

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Badji Mokhtar-Annaba-  
Badji Mokhtar-Annaba-University



جامعة باجي مختار-عنابة-  
Année: 2014

Faculté des Sciences de la Terre  
Département des Mines

# THESE

Pour obtenir le diplôme de  
Docteur 3<sup>ème</sup> cycle

**Domaine** : Sciences et Technologies

**Filière** : Mines

## LA GESTION DES DECHETS URBAINS SOLIDES : CAS DE LA VILLE D'ANNABA.

**Intitulé du Doctorat** : Management de l'Environnement et Contrôle des Terrains

**Option** : Management de l'Environnement

Préparée par  
**Hamza CHENITI**

### JURY

Directeur de thèse :	SERRADJ T.	MCA, Université Badji Mokhtar-Annaba
Co Directeur de thèse :	BRAHAMIA Kh.	MCA, Université Badji Mokhtar-Annaba
Président :	BOUKELLOUL ML.	Pr. Université Badji Mokhtar-Annaba
Examineurs:	HANNI A.	Pr. Université Badji Mokhtar-Annaba
	MADANI K.	Pr. Université Aberrahmane Mira-Bejaïa
	OTMAN T.	MCA, Université d'Oran

## **Remerciements**

Au terme de ce travail de thèse, je tiens à exprimer mes remerciements à mes directeurs de thèse Serradj Tayeb et Brahamia Khaled d'avoir accepté de diriger ce travail et sans lesquels je n'aurais jamais pu finir.

Je remercie monsieur Boukelloul Mohamed Laid professeur à l'Université Badji Mokhtar-Annaba.

Mes remerciements s'adressent également à Messieurs Hani Azzedine professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, Madani Khodir professeur à l'Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, Otman Tayeb Maître de conférences à l'université d'Oran, pour l'intérêt qu'ils ont accordé à ce travail en acceptant de le juger.

Je remercie cordialement mon ami Mahmoudi Djalel sans qui les campagnes et les manipulations sur le terrain auraient été difficiles et bien tristes.

Je remercie mes collègues Makhlouf Ali, Guerraiche Said, Badjoudj Salem, Chaâbia Raouf, Aissi Adel et Bouabdallah Soufiane et Chouafa Mohamed pour leur soutien.

Je remercie tous le personnel du service de propreté de la ville d'Annaba.

*A mon défunt frère Meftah CHENITI et à toute la famille CHENITI.*

## Résumé

La gestion des déchets urbains solides figure parmi les sérieux problèmes de propreté urbaine dans les pays en développement. Une part majoritaire des déchets solides collectés en Algérie est constituée des déchets ménagers qui une fois sur la voie publique deviennent une propriété de la municipalité qui organise sa collecte régulière. A Annaba dans le Nord-est algérien, la solution de tri sélectif à la source auprès des ménagers est considérée incontournable pour le recyclage et la minimisation des quantités à mettre en décharge. Le présent travail porte sur la caractérisation physique des déchets ménagers. Elle se base sur un protocole d'échantillonnage adéquat pour le prélèvement des échantillons. Une quantité de 90 à 120 kg a été triée pour chaque type d'habitat de la ville, selon 11 composantes des déchets ménagers durant les quatre saisons de l'année 2011. Les résultats de caractérisation de ces campagnes montrent des variations selon la saison et le type d'habitat pour toutes les composantes, notamment la matière organique, le plastique, le verre et le métal. Aussi, la pesée des échantillons pour les quatre saisons a montré que le ratio de production par habitant varie lui aussi selon la saison et le type d'habitat. Toutefois, le plus grand ratio a été enregistré pour le type d'habitat individuel promotionnel, et le petit pour les deux types d'habitats (la vieille ville et l'illicite). L'estimation des composantes valorisables par compostage et par recyclage par secteur administratif a révélé des quantités considérables, cependant le secteur 3 génère quotidiennement plus de déchets que le reste des secteurs avec 40,25 T/j dont 19,84 T/j fermentescible, 12,27 T/j recyclable et 8,12 T/j représente la quantité qui peut être mise en décharge.

**Mots clés :** La gestion des déchets urbains, déchets ménagers, valorisation, recyclage, type d'habitat.

## ملخص

إن تسيير النفايات الحضرية يعتبر من أهم مشاكل النظافة في مدن البلدان النامية . ففي الجزائر أغلبية النفايات الصلبة التي يتم جمعها هي نفايات منزلية والتي يصبح جمعها و صرفها مسؤولية البلدية ما إن وضعت على قارعة الطريق، لهذا مدينة عنابه (شمال شرق الجزائر) تتأهب لوضع مخطط للفرز الانتقائي عند المنازل كحل لاسترجاع بعض هذه النفايات و التقليل من الكميات التي يتم طمرها . هذه الدراسة تهدف إلى التشخيص الفيزيائي للنفايات المنزلية و هي قائمة على أساس مخطط ملائم لجمع العينات، حيث تم فرز عينة من 90 إلى 120 كغم لكل نوع من أنماط السكن المتواجدة في المدينة خلال الفصول الأربعة لسنة 2011، و هذا وفقا ل 11 فئة مكونة للنفايات المنزلية، و قد بينت نتائج هذا البحث و التشخيص تباينا واضحا لمختلف مكونات هذه النفايات حسب نمط السكن و الفصل، خاصة المواد العضوية ، البلاستيك، الزجاج و المعادن، و قد بين وزن العينات أن نصيب إنتاج الفرد يتغير هو كذلك حسب نمط السكن و الفصل ، حيث سجل نصيب الإنتاج الفردي الأعلى في النمط السكني الترقوي الفردي و الجماعي بينما سجل نصيب الإنتاج الأدنى في النوعين السكنيين(المدينة القديمة و الفوضوي). كذلك، تقدير الكميات القابلة للثمين عن طريق التسميد والاسترجاع في مختلف القطاعات الحضرية أبان عن كميات معتبرة، إلا أن القطاع الحضري الثالث ينتج الكمية الكبرى والمقدرة ب 40.25 طن/يوم منها 19.84 طن/يوم قابلة للاسترجاع، 12.27 طن/يوم قابلة للتسميد و 8.12 طن/يوم ككمية يمكن طمرها.

**كلمات البحث:** النفايات المنزلية- تسيير النفايات- تشخيص النفايات- عنابه.

## **Abstract**

The municipal solid waste management is one of the serious problems of urban cleanliness in developing countries. The majority of solid waste collected in Algeria consists of household waste, which once on the public roads becomes a property of the municipalities which organizes its regular collection. Thus, in the town of Annaba, the solution of selective sorting at source from households is considered essential to minimize both the quantities to be landfilled and the transport costs. This work focuses on the physical characterization of household waste. It is based on an adequate sampling protocol that takes into account the constraints of Algerian cities. Ninety to 120 kg was sorted for each type of habitat in the city during four seasons, from 2010 to 2011, according to 11 components of household waste. Variations in the production ratio and percentages of all components were recorded according to the seasons and the type of habitat during the four campaigns of characterization, including organic matter, plastic, glass and metal. Also, the samples weighting for all seasons showed that the ratio of production per capita varies also according to the season and the type of habitat. However, the largest ratio was recorded for the collective and individual promotional habitat, and the small one for the two types of habitats (the old city habitat and the illicit habitat). The estimation by sector of valorizable quantities by composting or by recycling showed considerable amounts, however the sector 3 generates daily more waste than the rest of the sectors with 40.25 t / day from which 19.84 T / day fermentable, 12.27 T / day recyclable, and 8.12 T / day represents the quantities that can be landfilled.

**Key words:** urban waste Management, household waste, recovery, recycling, habitat type.

## Table des matières

Remerciements .....	1
Résumé .....	2
Liste des tableaux.....	8
Listes des figures .....	10
Liste des photos.....	11
Liste des cartes.....	11
Abréviations et sigles utilisés .....	13
Introduction.....	14
Chapitre 1. Définition et classification des déchets.....	20
1.1. Définitions et concepts de l'étude .....	20
1.2. Déchets solides urbains.....	22
1.3. Classification des déchets.....	22
Chapitre 2. Gestion et caractérisation des déchets urbains solides .....	27
2.1 L'enlèvement des déchets solides urbains dans les PED .....	27
2.1.1. La pré collecte .....	27
2.1.2. La collecte .....	28
2.1.3. La collecte sélective .....	29
2.1.4. Pratique de la collecte sélective .....	29
2.2. Le transport des déchets ménagers.....	30
2.3. Fin de vie des déchets. ....	31
2.3.1. Décharges brutes, décharges sauvages et décharges contrôlées.....	31
2.3.2. Le compostage .....	32
2.3.3. L'incinération .....	32
2.3.4. Le choix du mode d'élimination.....	33
2.4. La caractérisation des déchets urbains solides.....	34
2.4.1. Les méthodes et modèles théoriques .....	35
2.4.2. Les méthodes d'analyse directe .....	35
2.5. La production des déchets urbains solides dans PED .....	38
2.6. La composition des déchets ménagers dans les PED.....	40

Chapitre 3. Flux des déchets en Algérie .....	43
3. 1. Analyse de la problématique de gestion des déchets ménagers en Algérie ....	45
3.2. Problématique de gestion des déchets ménagers en Algérie .....	47
3.2.2. Acteurs de la gestion des services des déchets .....	48
3.2.3. L'organisation .....	52
3.2.4. Les pratiques des usagers .....	54
3.2.5. Le fonctionnement du service de propreté de la ville d'Annaba.....	57
Chapitre 4. Méthodologie d'approche .....	62
4.1. Modes d'échantillonnage .....	62
4.1.1. Échantillonnage aléatoire simple .....	62
4.1.2. Échantillonnage aléatoire stratifié.....	63
4.1.3. Échantillonnage aléatoire systématique.....	63
4.1.4. Le choix du critère de stratification.....	63
4.2. Identification du paramètre d'échantillonnage .....	66
4.2.1. Populations cibles.....	66
4.2.2. Stratification des quartiers .....	66
4.2.3. Poids de l'échantillon des déchets à trier .....	68
4.2.4. Enquête préliminaire .....	69
4.2.5. Choix des quartiers à échantillonner .....	69
4.2.6. Estimation des erreurs .....	73
4.2.7. Classes des déchets ménagers retenus.....	74
4.2.8. Collecte des déchets au niveau des ménages .....	74
4.2.9. Calcul du ratio et la composition moyenne des ordures ménagères de la zone d'étude.....	76
4.3. Généralisation des résultats d'échantillonnage .....	77
Chapitre 5. Résultats et discussion .....	79
5.1. Production de déchets .....	79
5.1.1. Ratios par type d'habitat.....	79
5.1.2. Tonnage journalier.....	80
5.2. La composition des déchets ménagers par catégories, par secteur et par saison dans la ville d'Annaba.....	82

5.2.1. La composition des déchets ménagers par catégorie par type d'habitat et par saison.....	82
5.2.2. La composition globale en pourcent des déchets ménagers de la ville d'Annaba par saison .....	85
5.3. Analyse de la variabilité de la composition annuelle des déchets de la ville d'Annaba par type d'habitat.....	87
5.4. Estimation des composants valorisables par compostage et par recyclage.....	90
5.4.1. Estimation des composants valorisables par compostage .....	90
5.4.1.1. Estimation des composants fermentescibles en pourcentage de la masse humide par saison .....	90
5.4.1.2. Estimation des composants fermentescibles en taux de production par habitant par secteurs et par saisons.....	92
5.5. La composition moyenne globale des déchets ménagers de la ville d'Annaba .....	102
5.6. Contribution à la gestion des déchets ménagers dans la ville d'Annaba .....	104
5.6.1. La distribution des tonnages annuels des diverses fractions des déchets ménagers dans la ville d'Annaba .....	105
5.6.2. Composition des déchets ménagers par secteur administratif dans la ville d'Annaba .....	108
Conclusion générale .....	116
Bibliographie.....	119
Annexe A.....	124
Annexe B.....	126
Annexe C .....	130
Annexe D.....	135

## Liste des tableaux

Tableau1: Classification selon la source de déchet solide municipal .....	26
Tableau 2 : Nombre de catégories et de sous-catégories recherchées dans sept pays européens. ....	37
Tableau 3 : Catégories recherchées dans sept pays européens .....	37
Tableau 4 : La production journalière des déchets dans certains pays développés et en développement. ....	40
Tableau 5 : La composition de déchets ménagers de plusieurs villes des PED et de Pays Développés, en % .....	42
Tableau 6 : Évolution des ratios d'émission des DMA. ....	44
Tableau 7 : Affectation du personnel de service de nettoyage de la ville d'Annaba. ....	57
Tableau 8 : Les poids à échantillonner proposés dans la littérature. ....	68
Tableau 9 : Les quartiers qui correspondent à chaque type d'habitat selon l'ONS 2008.....	70
Tableau 10 : Résultat de sondage effectué dans la ville pour quatre saisons.....	70
Tableau 11 : Nomenclature retenue pour le tri des déchets ménagers dans la ville d'Annaba. ....	74
Tableau 12 : Chronogramme de collecte et de tri des échantillons.....	75
Tableau13: Les ratios de génération des déchets par saison/habitant, et par type d'habitat échantillonné. ....	79
Tableau 14 : Ratios de génération des déchets dans quelques villes du Maghreb.....	80
Tableau 15: Répartition de la Population par secteur administratif dans l'agglomération chef lieu de commune d'Annaba. ....	80
Tableau16 : Composition globale des déchets ménagers de la ville d'Annaba par saison (en %) 2011. ....	86
Tableau 17 : Composition globale des déchets entrants au CET d'Ouled Fayet(en %). ....	87
Tableau 18 : Composition globale des déchets entrants au CET d'El-Outaya (en %). ....	87
Tableau 19 : Composition annuelle des déchets ménagers par type d'habitat. ....	88
Tableau 20 : Résultats du test ANOVA pour la composition annuelle des déchets ménagers	

de la ville d'Annaba. ....	90
Tableau 21 : Taux de Production de déchets ménagers journaliers et annuels dans les divers habitats échantillonnés. ....	92
Tableau 22 : Taux de Production de déchets ménagers et assimilés et de déchets fermentescibles (en kg/hab.an) dans les divers secteurs échantillonnés. ....	93
Tableau 23: Gisement potentiellement recyclable (en % de la masse humide). ....	97
Tableau 24: Taux de Production de déchets ménagers et assimilés et de déchet potentiellement recyclables (en kg/hab.an) dans les divers secteurs échantillonnés. ....	99
Tableau 25: Le nombre de populations relatives à chaque type d'habitat dans la commune d'Annaba. ....	103
Tableau 26: La typologie et le nombre de districts dans chaque secteur administratif .....	108

## Listes des figures

Figure 1: Définition fonctionnelle des déchets. ....	21
Figure 2 : classification de Buenrostro et al (2001) .....	25
Figure 3 : Evolution interannuelle des de génération et de la collecte de déchets an Algérie .....	44
Figure 4 : Schéma organisationnel du secteur informel de récupération des déchets. ....	51
Figure 5: Les procédures ascendantes (bottom-up) et descendantes (top Down) de l'agrégation hiérarchisée. ....	54
Figure 6 : Diagramme causes-effets appliqué au service de gestion des déchets ménagers dans les PED. ....	56
Figure 7: Organigramme du service de nettoyage à Annaba .....	58
Figure 8 : Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) au Printemps.....	84
Figure 9 : Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en automne .....	84
Figure 10 : Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en été .....	85
Figure 11: Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en hiver .....	85
Figure 12 : Estimation des composants fermentescibles en pourcentage pour les quatre saisons. ....	91
Figure 13 : Taux de production (en kg/habitant) annuels et saisonniers des déchets fermentescibles dans les types d'habitat échantillonnés. ....	94
Figure 14 : La production des catégories fermentescibles dans la ville d'Annaba. ....	94
Figure 15 : Variation saisonnière des taux de production des catégories fermentescibles dans les types d'habitats échantillonnés .....	96
Figure 16 : Estimation en pourcentage des composants recyclables pour les quatre saisons.	98
Figure 17: Taux de production annuels et saisonniers des déchets potentiellement recyclables par type d'habitat dans la ville d'Annaba. ....	100
Figure 18 : Taux de production de déchets potentiellement recyclables par types d'habitats dans la ville d'Annaba. ....	100
Figure 19 : Variation saisonnière des taux de production des catégories recyclables dans les types d'habitats dans la ville d'Annaba .....	102
Figure 20 : Production moyenne des déchets ménagers dans la ville d'Annaba .....	104

## Liste des photos

Photo n°1: Habitat individuel promotionne (H.I.P) .....	67
Photo n° 2: Habitat collectif promotionnel (H.C.P) .....	67
Photo n° 3: Habitat collectif social (H.C.S) .....	67
Photo n° 4: Habitat individuel colonial (H.I.C) .....	67
Photo n° 5: Habitat illicite (H.I) .....	68
Photo n° 6: Habitat vieille ville (H.V.V) .....	68
Photo n° 7: Collecte et transport des échantillons .....	76
Photo n° 8: Le site aménagé pour le tri .....	76

## Listes des cartes

Carte 1: Types d'habitats dans la ville d'Annaba. ....	71
Carte 2 : districts échantillonnés dans la ville d'Annaba par saison. ....	72
Carte 3: Génération des déchets par secteur administratif dans l'agglomération chef lieu de commune d'Annaba 2011. ....	81
Carte 4: Distribution de la population par districts dans la ville d'Annaba. ....	106
Carte 5: Carte de la distribution des tonnages annuels de la matière organique par districts. ....	107
Carte 6 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 1 .....	111
Carte 7 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 2 .....	112
Carte 8 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 3 .....	113
Carte 9 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 4 .....	114
Carte 10 : carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 5 .....	115
Carte 11: Carte de la distribution des tonnages annuels de papier & carton par districts dans la ville d'Annaba .....	126
Carte 12: Carte de la distribution des tonnages annuels de plastique par districts dans la ville d'Annaba .....	127
Carte 13: Carte de la distribution des tonnages annuels de la fraction verre par districts dans la ville d'Annaba. ....	128

Carte 14: Carte de la distribution des tonnages annuels de fines (<20 mm) par districts dans la ville d'Annaba. ....	129
Carte 15: Carte de la distribution des tonnages annuels des métaux par districts dans la ville d'Annaba. ....	130
Carte 16: Carte de la distribution des tonnages annuels des composites par districts dans la ville d'Annaba. ....	131
Carte 17: Carte de la distribution des tonnages annuels des CNC par districts dans la ville d'Annaba. ....	132
Carte 18: Carte de la distribution des tonnages annuels des ICNC par districts dans la ville d'Annaba. ....	133
Carte 19: carte de la distribution des tonnages annuels des déchets spéciaux par districts dans la ville d'Annaba. ....	134
Carte 20: carte de la distribution des tonnages annuels des textiles par districts dans la ville d'Annaba. ....	135

## **Abréviations et sigles utilisés**

<b>kg</b>	Kilogramme
<b>hab</b>	Habitant
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilomètre carré
<b>T</b>	Tonne
<b>%</b>	Pourcentage
<b>§</b>	Paragraphe
<b>L</b>	Litre
<b>M</b>	Million
<b>ADEME</b>	Agence de l'environnement et de maîtrise d'énergie
<b>AFNOR</b>	Agence française de normalisation
<b>APC</b>	Assemblée populaire communale
<b>CET</b>	Centre d'enfouissement technique
<b>CNFE</b>	Centre national de formation en environnement
<b>DM</b>	Déchets municipaux
<b>DMA</b>	Déchets municipaux et assimilés
<b>DUS</b>	Déchets urbains solides
<b>EPIC</b>	Établissement Public à caractère Industriel et Commercial
<b>GTZ</b>	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Entreprise de coopération internationale pour le développement durable)
<b>j</b>	Jour
<b>OM</b>	Ordures ménagères
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernemental
<b>ONS</b>	Office national des statistiques
<b>PED</b>	Pays en développement dont le PIB est inférieur à 825 \$US/hab selon la banque mondiale
<b>PI</b>	Pays industrialisés
<b>PROGDEM</b>	Programme national de gestion des déchets ménagers
<b>R&amp;D</b>	Recherche & développement

## Introduction

La gestion des déchets solides urbains est l'une des questions environnementales les plus préoccupantes pour toutes les villes du monde. Néanmoins, elle est plus complexe pour les villes des PED, le développement du service de collecte n'a pas suivi le rythme de l'urbanisation et par conséquent, un volume important de déchets n'est pas collecté de façon rationnelle (Botta et al., 2002).

A première vue la gestion des déchets solides urbains semble assez simple et beaucoup pensent avoir trouvé la solution en se débarrassant des déchets dans les décharges. Avec l'évolution démographique et l'urbanisation forcée, les quantités de déchets urbains ne cessent de croître, et les problèmes d'évacuation, de traitement et en général de gestion se compliquent davantage. Les responsables locaux font face à une opinion publique de plus en plus avisée des risques sur la santé publique générés par les décharges. Il s'avère donc difficile pour les responsables politiques et les professionnels de trouver une solution satisfaisante. Ngnikam and Tanawa 2006 expliquent cette difficulté par le manque de moyens financiers. Contrairement à cette idée, il est constaté ces dernières années dans les PED, des investissements conséquents dans ce secteur. Ce qui nous incite à penser que la question des déchets solides urbains pour certains pays comme l'Algérie est beaucoup plus une question d'organisation, de fonctionnement des structures et de pratiques des usagers, qu'un problème financier.

Les solutions d'évacuation immédiate et de mise en dépôt des déchets ménagers ont été adoptées par une bonne partie de PED sans nécessairement prendre en compte les impacts environnementaux. Actuellement la question des déchets est en phase de changer de logique ; d'une logique, descendante de service public commandé à l'amont (hygiène publique), vers une logique ascendante environnementale orientée pour l'aval. Parce que *«le rejet traditionnel du déchet au nom de l'hygiène doit composer avec une convoitise économique plus actuelle, mais aussi avec des exigences écologiques contemporaines qui sont en train de considérablement modifier les règles»* explique Diawara (Diawara 2010). Cependant, les expériences des PED, en matière d'application de logique ascendante de base, révèlent des échecs patents en matière de traitement des déchets, dus principalement à l'importation de technologies « clé en main », sans aucune maîtrise à la base de la conception et du fonctionnement des systèmes de traitement (Diop 1988 ; Ben Ammar 2006). Il faut ajouter à cet aspect de l'échec une connaissance relative des gisements des déchets. Les modes et moyens de gestion sont vite dépassés par la réalité.

Aussi, la gestion efficiente dépend de toutes les questions soulevées précédemment, mais aussi d'une connaissance préalable en terme quantitatif et qualitatif de déchets. Actuellement, pour le choix d'un mode de gestion visant le compostage ou bien la minimisation en amont des déchets par recyclage, il est indispensable de disposer de données réelles et fiables concernant la quantification et la composition des déchets. Ce qui ne peut être acquis sans une méthode opérationnelle adaptée aux contraintes locales. La démarche R&D, pour le choix d'un mode de gestion de déchets, se traduit par une démarche expérimentale prenant en compte les paramètres réels, mesurés et analysés localement, est la voie la mieux adaptée (Charnay, 2005). En Algérie cette démarche se heurte à une démarche décisionnelle descendante (dite *top-down*) (Yves Maystre, 1997) dont la lourdeur de procédures administratives (termes de références, appels d'offre etc.) et réglementaires laisse peu de place à l'adaptation d'une approche analytique du monde scientifique.

Le monde scientifique est confronté à une réalité spécifique au monde arabe, dont fait partie l'Algérie, le caractère confidentiel des données concernant les déchets que se soit gazeux, liquides ou bien solides. Les chercheurs ont du mal à connaître avec précision les quantités des déchets rejetés (Abdeljawad, 1997). Or, ailleurs la donnée sur les déchets relève du domaine public, l'Allemagne par exemple a réussi à valoriser et à recycler 80% des produits contenus dans les divers types des déchets, la Hollande a réussi à en valoriser 60%, et en Angleterre, une stratégie a été mise en place pour recycler 50% des déchets à l'échéance 2000 (Abdeljawad, 1997). Le secret derrière le succès de ces pays, revient en premier lieu à l'existence aussi bien au niveau des localités qu'au niveau de l'état, de plans exécutifs étudiés et complets pour toutes les phases de gestion des déchets urbains ménagers (collecte, transport, et l'élimination). Ces plans n'ont pas pu être mis en valeur, sans la disposition d'une base de données complète et la disponibilité de recherches techniques, scientifiques, sociales et technologiques.

Aussi, la gestion efficiente dépend non seulement des choix de politiques publiques, de choix organisationnels, de maîtrise technique et de moyens technologiques, mais aussi d'une connaissance préalable et précise en termes quantitatifs et qualitatifs des déchets.

En Algérie, la question des déchets urbains solides a pris un nouveau départ en 2001 avec l'adoption du Programme national de la gestion intégrée des déchets municipaux (PROGDEME), dont les objectifs sont entre autre, l'éradication des décharges sauvages, et la

promotion des activités de recyclages et de tri sélectif afin d'améliorer la qualité de l'environnement et protéger la santé publique. Une série de travaux ont ponctué cette nouvelle approche et donné lieu à une quantification relative de la réalité des déchets en Algérie. Aussi en 2009, le Ministère de l'Aménagement du Territoire fait état de la possibilité de récupération de 760.000 T/an soit 385.000 T/an de papier, 130.000 T/an de plastique, 100.000 T/an de métaux, 50.000 T/an de verre, 95.000 T/an de matières diverses (MATET-CNFE, 2009). En 2011 (kehila, 2012) fait état un décompte de 9,3 Millions de tonnes de déchets ménagers et assimilés, avec un ratio moyen par ménage de 0,5 kg/hab/j; bien que certains auteurs admettent un taux entre 0,6 et 0,7 kg/hab/j (MATET-CNFE, 2009) dans les grands centres urbains. La valorisation de ce volume de déchets correspondrait à un gain de 3,5 milliards de Dinars. Il y a là un segment d'investissement à développer dans toutes les communes et particulièrement celle justifiant d'un gisement conséquent. Un investissement rendu possible à la faveur de la loi 01-19 article 50, 51, 52 et 67 autorisant les collectivités locales à promouvoir l'investissement direct ou indirect dans tout le processus de gestion des déchets ménagers (article 3 alinéa 10).

Annaba est une Wilaya côtière du Nord-Est algérien, quatrième ville après Alger, Oran et Constantine, elle s'étend sur 51 km<sup>2</sup> abritant une population de 600 000 habitants répartis sur 12 communes : Treat, Oued El Aneb, Berrahal, Sidi Ammar, El Hadjar, Chetaibi, Cheurfa, Eulma, Ain Berda, El Bouni, Seraidi et Annaba. Cette dernière compte 257 359 habitants (RGPH, 2008) soit 42,22 % de la population totale de la Wilaya. Un volume de population qui à l'instar de toutes les agglomérations urbaines algériennes génère une pléthore de problème, dont celui des déchets ménagers, estimés en 2006<sup>1</sup> entre 91 T/j et 130 T/j de déchets urbains solides.

Cette impressionnante quantité de déchets ménagers produites par la population d'Annaba est source de nuisances : en matière de santé publique ; l'obstruction des caniveaux empêche l'écoulement des eaux usées et pluviales ; en matière d'hygiène et qualité de vie, les tas de déchets qui jonchent les trottoir et les chaussées dans certains quartiers constituent une pollution visuelle ; l'image d'une ville à vocation touristique est

---

<sup>1</sup>Assistance technique allemande GTZ., 2006. Amélioration des services de collecte de la ville d'Annaba, rapport , 45p.

fortement altérée et enfin une nuisance olfactive du fait que les déchets se consomment souvent lentement en provoquant l'émanation d'odeurs nauséabondes qui restreignent l'utilisation des espaces publics par les citoyens.

Les gestionnaires locaux de la commune d'Annaba ont de plus en plus de mal à faire face aux différents défis qu'ils affrontent quotidiennement, entre autres défis le ramassage des déchets, une tâche quotidienne mécanique qui répond au souci premier, l'évacuation systématique de toutes les quantités produites, sans aucune distinction de nature ou de générateur. La commune d'Annaba se soulage de ses déchets dans l'unique décharge intercommunale de la ville "Berka Zerga". Près de 500 T/j de déchets solides d'origine urbaine et industrielle sont déversés directement sur le sol. En l'absence d'une véritable politique de gestion de toutes les catégories de déchets produites sur le territoire de la wilaya, la décharge en question constitue la seconde facette de la problématique de gestion des déchets dans cette ville. En effet, la gestion désastreuse de ce site, mitoyen de la ville, à 15 km et d'un environnement très vulnérable (proximité du lac Fetzara, d'une activité agricole intense) est une préoccupation majeure. Cette réalité a alimenté notre intérêt pour le thème des déchets, les nombreuses et fructueuses rencontres avec les responsables locaux ; direction de l'environnement et service environnement de la commune ont apporté les éclairages nécessaires pour la confirmation de cet intérêt. Il est à noter que le choix de notre problématique n'était pas une chose évidente et ce n'est qu'en décembre 2010 que le directeur de l'environnement de la Wilaya d'Annaba ainsi que celui de la commune d'Annaba et après un long débat entre les différentes parties prenantes dans la gestion des déchets et la qualité du cadre de vie dans la commune, nous avons arrêté l'axe de recherche pour cette thèse. Il nous était primordial d'arracher cet accord car nous nous inscrivons dans une optique de recherche et développement. Ainsi dans le cadre de cette thèse nous avons opté dans un premier temps pour l'agglomération chef lieu de wilaya à savoir la commune d'Annaba. Une ville élue dans le cadre des orientations gouvernementales (2013) à mettre en place le tri sélectif. Une décision certes politique qui s'appuie sur une connaissance relative de la réalité des déchets, mais qui nous conforte dans nos choix aussi bien thématique que méthodologique et technique, à savoir la connaissance du gisement déchet ménager, ce qui est une contribution fondamentale dans l'approche actuelle de prise en charge des déchets urbains (tri sélectif).

Aussi ce travail se donne comme objectif non seulement la connaissance du gisement en termes (quantitatif, qualitatif et composition), mais il se penche aussi sur les facteurs de génération des déchets et de leur répartition spatiale. Des objectifs qui font appel à des approches méthodologiques différentes. La première se veut ponctuelle une connaissance de la génération des déchets par ménage et la seconde spatiale, cartographique ; une généralisation de la connaissance ponctuelle pour connaître l'étendue de l'information à l'échelle de la ville. Donc deux approches complémentaires, qui répondent non seulement aux impératifs scientifiques inhérents à ce type de travaux mais, aussi aux besoins des partenaires politiques et techniques de cette recherche. En effet il est attendu de :

- Réaliser la caractérisation globale des déchets ménagers dans la ville d'Annaba, d'un point de vue quantitatif et qualitatif selon des facteurs de variations (saisons et niveau de vie).
- Quantifier les gisements potentiellement valorisables par compostage et par recyclage.
- Cartographier tous les gisements pour apporter une base d'information permettant aux décideurs locaux d'être capables d'évaluer, contrôler et anticiper les modes de gestion futurs.

La réalisation de ces objectifs est passée par un phasage qui nous a permis au final d'aboutir aux résultats escomptés.

En premier lieu définir la méthode d'échantillonnage et de prélèvement à retenir. Ils sont à la base de tout procédé d'analyse. Notre souci donc a été de proposer un modèle d'échantillonnage adapté qui prend en compte les contraintes des villes algériennes. Le mode d'échantillonnage retenu pour cette étude dans la commune d'Annaba a été un échantillonnage aléatoire stratifié, où le type d'habitat est retenu comme un critère de stratification des districts de la ville. Une enquête préliminaire nous a été essentielle pour arrêter le nombre de ménages nécessaires produisant les quantités de déchets ménagers jugées représentatives. Un prélèvement à la source des échantillons (auprès des ménages) a été adopté pour minimiser les biais d'échantillonnage et pour être aussi le plus représentatif possible du lot initial (districts).

En second lieu la réalisation d'enquêtes préalables dans le but de connaître l'état de la gestion des déchets dans la zone d'étude. Ces enquêtes nous ont permis de cerner les

différents problèmes rencontrés par la municipalité d'Annaba dans la gestion de ses déchets. Cette information était nécessaire pour mettre en place une organisation des campagnes. Cette phase comporte la détermination des paramètres d'échantillonnage ; le choix des quartiers à échantillonner ; le choix des catégories de déchets recherchés, ainsi que l'aménagement d'un site adéquat pour le tri des échantillons.

En troisième lieu la réalisation des campagnes de collecte avec les opérations d'échantillonnages et de tris.

L'ensemble de ce travail se décline en 5 chapitres :

Le premier chapitre est une étude bibliographique portant sur la définition et la classification des déchets urbains solides. Le second chapitre traite de la gestion et la caractérisation des déchets urbains solides dans les pays en développement, comme référence de niveau de vie et élément de comparaison. Le chapitre trois est consacré aux flux des déchets en Algérie et la situation actuelle. Le chapitre quatre expose dans le détail les approches méthodologiques et outils techniques et scientifiques appliqués et en dernier le chapitre cinq présente les résultats et les discussions.

# Chapitre 1. Définition et classification des déchets

## 1.1. Définitions et concepts de l'étude

Dans le langage courant, le terme **déchets** désigne ordure, immondice, ou tout autre résidu rejeté parce qu'il n'est plus consommable ou utilisable et donc n'a plus de valeur.

Le Petit Larousse définit le déchet comme étant ce qui est perdu dans l'emploi : déchet de laine, les épluchures de pommes de terre, les chutes de matières générées lors de la fabrication d'un objet sont donc des déchets, mais dans les sociétés de consommation productrices des biens en abondance, il faut élargir ce concept à l'ensemble des objets et matériaux qui ne servent plus en l'état où ils sont à un moment donné.

Les techniciens pourront donc dire qu'un déchet est un matériau qui n'est pas à sa bonne place, les économistes, c'est un objet qui n'a pas de valeur, tandis que les juristes affirmeront qu'un bien ne peut devenir déchet que si son propriétaire veut s'en débarrasser.

Ces dernières années, le déchet tend à devenir un produit de valeur, une matière première qui entre progressivement dans un cycle de récupération et de recyclage. Aussi du point de vue économique un déchet est défini comme étant un objet ou une matière dont la valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur, à un moment donné et dans un lieu donné. La valeur de nullité de la valeur du déchet reste toutefois relative, Pongracz (Pongracz, 2002) a expliqué cette relativité comme suit:

- Quand quelque chose perd sa fonction primaire pour un utilisateur, il deviendra déchet, cependant, les déchets des uns peuvent servir de matières premières secondaires pour la fabrication d'autres produits et même des biens pour d'autres personnes ou communautés selon l'expression « les résidus des uns font le bonheur des autres ».
- La nullité de la valeur des déchets est relative à l'état de l'art technologique et à la localisation de sa génération.

Le vocable déchet intéresse plusieurs disciplines, c'est pourquoi son sens prend des connotations différentes. Du point de vue juridique, on distingue deux regards ; un regard subjective et un regard objective. Le déchet du point de vue subjectif, un bien devient un déchet lorsque son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser, il demeure le sien tant

qu'il n'a pas quitté sa propriété, mais dès qu'il est déposé sur la voie publique ou dans une poubelle il devient une propriété de la municipalité, car par cet acte son propriétaire peut avoir clairement signifié sa volonté d'en abandonner tout droit de propriété. Or du point de vue objectif, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la **volonté** du propriétaire et de la **valeur économique** du bien : les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition (Ngnikam and Tanawa, 2006). Cette conception exige que les déchets soient nommés dans une liste, ce qui nécessite l'élaboration d'une classification en fonction de leur nature et leurs caractéristiques voir (§ 1.3. Classification des déchets).

Autre sens du mot déchet est celui donné par les fonctionnalistes, où les déchets solides urbains sont des résidus inévitables, ou toute matière ou objet provenant d'un processus de production ou d'utilisation de toutes activités dans les villes. De ce point de vu, le déchet est considéré comme un flux de matière issu d'une unité fonctionnelle, représentant une activité ou un ensemble d'activité (Figure 1).

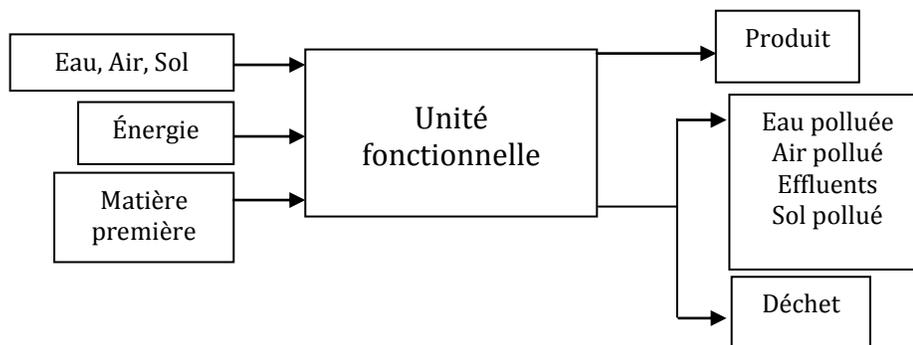


Figure 1: Définition fonctionnelle des déchets.

*Source : Rogaume, 2006*

On définitif, le vocable déchet est polysémique, car il est d'usage dans plusieurs disciplines. Mais toutes les définitions convergent vers un seul objectif, celui de donner le plus de clarté à l'emploi de ce vocable qui a évolué d'un sens repoussant, répugnant au départ, gagne d'intérêt au fur et à mesure de son emploi interdisciplinaire (sociologie, économie et politique etc.).

Le déchet est un sujet de préoccupation politique nationale. Sa définition est consacrée par des textes de loi. D'abord, (loi 83-03 de 08 février 1983 relative à la

protection de l'environnement) qui définit le déchet comme étant : "*tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit, plus généralement, tout bien meuble abandonné ou son détenteur destine à l'abandon*". Ensuite la loi n° 01-19 du 12-12-2001 vient pour parachever et augmenter le sens que la politique environnementale donne au terme déchet en ajoutant la notion d'obligation : "*tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer*".

### **1.2. Déchets solides urbains**

Le dictionnaire de l'Environnement définit un déchet solide comme *un déchet qui n'est pas à l'état liquide* ; Rushbrook et Pugh (1999) ont précisé que le terme déchet solide peut se référer au déchet municipal qui contient sept catégories : résidentiel (ménager ou déchets domestiques), commercial, institutionnel, déchets de nettoyage des voies publiques, déchets de construction et de démolition, déchets hospitaliers, déchets industriels.

### **1.3. Classification des déchets**

La classification des déchets n'est pas une chose universelle et facile. Ils peuvent être classés de différentes manières selon les objectifs et selon l'intérêt des informations qui peuvent en être tirées. Leur classification s'avère souvent utile, voire même indispensable, et très pratique pour faciliter l'entrée à une question complexe notamment celle relative à la gestion des déchets, et surtout quand il s'agit d'anticiper le choix de leur mode de gestion que ce soit à la source ou sur le cycle de leur production.

L'encyclopédie « *les Techniques de l'ingénieur* » fait une classification très détaillée des déchets en six groupes comme selon leurs origines:

- **Biologique** : Les déchets d'origine biologique sont définis par le fait que tout cycle de vie produit des métabolites (matière fécale, cadavre, etc.).
- **Chimique** : Toute réaction chimique est régie par les principes de la conservation de la matière et dès lors si l'on veut obtenir un produit C à partir des produits A et B par

la réaction  $A + B \rightarrow C + D$  ; D sera un sous-produit qu'il faut gérer si on n'en a pas l'usage évident.

- **Technologique** : Quelles que soient la fiabilité et la qualité des outils et procédés de production, il y a inévitablement des rejets qu'il faut prendre en compte tel que les chutes, copeaux, résidus, solvants usés, emballages, etc.
- **Économique** : La durabilité des produits, des objets et des machines a forcément une limite qui les conduits, un jour ou l'autre à leur élimination ou leur remplacement.
- **Écologique** : Les activités de dépollution (eau, air, déchets) génèrent inévitablement d'autres déchets qui nécessitent eux aussi une gestion spécifique et ainsi de suite.
- **Accidentelle** : Les inévitables dysfonctionnements des systèmes de production et de consommation sont à l'origine des déchets.

Toutefois, cette classification - bien que détaillée - n'est pas pratique quant à la gestion quotidienne des déchets et particulièrement dans les PED où ces termes ne signifient pas grand-chose même quand il s'agit de responsabiliser les uns et les autres dans la gestion des déchets, car, le plus souvent dans ces pays, les responsabilités et les rôles dans la gestion des ordures ménagères ne sont pas toujours clairement définis (Buenrostro and Bocco, 2003).

Au sens du décret n° 84-378<sup>2</sup>, « *Les déchets solides urbains s'entendent aux termes du présent décret des déchets domestiques et ceux qui leur sont assimilables par la nature et le volume* », et il s'agit notamment:

- a) Des ordures ménagères individuelles ou collectives.
- b) Des produits provenant du nettoyage tels que balayage, curage des égouts.
- c) Des déchets encombrants, objets volumineux, ferrailles, gravats, décombres, carcasses automobiles.
- d) Des déchets anatomiques ou infectieux provenant des hôpitaux, cliniques ou centre de soins.
- e) Des déchets et issues d'abattoirs.

---

<sup>2</sup>Décret n° 84 -378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains, Chapitre1. Dispositions générales Art. 2.

f) Des cadavres de petits animaux.

g) Des déchets commerciaux, emballages et autres résidus générés par les activités commerciales.

Une autre classification semble être aussi simple que la précédente. Elle est utilisée dans plusieurs études sur la gestion des déchets solides. Elle différencie les déchets en deux grands groupes selon leur nature (Sané, 2002) : les déchets produits par les ménages ou ordures ménagères (OM) et les déchets spéciaux (industriels, commerciaux). Ce deuxième groupe peut comprendre également les déchets biomédicaux (DH). Cette différenciation des déchets en groupes permet une meilleure planification de la gestion des déchets notamment pour un éventuel programme de valorisation par recyclage, par réutilisation ou par compostage (de la matière organique).

