

# UNE DÉMARCHE INTÉGRÉE POUR LA MAÎTRISE DE LA GESTION DES DÉCHETS SOLIDES URBAINS AU CAMEROUN

Emmanuel Ngnikam\*, Paul Vermande\*\*, Mile Tanawa\*\*\*, Joseph Wethe\*\*\*

*Ingénieur, UREF, ENSP, Ingénieur*

Entre 1993 et 1995, toutes les villes du Cameroun, comme la plupart des grandes villes d'Afrique ont été confrontées à une crise généralisée du système de collecte, de ramassage, de traitement et de recyclage des déchets urbains. Face à cette situation, le laboratoire aménagement urbain soutenu par des municipalités et des bailleurs de fonds internationaux a entrepris toute une série d'opérations devant contribuer à une solution durable des problèmes posés. Dans un premier temps les efforts ont été concentrés sur Douala (1,5 million d'habitants) et Yaoundé (1 million d'habitants). Cet article présente les principaux résultats obtenus tout en montrant en quoi les démarches adoptées sont spécifiques. Afin de définir une stratégie de gestion durable des déchets, une évaluation du flux globale a été effectuée. Elle donne une production globale de 920 t/j de déchets solides à Yaoundé dont 800 tonnes d'ordures ménagères (OM) et 1232 t/j à Douala dont 1000 tonnes d'OM. Parallèlement, le compostage rustique est développé dans les quartiers pauvres de la ville de Yaoundé et constitue une solution alternative que les populations se sont rapidement appropriées.

Between 1993 and 1995, the main town of Cameroon been going through a multifaceted waste management crisis. This is observed at several domain : collecting, treatment and recycling. From this situation, the town planning laboratory of the national Engineering school of Yaoundé with the financial support of some councils and International Donator undertook some operation to solve definitively the problem. At the first time, our effort has been concentrated on Douala and Yaoundé town. This paper presented the main result. Another to defined the strategy of management of garbage, an evaluation of the global flow is hence proposed. It gives a global production of 920 tons of solid wastes in Yaounde of which 800 tons are from households ; and 1232 tons in Douala, 1000 tons coming from households. In Yaounde, one phase composting has been developed in some poor neighbourhoods. This seems to be a good alternative solution as most of the population is taking to it.

Nos travaux de recherche sur la gestion et le traitement des déchets à Yaoundé ont débuté en 1990, grâce à un partenariat avec la société Hysacam puis la DGTC. Notre première démarche a été d'essayer de répondre techniquement à d'énormes difficultés que rencontraient les autorités administratives et les populations face à ces déchets de plus en plus envahissants et auxquels étaient consacrés de moins en moins de moyens financiers. Cette démarche a été par la suite répliquée dans la ville de Douala (1,5 million d'habitants) qui avait des problèmes similaires à ceux de Yaoundé.

Nous avons poursuivi dès le départ deux objectifs principaux :  
 – connaître les données sur tous les déchets urbains de Yaoundé et Douala pour asseoir une stratégie de résolution du problème des déchets ;  
 – proposer un certain nombre de solutions, tenant compte des spécificités du contexte en vue de résoudre les difficultés rencontrées dans les quartiers notamment les quartiers spontanés. C'est ce deuxième volet qui s'est développé autour des actions de compostage. Il a permis une mobilisation sociale et la création d'emplois.

## CONTEXTE DE DÉROULEMENT DE LA RECHERCHE

Les principales villes du Cameroun traversent depuis 1990 une crise multiforme de gestion de leurs déchets solides. Elle se manifeste à plusieurs niveaux :

- au niveau financier, les recettes générées par la taxe d'enlèvement des ordures ménagères représentent à peine 10 % des besoins<sup>[1, 18, 19]</sup> et l'État n'est plus en mesure d'apporter les subventions pour combler le déficit ;
- au niveau institutionnel, nous avons une multiplicité d'intervenants sans que le rôle de chacun soit clairement défini ;
- au niveau technique, les différentes commissions de réflexion mises sur pied par le gouvernement ne peuvent apporter des solutions viables, faute de disposer de données permettant de mesurer l'ampleur de la tâche.

Les solutions au problème doivent être trouvées sur un double plan technique et financier. Sur le plan technique, il faut améliorer le système de collecte et augmenter le taux

de couverture qui reste faible. Sur le plan économique, il faut résoudre le problème d'apport permanent de fond, ce qui doit permettre un autofinancement total ou partiel.

L'École polytechnique de Yaoundé, qui avait déjà commencé à travailler sur le sujet depuis 1989 a été sollicitée pour apporter des éléments scientifiques de base. C'est dans ce contexte que plusieurs conventions de recherche d'un montant total de 140 000 FF ont été signées d'abord avec la mairie de Yaoundé III, ensuite avec la SNH (Société nationale des hydrocarbures) et enfin avec la communauté urbaine de Douala entre 1993 et 1995.

## HISTORIQUE<sup>[3, 19, 20]</sup>

Dans 90 % des villes secondaires du Cameroun (moins de 300 000 habitants) il n'existe pas de décharges autorisées. Les chauffeurs déversent les déchets dans la zone de dépression la plus proche du lieu de collecte.

À Douala et à Yaoundé, la situation était presque normale en 1992. Le ramassage était effectué en régie par la communauté urbaine jusqu'en 1968. La couverture de la ville concernait essentiellement les quartiers desservis en voirie. Le faible rendement des services municipaux a conduit les deux municipalités à concéder le service pendant plus de 20 ans (jusqu'en 1989) à une société d'économie mixte, Hysacam sur la base d'un marché de gré à gré qui était réactualisé. Sur cette période, la population de Yaoundé est passée de 154 000 à 800 000 habitants et celle de Douala de 245 000 à 1,1 million. En 1988, le coût du service était de 650 millions de F CFA (13 millions de FF) à Yaoundé et 1,7 milliard de francs pour la ville de Douala.

La situation était correcte jusqu'en 1990 à Yaoundé et 1993 à Douala. Le service était alors assuré en concession par une même société privée. A partir de 1991 à Yaoundé, année pendant laquelle le service a été rétrocédé aux communes urbaines d'arrondissement, on est arrivé à une situation de blocage financier et technique. Au niveau financier, les mairies ont reçu pour la gestion de ce service des matériels inadaptés et insuffisants (2 camions bennes et une pelle chargeuse par commune). Seul le quart du budget alloué au ramassage a été alloué aux communes d'arrondissement. Cette situation de blocage a conduit à l'arrêt total de ramassage à Yaoundé pendant deux ans.

En mars 1994, la communauté urbaine de Yaoundé fait appel à toutes les ONG de la ville pour tenter de trouver des solutions alternatives au problème et en novembre, le gouvernement avec l'appui de la Banque Mondiale et d'autres bailleurs de fonds, a mis en place un système de collecte basé sur la haute intensité de main d'œuvre. C'est le Projet Social d'Urgence (PSU) qui utilisera 1700 personnes à Yaoundé et 1200 personnes à Douala. Si ce nouveau système s'avère efficace pour le nettoyage des voies urbaines, son rendement reste modeste en matière de collecte et de transport (moins de 100 tonnes par jour à Yaoundé sur une production de 800 tonnes). Bien plus il n'existe pas de décharges fixes pour la ville, les déchets sont déversés dans les marécages les plus proches.

Toute la situation que nous venons de décrire se résume à une absence de maîtrise de la gestion technique et financière. D'où l'idée de créer une base de données qualitatives et quantitatives des déchets fournissant des éléments pour élaborer un programme de gestion prévisionnelle des déchets urbains.

## ÉLABORATION D'UNE BASE DE DONNÉES DES DÉCHETS SOLIDES URBAINS DE DOUALA ET YAOUNDÉ

La situation actuelle des déchets urbains en général et des ordures ménagères en particulier, incite à mettre en œuvre des techniques simples, en adéquation avec le niveau de développement économique et social des villes du pays pour assurer une gestion durable. Il s'agit de passer du stade actuel de déplacement des nuisances à des politiques cohérentes de gestion des déchets c'est-à-dire l'organisation et l'utilisation des déchets de manière qu'ils puissent constituer un minimum de dégradation pour l'environnement et cela, au moindre coût. En d'autres termes, il s'agit de définir les actions de tous les acteurs concernés (population, industriels, municipalités, État) et les programmer dans le temps et dans l'espace.

### Les paramètres clés de la base de données

#### Influence des tissus urbains

La définition d'un schéma de gestion du service déchets doit prendre en compte les contraintes financières et urbanistiques qui s'appuient sur trois composantes essentielles :

- les caractéristiques quantitatives et qualitatives des déchets d'une ville pouvant influencer les choix techniques et stratégiques ;
- l'organisation de l'espace : typologie de l'habitat et des rues, relief de la ville (pentes, marécages, etc.) ayant une influence sur les moyens utilisés pour la collecte des déchets ;
- les caractéristiques socio-économiques (niveau de revenus, catégories sociales, etc.) ont une influence sur le choix des types, le niveau technologique ainsi que sur le mode d'organisation de la collecte.

