume-Uni, où le plastique recyclé est converti en mobilier urbain et en matériaux de construction (Journal du Design, 2019).

IV.2.2. Détritus organiques : transformation en bioproduits et conception des systèmes d'aquaponie

IV.2.2.1. Production des bioproduits ou biomatériaux

Les États avancés font déjà recours à l'usage des détritus organiques, pour fabriquer des bioproduits à l'instar des bioplastiques, que l'on fabrique à partir de celluloses, d'amidons et d'autres biomatériaux et qui peuvent être utilisés dans de multiples domaines industriels. (L'exemple est celui des usines de bioraffinerie en Italie ou encore au Portugal, qui exploite les déchets organiques pour produire du PHA (Polyhydroxyalcanoate) un plastique biodégradable)⁵. À Yaoundé, des collaborations avec des sociétés expertes, qu'elles soient locales ou étrangères, pourraient favoriser la conversion des résidus organiques en bioplastiques ou même en biochar (charbon écologique) qui est bénéfique pour le secteur de l'énergie. Cette approche aiderait à limiter l'usage des plastiques fabriqués à base de pétrole et l'addiction aux énergies fossiles tout en mettant en valeur les déchets biologiques.

IV.2.2.2. Établir des systèmes d'aquaponie.

S'inspirant des méthodes scandinaves et canadiennes, l'aquaponie associe la culture de végétaux à l'élevage de poissons (Fig. 31) afin de mettre en place un système fermé qui réutilise les nutriments provenant des résidus organiques (Dumont, 2017). L'installation des systèmes d'aquaponie dans la zone urbaine de Yaoundé, qui exploiteraient les résidus organiques pour nourrir les cultures, réduisant ainsi le déchet et participant à l'autosuffisance alimentaire de la

⁵ <https://cordis.europa.eu/article/id/418126-turning-urban-biowaste-into-biodegradable-plastic/fr>

ville, devrait être envisagé.

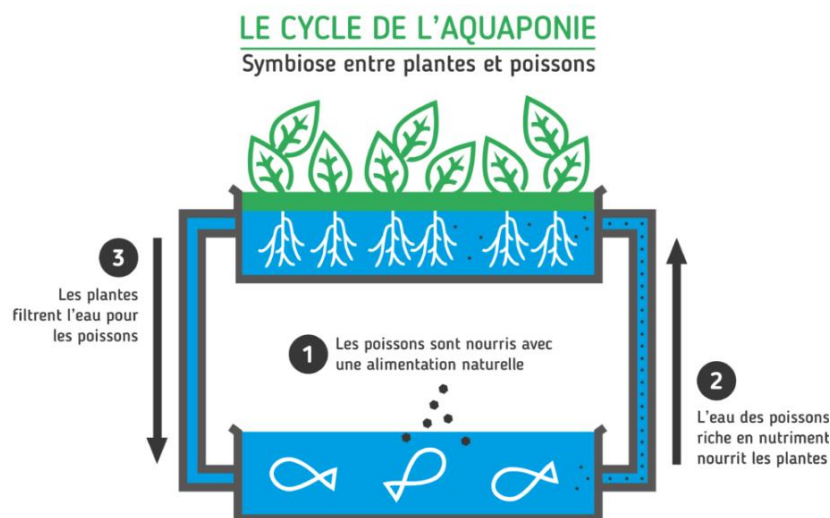


Figure 31 : Schéma simplifié d'un système d'aquaponie
(Source : miimosa.com - L'aquaponie pour nos potagers !)

Ce schéma illustre la symbiose entre culture de plantes et élevage de poissons. Dans ce système, les plantes utilisent la matière organique rejetée par les poissons pour se développer et en retour purifient l'eau en la filtrant, pour assainir l'environnement des poissons.

IV.2.3. Déchets électroniques : instauration des systèmes de récupération et établissement des mines urbaines.

IV.2.3.1. Favoriser la création des sites de collecte et gestion des DEEE

En référence à la méthode suédoise, qui repose sur le fait de confier les appareils hors d'usage ou arrivés en fin de vie, à des ateliers municipaux de maintenance, pour qu'ils soient restaurés et remis à la vente à bas prix (Back Market, s.d.), Yaoundé pourrait penser à établir des ateliers similaires pour ses DEEE. Cette stratégie allongerait l'existence des équipements électroniques tout en étant rentable et en offrant des emplois.