Buenrostro et al (2001) ont proposé une classification des déchets municipaux propre à la ville de Morelia au Mexique (Figure 2) dont les résultats peuvent être utilisables pour d'autres villes à croissance rapide avec une planification environnementale pauvre ou absente. Cette classification se base sur la source de déchet solide urbain (DSM). Elle comprend trois groupes : urbain, industriel et rural et chaque groupe est présenté comme entité discrète. Cette partition est subdivisée à son tour en sept classes hiérarchiques (Tableau 1).

*La division urbaine* se décompose en deux groupes : résidentiel (logements), et non résidentiel (commercial, institutionnel/services, construction /démolition, et spécial) ;

Déchet résidentiel : les déchets produits en logements, maisons ou appartements.

Déchet commercial: les déchets produits dans les équipements commerciaux, magasins, supermarchés, restaurants, marchés et marchés ambulatoires.

Déchets institutionnels et de service : les déchets produits aux bureaux gouvernementaux et privés, aux centres d'éducation, aux musées, aux bibliothèques, aux zones archéologiques et aux centres de récréation, tels que des salles de cinéma et des stades.

Déchets de construction et de démolition : les déchets produits dans la construction et les chantiers de démolition.

Le groupe déchet industriel concerne les activités économiques, les services, les produits commercialisés, qui peuvent présenter un danger pour la santé de la population

ou à l'environnement.

Déchet spécial : le déchet qui a besoin de techniques spéciales pour le traitement, du fait qu'il est relativement dangereux, ou en raison de son état, ou parce que son contrôle est imposé par les règlements environnementaux. Ce déchet est produit dans les secteurs tels que les pharmacies de recherches scientifiques, de santé, industriels et d'automobile, d'entretien de magasins, d'humain et de vétérinaire, aéroports et bornes terrestres de transport.

Déchets industriels : le déchet produit dans tout processus d'extraction, de transformation et de production de marchandises.

Le groupe déchet rurale inclut toutes les activités de production animale et agricole.

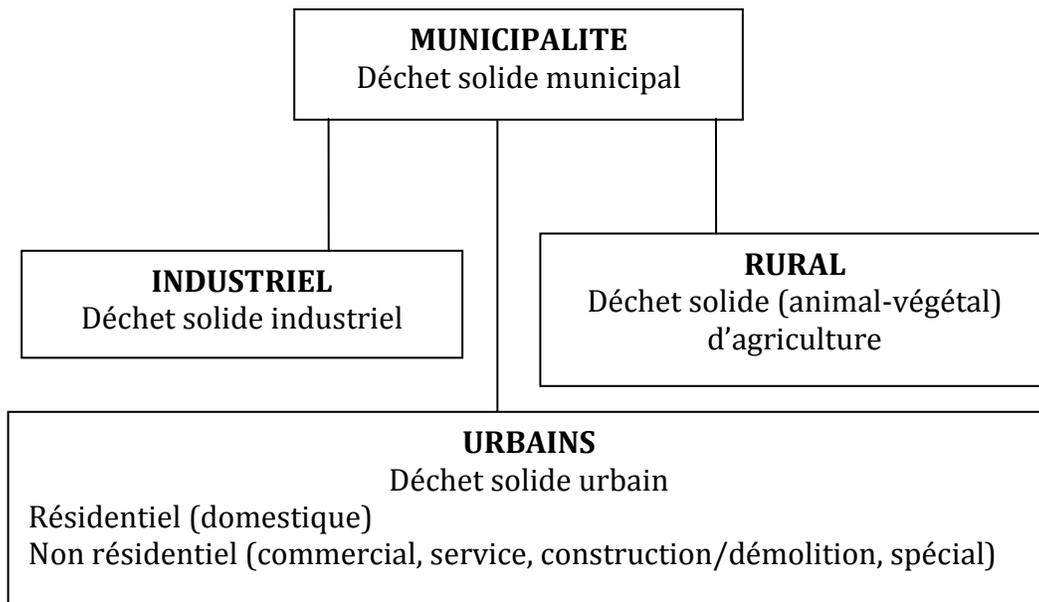


Figure 2 : classification de Buenrostro et al (2001)

Source : Buenrostro et al., 2001

Tableau1: Classification selon la source de déchet solide municipal

Division	Subdivision	Code	Classe	Caractéristique de déchet
Industriel		A	Industrie	Non dangereux Potentiellement dangereux Dangereux
Urbain	Non résidentiel	B	Commerce	Non dangereux
		C	Spécial	Potentiellement dangereux Infection biologique
		D	Institution et service	Non dangereux
		E	Construction/démolition	Non dangereux
Rural		F	Production animale/ végétale	Non dangereux potentiellement dangereux
Urbain	Résidentiel	G	Ménage	Non dangereux, Potentiellement dangereux

*Source : Buenrostro et al., 2001*

Dans les pays en voie de développement, il n'y a aucune étude sur la génération de déchets qui considère la question des sources municipales de déchets solides (MSW) : ménages, commerce, industrie, secteurs publics, établissements et services. Le coût élevé d'une étude sur la composition des déchets solides (SW) (Buenrostro et al., 2001), rend la tâche difficile à réaliser ce qui explique la rareté des données selon cette approche .

## Chapitre 2. Gestion et caractérisation des déchets urbains solides

La gestion se définit selon le Petit Larousse comme étant l'action ou la manière de gérer, d'administrer, de diriger, d'organiser quelque chose; ou bien, période pendant laquelle quelqu'un gère une affaire. C'est une définition plus générale et par conséquent peu précise lorsqu'on parle de la gestion des déchets solides urbains. La réglementation algérienne (loi 01-19) définit la gestion des déchets comme «*Toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations*».

### 2.1 L'enlèvement des déchets solides urbains

On entend par enlèvement, l'ensemble des opérations ayant pour objet l'évacuation des déchets urbains, lesquelles comprennent:

- La pré collecte.
- La collecte et le transport.

#### 2.1.1 La pré collecte

La pré collecte des ordures est la phase qui consiste à amener les déchets de leur lieu de production au lieu de prise en charge par le service public (Ngnikam and Tanawa, 2006). Elle est généralement réalisée par l'habitant ou parfois par l'éboueur. Elle est très répandue dans les villes des PED. C'est pourquoi elle est considérée par certains comme une défaillance du service public local dans la collecte des déchets du moment qu'il ne pratique pas la collecte de porte-à-porte. C'est l'étape supplémentaire dans le processus de gestion des déchets. Elle existe sous la forme d'un **apport volontaire** (A.V) des habitants de leur déchet et son dépôt en un endroit où le service de collecte pourra l'enlever. Les containers utilisés à cet effet sont déchargés, soit dans un site de transit, puis acheminés à la décharge par moyens lourds, soit directement transportés à la décharge. En Algérie par exemple, depuis l'an 2000, on utilise des bacs vides de 1100 litres pour les quartiers à habitat collectif et des bacs à 240 litres pour l'habitat individuel.

### 2.1.2. La collecte

C'est l'évacuation des déchets vers une destination appropriée (décharge, centre de tri, station de transfert, etc.). Une bonne collecte des déchets a pour objet de libérer le plus vite possible l'homme de ses déchets. Ces derniers s'ils séjournent trop longtemps en milieu urbain, ils peuvent causer des nuisances olfactives en raison de leur décomposition rapide, des dangers pour l'hygiène et la santé de la population ; (milieu favorable pour le développement des vecteurs de maladies transmissibles comme les rats et les mouches). C'est pourquoi la collecte doit être régulière et dans des récipients fermés.

La mise en place d'un système de collecte des ordures ménagères est fonction des besoins à satisfaire et des divers impératifs à observer, les données de base sont :

- La population à desservir et la quantité des déchets produites ;
- Le caractère urbain, rural ou semi-rural de la localité à desservir ;
- La concentration de la population qui conditionne la densité linéaire des déchets à ramasser le long des rues ;
- Les voies à desservir.

Elle doit tenir compte de certains impératifs, tels que :

- Les conditions de la circulation générale et du stationnement ;
- Les sens uniques de certaines rues ;
- La présence de commerces d'alimentation ;
- Les édifices publics, écoles.
- Le caractère de chaque quartier (centre d'affaires, périphérie, résidence).

Le choix du système de collecte et d'enlèvement des déchets dépend de la catégorie des déchets à ramasser, de l'utilisation ultérieure qu'on veut en faire et de différents points de vue (économique, hygiénique, propres aux exploitations,).

Elle existe sous deux formes :

- **La collecte en apport volontaire** : acte volontaire d'aller dans un lieu particulier pour y déposer ses déchets. Ce geste volontaire reflète le niveau d'implication de l'habitant, et permet principalement de minimiser la gêne dans le lieu de vie, de protéger l'environnement urbain et de recycler ce qui peut être récupéré ce qui réduit le coût de l'élimination.

- **La collecte en porte-à-porte** : c'est la municipalité qui organise la collecte des déchets déposés par les producteurs sur la voie publique, une à quatre fois par semaine.

### **2.1.3. La collecte sélective**

La collecte sélective des déchets, est une gestion écologique qui a des retombées économiques du fait qu'elle permet une récupération facile des produits ayant une certaine valeur comme elle améliore les performances du compostage en séparant les éléments non fermentescibles gênants ou nuisibles (Auger, 2008).

La collecte sélective à la source, soit au niveau des ménages et des principaux générateurs, nécessite la mise en place de moyens de collecte spécifiques, une sensibilisation et une bonne information des habitants. Elle peut aussi se faire directement dans les centres de recyclage ou déchetteries. Elle est fondée sur le principe de l'apport volontaire (civisme), qui consiste en la mise en place de points d'apport volontaire à proximité des habitations, chaque point reçoit un type de déchets ; verre, plastique, papier et carton.

### **2.1.4. Pratique de la collecte sélective**

Dans la pratique, la collecte sélective consiste à séparer et à trier les déchets et à les répartir sur divers récipients ; des conteneurs, des poubelles ou des sacs. La population dispose généralement de 3 à 4 types de récipients de collecte :

- **Le conteneur pour verre et papier** : Ces conteneurs sont placés dans des endroits stratégiques, d'accessibilité facile - le verre est même trié selon sa couleur verte, marron et transparente.
- **Le conteneur bio pour les déchets fermentescibles des cuisines et jardins** : A l'intérieur des foyers, les déchets organiques sont emballés dans des sacs en papier renforcés pour absorber l'eau et disposés dans des bidons à couvercle qu'on vide par la suite dans le conteneur bio, recevoir des produits d'emballage qui sont revalorisables comme les emballages métalliques (boîtes de conserve, tubes, couvercle de yaourt, etc.), les emballages plastiques (sacs plastiques, bouteilles, pots de yaourt, etc.)(Auger, 2008).

#### **2.1.4.1. L'intérêt économique du tri sélectif**

L'implantation d'une collecte sélective entraîne des investissements supplémentaires et subséquemment une augmentation des coûts globaux de fonctionnement. Or, les recettes produites par la vente des matières récupérées sont un soutien financier aux investissements et au fonctionnement, ainsi qu'une économie potentielle sur les coûts d'élimination, soit par enfouissement ou soit par incinération, réduction des charges dues aux matières résiduelles.

Pour garantir l'équilibre financier d'un nouveau projet de collecte sélective et de maîtriser l'évolution des coûts inhérents. Il est impératif de mettre en place un suivi rigoureux des activités de collecte, de transport et de traitement. Une réorganisation des services pour la collecte des ordures ménagères est également souhaitée (Auger, 2008).

#### **2.2. Le transport des déchets ménagers**

Le transport est la phase au cours de laquelle les ordures sont acheminées vers une destination appropriée : décharge, usine de traitement, etc. Les différents types de collecte de déchets urbains font intervenir des modes de transport allant des plus rudimentaires (charrettes) aux plus sophistiqués, comme les camions-bennes (Zurbrugg, 1996). Le choix des matériels de collecte dépend des caractéristiques de la ville desservie, du type de pré collecte et des ressources financières de la municipalité. Le camion-benne par exemple, est le véhicule le plus fréquent dans les grandes villes des PED. Certaines grandes capitales, ont investi dans l'achat d'équipements performants (camions-bennes tasseuses) qui coutent 10 fois plus que le camion-benne. Cependant, dans la plupart des cas, l'entretien de ces équipements requiert une certaine maîtrise et pose souvent un problème de maintenance. D'autre part, on utilise aussi des moyens rudimentaires comme la charrette. La charrette à traction humaine assure une forte part de l'enlèvement des ordures ménagères de Conakry (République de Guinée) avec un parc d'environ 300 charrettes gérées par une trentaine de petites entreprises; dans les années 80, à Accra (Ghana), le choix des charrettes à ânes avait été privilégié pour compenser les voiries difficiles d'accès pour les camions et pour s'assurer la régularité de la collecte.

Un service de collecte a besoin, pour fonctionner dans des conditions normales :

- De moyens matériels appropriés et en nombre suffisant pour collecter tous les déchets

urbains générés.

- D'une infrastructure d'entretien et de réparation.
- D'une organisation interne valable et efficace.

## 2.3. Fin de vie des déchets.

### 2.3.1. Décharges brutes, décharges sauvages et décharges contrôlées

**La décharge brute:** est celle qui est admise ou tolérée en un lieu réservé à cet usage sur lequel les usagers viennent habituellement déposer leurs déchets. **La décharge sauvage :** est celle qui se crée en violation des règlements régissant la gestion des déchets, dans laquelle certains habitants déposent leurs déchets " à la sauvette". Dans le premier cas, les décharges sont mises en dépôt parfois avec un semblant de précaution alors que dans le deuxième cas, aucune précaution n'est observée. Ces décharges présentent au regard un amoncellement d'immondices qui peuvent se développer jusqu'à former des montagnes d'ordures fumantes et malodorantes, désastreuse pour l'environnement, générateur des risques d'incendies, de prolifération d'agents pathogènes, avec toutes les conséquences connues. Cependant, **la décharge contrôlée:** est différente de la décharge brute ou sauvage, elle est considérée comme une méthode d'élimination des déchets solides urbains. Son principe repose sur l'enfouissement des déchets effectués de façon rationnelle, dont le but est d'éviter toute nuisance. C'est une technique à part entière, jugée satisfaisante d'un point de vue environnemental, avantageuse du point de vue des coûts, mais elle nécessite une mise en œuvre très soignée :

- Elle est implantée sur un site approprié après autorisation de l'administration ; cette autorisation n'étant accordée qu'après une étude approfondie de son impact sur l'environnement, et en particulier de tous les dangers de pollutions pouvant en résulter.
- Les déchets y sont mis en dépôt dans le respect des règlements administratifs en vigueur et suivant des techniques bien maîtrisées garantissant leur élimination hygiénique.

- Son exploitation s'effectue conformément à un plan fixé à l'avance et suivant lequel la réintégration du site dans son environnement naturel devra s'effectuer en fin d'exploitation.

### **2.3.2. Le compostage**

Les ordures ménagères contiennent des matières organiques utilisées depuis de longue date, en raison de leur valeur humique, comme engrais pour amender les sols cultivés. Les agriculteurs situés à la périphérie des villes récupéraient les déchets urbains et les transformaient par fermentation naturelle en un produit qu'ils répandaient sur leurs terrains. Or actuellement les ordures ménagères ont changées (en termes de composition), elles présentent des inconvénients, difficultés de manutention, gêne ou risque d'accidents causés par des éléments coupants, salissure des terrains, etc. Leur emploi sous cette forme n'est plus admis de nos jours par les cultivateurs, ces derniers exigent des produits plus élaborés, possédant la valeur agronomique recherchée, mais ne contenant pas d'éléments gênants ou nuisibles ou même simplement susceptibles de salir leur terre.

Le compostage des déchets urbains consiste à préparer industriellement un produit répondant à ces conditions (Gillet, 1985).

### **2.3.3. L'incinération**

L'incinération des déchets urbains est l'opération qui consiste à leur destruction par le feu. Elle est très généralisée dans les pays industrialisés. Elle est appliquée à des ordures ayant un pouvoir calorifique élevé et on pourra toutefois diminuer le prix de revient à la tonne traitée en récupérant la chaleur à des fins domestiques (chauffage et production d'électricité) par exemple. Dans les pays africains, la teneur en matière organique pour les déchets solides municipaux urbaine est d'environ 56% et sa dégradation par incinération à l'air libre est un contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre (Couth, et al 2010).

Si l'on considère les résultats des analyses des ordures ménagères algériennes et les ordures ménagères européennes, on retient les conclusions suivantes :

- L'échantillon algérien : contient 2 fois plus d'eau que l'échantillon européen et ne peut être incinéré.

- Avec un taux d'humidité élevé de 62%, les ordures de la Mitidja ont un pouvoir calorifique entre 900 et 1000, ce qui revient à dire qu'elles ne sont pas incinérables. Il est admis que l'incinération est un mode de destruction des déchets bien approprié en ville moyenne de 200000 habitants.

#### **2.3.4. Le choix du mode d'élimination**

Ce choix ne peut résulter que d'une étude technique et économique approfondie, il ne saurait être question de donner des règles précises dans ce domaine, *chaque cas est un cas d'espèce*.

- Si par exemple, des terrains propices pour la décharge existent à faible distance de la localité, le recours au procédé de la décharge contrôlée se justifiera économiquement, surtout si l'on a eu en même temps comme objectif de valoriser un terrain inutilisable (Reger, 1975).

Parfois, la décharge, qui ne nécessite que peu d'investissement, constituera une bonne solution d'attente avant la réalisation d'une usine de traitement.

Le compostage, intéressant en lui-même par l'apport d'humus à la terre compensant la rareté du fumier de ferme, se justifiera si les débouchés en culture existent dans le voisinage, ou même dans des régions plus éloignées et si les frais de transport sont acceptables; il conviendra parfaitement aux DUS de notre pays.

L'incinération permet de régler pour une longue durée, d'une façon sûre et hygiénique, le problème de l'élimination des ordures notamment si l'on ne dispose pas de terrains de décharges favorables, et si le compostage, ne trouve pas de débouchés suffisants. Autre points positifs de l'incinération est qu' à partir d'une certaine importance de l'usine, la récupération de la chaleur peut devenir intéressante comme source de chaleur (un réseau de chauffage et de distribution de l'eau chaude, par exemple). Néanmoins, l'incinération qui est un procédé séduisant et rapide, mais soulève beaucoup de difficultés pratiques. Elle engendre un déchet inévitable, la cendre et la mâchefer renfermant des métaux très toxiques, qui doivent être stockés dans des décharges adaptées. L'utilisation des mâchefers produits par les incinérateurs pour la construction des remblais routiers constitue une menace pour les cours d'eau et les nappes phréatiques (Ramade, 2002).

La meilleure solution au problème des ordures ménagères tient en la pratique du

compostage associée au tri sélectif et au recyclage ; cela représente la meilleure forme d'élimination des déchets (Ramade, 2002).

Il faut cependant observer que le choix d'une solution rationnelle au problème de traitement ne peut être dissocié des autres opérations : collecte et transport, l'emplacement du lieu de décharge ou de traitement influe directement sur l'organisation de la collecte. C'est donc l'ensemble du système qui doit être pris en considération pour rechercher la solution la plus économique.

#### **2.4. La caractérisation des déchets urbains solides**

“Mieux caractériser pour mieux gérer“, c'est ainsi que plusieurs auteurs résument l'enjeu de la caractérisation des déchets urbains au sein d'une collectivité (Renhartetal, 1996, et Wicker, 2000). C'est seulement dans les années 80 que la démarche de caractérisation des déchets, est apparue comme un préalable indispensable pour la mise au point des stratégies nationales ou bien locales des déchets.

La disponibilité de ces informations capitales permet essentiellement comme l'indique Aloueimine (Ould-Aloueimine, 2006):

- D'évaluer la masse de déchets générée et de suivre son évolution en vue de planifier et de définir les stratégies futures en matière de gestion et de traitement.
- D'évaluer le potentiel de valorisation (compostage, recyclage des métaux et du carton, etc.) ou les besoins pour le traitement et l'enlèvement des déchets.
- D'optimiser le mode de traitement en connaissant précisément la composition des déchets.
- De prédire les émissions de ces déchets dans l'environnement et éventuellement de travailler sur l'atténuation de leur impact.

La caractérisation des déchets n'est pas universelle, car elle dépend de l'objectif pouvant capitaliser les résultats obtenus par celle-ci. Il existe plusieurs façons de caractériser un déchet. Brunner et Ernst suggèrent une caractérisation suivant des paramètres divisés en trois groupes:

- 1) matériaux (papier, verre, métaux, etc.)
- 2) paramètres physiques, chimiques ou biologiques (masse volumique, teneur en eau, biodégradabilité, etc.)

### 3) composition élémentaire (carbone, mercure, etc.)

Il est toute fois important de signaler que la détermination de tous ces paramètres n'est pas toujours nécessaire. Il est souvent suffisant d'analyser un seul groupe spécifique pour répondre à une question donnée sur la gestion des déchets. Par exemple, pour le recyclage matière, l'analyse du groupe matériaux est suffisante alors que l'évaluation de l'impact des émissions de l'incinération sur l'environnement nécessite une analyse de la composition élémentaire des déchets (Brunner and Ernst, 1986).

La caractérisation peut être abordée de 2 manières différentes, soit par des méthodes et modèles théoriques, soit par des méthodes d'analyse directe sur les déchets.

#### **2.4.1. Les méthodes et modèles théoriques**

La méthode la plus utilisée est la méthode dite «*material flows methodology*» développée par l'Agence américaine de Protection de l'Environnement (EPA in Ademe, 1993). Cette méthode se base sur l'analyse des produits mis sur le marché et repose sur le principe que tous les produits sont commercialisés et consommés ; puis après usage ils sont rejetés en tant que déchets. Donc si on arrive à connaître avec précision les quantités de chaque produit manufacturé et mis sur le marché ainsi que les durées de consommation respectives de ces produits, alors les quantités de déchets générées pourraient être calculées.

Comme toutes les méthodes théoriques, cette méthode est plus rapide et moins coûteuse, si on la compare aux méthodes d'analyse directe sur les déchets. Cependant, elle présente des inconvénients ; elle ne touche que quelques produits dont les données peuvent être accessibles (tels que le papier, le verre, les plastiques). Et elle ne tient pas compte des facteurs de variation locaux, comme par exemple, les modes et niveaux de vie ou les facteurs climatiques.

#### **2.4.2. Les méthodes d'analyse directe**

Les méthodes d'analyse directe sont basées sur l'échantillonnage et le tri manuel des déchets (dans un secteur donné) pour déterminer leur composition selon des catégories prédéfinies. Ces méthodes reposent généralement sur des protocoles qui définissent les principes d'échantillonnage et de tri de déchets lors d'une campagne de caractérisation.

De nombreuses méthodes d'analyse directe peuvent exister dans chaque pays, dont les plus connues sont :

- La méthode allemande ARGUS : méthode développée par l'Agence allemande de l'Environnement en 1979-1980 et en 1983-1985 ;
- La méthode belge de l'IBGE, méthode développée par l'Institut bruxellois pour la Gestion de l'Environnement ;
- La méthode française MODECOMTM, méthode développée par l'Agence française de l'Environnement (ADEME) en 1994 ;
- La méthode irlandaise de l'EPA, méthode développée par l'Agence irlandaise de l'Environnement.

Cette multiplicité de méthodes montre que plusieurs d'entre elles pouvaient être employées et donner lieu à de différents résultats et par conséquent à des interprétations divergentes. Un effort d'homogénéisation ou de concertation est à faire pour chaque pays. Seule l'Union européenne, a envisagé une telle action sans que pour autant une harmonisation soit définitivement acquise. Il en ressort néanmoins une méthode dénommée REMECOM (Réseau de Mesure Européen des Ordures Ménagères), mise au point en 1998 dans le cadre d'un programme européen coordonné par l'ADEME, impliquant 5 pays européens, l'Allemagne, la Belgique, la France, l'Irlande, l'Italie (Ademe, 2001). Cette harmonisation a été testée dans 18 villes européennes, a porté essentiellement sur la nomenclature et les procédures de tri. Les méthodes d'échantillonnages par contre sont restées celles propres à chaque pays.

Ainsi dans le cas des pays européens présentés dans les Tableaux 2 et 3 (European Commission Project, 2001) les catégories varient de 11 à 18 et les sous catégories de 17 à 55. Le nombre très important de sous-catégories s'explique par l'importance et la diversité des emballages (en papiers, en plastiques et métalliques) dans les pays développés.

Tableau 2 : Nombre de catégories et de sous-catégories recherchées dans sept pays européens.

Pays	Nombre de catégories	Nombre de sous-catégories
Autriche	11	25
Allemagne	13	41
Angleterre	11	33
Finlande, Suède et Norvège	11	≥ 20
France	13	39
Irlande	13	55
Pays Bas	18	17

Source : European Commission Project 2001

Tableau 3 : Catégories recherchées dans sept pays européens

Autriche (11)	Allemagne (13)	Angleterre (11)	Finlande, Suède et Norvège (11)	France (13)	Irlande (13)	Pays Bas (18)
Papier	Métaux ferreux	Métaux ferreux	Papiers	Déchets putrescibles	Déchets organiques	Déchets ménagers résiduels
Verre	Métaux non ferreux	Métaux non ferreux	Cartons	Papiers	Papiers	Déchets ménagers encombrants résiduels
Textiles	Papiers et Cartons	Papiers et Cartons	Déchets dégradables	Cartons	Cartons	Déchets résiduels de bâtiments
Plastiques	Verre	Verre	Plastiques	Composites	Composites	Déchets organiques
Bois	Plastiques	Divers combustibles	Serviettes et serviettes sanitaires	Textiles	Textiles	Déchets organiques encombrants
Métaux	Déchets Organiques	Divers non combustibles	Autres combustibles	Textiles sanitaires	Textiles sanitaires	Papiers et Cartons
Composites	Bois	Plastiques denses	Verre	Plastiques	Plastique	Verre
Produits de soins	Textiles	Plastiques (films)	Métaux	Combustibles non classé	Verre	Déchets dangereux
Déchets toxiques	Minéraux (autres que verre)	Putrescibles	Divers non combustibles	Verre	Métaux	Textiles
Organiques	Composites	Textiles	Déchets dangereux	Métaux	Déchets municipaux spéciaux	Déchets électroniques
Autres	Déchets dangereux	Éléments fins <10mm	Autres résidus	Incombustibles non classés	Combustibles non classé	Métaux
	Autres			Déchets ménagers	Incombustibles non	Plastiques

				spéciaux	classés	
	Eléments fins <10mm			Eléments fins <20mm	Eléments fins <20mm	Bois
						Minéraux
						Résidus d'amiante
						Meubles
						Cartons d'emballages
						Autres

Source : European Commission Project, 2001 cité dans Samira BEN AMMAR ( 2006)

## 2.5. La production des déchets urbains solides dans les PED

Il est clairement établi dans presque toute la littérature dédiée à ce sujet, une différence significative entre la génération des déchets par habitant dans les PI et celle des PED. La moyenne de production se situe autour de 1,7 kg/hab/j pour les PI, et autour de 1 kg/hab/j pour les PED. Cette différence s'explique en partie par les niveaux de vie et les modèles de consommation. Les PI abritent des sociétés dites de consommation, avec un niveau de vie élevé. Le modèle de consommation est marqué par la rapidité d'utilisation des produits à courte durée de vie avec des emballages importants (Charnay, 2005). Or les PED, sont à l'opposé de ce modèle et le niveau de vie est moins important. Le modèle de consommation est basé sur les produits locaux, bruts ou semi fini, utilisant un emballage minimum. Ces différences dans les modèles de consommation conjuguées aux conditions de développement inhérentes aux PED posent quelques difficultés méthodologiques et techniques quant à la gestion des déchets. Ainsi les déchets de ces pays sont marqués par leur très grande variabilités et hétérogénéités, ce qui rend inopérant l'emploi des méthodes développées dans les contextes des PI (Ben Ammar, 2006). Par ailleurs tous les modèles de gestion se basent sur des données statistiques fiables, or, il a été démontré (Bras, 2010) que les statistiques officielles en matière de production et de composition des déchets ménagers dans les PED sont non seulement difficiles à obtenir mais aussi approximatives. Elles sont produites sur la base de recensements non exhaustifs de la population et une évaluation *sommaire* de la quantité et de la qualité des déchets collectés. La collecte des déchets, y est irrégulière et les moyens de pesée à l'entrée des décharges non contrôlées. La détermination de la nature et de la composition des déchets doit être évaluée en respectant des critères d'échantillonnage stricts et imposent une démarche méthodologique basée sur

des mesures et analyses réelles afin d'éviter d'extrapoler des résultats biaisés (Ben Ammar, 2006 ; Bras, 2010), avec l'obligation d'un échantillonnage saisonnier surtout pour les villes côtières à caractère touristique.

Actuellement les PED connaissent une hausse relative du niveau de vie conséquence de la mondialisation; ouverture des frontières et libéralisation du commerce mondial, et une accélération du processus d'urbanisation ce qui a quelque peu exagéré les difficultés intrinsèques aux PED dans la prise en charge des déchets. Aussi, une hausse de 1% du standard de qualité de vie (augmentation du revenu par habitant) est associée à une augmentation de 0,34 % de la production de déchets (Bras, 2010). Aussi une augmentation de la croissance de 1% correspond à une augmentation de 1,04 % de la génération de déchets (Beede and Bloom, 1995). C'est pourquoi, le flux de déchets solides, est en augmentation continue et peut varier même au sein d'une ville, d'un quartier à l'autre.

La production des déchets dans les villes moyennes en Algérie était de 0,5 kg/hab/j en 1980 et atteignait 0,6 kg/hab/j en 2002 pour passer à 0,8 kg/hab/j en 2005, tandis que pour les grandes villes la production était de 0,76 kg/hab/j en 1980 et atteignait 1,2 kg/hab/j en 2005 (METAP, 2004a). Ces moyennes masquent évidemment des disparités importantes entre quartiers : les quartiers pauvres ne produisent que peu de déchets, en grande partie organiques, tandis que les quartiers résidentiels produisent des quantités importantes d'ordures, identiques à celles des PI. Ces moyennes journalières se rapprochent relativement de celles des capitales magrébines ; 0,89 kg/hab/j pour le Grand Casablanca, de 0,8 kg/hab/j pour Tunis et 0,21 kg/hab/j pour Nouakchott (Mauritanie) un taux particulièrement bas en raison de la valorisation de la matière organique par les ménages comme aliment du bétail. Par contre les moyennes des villes des pays des PI contrastent avec celles des PED, la production est de 2 kg/hab/j à New York, 1,51 kg/hab/j à Paris, et 1,59 kg/hab/j à Madrid (Voir tableau 4).

Tableau 4 : La production journalière des déchets dans certains pays développés et en développement.

Pays	Ville	Production déchets kg/hab/j	Références
Burkina Faso	Ouagadougou	0,62	Follea et al., 2001
Malaisie	Kuala Lumpur	1,7	Kathiravale et al., 2003
Algérie	Alger	0,75 - 1	Kéhila <i>et al.</i> 2005
Maroc	Grand Casablanca	0,89	ONEM 2001
Tunisie	Tunis	0,8	METAP, 2004b
Mauritanie	Nouakchott	0,21	Ould-aloueimine, 2006
Brésil	Uberlândia	0,51	Fehr et al., 2000
Vietnam	Moyenne nationale	0,61	UNEP, 2001
Mexico	Guadalajara	0,51	Ngnikam and Tanawa, 2006
Espagne	Madrid	1,59	Moldes et al., 2007
France	Moyenne nationale	0,96	ADEME 2007
	Paris	1,51	Aina, 2006
USA	New York	2	Aina, 2006

## 2.6. La composition des déchets ménagers dans les PED

La comparaison de la composition des déchets urbains (tableau 5) des pays en développement et développés montre que le pourcentage de matière organique est beaucoup plus important dans les villes des PED par rapport aux PI, à l'exception de la Mauritanie où l'on note un faible pourcentage de cette fraction, parce qu'elle est valorisée et récupérée à la source par les ménages. Par contre, pour les fractions papiers, verres et matières plastiques, on note un fort pourcentage chez les PI. L'exemple de la fraction papier carton, est très édifiant, elle représente 38,1% et 21,5% respectivement pour les États-Unis et la France, tandis que pour la Côte d'Ivoire et le Liban elle n'est que respectivement de 5,8 % et 11,3 %. Cela reflète la différence dans les modes de consommation des populations des PI et les PED.

À Mostaganem en Algérie, l'étude menée par Guermoud et al. montre que le pourcentage de la matière organique (MO) a baissé de 78,0% à 64,6% entre 1983 et 2004. À l'inverse, la proportion de la matière plastique a augmenté dans le même temps de 2,7% à

10,5%. Cela provient d'un changement des modes de consommation et d'une augmentation du niveau de vie de la population (Guermoud et al, 2009). En ce sens, la nature et la composition des déchets ménagers ont également évolués, et la composition des déchets dans certains PED à tendance à être similaire à celle de certains PI (Tableau5).

Tableau 5 : La composition de déchets ménagers de plusieurs villes des PED et de Pays Développés, en %

Pays et villes (pourcentage pondéral)	Référence	Fermentescible	Plastique	Verre	Papier & carton	Métaux	Sable, bois Cendres, graviers	Autre
Burkina Faso	Follea et al., 2001	39%	10%	3%	9%	4%		
Côte d'Ivoire	Ngnikam and Tanawa, 2006	69,7%	9,5% (+textile)	0,5%	5,8%	0,9%	13,6%	
Guinée (Labé)	Matejka et al., 2001	69%	22,8% (+textile)	0,3%	4,1%	1,4%		
Mauritanie	Ould-Aloueimine et al., 2005	4,8 %	20 %	3,8 %	3,6	4,2		
Inde	Fehr et al., 2000	38,6%	6,03%	1%	5,57%	0,23%		
Algérie (Mostaganem)	Guermoud et al., 2009	64%	10,5%	2,8%	15,9%	1,9%		2%
Liban	El-fadel et al., 2002	62,4%	11%	5,6%	11,3%	2,9%		
Malaisie (Petaling Java)	O.N.E.M 2001	36,5%	18,4%	3,2%	27%	3,9%		
Malaisie (SeberangPerai)	O.N.E.M 2001	30,1%	12%	1,5%	30,8%	3,2%		
Etats-Unis	Hafid et al., 2002	23,8%	5,9%	9,4%	38,1%	7,7%		
Italy (Palermo)	Mastro and Mistretta, 2004	31.70%	11.80%	8.30 %	23.10%	2.70%		

### **Chapitre 3. Flux des déchets en Algérie**

Le développement urbain rapide dans les pays en développement est devenu parmi les sérieux défis environnementaux dans la mesure où il est synonyme de production accrue de déchet urbain (page 40). En effet, les déchets solides, résultat des activités domestiques, sociales et industrielles sont en augmentation dans la plupart des pays africains (Dickerson, 1999), en quantité et en composition en raison de la croissance démographique et la hausse du niveau de vie. Parallèlement à cette croissance se pose la question de la gestion des déchets qui ne représente pas une priorité pour la plupart de ces pays, par rapport à d'autres problèmes aussi importants que sont l'éducation, l'approvisionnement en eau et la santé (Onibokun, 2001). L'Algérie comme ses voisins africains connaît les mêmes problèmes mais pas avec la même intensité. Les capacités financières de L'Algérie lui ont permis de réaliser des avancées notables dans tous les domaines et notamment celui de la gestion des déchets urbains. Toutes les phases de la gestion des déchets ménagers urbains ont connues des améliorations notables.

La production des déchets DMA est passée de 2,25 millions de tonnes en 1980 à 7,27 millions de tonnes en 2000, pour dépasser le seuil des 12 millions de tonnes en 2007 (Figure. 3). Parallèlement à ce volume de production, nous constatons aussi une augmentation du volume de collecte qui couvre la totalité des déchets ménagers générés (Figure 3). La forte progression des déchets collectés s'explique, en grande partie, par l'amélioration des moyens affectés par l'État à cette opération (Brahim, 2012).

Les estimations faites par la Banque mondiale et le MATE en 2002 montrent qu'en grande partie, ce gisement est composé de déchets ménagers (DM) soit 67% des DMA en 2007. Ces proportions sont comparables à celles des pays européens; respectivement 52%, pour l'Autriche, 92% pour le Danemark et 73% pour la France (Pongracz, 2002).

Le ratio annuel par habitant est passé de 130 kg/hab en 1980 à 239 kg/hab en 2000, pour atteindre 356 kg/hab en 2007. Le Tableau suivant montre une évolution moyenne annuelle des ratios des OM de 6,07 % (Brahim, 2012).

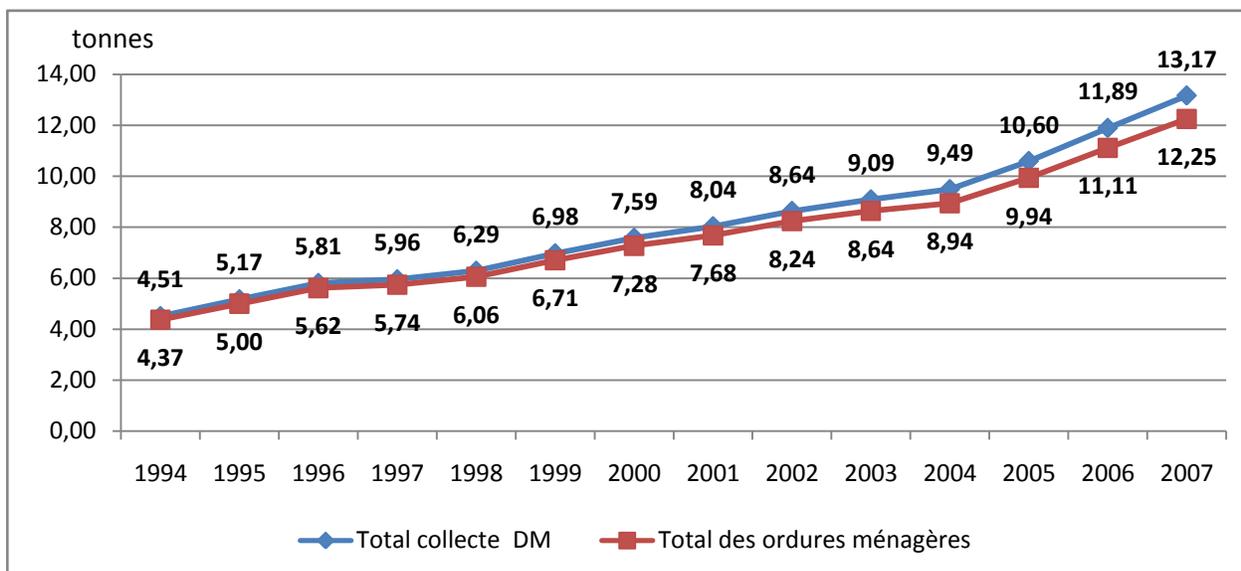


Figure 3 : Evolution interannuelle de génération et de collecte de déchets en Algérie

Source données: AND, MATE, Metap, CNES, Presses, cité par (Brahim, 2012)

Tableau 6 : Évolution des ratios d'émission des DMA.

	Population en Millions selon ONS	Ordures ménagères en kg/hab	Émission totale des DMA en kg/hab
1994	27,49	159	204
1995	28,06	178	228
1996	28,56	197	252
1997	29,04	201	257
1998	29,50	208	265
1999	29,95	225	285
2000	30,46	242	306
2001	30,91	252	317
2002	31,38	265	333
2003	31,86	277	350
2004	32,35	286	369
2005	32,85	308	391
2006	33,69	338	431
2007	34,40	363	465
variation annuel moyenne	+1,61%	6,07%	6,06%

Source: AND, MATE, Metap, CNES, Presses, cité par Brahim (2012)

### 3. 1. La gestion des déchets ménagers en Algérie

*« Le déchet constitue le symbole de la consommation dans les pays développés, et les signes du désespoir (dans la prise en charge) dans les pays en développement » (Brousse, 2005).*

Globalement, la politique de gestion des déchets est fondée sur trois types d'instruments : les instruments législatifs ou réglementaires, les instruments économiques (incitation, taxation) et les instruments de sensibilisation et formation. Pour répondre aux exigences auxquelles elle a souscrit, l'Algérie a signé beaucoup de protocoles et conventions visant à préserver la santé publique et l'environnement et notamment, la convention de Bâle<sup>3</sup>. Par la suite, l'Algérie a ratifié le Protocole de Kyoto sur les changements climatiques<sup>4</sup>. La Convention de Stockholm qui a été signée le 22 mai 2001, vient compléter ces instruments pour combler le déficit concernant la production de certains polluants organiques persistants<sup>5</sup>.

S'agissant de la gestion des déchets municipaux, le programme national pour la gestion intégrée des déchets ménagers (PROGDEM), a été mis en œuvre par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2001. Il a pour objet l'implémentation d'une nouvelle stratégie qui repose sur une série de principes ; le principe de précaution-prévention, le principe du pollueur-payeur, le principe de producteur-récupérateur, la promotion de l'information et de la sensibilisation du citoyen. Ce programme fixe des objectifs en matière d'amélioration du cadre de vie du citoyen, de la préservation de la salubrité publique et la protection de la santé, ainsi que l'élimination saine et écologiquement rationnelle des déchets par la valorisation des déchets recyclables.

---

<sup>3</sup>Cette convention concerne le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination, elle est entrée en vigueur le 5 mai 1992, elle interdit la circulation des déchets dangereux surtout vers les pays en développement (PED) après la catastrophe du "Khian Sea" (1986-1988). Ce navire chargé de cendres provenant de l'incinérateur de Philadelphie (États- Unis), après avoir déposé frauduleusement 4 000 des 15 000 tonnes de sa cargaison sur une plage haïtienne, fera pendant plusieurs mois, refoulé à chaque tentative d'escale. Il rejeta finalement le reste de sa cargaison en mer.