Pour les villes du Cameroun, la multiplicité des situations urbaines et la disparité des niveaux de revenus des municipalités et des populations recommandent une démarche différente de celle pratiquée jusqu'ici. Deux paramètres permettent de mieux aborder une gestion durable des déchets :

- le niveau d'accessibilité à la parcelle (densité de réseau de voirie) ;
- le standing du logement qui permet de se faire une idée du niveau de revenus des ménages.

En considérant ces deux paramètres on peut alors distinguer quatre grands groupes de tissu urbain<sup>[9, 19, 20]</sup> :

- *Les zones structurées* : Elles se caractérisent par un important réseau de voirie et une faible densité de l'habitat. Elles regroupent les quartiers résidentiels de haut standing et les lotissements où le niveau de vie moyen des populations est assez élevé. En fonction de l'état de la voirie, on peut dis-

tinguer dans ce type de tissu deux variantes : le tissu haut standing desservi par une voirie bitumée en bon état et le tissu de moyen standing desservi par les routes bitumées ou en terre en mauvais état.

– *Les zones sous-structurées* : Elles sont le résultat d'une occupation anarchique et désordonnée et se caractérisent par une faible densité du réseau de voirie et donc une accessibilité très faible à la parcelle. Dans ce type de tissu, à Yaoundé et à Douala respectivement, 34 % et 37 % des parcelles seulement sont accessibles en véhicules lourds utilisés pour la collecte. La densité d'habitant y est en général supérieure à 300 hab/ha. Sur le plan socio-économique, elles se caractérisent par le faible revenu des ménages.

– *Les zones péri-urbaines* : Situées généralement à la périphérie des villes, les zones péri-urbaines ont la particularité d'avoir des réserves foncières importantes. Ce sont des zones transitoires entre le rural et l'urbain. La densité d'occupation des sols y est encore très faible. Sur le plan socio-économique, les activités agro-pastorales sont dominantes bien que beaucoup de personnes travaillant dans le secteur primaire et secondaire s'y installent progressivement.

– *Les zones commerciales* : Généralement bien desservies en voirie, ces zones se caractérisent par la prédominance des activités commerciales. Quelques immeubles sont néanmoins occupés dans les étages supérieurs par des habitations ; mais la densité des populations reste faible.

#### Délimitation des tissus sur le terrain

La délimitation des différentes zones sur le terrain s'est effectuée en deux temps :

- une reconnaissance à partir des photographies aériennes les plus récentes : 1992 pour Yaoundé et 1984 pour Douala.
- un travail de terrain dans chacune des deux villes, pour correction et mise à jour des délimitations obtenues à partir de l'analyse des photographies aériennes.

#### L'évolution démographique

La maîtrise de l'évolution démographique et des habitudes des populations permet d'estimer la production des déchets ménagers. Au Cameroun les données globales sur la population sont issues des recensements généraux de 1976 et 1987. Cependant des enquêtes localisées permettent de mieux estimer la population de certaines localités.

En se basant d'une part sur les résultats des enquêtes et d'autre part sur le recensement de 1987 avec ses hypothèses de croissance fournies par la Direction nationale des statistiques, on peut dresser le tableau suivant qui donne l'évolution des populations des villes de Douala et Yaoundé de 1926 à l'an 2010.

On observe un doublement de la population tous les dix ans dans les deux principales villes du Cameroun.

#### Évolution spatiale de la ville

Les villes de Yaoundé et de Douala ont connu une urbanisation rapide qui se caractérise par une occupation au même rythme de l'espace urbain. Deux facteurs importants caractérisent l'extension de ces villes :

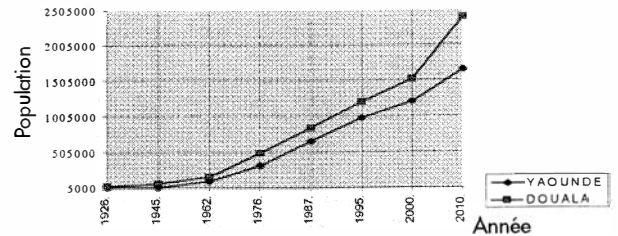


Figure 1 : Évolution démographique des villes de Yaoundé et de Douala de 1926 à 2010

- l'occupation anarchique de l'espace par les ménages surtout à bas revenus. Plus de 60 % de l'espace urbain à Douala comme à Yaoundé est consommé par les logements construits de manière traditionnelle avec utilisation des matériaux provisoires (carabotte, poto-poto, etc.) ;
- le secteur formel de production de logement. Ce secteur est assuré par l'État à travers les sociétés de production de parcelles aménagées ou de logement (style HLM).

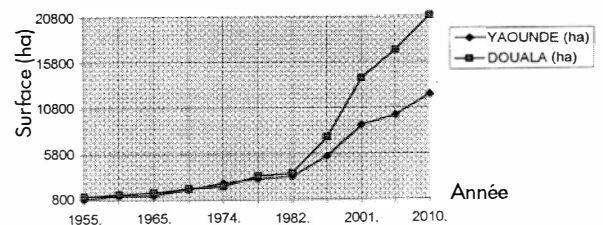


Figure 2 : Évolution de la surface résidentielle des villes de Yaoundé et de Douala

L'évolution des surfaces urbanisées des villes de Douala et Yaoundé de 1955 à l'an 2000 est présentée sur la figure 2. Les projections de l'an 2000 sont déjà dépassées en 1995 pour Douala et le seront dès 1998 pour Yaoundé. Le rythme d'occupation de l'espace est ralenti à Yaoundé à partir de 1990 à cause des contraintes du relief. La progression de la ville est en effet bloquée à l'ouest et au nord-ouest par les montagnes, au nord par le terrain du palais présidentiel. Cette extension rapide du périmètre urbain est à l'origine de l'augmentation du réseau de la voirie et des distances de collecte et de transport. Ce qui justifie le doublement observé dans les coûts de gestion en moins de 10 ans<sup>[1, 1.20]</sup>. La maîtrise de l'occupation de l'espace doit être assurée pour une bonne maîtrise des coûts de gestion du service déchet.

#### COLLECTE DES DONNÉES SUR LES DÉCHETS DES MÉNAGES

Il y a une absence totale des données fiables dans ce domaine au Cameroun. Celles qui existent sont très disparates, partielles et souvent inaccessibles, parce que mal conservées, et ne peuvent pas par conséquent permettre d'établir les projections et les programmations sur la production totale des déchets solides. La méthodologie de collecte des données est fonction du type de déchets et de son lieu de production.

### Données qualitatives

Dans nos travaux, nous avons recherché :

- la composition des déchets produits dans des ménages et sur les marchés ;
- la détermination des densités des déchets ;
- la détermination des taux d'humidité ;
- la détermination du pouvoir calorifique inférieur (PCI).

Trois étapes essentielles ont été suivies pour déterminer ces données pour Douala et Yaoundé :

- 1) - la stratification de la ville en différents tissus urbains homogènes ;
- 2) - l'échantillonnage des déchets des ménages et des marchés ;
- 3) - les analyses de laboratoire.

#### *Échantillonnage des ordures ménagères et des déchets des marchés*

Les techniques d'échantillonnage des ordures ménagères classiques <sup>[2,8]</sup> bien qu'ayant des atouts considérables pour la représentativité de l'échantillon retenu, ne peuvent pas être entièrement utilisées dans notre contexte pour les raisons suivantes :

- le rythme de collecte est irrégulier voire inexistant ;
- Même en cas de collecte, la couverture de la ville n'est pas totale.

Compte tenu de toutes ces contraintes, nous avons élaboré une nouvelle méthodologie d'échantillonnage que nous décrivons ci-dessous.

##### *- Prélèvement de l'échantillon primaire*

Nous avons adapté la méthodologie de caractérisation des ordures ménagères élaborée par l'Ademe<sup>[2]</sup> au contexte local. En effet comme les deux villes sont importantes (environ 1 million d'habitants), l'échantillon de base doit être constitué de 5 bennes choisies au hasard suivant la typologie de l'habitat<sup>[2]</sup>. En principe, on recommande de choisir au hasard le numéro d'ordre du camion à retenir pour l'enquête. Ceci suppose déjà l'existence d'une collecte régulière couvrant entièrement la ville. En l'absence d'une telle collecte, nous avons choisi le prélèvement en poubelle (tas d'ordures). Ainsi, pour une strate donnée, on constitue l'échantillon par la rotation d'une benne d'entreprise ; de 10 à 12 prélèvements sont effectués en des endroits distant d'au moins 500 m. L'itinéraire retenu par strate est tiré au sort parmi la liste des chemins possibles. Environ 2 tonnes de déchets sont ainsi collectées par strate. C'est la réunion de l'ensemble des bennes qui constitue l'échantillon primaire (10 tonnes en moyenne). Le prélèvement élémentaire sur chaque tas d'ordure est effectué à l'aide d'une pelle chargeuse (godet de 1 m<sup>3</sup>). En fonction de la grandeur du tas, évaluée de manière visuelle, on prélève un ou deux godets de 500 litres par tas. Le contenu du camion est déversé sur une aire dégagée et plane où on effectuera la prise d'échantillon secondaire.

##### *- Prise d'échantillon secondaire*

On définit ainsi, l'échantillon obtenu à partir de l'échantillon primaire. Pour le faire deux méthodes peuvent être utilisées

du moment où nous avons la possibilité d'homogénéiser le tas <sup>[15]</sup>.

