

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



THESE

Présentée pour l'obtention du grade de **DOCTORAT 3^{ème} Cycle**

En : Productique

Spécialité : Productique

Par : Mlle. BENDJELLOUL Amina

Sujet

Conception d'une chaîne logistique inverse pour la gestion des déchets solides municipaux. Cas d'étude : la wilaya de Tlemcen

Soutenue publiquement le 07 / 06 / 2020 devant le jury composé de :

Mme. HADJ SLIMANE Djamila	Professeur	Université de Tlemcen	Présidente
Mme. KOULOUGHLI Sihem	MCA	Université de Tlemcen	Directrice de thèse
Mme. GHOMRI Latéfa	MCA	Université de Tlemcen	Examinatrice 1
Mr. SOUIER Mehdi	MCA	ESSA Tlemcen	Examineur 2
Mr. BENNEKROUF Mohammed	MCB	ESSA Tlemcen	Invité

Résumé

Le secteur informel est un atout important de la gestion des déchets solides municipaux (GDSM) dans les pays en voie de développement. Concevoir une plate-forme pour intégrer le secteur informel peut considérablement améliorer le processus de gestion et motivera le secteur informel. À cette fin, notre travail consiste à concevoir une structure de collecte intégrant le secteur informel tout en le considérant comme partie prenante du processus de traitement des déchets solides municipaux. L'étude de cas de la wilaya de Tlemcen en Algérie est prise en compte. La contribution de la structure proposée améliorera la GDSM dans la wilaya de Tlemcen et lui permettra d'être un fournisseur important de produits recyclables sur le marché régional, national et international. Les outils choisis pour concevoir cette chaîne sont des MCDM (Multi Criteria Decision Making) dont la méthode MOORA qui nous a permis d'obtenir des résultats probants qui respectent les trois démentions de la durabilité (dimension économique, dimension social et dimension environnemental).

Mots clés: Secteur Informel, GDSM, Pays En Voie De Développement, MCDM, MOORA, Algérie, Tlemcen.

Abstract

The informal sector is an important asset in municipal solid waste management (MSWM) in developing countries. Designing a platform to integrate the informal sector can significantly improve the management process and will motivate the informal sector. To this end, our study is to design a collection structure integrating the informal sector while considering it as a stakeholder in the municipal solid waste treatment process. The case study of the department of Tlemcen in Algeria is taken into consideration. The contribution of the proposed structure will improve MSWM in the department of Tlemcen and allow it to be a major supplier of recyclable products on the regional, national and international market. The tools chosen to design this chain are MCDM (Multi Criteria Decision Making) including the MOORA method which has enabled us to obtain convincing results which respect the three mentions of sustainability (economic dimension, social dimension and environmental dimension).

Mots clés: Informal Sector, MSWM, Developing Countries, MCDM, MOORA, Algeria, Tlemcen.

Remerciements

La rédaction de ce travail de recherches est l'aboutissement de plusieurs années d'efforts qui n'a pu être mené à son terme que grâce au concours de plusieurs personnes auxquelles je souhaite exprimer ici toute ma gratitude.

Ce n'est pas par tradition que ce qui précède figure au préambule de cette thèse, mais c'est plutôt un devoir moral et une reconnaissance sincère qui me pousse à le faire.

Je tiens tout d'abord à remercier ma directrice de thèse Madame KOULOUGHLI Sihem, Maître de conférences à l'Université de Tlemcen, pour avoir su diriger mes travaux sans jamais limiter la liberté scientifique nécessaire au développement de certains concepts ; ses conseils tout au long de ces années de travail, sa disponibilité et ses qualités scientifiques et pédagogiques ont rendu agréable la difficulté de la tâche.

J'aimerais particulièrement adresser mes remerciements les plus vifs et ma reconnaissance à mon Co-directeur Monsieur BENNEKROUF Mohammed Maître de conférence à l'école Supérieure des Sciences Appliquées de Tlemcen Université de Tlemcen, pour sa disponibilité, ses conseils, ses orientations judicieuses, ses remarques et ses suggestions durant tout mon travail. Il a toute ma gratitude pour son encouragement et son soutien moral.