IV.2.3.2. Mettre en place des mines urbaines pour l'extraction de matériaux de valeur.

Les nations développées (Allemagne, Suède, Belgique, France, Suisse) utilisent désormais des technologies de mines urbaines pour extraire les éléments précieux des déchets électroniques, c'est-à-dire des centres spécialisés dans le traitement de composants électroniques (comme Aurubis en Allemagne qui extrait de l'or (Au), du cuivre (Cu), de l'argent (Ag), les terres rares dans les déchets électroniques ; Umicore et l'usine de Hoboken en Belgique, qui font respectivement dans le recyclage des métaux précieux et dans l'extraction

d'or (Au), cobalt (Co), nickel (Ni) et terres rares provenant des déchets électroniques) afin de récupérer des métaux rares (Au, Co, Ni, Ag, Cu, etc.) (20 Minutes, 2023). À Yaoundé, une telle approche pourrait être envisagée en partenariat avec des sociétés de recyclage, dans le but de récupérer les métaux et diminuer la dépendance aux exploitations et importations, tout en limitant la pollution liée à ces déchets.

IV.2.4. Déchets résiduels : systèmes de responsabilité élargie du producteur et site-web pour le recyclage coopératif.

IV.2.4.1. Mettre en place un système de responsabilité élargie du producteur

Dans les nations développées, le système de responsabilité élargie du producteur (SREP) constitue un modèle de gestion où les fabricants sont tenus de prendre en charge les frais de gestion de leurs produits une fois leur cycle de vie terminé (GIZ, 2018). Ce système pourrait être mis en place dans la ville de Yaoundé pour les déchets résiduels tels que les emballages en carton, les textiles, etc., encourageant de ce fait les entreprises locales à intégrer des méthodes de recyclage plus performantes et à fabriquer des produits plus pérennes.

IV.2.4.2. Mise en place d'une plateforme de collaboration pour le recyclage inter-entreprises.

De nombreuses plateformes numériques autorisant les sociétés à commercialiser, troquer ou céder leurs déchets recyclables sont disponibles dans une variété d'Etats européens (la Belgique avec par exemple ses plateformes Ressourcerie.be, Recupel, Recuplast et la France avec la plateforme CycleUp etc.) (Combe, 2018). Dans la ville de Yaoundé, une initiative pareille pourrait être mise en œuvre pour encourager les interactions entre les entreprises et les industries, transformant ainsi les déchets de certains secteurs en ressources pour d'autres domaines. Par exemple, les textiles ou les emballages inutilisables par une société pourraient être reconvertis en matériaux utiles pour une autre, ce qui diminuerait la quantité de déchets produits dans les sites d'enfouissement.

Ces suggestions ont pour objectif de transformer la gestion des déchets de Yaoundé, en une économie circulaire dynamique inspirée de modèles observés dans les pays développés, mais ajustés à la situation locale. Ainsi, l'établissement d'accueil pourrait prendre une position de leader en matière d'encouragement à ces nouvelles pratiques, de sensibilisation, et de réglementation.

IV.3. Idées d'initiatives et d'incitations pour renforcer la sensibilisation et l'engagement

de la population

Pour accroître la prise de conscience et l'implication des habitants de Yaoundé en matière de gestion durable des déchets, diverses actions tirées d'exemples internationaux pertinents peuvent être mises en œuvre. Ces actions ont pour but non seulement d'instruire les citoyens, mais également de les engager directement dans la diminution, le recyclage et la réutilisation des déchets en prenant en considération les particularités locales. Voici quelques propositions :

IV.3.1. Éducation environnementale et initiatives de sensibilisation

IV.3.1.1. Mise en place de campagnes locales de sensibilisation

Il est possible de mettre en place des actions de sensibilisation au sein des communautés, dans les écoles et les espaces publics afin d'informer les habitants sur l'impact des déchets sur l'environnement et les avantages d'une gestion responsable. Des séances d'information régulières pourraient traiter de thèmes tels que la séparation sélective, la diminution de l'usage du plastique et le compostage à domicile.