**Échantillonnage par partage :** subdivision du lot en un certain nombre de fractions de masses voisines et de propriétés similaires, qui constituent un ensemble d'échantillons potentiels jumeaux au sein duquel dans un second temps, on sélectionne un ou plusieurs échantillons réels (tirage au sort après le partage).

**Échantillonnage par pelleting fractionné :** extraction du lot d'un certain nombre de prélèvements dont la réunion constitue l'échantillon. Par rapport au partage, cette méthode de prise d'échantillon a l'avantage d'être rapide car on réalise en même temps le nettoyage de l'aire de tri (les fractions non prises étant directement déversées sur les refus). Avant le démarrage de la prise d'échantillon, il convient de fixer le taux d'échantillonnage approximatif 1/N que l'on cherche à réaliser en fonction du volume des déchets. L'opérateur prélève à l'aide de la pelle de son engin des pelletées successives de 300 l environ chacune. Ces pelletées sont distribuées sur le tas de refus ou sur la table de tri qui reçoivent :

- sur la table de tri, toutes les pelletées de rang 3 + N\*k (avec k entier positif et N représentant l'inverse du taux d'échantillonnage). C'est l'échantillon E prédéterminé ;
- sur le tas de refus, les autres pelletées. On parle alors de pelleting fractionné dégénéré ;
- un minimum de 10 pelletées sera retenu pour former l'échantillon E.

C'est la première méthode que nous avons utilisée en raison du manque de matériel spécifique pour effectuer le pelleting (engin du type bobcat). Le partage s'est fait à la main et en utilisant des demi-futs de 100 litres et les fourches. On divise ainsi le lot principal en cinq lots d'environ 400 kg, seule la moitié du lot retenu sera intégralement trié. La masse minimale de déchets à trier calculée selon la formule de Gy étant de 200 kg pour que les résultats obtenus soient représentatifs avec une précision de 10 % <sup>[23]</sup>. C'est sur cet échantillon que sera effectué les opérations de criblage et de tri, et les analyses du laboratoire.

##### *Tri de l'échantillon secondaire*

L'échantillon de 200 kg environ dit « échantillon global réduit », préparé à partir d'un tas de 1,5 à 2 tonnes représentant les déchets d'une strate déterminée est criblé avec le tamis à maille carrée de 20 mm. Les éléments de taille supérieure à 20 mm sont triés manuellement en 8 classes suivant la nomenclature définie au tableau n°4.

Les fines sont récoltées directement sous le tamis et les refus sont étalés par classe sur une aire bétonnée ou couverte de feuille plastique. La prise de l'échantillon du laboratoire a toujours été faite par partage. Pour la mesure du taux d'humidité, chaque échantillon pris sur les composantes énumérées dans la nomenclature sera séché à 105°C dans l'étuve pendant 24 heures.

Compte tenu des disparités prévisibles qui peuvent exister entre les deux grandes saisons qui dominent le climat dans les deux villes étudiées, au moins deux campagnes d'échantillonnage étaient nécessaires. Ainsi pour les mesures de la

saison sèche, nous avons choisi le mois de Janvier pour Yaoundé et Février pour Douala. Pour les mesures de la saison des pluies, nous avons retenu le mois d'octobre pour Yaoundé et novembre pour Douala. Chaque campagne s'est étalée sur cinq jours.

#### *Les analyses de laboratoire*

Nous avons procédé aux analyses suivantes : humidité, mesure des densités en poubelle, mesure et calcul du PCI. Pour l'ensemble des deux villes le PCI varie entre 800 et 2000 mth/kg de déchets. Pendant 9 mois de l'année, les OM sont impropres à l'incinération ( $PCI < 1200$  mth/kg)<sup>[7]</sup>.

#### **Les données quantitatives**

Ce sont les données relatives à la production réelle des ordures dans les deux villes. Nous avons à partir des archives de la communauté urbaine de Douala, obtenu les données sur les quantités de déchets collectés. Nous avons adopté une méthodologie en deux phases pour évaluer les taux de production actuelle :

Phase 1 : campagne d'échantillonnage des OM, qui permet d'obtenir les densités en poubelles des déchets ;

Phase 2 : détermination de la production réelle des ordures par tête d'habitant et par jour. Pour cela, deux méthodes d'évaluation ont été utilisées.

– Comptage pendant une période de 15 jours des ménages qui versent leurs déchets à un point précis. Puis mesure directe de la fréquence de dépôts d'ordures et de la capacité des récipients utilisés. Une interview légère permet de connaître la situation de la maison d'habitation et la taille du ménage. Ce qui permet de circonscrire l'influence du point de collecte et le taux de production unitaire des déchets.

– Une évaluation par enquête auprès des ménages. Compte tenu de sa lourdeur, la première méthode n'a été utilisée qu'à titre de comparaison dans un quartier de Yaoundé. Nous avons préféré la deuxième méthode qui nous permet d'obtenir aussi les données socio-économiques sur les ménages indispensables pour mettre en place une stratégie efficace de gestion des déchets solides tenant compte des capacités de financement des ménages.

#### **Concept méthodologique de l'enquête**

*Stratification* : Nous avons suivi la même stratification bâtie pour l'échantillonnage. Nous avons néanmoins introduit une variante dans les quartiers spontanés pour tenir compte de l'accessibilité à la parcelle. Ainsi, nous avons identifié les quartiers spontanés ayant subi une restructuration.

Le choix des quartiers à enquêter (îlots) s'est fait de manière aléatoire, pour permettre une bonne représentativité dans la ville. Le nombre de ménages à enquêter par strate est proportionnel à la taille de la strate. A l'intérieur de chaque îlot, les ménages à enquêter sont uniformément répartis.

*Échantillonnage* : La base de l'échantillonnage utilise le recensement de 1987. L'actualisation de ces données s'est faite avec un taux de croissance des populations de 5,09 % pour la ville de Douala et 6,8 % pour la ville de Yaoundé. Nous

avons supposé constant, la taille des ménages dans chaque quartier entre 1987 et la date de l'enquête. Seul le périmètre déjà urbanisé à la date de l'enquête a été pris en considération.

Le choix de l'échantillon final à enquêter dépend de l'effectif des populations (ménages), mais aussi du budget disponible pour mener cette enquête. Ainsi, les taux de sondage retenus sont de 1/200<sup>ème</sup> à Douala et 1/100<sup>ème</sup> à Yaoundé. Ce qui a abouti à un effectif de 1225 ménages à enquêter à Douala et 1700 ménages à Yaoundé. L'enquête s'est étalée sur une durée de 8 jours à Douala et 10 jours à Yaoundé.

#### **Méthodes d'évaluation du taux de production des ordures ménagères**

*Mesure indirecte par enquête ménage* : Deux questions ont permis d'obtenir le taux de production des ordures ménagères : la taille du ménage (nombre de personne dans le ménage) ; la capacité de la poubelle ou des poubelles, évaluée directement par l'enquêteur après avoir vu tous les récipients qui sont utilisés dans le ménage pour stocker les ordures ménagères avant l'évacuation. A cet effet, une grille donnant la capacité des récipients généralement utilisés par les ménages comme poubelle a été préparé à l'avance et annexé au guide d'enquête distribué aux enquêteurs. Le nombre de fois que le ménage vide ses poubelles par semaine. Le témoignage de la personne qui vide effectivement les poubelles s'est avéré très important au cours des enquêtes.

L'obtention du taux de production des déchets se fait après la synthèse de dépouillement de ces trois données. On obtient alors : la production globale par strate, le nombre de ménage et de personne enquêtés par strate, la production moyenne par jour et par personne exprimée en litre.

*Mesure directe* : Cette mesure s'est effectuée uniquement à Yaoundé dans le quartier Messa-Carrière. Nous avons profité de l'existence d'un site de compostage dans ce quartier pour mener cette expérimentation. Pour ce faire, les enquêteurs ont été placés aux différents points de dépôt des ordures du quartier, munis d'un tableau dans lequel on pouvait enregistrer les informations suivantes :

– identification du ménage (taille, numéro de case, taille du ménage) ;

– dernier jour de versement des ordures.

L'enquêteur devait mesurer directement les quantités d'ordures, vidées le jour de l'interview à partir des sceaux et cartons étalonnés à l'avance.

Cette opération s'est poursuivie sur une durée de 15 jours. Elle a été précédée du numérotage des maisons pour que les enquêteurs, tous recrutés dans le quartier, puissent vérifier facilement la fiabilité des informations fournies par les enquêtés (en majorité des enfants). On parvient ainsi à obtenir le taux de production en litres. Une campagne d'échantillonnage était menée sur le même site pendant la période de l'enquête pour obtenir le poids réel des déchets collectés et leur composition.