Toute ma gratitude va ensuite aux membres du Jury, qui ont accepté de consacrer une partie de leur temps à l'évaluation de mon travail :Je tiens à remercier Madame HADJ SLIMANE Djamilia, Professeur à l'Université de Tlemcen, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury.

De même, j'adresse des remerciements chaleureux à Mlle GHOMRI Latéfa, Maître de conférences à l'Université de Tlemcen et Monsieur SOUIER Mehdi Maître de conférences à l'école préparatoire des sciences économiques et de gestion de Tlemcen, qui ont acceptés d'être les examinateurs de ce travail.

Je tiens aussi à remercier tous les membres du Laboratoire de Productique (MELT), pour leurs encouragements. Ce fut un plaisir de les côtoyer quotidiennement, j'ai particulièrement apprécié l'ambiance chaleureuse qui règne au laboratoire. Je leur souhaite les meilleures des chances dans leurs futurs projets. Que chacun trouve ici l'expression de mon amitié.

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	8
INTRODUCTION GENERALE.....	2
CHAPITRE 01:DÉFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DÉCHETS SOLIDES MUNICIPAUX	4
INTRODUCTION	2
1.1. DEFINITION DE LA CHAINE LOGISTIQUE	2
1.2. DEFINITION DE LA LOGISTIQUE INVERSE	2
1.3. DEFINITION DE LA GESTION DES DECHETS SOLIDES.....	3
1.3.1. DECHETS SOLIDES URBAINS	3
1.3.2. METHODES D'ELIMINATION	4
1.3.3. COMPOSITION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX	5
1.3.4. COLLECTE DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX	6
1.3.4.1. La pré collecte	6
1.3.4.2. La collecte	7
1.3.4.3. La Collecte Sélective.....	8
1.3.5. STOCKAGE DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX	8
1.3.6. TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX	8
1.3.7. GESTION DES DECHETS SOLIDES NON BIODEGRADABLES	9
1.4. ROLE DES ONG	9
1.4.1. PROGRAMME DES ONG	9
1.5. GESTION DES DÉCHETS SOLIDES MUNICIPAUX.....	10
1.6. DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT	11
1.6.1. SECTEUR INFORMEL DANS LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX	12
1.6.1.1. Le secteur informel des déchets dans les pays à revenu faible et intermédiaire.....	12
1.6.1.2. Avantage du secteur informel.....	13
1.6.1.3. Problèmes liés au secteur informel.....	15

1.6.2. POLITIQUES ACTUELLES DES DECHETS DANS LE SECTEUR INFORMEL..	16
CONCLUSION	17
CHAPITRE 02:PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION.....	19
INTRODUCTION ET VUE D'ENSEMBLE	18
2.1. GESTION DES DÉCHETS SOLIDES EN ALGÉRIE.....	19
2.1.1. SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE.....	19
2.1.2. SITUATION DE LA GESTION DES DECHETS EN ALGERIE	20
2.1.3. SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE DE LA WILAYA DE TLEMCCEN.....	25
2.2. POSITIONNEMENT DU PROBLEME	29
2.3. OUTILS DE PRISE DE DECISION MULTICRITERES	32
2.4. MÉTHODE MOORA.....	36
2.5. METHODOLOGIE	36
2.5.1. PREMIERE METHODE : L'ANALYSE DES RAPPORTS.....	36
2.5.1.1. Étape 1 :.....	36
2.5.1.2. Étape 2 :.....	37
2.5.1.3. Étape 3 :.....	37
2.5.1.4. Étape 4 :.....	37
2.5.1.5. Etape 5 :.....	38
2.5.2. LA DEUXIEME METHODE : LE POINT DE REFERENCE.....	38
2.5.3. LA TROISIEME METHODE : L'APPROCHE MULTIMOORA.....	38
2.5.4. LA QUATRIEME METHODE : MOOSRA	39
CONCLUSION	40
CHAPITRE 03:RESULTATS ET DISCUSSION ...	
INTRODUCTION	41
3.1. CLASSIFICATION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION	41
3.1.1. LES DONNEES D'ENTREE.....	41
3.1.2. RESULTATS DE LA CLASSIFICATION DES STRUCTURES	43
3.1.3. DISCUSSION DES RESULTATS	45