IV.3.1.2. Éducation à l'environnement au sein des établissements scolaires.

L'éducation à la protection de l'environnement dès l'école primaire, permettrait d'éduquer la jeunesse aux comportements responsables vis-à-vis de leur environnement. Cela contribuerait à une transformation et une évolution des habitudes sur le long terme. Cette démarche pourrait impliquer des programmes de recyclages interactifs et des compétitions pour promouvoir la créativité et l'éveil des écoliers.

IV.3.2. Implication des leaders locaux et des influenceurs

IV.3.2.1. Instruction des dirigeants communautaires et religieux

En Afrique, les dirigeants communautaires et religieux exercent un rôle crucial dans la modification des comportements des communautés. Former ces dirigeants aux défis de la gestion des déchets et les associer à des campagnes de sensibilisation pourrait renforcer l'engagement de leurs communautés. Ces dirigeants pourraient jouer le rôle de vecteurs d'informations et de bonnes pratiques, contribuant ainsi à la propagation d'une culture du recyclage et de la gestion écoresponsable des déchets.

IV.3.2.2. Campagne numérique impliquant des influenceurs de la région

On pourrait également recourir à des campagnes digitales en collaboration avec des

influenceurs de renom sur les plateformes en ligne afin d'atteindre un auditoire plus jeune et connecté. Ces influenceurs ont la capacité de produire des contenus captivants démontrant des actions écologiques, telles que l'usage de produits durables, le recyclage ou même encore le tri des déchets à leur origine.

IV.3.3. Systèmes de récompense et d'implication citoyenne

IV.3.3.1. Systèmes de primes pour le recyclage

On peut établir un système de primes dans le but de pousser la population à pratiquer le recyclage. Ainsi, un système pourrait être développé pour amasser des points et les troquer en contrepartie des tarifs réduits sur des marchandises locales ou des prestations de service, pour chaque kg recyclé, de déchets plastiques ou d'autres résidus.

IV.3.3.2. Stimuli monétaires

On pourrait instaurer des dispositifs tels que des aides financières ou des allègements fiscaux pour les sociétés et les individus qui mettent en œuvre des pratiques exemplaires dans le domaine de la gestion des déchets.

IV.3.3.3. Adoption des jours de recyclage.

Instaurer des activités de communautés à l'instar des jours de recyclage durant lesquels la population pourra amener ses résidus recyclables et gagner dans l'apprentissage des stratégies d'exploitation des déchets telles que le compostage, de recyclage. Ce genre d'activité pourrait par ailleurs, se constituer d'ateliers participatifs, des compétitions et des activités pour les plus jeunes, ce qui encouragerait la participation des familles.

IV.3.4. Amélioration de la logistique et accessibilité des infrastructures

IV.3.4.1. Mise en place de points de collecte pour les déchets dans les quartiers

En multipliant le nombre de bacs de tri et de points de collecte pour les déchets recyclables dans les espaces publics et résidentiels, il devient facile pour les citoyens d'adhérer aux bonnes méthodes de gestion des déchets. Des conteneurs dédiés pour chaque catégorie de déchet, peuvent être installés dans les quartiers.

IV.3.4.2. Collaboration avec des sociétés locales en vue de collectes mensuelles.

Une collaboration avec les structures locales de gestion de déchets comme HYSACAM, THYSCHOLF, pour l'établissement des programmes de ramassages réguliers des déchets

recyclables ou potentiellement dangereux à l'instar des DEEE, simplifierait la gestion des déchets pour les résidents et améliorerait l'hygiène et la salubrité publique.

IV.3.4.3. Collaboration entre le secteur public et le secteur privé

La coopération entre le domaine public (la mairie principale de la ville et les communautés d'arrondissements présentes dans chaque arrondissement) et le domaine privé pourrait aboutir à l'élaboration de solutions novatrices et performantes pour la gestion des déchets.