<sup>4</sup>en 16 février 2005, il propose un calendrier de réduction des émissions des 6 gaz à effet de serre qui sont considérés comme la cause principale du réchauffement climatique des cinquante dernières années. Il comporte des engagements absolus de réduction des émissions pour 38 pays industrialisés, avec une réduction globale de 5,2 % des émissions de dioxyde de carbone d'ici 2012 par rapport aux émissions de 1990.

<sup>5</sup>La convention interdit un certain nombre de substances chimiques très polluantes: l'aldrine, le chlordane, la dieldrine, l'hexachlorobenzène, l'endrine, l'heptachlore, le toxaphène, les polychloro-biphényles (PCB) et restreint très fortement l'utilisation du DDT.

Il a touché dans un premier temps les 40 grandes villes algériennes.

Les principales actions concernées par PROGDEM sont les suivantes :

- L'élaboration et la mise en œuvre des plans communaux de gestion des déchets, qui sont des instruments de planification et de gestion qui permettent de projeter sur le moyen et le long terme. En effet, les études relatives à ces plans prescrivent les conditions de présentation des déchets à la collecte, fixent les normes de ramassage et l'évacuation des déchets et elles établissent les cahiers des charges qui précisent les obligations auxquelles doivent être soumises les entreprises chargées du ramassage.
- L'aménagement de sites de mise en décharge contrôlée pour réduire l'impact sur l'environnement de la gestion chaotique de la filière élimination des déchets. À ce propos des centres de stockage de déchets ont été réalisés ou sont en cours de réalisation à travers toutes les wilayat du pays. Certains sont déjà opérationnels comme celui du CET d'Ouled Fayet à Alger, le CET d'El Outaya à Biskra. L'Agence Nationale des Déchets (AND), donne le chiffre de 32 CET achevés à travers le territoire national, 42 sont en cours de réalisation, 7 autres en voie de lancement, 12 en phase d'étude et 4 centres sont en phase de choix de site. À titre d'exemple dans la wilaya d'Alger et en vue d'absorber les déchets ménagers, quatre CET sont en cours de lancement au niveau des communes de Corso, de Réghaïa, de Staouali, et d'El Hamiz. L'objectif étant d'atteindre 300 CET exploités en 2014 (Mezouri Sandjakdine, 2011).
- La promotion des activités de recyclage et de valorisation des déchets. Les responsables du MATET par exemple, considèrent que l'échec relatif des expériences précédentes en matière de valorisation particulièrement dans les unités de compostage de Badjarah, Blida et Tlemcen était davantage imputable au mélange des déchets qu'aux techniques elles-mêmes. Pourtant, selon l'ADEME, l'absence de tri sélectif ne peut pas constituer un frein réel, aussi les déchets en Algérie peuvent être recyclés car 30% des déchets en sont recyclables. Par contre, d'après l'ADEME, pour inciter les agriculteurs locaux à épandre le compost obtenu, il est nécessaire que le Ministère de l'Agriculture donne une impulsion pour mettre en place une filière de valorisation du compost (Aude, 2007).
- L'introduction de nouvelles formes de gestion, s'agissant par exemple de la collecte et la gestion des déchets ménagers de la wilaya d'Alger, c'est l'EPIC NET COM qui en a la charge. Créée en 1996, NET COM opère sous la tutelle de la Direction de

l'Environnement. À ce jour, l'EPIC est considérée comme une forme transitoire avant d'avoir recours à d'autres formes de gestion. La gestion mixte ou la gestion déléguée ne sont pas écartées par les autorités algériennes. D'ailleurs, plusieurs solutions sont actuellement testées dans différentes communes comme les communes de Bordj El Kiffan et Kouba qui ont été données en concession à un opérateur privé (Aude, 2007).

- L'adaptation graduelle de la taxe d'enlèvement des déchets ménagers et l'amélioration de son taux de recouvrement ; l'APC fixe le montant de la taxe (TEOM) prévue par la loi de finances de 2002.
- Sensibilisation, formation et éducation à travers la création de CNFE pour la formation des cadres d'état dans le domaine de l'environnement, et l'implantation d'une maison de l'environnement dans chaque wilaya pour la sensibilisation des citoyens et l'éducation des collégiens.

### **3.2. Problématique de gestion des déchets ménagers en Algérie**

Les déchets ménagers en Algérie sont issus d'un grand nombre de conditions climatiques, urbaines et socioéconomiques. Cependant, la gestion de ces ordures dépend des conditions citées, mais aussi des conditions, techniques, sociologiques, d'acteur intervenant, d'organisation et de fonctionnement. Or, la multiplicité de ces facteurs et paramètres, auxquels le service est exposé, rend son analyse compliquée. Compliquée du fait que ces facteurs ne se situent pas sur le même palier d'échelles, d'autant plus que des interactions entre ces facteurs sont incontournables et peuvent expliquer les difficultés rencontrées dans la gestion de ce service. Également, pour être minutieux et exhaustive, l'analyse d'une telle problématique doit se faire en adoptant une approche systémique<sup>6,7</sup> c'est-à-dire un système-déchet défini par Tonon comme étant " *l'ensemble de tous les éléments ou facteurs des trois composantes que sont : le sous-système milieu physique, le sous-système milieu socioéconomique et le sous-système moyens matériels et organisationnels qui*

---

<sup>6</sup>Un système selon la définition de Mendras H. est un «ensemble d'éléments entre lesquels existent des relations telle que toute modification d'un élément ou d'une relation entraîne la modification des autres éléments et relations et donc du tout.» Cité par Bernoux Philippe, 1985, *La sociologie des organisations* p. 142

<sup>7</sup>Le mot systématique fait référence au principe cartésien de décomposer un problème en ses éléments les plus petits pour en trouver les liens de causes à effets et d'établir des descriptions les plus soignées possibles. Le principe de la systématique est à la base, par exemple, de la systématique de Linné (description et classification du vivant).

déterminent la nature et la composition des déchets, les modes de leur production, les moyens de leur collecte, de leur évacuation, leur élimination ou valorisation ”(Tonon, 1987). Cependant, cette définition bien que détaillée, il import pour en tirer profit l'utilisation d'un outil d'analyse fonctionnel, ce qui a été fait par Bras (Bras, 2010) en effectuant une synthèse des causes derrière le décalage existant entre l'objectif des services de gestion des déchets ménagers dans les PED et la réalité. Cet auteur a répertorié ces causes à l'aide du diagramme d'Ishikawa<sup>8</sup>, l'un des outils de base du management de la qualité<sup>9</sup>, et a pu démontrer un décalage patent existant entre l'objectif des services de propreté et la réalité du terrain. Cette analyse a fait ressortir une pluralité de causes qui concourent à expliquer le décalage dans le service dans les PED. Ainsi, BRAS a pu fixer des causes principales sur lesquelles viennent se greffer des causes secondaires. Les causes principales répertoriées sont groupées en quatre grandes catégories. Il s'agit notamment: du jeu des acteurs, de l'organisation, du fonctionnement du service et enfin des pratiques des usagers (Bras, 2010) (voir figure 6).

Pour notre cas d'étude, nous essayerons d'analyser chacune de ces causes dans le contexte algérien en se concentrant sur le problème de *fonctionnement* du service de propreté dans la ville d'Annaba.

### 3.2.2. Acteurs de la gestion des services des déchets

**Les acteurs :** On désigne par acteur toute personne morale intervenant dans le champ du service de la propreté urbaine dans une municipalité Algérienne. La gestion des déchets municipaux en Algérie est organisée d'une façon générale en trois secteurs : le secteur public qui a une responsabilité de contrôle et de mise en application des dispositions de certains services urbains y compris la gestion des déchets solides, le secteur privé formel engagé dans la gestion des déchets notamment, la collecte et le recyclage, et le secteur privé informel engagé dans la réutilisation de certains types de déchets.

---

<sup>8</sup> Il consiste en une représentation graphique qui, pour un effet (un défaut, une caractéristique, un phénomène ...) tente d'identifier l'ensemble des causes, des facteurs potentiels pouvant l'affecter.

<sup>9</sup> Il y a encore 6 outils pour le management de qualité : Les histogrammes, les diagrammes de Pareto, les feuilles de relevés, les cartes de contrôle, les diagrammes de flux / organigrammes, les diagrammes de dispersion.

### 3.2.2.1. Secteur public

#### a. Au niveau national

Actuellement, le Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme (MATET) est le premier responsable de la politique nationale de l'environnement. Il a été créé à la fin des années 1980 avec une dénomination variable dans le temps, il portait avant 2007 le nom du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), il est responsable de la stratégie nationale de gestion des déchets solides, élabore les schémas communaux, conçoit les programmes de formation et de sensibilisation, et réalise les centres d'enfouissement techniques.

#### b. Au niveau régional

Au niveau régional, le service public de gestion des déchets est représenté par les Inspections Régionales de l'Environnement, créées le 5 novembre 1988 par le décret n° 88-227. Elles représentent des organes décentralisés de l'État qui veillent au respect de la législation et de la réglementation dans le domaine de la protection de l'environnement. Par la suite, les Directions de l'Environnement de Wilaya (DEW) sont venues succéder aux inspections de l'environnement de wilaya. Créées par le décret exécutif n° 96-60 du 27 janvier 1996, complété par le décret exécutif n° 03-494 du 17 décembre 2003.

Les Directions de l'Environnement de Wilaya (DEW) ont pour missions:

-La *coordination* entre les organes de l'État, de la wilaya et de la commune, afin d'établir un programme de protection de l'environnement sur l'ensemble du territoire de la wilaya.

-Le *contrôle* et la délivrance des permis, des autorisations et des visas dans le domaine de l'environnement prévus par la législation.

-l'*information*, l'éducation et la sensibilisation en matière d'environnement.

#### c. Au niveau local

Au niveau local, le service des déchets est régi par une commune ou un groupement de communes. La réglementation en vigueur rend les communes et les groupements de communes responsables de l'ensemble des déchets produits sur leurs territoires. L'Article 123 du Chapitre 4 du code communal (2012) consacre la responsabilité de la commune

dans la préservation de l'hygiène et de la salubrité publique et notamment en matière de collecte, de transport et de traitement des déchets solides urbains. Afin qu'elles assument pleinement cette responsabilité, les communes doivent organiser sur leur territoire un service public permettant de satisfaire les besoins collectifs des habitants en matière de collecte, de transport et de traitement des déchets. La réglementation impose également au secteur des déchets un contrôle important par la puissance publique. Les APC ont la compétence de la délivrance des autorisations de toute installation de traitement des déchets inertes. Dans le cas où une commune ne peut pour des raisons financières ou organisationnelle prendre en charge ce service, une possibilité est donnée par la loi à des communes de se constituer en groupement afin de conjuguer leurs moyens en vue de gérer la totalité des déchets ménagers du groupement communal, article 3 décret 84-378.

### **3.2.2.2. Le secteur informel (SI)**

Il existe plusieurs définitions du vocable "informel", Adair and Bellache (2012) suggèrent quelques-unes selon les critères retenus pour lui donner une signification. Il peut être défini sur la base du critère de la taille, de l'immatriculation au registre de commerce (CNRC), la fiscalité et selon le critère de non-affiliation à la sécurité sociale.

Dans le domaine lié au service des déchets solides municipaux, le terme «secteur informel» se rapporte en particulier, aux travailleurs indépendants, les micros et les petites entreprises (familiales), les entreprises de moins de 10 travailleurs qui génèrent leurs revenus, d'une manière ou d'une autre à partir des déchets solides. Or ces acteurs ne sont pas officiellement chargés d'offrir des services de la récupération et de valorisation de déchets, aucun contrat n'existe entre ces travailleurs indépendants, ces entreprises du secteur informel et l'État. En plus, ces entreprises ne sont pas enregistrées, elles travaillent sans autorisation. Leurs opérations sont en dehors du cadre légal. Elles ne paient aucun type d'impôts et ne respectent pas la législation en matière de travail (Brahim et al., 2012).

En Algérie, le secteur informel de déchets est composé notamment d'individus, de familles et d'entreprises non enregistrées. Celles-ci sont à petite échelle, avec une grande intensité de main-d'œuvre. La collecte et le tri des déchets sont effectués par plusieurs types.

**a. La récupération sur le lieu de la pré-collecte**

Elle est effectuée par des éboueurs du service officiel au moment de la collecte, ainsi que par des récupérateurs ambulants qui trient et récupèrent les déchets recyclables dans les points de la pré-collecte (en porte-à-porte). Ce phénomène s’observe dans l’ensemble des villes algériennes et concerne tous les matériaux susceptibles d’être valorisés.

**b. La récupération sur les décharges**

Elle est effectuée par des collecteurs-trieurs dans les décharges sauvages ou contrôlées justes après le vidage des camions-bennes. Ce phénomène a été observé dans les nouveaux CET où les responsables de ces installations permettent à des individus de trier les déchets afin d’augmenter la durée de vie du CET.

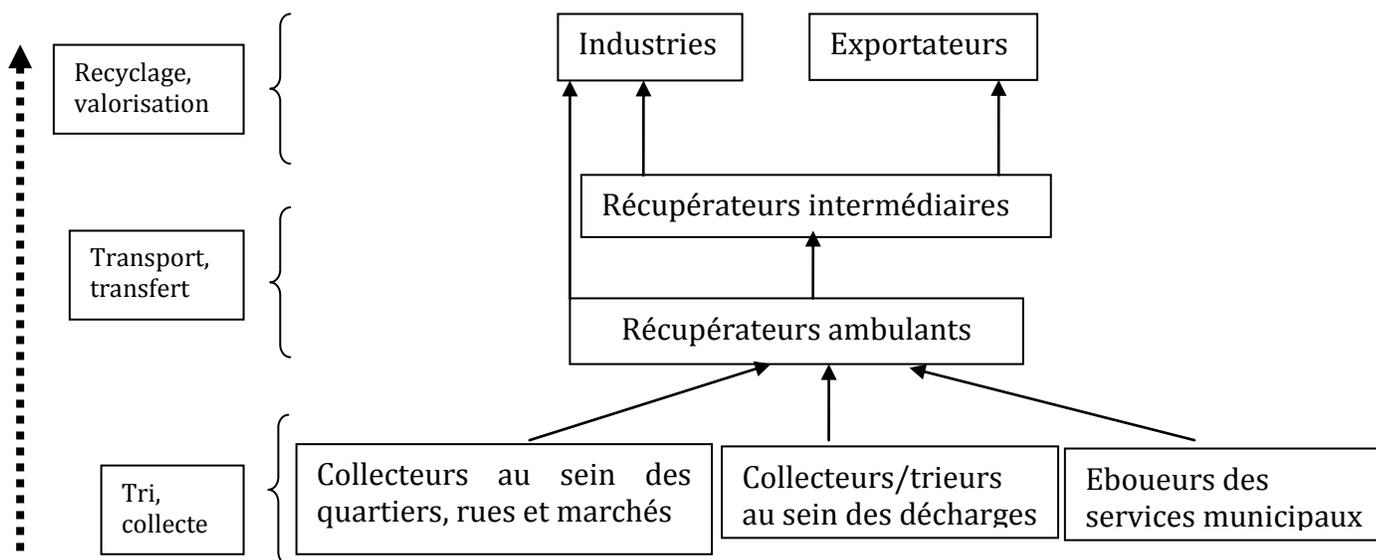


Figure 4 : Schéma organisationnel du secteur informel de récupération des déchets.

Source : Brahim et al., 2012

**c. Les récupérateurs ambulants**

Une fois récupérés, les matériaux sont vendus à des acheteurs ambulants, ces récupérateurs ambulants effectuent aussi des tournées dans les quartiers afin d’acheter des déchets recyclables collectés par des individus à des prix inférieurs à ceux pratiqués dans les décharges.

**d. Les récupérateurs intermédiaires**

Ils jouent un rôle de revendeur des matériaux récupérés pour les industries et les

exportateurs. Ils broient ces matériaux ou les compressent avant de les revendent aux industriels.

À titre d'illustration, au niveau de la décharge d'Oued-Smar, créée en 1977, pour recevoir les déchets de 28 communes de la wilaya d'Alger, s'active tout un réseau informel de collecteurs-trieurs et récupérateurs. Les matériaux récupérés sont principalement du papier, des métaux, du plastique et du verre. Plus de 1000 personnes activent au niveau de la décharge, dont près de 600 personnes âgées entre 10 et 18 ans (Mokhtari., 2009).

La multiplicité de ces acteurs qui ne sont généralement pas en synergie et dont les implications ne concourent pas pour le bon déroulement du service entravent son fonctionnement.

S'agissant par exemple des autorités municipales, malgré les budgets alloués à ce service nous avons remarqué que leur souci reste d'abord l'évacuation systématique des déchets. Le secteur informel avec la rareté de filières organisées de recyclage récupère les déchets recyclables sur lieu de la pré-collecte et dans les décharges. Le secteur privé, quant à lui fixe ses propres règles du marché, guidé par la rentabilité, et il n'est qu'occasionnellement dans une relation de partenariat avec le secteur public.

Concernant les ONG en Algérie comme ailleurs dans les PED, leurs interventions ainsi que leurs relais locaux sont rarement en synergie avec l'action des municipalités d'une part, et avec celle des autres aides internationales d'autre part (Bras, 2010).

### **3.2.3. L'organisation**

L'organisation selon le grand dictionnaire encyclopédique de la langue française se définit comme étant « la manière dont sont agencées, structurées, les divers parties d'un tout » ou bien « l'action de préparer un évènement, de répartir des tâches ».

La fonction *organisation* décrit le cadre dans lequel doit se situer le mode d'exécution des tâches (division du travail), le type de relation d'autorité adopté (centre de décision, *leadership*) et dans lequel peuvent se manifester la capacité d'adaptation au changement (Boyer and Equilbey, 2003).

Dans le contexte du service de propreté dans les villes du Sud, le problème de l'organisation se situe bien souvent par rapport à deux échelles, horizontale et verticale. Selon la première échelle, la problématique de l'organisation se traduit bien souvent par un

manque de coopération entre les différents acteurs locaux intervenant dans le secteur de la propreté urbaine (municipalité, privé, informel, association, ONG etc.). En effet, même si la loi organise le cadre d'intervention de ces acteurs, l'incapacité matérielle du secteur officiel d'agir efficacement, laisse le champ ouvert à une pluralité d'acteurs qui échappe au contrôle des autorités publiques, œuvrant en fonction de leurs seuls intérêts. Ainsi, (bras. 2010) dresse une liste non exhaustive des causes expliquant le problème de l'organisation du service de propreté au niveau local dans les villes des PED, (figure. 6).

A propos de la seconde échelle le problème est celui de la structure verticale hiérarchique. Si l'on analyse cet aspect dans le secteur de propreté urbaine en Algérie, on constate la multitude des acteurs hiérarchique intervenant dans le domaine de gestion des déchets (voir le paragraphe 3.3), et qui avec un modèle décisionnel descendant (top Down) (Fig. 5) caractérisé par une lourde série de procédures administratives et hiérarchiques, ne laisse que peu de place aux méthodes analytiques, prédictives, et descriptives du monde scientifique. Ainsi, Medina (Medina, 2002) confirme que les solutions proposées par ce modèle décisionnel concernant la gestion des déchets dans les PED sont:

**Centralisées et non diversifiées** : solutions qui ne peuvent pas distinguer les hétérogénéités et les besoins spécifiques de chaque ville.

**Bureaucratiques** : solutions de haut en bas, habituellement adoptées sans ou avec petite participation de la communauté.

**Approches coûteuses** : impliquant la technologie de pointe et l'équipement, fréquemment importés des pays développés.

**Formelles** : les solutions conventionnelles considèrent seulement le secteur formel, négligeant l'existence et les contributions possibles du secteur non structuré qui s'est développé autour de la collecte et du recyclage des déchets dans les PED.

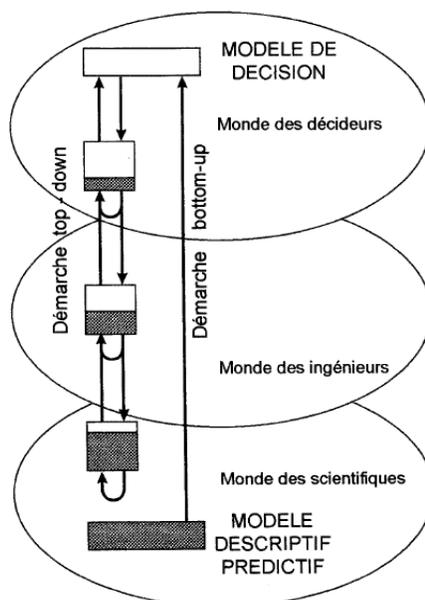


Figure 5: Les procédures ascendantes (bottom-up) et descendantes (top Down) de l'agrégation hiérarchisée.

Source : Maystre, 1997

### 3.2.4. Les pratiques des usagers

On entend par usagers au sens de la loi algérienne (01-19) les producteurs des déchets, dans notre cas les ménages (la population) et dont l'implication constitue la première maille pour le succès de l'opération d'enlèvement des ordures. Néanmoins, la promotion du système de gestion des déchets urbains solides se traduit bien souvent en Algérie à travers l'aspect technique de l'élimination des déchets, et peu d'attention aux aspects socioéconomiques et culturels des ménages. Et pourtant, c'est ce dernier aspect qui conditionne les comportements et donc le choix des équipements et des techniques. Cette dimension est souvent négligée dans le service de propreté, en Algérie et ça se ressent fortement sur le rendement de ce service. Par ailleurs, aussi les usagers sont assez souvent incriminés par les planificateurs et les gestionnaires locaux dans la dégradation des moyens de collecte mis à leur disposition. En effet, il a été constaté sur le terrain une utilisation frauduleuse voire une appropriation des dispositifs techniques de collecte (notamment les bacs à ordures collectif et individuel<sup>10</sup>).

<sup>10</sup>On note l'utilisation des ces bacs comme réserve d'eau et d'autre usage que la collecte des déchets sous le fameux prétexte « c'est de l'état ».

Sur un autre plan, Asi Eugene (Asi Eugene Ndum, 2013) affirme que l'un des domaines clés qui doit être abordé lors de l'examen de l'impact des facteurs sociaux sur la prestation de services de gestion des déchets est la question du genre. Par ce que les femmes en tant que noyaux de la société ont un rôle différent de celui des hommes. Leurs rôles en tant que mères, femmes au foyer, éducatrices, des entrepreneurs et des producteurs leur accordent une forte responsabilité.

En Algérie où la population est majoritairement musulmane, il convient de souligner le rôle des mosquées pour la sensibilisation de la population à préserver la santé publique et à garder un environnement sain et propre, par ce que le prophète (qssl), ordonne les musulmans, à travers pas mal de récits authentiques, à être propres et à ne pas salir ni les eaux des rivières ni les voies publiques par les déchets.

Toutes ces questions ne sont pas suffisamment étudiées pour être prises en compte dans les stratégies de gestion des déchets en Algérie. Le reste des causes relatives à cet aspect dans les PED sont répertoriées dans la figure 6, il peut s'agir de la perception (sale/propre), des croyances, de l'appropriation sociale d'un espace (Espace public/privé), la stigmatisation sociale.

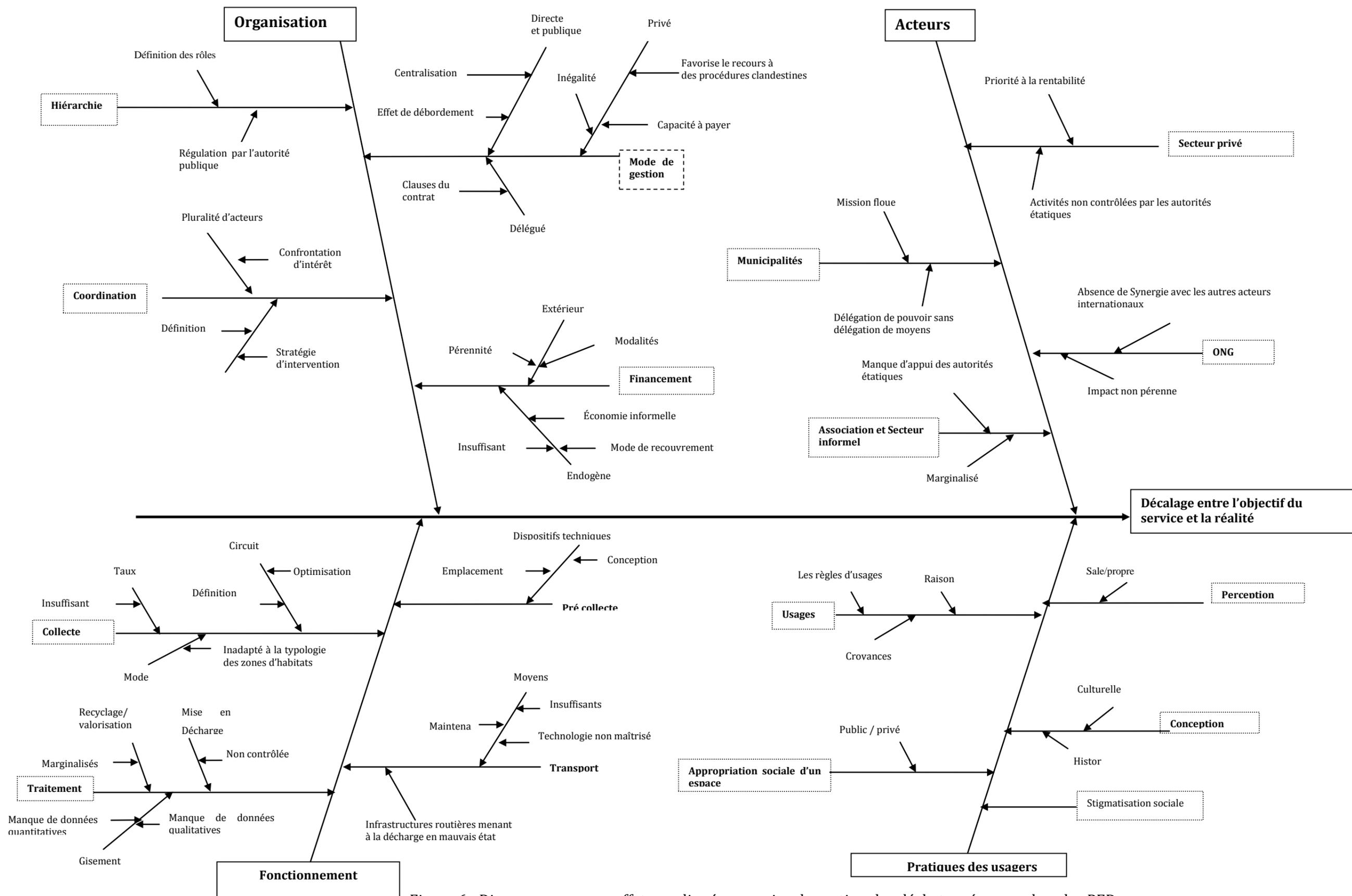


Figure 6 : Diagramme causes-effets appliqué au service de gestion des déchets ménagers dans les PED.

### 3.2.5. Le fonctionnement du service de propreté de la ville d'Annaba

« Le déchet constitue le symbole de la consommation dans les pays développés, et les signes du désespoir (dans la prise en charge) dans les pays en développement » (Brousse, 2005).

Le **fonctionnement** par définition<sup>11</sup>, renvoie littéralement à la manière de fonctionner ou en d'autres termes à la manière d'accomplir une fonction. Le terme sur lequel nous allons nous attarder dans cette définition est celui de "Fonction".

La fonction est définie par l'AFNOR<sup>12</sup> comme étant « l'action, réalisée par un produit ou par l'un des constituants, exprimée en terme de finalité, en faisant abstraction de toute référence à des solutions », une fonction est exprimée souvent avec un verbe à l'infinitif suivi d'un complément. Aussi avant de présenter l'action ou les actions effectuées par le service de nettoyage de la ville d'Annaba, il convient de présenter le service en question et afin de traduire la hiérarchie des actions.

Le service de nettoyage de la ville d'Annaba dispose de 764 agents répartis sur les cinq secteurs administratifs que compte la ville (tableau 7). L'organisation est comme suit ; 12 administrateurs, 476 destinés au balayage, 24 pour le balayage et la collecte des déchets des marchés (Hattab, central)<sup>13</sup>, et 161 sont affectés à la collecte et l'évacuation des déchets urbains à traves toute la ville.

Tableau 7 : Affectation du personnel de service de nettoyage de la ville d'Annaba.

Personnel du service	Personnel sur chantier de balayage					Personnel sur chantier de collecte				
	Secteur1	Secteur2	Secteur3	Secteur4	Secteur5	Secteur1	Secteur2	Secteur3	Secteur4	Secteur5
Nombre	203	69	65	73	66	44	32	31	30	24

Source : service de la propreté de la ville d'Annaba (2011)

Le tableau 8 montre que le nombre du personnel affecté au balayage est beaucoup plus important que celui affecté au chantier de collecte à travers les 5 secteurs administratifs. Toutefois, le secteur 1 étant le centre et figure de la ville, compte 247 agents de balayage et de collecte.

<sup>11</sup> Dictionnaire de la langue française, le petit Robert.

<sup>12</sup> Association Française de normalisation

<sup>13</sup> Les deux grands marchés de fruits et légume situés au centre de la ville d'Annaba.

Sur le plan structurel le service est chapeauté par le directeur de l'environnement lui-même est sous la tutelle du maire de la ville. Sa fonction est de veiller à la propreté de la ville. Le chef de service propreté de la ville est celui qui vient directement en dessous du directeur, il assure l'organisation de la collecte et l'évacuation des ordures ménagères à travers les 5 secteurs administratifs. Et enfin une équipe de collecte et de balayage à sa tête un chef (Figure 7). Outre le balayage des rues et le ramassage des déchets à travers la ville, le service de nettoyage assure également les tâches suivantes:

- Les espaces entre les bâtiments.
- La collecte et le transport des déchets ménagers et assimilés à travers la ville.
- Le chaulage des arbres et des trottoirs de la ville.
- Les interventions exceptionnelles (jour et nuit).
- Le lavage des rues et places publiques.
- Collecte et balayage des marchés (marché Hattab, marché central)
- Participer aux campagnes de nettoyage avec les autres services communaux.
- Préparer les fêtes nationales et religieuses et les visites officielles.
- Assurer une collecte spéciale pour les déchets verts, les décombres et les déchets encombrants.

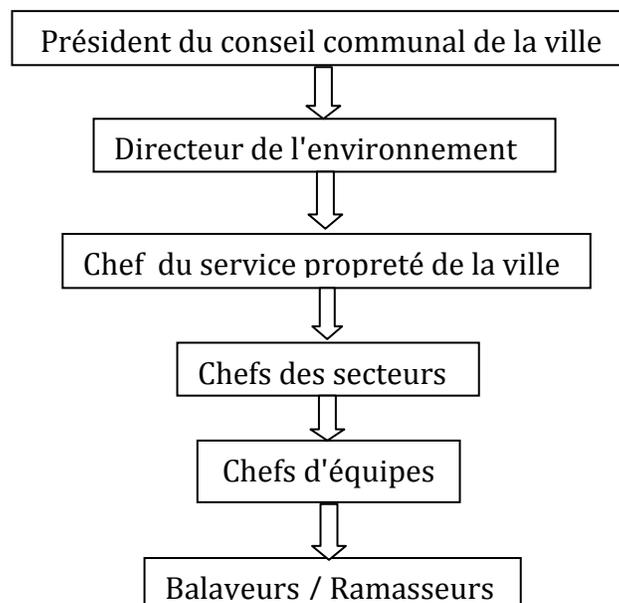


Figure 7: Organigramme du service de nettoyage à Annaba

L'étude du fonctionnement du service de propreté de la ville d'Annaba met en évidence diverses difficultés, correspondant à chacune de ses étapes constitutives.

**La collecte :** Cette activité butte généralement sur les questions de planification et d'aménagement urbain. Des questions qui généralement entravent son bon fonctionnement dans la mesure où l'ensemble des démarches que la collectivité publique met en œuvre pour exercer un contrôle sur les espaces urbains, sur leurs usages, et plus largement sur le devenir des villes, se font presque sans prendre en compte le circuit de collecte, au mieux on lui prête une considération technique accessoire. Les formes urbaines de la ville d'Annaba produit des différentes phases de construction et de structuration de la ville, sont une parfaite illustration de la complexité des circuits de collecte. Exemple du secteur administratif 1 : on assiste à la coexistence de plusieurs types d'habitat (vielle ville<sup>14</sup>, coloniale, collectif etc.) ce qui rend impossible l'unification d'un mode de collecte.

Pour pallier ce problème, la collecte se fait dans chaque secteur administratif par rapport à plusieurs circuits de collectes. Même, ces circuits de collecte dépendent des caractéristiques de la zone à desservir (typologie d'habitat, etc.) (Voir § 2.1.2.). Ainsi, on compte dans la ville 22 circuits de collectes dont 13 en vrac et 9 mécanisés. Il se pose cependant, pour les 9 circuits mécanisés, le problème des dispositifs techniques de stockage des déchets<sup>15</sup> tant du point de vue de leur conception, que de leur emplacement.

Quant au matériel de collectes, il est affecté aux circuits de collecte en fonction du type de collecte (vrac ou mécanisé), et le volume à évacuer.

Tenant compte des contraintes citées précédemment les circuits actuels de collecte sont programmés autour de deux shifts horaires, un secteur de collecte jour qui s'étale entre 7h00 et 14h00 pour les secteurs administratifs 3 et 2, parce que l'intensité de l'activité commerciale y est moindre que dans les secteurs administratifs 1, 4, et 5 où la collecte se passe la nuit, elle s'étale de 21h00 à 03h00 du matin.

#### - **Le transport**

Le transport des déchets est garanti à l'aide des véhicules mécanisés

---

<sup>14</sup>Ce qu'on appelle tous maintenant la vielle ville c'était à l'époque des conquêtes arabe la nouvelle ville, d'où viens le nom BOUNA qui est devenu par la suite Annaba. Cité par Dahmani Said, (2002) : de Hippone-Bouna à Annaba-histoire de la fondation d'un pôle urbain.APC Annaba, page 19.

<sup>15</sup> Ce sont des conteneurs, bacs, coffres, caissons, bennes, déposé sur la voirie et vidé périodiquement, est destiné à recueillir les apports volontaires des producteurs, privés (ménages, opérateurs) et publics (marchés, gares et autres lieux publics producteurs de déchets), ainsi que la collecte des équipes de nettoyage.

particulièrement les camions à benne tasseuse. Des moyens mécaniques qui génèrent un coût financier élevé, d'autant plus que la principale décharge de la ville est située à environ 15 km qui alourdit davantage les coûts du transport. Il faut ajouter à cela la nécessité d'une main-d'œuvre qualifiée, possédant une bonne maîtrise de ces types d'engins, en termes de manipulation et de maintenance. L'expertise de l'assistance allemande (GTZ) concernant ce point précis est très significative. On apprend par ailleurs qu'à travers l'analyse du temps (temps total du transport et le temps haut le pied HLP<sup>16</sup>) de collecte, que les tracés des circuits montrent une faiblesse majeure dans le système de collecte. Il est d'ailleurs préconisé comme alternative à cette défaillance un centre de transfert (rupture de charge). Cependant, cette option de centre de transfert se heurte dans le cas d'Annaba à un autre problème de taille qu'est l'emplacement. La ville est connue pour ses difficultés en matière de disponibilité foncière.

### **L'élimination**

Le mode d'élimination des déchets ménagers adopté dans la ville d'Annaba est la mise en décharge dans la décharge d'El Berka Zarga « une décharge non contrôlée ». Cette dernière est située sur le territoire de la commune d'El Bouni. En réalité c'est une décharge intercommunale. A ce titre elle recevait depuis environ 20 ans, différentes sortes de déchets, non seulement ceux de la commune d'El bouni mais aussi ceux de la ville d'Annaba, de Sidi Ammar et d'El Hadjar. Elle compte parmi les nombreuses décharges incontrôlées concernées par le PROGDEME<sup>17</sup>. Elle devait être fermée pour les travaux de réhabilitation à l'instar de la décharge d'Ouled Fayet, au début de l'année 2013. Un budget de 1 milliard de dinars lui a été consacré pour sa réhabilitation.

Pour parer à cette situation un CET a été aménagé et ouvert vers la fin de l'an 2012. Mais, ce dernier se trouve dépassé par les quantités déversées chaque jour, et les deux premiers casiers seront presque remplis vers juin 2014. Il est envisagé de démarrer les travaux d'aménagement de 5 autres casiers, selon la direction du centre d'enfouissement technique.

---

<sup>16</sup>Le « haut de pied », C'est le temps où le véhicule de collecte passe sans s'arrêter pour la collecte. Il correspond généralement au trajet entre le parc et la zone de collecte, la zone de collecte et le site de déchargement, ou lorsque le véhicule revient sur une partie d'un circuit de collecte qu'il a déjà traité.

<sup>17</sup> (3200 décharges sauvages ont été recensées par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) en 2005. Ces décharges sauvages occupent globalement une superficie de plus de 150. 000 hectares parmi les terres les plus fertiles. (kehila et al., 2007).

Concernant les activités de valorisation par récupération, on compte 13 micros entreprises de jeunes qui récupèrent deux fractions seulement à savoir le (papier et carton) et les plastiques (PEHD, PET). Cependant, une bonne fraction de la récupération des déchets est faite à titre informel sur le lieu même de la décharge par une centaine de personnes de différents âges et qui échappent à tout contrôle. Se sont là quelques raisons qui ont incité les gestionnaires de la ville à manifester leur intérêt pour le tri sélectif à la source chez les ménages. Deux quartiers pilotes dans le chef-lieu de la commune d'Annaba ont été choisis pour lancer un essai. Il s'agit du quartier Beau-Séjour (habitat individuel) dans le secteur administratif 1, et le quartier 502 logements Sidi Achour (habitat collectif) dans le secteur administratif 3.

La valorisation par récupération ou bien par toute autre forme envisageable (compostage, etc.), exige au préalable une *connaissance précise du gisement* tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Or l'état actuel des connaissances sur les déchets, présente une information globale, portant uniquement sur les quantités (estimées). Cette qualité des données est un sérieux handicap pour mettre en place des modes de traitement appropriés et efficaces économiquement et socialement.

Notre contribution vient apporter le complément d'information qui manque à la chaîne d'information indispensable pour une gestion durable des déchets ménagers dans la commune d'Annaba. Elle portera sur la mesure des fractions des déchets ménagers valorisable par recyclage ou bien par fermentation. Aussi ce travail qui se penche sur la caractérisation physique des déchets ménagers, vient en droite ligne des préoccupations de la commune d'Annaba (tri sélectif).

## **Chapitre 4. Méthodologie d'approche**

*La méthode d'analyse d'une gestion appropriée des déchets solides urbains d'une grande agglomération urbaine doit tenir compte des grandes variations des conditions socioéconomiques dans l'organisation de l'espace afin d'aider au choix du système technologique adapté au contexte local (Diop, 1988).*

### **4.1. Modes d'échantillonnage**

Le plan d'échantillonnage repose sur des paramètres qui obéissent à des impératifs de représentativité. Il vise une précision bien déterminée. La stratégie d'échantillonnage doit également tenir compte des moyens financiers et matériels à mettre en œuvre. En cela le plan d'échantillonnage constitue l'étape fondamentale et décisive pour satisfaire la qualité et la précision des résultats attendus de la caractérisation des déchets. L'hétérogénéité des gisements de déchets et la variation au sein des populations rendent l'échantillonnage plus complexe. Aussi, le mode d'échantillonnage doit être choisie de manière à avoir un échantillon le plus représentatif de la population initiale (déchets, bennes ou ménages) et à minimiser au maximum les biais dans les résultats. Il doit également tenir compte du zonage, de la période (variation saisonnière), de la fréquence de collecte de l'échantillon et de la source de l'échantillon collecté (Ould-aloueimine, 2006). L'enjeu est donc de taille et il faut recourir à une combinaison de technique avant d'arrêter un mode d'échantillonnage de déchets.

Selon Nordtest method (Nordest, 1996) il existe trois principaux modes d'échantillonnage.

#### **4.1.1. Échantillonnage aléatoire simple**

Toute la population a la même chance théorique d'être dans l'échantillon sélectionné. Cet échantillonnage aléatoire est dit parfait si toutes les variations au sein de la population sont représentées dans l'échantillon, et par conséquent, il est parfaitement représentatif de la population. Dans ce cas, les unités formant l'échantillon sont déterminées, par exemple, en numérotant toutes les unités et en choisissant celles qui constituent l'échantillon selon des tables de nombres aléatoires. Cet échantillonnage est souvent utilisé dans le choix des quartiers, des ménages ou des camions déversant leurs déchets à la décharge.

#### **4.1.2. Échantillonnage aléatoire stratifié**

Un mode plus complexe, il est employé lorsqu'il s'agit d'une population hétérogène. Le critère de stratification doit avoir une relation étroite avec la variable étudiée. Autrement dit, la population est stratifiée de telle manière qu'au sein de chaque partie ou strate les fluctuations de la variable (niveau de vie, production des déchets, taille des ménages) soient minimales. Après cette stratification, l'échantillonnage aléatoire (simple ou systématique) est alors fait dans chaque strate. Le nombre d'échantillons de chaque strate peut être déterminé soit par proportionnalité à la population, soit par optimisation, c'est-à-dire que l'échantillon est choisi de manière à ce que la variation de la moyenne soit la plus basse possible pour la taille de l'échantillon considéré.

#### **4.1.3. Échantillonnage aléatoire systématique**

Il s'agit de choisir au hasard chaque n<sup>ème</sup> élément de la population à échantillonner. L'inconvénient de cette technique est relatif à la faible précision des résultats obtenus quand la population, objet de l'échantillonnage, a des tendances inconnues ou des variations non systématiques. Toutefois, dans certains cas ces éventuelles variations sont minimisées grâce à une stratification préalable.