3.2. LE CHOIX DU MEILLEUR SITE POUR LA LOCALISATION DE DIFFERENTES INFRASTRUCTURE	46
3.2.1. LES DONNEES D'ENTREE.....	46
3.2.2. RESULTATS DE LA LOCALISATION DU MEILLEUR SITE	48
3.2.3. DECOMPOSITION DES RESULTATS	58
3.2.4. DISCUSSION DES RESULTATS	65
CONCLUSION	67
CONCLUSION GÉNÉRALE	68
BIBLIOGRAPHIE GENERALE	70

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Données recyclables	21
Tableau 2 : Une fourchette de prix d'achat unitaire en DZD / kg.....	23
Tableau 3 : Prix de vente et marge de chaque type de recyclable pour chaque coefficient ...	23
Tableau 4 : Prix de vente unitaire de chaque type de recyclable pour chaque coefficient	24
Tableau 5 : Pourcentage de bénéfiques pour chaque type de matières recyclables.....	24
Tableau 6 : Le nombre d'habitants et le nombre d'activité des 53 communes.....	26
Tableau 7 : Les communes desservies par le CET ou la décharge contrôlée	30
Tableau 8 : Résumé de la littérature sur les études GDS basées sur les "Méthodes MCDM"	34
Tableau 9 : Comparaison de la méthode MOORA avec les approches MCDM.....	35
Tableau 10 : Matrice de décision de la structure du problème de GDSM avec des attributs bénéfiques et non bénéfiques.....	43
Tableau 11 : Matrice de décision normalisée	43
Tableau 12 : Écarts par rapport aux points de référence	44
Tableau 13 : Performances globales des alternatives	44
Tableau 14 : Le classement des alternatives.....	44
Tableau 15 : Matrice de décision de la structure du problème sélectionné avec des attributs bénéfiques et non bénéfiques.....	48
Tableau 16 : Matrice de décision normalisée	50
Tableau 17 : Écarts par rapport aux points de référence	51
Tableau 18 : Performances globales des alternatives	53
Tableau 19 : Le classement des alternatives.....	56
Tableau 20 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 01	59
Tableau 21 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 02	60
Tableau 22 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 03	61
Tableau 23 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 04	62
Tableau 24 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 05	63
Tableau 25 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 06	64

LISTE DES FIGURES

Figure 01. Le nombre d'habitants en Algérie (ONS 2012).....	20
Figure 02: Composition des déchets en Algérie (AND et Kehila, 2016)	21
Figure 03: Localisation des usines de recyclage de chaque type de matières recyclables (Algérie)	22
Figure 04: Rentabilité de chaque type de recyclable pour chaque coefficient	25
Figure 05. Quantité de matières recyclables pour chaque municipalité du département de Tlemcen (tonne / jour).....	29
Figure 06. Répartition des CET, des décharges contrôlées et celles non autorisées dans la wilaya de Tlemcen.....	30
Figure 07. Les étapes du travail.....	31
Figure 08. Schéma explicatif des niveaux décisionnels	36
Figure 09 : Le schéma représentatif de la structure de GDSM	43
Figure 10 : Le schéma représentatif de la structure de localisation.....	46
Figure 11 : La localisation des centres de collecte	58
Figure 12 : La division de la wilaya en 06 zones	59
Figure 13 : La localisation de la station de tris 01	60
Figure 14 : La localisation de la station de tris 02.....	61
Figure 15 : La localisation de la station de tris 03.....	62
Figure 16 : La localisation de la station de tris 04.....	63
Figure 17 : La localisation de la station de tris 05.....	64
Figure 18 : La localisation de la station de tris 06.....	65
Figure 19 : La chaîne de récupération finale	66
Figure 20 : Schéma de la chaîne de récupération finale	66