IV.3.5. Sensibilisation et communication via les médias et les outils du numérique

IV.3.5.1. Élaboration d'applications de sensibilisation

Une application mobile consacrée à la gestion des déchets pourrait offrir des recommandations utiles pour le recyclage, un planning de ramassage et des renseignements sur les lieux de dépôt pour les plastiques. De plus, elle pourrait comporter des alertes et des rappels pour inciter au tri à la maison.

IV.3.5.2. Création de contenu informatif au sein des plateformes digitales.

Il serait également très utile de créer des vidéos pédagogiques et des posters numériques à diffuser sur les réseaux sociaux, détaillant les phases de la gestion des déchets, l'effet néfaste d'une mauvaise gestion des déchets sur la santé publique et l'environnement, ainsi que les actions individuelles qui peuvent contribuer au maintien de la propreté de la ville. Par exemple, des vidéos brèves contenant des directives de tri rendraient l'éducation plus facile d'accès.

Ces actions, en mobilisant les habitants et en consolidant la sensibilisation ainsi que le cadre légal, pourraient grandement favoriser l'implication de la communauté de Yaoundé dans une gestion des déchets de Yaoundé, plus respectueuse de l'environnement.

Conclusion

En somme, notre étude, a consisté à examiner comment une décentralisation des responsabilités dans le domaine de la gestion des déchets, ainsi qu'une incorporation des principes de l'économie circulaire pouvait améliorer la gestion des déchets dans une métropole comme la ville de Yaoundé. Pour cela, nous avons analysé les modes de gestion actuels, pour essayer de mettre en évidence leurs faiblesses ainsi que les causes de ces faiblesses. Il est ressorti de ces analyses, comme faiblesses, une absence de tri des déchets à la source, des insuffisances au niveau de la collecte des déchets disséminés au sein de la ville, des

insuffisances niveau du traitement de ces déchets, une réglementation encadrant la gestion des déchets pas assez forte etc. Les causes de ces faiblesses étant attribuées à tous les acteurs de la société. De ces constats, nous avons essayé de proposer des suggestions pour améliorer et renforcer la gestion des déchets au sein de la ville, comme l'imposition d'un tri initiale, la mises à disposition des infrastructures de collecte et de traitement, adaptées à chaque type de déchet, le traitement des déchets par catégorie, le transfert des responsabilités et compétences vers les communautés d'arrondissement, les chefferies de quartier, les ménages, pour mieux répondre aux besoins spécifiques de chaque secteur de la ville, le renforcement des lois encadrant la gestion des déchets, la sensibilisation etc.

Références

- 20 Minutes. (2023, 9 octobre). *Pourquoi nos déchets électroniques sont de vraies "mines urbaines"*. Consulté le 28 janvier 2025, sur <https://www.20minutes.fr/planete/environnement/4056325-20231009-recyclage-pourquoi-ressources-minieres-dechets-electroniques-vraies-mines-urbaines>
- Akoh, N. R., Steve, A. A. A. (2024). Nouvelles formes de gestion participative des déchets plastiques pour un développement durable à YAOUNDE VI–CAMEROUN. *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(93).
- Arrey, W. H., Mondoleba, A. P. L. (2021). Les Politiques Publiques de Gestion des Déchets au Cameroun : Une analyse critique du Monopole d'hysacam à L'ère de la Gouvernance décentralisée dans la Ville de Yaoundé.
- Back Market. (s.d.). *En Suède, le premier supermarché 100% produits recyclés*. Consulté le 28 janvier 2025, sur <https://story.backmarket.fr/en-suede-le-1er-supermarche-100-produits-recycles/1797/>
- Boukar, M. (2023). Gestion des déchets dans les villes d'Afrique : Réduire, recycler, réutiliser, 3R. Valorisation pour la production d'électricité et autres applications.
- Chindji, M. (2023). Les inondations dans les bas-fonds de la Commune de Yaoundé 6 (Centre-Cameroun) : État des lieux et perspectives. *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(69).
- Clean Air Fund. (2019). *Yaoundé and air pollution*
- Combe, M. (2018, 26 juin). *Enfin une plateforme d'échange de déchets entre industriels*. Techniques de l'Ingénieur. Consulté le 28 janvier 2025, sur <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/plateforme-dechets-industriels-55691/>
- Cristofini, O. (2023). Économie circulaire et gestion des déchets ménagers: quelle dynamique de champ portée par les collectivités locales?. *Gestion et management public*, 113(3), 9-35.
- Diop, C., & Thioune, R. M. (2014). *Les déchets électroniques et informatiques en Afrique : Défis et opportunités pour un développement durable*. Centre de recherches pour le développement international.
- Douandji Tchoupou, A., Ngnikam, E., & Yelkouni, M. (2017). *Contribution à l'amélioration de la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques ménagers au Cameroun : cas de la ville de Douala*. *Déchets Sciences et Techniques*, (73), 2.
- Dumont, P. (2017). *Les réalités de l'aquaponie au Québec*. Colloque bio – Cultures abritées maraîchères et nouveaux systèmes de production. Consulté le 28 janvier 2025, sur https://www.agrireseau.net/documents/Document_97960.pdf