Pour les études portant sur les déchets, les variations de la composition des déchets peuvent provenir de la méthode même d'évaluation de la production des déchets (Ould-aloueimine, 2006). Généralement deux approches sont appliquées pour l'évaluation de la production et la composition des déchets. La première s'appuie sur le prélèvement des échantillons à partir des bennes ou des sites de transfert ou de traitement des déchets. Dans ce cas il faut tenir compte du secteur informel, qui recycle une partie des déchets produits. La deuxième approche, s'appuie sur un prélèvement des échantillons à la source auprès des ménages (les foyers). C'est cette approche qui permet d'obtenir des résultats détaillés relatifs à la composition des déchets (SENES Consultants Limited, 1999). C'est pourquoi nous avons opté pour cette approche pour la collecte de nos échantillons durant quatre saisons de l'année 2011 dans la ville d'Annaba.

#### **4.1.4. Le choix du critère de stratification**

La stratification permet de « subdiviser un lot initial, soit matériellement, soit

idéalement en un certain nombre de fractions ou strates dont chacun fera l'objet d'un échantillonnage élémentaire séparé » (AFNOR XPX 30-411, 1996).

Or, les déchets ménagers sont un mélange hétérogène de produits avec différentes propriétés physicochimiques. Leur composition est variable et dépend de la nature des produits, des coutumes de la population, du niveau de vie et du type d'habitat (Guermoud et al., 2009). Telles sont les conditions scientifiques objectives à satisfaire pour réaliser une stratification représentative de la réalité du terrain. Donc l'ambition d'effectuer un échantillonnage, de la ville qui repose sur des strates de niveau de vie relativement homogène, bute définitivement sur une question très délicate. Il s'agit, de la disponibilité des données en termes de qualité de maille spatiale et de la nature même des données en Algérie. Il s'avère difficile voir impossible de disposer d'une telle donnée sur une échelle fine comme le quartier, une notion d'ailleurs plastique et difficile à cerner.

Quelle que soit l'approche méthodologique, la mesure de la pauvreté et de la richesse pose généralement deux questions : celle de l'identifiant, c'est-à-dire de la variable (ou des variables) qui sera utilisée pour rendre compte de la pauvreté et celle de l'agrégation, c'est-à-dire la manière dont on va synthétiser les informations en un indicateur de pauvreté ou de niveau de vie (Kobiane, 2004).

Pour les enquêtes classiques auprès des ménages qui visent la mesure du niveau de vie (ou de la pauvreté monétaire), les variables auxquelles on a le plus recours sont les dépenses de consommation et/ou les revenus des ménages. Or la collecte des informations sur les revenus, particulièrement en Afrique, est souvent difficile, car « les personnes interrogées ne voient pas d'un très bon œil les questions qu'on leur pose sur leurs revenus, par méfiance du gouvernement, elles ont donc tendance à minimiser leurs gains » (De Vreyer, 1993) dans (Kobiane, 2004). C'est la raison pour laquelle la plupart des travaux prennent en compte, les variables entrant dans la construction des indicateurs, comme les caractéristiques de l'habitat et les biens d'équipement possédés par le ménage. Certains proposent, en plus de l'habitat et les biens d'équipement, de prendre en compte l'instruction de la femme.

Dans la ville d'Ouagadougou, Kobiane (Kobiane, 2004) a proposé un indicateur de niveau de vie fondé sur les caractéristiques de l'habitat. Cet auteur a pris comme identifiants neuf caractéristiques de l'habitat (sorte de matériaux de sol, murs, wc, source

d'énergie pour la cuisson, source d'énergie pour l'éclairage, nombre de pièces, mode de l'approvisionnement en eau, type de douche et le mode d'élimination des déchets). L'une des conclusions est que cet indicateur de niveau de vie est principalement utilisé pour distinguer les classes extrêmes (les riches et les pauvres).

Pour les études visant la gestion des déchets dans le contexte des villes des PED, l'étude menée par Diop (Diop, 1988) dans la ville de Dakar, Apollinaire (Apollinaire, 2003) à Niamey au Niger et l'étude d'Ould aloueimine (Ould-aloueimine, 2006) dans la ville de Nouakchott en Mauritanie, constituent à notre avis des références. Le premier auteur a fait une stratification du territoire qu'il a étudié en fonction de typologie d'habitat, le revenu moyen mensuel, l'indice d'activité du quartier et son accessibilité. Le second auteur a décomposé la ville de Niamey en plusieurs zones selon le type de quartier, en se basant sur l'historique de la ville ainsi que sur les données démographiques. Le troisième auteur a fait une classification selon trois strates de niveau de vie (le haut, le moyen et le bas niveau de vie).

S'agissant de Algérie il existe plusieurs indicateurs globaux de niveau de vie, comme la santé, l'éducation, la pauvreté etc. Mais ils existent à une échelle nationale, de wilaya ou communale, très peu représentatifs des ménages par quartier. Par ailleurs, le champ des études universitaires sur le sujet ne présente aucun cas de nature similaire. Afin de palier à cette lacune et coller à l'un des principes de stratification à savoir le niveau de vie. L'habitat a été retenu est lu dans le sens d'un signe extérieur distinctif du niveau de vie en Algérie. En effet, une grande partie du tissu urbain en Algérie est constitué de lotissement à usage d'habitation et de logement, dont les caractéristiques sont définies par la loi, comme par exemple la superficie (logement social entre 65 m<sup>2</sup> et 80 m<sup>2</sup>), (lot social 150 m<sup>2</sup>). Des dimensions qui classent les zones d'habitation en sociale, promotionnelle etc. Ces logements et lots sont distribués dans une large mesure par l'Etat où il participe pour une grande partie dans leur financement, qui retient comme critère d'attribution le revenu (Décret exécutif n°08-142). Donc, cette dénomination de l'habitat (social où bien promotionnel) recouvre une hiérarchie de revenus et par extension une hiérarchisation de la ville selon l'un des composant du niveau de vie. Il faut signaler également que le dimensionnement des éléments de collecte et de transport des déchets se fonde sur cette typologie d'habitat, un élément essentiel du tissu urbain des villes algériennes.

Les statistiques concernant le recensement global de l'habitat et de la population (RGPH 2008, ONS) en Algérie sont offertes par district, où l'on trouve généralement une typologie d'habitat relativement homogène. Cela nous permet de considérer l'habitat comme un indicateur de niveau de vie pour les études de gestion des déchets en adoptant le maillage de l'ONS (découpage par districts).

L'application de cet indicateur a été l'unité de mesure d'échantillonnage et de stratification de trois niveaux de vie.

Le haut niveau de vie : inclus les districts où toutes les caractéristiques de la vie moderne sont disponibles, avec un système moderne de collecte des déchets (des bacs individuels de 240L ou bien collectifs de 1100L pour l'habitat individuel promotionnel et l'habitat collectif promotionnel respectivement).

Le moyen niveau de vie : inclus les districts de la classe moyenne composés des habitations construites durant la période coloniale et celles construites par l'état pour abriter une fraction de population ne dépassant pas un certain niveau de salaire (habitat individuel colonial et habitat collectif social).

Le bas niveau de vie : inclus l'habitat illicite et l'habitat de la vieille ville ; cet habitat souvent n'a ni réseau d'eau potable ni assainissement et même pas un mode permanent de collecte des déchets.

## **4.2. Identification du paramètre d'échantillonnage**

### **4.2.1. Populations cibles**

Selon la norme AFNOR (AFNOR XPX 30-411, 1996) un lot est un ensemble prédéfini de déchets que l'on cherche à caractériser dans un territoire donné ; un lot est donc un ensemble d'entreprises, d'administrations ou bien de ménages émetteurs du gisement de déchets que l'on cherche à caractériser indépendamment.

Les populations ciblées sont les ménages de différents types d'habitat de la ville d'Annaba. La caractérisation concerne les ordures ménagères produites par ces populations durant 2 semaines selon les saisons de l'année 2011.

### **4.2.2. Stratification des quartiers**

En vue de réduire à la fois la variabilité du taux de génération et la composition des

déchets, les districts de la ville ont été stratifiés selon le type d'habitat. La ville d'Annaba a été découpée selon les types suivants : habitat individuel promotionnel (photo n°1), habitat collectif promotionnel (photo n°2), Habitat collectif social (photo n°3), habitat individuel colonial (photo n°4), habitat illicite (bidonville) (photo n°5), habitat vieille ville (photo n°6) ; cette classification couvre pratiquement toute la ville d'Annaba.



Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n°1: Habitat individuel promotionnel (H.I.P)



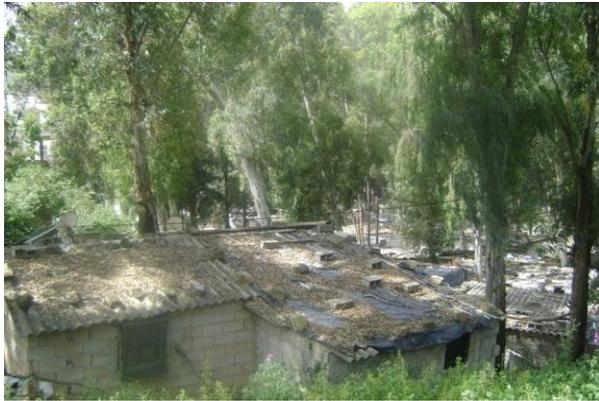
Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n° 2: Habitat collectif promotionnel (H.C.P)



Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n° 3: Habitat collectif social (H.C.S)



Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n° 4: Habitat individuel colonial (H.I.C)



Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n° 5: Habitat illicite (H.I)



Source : Cheniti Hamza 2012  
Photo n° 6: Habitat vieille ville (H.V.V)

#### 4.2.3. Poids de l'échantillon des déchets à trier

Les études de caractérisation des déchets ménagers (Tableau 8) proposent différentes masses d'échantillons. La masse de l'échantillon dépend de plusieurs facteurs d'ordre économique, de commodité et/ou en fonction de l'objectif. Par exemple, si l'on veut déterminer les quantités des déchets de cuisine majoritaires dans les OM, un échantillon de 100 kg est nécessaire pour avoir un degré de précision suffisant, or pour des composants minoritaires dans le flux de déchets, tels que les métaux ou le verre, l'échantillon doit être beaucoup plus important pour avoir le même degré de précision dans les résultats (SENES Consultants Limited, 1999).

Tableau 8 : Les poids à échantillonner proposés dans la littérature.

Méthode d'échantillonnage à la source		Méthode d'échantillonnage à la benne	
Poids à trier	Auteur	Poids à trier	Auteur
1 à 50 kg	François, 2004	100 à 200 kg	Mohee, 2002
80 kg	Enda Maghreb, 2003	200 à 300 kg	Kathiravale et al., 2003
100 kg	European Commission Project, 2001	500 kg	MODECOM, 1993
150 kg	Diop, 1988	500 kg	Morvan, 2000
		320kg	Samira Ben Ammar, 2006
57 kg	SENES Consultants Limited, 1999b	90 à 135 kg	SENES Consultants Limited, 1999b

Pour le cas d'Annaba, le poids d'échantillonnage des déchets ménagers à trier a été

déterminé par deux facteurs à savoir :

- Le temps : puisque les échantillons doivent être collectés dans les mêmes conditions au niveau des ménages dans chaque type d'habitat, aussi il est prévu que les déchets récoltés pendant deux jours pour un type d'habitat soient triés le troisième jour. Vu cette contrainte, il était donc indispensable que les quantités des déchets soient triées pendant une journée de travail, et comme il était impossible d'envisager de travailler la nuit il a été indispensable d'aménager un site pour y faire le tri.
- Les moyens financiers: la limite des moyens financiers représentait une contrainte majeure et ne permettait pas d'avoir plus d'équipements et de pouvoir payer plus de personnel pour le tri. Ainsi en fonction de ces contraintes on a jugé qu'une journée de travail ne permet pas de trier plus de 90 à 120 kg de déchets.

#### **4.2.4. Enquête préliminaire**

Afin d'arrêter le nombre de ménages nécessaires produisant les quantités de déchets voulues, une pré-enquête indicative a été menée au niveau de la ville d'Annaba pendant 2 jours. Il a été procédé aléatoirement au choix de six quartiers, chacun pour un type d'habitat répartis dans la ville, et à la pesée quotidienne de leurs OM produites et destinées à l'évacuation. Les résultats indicatifs ont montré une variation de production de déchets entre les ménages de 1,6 à 3,6 kg environ, soit en moyenne une production de 2,6 kg par ménage et par jour ; donc le nombre de ménages nécessaire produisant la quantité voulue est de 35 à 40 ménages.

#### **4.2.5. Choix des quartiers à échantillonner**

C'est une étape clé quant à la représentativité et la fiabilité des résultats de l'étude, étant donné que le choix basé sur une approche par stratification nécessite une bonne connaissance des déchets du lot (les ménages dans notre étude) à échantillonner, et une mauvaise stratification peut induire une dispersion importante des valeurs, tandis qu'un échantillonnage aléatoire simple (choix aléatoire des prises), correctement effectué, se justifie toujours statistiquement (AFNOR XPX 30-411, 1996).

C'est la raison pour laquelle nous avons stratifié la ville selon le type d'habitat (Tableau 9 et Carte 1), et un échantillonnage aléatoire simple dans chaque strate (type d'habitat) a été effectué pour le choix des quartiers à échantillonner. Les résultats de sondage

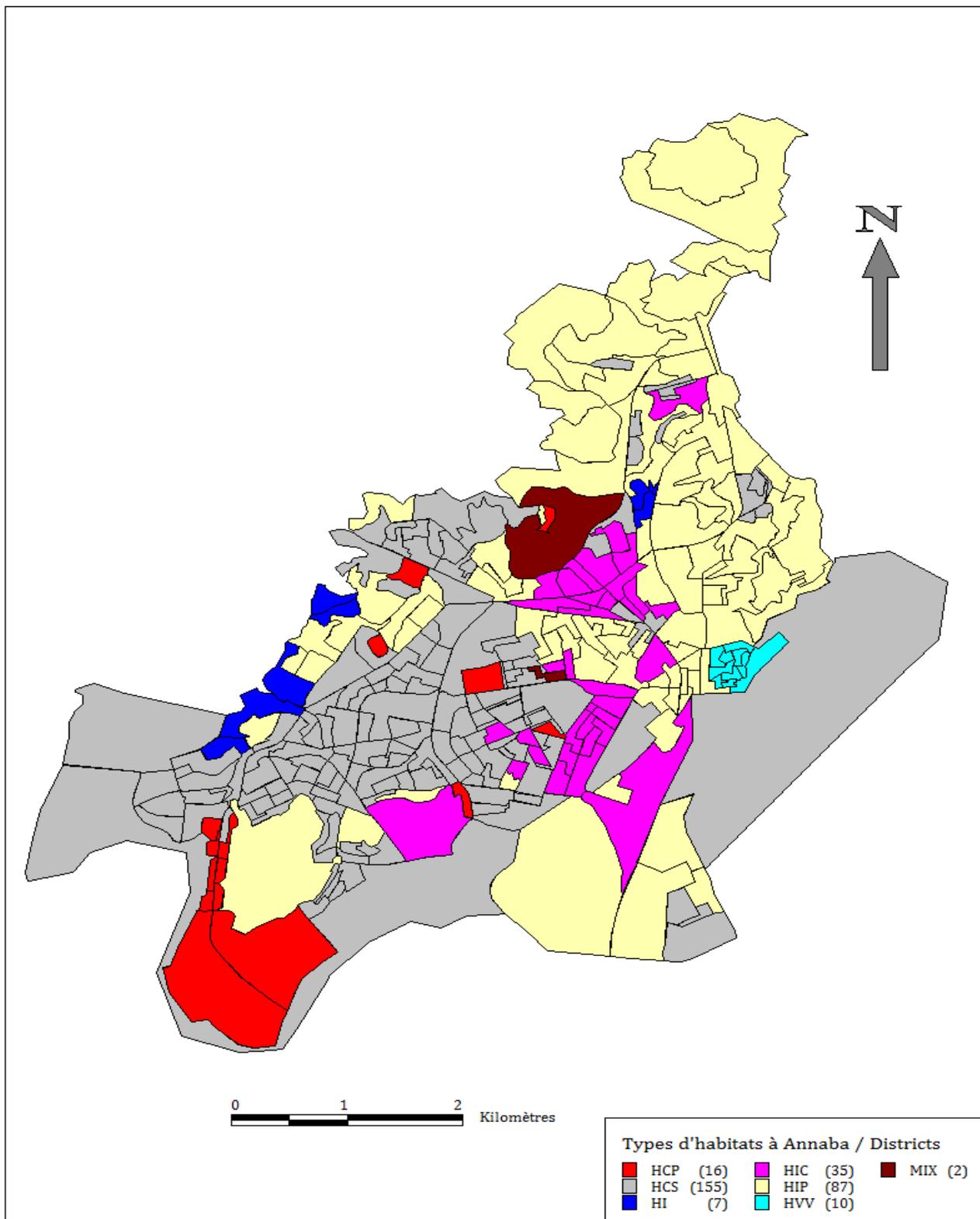
sont présentés dans le tableau 10 et la carte 2.

Tableau 9. Les quartiers qui correspondent à chaque type d'habitat selon l'ONS 2008.

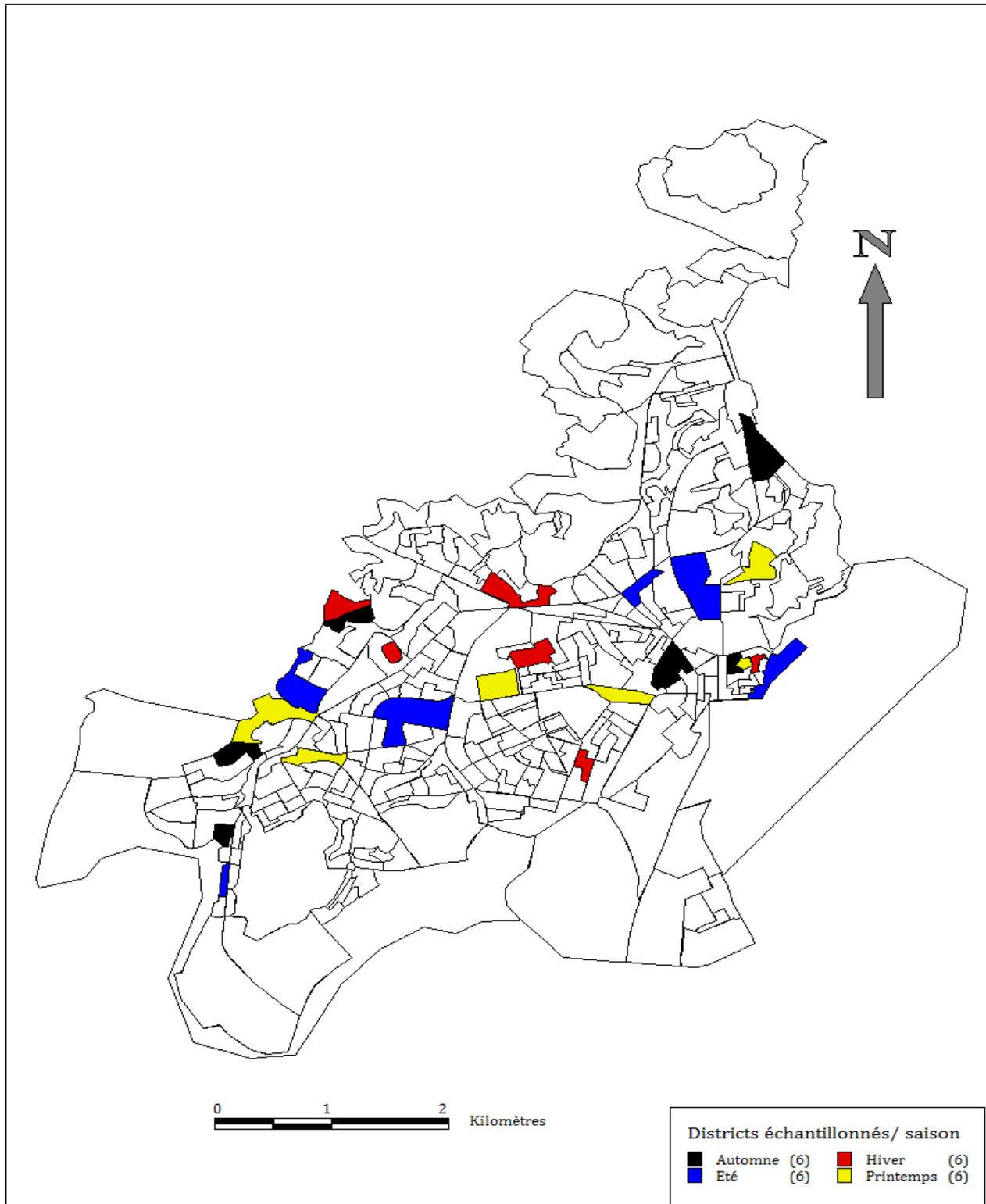
Type d'habitat	Quartiers
H.I.C	Centre ville -El M'Hafers – Seybouse- Sidi brahim –Bouzered Hocine –Rizi AmorToche-Cité Elysa -Cité la Colonne -Tabacop -Cité Orangerie -Cité Usine à gaz –Mokrani –Zaafrania-Belle vue - La Caroube- Cité Didouche Mourad
H.I.P	Beau séjour- Cité les frênes - Menadia- Valmascort -Sidi Aissa- La Caroube- Gassiot -Cité Oued Forcha –ElFakharine- Belaid Belgacem - Anasser
H.V.V	Vielle ville
H.I	Sidi Harb1-Sidi Harb2
H.C.S	Cité11 décembre 1960-Cité 8 mai 1945-Cité Kouba-Cité Moukaouama - Cité 240 logements-Cité 1276 logements-Cité1028 logements -Cité 400 logements -Cité1772 logsements -Cité Fakharine
H.C.P	Cité Sidi Achour- Cité 5 juillet - Cité des orangers -Cité Rym -Cité 8 mars- Cité 687 logs – Cité Oued Edheb- EPLF -Cité Fatimi - ADL Bouledroum - Cité Palmier -Cité la mer Méditerranée

Tableau 10. Résultat de sondage effectué dans la ville pour quatre saisons.

Type d'habitat		HIC	HIP	HVV	HI	HCS	HCP
Saison							
printemps	Districts	Bouzrad Hocine	Beau séjour	Vielle ville	Sidi harbe1	Cité 1028 logs	ADL Bouledroum
Eté		Cité Elysa	Menadia	Vielle ville	Sidi harbe2	Cité 240 logs	Cité Sidi Achour
Automne		Centre ville	Annasser	Vielle ville	Sidi harbe2	Cité11 décembre 60	Cité Fatimi
Hiver		Zaafrania	Cité oued Forcha	Vielle ville	Sidi harbe1	Cité 8 mai 45	Cité palmier



Carte 1: Types d'habitats dans la ville d'Annaba.



Carte 2 : districts échantillonnés dans la ville d'Annaba par saison.

#### 4.2.6. Estimation des erreurs

D'après la norme AFNOR, "un échantillon est représentatif lorsque pour une propriété ou des propriétés que l'on veut mesurer, manifeste les mêmes caractéristiques que la matière dont il est issu".

À l'issue de l'enquête préliminaire, et les données fournies par l'office national des statistiques (RGPH, 2008) il nous a été possible de constituer une base de données concernant les caractéristiques des populations dans chaque quartier : population totale, taille des ménages, nombre de construction etc.

Deux approches peuvent être utilisées pour évaluer la fiabilité des résultats obtenus. Comme le rapporte Aloueimine, on peut calculer la taille de l'échantillon nécessaire pour satisfaire une précision donnée en fonction de la taille de la population totale (large population  $N > 100\ 000$  ou population réduite  $sp\ N < 100\ 000$ ), de  $t_p$ -Student pour un niveau de confiance donné (95 % souvent utilisé) et de la variation au sein de la population ou *split*.

À l'inverse, on peut dans certains cas calculer l'erreur correspondante à la taille de l'échantillon étudié. L'estimation des erreurs a été faite sur les tailles des échantillons par quartier (ou nombre de personnes par quartier échantillonné) par rapport à la population totale estimée par les relations suivantes (Ould-aloueimine, 2006):

Pour une grande population (large population)  $lp\ N > 100\ 000$  habitants (ville):

$$y_{lp} = t_p \sqrt{\frac{p \cdot (1 - p)}{n_{lp}}} \quad (1)$$

Pour une population réduite  $sp\ N < 100\ 000$  habitants (quartiers):

$$y_{sp} = \sqrt{\frac{t_p^2 \cdot p \cdot (1 - p) (N_{sp} - n_{sp})}{n_{sp} \cdot (N_{sp} - 1)}} \quad (2)$$

Avec :

$y_{sp}, y_{lp}$  : erreurs d'échantillon sur une population réduite (small population indice  $sp$ ) et une grande population (large population indice  $lp$ ) respectivement ;

$t_p$ : t-Student ( $t_p = 1,96$  pour un niveau de confiance de 95 %) ;

$p$ : split ( $p = 0,5$  pour une population variée 50/50) ;

$n_{sp}$  et  $n_{lp}$ : taille de l'échantillon sur une population réduite et une grande population

respectivement ;

$N$  : taille de la population (< 100 000),

Les résultats obtenus sont de  $y_{lp} = 3,6\%$  pour toute la ville et de  $y_{sp} = 8\%$  pour chaque quartier échantillonné. Ces erreurs sont faibles et permettront d'apprécier la représentativité des résultats obtenus par cette étude.

#### 4.2.7. Les classes de déchets ménagers retenues.

Les classes qui composent les déchets ménagers retenues pour le tri sont présentées dans le tableau 11. Elles ont été tirées de l'étude bibliographique présentée dans le chapitre 2. Il s'agit des classes des déchets couramment recherché dans la plus part des pays, d'autant plus que ce sont les classes recommandées par les gestionnaires de la ville en charge de cette question.

Tableau 11 : Nomenclature retenue pour le tri des déchets ménagers dans la ville d'Annaba.

Classes de déchets	Description qualitative
Matières organiques	Epluchure de légumes et de fruits, déchets verts, cadavre d'animaux
Papier et carton	Journal, carton plat et ondulé
Fines (<20mm)	Organiques, petits cailloux issus des balayages des rues
Composites	Plastiques, aluminium et autre
Textile	Textiles (reste de vêtements en coton et en nylon, serviettes hygiéniques et couches)
Plastique	Bouteilles en PVC et en PET, sac et bidons de plastique dure
Combustibles non classés	Bois
Verre	Bouteilles blanches et vertes et du verre cassé
Métaux	Boite de conserve et parfois aluminium
Incombustible non classé	Poterie, cailloux
Déchets spéciaux	Déchets de réparation des garagistes et des cordonniers (filtre d'huile, peinture, colle, etc.) plus des emballages, des piles et pesticides

#### 4.2.8. Collecte des déchets au niveau des ménages

Une fois les termes de l'échantillonnage arrêtés, il a été procédé à la mise en place du dispositif de collecte des déchets au niveau des ménages. Le premier jour de la semaine a été consacré à la distribution des sacs poubelles, tout en insistant auprès des ménages sur

la nécessité de mettre la totalité des déchets dans le sac distribué et une fois plein le stocker dans un endroit à l’abri de la lumière et de la chaleur pour éviter la fermentation. En raison du manque de personnel, nous avons appliqué un pas de distribution de 1 jour entre les différents quartiers. Ainsi, la récupération des sacs et le tri se font le matin du troisième jour (Tableau 12).

Tableau 12. Chronogramme de collecte et de tri des échantillons,

Quartier à échantillonner	H.V.V	H.I.P	H.C.P	H.I.P	H.I	H.C.S
Distribution des sacs-poubelle (jours)	J1	J2	J5	J6	J9	J10
Collecte et tri	J3	J4	J7	J8	J11	J12

Suivant le chronogramme ci-dessus les échantillons collectés pour chaque type d’habitat sont transportés vers un site mis à notre disposition par les services de la propreté de la ville pour y faire le tri (voir photos 7 et 8). Ce site a été équipé de bennes métalliques pour y déverser les déchets après les opérations de pesée et de tri pour les transporter ensuite vers la décharge de Berka Zarga afin d’éviter la pollution résultant de l’accumulation des déchets triés.



Photo n° 7: Collecte et transport des échantillons



Photo n° 8: Le site aménagé pour le tri

#### **4.2.9. Calcul du ratio et la composition moyenne des ordures ménagères de la zone d'étude**

##### **a. Le ratio moyen**

Une fois arrivés dans le site de tri, les échantillons des déchets ménagers seront déversés sur une bâche, ensuite, chaque sac sera pesé et son poids enregistré dans un registre pour servir au calcul du ratio de génération de déchets pour chaque type d'habitat. Ainsi, le ratio moyen de la zone d'étude pour chaque saison sera la moyenne simple des ratios de tous les types d'habitat. À la fin de la quatrième campagne de pesée et de tri, nous avons pu calculer le ratio annuel moyen ainsi que la quantité annuelle des déchets ménagers générée.

##### **b. La composition moyenne**

Il a été effectué un échantillonnage afin de déterminer la composition moyenne, des déchets ménagers humides<sup>18</sup> (Ademe, 1993). Chaque échantillon a été trié selon les principales familles (catégories) prédéfinies dans le Tableau 11. Ainsi, onze sacs poubelles

---

<sup>18</sup> Le tri peut être effectué sur déchets séchés à 80°C selon la norme (Norme Afnor NFX 30-466, 2005)

vides ont été remplis chacun par une fraction de déchets, et à la fin du tri il a été procédé à la pesée de chaque fraction, pour en déterminer le pourcentage par rapport à la masse totale de l'échantillon humide, par un calcul simple de la moyenne. Ainsi, on obtient à la fin de cette opération les résultats du pourcentage de chaque fraction selon le type d'habitat.

$$P_c \text{ moyen} = \frac{P_c}{P_N} \quad (3)$$

Avec :  $P_c$  = poids de la catégorie  $c$ , kg

$P_c \text{ moyen}$  = poids moyen de la catégorie  $c$ , kg

$P_N$  = poids total de l'échantillon, kg

A la fin de la quatrième campagne de tri nous avons pu calculer la composition annuelle moyenne (%) de chaque type d'habitat. Ainsi, la composition moyenne de la zone d'étude pour chaque saison sera la moyenne simple de tous les types d'habitat.

### c. Calcule de la composition en taux de production dans la zone d'étude

Le calcul de la composition en taux de production est effectué par la pondération de la composition moyenne annuelle de chaque fraction pour chaque type d'habitat par le ratio de production annuelle selon la formule 4. Ce calcul va permettre, contrairement à la composition en pourcentage (%), de comparer les quantités des fractions produites entre les types d'habitat en kg, ce qui nous permettra d'extrapoler les résultats d'échantillonnage pour toute la zone d'étude.

$$P_c \text{ moyen} (kg) = \frac{P_{ij} \times Q_j}{100} \quad (4)$$

Où :

$P_{ij}$ : pourcentage annuel de la fraction  $i$  pour le type d'habitat  $j$ ,

$Q_j$ : la quantité annuelle générée par le type d'habitat  $j$ ,

### 4.3. Généralisation des résultats d'échantillonnage

La connaissance globale de la production et de la composition des déchets ménagers de la ville d'Annaba est certes essentielle, mais, la répartition spatiale des quantités et de leur nature est aussi importante pour la planification d'un système de gestion, elle est d'autant plus essentielle lorsqu'il s'agit de prévision pour le dimensionnement des moyens de la collecte et de la valorisation. C'est pourquoi il est procédé à la généralisation des

résultats d'échantillonnage.

En effet, la commune d'Annaba se compose de 314 districts, dont 306 districts sont à caractère urbain et constituent 97,5 % des ménages et 8 districts à caractère rural. Ces derniers n'ont pas été retenus dans cette étude vu qu'ils n'ont pas été échantillonnés.

Les districts retenus ont été classés selon les types d'habitat échantillonnés, ensuite, chaque district on lui a attribué les résultats de la composition et la production annuels obtenus. L'emploi de la cartographie a permis de présenter la répartition géographique des déchets ménagers dans l'agglomération chef lieu de commune d'Annaba.

## Chapitre 5. Résultats et discussion

### 5.1. Production de déchets

#### 5.1.1. Ratios par type d'habitat

Plusieurs auteurs attestent un lien incontestable entre la génération des déchets et le niveau socio-économique (Bandara et al., 2007), (Medina, 1997). Aussi, ce lien se confirme dans notre cas. En effet, les résultats des pesées présentés dans le tableau 14 révèlent que la génération des déchets ménagers varie en quantité en fonction de deux principaux facteurs : le type d'habitat et la saison.

Le premier facteur montre que le résident de l'habitat individuel promotionnel et collectif promotionnel génère quotidiennement plus de déchets (0,52–0,56 kg) que le résident de l'habitat individuel colonial et collectif social (0,47 kg). Par ailleurs, les quantités les plus faibles sont enregistrées dans la vieille ville et l'habitat illicite (0,41kg) (Cheniti et al., 2013).

Le deuxième facteur confirme l'effet saison sur le ratio de génération de déchets (Tableau 13).

Tableau13 : Les ratios de génération des déchets par saison/habitant, et par type d'habitat échantillonné.

	H.I.P	H.C.P	H.C.S	H.I.C	H.V.V	H.I
Printemps	0,49	0,47	0,45	0,46	0,36	0,38
Eté	0,68	0,65	0,44	0,54	0,45	0,44
Automne	0,41	0,43	0,47	0,39	0,48	0,43
Hiver	0,67	0,53	0,50	0,47	0,36	0,45
Moyenne	0,56	0,52	0,47	0,47	0,41	0,43
Moyenne annuelle	0,48					

Cependant, le ratio de génération par habitant de la ville est proche de celui estimé à Biskra et à Mostaganem, mais ces ratios sont loin de celui estimé pour l'Algérie (Tableau 14). Ceci s'explique par le fait que les moyennes nationales de génération des déchets dans les PED sont basées généralement sur une évaluation globale des quantités des déchets collectés<sup>19</sup>, sans oublier aussi l'absence quasi totale des moyens de pesée à l'entrée des décharges généralement non contrôlées.

<sup>19</sup> Sans prise en compte des différentes sources de génération des déchets.

Tableau 14 : Ratios de génération des déchets dans quelques villes du Maghreb

Pays	Ville	Production de déchets (kg/hab/j)	Références
Algérie	-	1,20	Mate, 2005
	Annaba	0,49	Cheniti et al., 2013
	Mostaganem	0,62	Guermoud et al., 2009
	Biskra	0,55	Mezouri Sandjakdine, 2011
	Alger	0,75	
Maroc	Casablanca	0,89	Samira Ben Ammar, 2006
Tunisie	Tunis	0,80	

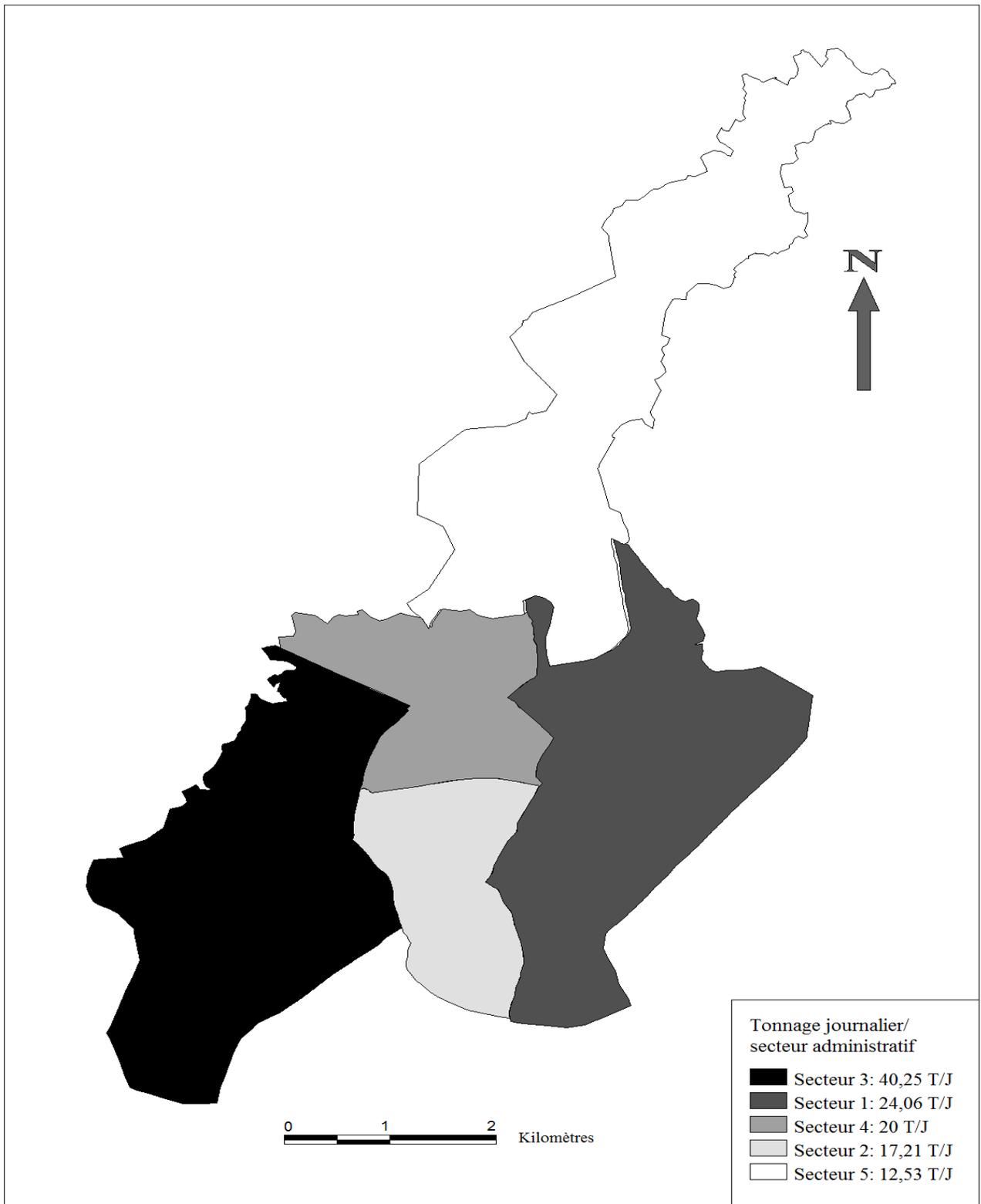
### 5.1.2. Tonnage journalier

En 2008, la commune d'Annaba comptait 230918 habitants selon l'office national des statistiques ONS (RGPH, 2008), cette population génère un tonnage journalier de déchets ménagers estimé à 114 T/j. La répartition de ce gisement en quantité à travers les 5 secteurs administratifs, présentés dans la Figure 12, est proportionnelle au nombre de la population. Nous relevons 40,25 T/j généré dans le secteur administratif 3 qui compte une population de 83196 habitants soit 36,03% de la population totale (Tableau 15) ; ensuite, dans le secteur administratif 1, avec 24,06 T/j généré par 47777 habitants qui représentent 20,7% de la population totale ; puis dans le secteur administratif 4, une quantité de 20 T/j est générée par 40259 habitants qui représentent 17,4% de la population totale. Puis 17,21 T/j sont générés dans le secteur administratif 2 par 36458 habitants qui représentent 15,8% de la population de la ville. Enfin, dans le secteur administratif 5, on compte 12,53 T/j généré par 23228 habitants qui représentent 10,06% de la population totale.

Tableau 15: Répartition de la Population par secteur administratif dans l'agglomération chef lieu de commune d'Annaba.

Secteurs	Secteur1	Secteur2	Secteur3	Secteur4	Secteur5
Nombre de districts	59	49	112	45	34
Population (habitants)	47777	36458	83196	40259	23228
Population (%)	20,7%	15,8%	36,03%	17,4%	10,06%

Source : ONS (RGPH, 2008)



Source : Cheniti hamza 2013

Carte 3: Génération des déchets par secteur administratif dans l'agglomération chef lieu de commune d'Annaba 2011.

## **5.2. La composition des déchets ménagers par catégories, par secteur et par saison dans la ville d'Annaba**

L'analyse des résultats de caractérisation des déchets ménagers dans la ville d'Annaba, selon tous les paramètres de variation que se soit le « type d'habitat » ou la « saison », est intéressante et a aboutit à des interprétations pouvant nous aider à tirer des conclusions en termes quantitatif et qualitatif.

Les résultats des campagnes de tri ont été classés par ordre croissant selon leur importance en masse humide. Cependant, pour une meilleure lecture de la composition des déchets ménagers dans la ville d'Annaba, la composition va être analysée par type d'habitat et par saison, puis les résultats seront appréciés selon les saisons pour toute la ville, les résultats annuels pour chaque type d'habitat vont être comparés, la distribution des tonnages annuels des diverses fractions des déchets ménagers à travers la ville d'Annaba va être étudié, et en fin les résultats vont être présenté et comparé par secteur administratifs et par mode de gestion.

### **5.2.1. La composition des déchets ménagers par catégorie par type d'habitat et par saison**

La composition des déchets par classe de déchets en pourcentages de la masse humide, selon les saisons et les types d'habitat échantillonnés est présentée dans les Figures 8, 9, 10 et 11. L'analyse de ces compositions montre des variabilités importantes par type d'habitat et par saison dans les distributions de certaines catégories.

Des variabilités par type d'habitat sont enregistrées dans le cas des 8 catégories suivantes : la matière organique, le papier en carton, les chiffons et textiles, les plastiques, le verre et les combustibles non classés, le verre et les métaux.

Des variabilités saisonnières sont enregistrées pour le cas des 5 catégories suivantes : la matière organique, le plastique, le verre, les métaux et les combustibles non classés.