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GENERALE

Le potentiel stratégique de la chaîne logistique inverse est si important qu'il peut influencer positivement sur la structure générale de la gestion des déchets solides municipaux. Ce potentiel sera illustré dans la collecte des déchets recyclables pour une éventuelle commercialisation au marché du recyclage. Dans ce cas, cette matière sera une matière première de seconde vie. La GDSM (gestion des déchets solides municipaux) est un véritable défi dans les pays en voie de développement, en particulier en Algérie. La situation économique actuelle oriente le marché vers de nouveaux secteurs d'activité nécessitant la disponibilité de matières premières ; par conséquent, les matières recyclables sont une bonne source de matières premières.

Dans notre travail, nous allons traiter le problème lié à la gestion des déchets dans les pays en voie de développement ; l'idée principale étant de choisir la meilleure stratégie de collecte des matières recyclables issues des déchets solides municipaux. Ces matières sont supposées être une matière première pour le secteur du recyclage. Ensuite, localiser les infrastructures sur l'ensemble de notre espace de recherche. Tout le travail sera basé sur une étude de cas réel dans la wilaya de Tlemcen.

Pour ce faire, notre travail sera réparti en trois chapitres :

- Le chapitre 1 sera dédié aux concepts de logistique inverse d'une vue globale et aux définitions de gestion des déchets solides. Ensuite, nous allons exposer un recueil de travaux qui se rapportent au domaine de la gestion des déchets solides municipaux, en particulier les problèmes de gestion des déchets solides municipaux dans les pays en voie de développement et le rôle important que joue le secteur informel dans cette structure managériale ;
- Le chapitre 2 nous permettra d'exposer le problème de la gestion des déchets solides municipaux en Algérie et positionner notre problème de recherche ; ensuite, présenter les modèles de prise de décision multicritère dans le domaine de la gestion des déchets solides municipaux, puis détailler le fonctionnement du modèle de prise de décision MOORA.
- Dans le chapitre 3, nous commencerons par le choix des meilleures structures de récupération ; choix dont les critères de sélection respecteront les trois dimensions de la durabilité à savoir : La dimension économique, la dimension sociale et la dimension environnementale. Par la suite, nous allons localiser les meilleurs sites afin d'installer les structures choisies au préalable. Ces sites représentent les 53 communes de la wilaya de Tlemcen. Pour finir, nous discuterons de chaque structure et nous présenterons la chaîne dans

INTRODUCTION GÉNÉRALE

sa globalité. Pour conclure le travail, des perspectives de recherches seront mises en avant pour un objectif de management "zero waste".

**DÉFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR
LA GESTION DES DÉCHETS SOLIDES
MUNICIPAUX**

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

INTRODUCTION

Faisant partie de la chaîne de retours (chaîne logistique inverse) qui s'occupe de la récupération des produits en fin de vie pour les réintroduire à nouveau sur le marché selon diverses méthodes ; la gestion des déchets solides municipaux, joue un très grand rôle dans la politique actuelle de la protection de l'environnement.

Les enjeux économiques et politiques actuels, poussent les pays du monde entier à trouver des systèmes de gestion efficaces qui garantissent leurs durabilités. Il est important de noter que la conscience collective des citoyens et leurs connaissances de l'importance de la réduction de la production des déchets aura un impact positif sur l'avenir de notre planète et que chaque action aujourd'hui aura une réaction sur notre futur.

Pour commencer notre étude, nous allons définir ce qu'est la chaîne logistique inverse et fournir une description de ce système. Ensuite, nous allons détailler la définition des déchets solides municipaux dans le cadre de la chaîne logistique inverse.