**Tableau 1 : Masse volumique apparente des ordures ménagères à Douala et à Yaoundé**

Type de Tissu	Masse volumique des déchets à Yaoundé (kg/m <sup>3</sup> )		Masse volumique des déchets à Douala (kg/m <sup>3</sup> )	
	Saison sèche	Saison de pluie	Saison sèche	Saison de pluie
Haut standing	230	320	160	341
Structuré moyen standing	260	375	180	390
Spontané	250	385	200	430
Commercial	250	340	185	430
Péri-Urbain	230	350	190	410
Moyenne de la ville	240	354	180	400

### Résultats

On peut constater une variation de 200 % entre les densités mesurées en saison sèche et en saison des pluies dans les deux villes. Dans le même temps, le taux d'humidité varie entre 45 et 65 %. Pour effectuer une projection des données sur l'année, nous avons considéré que les densités de la saison sèche sont valables pendant trois mois et celles de la saison des pluies pendant neuf mois.

**Tableau n°2 : Composition des ordures ménagères de Douala et Yaoundé**

Catégorie	Composition des OM de Yaoundé		Composition des OM de Douala	
	Sur sec %	Sur brute %	Sur sec %	Sur brute %
Papiers et Cartons	3,5	n.d	3,7	4
Métaux	4,6	n.d	2,3	0,9
Verre et Céramique	4,1	n.d	1,6	0,6
Tissus et cuirs	1,6	n.d	2,4	2,4
Bois et coques	-	n.d	1,5	0,9
Gravats	10,6	n.d	5,1	4,5
Matières plastiques	4,6	n.d	3,4	2,5
Éléments fins < 20 mm	27,6	n.d	1,3	0,4
Fermentescibles	47,9	n.d	78,7	83,9
Total	100	100	100	

Les mesures pour la ville de Yaoundé ont été effectuées en saison sèche, ce qui explique le taux élevé des fines. La nomenclature retenue s'est fait pour tenir compte des possibilités locales de recyclage. Les types de déchets déjà récupérés comme les métaux (aluminium) et les plastiques (polyéthylène) sont mis en exergue. La matière fermentescible totale est de 76 % (sur la matière sèche) à Yaoundé et 85 % à Douala.

À partir des mesures directes effectuées pendant deux semaines auprès de 206 ménages dans le quartier Messa-Carrière à Yaoundé, nous avons obtenu un taux de production de 0,75 kg/hab/jour pendant la saison des pluies. En comparant ce résultat avec celui obtenu par enquête ménage (0,80 kg/hab/jour) la variation est de 6 %.

La connaissance du gisement des ordures ménagères (bien que ces dernières représentent une part importante de la production totale des déchets solides), ne permet pas d'avoir une vue globale de la situation. C'est pour cela que nous

**Tableau n°3 : Taux de production des déchets ménagers**

Type de Tissu	Taux de production des OM de Yaoundé (kg/hab/jour)		Taux de production des OM de Douala (kg/hab/jour)	
	Saison sèche	Saison de pluie	Saison sèche	Saison de pluie
Structuré haut standing	0,95	1,31	0,97	1,42
Structuré moyen standing	0,78	1,12	0,89	1,28
Lotissement municipaux	0,73	0,98	0,53	0,79
Spontané	0,50	0,80	0,46	1,00
Péri-Urbain	0,63	0,95	0,45	0,91
Moyenne de la ville	0,60	0,98	0,68	0,98

**Tableau n°4 : Production totale des ordures ménagères (en tonnes par jour) dans les villes de Douala et Yaoundé et projection à l'an 2010**

Année	Yaoundé					Douala				
	Ydé I	Ydé II	Ydé III	Ydé IV	Total	Dla I	Dla II	Dla III	Dla IV	Total
1995	259	171	182	183	795	218	118	584	80	1000
2000	308	204	215	216	943	270	149	736	105	1260
2005	357	236	250	250	1093	345	198	927	127	1586
2010	414	274	289	290	1267	437	236	1168	160	1999

avons effectué des mesures pour recueillir des données sur les autres déchets (marchés, industries, hôpitaux).

## COLLECTE DES DONNÉES SUR LES DÉCHETS DES MARCHÉS

### Méthodologie

La méthodologie de collecte des données sur la production des déchets des marchés a déjà fait l'objet d'une publication<sup>[2]</sup>, nous allons seulement reprendre ici les principales étapes. Contrairement aux déchets des ménages pour lesquels on peut évaluer le taux de production par enquête auprès des ménages, il est difficile d'obtenir la production des déchets des marchés par la même procédure. En effet :

- les vendeurs sont rarement équipés de poubelles ;
- les marchés accueillent une proportion importante de commerçants ambulants dont on peut difficilement quantifier les déchets qu'ils produisent ;
- les invendus qui sont généralement abandonnés dans les marchés peuvent être difficilement quantifiables par une enquête classique ;
- le manque d'un service de ramassage efficace.

Compte tenu de toutes ces difficultés, nous avons adopté la méthodologie qui comporte six phases :

Phase 1 : un recensement des marchés existants dans les deux villes retenues. Nous avons dénombrés 43 marchés dont 21 à Yaoundé et 22 à Douala.

Phase 2 : Un regroupement de ces marchés selon les critères suivants :

- superficie occupée par le marché (mesurée sur une carte à l'échelle 1/5000).
- importance du marché,

- typologie dominante des marchandises (vivres, bijoux, vêtements, etc.) ;
- type d'occupation d'espace dans le marché (boutique, comptoir, sol nu).

Sur la base de ces critères, nous avons regroupé les marchés en trois grandes catégories :

Les grands marchés : ils ont un rayon d'influence à l'échelle de la ville et même régionale, on y vend en gros, demi-gros et détail. Ils sont structurés avec des comptoirs plus ou moins organisés. Les commerçants ambulants ou « sauveurs » occupent aussi une place importante. Des gammes de produits vendus sont très diversifiées et vont de l'électroménager jusqu'aux produits vivriers. Exemple : marché Central, Mokolo à Yaoundé et marché Central, Madagascar à Douala.

Les marchés moyens. Ils ont une influence sur une partie de la ville ; un arrondissement ou un groupe de quartiers. On y vend en demi-gros et en détail. Les comptoirs, même lorsqu'ils existent sont sommaires, le marché se fait en grande partie le long des rues. Exemple : marchés Elig-Edzoa, Ekounou à Yaoundé et marchés New Deido, Ndokoti à Douala.

Les petits marchés. Ils ont une influence à l'échelle du quartier. On y va pour se ravitailler en produits de première nécessité. Les détaillants présents dans ces marchés s'approvisionnent dans les grands et les moyens marchés.

Phase 3 : Un recensement des commerçants et des activités dans les marchés. Nous avons dénombré 35 catégories de produits vendus dans ces différents marchés, 34 000 commerçants à Yaoundé et 22 500 à Douala.

Phase 4 : Un échantillonnage basé sur :

- l'effectif des commerçants recensés par marchés,
- le type de produit vendu,
- le type d'occupation de l'espace.

Phase 5 : Un dépôt de sacs-poubelles en polyéthylène auprès des commerçants.

Phase 6 : Récupération des sacs, pesée et échantillonnage des déchets ainsi collectés.

### Résultats

Nous avons distingué les balayures et les déchets générés par les activités de commerce.

La production moyenne journalière des déchets est de 1.24

**Tableau n°6 : Composition des déchets des marchés**

Catégories	Yaoundé (sur sec %)	Douala (sur sec %)
Papiers et Cartons	7,8	4,5
Métaux	3,3	1,8
Verre et Céramique	0,7	1,7
Tissus et cuirs	0,7	2,5
Bois et coques	0	2,7
Gravats	0	0,5
Matières plastiques	3,9	7,3
Éléments fins < 20 mm	19,4	3,7
Fermentescibles	64,2	75,3
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

kg/vendeur/jour en saison sèche et de 2.7 kg/vendeur/jour en saison de pluie. Les balayures des marchés sont évaluées à 0.8 kg/vendeur/jour pour les grands marchés et 0.6 kg/vendeur/jour pour les moyens et petits marchés. Sur la base de ces ratios, on évalue la production totale moyenne des déchets des marchés à 62 t/j à Douala et 86,6 t/j à Yaoundé pour un effectif de 22 500 et 34 000 vendeurs.

## COLLECTE DES DONNÉES SUR LES DÉCHETS INDUSTRIELS BANALS ET LES DÉCHETS DES HÔPITAUX

### Les déchets des industries

#### Méthodologie

Dans un premier temps, un recensement a été effectué pour identifier les entreprises dans les deux villes selon le secteur d'activité, à partir des données officielles disponibles (Chambre de commerce et délégations provinciales de l'ancien ministère de développement industriel et commercial). Ces informations ont été complétées par des tournées de reconnaissance sur le terrain. Nous n'avons enquêté que dans les entreprises de 10 salariés et plus. Il faut signaler qu'il n'existe aucune nomenclature des activités industrielles au Cameroun. À Yaoundé on a recensé 73 entreprises dont :

- 15 entreprises de production (tout secteur confondu),
- 16 supermarchés ;
- 15 entreprises de prestation de services ;
- 6 grandes imprimeries ;
- 15 établissements de crédit (Banques et Assurances) ;
- 9 Hôtels.