**Distribution de la matière organique :** Les déchets organiques représentent une part importante des déchets de la ville d'Annaba et varient entre 24,45 et 53,08% du poids humide. Les pourcentages les plus élevés sont enregistrés au niveau du type d'habitat individuel colonial (H.I.C) au printemps, tandis que les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau du type d'habitat (H.I) en été.

**Distribution du papier carton:** La fraction papier et carton varie entre 2,27 à 10% du poids humide, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés au niveau du type d'habitat collectif social au printemps (H.C.S) et l'habitat collectif promotionnel (H.C.P) en été, alors que les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau de l'habitat collectif social (H.C.S) en hiver.

**Distribution des composites:** Les composites varient de 0,40 à 5,82% du poids humide, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés au niveau de l'habitat individuel promotionnel en été alors que les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau de l'habitat collectif promotionnel et l'habitat vieille ville pour la même saison.

**Distribution des chiffons et textiles:** Les textiles varient de 6,80 à 24,67% du poids humide, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés au niveau de l'habitat individuel promotionnel au printemps et l'habitat individuel colonial en été, alors que les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau de l'habitat collectif social en été.

**Distribution des plastiques:** Les plastiques varient pour les quatre saisons de 5,10 à 13,20% du poids humide, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés au niveau de l'habitat collectif promotionnel (H.C.P) en hiver, et les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau du type d'habitat illicite (H.I) en été.

**Distribution du verre:** Le verre varie de 0,17 à 1,88% du poids humide, les pourcentages les plus élevés sont enregistrés dans l'habitat individuel colonial (H.I.C) en été, et les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau de l'habitat illicite (H.I) au printemps.

**Distribution des métaux:** Les métaux varient de 0,34 à 8,31% du poids humide. Les pourcentages les plus élevés sont enregistrés dans le type d'habitat individuel promotionnel (H.I.P) au printemps et les pourcentages les plus faibles sont enregistrés au niveau du type d'habitat individuel colonial (H.I.C) en été.

**Distribution des combustibles non classés:** Les combustibles non classés varient de 1,15 à 0,65% pour tous les types d'habitat pour les quatre saisons sauf pour l'habitat illicite (H.I) où cette fraction varie de 2,80 en Hiver à 32% en été<sup>20</sup>, du poids humide.

---

<sup>20</sup>La valeur 32% des C.N.C enregistré chez l'habitat illicite de la ville est une exception relative à la spécificité de ce type d'habitat bâti sous les arbres, voir (photo n° 5).

**Distribution des incombustibles non classés:** Les incombustibles non classés varient de 0,10% en été pour l'habitat individuel promotionnel à 4,30 % pour l'habitat vieille ville en été pour tous les types d'habitat pour toutes les saisons sauf pour l'habitat illicite où cette fraction varie de 6,40 % en été à 15,82 %.

**Distribution des déchets spéciaux:** Les déchets spéciaux varient de 0,10% pour l'habitat illicite en printemps à 0,77% pour l'habitat individuel colonial pour la même saison.

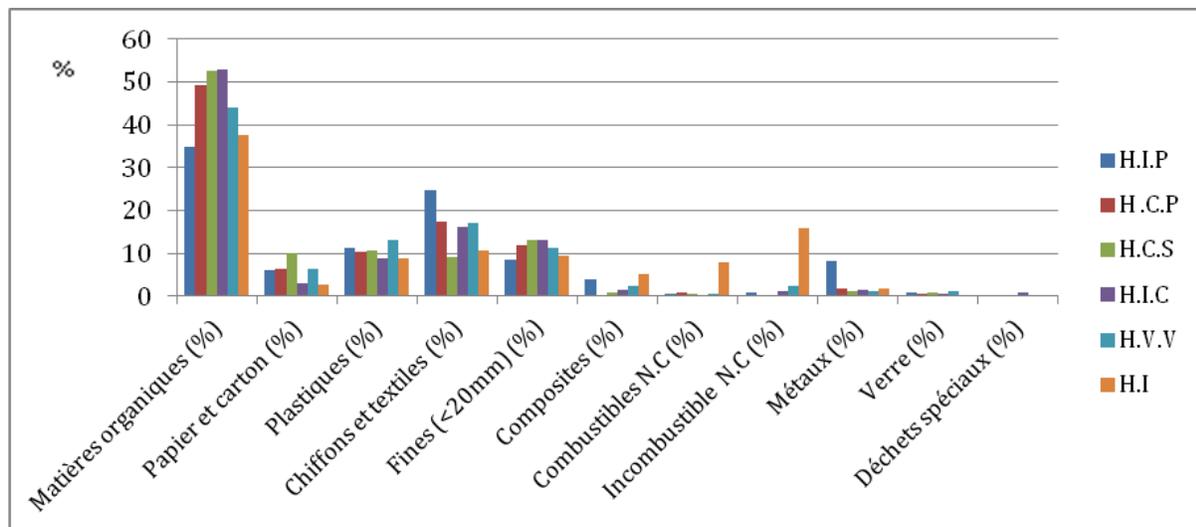


Figure 8: Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) au Printemps

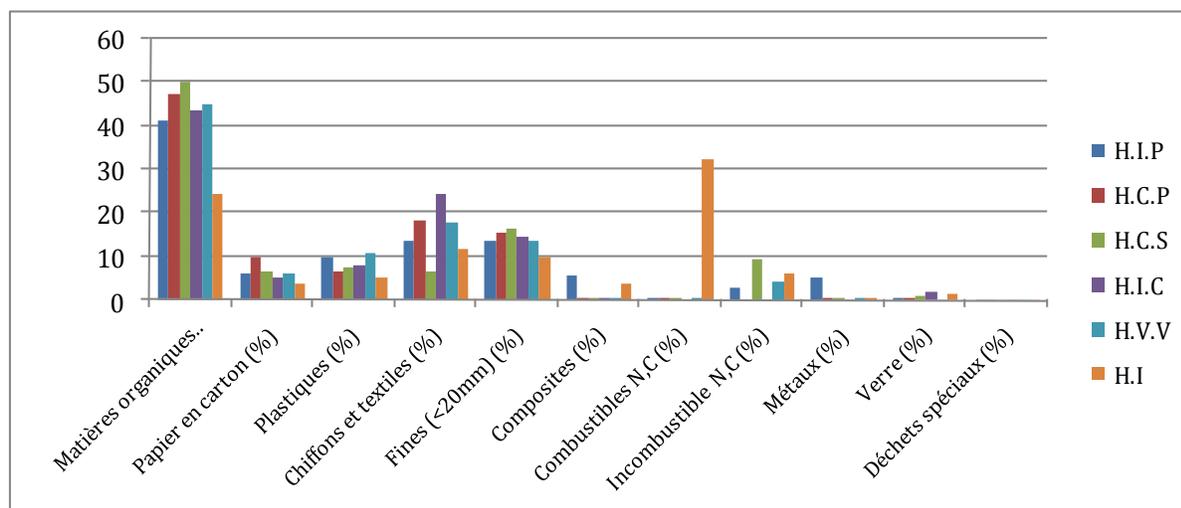


Figure 9: Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en automne

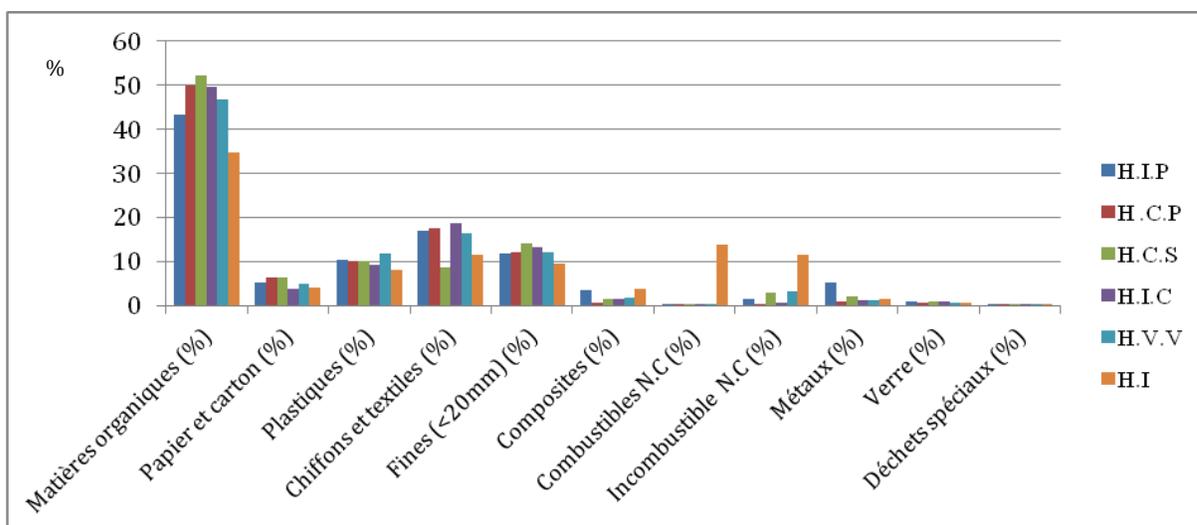


Figure 10: Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en été

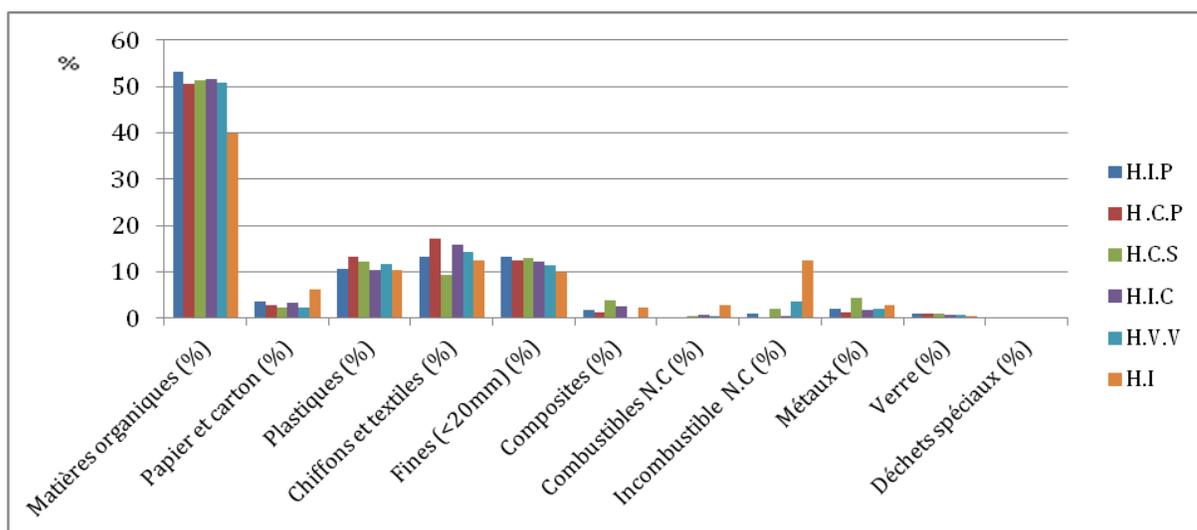


Figure 11: Variation par type d'habitat de la composition des déchets (en % de la masse humide) en hiver

### 5.2.2. La composition globale en pourcentage des déchets ménagers de la ville d'Annaba par saison

Les résultats obtenus pendant les quatre campagnes réalisées dans la ville d'Annaba, comparés à ceux des déchets entrants dans le CET d'Ouled Fayet à Alger ou bien d'ElOutaya à Biskra, montrent que les déchets ménagers sont principalement constitués de déchets putrescibles avec une proportion pouvant atteindre 50% à Annaba, 40% à ElOutaya et 57 % à Ouled Fayet (Tab. 17). Les proportions putrescibles ressemblent à celles de la plupart des villes algériennes: Bordj Bouareridj 61%, Chlef 72% (Ismail, 2008), Mostaganem 64.6%

(Guermoud et al., 2009) et sont proches même de celles de certaines villes des pays du Maghreb tels que la Libye avec 42-48%, le Maroc 50-70%, et la Tunisie 37-81% (Samira Ben Ammar, 2006). Cela reflète le régime alimentaire des populations algériennes et Magrébines à base de fruits et légumes de saison.

Les fractions papier & carton et textiles représentent pour la ville d'Annaba 20,2% ; 18,1% pour le cas d'Ouled Fayet ; 18,2% pour la ville de Mostaganem (Guermoud et al., 2009) et 23,2% pour le cas d'El Outaya.

La fraction des plastiques représente pour la ville d'Annaba 10,01%, pour le cas d'Ouled Fayet 11,8%, 12,5% pour le cas d'El-Outaya et 10,5% pour la ville de Mostaganem (Guermoud et al., 2009). Cette proportion de plastique s'explique par le fait que le plastique reste le moyen le plus répandu dans l'emballage des boissons gazeuses et les besoins des ménages.

La fraction des fines constitue 12,36% de l'ensemble pour Annaba, 13,25 % pour Ouled Fayet et 20,70% pour ElOutaya à Biskra.

Tableau16 : Composition globale des déchets ménagers de la ville d'Annaba par saison (en %) 2011.

	Printemps %	Eté %	Automne %	Hiver %
Matières organiques	45,22	41,97	46,09	49,59
Papier en carton	5,75	6,43	5,23	3,38
Plastiques	10,50	8,07	9,97	11,48
Chiffons et textiles	15,91	15,54	15,02	13,69
Fines (<20mm)	11,28	13,90	12,23	12,03
Composites	2,48	2,00	2,19	2,32
Combustibles N,C	1,75	5,74	2,68	0,79
Incombustible N,C	3,45	3,86	3,37	3,28
Métaux	2,62	1,28	2,09	2,36
Verre	0,76	1,01	0,84	0,80
Déchets spéciaux	0,27	0,16	0,22	0,23

Tableau 17 : Composition globale des déchets entrants au CET d'Ouled Fayet(en %).

	Avril 2006	Mai 2006	Juil 2006	Nov 2006	Mars 2007
Putrescibles	47,3	47,2	57,5	56	57,7
Papiers – Cartons	10,0	11,6	7,9	7,5	7,9
Plastiques	12,8	11,9	8,3	14,2	10,5
Textiles	10,0	9,3	7	11	8,1
Fines	13,2	16,1	15,6	8,1	12,0
CNC	1,2	1,3	1,5	1,8	1,2
INC	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4
Métaux	2,2	0,9	1,3	1	1,0
Verres	2,6	0,6	0,7	0,8	1,00
Déchets Spéciaux	0,1	0,1	0,5	0,1	0,00

Source : Mezouri Sandjakdine, F., 2011

Tableau 18 : Composition globale des déchets entrants au CET d'El-Outaya (en %).

	Mai 2008	Juil 2008	Nov 2008	Mars 2009
Putrescibles	40	38,6	35 2	34,6
Papiers – Cartons	11,1	9,5	9,8	8,1
Plastiques	14,7	13,3	9,9	11,9
Textiles	9,9	11,4	13,8	19,3
Fines	17	22,1	24,5	19,2
CNC	2,7	0,8	1,9	2,5
INC	0,9	0,7	0,4	0,8
Métaux	2,1	1,7	2,3	2,5
Verres	1	1,9	2	1,1
Déchets Spéciaux	0,7	0	0,1	0

Source : Mezouri Sandjakdine, F., 2011

### 5.3. Analyse de la variabilité de la composition annuelle des déchets de la ville d'Annaba par type d'habitat.

Le Tableau ci-dessous représente les résultats annuels de la composition des déchets ménagers relatifs à chaque type d'habitat. L'analyse de ces résultats prouve que le déchet ménager de la ville est un mélange de produits dont la composition dépend de la source de génération (type d'habitat), et pour mieux comprendre la relation entre la composition des déchets ménagers et les types d'habitat de la ville, un test d'analyse de la variance(ANOVA) a été effectué.

Tableau 19: Composition annuelle des déchets ménagers par type d'habitat.

Quatre saisons						
Catégories	HIP	HCP	HCS	HIC	HVV	HI
Matières organiques (%)	43,07	49,26	51,58	49,53	46,67	34,18
Papier et carton (%)	5,32	6,37	6,40	3,85	4,99	4,26
Plastiques (%)	10,53	10,09	10,17	9,21	11,92	8,12
Chiffons et textiles (%)	17,16	17,67	8,50	18,77	16,41	11,74
Fines (<20mm) (%)	11,80	13,03	14,25	13,29	12,14	9,64
Composites (%)	3,75	0,82	1,73	1,66	1,75	3,77
Combustibles N C (%)	0,44	0,50	0,49	0,38	0,45	14,18
Incombustible N C (%)	1,65	0,19	3,60	0,59	3,36	11,55
Métaux (%)	5,25	1,10	2,06	1,16	1,32	1,63
Verre (%)	0,89	0,72	0,98	1,04	0,75	0,74
Déchets spéciaux (%)	0,12	0,16	0,20	0,48	0,20	0,15
Total (%)	100	100	100	100	100	100

Nous avons fixé les hypothèses suivantes :

Hypothèse nulle (H0) :  $\mu = \mu_{H0}$  il n'y a pas de différence significative de la composition des déchets ménagers d'un type d'habitat à l'autre.

Hypothèse alternative bilatérale (H1) :  $\mu \neq \mu_{H0}$  il y a au moins un type d'habitat dont un ou plusieurs composants diffèrent significativement des types d'habitat restants.

Une comparaison multiple des moyennes annuelles par le test de Tukey HSD (Tukey honestly significant difference) a été menée pour identifier les sources des différences existant dans la composition (Cheniti et al., 2013). Avec une limite de confiance de 0.05, un degré de liberté de 5, les résultats du test ANOVA indiqué dans (Tab. 20) rejette H0, ce qui montre une différence significative de la composition des déchets par type d'habitat. Cette différence pourrait être expliquée par la différence dans le niveau de vie et dans les habitudes de consommation de la population de la ville d'un type d'habitat à l'autre.

Egalement, la comparaison multiple des paires des moyennes (the means pairwise multiple comparisons) par le test de Tukey HSD pour les six types d'habitat échantillonnés (voir Annexe A) indique une différence non significative concernant les fractions : papier & carton, composite et les verres. Mais pour les fractions restantes, le test montre avec une limite de confiance de 0,05 une claire différence dans les moyennes de composition d'un type d'habitat à l'autre comme suit :

- Pour la matière organique, la comparaison multiple montre le faible pourcentage de

cette fraction chez l'habitat illicite comparé au type d'habitat restant, cela pourrait être expliqué par le faible niveau de vie de la population résidente dans ce type d'habitat.

- Le textile et les textiles sanitaires : sont composés principalement de couches bébé. L'habitat collectif social paraît générer moins de textiles (8,5%) que le reste de type d'habitat.
- La fraction des combustibles non classés est composée principalement par les feuilles des arbres et du bois. Le test a montré la forte proportion de cette fraction chez l'habitat illicite comparé au reste de type d'habitat ; cela pourrait être expliqué par la spécificité de ce type d'habitat, qui est bâti à l'ouest de la ville dans la forêt de Seraidi. C'est le cas dans la plupart des villes algériennes où ce type d'habitat est bâti sur des terres agricoles et forestières considérées par la loi comme des zones à ne pas construire (Loi, 90-25 ).
- Pour la fraction des incombustibles non classés, le test montre aussi la forte proportion de cette fraction dans l'habitat illicite comparé au reste de type d'habitat ; cela pourrait être expliqué par le fait que ce type d'habitat n'est ni protégé ni aménagé et exposé au vent qui transporte du sable et de la poussière.
- Pour la fraction des fines particules (<math>-20\text{ mm}</math>) l'habitat illicite a le pourcentage le plus faible par rapport au autre type d'habitat ; cela est justifié par le fait que dans ce type d'habitat cette fraction est composée essentiellement de sable et de petites pierres comptabilisés comme incombustibles non classés (11.55%).

Tableau 20 : Résultats du test ANOVA pour la composition annuelle des déchets ménagers de la ville d'Annaba.

	SE Effet	DL Effet	ME Effet	SE Erreur	DL Erreur	MS ME Erreur	F (Fisher)	P
Matière Organique	810,0	5	162,0	401,1	18	22,28	7,26	0,0007*
Papier & Carton	22,41	5	4,48	82,29	18	4,572	0,98	0,4560
Plastique	32,73	5	6,54	54,06	18	3,00	2,17	0,1020
Textile	323,85	5	64,77	145,10	18	8,06	8,03	0,0004*
Fine	50,6	5	10,12	37,71	18	2,09	4,83	0,0056*
Composite	30,02	5	6,00	23,70	18	1,32	4,56	0,0073*
Combustible NC	628,32	5	125,66	493,96	18	27,44	4,58	0,0072*
Incombustible NC	350,64	5	70,12	97,83	18	5,43	12,90	0,00002*
Métaux	50,42	5	10,08	32,46	18	1,80	5,59	0,0028*
Verre	17,37	5	3,47	22,56	18	1,25	2,77	0,0501
Déchets Spéciaux	0,35	5	0,07	0,21	18	0,01	6,05	0,0019*

*L'Astéris indique le seuil significatif à  $P < 0.05$ . Source : Cheniti et al., 2013.*

#### **5.4. Estimation des composants valorisables par compostage et par recyclage**

Parmi les nombreuses raisons qui justifient la mise en œuvre d'une opération lourde et détaillée telle que la caractérisation physique de déchets sont celles qui portent sur l'aptitude des déchets au compostage et au recyclage. Cependant, la manière d'apprécier la qualité des résultats obtenus et la manière de les interpréter constituent les éléments fondamentaux de la réflexion qui devra viser la justification de la méthode de caractérisation et de ses objectifs.

##### **5.4.1. Estimation des composants valorisables par compostage**

Les composants des déchets ménagers valorisables par compostage correspondent aux catégories fermentescibles suivantes : la matière organique, les papiers & cartons. Les composites ne sont pas pris en compte, car certains ne sont pas totalement fermentescibles. L'estimation de ce gisement est approchée en pourcentages et surtout en taux de production par habitant à partir des résultats des tris par type d'habitat et par saisons.

##### **5.4.1.1. Estimation des composants fermentescibles en pourcentage de la masse humide par saison**

L'estimation des composants fermentescibles en pourcentages de la masse humide par type d'habitat échantillonné est présentée dans la figure 12 (pour les quatre saisons).

Ces estimations montrent le grand écart de la distribution de ce gisement qui varie de 28,45% à 62,72% de la masse humide, selon les types d'habitat et selon les saisons. D'une manière générale:

- les résidents de l'habitat illicite génèrent en % moins de composants fermentescibles (28,45% en Eté à 46,2% en Hiver) que le reste des types d'habitats, et les pourcentages les plus élevés sont enregistrés chez les résidents de l'habitat individuel et collectif promotionnel (40,92% en printemps à 62,72% en Hiver).

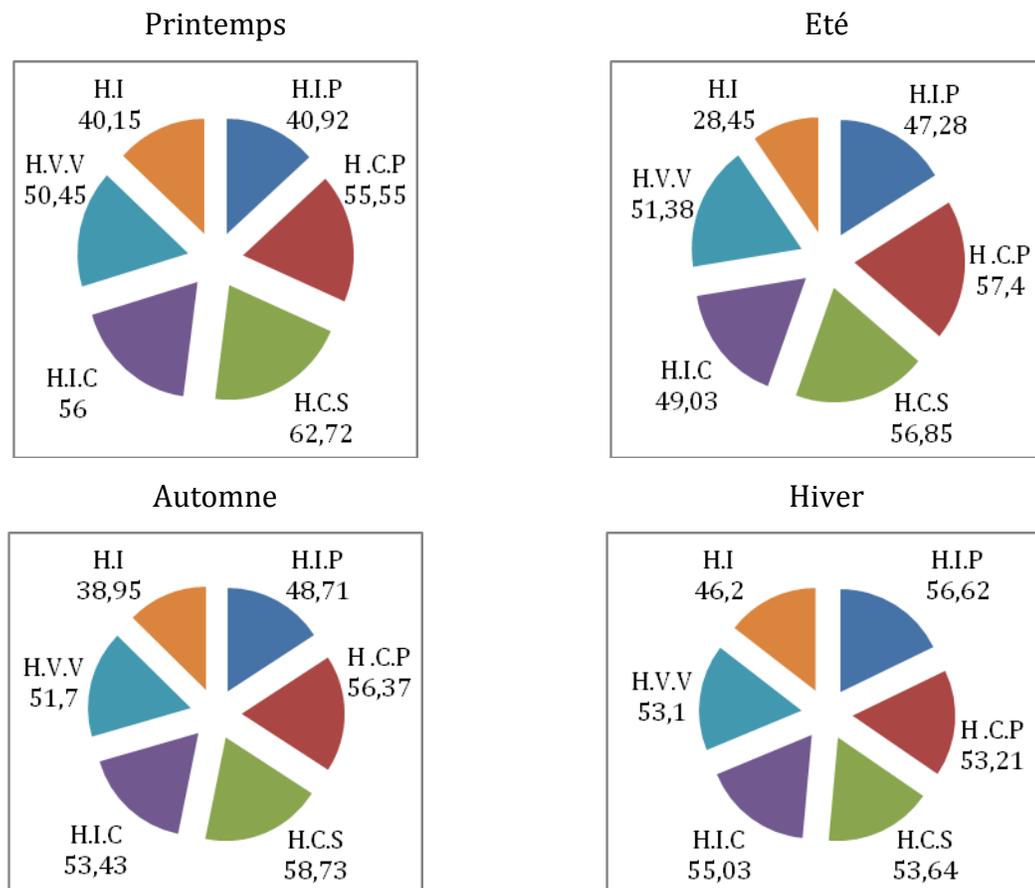


Figure 12: Estimation des composants fermentescibles en pourcentage pour les quatre saisons.

### 5.4.1.2. Estimation des composants fermentescibles en taux de production par habitant par secteurs et par saisons

L'estimation des composants fermentescibles en taux de production par habitant permet, contrairement à l'estimation en pourcentages, de comparer les résultats par type d'habitat et par saison pour chaque composant.

Cette estimation s'est basée sur les compositions en % (Figure 8, 9, 10 et 11), pondérées par les taux de production en kg des déchets par habitant estimés dans les secteurs échantillonnés (Tableau 13).

Les productions annuelles de déchets ménagers par type d'habitat, calculées à partir de ces ratios, varient de 149,95 kg dans les types d'habitats à niveau de vie faible, à 204,4 kg dans les types d'habitats à haut niveau de vie soit 26,60% d'écart, et c'est comparable au cas de Mexicali (Mexique), où les quartiers à haut niveau de vie produisent 26% de déchets supplémentaires par rapport aux quartiers d'habitat spontané (Ojeda-benitez et al., 2002) (Tab. 21).

Tableau 21 : Taux de Production de déchets ménagers journaliers et annuels dans les divers habitats échantillonnés.

Le type d'habitat	Ratio (Kg/habitant. jour)	Déchets produits (kg/habitant.an)	Classification de l'habitat selon le Niveau de vie
Habitat Individuel Promotionnel	0,56	204,4	Haut niveau de vie
Habitat Collectif Promotionnel	0,52	189,8	Haut niveau de vie
Habitat Collectif Social	0,47	171,55	Niveau de vie moyen
Habitat Individuel Colonial	0,47	171,55	Niveau de vie moyen
Habitat Vieille Ville	0,41	149,95	Faible niveau de vie
Habitat Illicite	0,43	156,95	Faible niveau de vie

### 5.4.1.3. Calcul des taux de production du gisement global des fermentescibles

Les taux de production de déchets fermentescibles, par type d'habitat et par saison, calculés en masse humide produite par habitant et par an sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Taux de Production de déchets ménagers et assimilés et de déchets fermentescibles (en kg/hab.an) dans les divers secteurs échantillonnés.

Le type d'habitat	Déchets produits (kg/hab.an)	Déchets Fermentescibles (kg/hab.an)	Classification de l'habitat selon le Niveau de vie
Habitat Individuel Promotionnel	204,4	98,85	Haut niveau de vie
Habitat Collectif Promotionnel	189,8	105,58	Haut niveau de vie
Habitat Collectif Social	171,55	99,16	Niveau de vie moyen
Habitat Individuel Colonial	171,55	91,56	Niveau de vie moyen
Habitat Veille Ville	149,95	77,3	Faible niveau de vie
Habitat Illicite	156,95	60,32	Faible niveau de vie

La production annuelle des déchets fermentescibles dans la ville d'Annaba varie de 60,32 kg dans l'habitat illicite à 105,58 et kg chez l'habitat collectif promotionnel. Par ailleurs, l'analyse saisonnière des taux de production par habitant (Fig.13) montre que l'on retrouve les mêmes différences globales de production entre les types d'habitat. On constate ainsi qu'en général, les taux les plus forts sont enregistrés au niveau des types d'habitat à haut niveau de vie, et les taux les plus faibles sont observés dans les types d'habitat à faible niveau de vie avec une graduation selon le niveau de vie :

- La production la plus importante (34,13 kg par habitant) étant enregistrée en hiver dans le type d'habitat individuel promotionnel.
- La production la plus faible (11,26 kg par habitant) étant enregistrée en été dans le type d'habitat illicite.

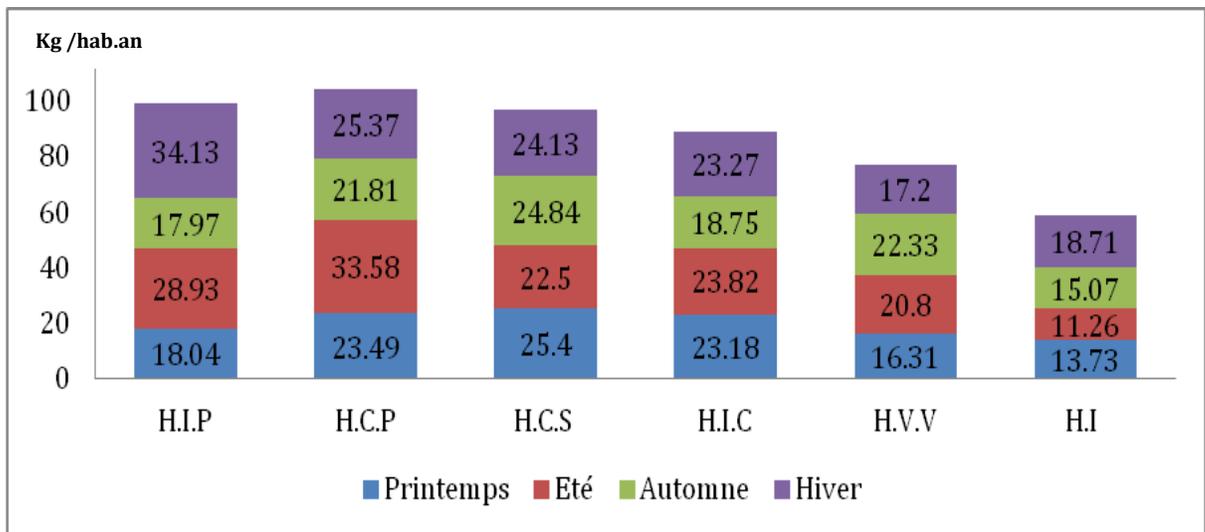


Figure 13: Taux de production (en kg/habitant) annuels et saisonniers des déchets fermentescibles dans les types d'habitat échantillonnés.

#### 5.4.1.4. Calcul des taux de production du gisement fermentescible par catégories

Les taux de production correspondant à chacune des catégories des déchets fermentescibles (les putrescibles, et les papiers & cartons) calculés en masse humide par habitant et par an sont présentés dans la figure 14.

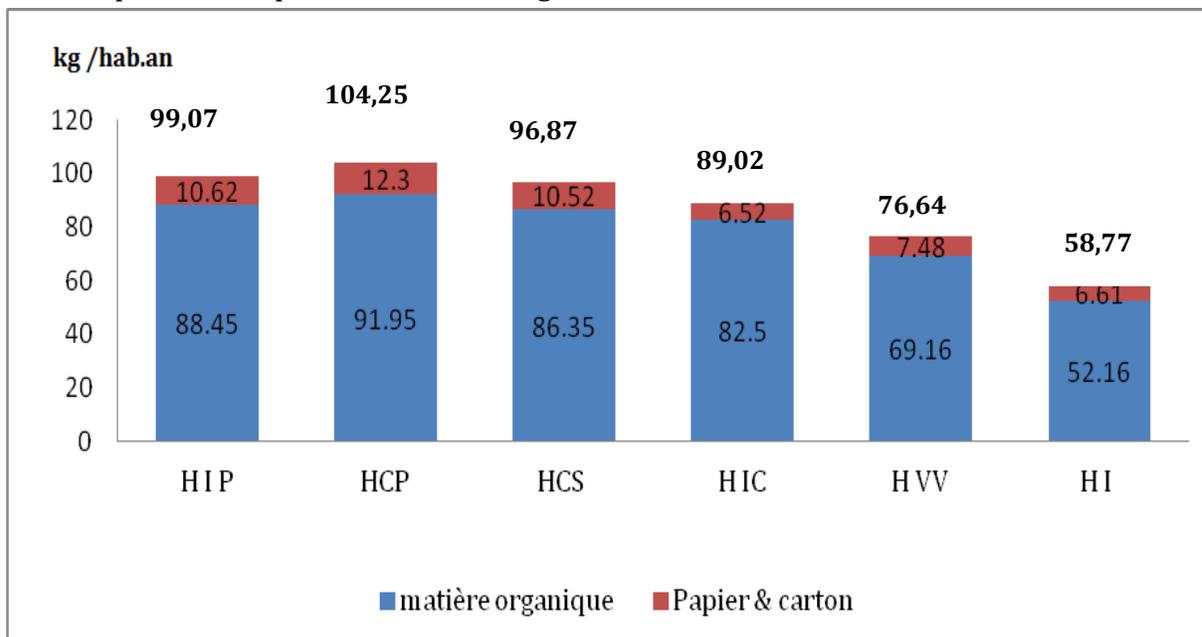
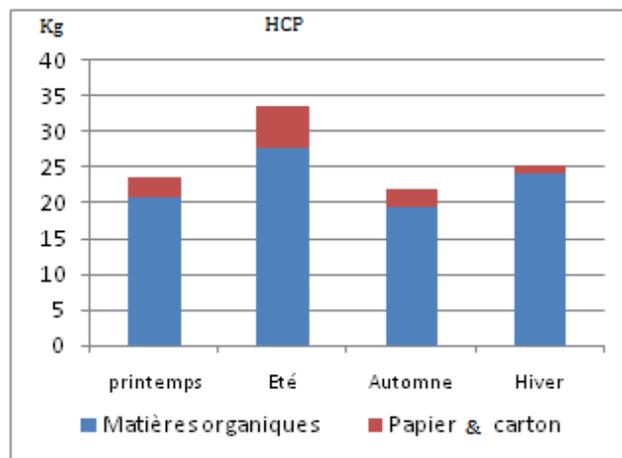
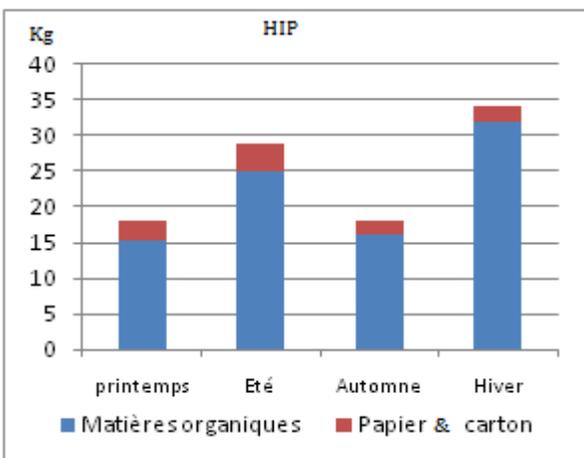


Figure 14 : La production des catégories fermentescibles dans la ville d'Annaba.

L'analyse des quantités de production des catégories fermentescibles, présentées par type d'habitat et par saisons dans la figure 15 montre ce qui suit :

En ce qui concerne la matière organique: les quantités les plus élevés sont enregistrées en hiver dans l'habitat à haut niveau vie, elles varient entre 32kg dans l'habitat individuel promotionnel et 24,09 kg dans l'habitat collectif promotionnel. Ces quantités sont aussi élevées en été pour le même niveau de vie. La variation est faible soit 2,6 kg entre l'habitat individuel promotionnel et l'habitat collectif promotionnel. Cependant, les quantités les plus faibles sont enregistrées dans le bas niveau de vie en été, printemps et automne et varient de 9,68 kg à 13,43 kg dans l'habitat illicite et il est de 14,28 kg chez l'habitat vieille ville au printemps.

En ce qui concerne le papier & carton : les quantités les plus élevées sont enregistrées en été dans l'habitat à haut niveau de vie et varient de 3,8 kg dans l'habitat individuel promotionnel à 5,85 kg dans l'habitat collectif promotionnel ; on note au printemps dans l'habitat collectif social une quantité de 4,05 kg, tandis que pour les restes d'habitat ces quantités varient pour les quatre saisons de 0,74 Kg à 2,68 Kg.



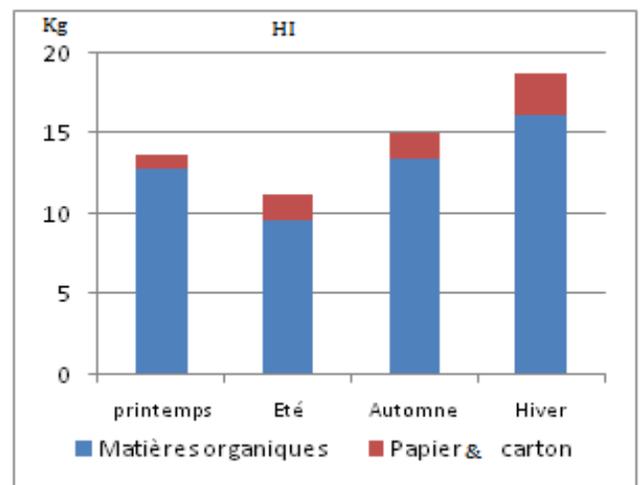
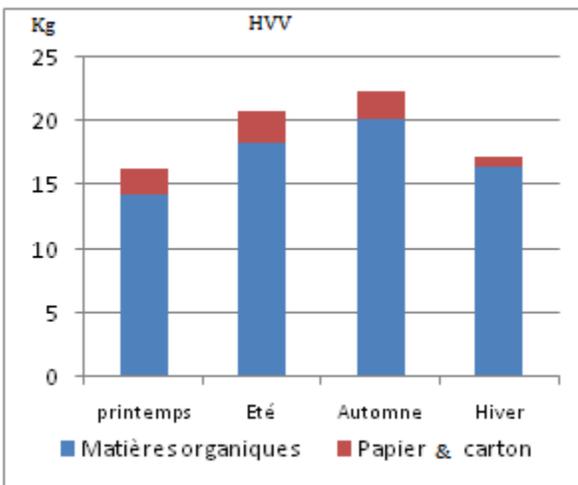
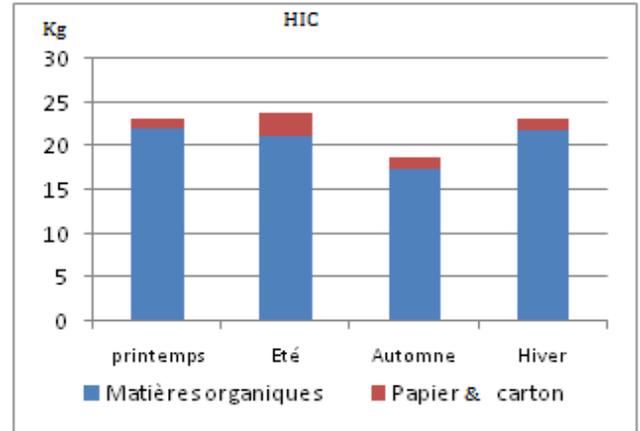
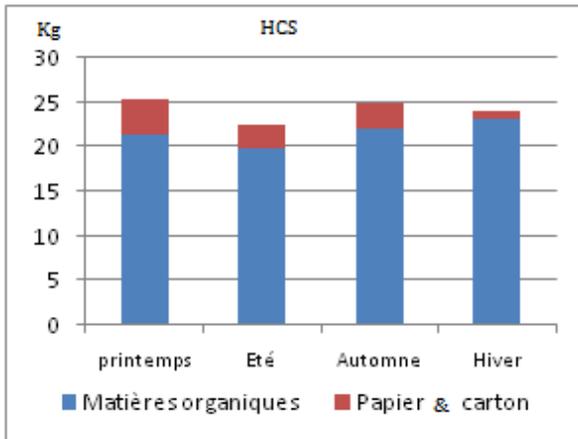


Figure 15: Variation saisonnière des taux de production des catégories fermentescibles dans les types d'habitats échantillonnés

#### 5.4.2. Estimation des composants potentiellement valorisables par recyclage dans les types d'habitats échantillonnés

Les composants des déchets ménagers qui pourraient être potentiellement valorisables par recyclage correspondent aux catégories suivantes : les papiers & cartons, les plastiques, les textiles, le verre et les métaux. Malgré le fait que les papiers & cartons soient une fraction recyclable, et comme cette fraction est également fermentescible elle a été comptabilisée dans le gisement valorisable par compostage, l'estimation du gisement potentiellement recyclable s'est limitée aux composants suivants : les textiles, les plastiques, le verre et les métaux.

Comme pour le cas des composants fermentescibles, l'estimation de ce gisement est

approchée en pourcentages et en taux de production par habitant à partir des résultats des tris par type d'habitat et par saison.

#### 5.4.2.1. Estimation des composants potentiellement recyclables en pourcentages par type d'habitats et par saisons

L'estimation des composants potentiellement recyclables en pourcentages de la masse humide par secteurs d'échantillonnage est présentée dans le tableau 23.

Tableau 23: Gisement potentiellement recyclable (en % de la masse humide).