- Environnement Recherche Action Cameroun. (2002). Mise en place de structures de précollecte et de traitement des déchets solides urbains dans une capitale tropicale : Cas de Yaoundé, Cameroun. Rapport final. ERA-Cameroun, Programme Gestion Durable des Déchets et de l'Assainissement Urbain.
- Fatima, B. E. N. M. A. H. B. O. U. S. (2024). Valorisation des déchets ménagers de la région de Bordj Bou Arreridj par compostage en vue de production d'un engrais organiques de qualité (Doctoral dissertation, faculté des sciences et de la technologie* univ. Bba.)
- Foyet Gankam A. D. (2015). Valorisation par méthanisation-compostage des déchets solides des établissements hôteliers : cas de la commune de Yaounde 1er au Cameroun. Mémoire de master, Université Senghor, p 74
- GIEC. (2014). Rapport de synthèse changements climatiques 2014. Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.
- GIZ. (2018). *Responsabilité élargie des producteurs (REP) pour la gestion des déchets d'emballages*. Consulté le 28 janvier 2025, sur <https://www.giz.de/en/downloads/giz2018-fr-rep-emballages.pdf>
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. (2012). What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management. Washington D.C., World Bank, Urban Development & Local Government Unit, n°.15, p 98
- Institut National de la Statistique du Cameroun. (2016). *Recensement Général des Entreprises 2016 (RGE-2)*. Yaoundé, Cameroun.
- Institut National de la Statistique du Cameroun. (2019). *Monographie de la ville de Yaoundé*. Yaoundé, Cameroun.
- Journal du Design. (2019). *Transformer les déchets plastiques de nos villes en mobilier pour l'espace public avec l'impression 3D*. Consulté le 28 janvier 2025, sur <https://www.journal-du-design.fr/design/transformer-les-dechets-plastiques-de-nos-villes-en-espace-public-avec-limpression-3d-114723/>
- Kamgaing, P. C. (2021). Établir des modes de consommation et de production durables (ODD-12): cas de la lutte contre la pollution plastique. In *Journées camerounaises des Objectifs du Développement Durable*.
- Kamgaing, P. C. (2021). Établir des modes de consommation et de production durables (ODD-12) : cas de la lutte contre la pollution plastique. In *Journées camerounaises des Objectifs du Développement Durable*.
- Leklou, Y. (2022). Gestion des déchets électroniques et leurs impacts sur l'environnement : cas de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri)
- Manel, D. (2022). Récupération des métaux lourds dans les déchets électronique (Doctoral dissertation, faculté des sciences et de la technologie univ. Bba.).
- McCarville, H. (2019). Faire des Pays-Bas une référence en matière de plastique circulaire. *La Revue de l'Institut Veolia - Facts Reports*, (19), 82-87.
- Monebene, F. F. (2024). Gestion des déchets solides ménagers au Cameroun : limiter les décharges anarchiques à Yaoundé par le tri à la source et la pré-collecte porte-à-porte. *Sciences Eaux & Territoires*, (46), 8142-8142.
- Monebene, F. F. (2024). Gestion des déchets solides ménagers au Cameroun : limiter les décharges anarchiques à Yaoundé par le tri à la source et la pré-collecte porte-à-porte. *Sciences Eaux & Territoires*, (46), article 8142. <https://doi.org/10.20870/Revue-SET.2024.46.8142>
- Mougoue, B., Laurentine, N. E. (2021). Croissance de la ville de Yaoundé et résiliences aux pandémies. *Espace Géographique et Société Marocaine*, (43-44).