À Douala, la base d'enquête a été plus grande que celle de Yaoundé. Nous avons utilisé la liste des entreprises recensées dans le cadre de l'étude intitulée « Douala-Zoom »<sup>[5]</sup>. Cette étude avait inventorié 180 entreprises. Finalement nous avons recensé 159 entreprises réparties de la manière suivante :

- 83 entreprises de production ;
- 17 hôtels ;
- 15 supermarchés ;
- 5 établissements de transit ;
- 22 entreprises de prestation de services ;
- 5 grandes imprimeries ;
- 12 entreprises qui opèrent dans divers secteurs d'activité.

La collecte des données s'est effectuée par enquête. Les fiches d'enquêtes préalablement élaborées étaient distribuées dans les entreprises à enquêter et un rendez-vous était immédiatement pris pour un entretien.

L'on a recensé 232 entreprises dans les deux villes. Sur les 73 fiches distribuées à Yaoundé, 27 ont été récupérées (40 %), et à Douala 36 fiches sur les 159 déposées (23 %). Au moins 80 questionnaires ont été retournés non remplis à cause surtout de la méfiance des chefs d'entreprises.

Le critère d'extrapolation retenu est alors l'effectif du personnel et le secteur d'activité. À cet effet nous avons défi-

**Tableau n°7 : Répartition des entreprises selon le nombre de salariés**

Tranche d'effectif	Nombre d'entreprise	Pourcentage	Effectif moyen
10-50	24	36,9 %	24
51-100	11	16,9 %	75
101-200	7	10,8 %	112
201 et plus	7	10,8 %	276
Non déclaré	16	24,6 %	
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100 %</b>	<b>moy = 84</b>

ni par secteur d'activité quatre tranches d'effectifs (tableau n°7).

### Les résultats

La production des déchets d'entreprise est évaluée en m<sup>3</sup>. Le tableau n°8 suivant donne une évaluation pour Yaoundé. La masse volumique de ces déchets dépend de leur nature et de leur taux d'humidité. Nous n'avons pas pu mesurer les masses volumiques des différents types de déchets rencontrés. Nous pouvons néanmoins approcher ces mesures lorsqu'on connaît la catégorie principale de ces déchets (plus de 50 % du volume) en utilisant les densités mono-matériaux existant dans la littérature [7,8]. Ainsi pour les Brasseries par exemple, les drêches qui constituent 95 % des déchets ont une densité proche de 1. Les densités apparentes retenues pour les déchets de chaque type d'entreprise sont présentées dans le tableau n°9.

**Tableau n°8 : Production exprimée en m<sup>3</sup> de déchets industriels banals de Yaoundé**

Type d'entreprises	Nombre recensé	Nombre enquêté	Taux de production des déchets (m <sup>3</sup> /semaine)	Production globale (m <sup>3</sup> /semaine)
Entreprise de production	15	6	21,2	318
Supermarchés	15	6	1,2	18
Prestation de service	15	4	0,17	2,6
Imprimerie	6	5	10,75	64,5
Établissement de crédit	13	5	1,15	15
Hôtel	9	3	3,05	27,5
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>29</b>		<b>445,6</b>

**Tableau n°9 : Densité des déchets de certaines grandes entreprises de Yaoundé**

Nom d'entreprises	Catégorie principale	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Taux de production (m <sup>3</sup> /semaine)	Taux de production (t/semaine)
BAT	Poussière de tabac	200	1120	224
Boulangerie	Matières fermentescibles	300	0,6	0,18
SAB	Bois d'œuvre	400	1,2	0,48
Abattoir	Matière stercoraire	1	24	24
Brasseries	Drêches	1	126	126
Hôtel	Déchets de cuisine	400	3,05	1,22
Supermarché	Papier et carton	80	1,2	0,1
Services	Papier	100	0,17	0,017
Imprimerie	Papier haché	150	10,75	1,6
Établissement de crédit	Papier listing	175	1,15	0,2

La masse volumique moyenne pour les entreprises de production est de 319 kg/m<sup>3</sup>. La production totale des déchets est alors évaluée à :

- 152,1 tonnes par semaine dans les industries de production ;
- 21,6 tonnes par semaine dans les supermarchés ;
- 0,26 tonne par semaine dans les entreprises de service ;
- 9,7 tonnes par semaine dans les imprimeries ;
- 11 tonnes par semaine dans les hôtels ;
- 2,6 tonnes par semaine dans les établissements de crédits (banques et assurances).

Soit au total 197,3 tonnes par semaine de DIB produits à Yaoundé (32,9 t/j). Avec les mêmes hypothèses, nous obtenons une production des DIB de 164 t/j à Douala pour un effectif de 159 entreprises recensées.

Ces déchets représentent environ 17 % de la production des ordures ménagères à Douala.

### Les déchets des hôpitaux

#### Méthodologie

Nous avons d'abord recensé les hôpitaux, les cliniques et polycliniques, les hôpitaux d'arrondissement et dispensaires à partir d'une liste des établissements de santé, obtenue à la délégation provinciale de la santé publique. Le tableau 10 donne l'effectif global des différents types d'établissements sanitaires à Douala.

**Tableau n°10 : Type d'établissement de santé/arrondissement**

Arrondissement	Douala	Douala	Douala	Douala	Total
	I	II	III	IV	
Centre de santé	50	4	6	2	62
Infirmierie	2	1	1	1	5
Hôpitaux privés	0	0	2	1	3
Hôpitaux Centraux	1	0	2	0	3
Hôpitaux d'arrondissement	1	1	3	1	6
Clinique	19	1	5	3	28
Dispensaire	6	5	8	4	23
Polyclinique	3	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>13</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>13</b>

Source : Enquête des hôpitaux et pharmacies

Nous avons procédé :

- par enquête exhaustive dans les hôpitaux d'envergure régionale et nationale et dans les polycliniques,
- par sondage auprès des cliniques, centres de santé et dispensaires. C'est ainsi que nous avons réparti les fiches selon les indications du tableau n°11.

Nous avons distingué au cours de notre enquête, deux types de déchets :

- les déchets d'hôpitaux assimilables aux ordures ménagères ;
- les déchets issus des opérations de soins.

Deux critères principaux nous ont servi de base pour une extrapolation des résultats. Le nombre de lits et la fréquence d'occupation des lits.

Ce dernier paramètre était le plus difficile à obtenir, parce que les hôpitaux ou les cliniques disposaient rarement des éléments statistiques à ce sujet.



**Tableau n° 11 : Répartition des fiches par type d'établissements de santé**

Type de centre	Nbre de centre	Nbre de fiches déposées	Nbre de fiches récupérées
Centre de santé	62	19	19
Infirmierie	5	1	1
Hôpitaux privés	3	1	1
Hôpitaux Centraux	3	3	2
Hôpitaux d'arrondissement	6	3	3
Clinique	28	10	8
Dispensaire	23	5	5
Polyclinique	3	3	3
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>44</b>	<b>41</b>

Source : Enquête des hôpitaux et pharmacies

## Résultats

### Évaluation du taux de production

La production moyenne a été exprimée en litre. Pour obtenir le poids moyen des déchets, nous avons appliqué la densité moyenne mesurée pour les autres types de déchets assimilables aux ordures ménagères ; ainsi la densité moyenne appliquée est de 0,35 soit 350 Kg/m<sup>3</sup>. Quant aux déchets issus des opérations de soins, leur densité est très disparate et varie entre 0,06 et 0,4, avec une moyenne à 0,15.

### Production globale des déchets

La production globale des déchets dans les 134 établissements de santé recensés à Douala est de 5,4 t/j. Les déchets assimilables aux ordures ménagères représentent 87,6 % de cette production et le reste est représenté par les déchets issus des opérations de soin. Le tableau n° 12 donne la répartition de cette production par type de centre de santé à Douala. Ce taux de production est exprimé en kg/centre/jour.

Sur les 31 centres de santé recensés à Yaoundé, on a une production de 5 t/j, dont 92 % des déchets assimilables aux OM. Les grands centres (hôpitaux centraux et privés) à Douala ne produisent que 41 % des déchets, tandis qu'à Yaoundé, ils produisent 89 % des déchets. Le taux de production le plus élevé est observé dans les PMI et les dispensaires à cause du surplus de visiteurs et d'assistants

**Tableau n° 12 : Évaluation de la production des déchets d'hôpitaux**

Type de centre	Nombre	Nombre moyen de lits	Taux de production (kg/lit/jour)	Production (kg/jour)
Centre de santé et cabinet médical	62	11,8	1,22	892,6
Infirmeries	5	0	2*	10
Hôpitaux privés	3	32	1,9	182,4
Hôpitaux centraux	3	740	1,01	2242,2
Hôpitaux d'arrondissement	6	30,8	1,95	360,4
Cliniques	28	19	1,45	771,4
Polycliniques	3	46,7	0,98	137,3
PMI et Dispensaires	23	14	2,44	785,7
<b>Total</b>	<b>134</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5382</b>

Source : Enquête des hôpitaux et pharmacies

qu'on enregistre dans les maternités.

Les déchets d'hôpitaux sont transportés dans les mêmes conditions que les ordures ménagères puisque 63,4 % des déchets sont déposés dans les bacs publics avant leur évacuation et 7,3 % vont dans les décharges sauvages<sup>[19, 20]</sup>. Toutes les données collectées nous ont permis d'élaborer un schéma de gestion du service déchets dans les deux grandes villes du pays.