	HIP	HCP	HCS	HIC	HVV	HI
Printemps	44,98	30,15	22,29	27,085	32,71	21,48
Eté	29,77	26,14	15,92	34,84	29,66	19,1
Automne	33,59	29,49	21,79	30,1	30,39	22,13
Hiver	26,94	32,53	26,78	28,68	28,85	26,17
Année	33,82	29,58	21,70	30,18	30,40	22,22
Moyenne globale	27,86					

Ce gisement est beaucoup plus important dans l'habitat individuel promotionnel (où la moyenne est de 33,82% de la masse humide) que dans le reste des types d'habitat (où il varie en moyenne de 21,70% à 30,40%) avec une moyenne pour la ville de 27,86%. Cette proportion se rapproche de la moyenne nationale (28 %) (Brahim and Malika, 2011b) et celle de certaines villes des pays en développement : Haïti - 26.6 à 31.1% (Féniel and Marc, 2009); amman/Jordanie: 31% (Abu-Qdais, 2007); Istanbul/Turkie : 34% (Metin et al., 2003).

Les résultats de l'estimation de la répartition en pourcentage de la masse humide, des composants non fermentescibles potentiellement valorisables par recyclage sont présentés dans la figure 16 pour les quatre saisons. Ces estimations montrent que le gisement varie de 19,1% à 44,98% de la masse humide, selon les types d'habitats et selon les saisons. D'une manière générale :

- Les pourcentages les plus élevés sont enregistrés en été avec 34,84% dans l'habitat individuel colonial et au printemps avec 44,98% dans l'habitat individuel promotionnel.
- Les pourcentages les plus faibles sont enregistrés en été avec 15,92% dans l'habitat collectif social et avec 19,1% pour l'habitat illicite.

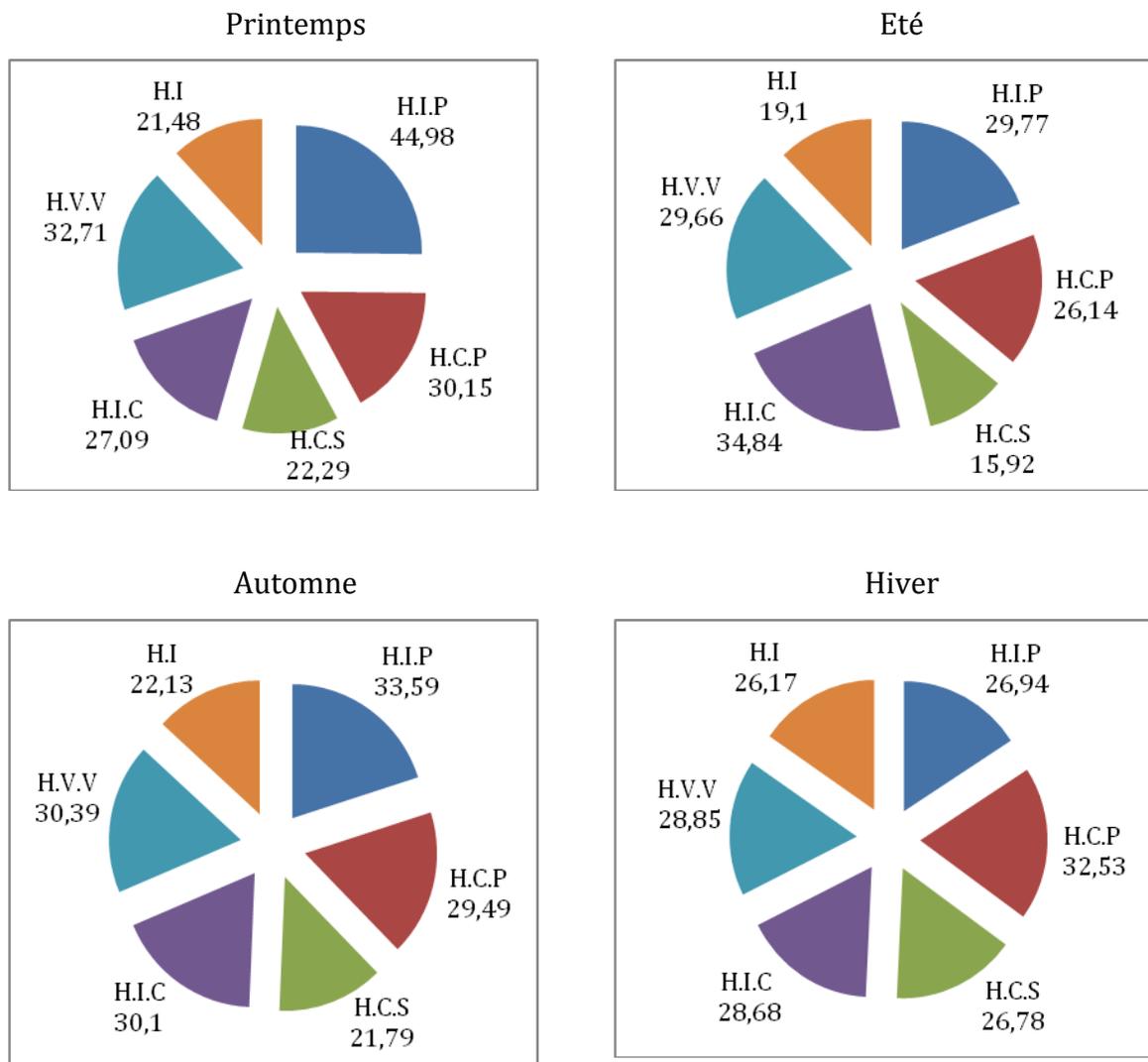


Figure 16: Estimation en pourcentage des composants recyclables pour les quatre saisons.

#### 5.4.2.2. Estimation des composants potentiellement recyclables en taux de production par habitant et par saisons

Comme pour les composants fermentescibles, l'estimation des composants valorisables par recyclage en taux de production par habitant s'est basée sur les compositions en % (en masse humide) pondérées par les taux de production des déchets par habitant, ce qui va effectivement permettre d'évaluer les quantités produites pour chaque type d'habitat.

### 5.4.2.3. Calcul des taux de production du gisement global

Les taux de production de déchets potentiellement recyclables, calculés en masse humide par habitant et par an sont présentés selon les types d'habitats et les saisons dans le tableau 24 où Il apparaît que la production annuelle de ces composants varie de 34,87 kg par habitant (pour le bas niveau de vie) à 69,14 kg par habitant (pour le haut niveau de vie). Comme pour les fermentescibles, ces différences sont importantes, puisque variant d'un facteur de près de 1 à 2.

Tableau 24: Taux de Production de déchets ménagers et assimilés et de déchets potentiellement recyclables (en kg/hab.an) dans les divers secteurs échantillonnés.

Type d'habitat	Déchets produits (kg/hab.an)	Déchets recyclables (kg/hab.an)
Habitat Individuel Promotionnel	204,4	69,14
Habitat Collectif Promotionnel	189,8	56,12
Habitat Collectif Social	171,55	37,23
Habitat Individuel Colonial	171,55	51,76
Habitat Veille Ville	149,95	45,47
Habitat Illicite	156,95	34,87

D'une manière générale, l'analyse saisonnière des taux de production par habitant (Fig. 17) montre que les plus forts taux de production des composants potentiellement recyclables sont enregistrés en été et au printemps dans l'habitat individuel promotionnel, tandis que les faibles taux de production des composants potentiellement recyclables sont enregistrés en été dans l'habitat collectif social.

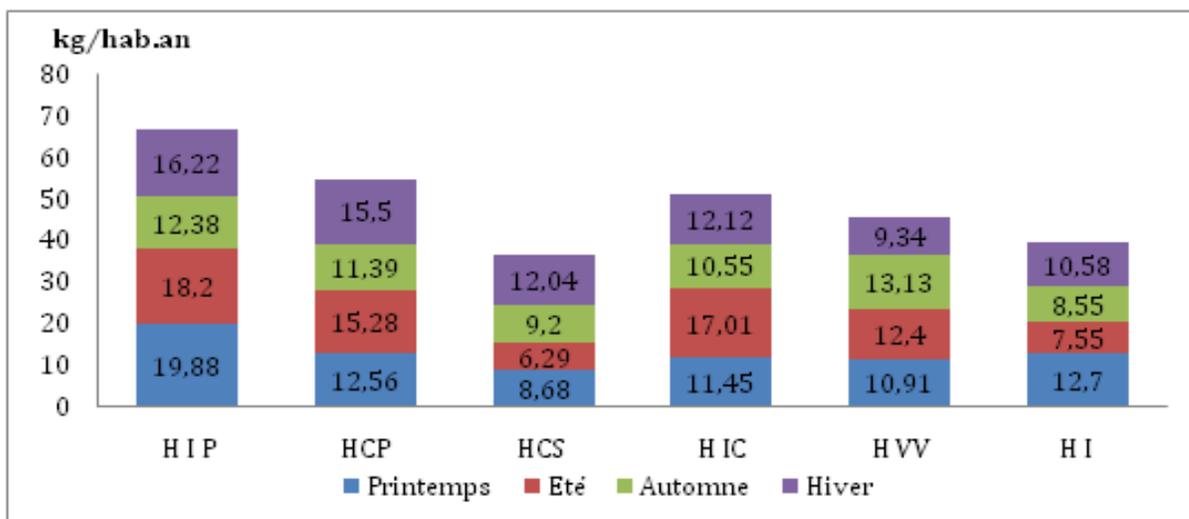


Figure 17: Taux de production annuels et saisonniers des déchets potentiellement recyclables par type d'habitat dans la ville d'Annaba.

Les taux de production correspondant à chacune des catégories des déchets valorisables par recyclages (chiffons et textiles, plastique, métaux, verre) calculés en masse humide par habitant et par an sont présentés dans la figure 18.

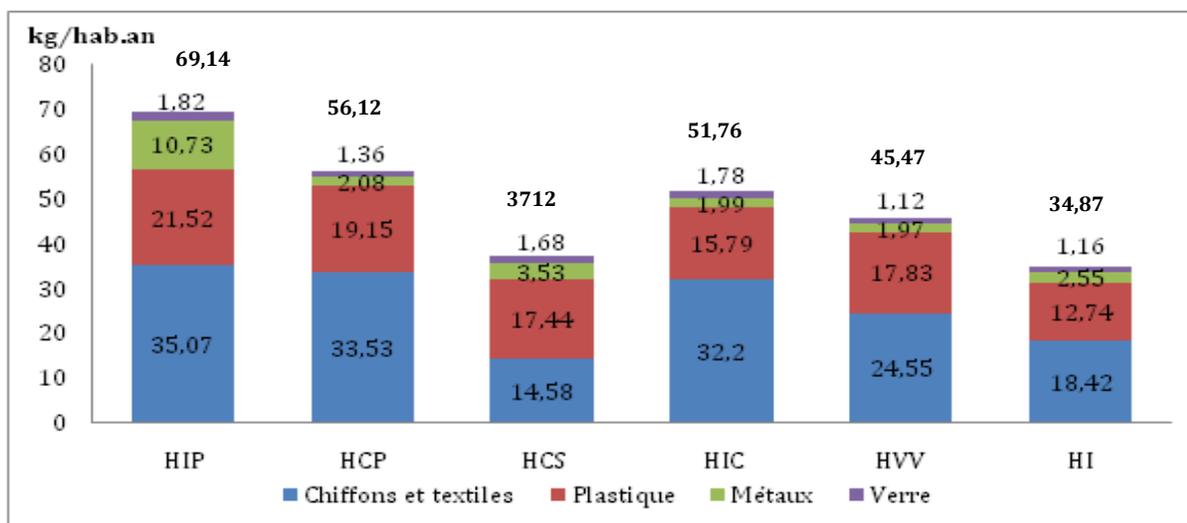


Figure 18: Taux de production de déchets potentiellement recyclables par types d'habitats dans la ville d'Annaba.

L'analyse des taux de production des catégories valorisable par recyclage, présentés par type d'habitat et par saisons dans la figure 19 montre ce qui suit :

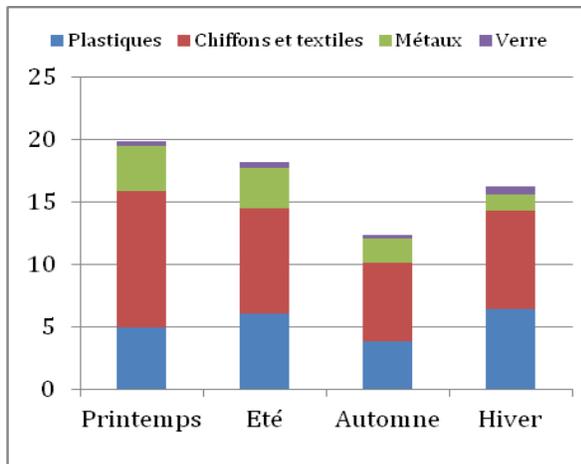
En ce qui concerne le plastique: les taux les plus élevés ont été enregistrés dans l'habitat individuel promotionnel avec 6,41 kg en hiver et 6,08 kg en été. Ces taux sont

élevés aussi en été dans l'habitat collectif promotionnel avec 6,29 kg. Les taux les plus faibles sont enregistrés dans l'habitat illicite et varient de 2,02 kg en été à 3 kg en printemps.

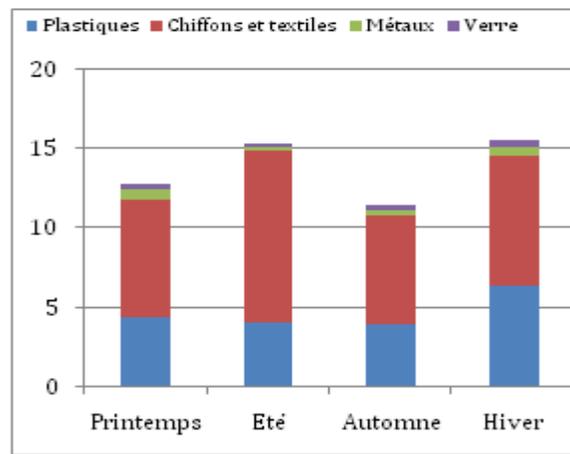
Pour la fraction chiffons et textiles : les taux les plus élevés ont été enregistrés en été varient de 11,9 kg chez l'habitat collectif social à 10,82 kg chez l'habitat individuel promotionnel ; en printemps on note aussi chez l'habitat individuel promotionnel un taux de 10,88 kg, tandis que pour les restes types d'habitat ces taux varient pour les quatre saisons de 2 Kg à 7 Kg.

Pour la fraction métaux : on note une génération de la fraction des métaux particulière dans l'habitat individuel promotionnel avec 3,25 kg en été et 3,66 kg en printemps, tandis que pour les restes types d'habitat ces taux varient pour les quatre saisons de 0,15 Kg à 2 Kg.

Pour la fraction de verre : les taux les plus élevés ont été enregistrés en été avec 0,91 kg chez l'habitat collectif social, tandis que les taux les plus faibles on été enregistrés dans l'habitat illicite en printemps avec 0,05 kg.



HIP



HCP

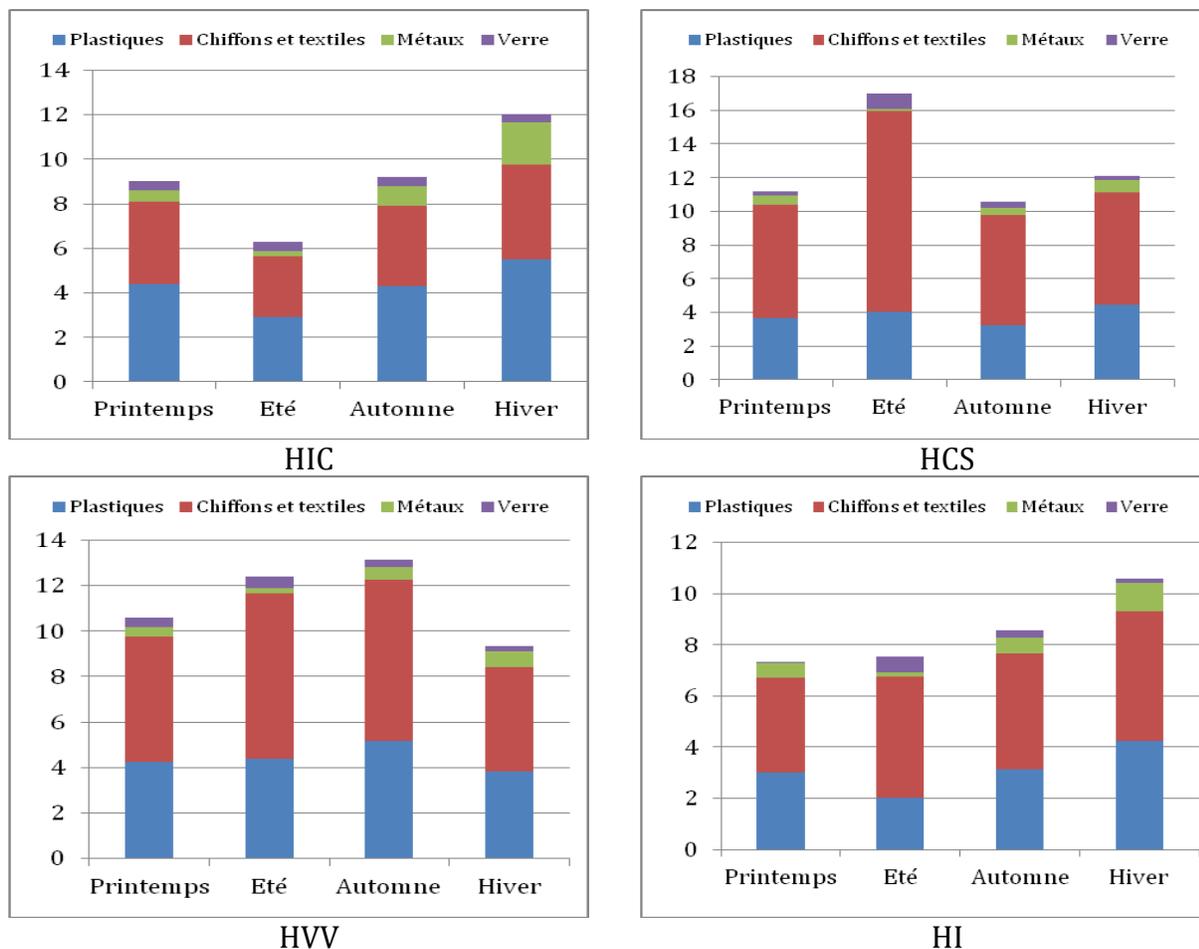


Figure 19: Variation saisonnière des taux de production des catégories recyclables dans les types d'habitats dans la ville d'Annaba

### 5.5. La composition moyenne globale des déchets ménagers de la ville d'Annaba

Le chef-lieu de la commune d'Annaba se compose de 306 districts urbains, dont 151 districts sont habitat collectif social abritant 50,08% de la population, 85 districts sont habitat individuel promotionnel comptant 27,59% de la population, 35 districts sont habitat individuel colonial qui compte 11,81% de la population, 16 districts sont habitat collectif promotionnel est représentent 4,04% de la population, 7 districts habitat illicite comptant 3,04 % de la population, et 2 districts à habitat mixte<sup>21</sup> comptant 0,69% de population total (Tableau 25).

<sup>21</sup> Dans ces deux districts on assiste à la coexistence de l'habitat collectif promotionnel et l'habitat collectif social

Tableau 25: Le nombre de populations relatives à chaque type d'habitat dans la commune d'Annaba.

Secteurs	HIP	HCP	HIC	HCS	HI	HVV	HMIX	Annaba ville
Nombre des districts	85	16	35	151	7	10	2	306
Nombre de population	63709	9325	27278	115633	6380	7009	1584	230918
Population %	27,59	4,04	11,81	50,08	2,76	3,04	0,69	100 %

Les campagnes d'échantillonnages objets de cette thèse nous ont fournées la composition moyenne relative à chaque type d'habitat par habitant, ainsi si l'on exploite ces résultats pour calculer la production et la composition moyenne annuelle par habitant en utilisant les données dans le tableau précédent, on obtient une production de 181,1 Kg/habitant/an (Fig. 20) dont la composition est distribuée comme suit :

- environ la moitié des déchets ménagers produits à Annaba est composée de déchets organiques, soit 86,3 kg par habitant et par an.
- l'autre moitié comporte les 10 composants restants, dont une part majoritaire est composée de textile et textile sanitaire (24,6 kg/habitant/an), de fine (-20 mm) (23,6 kg/habitant/an), de plastique (18,5 kg/habitant/an), et de papier & carton (10 kg/habitant/an).

Si l'on compare cette composition à celle de la capitale de la Tunisie (Ben Ammar, 2006), on constate que le Bônois produit annuellement :

- moins de déchets organiques que le Tunisois (86,3 kg contre 128 kg),
- plus de plastiques que le Tunisois (18,5 kg contre 12 kg).
- 4 fois moins de papier & carton que le Tunisois (10,1 kg contre 43 kg)
- presque la même quantité de métaux que le Tunisois (5,7 kg contre 7 kg)
- moins de verre que le Tunisois (1,7 kg contre 5 kg)

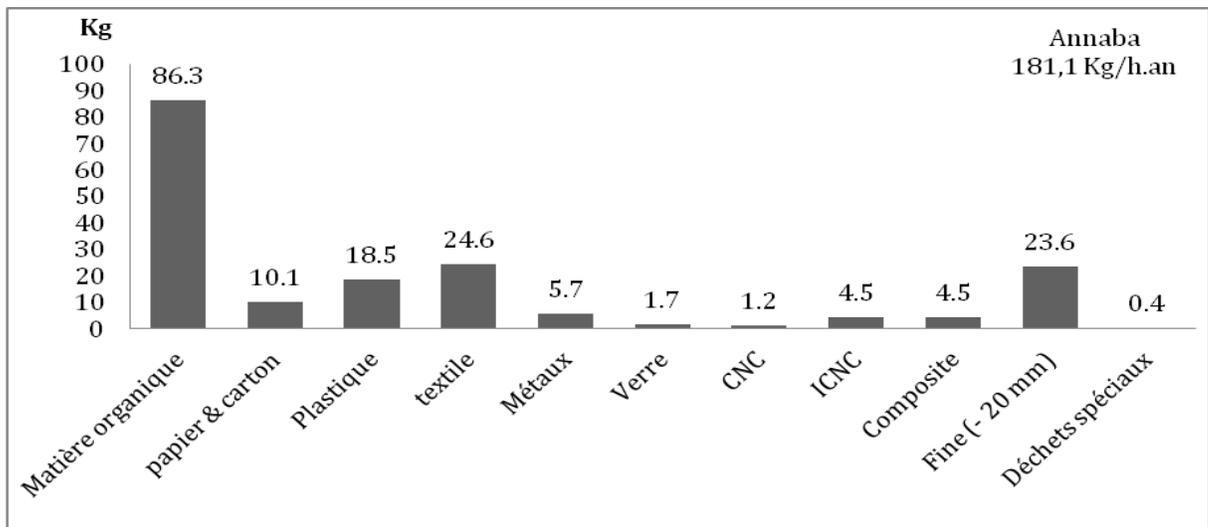


Figure 20: Production moyenne des déchets ménagers dans la ville d'Annaba

### 5.6. Contribution à la gestion des déchets ménagers dans la ville d'Annaba

Dans la ville d'Annaba, la volonté de développement d'une filière de valorisation des déchets ménagers par le tri sélectif à la source nécessite la connaissance en terme quantitatif de différentes fractions composant les déchets ménagers par districts.

Ainsi, les résultats des différentes campagnes d'échantillonnage présentés dans le chapitre précédent révèlent que les résidents du haut niveau de vie génèrent annuellement plus de déchets recyclables et fermentescibles que les autres habitants. Ce qui nous permet de supposer préliminairement que les districts à habitat individuel et collectif promotionnel peuvent faire l'objet d'une activité spécifique de récupération par tri sélectif. Néanmoins, en termes de quantité, une généralisation des résultats de la production de déchets s'impose, et elle doit tenir compte aussi bien du type d'habitat de chaque district que sa population.

C'est pour cela que dans cette partie de la thèse nous allons étudier la différenciation en terme spatiale en cartographiant la distribution des divers flux des déchets ménagers selon deux échelles.

Premièrement, cette différenciation spatiale va être exprimée à l'échelle de la ville d'Annaba, pour être ensuite exposée par secteurs administratifs vu que ces derniers représentent les unités de collecte des déchets ménagers.

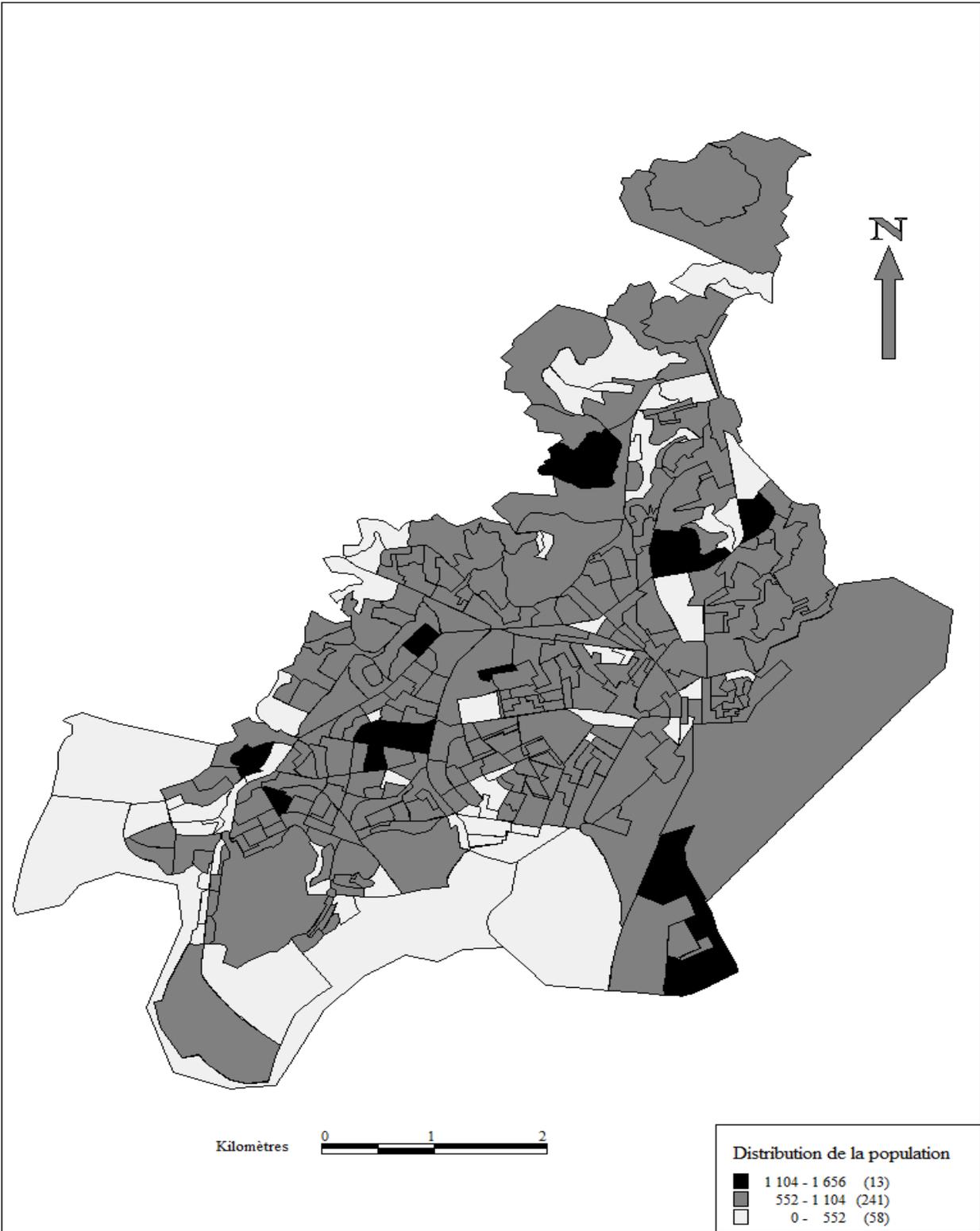
Nous avons choisi de classer les districts de la ville d'Annaba selon le nombre de populations en trois classes de même amplitude (552 habitants). Cette classification

(Carte. 4) montre que 58 districts comptent chacun une population moins de 552 habitants, 241 districts comptent chacun une population entre 552 et 1104 habitants, et les 13 districts restants comptent chacun une population entre 1104 et 1656 habitants.

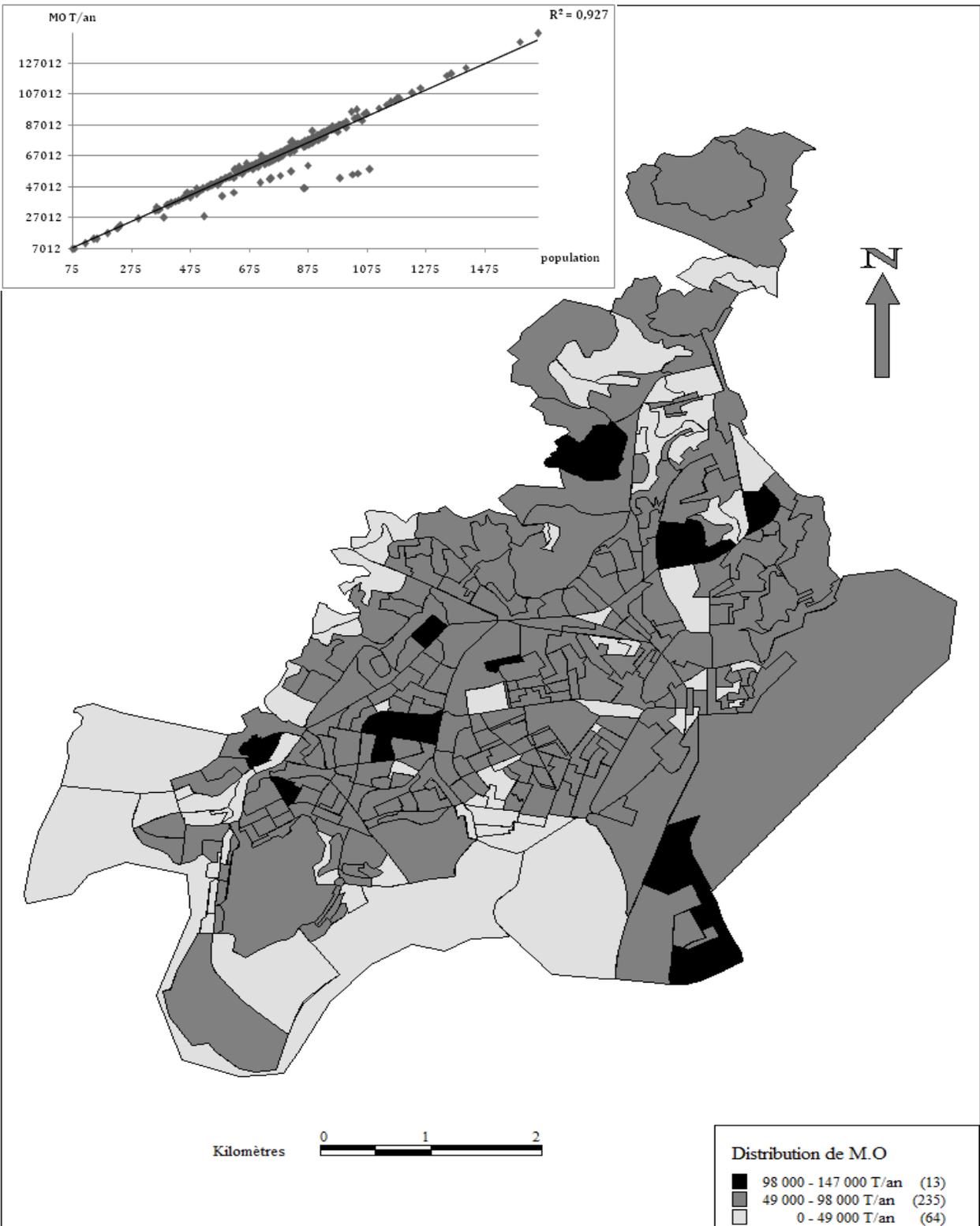
### **5.6.1. La distribution des tonnages annuels des diverses fractions des déchets ménagers dans la ville d'Annaba**

La distribution des tonnages annuels de certaines fractions des déchets à travers la ville est étroitement liée à la distribution de population comme c'est le cas pour les fractions matière organique (Carte. 5), papier & carton, plastique, les verres, et les fines (- 20mm) (voire Carte. 11, 12, 13, 14 annexe B). Le calcul du coefficient de corrélation entre la distribution de la population et les tonnages annuels de ces fractions donne un coefficient  $R^2=0,757$  pour le papier & carton,  $R^2= 0,927$  pour la matière organique,  $R^2= 0,891$  pour les verres,  $R^2= 0,840$  pour les plastiques, et  $R^2 = 0,925$  pour les particules fines. Cela révèle une relation directe très étroite entre la production annuelle de ces fractions et le volume de population, parce qu'il s'agit des fractions dont l'usage est courant par la population quelque soit le niveau de vie. Cependant, la présence d'une corrélation positive entre le volume de la population et la fraction des fines (- 20mm) se justifie par la difficulté technique pour le tri de cette fraction qui comporte un mélange des déchets dont la taille ne dépasse pas 20mm.

Par contre, pour les fractions métaux, composites, combustibles non classés, incombustibles non classés, déchets spéciaux et textiles, les coefficients de corrélation sont respectivement de 0,151 ; 0,248 ; 0,036 ; 0,233 ; 0,267 ; 0,298. Ce qui montre la faible corrélation entre les tonnages annuels de ces fractions et la population. Néanmoins, des corrélations partielles sont remarquées pour certains districts, comme c'est le cas pour les fractions CNC et ICNC dont les tonnages annuels sont fortement remarquables dans les districts à habitat illicite (voire Fig. 15, 16, 17, 18, 19, 20 annexe C).



Carte 4: Distribution de la population par districts dans la ville d'Annaba.



Carte 5: Carte de la distribution des tonnages annuels de la matière organique par districts.

### 5.6.2. Composition des déchets ménagers par secteur administratif dans la ville d'Annaba

Les résultats du présent travail sont sensés permettre aux décideurs locaux une connaissance précise concernant les gisements des déchets ménagers. Ainsi, dans cette partie de la thèse nous allons fournir la composition des tonnages journaliers générés par type de valorisation (compostage, recyclage et mise en décharge) et par secteur administratif, parce que l'organisation de la collecte et du transport est faite d'une part par secteurs que, et c'est autour de ce zonage qu'une éventuelle activité de valorisation par recyclage ou bien par fermentation (compost) pourrait avoir lieu d'autre part.

Tableau 26: La typologie et le nombre de districts dans chaque secteur administratif

	Secteur1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4	Secteur 5
HIP	31	2	12	15	25
HCP		1	13	2	
HIC	6	15	1	12	1
HCS	11	31	82	20	7
HVV	10				
HI	2		5		
HMIX				2	
Population	47777	36458	83196	40259	23228
T/j	24,06	17,21	40,25	20,17	12,53

En utilisant les données du tableau ci-dessus, nous avons pu cartographier avec précision les tonnages journaliers générés par secteur administratif. Les figures 28, 29, 30, 31 et 32 représentent les distributions des tonnages journaliers relatifs aux différentes fractions des déchets par secteur administratif.

#### Secteur 1

Un système de tri sélectif à la source va permettre la récupération d'une quantité de 10,96 T/j, dont 45,5% du tonnage journalier généré dans ce secteur est composé de matière organique compostable, et 35,6% représente, les quantités du papier & carton, plastique, verre et métaux valorisables par recyclage, soit un gisement globale valorisable de 8,58 T/j . Le reste représente 18,9% soit une quantité de 4,56 T/j qui peuvent être mis en décharge comportant les fractions CNC, INCN, composite, fine particule, et déchets spéciaux.

Un système de tri sélectif à la source en apporte volontaire se justifiera pour les 31 districts HIP, 6 districts HIC, et les 11 districts HCS, néanmoins, les 10 districts HVV peuvent

faire l'objet d'un système de tri sélectif en porte en porte.

### **Secteur 2**

Un système de tri sélectif à la source dans ce secteur va permettre la récupération d'une quantité de 8,74 T/j de matière organique compostable et qui représente 50,8% du tonnage journalier généré dans ce secteur, 30,4 % soit 5,24 T/j sont les quantités du papier & carton, plastique, verre et métaux valorisables par recyclage. Le reste présente 18,7% soit une quantité de 3,22 T/j qui peuvent être mis en décharge CNC, INCN, composite, fine particule, et déchets spéciaux. Tous les districts de ce secteur administratif peuvent faire l'objet d'un système de tri sélectif en apport volontaire.

### **Secteur 3**

La collecte sélective à la source dans ce secteur va permettre la récupération d'une quantité de 19,84 T/j de matière organique compostable, et qui présente 49,3 % du tonnage journalier généré dans ce secteur, 30,49 % soit 12,27 T/j sont les quantités du papier & carton, plastique, verre et métaux valorisables par recyclage. Le reste présente 20,18% soit une quantité de 8,12 T/j qui peuvent être mis en décharge CNC, INCN, composite, fine particule, et déchets spéciaux. Un système de tri sélectif à la source en apporte volontaire se justifiera pour tous les districts sauf pour les 5 districts à HI.

### **Secteur 4**

La collecte sélective à la source dans ce secteur va permettre la récupération d'une quantité de 9,67 T/j de matière organique compostable, et qui présente 47,94 % du tonnage journalier généré dans ce secteur, 32,82 % soit 6,62 T/j sont les quantités du papier & carton, plastique, verre et métaux valorisables par recyclage. Le reste présente 18,2 % soit une quantité de 3,67 T/j qui peuvent être mis en décharge CNC, INCN, composite, fine particule, et déchets spéciaux. Un système de tri sélectif à la source en apporte volontaire se justifiera pour tous les districts de ce secteur.

### **Secteur 5**

La collecte sélective à la source dans ce secteur va permettre la récupération d'une quantité de 9,67 T/j de matière organique compostable, et qui présente 44,72 % du tonnage journalier généré dans ce secteur, 37,11 % soit 4,65 T/j sont les quantités du papier & carton, plastique, verre et métaux valorisables par recyclage. Le reste représente 18,17 % soit une quantité de 2,28 T/j qui peuvent être mis en décharge CNC, INCN, composite, fine

particule, et déchets spéciaux. Un système de tri sélectif à la source en apporte volontaire se justifiera pour tous les districts sauf pour les 5 districts à HI.

### **Les déchets compostables**

Les déchets qui peuvent faire l'objet d'une activité de valorisation par compostage constituent 48,08 % des déchets générés chaque jour dans la ville d'Annaba, soit 54,82 T/j, et 1464,3 T/mois, et constituent 53,27% soit 60,735 T/j du gisement journalier total si l'on ajoute les tonnages de papier & carton.

Les tonnages journaliers les plus importants de ce gisement sont enregistrés dans le secteur 3 avec 19,847 T/j, et 22,31 T/j en comptant les tonnages du papier & carton tandis que les tonnages les plus faibles sont enregistrés au niveau du secteur administratif 5.

### **Déchets recyclables**

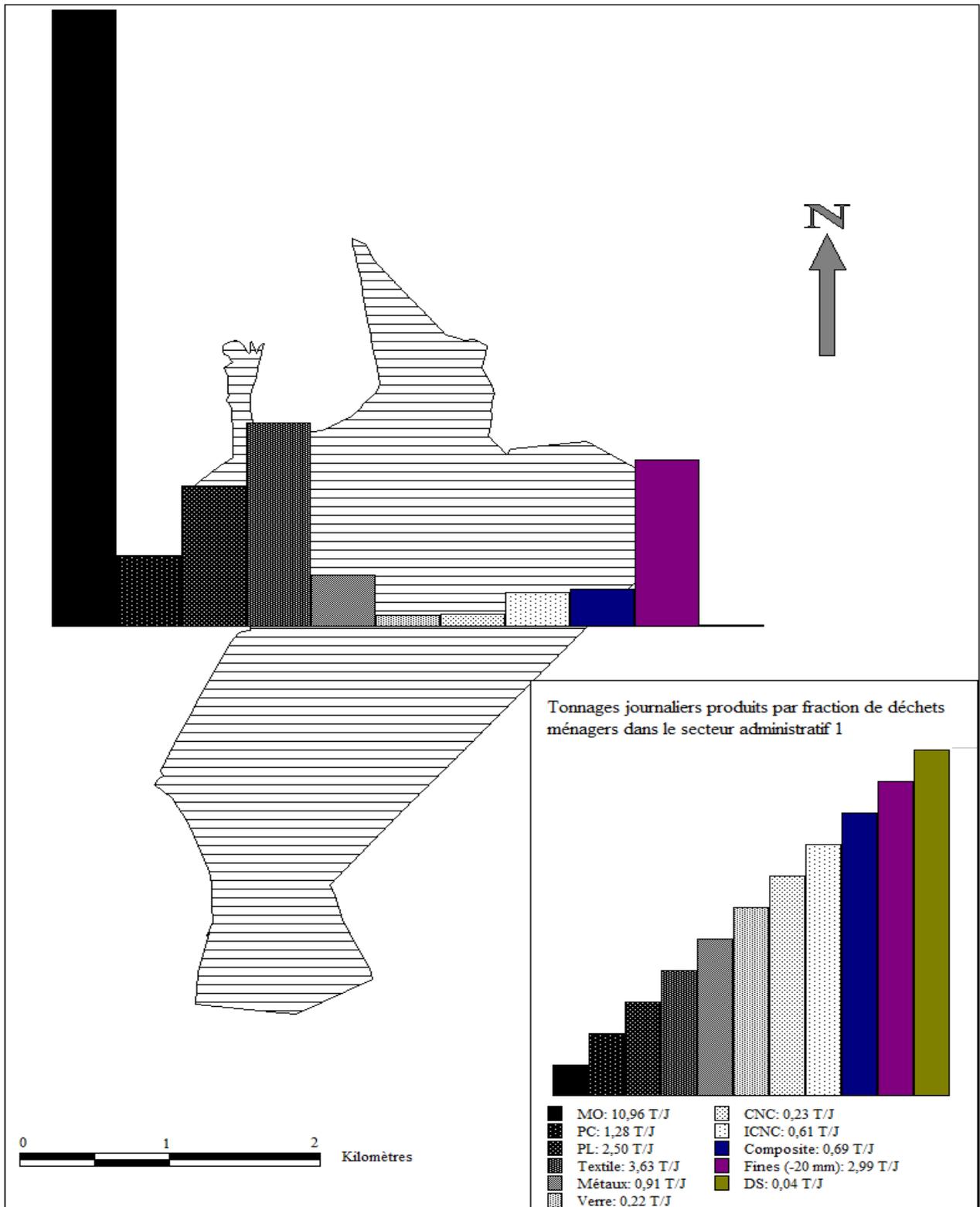
Le développement de filières de valorisation par recyclage des déchets ménagers dans la ville d'Annaba peut diminuer les quantités à mettre en décharge à 32,73 %, soit 37,32 T/j ou 982 T/mois ; les tonnages les plus importants sont enregistrés dans le secteur 3 tandis que les tonnages les plus faibles sont enregistrés au niveau du secteur administratif 5.