- Nafack, P. D. (2022). Chapitre IV Étude de faisabilité sur la production de l'électricité à partir du biogaz issu des déchets urbains dans la ville de Yaoundé. *Transition vers les énergies renouvelables au Cameroun : Quelques idées innovantes pour les villes*, 85.
- Ngambi, A. (2020). Gestion des déchets solides dans la ville de Yaoundé : Enjeux et perspectives. Université de Yaoundé 1.
- Ngambi, J. R. (2015). Déchets solides ménagers de la ville de Yaoundé (Cameroun) : de la gestion linéaire vers une économie circulaire (Doctoral dissertation, Université du Maine)
- Ngnikam, E., & Tanawa, E. (2019). Gestion des déchets solides ménagers au Cameroun : une analyse critique du système de gestion des déchets à Yaoundé. *European Scientific Journal*, 15(15), 1-15. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p1>
- Noa, J. S. (2020). Assainissement en Contexte de Decentralisation a la Communaute Urbaine de Yaounde. PAN-TIKAR JOURNAL OF HISTORY.
- Onana ntouda, A., Leumbe, O., LemOtiO, W., Kanda, S. J., & KamtO, P. G. (2022). Contribution à la cartographie de l'aléa inondation dans le bassin versant du Mfoundi à Yaoundé (Cameroun) par analyse multi critère (AMC) basée sur le Processus d'Analyse Hiérarchique (AHP). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*, 44, 13-27.
- ONU-Habitat. (2012). *Yaoundé*. Nairobi, Kenya : Programme des Nations Unies pour les établissements humains.
- Relance, F. (2020). Ministère de l'économie, des finances et de la relance. *Paris*.-03.09.-296 p.-Mode of access: https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-relance/annexe-fiche-mesures.pdf (Date of access-11.01. 2021).
- Rostant, M. M., Arnaud, S. E. L. A. B. I., & Lesline, N. K. (2024). Pratiques Locales Inappropriées et Initiatives de Gestion des Déchets Solides Urbains (DSU) par les Municipalités au Cameroun : cas de la ville de Mbouda (Ouest-Cameroun). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(87).
- Rostant, M. M., Arnaud, S. E. L. A. B. I., Lesline, N. K. (2024). Pratiques Locales Inappropriées et Initiatives de Gestion des Déchets Solides Urbains (DSU) par les Municipalités au Cameroun : cas de la ville de Mbouda (Ouest-Cameroun). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(87).
- Solidarité Technologique & La Guilde. (2019). *Projet WEEECAM : Gestion durable des déchets d'équipements électriques et électroniques au Cameroun*. Fonds Français pour l'Environnement Mondial.
- TAMO, M. T. S. (2013). Gestion durable des déchets solides ménagers dans la ville de Yaoundé : Cas de la pré-collecte. *Mémoire de master en développement de l'université Senghor*, p 55
- Waste and Climate Change. Global Trends and Strategy Framework. United Nations Environmental Programme (UNEP), p71
- Ymelé, J.-P. (2012). *La voie camerounaise vers une meilleure gestion des déchets*. Proparco. Consulté à l'adresse <https://www.proparco.fr/fr/article/la-voie-camerounaise-vers-une-meilleure-gestion-des-dechets>
- Zoma, V., Kiemdé, A., Kabran, G. E. G. (2022). *Les métropoles africaines. Enjeux et défis de développement*. GRIN Verlag.
- <https://bmpi.fr/four-a-pyrolyse>
- <https://habarirdc.net/transformer-ordures-combustibles-charbon-makala-environnement/>
- <https://miimosa.com/projects/l-aquaponie-pour-nos-potagers?l=fr>
- <https://www.gazeification.info/>
- <https://www.leaders.com.tn/article/35239-la-methanisation-source-d-energie-propre-et-durable>