## SCHÉMA D'ORGANISATION DU SERVICE DÉCHET

Il ressort de la situation décrite que la stratégie de gestion à proposer doit s'appuyer sur deux objectifs principaux :

- une réduction des coûts de gestion ;
- une organisation technique qui s'appuie sur la typologie de l'habitat. En effet, les quartiers sous-structurés, dépourvus de réseau de voirie ne peuvent être accessibles qu'à 34 % si on utilise les moyens conventionnels de collecte et de précollecte. Ainsi, le reste des déchets (66 %) de la production, soit 150 t/j à Yaoundé est déversé dans les cours d'eau, les caniveaux et les décharges sauvages. C'est pour cela que la stratégie que nous proposons comprend deux variantes pour ce type de quartier :
  - une valorisation dans les compostières décentralisées. La seule contrainte est liée à l'existence d'une surface libre d'environ 600 m<sup>2</sup> où pourront s'effectuer les opérations de tri et traitement des déchets ;
  - l'organisation d'une précollecte non conventionnelle moyennant un matériel léger et une haute intensité de main d'œuvre qui reste bon marché. Dans les quartiers structurés, nous préconisons une précollecte par apport volontaire des ordures jusqu'au point de regroupement équipés de bacs. Dans les deux cas la collecte sera alors effectuée moyennant des bennes tasseuses ou des amplirolls.

## LA VALORISATION PAR COMPOSTAGE

Deux approches ont été étudiées dans le cadre de nos travaux, le compostage décentralisé qui a été testé dans les villes de Yaoundé et de Bafoussam et le compostage centralisé.

### Le compostage décentralisé

Les techniques de compostage décentralisé ont déjà fait l'objet de plusieurs articles<sup>[13]</sup>. L'objectif est de situer l'importance du compostage décentralisé dans l'organisation d'un schéma de gestion des déchets et les perspectives de développement de cette filière dans une ville.

### Mise en place des compostières décentralisées à Yaoundé

Pour mettre en place les compostières, nous avons suivi un certain nombre de démarches techniques et sociales qui ont déjà été présentées dans des articles antérieures<sup>[14, 15]</sup>.

### Les phases d'exécution du projet

Pour l'exécution de ce programme, il faut distinguer les quatre phases suivantes :

*Phase n°1 : Préparation des acteurs au plan technique et social*

Au plan technique : l'action est partie d'un laboratoire de recherche (le Laboratoire aménagement urbain de l'École nationale supérieure polytechnique de Yaoundé), deux étudiants habitant le quartier voisin ont accepté de travailler dans leur quartier sur la transformation des déchets organiques en compost<sup>[10, 16]</sup>. Cette recherche action avait alors pour objectifs majeurs de résoudre les problèmes des ordures déversées dans le cours d'eau qui coule en contre bas de l'école et d'apporter une solution au problème de fertilisants pour les sols qui deviennent de plus en plus pauvres alors que les engrais chimiques coûtent de plus en plus cher du fait de l'arrêt des subventions de l'État, et de la dévaluation du franc CFA<sup>[4]</sup>.

Pour mener à bien ces recherches, il a fallu une expérimentation en vraie grandeur qui a nécessité :

– en amont, la collaboration des habitants du quartier Melen III qui ont accepté de s'impliquer en collectant leurs déchets et d'un jardinier de l'École polytechnique qui a bien voulu exécuter toutes les opérations de transformation avec l'aide de l'élève ingénieur et d'une stagiaire venue de l'INSA de Lyon.

– en aval, le même jardinier de l'ENSP devenu composteur, qui accepte d'utiliser le compost produit dans le site de l'ENSP pour fertiliser à titre expérimental les espaces verts et les jardins maraîchers situés sur le campus de l'École.

Un deuxième mémoire de fin d'études d'ingénieur en 1993 sur ce même thème a permis de mener une deuxième expérimentation sur un quartier voisin (CRADAT) habité en majorité par les étudiants. Les résultats obtenus et les fonctionnements observés confirment les premières observations.

Au plan social : parallèlement à ces recherches menées à l'ENSP, des organismes d'animation social se créent à Yaoundé. La Focarfe (Fondation camerounaise pour une action rationalisée des femmes sur l'environnement) qui est une ONG camerounaise créée en 1992 fait partir de ces organisations. Elle envisage de mener une action d'animation dans le quartier Messa-Carrière très peuplé (plus de 11000 habitants), de type spontané et caractérisé par l'insalubrité, la promiscuité, l'absence de voies de desserte et du réseau d'eau potable. Les ménages s'approvisionnent dans des puits et sources fortement pollués ; les ordures ménagères qui y sont produites, ne sont pas ramassées par les services compétents et déversées partout, favorisant ainsi la multiplication des décharges sauvages, des moustiques et des rongeurs. Il est donc question de trouver des solutions appropriées pouvant résoudre le crucial problème des ordures ménagères, qui est une priorité d'après l'expression des populations. La Focarfe, informée des travaux de recherche en cours dans les Laboratoires de l'ENSP, fait donc appel à la collaboration des deux ingénieurs diplômés de l'ENSP qui ont déjà fait leur preuve à Mélen (quartier également peuplé et spontané).

*Phase n°2 : Rencontre et concertation entre les acteurs techniques* les trois partenaires à savoir l'ENSP, les deux diplômés et la

Focarfe se rencontrent et échangent leurs expériences. L'idée est émise d'installer une nouvelle compostière dans le quartier Messa-Carrière, ceci dans le but de valider les hypothèses et les techniques mises au point en phase I.

*Phase n°3 : La technique accompagne l'action sociale*

L'animation en milieu urbain demande beaucoup de patience et de persévérance. C'est ainsi que de nombreuses réunions de concertation ont été organisées, que des enseignements tirés des essais, des erreurs, des échecs et des succès nous permettront de consolider notre demande. Les résultats techniques que nous avons obtenus à la phase I nous ont permis de gagner du temps. D'autres *desiderata* rentrant dans les préoccupations premières de la population seront pris en compte. C'est ainsi que nous avons eu à réaliser une source d'eau et une passerelle.

Ayant accepté les uns et les autres les inévitables préliminaires de toute entreprise sociale, nous devions parvenir dans un délai assez court, à atteindre l'un des objectifs de l'opération à savoir le recrutement de 4 jeunes rémunérés à 20 000 F CFA/mois pour 4 heures de travail par jour. Cette somme étant supportée par la population desservie par la compostière à hauteur de 200 F CFA par mois et par ménage (2 FF).

*Phase n°4 : L'extension aux autres quartiers de Yaoundé et les autres villes du pays*

En septembre-avril 1994, un financement de la coopération française (Fond Spécial de Développement) a permis à la Focarfe de réaliser des compostières dans 15 quartiers de Yaoundé en suivant le même processus que celui de la Carrière.

Dans les autres villes du Cameroun (Bafoussam et Garoua), les compostières mises en place ont bénéficié d'abord de subventions importantes<sup>[18]</sup>.

*Les aspects économiques**– Coût de production du compost*

Le calcul du coût de production du compost fabriqué tient compte des trois principales phases de fabrication :

- la phase de compostage proprement dit (collecte et transport des déchets, tri, mis en tas, retournement, transport des refus et élimination) ;
- la phase d'affinage du compost (broyage, criblage et mise en sac) ;
- la phase de commercialisation (transport du compost, stockage, publicité, etc.).

Les hypothèses de calcul des coûts retenues sont les suivantes :

- la capacité de travail des composteurs est de 300 kg/jour/composteur d'après le bilan des douze premiers mois de fonctionnement des compostières ;
- le rendement de compostage est de 30 % pour une humidité de 35 % ;
- la granulométrie finale est de 8 mm ;
- un composteur traite 27 tonnes de déchets par trimestre pour une production de 8,1 tonnes de compost.

Les charges sont calculées par rubrique et d'après la durée

d'amortissement de chaque matériel. La synthèse des évaluations du coût est la suivante :

(i) charges globales d'amortissement : 39 470 F CFA/composteur/trimestre,

(ii) charges de personnel et matières consommées : 101 044 F CFA/composteur/trimestre.

(iii) amortissement du hangar et autres : 312,5 F CFA/composteur/trimestre.

(iv) transport des refus : 16 200 F CFA/composteur/mois. L'ensemble des charges engagées par composteur est ainsi de 157 026,5 F CFA par trimestre. Pour une production de 8,1 tonnes de compost, on obtient un coût unitaire de 19 386 F CFA/tonne de compost produit. La contribution respective des divers facteurs de production à ce coût se répartit de la manière suivante :

- main d'œuvre : 40,6 %,
- services et matières consommés : 21,7 %,
- amortissement des matériels : 25,3 %,
- transport des refus : 10,3 %,
- marketing : 2,1 %.