1.1. DEFINITION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE

L'idée de la chaîne logistique remonte à Porter (1985), qui a introduit le concept de chaîne de valeur. Selon Beamon (1998), la chaîne logistique peut être définie comme étant «une coopération de différentes entreprises qui travaillent ensemble pour concevoir un produit final à partir des matières premières et le livrer aux détaillants. Elle recouvre aussi l'ensemble des mécanismes permettant de fournir des produits ou des services au bon moment, avec les bonnes quantités et au bon endroit. On peut résumer ces particularités par :

- Le traitement de l'ensemble des infrastructures, de l'organisation, des processus physiques et de l'information nécessaires à la mise à disposition de ces produits-services, depuis la matière première jusqu'au client final ;
- La couverture des processus d'achats-approvisionnements, de production et de distribution, de manière à les gérer de façon entièrement intégrée avec les ventes, le marketing et le développement de nouveaux produits.

1.2. DEFINITION DE LA LOGISTIQUE INVERSE

La logistique inverse se réfère aux activités de logistique d'une organisation mais dans un sens inversé. Une chaîne logistique inverse diffère significativement dans ses opérations

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

-gestion et parties prenantes - à ce qui peut être dans la logistique traditionnelle (Fleischmann et al, 2001). La logistique inverse, est un concept émergeant qui, depuis une dizaine d'années, se rencontre dans divers travaux sous différents termes : logistique inversée, reverse logistics, gestion de la récupération des produits, logistique à rebours, logistique négative, etc. La distribution inverse est le retour, mouvement à contre-courant d'un produit ou de matière découlant de la réutilisation, du recyclage ou de l'élimination. Ce mouvement à contre-courant peut être associé aux problèmes environnementaux, tout comme à la qualité et l'usure (dégradation dans le temps). (Carter et Ellram, 1998).

Afin de diminuer le retour des produits et leurs impacts environnementaux, plusieurs solutions ont été proposées qui s'appliquent non seulement aux produits en fin de vie, aux invendus et produits défectueux, ainsi qu'aux caisses et aux palettes pour la livraison mais également aux déchets résultant de la consommation ou de la production :

- Déchets de production, eaux usées, huiles usées,...
- Emballages de toutes sortes (palettes, cartons, bouteilles, tourets de câbles, containers,...)
- Produits en fin de vie, soit jetables, soit usés (automobiles, toners d'imprimantes, micro-ordinateurs, appareils ménagers, literie, etc.), qu'ils soient repris ou non par le vendeur
- Ordures ménagères.

1.3. DEFINITION DE LA GESTION DES DECHETS SOLIDES

La gestion des déchets solides peut être définie comme la discipline associée au contrôle de la production, de la collecte, du stockage, du transfert et du transport, du traitement et de l'élimination des déchets solides conformément aux meilleurs principes de santé publique, d'économie, d'ingénierie, de conservation , d'esthétique et autres considérations environnementales.

1.3.1. DECHETS 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

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES

DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

déchets domestiques), commercial, institutionnel, déchets de nettoyage des voies publiques, déchets de construction et de démolition, déchets hospitaliers et enfin déchets industriels.

1.3.2. METHODES D'ELIMINATION

Les méthodes les plus communément reconnues pour l'élimination finale des déchets solides sont les suivantes :

- Décharges ouvertes:

Les décharges à ciel ouvert font référence aux zones non couvertes qui sont utilisées pour déverser des déchets solides de toutes sortes. Les déchets sont non traités, non couverts et non triés. C'est le lieu de reproduction des mouches, des rats et autres insectes qui propagent les maladies. Le ruissellement des eaux pluviales de ces décharges contamine les terres et l'eau avoisinantes et propage ainsi la maladie. Dans certains pays, les décharges ouvertes sont progressivement supprimées.