### **Déchets stockables**

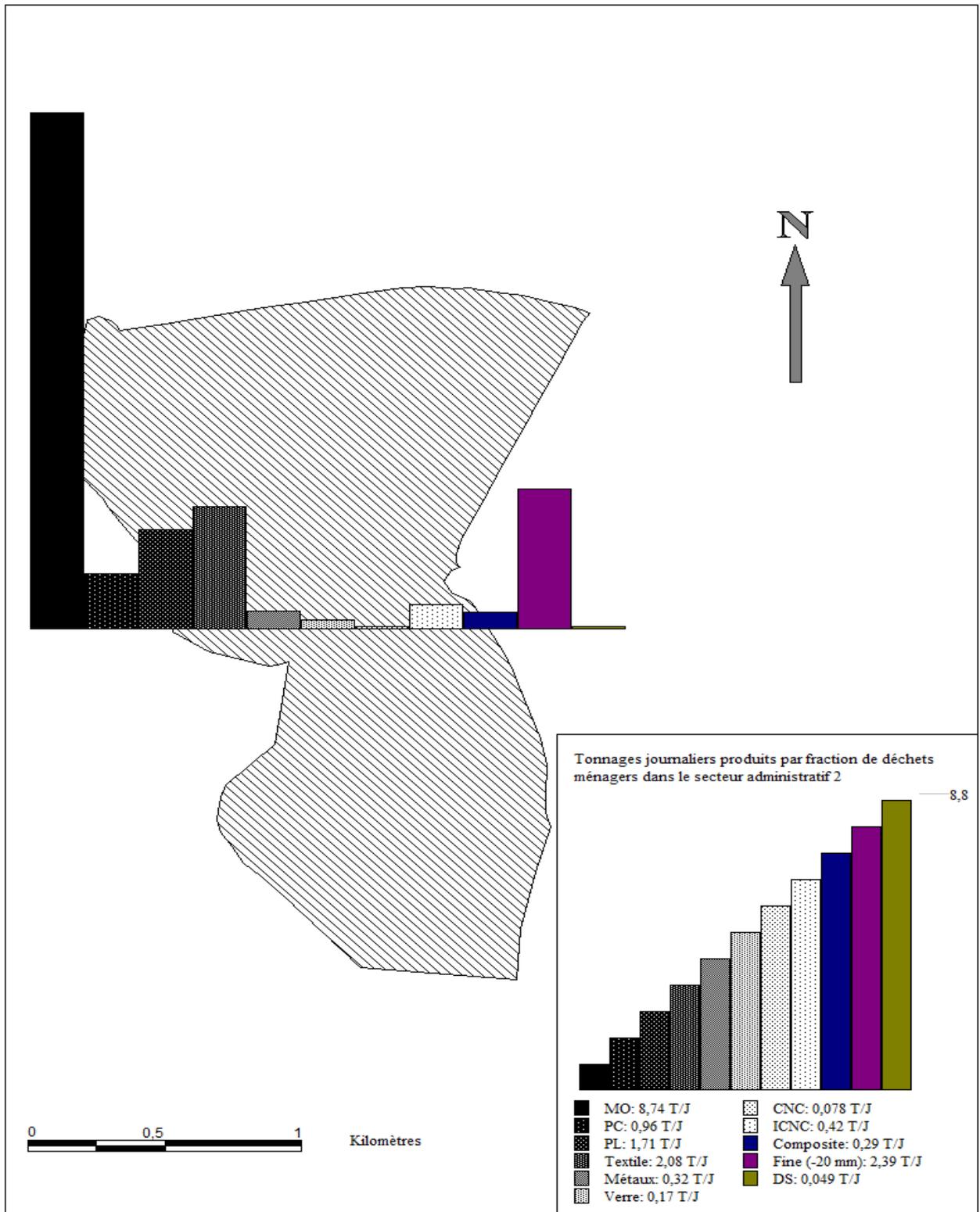
Les gisements qui peuvent être mis en décharge quotidiennement dans la ville d'Annaba sans un grand risque pour l'environnement constituent 19.16 % soit 21.85 t/j, les tonnages les plus importants sont enregistrés dans le secteur administratif 3 tandis que les tonnages les plus faibles sont enregistrés au niveau du secteur administratif 5.

si l'on prend l'expérience Tunisienne où depuis 1994 le tri sélectif à la source a été successivement implanté sous ses diverses formes, que ce soit (PAP) pour les trois fractions (organique, recyclable, toxique), ou bien (AV) pour les emballages ménagers, ou bien (AR) pour les fractions plastique et métaux, on constate que tous ces systèmes ont été testé puis abandonnés, parce que la collecte sélective s'est avérée coûteuse, et peu efficace, et cela revient au premier lieu :

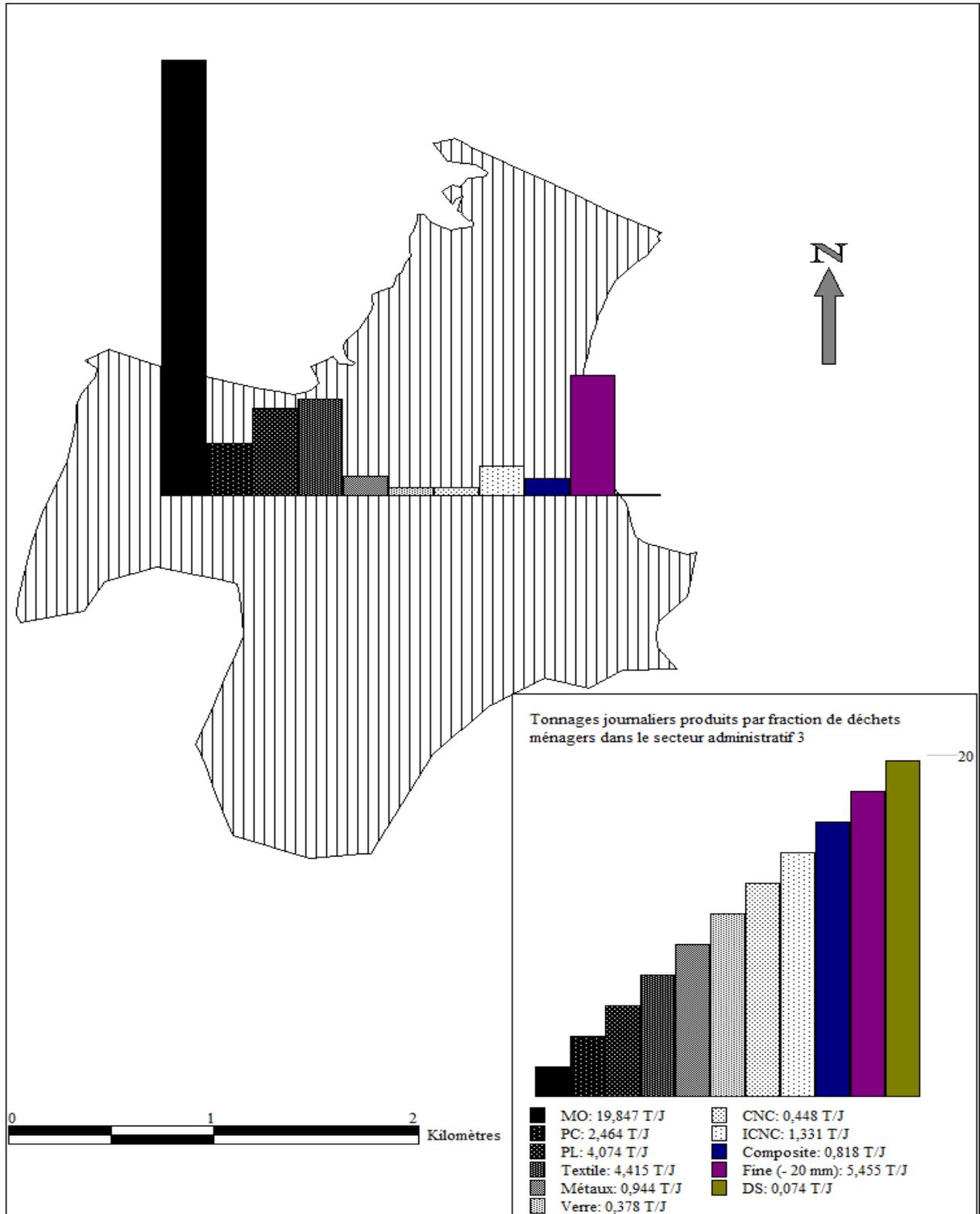
- un taux de tri faible, pour les types de collecte sélectif PAP et AV.
- un cout de collecte en AR 20 fois plus chère que la collecte en mélange.
- l'absence de filière de recyclage organisées faute d'existence du marché.



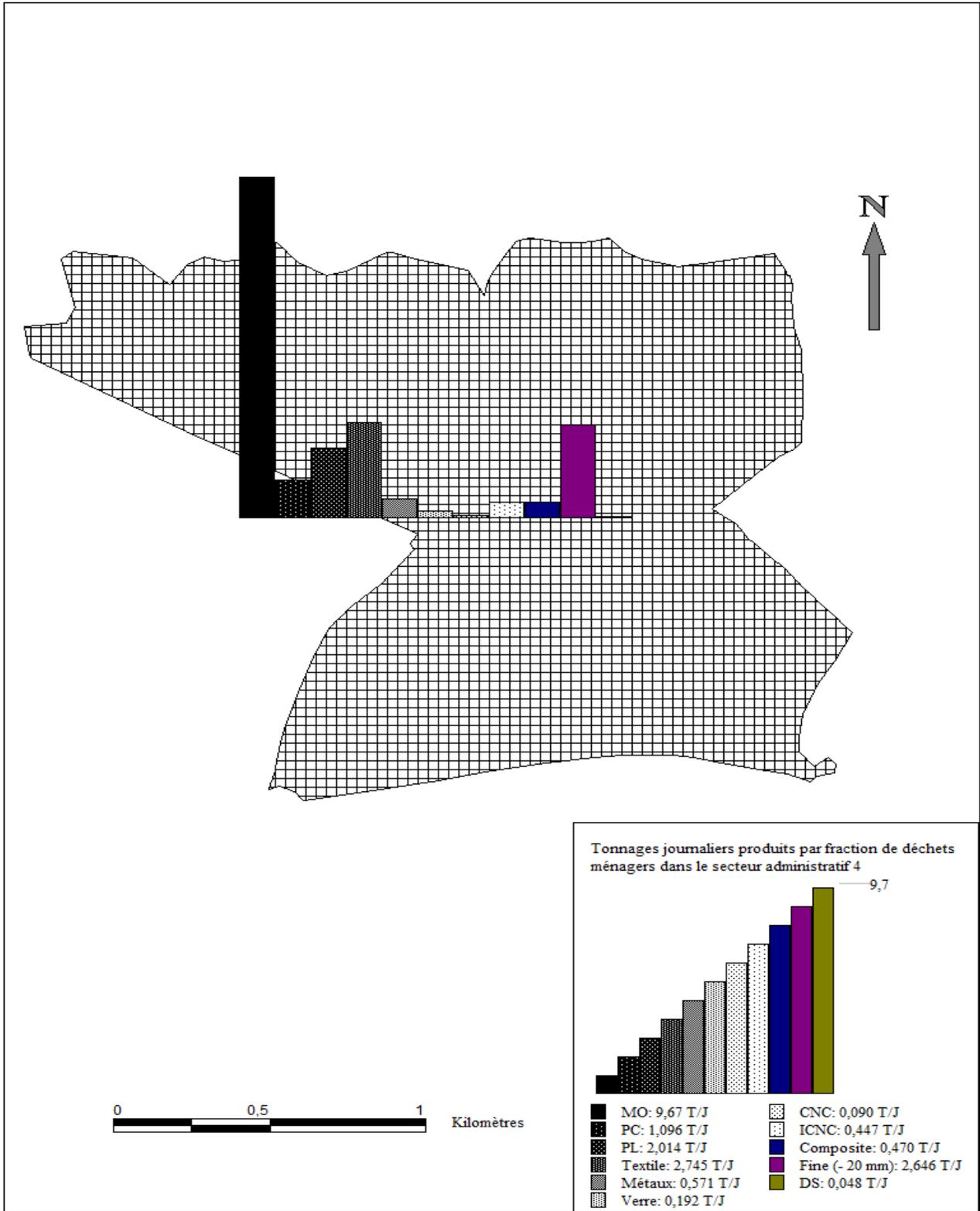
Carte 6 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 1



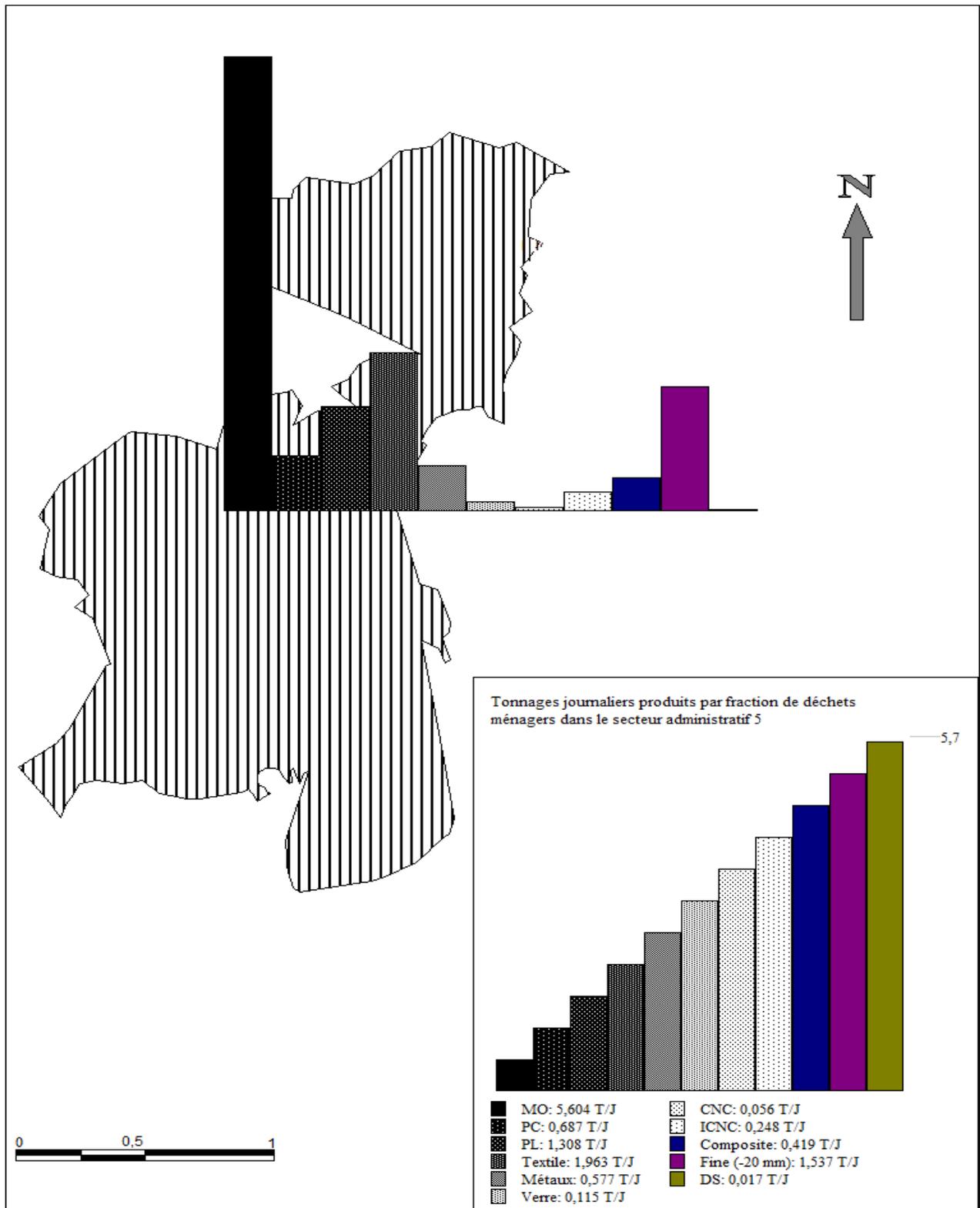
Carte 7 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 2



Carte 8 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 3



Carte 9 : Carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 4



Carte 10 : carte du tonnage journalier de différentes fractions des déchets dans le secteur 5

## Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire avait pour objet une aide à la décision en matière de gestion des déchets urbains solides dans la ville d'Annaba. L'analyse de la problématique de gestion des déchets urbains solides dans les pays en voie de développement et la synthèse des causes influençant l'état de service de propreté en Algérie à l'aide du diagramme d'Ishikawa, mettent en évidence diverses difficultés d'ordre organisationnel, d'acteurs, de pratique des usagers et de fonctionnement. Analysé dans le contexte de la ville d'Annaba, le problème de fonctionnement de service de propreté est vécu comme étant un problème d'évacuation des ordures ménagères hors des quartiers. Néanmoins, ce sont les modes de valorisation et d'élimination, qui guideront la résolution des problèmes d'évacuation.

Dépassés par les quantités d'ordures ménagères à évacuer quotidiennement, et pour répondre à des impératifs plus actuels de réduction à la source et de recyclage, les décideurs en charge de cette question se préparent pour la mise en place d'un système de tri sélectif à la source chez les ménages. Une solution nécessitant d'une part une connaissance précise des gisements des déchets ménagers en terme quantitatif et qualitatif, mais aussi sa dispersion spatiale d'autre part.

Une méthodologie d'approche basée sur un prélèvement des échantillons des déchets à la source auprès des ménages pendant quatre saisons à été adoptée, où le type d'habitat a été l'indicateur de stratification et l'unité spatiale d'échantillonnage. Puis, quatre campagnes d'échantillonnage, de pesée, et de tri ont été menées, et dont les principaux résultats ont permis de déterminer :

- La génération des déchets par type d'habitat, par jour et par an.
- La composition des déchets ménagers en catégories, par type d'habitat et par saison.
- La composition moyenne des déchets dans la ville d'Annaba, avec une comparaison de cette composition avec celle obtenue dans les décharges d'Ouled fayet à Alger et d'Outaya à Biskra.
- La variabilité de la composition annuelle des déchets de la ville d'Annaba par type d'habitat.
- L'estimation des composants valorisables par compostage et par recyclage.

- La distribution des tonnages annuels des diverses fractions des déchets ménagers dans la ville d'Annaba par districts.

- La génération et la composition des déchets ménagers par secteur administratif dans la ville d'Annaba.

Nos résultats nous montrent que la génération des déchets ménagers dans la ville d'Annaba est fonction des saisons et du type d'habitat où les résidents de HCP et HIP génèrent quotidiennement plus de déchets que les autres types d'habitats. La production annuelle varie de 149,95 kg/an dans les types d'habitats à niveau de vie faible, à 204,4 kg/an dans les types d'habitats à haut niveau de vie avec une moyenne de 181 kg/an.

Les déchets ménagers de la ville d'Annaba sont principalement constitués de déchets putrescibles avec une proportion de 46%. Les fractions textiles, plastiques, papier et carton représentent respectivement 15,10%, 10,01%, et 5% ; les fines présentent 12%.

L'analyse de la variabilité de la composition annuelle des déchets de la ville d'Annaba par type d'habitat montre que l'habitat illicite génère moins de matière organique par rapport aux autres types d'habitats. L'habitat collectif social génère moins de textile que le reste des types d'habitats. L'habitat illicite génère (en %) plus de déchets combustibles et incombustibles que le reste des types d'habitats et correspond au plus faible pourcentage en particules fines.

L'estimation des composants valorisables par compostage par saison et par type d'habitat montre : que l'habitat illicite génère (en %) moins de composants fermentescibles (de 28,45% en été à 46,2% en hiver) avec une production annuelle de 60,32 kg ; que les pourcentages les plus élevés sont enregistrés chez les résidents de l'habitat individuel et collectif promotionnel (de 40,92% au printemps à 62,72% en hiver) avec une production annuelle variant de 98,85 kg à 105,58 kg chez l'habitat collectif promotionnel.

L'estimation des composants valorisables par recyclage par saison et par type d'habitat montre que les pourcentages les plus élevés de ce gisement sont enregistrés dans l'habitat individuel promotionnel avec 44,98% et 69,14 kg/an, tandis que les pourcentages les plus faibles sont enregistrés en été avec 15,92% et 37,23 kg/an dans l'habitat collectif social, et avec 19,1% et 34,87 kg/ an dans l'habitat illicite.

Le calcul de coefficient de corrélation entre la distribution de la population et les tonnages annuels des papiers & cartons, la matière organique, les verres, les plastiques,

montre une forte corrélation entre la production annuelle des ces fractions et la population, tandis que pour les fractions restantes le teste montre une faible corrélation entre les tonnages annuels de ces fractions et la population, avec des corrélations partielles significatives pour certains types d'habitat.

La génération par type de valorisation et par secteur administratif des déchets ménagers montre que le secteur 3 génère quotidiennement plus de déchets que le reste des secteurs avec 40,25 T/j dont 19,84 T/j est fermentescible, 12,27 T/j recyclable et 8,12 T/j représente la quantité qui peut être mise en décharge ; tandis que le secteur 5 génère quotidiennement le tonnage le plus faible de 12,53 T/j dont 9,67 T/j est fermentescible, 4,65 T/j recyclable et 2,28 T/j est la quantité qui peut être mise en décharge.

Le tri sélectif à la source chez les ménages se justifierait vu les quantités des déchets fermentescibles et recyclables estimés dans ce travail de thèse, mais sa mise en place nécessite non seulement le redéploiement du système de collecte actuelle, mais aussi la mobilisation de la société civile, sa sensibilisation, son encadrement pour les inciter à trier à la source ses déchets.

Les résultats de cette thèse ouvrent la perspective de recherche suivante :

- Le choix dans la ville, des zones cibles pour y lancer une enquête auprès des ménages pour évaluer l'aptitude et la disponibilité de la population à un système de tri sélectif.
- Une étude de la faisabilité technico-économique de ce système qui doit prendre en compte l'état des voiries, l'accessibilité des quartiers, et l'utilisation des résultats fournis par cette étude par type d'habitat relatif à la production moyenne de déchets ménagers par habitant par jour, dans le cadre d'une démarche visant le choix des dispositifs techniques adéquats pour la pré-collecte, ainsi que le redéploiement de système actuel de collecte (affectation du matériel de collecte, la fréquence de collecte..Etc.).
- Une étude visant le choix dans la ville des zones qui peuvent servir de centre de transit dans le cadre d'une étude visant l'optimisation du système de collecte.

## Bibliographie

- Abdeljawad, A. Abdelwahab, 1997. Les technologies de recyclage des déchets, l'encyclopédie de l'environnement du monde arabe.
- Abu-Qdais, H., 2007. Techno-economic assessment of municipal solid waste management in Jordan. *Waste Manag.* 27, 1666–1672.
- Adair, P., Bellache, Y., 2012. Emploi et secteurs informels en Algérie: Déterminants, segmentation et mobilité de la main-d'œuvre. *Région Dév.* 35, 121–149.
- Adedibu, A. A., 1985. A comparative analysis of solid waste composition and generation in two cities of a developing nation. *The Environmentalist* 5, 123–127.
- Ademe, 1993. Méthode de caractérisation des ordures ménagères, MODECOMTM – manuel de base agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, France.
- Ademe, 2001. How to assess your household waste stream? European measurement network for the characterization of household waste.
- AFNOR (XPX 30-411), 1996. Guide d'élaboration de procédures d'échantillonnage.
- Aina, M., 2006. Expertise des centres d'enfouissement des déchets urbains dans les PED : contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et sa validation expérimentale (Thèse de doctorat). Université de Limoges.
- Apollinaire, T., 2003. La gestion des déchets solides ménagers à Niamey au Niger: essai pour une stratégie de gestion durable (thèse de doctorat). L'institut National des sciences appliquées de Lyon (France).
- Asi Eugene Ndum, M.S., 2013. Bottom-Up Approach to Sustainable Solid Waste Management in African Countries. Brandenburg, Cottbus, Germany.
- Aude, L., 2007. Mission préparatoire «déchets: découverte du marché algérien».
- Auger, D., 2008. Guide sur la collecte sélective des matières recyclables, Vasa.
- Bandara, N.J.G., Hettiaratchi, J.P., Wirasinghe, S., Pilapiiya, S., 2007. Relation of waste generation and composition to socio-economic factors: a case study. *Environ. Monit. Assess.* 135, 31–39.
- Ben Ammar, S., 2006. Les enjeux de la caractérisation des déchets ménagers pour le choix de traitements adaptés dans les pays en développement, résultats de la caractérisation dans le grand Tunis, mise au point d'une méthode adaptée. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Lorraine.
- Botta, H., Berdier, C., Deleuil, J.-M., 2002. Enjeux de la propreté urbaine. Press. Polytech. Univ. Romandes, Lausanne 11– 16.
- Boyer, L., Equilbey, N., 2003. Organisation théories et applications. p. 21.
- Brahim, D., 2012. La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (thèse de doctorat). Rouen.
- Brahim, D., Malika, A.Z.-C., 2011. La gestion intégrée des déchets solides en Algérie, contraintes et limites de sa mise en œuvre, working paper CIRIEC N°/04.
- Brahim, D., Mourad, K., Sahad, Z., 2012. L'impact social et environnemental du secteur informel des déchets solides en Algérie, 15.
- Bras, A., 2010. Eléments pour une définition de la problématique de la propreté urbaine en

- Haiti: le cas du Port-au-Prince (thèse de doctorat). L'institut national des sciences appliquées de Lyon (France).
- Brousse, J., 2005. Incinération des déchets ménagers: la grande peur. *Le chercheur midi*.
- Brunner, P.H., Ernst, W.R., 1986. Alternative methods for the analysis of municipal solid waste. *Waste Manag. Res.* 4, 147–160.
- Buenrostro, O., Bocco, G., 2003. Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resour. Conserv. Recycl.* 39, 251–263.
- Buenrostro, O., Bocco, G., Cram, S., 2001. Classification of sources of municipal solid wastes in developing countries. *Resour. Conserv. Recycl.* 32, 29–41.
- Charnay, F., 2005. Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement: élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost (thèse de doctorat). Université de Limoges.
- Cheniti, H., Serradj, T., Brahamia, K., Makhlof, A., Guerraiche, S., 2013. Physical knowledge of household waste in Algeria: Generation and composition in the town of Annaba. *Waste Manag. Res. J. Int. Solid Wastes Public Clean. Assoc. ISWA* 31, 1180–6.
- Couth, R. & Trois, C. (2010) Carbon emissions reduction strategies in Africa from improved waste management: A review. *Waste Manag.* (30)11, 2336-2346.
- De Vreyer, P., 1993. Une analyse économétrique de la demande d'éducation en Côte-d'Ivoire. *Rev. D'économie Dév.* 3, 51–79.
- Décret exécutif n°08-142, du 5 Joumada El Oula 1429 correspondant au 11 mai 2008 fixant les règles d'attribution du logement public locatif, Chapitre I, Art. 4.
- Diawara, A.B., 2010. Les déchets solides à Dakar. *Environnement, société et gestion urbaine*. Université Bordeaux III Michel de Montaigne.
- Dickerson, G.W., 1999. Solid Waste: Trash to Treasury in an Urban Environment. *N. M. J. Sci.*
- Diop, O., 1988. Contribution à l'Etude de la Gestion des Déchets Solides de Dakar: Analyse systémique et Aide à la Décision (thèse de doctorat en Génie Rural et Géométrie). Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.
- Djorfi, S., Foufou, A., Majour, H., Belloulou, L., Hani, A., Djabri, L., 2010. Impact de la decharge publique d'annaba sur la qualite des eaux de la plaine de l'oued zied 1 5–9.
- El-fadel, M., Bou-Zeid, E., Chahine, W., Alayli, B., 2002. Temporal variation of leachate quality from pre-sorted and baled municipal solid waste with high organic and moisture content. *Waste Manag.* 22, 269–282.
- Enda Maghreb, 2003. *Projet de Protection de la biodiversité et des ressources en eau du Bassin Versant de la Moulouya (PBREM) (Formation technique sur la gestion des déchets solides municipaux)*.
- European Commission Project, 2001. Development of a methodological tool to enhance the precision & comparability of Solid Waste Analysis data solid waste analysis-tool.
- Fehr, M., De Castro, M.S.M., Calcado, M.D., 2000. A practical solution to the problem of household waste management in Brazil. *Resour. Conserv. Recycl.* 30, 245–257.
- Féniel, P., Marc, C., 2009. Household solid waste generation and characteristics in Cape Haitian city, Republic of Haiti, 17 p.
- Follea, V., Brunet, F., Benrabia, N., Bouezai, M.P., Faucompre, P., 2001. *Revue comparative*

- des modes de gestion des déchets urbains adoptés dans différents pays de la ZSP. octobre 2001. 24.
- François, V., 2004. Détermination d'indicateurs d'accélération et de stabilisation de déchets ménagers enfouis. Etude de l'impact de la recirculation de lixiviats sur colonnes de déchets (Thèse de Doctorat en chimie et microbiologie de l'eau). Université de Limoges.
- Gillet, 1985. Traité de gestion des déchets solides et son application aux pays en voie de développement – Copenhague : OMS-PNUD, 1985- Tomes 1 et 2. 980 pages.
- Guermoud, N., Ouadjnia, F., Abdelmalek, F., Taleb, F., Addou, A., 2009. Municipal solid waste in Mostaganem city (Western Algeria). *Waste Manag.* 29, 896–902.
- Hafid, N., El Hadek, M., Lguirati, A., Bouamrane, A., 2002. Evaluation d'une filière simplifiée de compostage des ordures ménagères. *Déchets Sci. Tech.* 25, 13–17.
- Ismail, A., 2008. Caractérisation et Traitement des lixiviats générés par les déchets du centre d'enfouissement technique d'Ouled Fayet.
- JORA, 1990. Journal Officiel de la République Algérienne La loi du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme n° 52: n° 90–29, article 4, chapitre II.
- Kathiravale, S., Muhud Yunus, M., Sopian, K., Samsuddin, A., Rahman, R., 2003. Modeling the heating value of Municipal Solid Waste. *Fuel* 82, 1119–1125.
- Kehila, Y., 2012. Rapport pays sur la gestion des déchets solides en Algérie, Le réseau régional d'échange d'informations et d'expertise dans le secteur des déchets dans les pays du Maghreb et du Mashreq.
- Kehila, Y., Aina, M., Mezouri, F., Matejka, G., Mamma, D., 2007. Quelles perspectives pour l'enfouissement technique et le stockage éco-compatible des résidus solides dans les PED vis-à-vis des impacts sur l'hydrosphère urbaine? Actes JSIRAUF Hanoi 6–9.
- Kobiane, J.-F., 2004. Habitat et biens d'équipement comme indicateurs de niveau de vie des ménages: bilan méthodologique et application à l'analyse de la relation pauvreté-scolarisation. *Afr. Popul. Stud.* 19, 265–283.
- MATE, 2005. Mise en œuvre du Programme National de Gestion des Déchets ménagers « PROGDEM ».
- Mastro, F., Mistretta, M., 2004. Cogeneration from thermal treatment of selected municipal solid wastes, case study on Palermo. *Waste Manag.* 24, 309–317.
- Matejka, G., De Las Heras, F., Klein, A., Paquetteau, F., Barbier, J., Keke, A., 2001. Composting of municipal solid waste in Labé (Guinea): Process optimisation and agronomic development. Presented at the eight international waste management and landfill symposium, Cagliari Italy, pp. 451–457.
- MATET-CNFE-, 2009. Ministère de l'aménagement de territoire de l'environnement et du tourisme, Programme des Nations Unis pour le Développement (PNUD), guide des techniciens communaux pour la gestion des déchets urbains ménagers et assimilés.
- Medina, M., 1997. The effect of income on municipal solid waste generation rates for countries of varying levels of economic development: a model. *J. Solid Waste Technol. Manag.* 24, 149–155.
- Medina, M., 2002. Globalization, development, and municipal solid waste management in third world cities. <http://www.gdnet.org>.

- METAP, 2004a. *Projet Régional de Gestion des Déchets Solides dans les Pays du Mashreq et Maghreb : Rapport du pays Algérie* Préparer par the international consortium GTZ – ERM – GWK.
- METAP, 2004b. *Projet Régional de Gestion des Déchets Solides dans les Pays du Mashreq et Maghreb : Rapport du pays Tunisie* .Préparer par the international consortium GTZ – ERM – GWK.
- Metin, E., Eröztürk, A., Neyim, C., 2003. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. *Waste Manag.* 23, 425–432.
- Mezouri Sandjakdine, F., 2011. *Conception et exploitation des centres de stockage des déchets en Algérie et limitation des impacts environnementaux*. Limoge: école polytechnique d'architecture et d'urbanisme.
- MODECOM, 1993. *Méthode de caractérisation des ordures ménagères/ 2ème édition*. Paris, p. 64.
- Mohee, R., 2002. Assessing the recovery potential of solid waste in Mauritius. *Resour. Conserv. Recycl.* 36, 33–43.
- Mokhtari, F., 2009. Les algériens polluent leur environnement avec 42 mille tonnes de déchets ménagères. *Quotid. Echourouk* N° 2684 p, 4.
- Moldes, A., Cendon, Y., Barral, M., 2007. Evaluation of municipal solid waste compost as a plant growing media component, by applying mixture design. *Bioresour. Technol.* 98, 3069–3075.
- Morvan, B., 2000. *Méthode de caractérisation des déchets ménagers: analyse sur produit sec*. *Déchets Sci. Tech.* 20, 9–11.
- Ngnikam, E., Tanawa, E., 2006. *Les villes d'Afrique face à leurs déchets*. utbm, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard.
- Nordest, M., 1996. Solid waste, particulate materials: Sampling.
- Ojeda-benitez, S., Armijo-de-vega, C., Ramí, M.E., 2002. Formal and informal recovery of recyclables in Mexicali, Mexico: handling alternatives 34, 273–288.
- Onibokun, A., 2001. *La gestion des déchets urbains. Des solutions pour l'Afrique*, Edition CRDI-Khartala.
- Ould-Aloueimine, S., Matejka, G., Zurbrugg, C., Sidi Mohamed, M.E.O., 2005. *Caractérisation des ordures ménagères a Nouakchott – Partie 1 : méthode d'échantillonnage*. *Déchets -Sciences et Techniques*.
- Ould-Aloueimine, 2006. *Méthodologie de caractérisation des déchets ménagers a Nouakchott (Mauritanie): contribution à la gestion des déchets et outils d'aide a la décision*. Université de Limoges.
- Pongracz, E., 2002. *Re-defining the concepts of waste and waste management, evolving the theory of waste management*. Oulu university press.
- Ramade, F., 2002. *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*.
- Reger, D., 1975. *Les résidus urbains: collecte, traitement, nettoyage des voies publiques*, PIC. WorldCat, Genève.

- RGPH, 2008. Office National des Statistiques. Recensement Globale de Population et de l'Habitat.
- Rogaume, T., 2006. Gestion des déchets: réglementation, organisation, mise en œuvre, ellipses. Techno scup, Paris.
- Rushbrook, P., Pugh, M., 1999. Solid waste landfills in middle and lower income countries. A technical guide to planning design and operation, World Bank technical paper. the World Bank Washington DC.
- Samira Ben Ammar, 2006. Les enjeux de la caractérisation des déchets ménagers pour le choix de traitements adaptés dans les pays en développement résultats de la caractérisation dans le grand Tunis mise au point d'une méthode adaptée.
- Sané, Y., 2002. La gestion des déchets à Abidjan: un problème récurrent et apparemment sans solution 4, 13-22.
- SENES Consultants Limited, 1999b. Méthodologie recommandée pour la caractérisation des déchets dans le cadre des études d'analyse directe des déchets au Canada, pour le sous-comité de caractérisation des déchets du CCME.
- Tonon, F., 1987. Contribution à l'étude de l'environnement en République Populaire du Bénin: espace urbain et gestion des déchets solides dans la ville de Cotonou.
- Wicker, A., 2000. Gestion des déchets. dans " Statistiques pour la politique de l'environnement". 27-28 novembre 2000, Munich.
- Yves Maystre, L., 1997. Une démarche pour négocier les décisions relatives à l'aménagement des territoires et à la gestion de l'environnement. Biotechnol Agron Soc Env. 1, 248-256.

## Annexe A

Résultats de teste de Tukey (HSD) pour les comparaisons multiples en paires des fractions des déchets (la source de différence est marquée en rouge).