#### Utilisation actuelle du compost

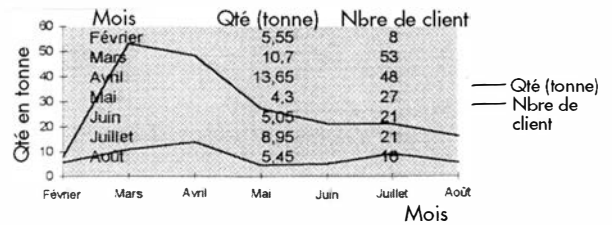
La demande actuelle du compost est évaluée à 3350 t/an dans la région de Yaoundé<sup>[6]</sup>. Cette consommation suit une croissance de 4 % par an jusqu'à l'an 2000 où elle passera à 5 %<sup>[6]</sup>. Jusqu'au mois d'août 1995, le compost produit à Yaoundé était vendu à 24 000 F CFA/tonne, soit 1 200 F CFA le sac de 50 kg. Le transport est un facteur très limitatif pour la vente du compost, car au vu des quantités importantes à utiliser, le transport devient onéreux surtout pour les villages enclavés.

Jusqu'en Juin 1995, le lieu d'utilisation du compost était situé dans un rayon de moins de 100 km. Des clients qui ont parfois acheté le compost pour le transporter sur des distances de plus de 200 km.

**Tableau n° 15 : Évolution de la vente du compost jusqu'au mois d'août 1995** <sup>[6]</sup>

Mois	Quantité vendue (tonne)	Nbre de clients	Quantité achetée/client
Février	5,55	8	0,7
Mars	10,7	53	0,2
Avril	13,65	48	0,285
Mai	4,3	27	0,16
Juin	5,05	21	0,24
Juillet	8,95	21	0,425
Août	5,45	16	0,34
<b>Total</b>	<b>53,65</b>	<b>194</b>	<b>moyenne = 0,275</b>

L'évolution de la vente du compost entre février et août 1995 fait ressortir un maximum au mois d'avril, ce qui correspond au début de la saison des pluies et des semences dans la région de Yaoundé. Une évolution nette de la vente est encore observée au mois de Juillet qui marque le début de la petite saison sèche où on pratique les deuxièmes semences. D'une manière générale, les quantités commercialisées (7,7 t/mois) sont de loin inférieures aux quantités potentielles produites (180 tonnes par mois). Cet écart



**Figure 3 : Évolution de la vente de compost de février à août 1995**

n'est pas dû seulement aux difficultés d'écoulement, mais bien plus aux conditions climatiques de la région. En effet, le broyage ne peut pas se faire aisément en saison des pluies à cause de l'humidité importante du compost. De ce fait on est souvent contraint d'attendre la saison sèche (décembre-février) pour broyer la production des 10 derniers mois. Les difficultés de stockage limitent alors les quantités à broyer pendant cette période.

Même si les avantages financiers de ce projet sont faibles, les impacts sociaux sont considérables au vu du nombre d'emplois créés dans les opérations qui ont été mise en place dans le pays.

#### Les emplois créés par cette opération<sup>[18]</sup>

1992 : 1 compostière à l'ENSP, 0,5 emploi, un jardinier de l'ENSP travail à mi-temps : le but principal est de vérifier la faisabilité technique du projet, maîtriser les paramètres du procédé et la qualité du produit.

1993 : 1 compostière à Cradat, 1 emploi, but : transposer la technique en dehors du milieu universitaire, connaître les réactions des populations.

Fin 1993 : 1 compostière à Messa-Carrière, 3 emplois, animation globale à l'échelle d'un quartier, traitement d'une tonne d'ordures ménagères par jour.

1994 : 10 compostières à Yaoundé, 98 emplois, dans tous les arrondissements de la ville.

1995 : 8 compostières à Bafoussam, 72 emplois. Ces deux opérations ont été financées par le Fonds spécial de développement du ministère Français de Coopération et du développement (durée 1 an).

1995 : 5 Compostière à Yaoundé, 17 emplois, financés par le PNUD (Programme GEF, durée 3 ans), 1 compostière à Sa'a, 3 emplois.

En projet confirmé :

- Garoua (Province du Nord) : 10 emplois, une grande compostière abattoir et marché

- Ebolowa (province du sud) : 1 compostière, 10 emplois.

Total : 214,5 emplois

Entre 1995 et 1996, l'arrêt des subventions apportées au projet à la phase 3 a entraîné une diminution substantielle des emplois à Yaoundé surtout où on est passé de 115 emplois à 12. Mais la situation s'est par contre stabilisée à Bafoussam où les recettes générées par les compostières ont permis jusqu'ici de maintenir leur fonctionnement.

Jusqu'en Janvier 1996 les 15 sites de compostage Yaoundé

traitaient 2,5 % de la production globale des déchets de Yaoundé et une extension permettra de doubler les quantités traitées à 5 % de la production, soit 40 tonnes par jour.

En complément à ces projets, une étude a été faite pour la réalisation d'une unité centralisée de fabrication de compost. Dans un premier temps, nous nous sommes limités à une unité devant traiter spécifiquement les déchets des marchés à Yaoundé avec une capacité de 80 t/j.

### Le compostage centralisé

#### Capacité de traitement et nombre d'unités centralisées

Le procédé retenu est le procédé Dano que nous avons adapté à la situation locale. Au Cameroun, le coût de la main d'œuvre est bien moins élevé que dans les pays occidentaux, il serait judicieux d'adapter la chaîne de traitement au contexte du pays avec deux objectifs principaux : l'augmentation de la quantité de main d'œuvre et la réduction des coûts de production. L'unité de production simplifiée que nous avons adopté comprendrait :

- 1 bac de réception des ordures avec trémie ;
- 1 convoyeur à bande sur lequel défilent les ordures ménagères dont une dizaine d'ouvriers assurent le tri ;
- 1 aire de fermentation avec un appareil retourneur d'andains ;
- 1 aire d'affinage avec crible et broyeur ;
- 1 aire de stockage.

Dans le procédé que nous avons adopté, le broyage préalable à la fermentation est à éviter à cause de la très forte humidité des déchets organiques. Le broyage doit se faire après le passage sur la chaîne de tri

#### Unité de 80 tonnes/jour pour les déchets des marchés

Les devis estimatifs que nous présentons ici sont issus d'un proformat de la société Gondard, établi lors de la réalisation de l'étude originale en 1994<sup>[21]</sup>. Nous n'allons pas ici revenir sur les détails de calcul, les gros postes de dépense étant déjà assez indicatif. Le devis estimatif pour les investissements s'élève à :

- station de criblage : 113 500 000 F CFA (HT),
- 2 retourneurs d'andains TBU 300 : 15 000 000 F CFA (HT),
- 1 pelle chargeuse 950 : 80 000 000 F CFA (HT),
- 1 tracteur agricole 150 cv : 45 000 000 F CFA (HT),
- station de criblage K.5000 : 100 000 000 F CFA (HT),
- chargeuse Bergerat Moneyeur IT-18 : 61 000 000 F CFA (HT),
- broyeur à marteaux : 28 000 000 de F CFA (HT),
- broyeur à couteaux : 12 000 000 F CFA (HT),
- transport de matériel (30 %) : 136 000 000 F CFA (HT),
- génie civil : 250 000 000 F CFA (HT),
- acquisition de terrain : 50 000 000 F CFA,
- Total (hors taxe) : 890 500 000 F CFA,
- TCA (18,5 %) : 164 700 000 F CFA,

- Douane (25 % du prix d'achat) : 113 600 000 F CFA,
  - Total équipement : 1 168 800 000 F CFA (11,7 MF).
- Le coût de revient de la tonne de déchets traitée est reparti de la manière suivante :
- amortissements des engins sur 10 ans (10 %) (788,2 millions) : 79 MF CFA/an, et du génie civil sur 20 ans (5 %) (300 millions) : 15 MF CFA/an,
  - personnel (23 personnes) : 30 millions/an,
  - fonctionnement : 60 millions/an,
  - transport et élimination des refus : 50 millions/an,
  - Total : 234 millions/an.

#### Coût unitaire de traitement

- Capacité de traitement : 80 t/j.
- Nombre de jour de travail par an : 312 jours.
- Capacité annuelle : 25 000 tonnes.
- Rendement de compostage : 35 %
- Production annuelle de compost : 8750 tonnes.
- Coût unitaire de production : 26 720 F CFA/tonne.

Les quantités annuelles à produire dépassent déjà la capacité d'utilisation dans la région qui est évaluée à 3350 tonnes avec une possibilité d'accroissement de 4 % par an<sup>[5]</sup>. Il est alors utile avant de mettre en place une telle exploitation de créer sur place une surface agricole qui doit absorber la majeure partie de la production. Un espace de 600 hectares est capable de consommer la production totale de l'usine. Les champs traditionnels de cacao ou de plantain qui existent dans la région de Yaoundé dépassent largement cette superficie exigée. Mais l'engouement de ces petits exploitants pour le compost ne sera possible qu'après un temps d'attente plus ou moins long pendant lequel on pourra rassurer définitivement les cultivateurs à travers des essais agronomiques à grande échelle. La rentabilité d'une usine de compostage ne pourra être assurée que si on y associe un champ industriel de culture maraîchère de 200 ha qui peut consommer à lui seul 70 % de la production de l'usine. Le bénéfice net annuel d'environ 320 millions par an obtenu au bout de la quatrième année peut dans ce cas suppléer les autres charges de l'usine<sup>[21]</sup>. Un projet de compostage centralisé devra, dans le contexte de Yaoundé, être couplé à un champ industriel pour assurer sa pérennité<sup>[21]</sup>.