- Centres d'enfouissement:

Ce sont des décharges sanitaires, hygiéniques et construites de manière méthodique comparée aux décharges ouvertes ; elles sont réalisées sur un sol imperméable et renforcées par des matériaux également imperméables tels que les plastiques et l'argile. La construction de ces décharges est très coûteuse et elles ont leurs propres problèmes. Certaines autorités affirment que souvent le revêtement en plastique présente des fissures en réagissant avec divers solvants chimiques présents dans les déchets. Le taux de décomposition dans ces centres est également extrêmement variable, dû au fait que moins d'oxygène est disponible car les déchets sont comprimés très étroitement et empêche de ce fait leur décomposition normale même quand ils sont de nature biodégradables. Un autre problème majeur est le développement du méthane gazeux, qui se produit lorsque peu d'oxygène est présent, c'est-à-dire pendant la décomposition anaérobie. Dans certains pays, le méthane produit à partir des CET est exploité et vendu comme combustible.

- Décharges contrôlées

Ces décharges sont généralement situées dans des zones urbaines où une grande quantité de déchets est générée et doit être déversée dans un lieu commun. Contrairement à une décharge ouverte, c'est une fosse creusée dans le sol où les ordures sont jetées et la fosse est couverte à la fin de chaque journée par une couche de terre, empêchant ainsi la reproduction des mouches et des rats. Un mécanisme, généralement un équipement de terrassement, est utilisé

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

pour comprimer les déchets, qui forment maintenant une cellule. Ainsi, chaque jour, les déchets sont jetés et deviennent une cellule. Après l'enfouissement, la zone est recouverte d'une épaisse couche de boue et le site peut ensuite être aménagé en parking ou en parc. Tous les types de déchets sont déversés dans ces décharges et lorsque l'eau de pluie les traverse pour s'infiltrer dans le sol, elle est contaminée et contamine à son tour la zone environnante. Cette contamination des eaux souterraines et du sol par les décharges est connue sous le nom de lixiviation.

- Incinération

Ce processus de combustion des déchets dans les grands fours est appelé incinération. Dans ces usines, le matériau recyclable est séparé et le reste du matériau est brûlé. À la fin du processus, tout ce qui reste est de la cendre. Pendant le processus, une partie des cendres flotte avec l'air chaud. C'est ce qu'on appelle les cendres volantes. Les cendres volantes et les cendres laissées dans le four après la combustion contiennent des concentrations élevées de toxines dangereuses telles que les dioxines et les métaux lourds. L'élimination de ces cendres est un problème. Les cendres enfouies dans les décharges lessivent la zone et provoquent une grave contamination. Brûler les ordures n'est pas un processus propre car il produit des tonnes de cendres toxiques et pollue l'air et l'eau. Une grande partie des déchets qui y sont brûlés peuvent être récupérés et recyclés. En fait, à l'heure actuelle, l'incinération est conservée en dernier recours et est principalement utilisée pour le traitement des déchets infectieux.

Source: <http://edugreen.teri.res.in/explore/solwaste/disposal.htm>

<https://theconstructor.org/environmental-engg/methods-of-solid-waste-disposal/4721/>

1.3.3. COMPOSITION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Les déchets solides municipaux comprennent les déchets commerciaux et domestiques générés dans les zones municipales. Déclarées sous forme solide ou semi-solide, à l'exclusion des déchets industriels dangereux, mais également des déchets biomédicaux traités.

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

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

- 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 par les services administratifs publics et privés, les centres d'éducation, les musées, les bibliothèques, les sites archéologiques, les centres de récréation tels que les salles de cinéma et les stades etc.
- Déchets de construction et de démolition : les déchets produits dans les chantiers de construction et de démolition.
- Déchets industriels : qui concernent les activités économiques, les services, les produits commercialisés, qui peuvent présenter un danger pour la santé de la population
- Déchets spéciaux : les déchets qui ont besoin de techniques spéciales pour leur traitement, du fait qu'ils sont relativement dangereux, ou en raison de leur état, ou parce que leur contrôle est imposé par les règlements environnementaux. Ces déchets sont produits dans les secteurs tels que les pharmacies, les centres de recherche scientifique, les centres de santé etc.
- Déchets industriels: les déchets produits dans tout processus d'extraction, de transformation. Le coût élevé d'une étude sur la composition des déchets solides (DS) (Buenrostro et al., 2001), rend cette tâche difficile à réaliser ce qui explique la rareté des données dans ce domaine dans les pays en voie de développement .