Tukey HSD test; Variable: MO						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=43,068	M=49,260	M=51,583	M=49,528	M=46,667	M=34,180
HIS {1}		0,458401	0,161201	0,414022	0,883649	0,132533
HCP {2}	0,458401		0,980131	0,999999	0,968118	<b>0,003178</b>
HCS {3}	0,161201	0,980131		0,988469	0,684878	<b>0,000822</b>
HIC {4}	0,414022	0,999999	0,988469		0,952075	<b>0,002701</b>
HVV {5}	0,883649	0,968118	0,684878	0,952075		<b>0,015978</b>
HI {6}	0,132533	<b>0,003178</b>	<b>0,000822</b>	<b>0,002701</b>	<b>0,015978</b>	

Tukey HSD test; Variable: PC						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=5,3150	M=6,3725	M=6,4025	M=3,8450	M=4,9900	M=4,2575
HIS {1}		0,979672	0,977042	0,920943	0,999928	0,979672
HCP {2}	0,979672		1,000000	0,565767	0,937772	0,727307
HCS {3}	0,977042	1,000000		0,553892	0,932282	0,716019
HIC {4}	0,920943	0,565767	0,553892		0,971359	0,999768
HVV {5}	0,999928	0,937772	0,932282	0,971359		0,996180
HI {6}	0,979672	0,727307	0,716019	0,999768	0,996180	

Tukey HSD test; Variable: PL						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=10,525	M=10,092	M=10,165	M=9,2050	M=11,922	M=8,1175
HIS {1}		0,999191	0,999668	0,884189	0,858218	0,398424
HCP {2}	0,999191		1,000000	0,976351	0,672631	0,601900
HCS {3}	0,999668	1,000000		0,966939	0,707183	0,566345
HIC {4}	0,884189	0,976351	0,966939		0,277651	0,944777
HVV {5}	0,858218	0,672631	0,707183	0,277651		0,057824
HI {6}	0,398424	0,601900	0,566345	0,944777	0,057824	

Tukey HSD test; Variable: CHT						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=17,157	M=17,667	M=8,4950	M=18,772	M=16,413	M=11,735
HIS {1}		0,999837	<b>0,004827</b>	0,963048	0,998958	0,123735
HCP {2}	0,999837		<b>0,002864</b>	0,993096	0,987638	0,077210
HCS {3}	<b>0,004827</b>	<b>0,002864</b>		<b>0,000985</b>	<b>0,010477</b>	0,600550
HIC {4}	0,963048	0,993096	<b>0,000985</b>		0,842611	<b>0,025933</b>
HVV {5}	0,998958	0,987638	<b>0,010477</b>	0,842611		0,232930
HI {6}	0,123735	0,077210	0,600550	<b>0,025933</b>	0,232930	

Tukey HSD test; Variable: FINE						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=11,797	M=13,033	M=14,250	M=13,290	M=12,137	M=9,6400
HIS {1}		0,828169	0,209258	0,693257	0,999396	0,326665
HCP {2}	0,828169		0,836190	0,999844	0,947967	<b>0,038197</b>
HCS {3}	0,209258	0,836190		0,931244	0,347786	<b>0,003270</b>
HIC {4}	0,693257	0,999844	0,931244		0,864378	<b>0,022912</b>
HVV {5}	0,999396	0,947967	0,347786	0,864378		0,194597
HI {6}	0,326665	<b>0,038197</b>	<b>0,003270</b>	<b>0,022912</b>	0,194597	

Tukey HSD test; Variable: COMPOSITE						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=3,7525	M=8,1500	M=1,7300	M=1,6600	M=1,7475	M=3,7725
HIS {1}		<b>0,020504</b>	0,178179	0,153631	0,184789	1,000000
HCP {2}	<b>0,020504</b>		0,863681	0,897631	0,854384	<b>0,019491</b>
HCS {3}	0,178179	0,863681		0,999999	1,000000	0,170861
HIC {4}	0,153631	0,897631	0,999999		0,999998	0,147156
HVV {5}	0,184789	0,854384	1,000000	0,999998		0,177251
HI {6}	1,000000	<b>0,019491</b>	0,170861	0,147156	0,177251	

Tukey HSD test; Variable: CNC						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=4,3750	M=5,0250	M=4,8500	M=3,7750	M=4,5250	M=14,180
HIS {1}		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,017035</b>
HCP {2}	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	<b>0,017663</b>
HCS {3}	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	<b>0,017492</b>
HIC {4}	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	<b>0,016475</b>
HVV {5}	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		<b>0,017178</b>
HI {6}	<b>0,017035</b>	<b>0,017663</b>	<b>0,017492</b>	<b>0,016475</b>	<b>0,017178</b>	

Tukey HSD test; Variable: INC						
Marked differences are significant at $p < .05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=1,6475	M=1,19250	M=3,6025	M=5,8500	M=3,3550	M=11,547
HIS {1}		0,945965	0,837836	0,985832	0,899641	<b>0,000271</b>
HCP {2}	0,945965		0,345509	0,999881	0,423308	<b>0,000172</b>
HCS {3}	0,837836	0,345509		0,472474	0,999988	<b>0,001730</b>
HIC {4}	0,985832	0,999881	0,472474		0,560640	<b>0,000183</b>
HVV {5}	0,899641	0,423308	0,999988	0,560640		<b>0,001296</b>
HI {6}	<b>0,000271</b>	<b>0,000172</b>	<b>0,001730</b>	<b>0,000183</b>	<b>0,001296</b>	

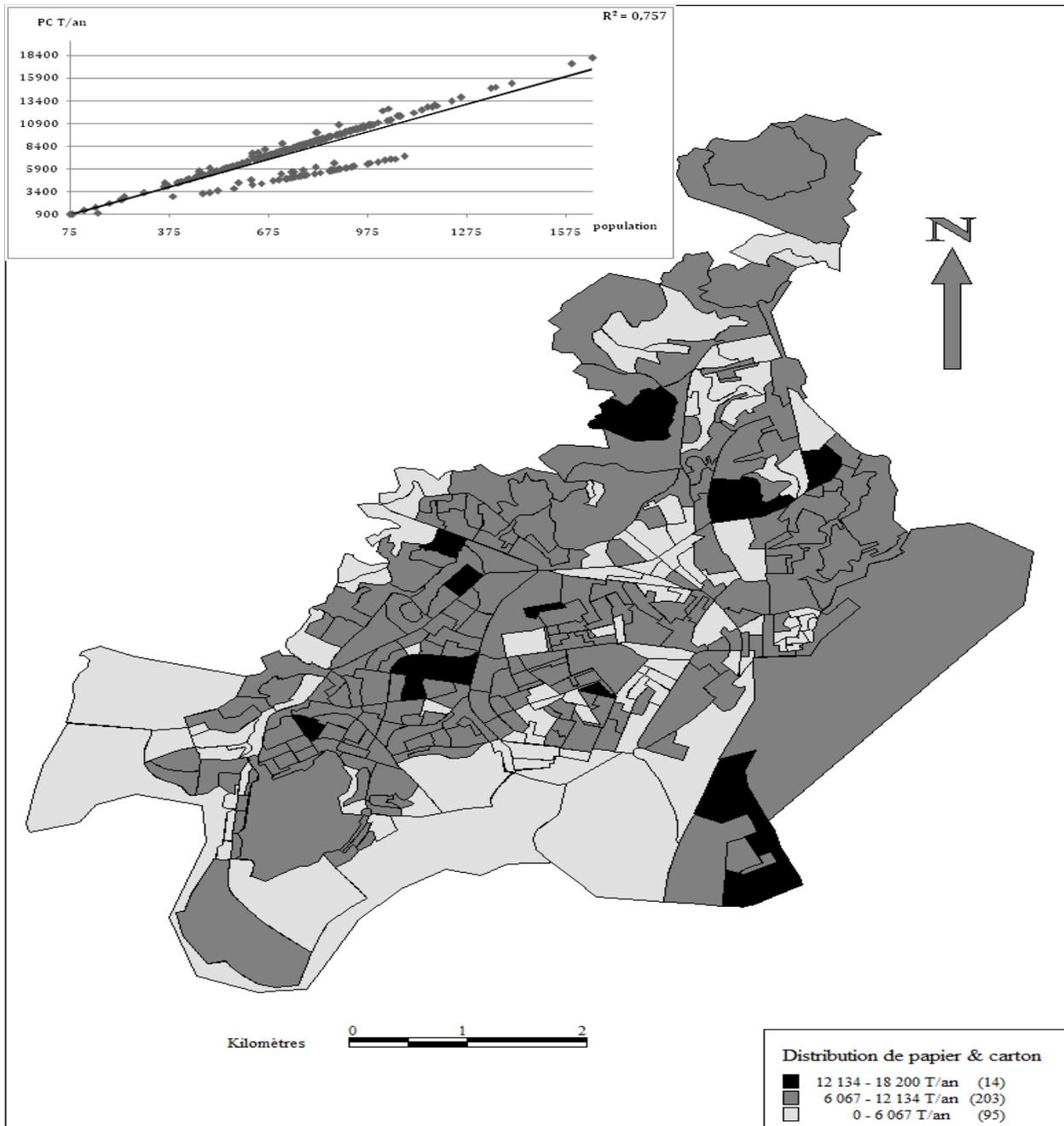
Tukey HSD test; Variable: METAUX						
Marked differences are significant at $p < ,05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=5,2450	M=1,1025	M=2,0600	M=1,1550	M=1,3225	M=1,6275
HIS {1}		0,004378	0,035289	0,004909	0,007095	0,013862
HCP {2}	0,004378		0,909239	1,000000	0,999896	0,992955
HCS {3}	0,035289	0,909239		0,926835	0,968135	0,997166
HIC {4}	0,004909	1,000000	0,926835		0,999973	0,995675
HVV {5}	0,007095	0,999896	0,968135	0,999973		0,999487
HI {6}	0,013862	0,992955	0,997166	0,995675	0,999487	

Tukey HSD test; Variable: VERRE						
Marked differences are significant at $p < ,05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=,89250	M=,71500	M=,97500	M=1,0438	M=,74500	M=,74000
HIS {1}		0,988066	0,999697	0,994274	0,994902	0,994050
HCP {2}	0,988066		0,939322	0,854522	0,999998	0,999999
HCS {3}	0,999697	0,939322		0,999876	0,963175	0,959732
HIC {4}	0,994274	0,854522	0,999876		0,896658	0,890175
HVV {5}	0,994902	0,999998	0,963175	0,896658		1,000000
HI {6}	0,994050	0,999999	0,959732	0,890175	1,000000	

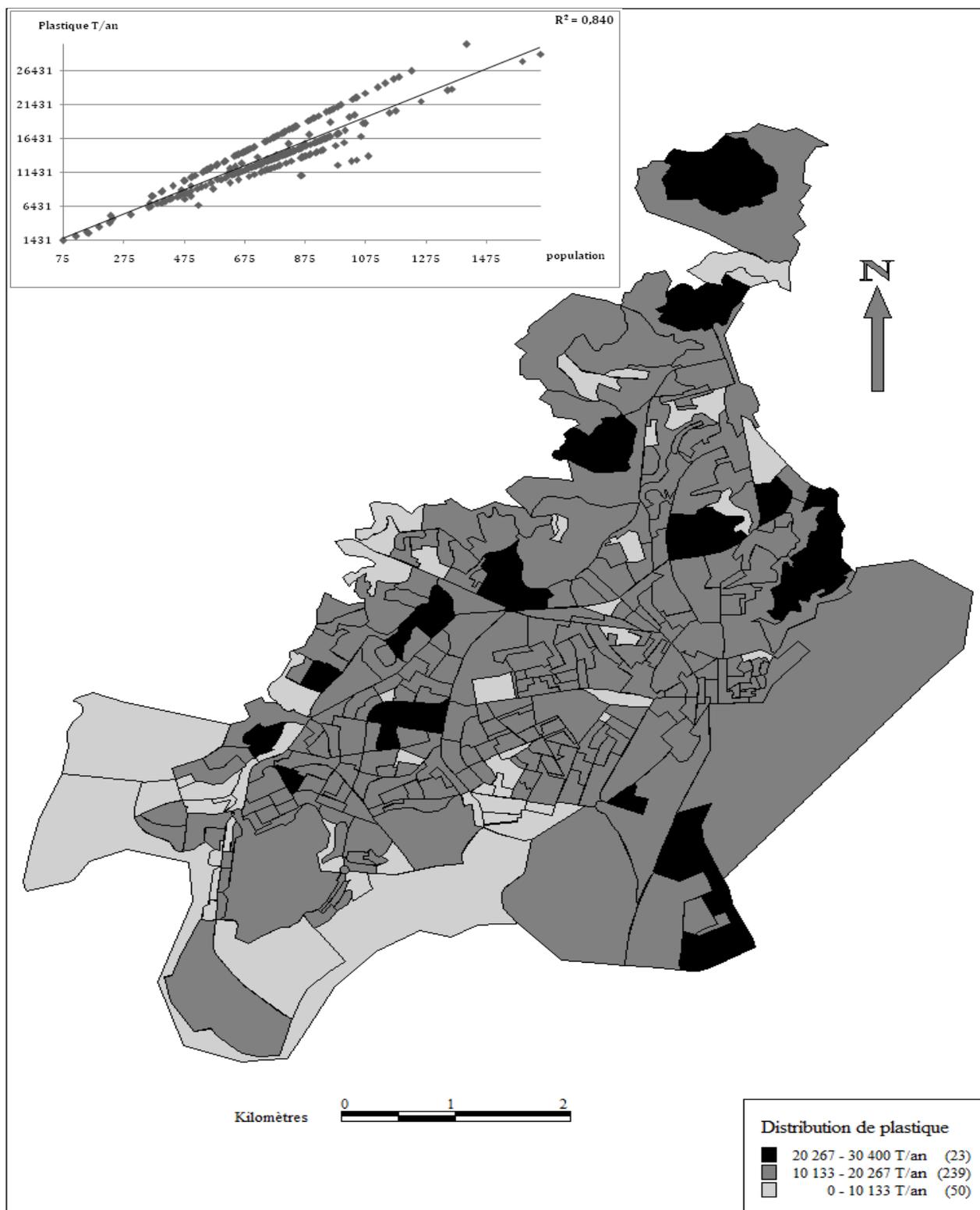
Tukey HSD test; Variable: DS						
Marked differences are significant at $p < ,05000$						
Typehabitat	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=,12250	M=,16250	M=,19500	M=,48225	M=,20000	M=,15000
HIS {1}		0,994397	0,926668	0,002063	0,905458	0,999079
HCP {2}	0,994397		0,997916	0,006071	0,995849	0,999981
HCS {3}	0,926668	0,997916		0,014791	1,000000	0,990348
HIC {4}	0,002063	0,006071	0,014791		0,016961	0,004308
HVV {5}	0,905458	0,995849	1,000000	0,016961		0,984510
HI {6}	0,999079	0,999981	0,990348	0,004308	0,984510	

## Annexe B

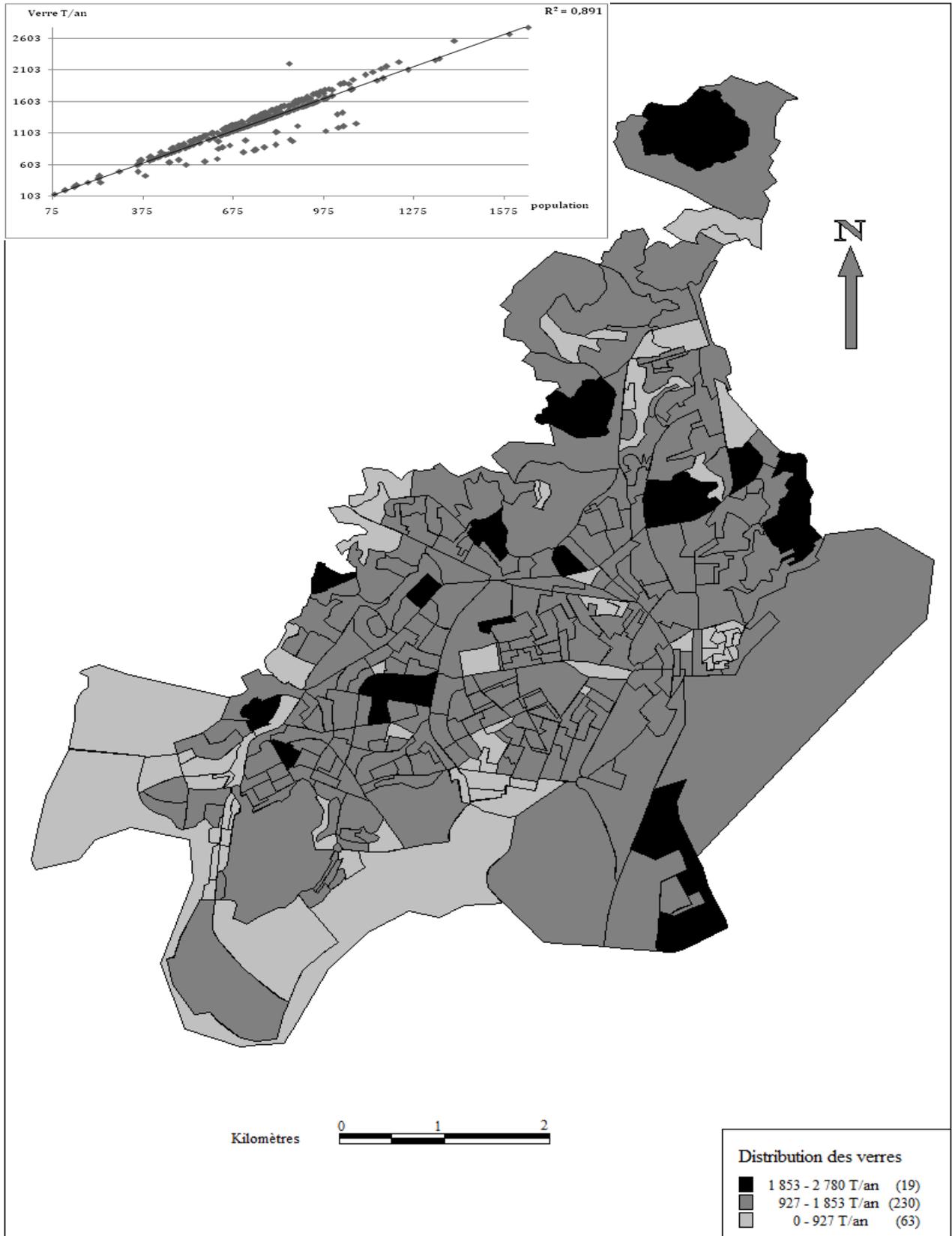
Cartes des distributions des fractions des déchets avec une forte corrélation avec la population.



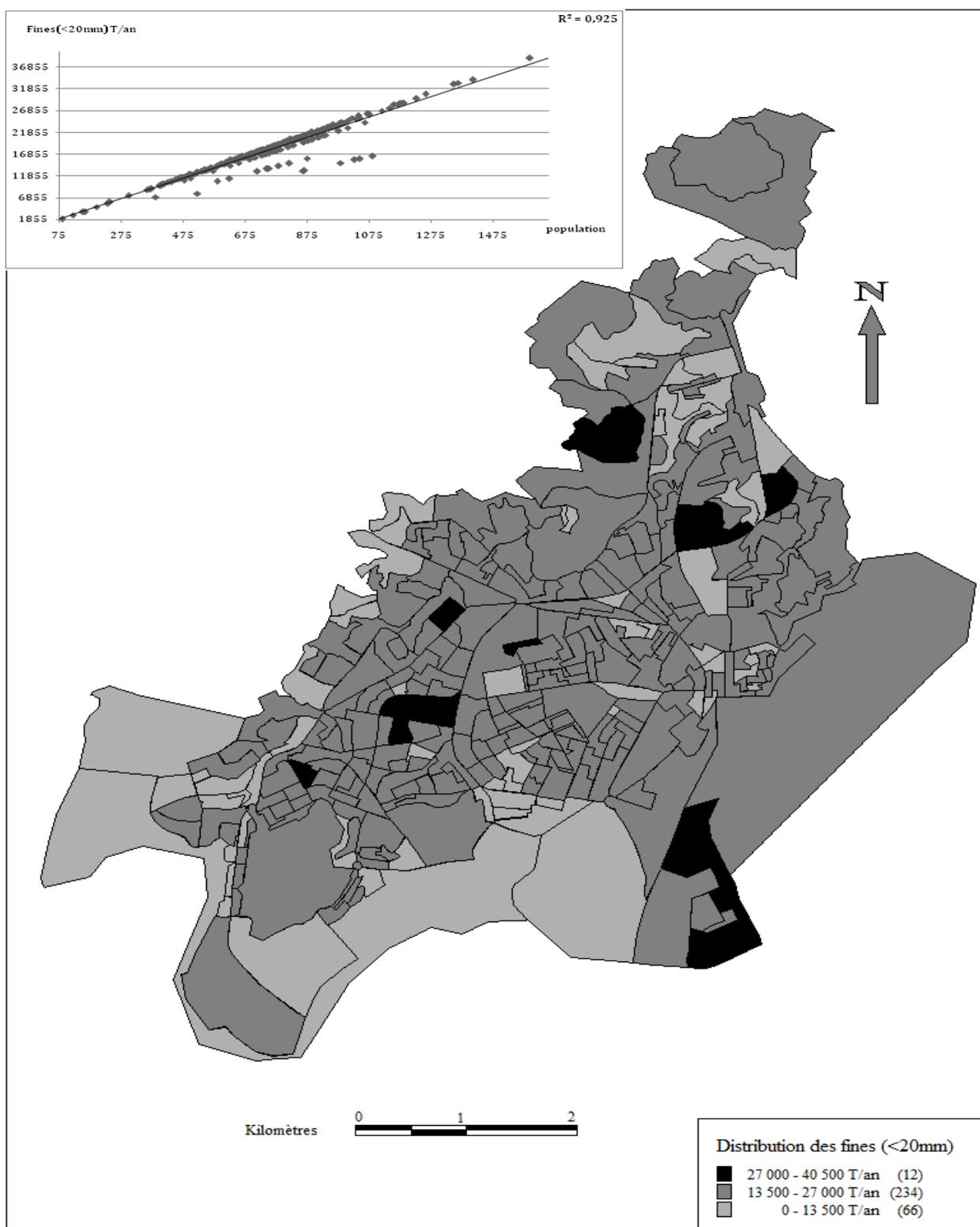
Carte 11: Carte de la distribution des tonnages annuels de papier & carton par districts dans la ville d'Annaba



Carte 12: Carte de la distribution des tonnages annuels de plastique par districts dans la ville d'Annaba



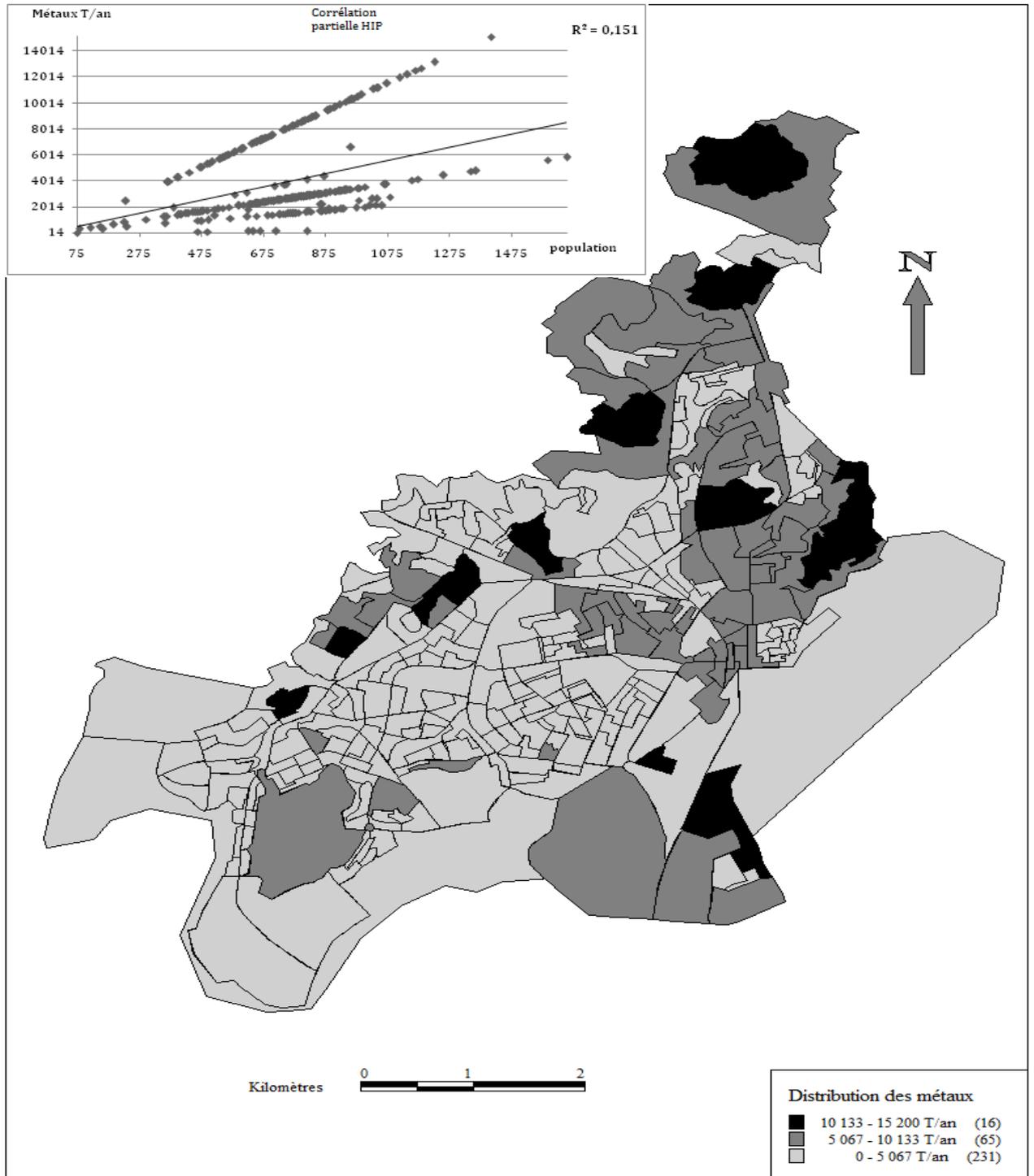
Carte 13: Carte de la distribution des tonnages annuels de la fraction verre par districts dans la ville d'Annaba.



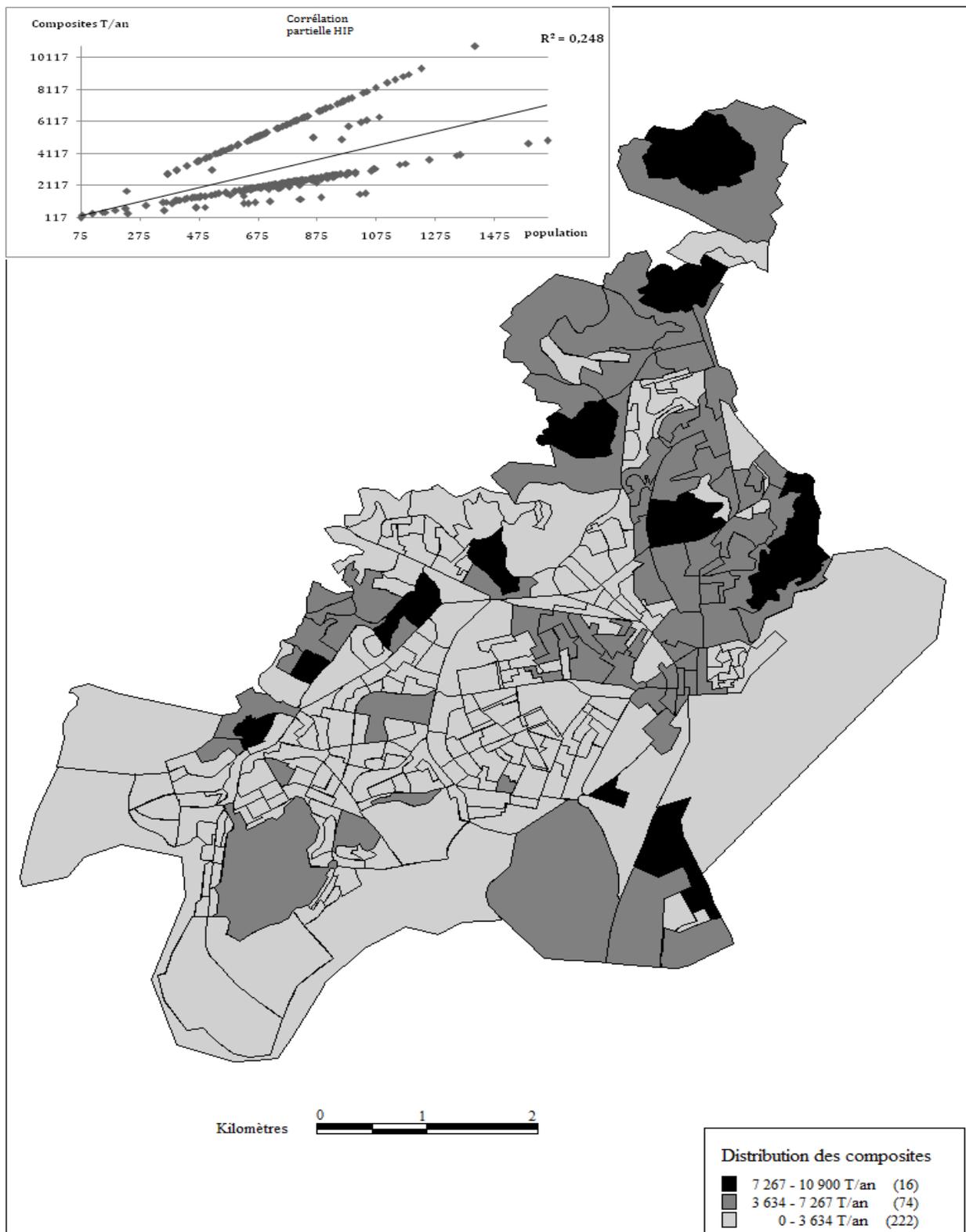
Carte 14: Carte de la distribution des tonnages annuels de fines (<20 mm) par districts dans la ville d'Annaba.

## Annexe C

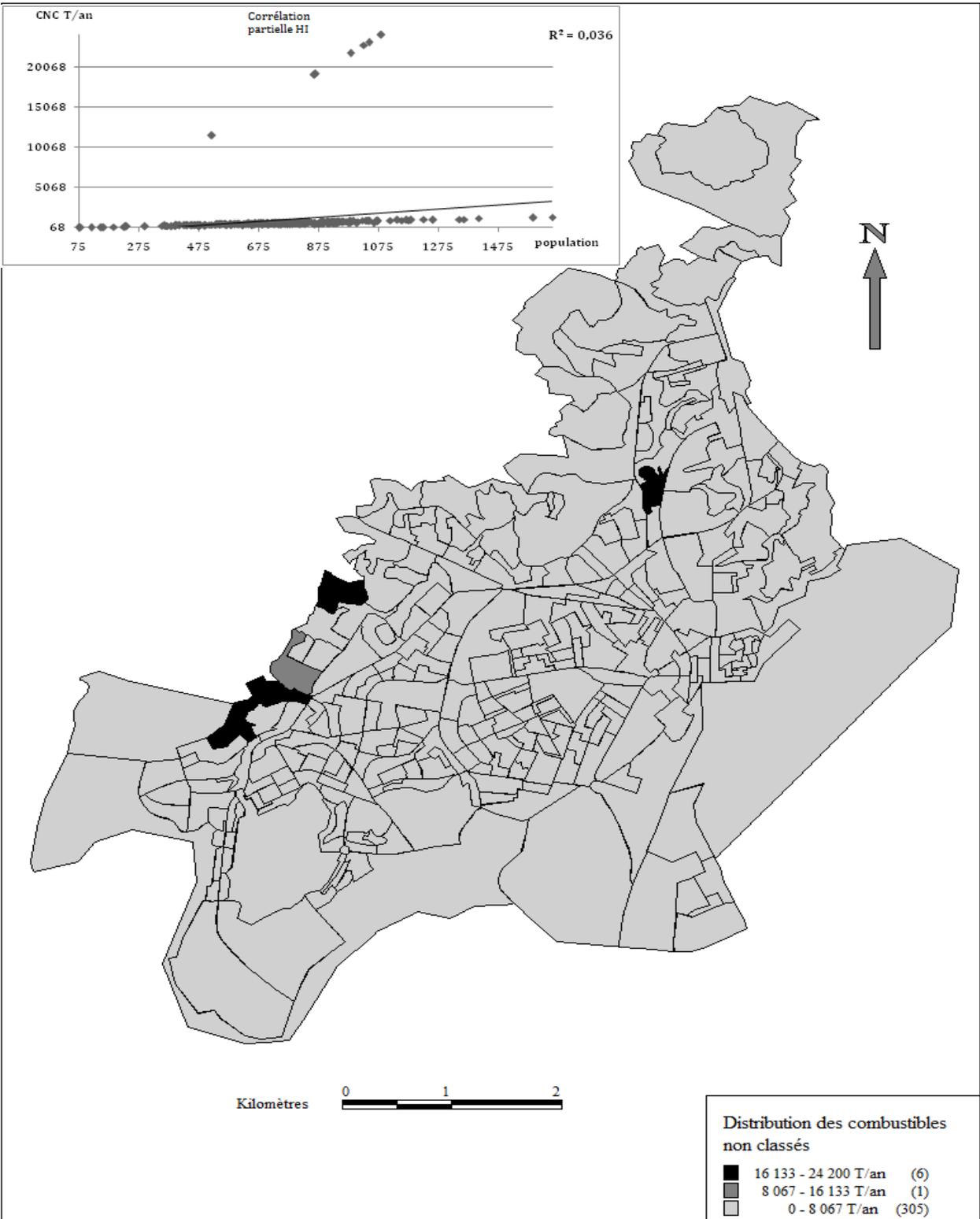
Carte des distributions des fractions des déchets à une faible corrélation avec la population.



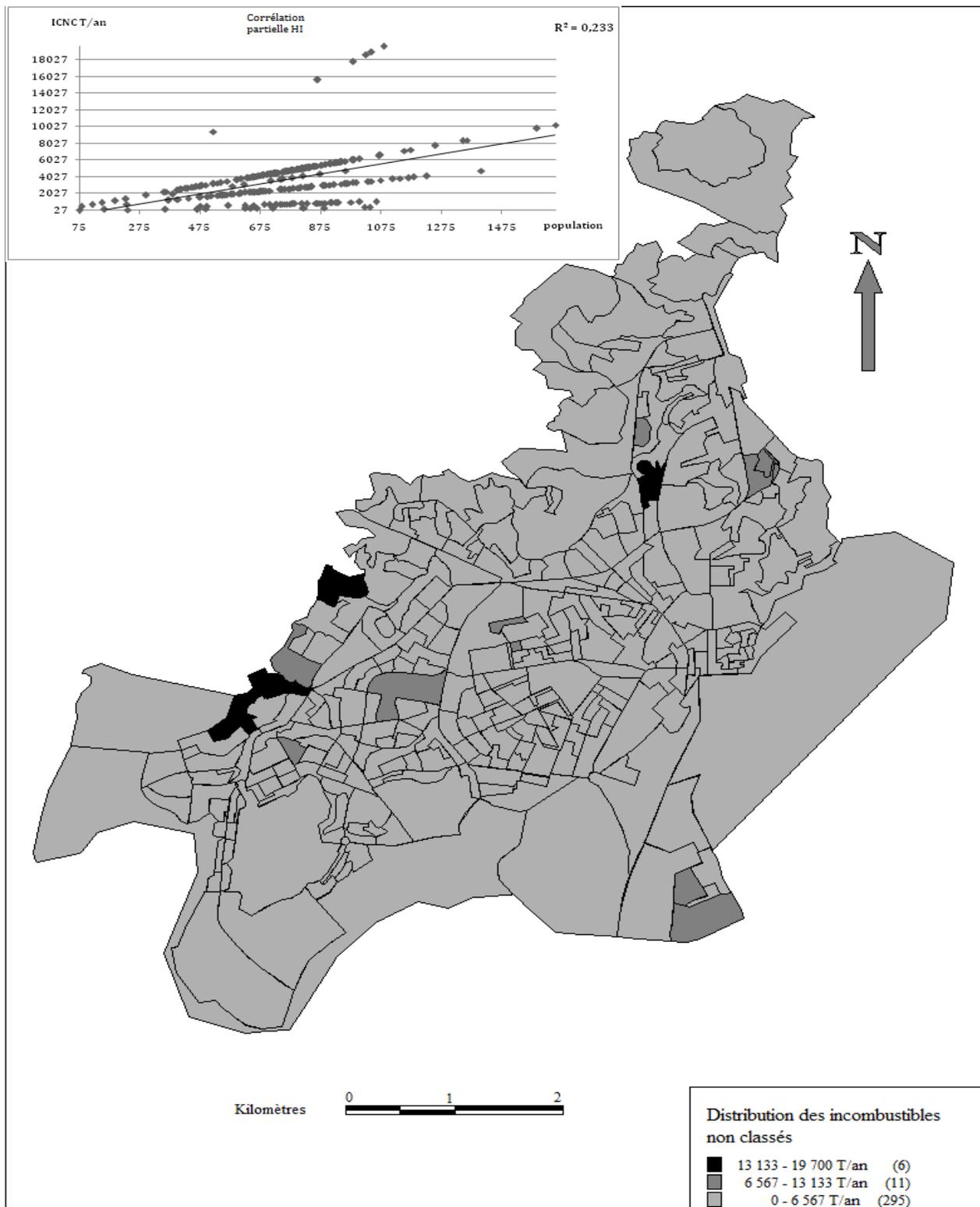
Carte 15: Carte de la distribution des tonnages annuels des métaux par districts dans la ville d'Annaba.



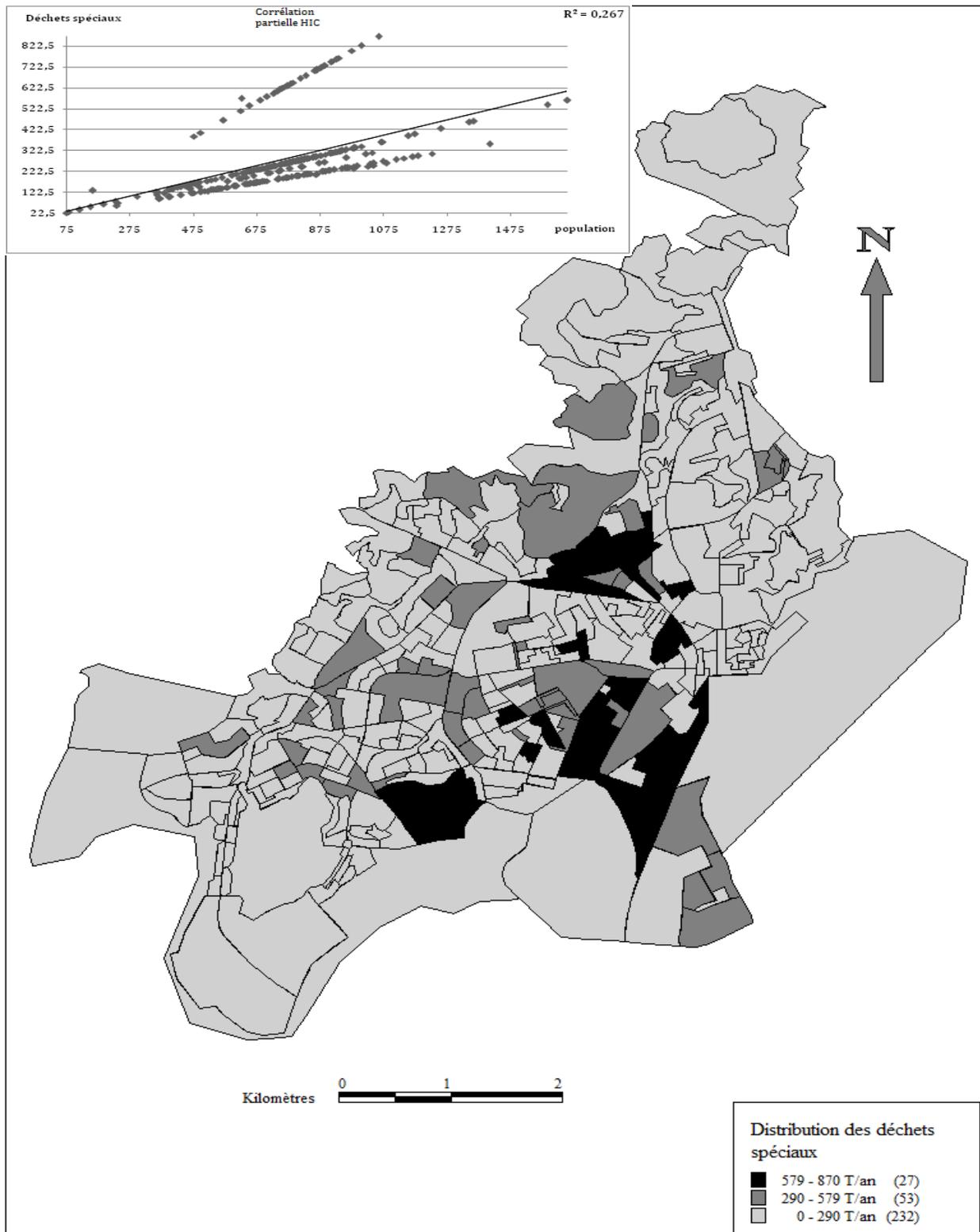
Carte 16: Carte de la distribution des tonnages annuels des composites par districts dans la ville d'Annaba.



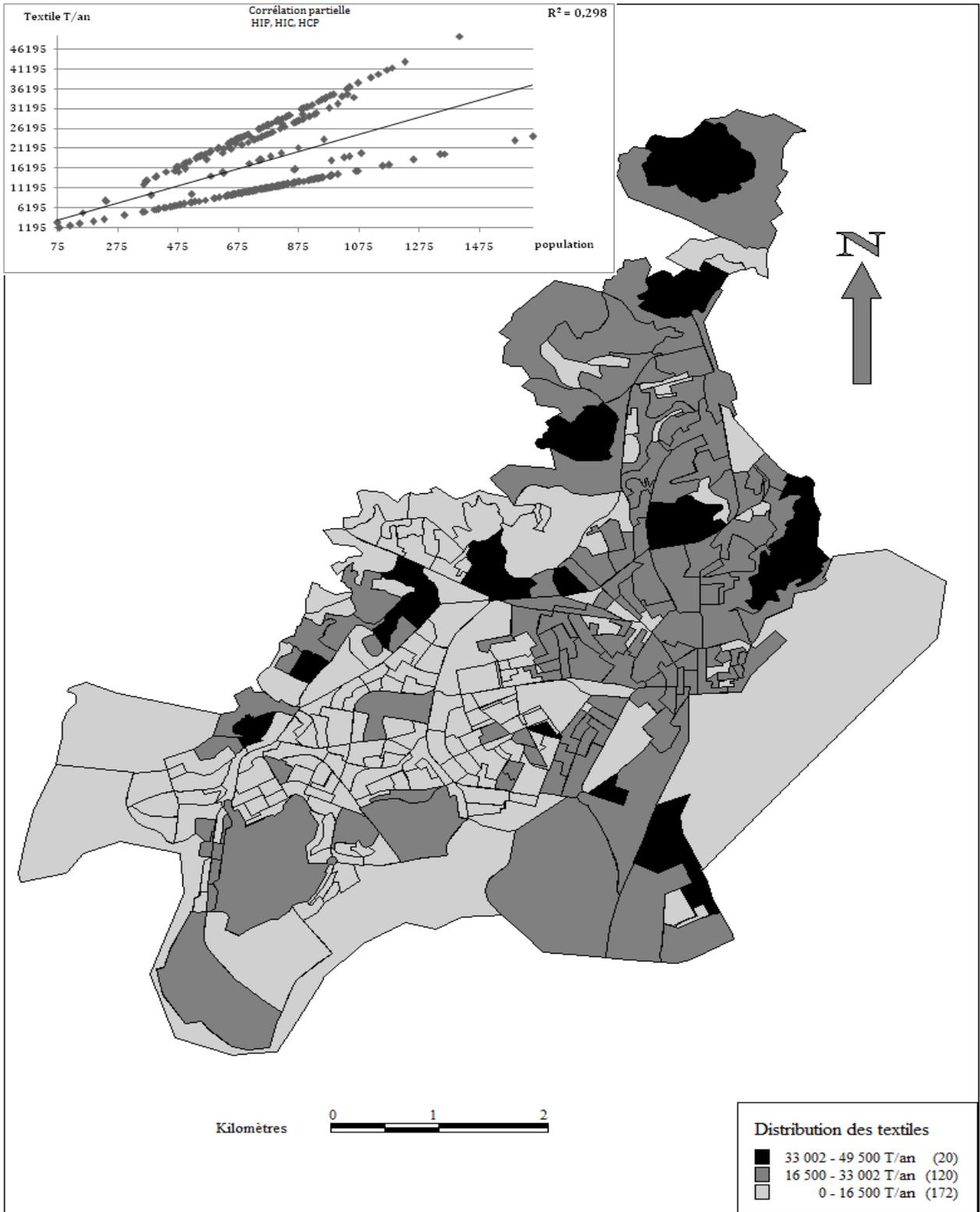
Carte 17: Carte de la distribution des tonnages annuels des CNC par districts dans la ville d'Annaba.



Carte 18: Carte de la distribution des tonnages annuels des ICNC par districts dans la ville d'Annaba.



Carte 19: carte de la distribution des tonnages annuels des déchets spéciaux par districts dans la ville d'Annaba.



Carte 20: carte de la distribution des tonnages annuels des textiles par districts dans la ville d'Annaba.