#### Autres possibilités de recyclage

Une partie des résidus peut être valorisée soit à l'état brut, soit après transformation. Le tableau n°15 donne les quantités disponibles et les différentes sources de production à Yaoundé et à Douala.

Les entreprises de recyclage étant toutes basées à Douala, l'activité de récupération est plus développée dans cette ville qu'à Yaoundé, c'est pour cela que la quantité de certains types de déchets à forte valeur commerciale comme le verre et la caoutchouc est en quantité faible.

La collecte de ces résidus peut se faire de manière sélective par apport volontaire des ménages, à condition que les matières à récupérer soient vendues à un prix pouvant compenser les efforts de tri<sup>[6]</sup>.

Un réseau de récupération existe déjà dans la décharge de

**Tableau n°15 : disponibilité des matières récupérables dans les déchets de Yaoundé et Douala** [9, 20, 21]

Origines	Ménages (Tonnes/an)		Industries et service		Total (Tonnes/an) (Tonnes/an)	
	Ydé	Dla	Ydé	Dla	Ydé	Dla
Composant						
Papier et carton	7350	9600	500	1400	7850	11000
Matières plastiques dont Polyéthylène	9600/3840	10800/4320	180	600	9780/4020	11400/4920
Verre	6900	1440	300	1000	7200	2440
Tissus et cuirs	3300	5700	-	-	3300	5700
Caoutchouc	420	-	-	-	420	-
Petite ferraille	5100	2100	950	1000	6050	3100
Grosse ferraille	-	-	-	120000	-	120000
Drèche	0	0	8800	26000	8800	26000
<b>Total</b>	<b>32700</b>	<b>29640</b>	<b>10730</b>	<b>159000</b>	<b>43400</b>	<b>179640</b>

Douala et dans certains points de stockage des déchets. Au niveau des industries, on peut atteindre un taux de récupération de 60 à 70 % à condition que les industriels y trouvent leurs intérêts ou que des dispositions réglementaires les y obligent.

## Bibliographie

- [1] ACA 1994. *Étude de pré-investissement du projet de collecte et de traitement des ordures ménagères dans la ville de Yaoundé. Rapport final de l'étude financée par l'ONUDI à la demande de la SNI. Projet SF/CAM/89/001*. Avril 1994, 92 pages + annexes.
- [2] Ademe 1993. *Modecom, Méthodologie de caractérisation des ordures ménagères. Connaître pour agir, Guides et Cahiers Techniques*. Angers France, 1993. 60 pages.
- [3] CFD/Agence de Yaoundé. *Étude opérationnelle de l'élimination des déchets urbains à Yaoundé. Aide mémoire*, Paris 31 Mars 1994. 12 pages + annexes.
- [4] Doumbé Nkotto H., Ngnikam E. et Wethe J 1995. *Le compostage des ordures ménagères ; l'expérience du Cameroun après la dévaluation du franc CFA*. Bulletin Africain Bioressources-Développement-Environnement 1995 n° 5. PP 4-10.
- [5] Focarfe et Fondation Heinsseidel au Cameroun 1994. *Rapport d'enquête sur la production des déchets solides industriels à Yaoundé et Douala Cameroun*. Disponible à la Focarfe BP 3494 Yaoundé/Messa. Novembre 1994 ; 50 pages.
- [6] Focarfe 1995. *Étude socio-économique du compost dans les régions de Yaoundé*. Disponible à la Focarfe BP 3494 Yaoundé/Messa. Avril 1995. 40 pages.
- [7] Gillet, R. 1985. *Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement*. Tomes 1 et 2, OMS et PNUD Copenhague 1985. 980 pages.
- [8] Lucien Yves Maystre et al 1994.

*Déchets Urbains nature et caractérisation*. Collection Gérer l'Environnement. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes n°9. 1994, 220 pages.

[9] Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1995. *Rapport de la Commission interministérielle sur l'enlèvement des ordures ménagères*. Sous-Commission « collecte, enlèvement et traitement », Juin 1995. 19 pages + annexes.

[10] Meuret, B. et Tanawa, E. et Vermande, P 1996. *Réappropriation culturelle et mutations professionnelles : le cas des ingénieurs camerounais du génie urbain*. Revue Espaces et Sociétés n°84-85, l'Harmattan 1996. PP 123-133.

[11] Mustin, Michel 1987. *Le compost : gestion de la matière organique*. Édition Française DUBUSC, Paris 1987. 960 pages.

[12] Ngnikam E., Wethe J. et Vermande P 1995. *Une méthode d'évaluation de la production des déchets dans les marchés des villes africaines : l'exemple de Douala et Yaoundé au Cameroun*. Bulletin Africain Bioressources-Développement- Environnement, n°5, Décembre 1995. PP 11-18.

[13] Ngnikam E. Vermande P. Rousseaux P 1993. *Traitement des déchets urbains. Une unité de compostage des ordures ménagères dans un quartier d'habitat spontané à Yaoundé*. Cahiers Agriculture AUPELF-UREF 1993, n°2 PP 254-259.

[14] Ngnikam E 1992. *Deux propositions pour une gestion optimisée des ordures ménagères de Yaoundé : - compostage et station de transit*. Mémoire de fin d'études, ENSP Yaoundé. Juin 1992. 140 Pages.

## CONCLUSION

Comme on l'a vu, la gestion des déchets de chaque ville doit prendre en compte une multiplicité de situations évoquées dans ce document. Il est par conséquent indispensable, au niveau de chaque ville, de mettre au point un véritable schéma de gestion des déchets, c'est à dire, de mettre en cohérence les diverses stratégies évoquées.

Dans le schéma de gestion, les quartiers structurés peuvent bénéficier d'un service complet avec une couverture de 100 %. Tandis que pour les quartiers sous-structurés, pour passer du taux de desserte actuel de 34 % à 80 %, il faut associer une précollecte porte à porte avec des porte-tout et des brouettes et multiplier les sites de compostage décentralisés dans les quartiers où on a les espaces disponibles.

\* **Emmanuel Ngnikam,**  
BP 3356 - Yaoundé, Cameroun

\*\* **Paul Vermande,**  
Aupelf-Uref - BP 15185 - Pétiou ville, Haïti

\*\*\* **Mile Tanawa, Joseph Wethe,**  
BP 8390 - Yaoundé, Cameroun

[15] Ngnikam E 1993. *Guide de fabrication artisanale de compost au Cameroun*, Édition Fondation Fredrich Ebert Yaoundé. 1993, 53 pages + annexes.

[16] Ngnikam E., Wethe J., Vermande P. et Ndoumbe H 1995. *Mise en place de plusieurs unités artisanales de compostage de déchets Urbains au Cameroun : suivi de quelques paramètres techniques, sociaux et économiques*. Communication au séminaire international « la maîtrise de l'environnement urbain en zone équatoriale... » tenu à Yaoundé du 30 Octobre au 3 Novembre 1995, avec le financement du programme FICU de l'AUPELF-UREF. 23 pages.

[17] Tanawa E. et Wethe J 1995. *L'expérience de l'École Polytechnique de Yaoundé en matière de gestion des ordures ménagères au Cameroun*. Communication au Séminaire tenu à l'Institut Goethe de Yaoundé du 6 au 10 Novembre 1995. 11 pages.

[18] Laboratoire aménagement urbain de l'ENSP 1995. *Les conditions de promotion de l'emploi des jeunes : une approche basée sur le recyclage des déchets et la production de l'habitat à Yaoundé au Cameroun*. Rapport final de recherche ; projet n° 040446 DEV/HER, Ministère de la coopération et du Développement, programme JVE. Août 1995, 183 pages + annexes.

[19] Vermande P., Ngnikam E. et Wethe J 1994. *Étude de gestion et des traitements des ordures ménagères de Yaoundé (Cameroun)*. FEICOM-CUA de Yaoundé 3, Juillet 1994. Vol 1, 2, 3. 320 pages.

[20] Vermande P., Ngnikam E. et Wethe J 1995. *Étude de la gestion et des*

*traitements des ordures ménagères de Douala (Cameroun)*. MFCAC-CUD, Laboratoire Aménagement Urbain de l'ENSP, Avril 1995. Vol 1 et 2. 340 pages.

[21] Vermande P., Ngnikam E 1994. *Étude de pré-faisabilité pour une entreprise de gestion et traitement des déchets à Yaoundé*. Rapport d'étude financée par la SNH (Société Nationale des Hydrocarbures). Novembre 1994. Disponible au Laboratoire Aménagement Urbain de l'ENSP. 131 pages + annexes.

[22] Wethe Joseph 1994. *Aspect production communautaire de compost : expérience de Messa Carrière à Yaoundé*. Communication au Séminaire de vulgarisation de compost tenu à Yaoundé du 17 au 18 Mai 1994. Fondation Friedrich Ebert au Cameroun. 17 pages.

[23] Ngnikam E. 1996. *Contribution à l'élaboration de méthodologies de caractérisation des DIB en mélange et des refus de tri de DIB*. Mémoire de DEA, STD. LAEPSI, Insa de Lyon et Insavalor, Division Polden. Juillet 1996. 53 pages + annexes.