1.3.4. COLLECTE DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

1.3.4.1. La pré collecte

La pré collecte des ordures est la phase qui consiste à acheminer les déchets de leur lieu de production au lieu de prise en charge par les services publics (Ngnikam and Tanawa, 2006). Elle est généralement réalisée par l'habitant ou parfois par l'éboueur. Elle est très répandue dans les villes des pays en voie de développement. 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 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.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

En Algérie par exemple, depuis l'an 2000, on utilise des bacs vides de 1100 litres pour les quartiers (habitat collectif) et des bacs 240 litres pour (l'habitat individuel).

1.3.4.2. La collecte

Pour interdire de jeter les déchets et faciliter la conformité, les autorités doivent prendre les mesures suivantes : Organisation de la collecte des déchets solides municipaux dans une corbeille communautaire (corbeille centrale, bennes à ordures), la collecte devant les maisons, la collecte régulière selon des horaires déterminés.

Conception de la collecte des déchets des localités autres, notamment des hôtels, des restaurants, des complexes de bureaux et des zones commerciales.

Les déchets provenant d'abattoirs, de marchés de viande et de poisson et de fruits et légumes, qui sont de nature biodégradable, doivent être gérés de manière à utiliser ces déchets.

Les déchets biomédicaux et les déchets industriels ne doivent pas être mélangés avec des déchets solides municipaux et la collecte de ces déchets doit respecter des règles spécifiées séparément à cet effet.

Les déchets collectés dans les zones résidentielles et autres doivent être transférés dans une poubelle commune à l'aide de chariots à main ou d'autres petits véhicules.

Les déchets ou débris de construction ou de démolition doivent être collectés séparément et éliminés conformément aux normes en vigueur. De même, les déchets produits dans les laiteries doivent être réglementés conformément aux lois de l'État.

Les déchets (ordures, feuilles sèches) ne doivent pas être brûlés.

Les animaux errants ne doivent pas être autorisés à se déplacer dans les installations de stockage des déchets ni dans aucun autre lieu de la ville ou du centre-ville.

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 régulièrement la collecte des déchets déposés par les producteurs sur la voie publique.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

1.3.4.3. La Collecte Sélective

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.

1.3.5. STOCKAGE DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Les installations de stockage sont établies et entretenues par les autorités municipales de manière à ne pas créer de conditions non hygiéniques et insalubres autour de celles-ci. Les critères suivants doivent être pris en compte lors de la mise en place et de la maintenance des installations de stockage, à savoir :

- les installations de stockage doivent être créées et mises en place en tenant compte des quantités de déchets générées dans une zone donnée et des densités de population. Une installation de stockage doit être placée de manière à être accessible aux utilisateurs.
- Les installations de stockage devant être mises en place par les autorités municipales ou tout autre organisme doivent être conçues de manière à ce que les déchets stockés ne soient pas exposés à une atmosphère ouverte.
- Les installations de stockage ou les «bacs» doivent avoir une conception «facile à utiliser» pour la manutention, le transfert et le transport des déchets. Les bacs pour le stockage des déchets doivent être peints selon la nature des déchets qu'ils contiennent.
- La manutention manuelle des déchets est interdite. Si cela est inévitable du fait de contraintes, la manutention manuelle doit être effectuée avec les précautions appropriées pour la sécurité des travailleurs.

1.3.6. TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Les autorités municipales doivent adopter une technologie appropriée ou une combinaison de ces technologies pour utiliser les déchets de manière à minimiser les inconvénients pour les décharges. Les critères suivants doivent être adoptés, à savoir :

- Les déchets biodégradables seront traités par compostage, digestion anaérobique ou par tout autre traitement biologique approprié pour la stabilisation des déchets.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

- Les déchets mixtes contenant des ressources récupérables doivent suivre la voie du recyclage.
- L'incinération avec ou sans récupération d'énergie peut également être utilisée pour le traitement des déchets dans des cas spécifiques.

Les autorités municipales ou les exploitants d'installations souhaitant utiliser d'autres technologies de pointe doivent s'adresser à l'autorité chargée de l'application des normes en la matière.

1.3.7. GESTION DES DECHETS SOLIDES NON BIODEGRADABLES

Les déchets solides non biodégradables couvrent une variété de matériaux allant de l'amiante aux piles au zinc. Le polythène et ses composés apparentés sont les déchets solides les plus répandus dans les zones urbaines. De nombreux déchets solides non biodégradables sont connus pour causer des risques environnementaux considérables lorsqu'ils sont rejetés dans le sol, dans l'eau et dans l'atmosphère.

1.4. ROLE DES ONG

Au cours des dernières années, des ONG (organisations non gouvernementales) ont pris des initiatives pour travailler avec les résidents locaux afin d'améliorer l'assainissement. Ils ont joué un rôle actif dans l'organisation d'enquêtes et d'études dans des disciplines déterminées des sciences sociales et technologiques. Dans le domaine de la gestion des déchets, de telles études sont utiles pour identifier les zones de potentiel commercial susceptibles d'attirer les entrepreneurs privés. Ils peuvent jouer un rôle important dans la séparation des déchets, leur collecte et leur traitement.

Elles œuvrent à sensibiliser les citoyens à leurs droits et à leurs responsabilités face aux déchets solides et à la propreté de leur ville. Ces organisations ont pour rôle de promouvoir l'éducation et la sensibilisation à l'environnement dans les écoles et impliquent les communautés dans la gestion des déchets solides.

1.4.1. LES PROGRAMME DES ONG

Susciter une prise de conscience collective en assurant la participation du public à la séparation des matières recyclables et au stockage des déchets à la source.

Créer des emplois en organisant la collecte de déchets à domicile.

Assurer la participation du public au système de collecte primaire basé sur la communauté.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Encourager la minimisation des déchets grâce au compostage dans la cour et à la production de biogaz.

La pauvreté urbaine est inextricablement liée au gaspillage. Rien qu'en Inde, plus d'un million de personnes trouvent des moyens de subsistance dans le domaine des déchets ; ils sont engagés dans la collecte des déchets (communément appelée ramasseurs des chiffons) et le recyclage dans des systèmes bien organisés. Des populations importantes de citadins pauvres d'autres pays en développement tirent également leur subsistance de leurs déchets. Il est important de comprendre les problèmes de gaspillage dans ce contexte. Le secteur informel traitant des déchets est engagé dans divers types de travaux, tels que la collecte, le tri et le recyclage des déchets, la collecte de porte à porte, le compostage et la récupération.

Cette approche introductive nous a permis de définir en premier lieu ce qu'est la chaîne logistique inverse, et tout particulièrement la gestion des déchets solide municipaux, qui est une partie existante mais plus ou moins négligée de la chaine logistique inverse.

1.5. GESTION DES DÉCHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Quatre milliards de tonnes de déchets sont générés chaque année dans le monde, dont un quart seulement est récupéré ou recyclé à l'heure actuelle : énergie, compost, ferraille, fibres de cellulose, qui peuvent se substituer aux matières premières (Chalmin, P., Gaillochet, C. 2009). La croissance économique rapide et l'élévation du niveau de vie des communautés ont accéléré le taux de production des déchets solides municipaux (DSM) (Seo et al., 2004). Les DSM comprennent les déchets solides rejetés par les consommateurs finaux, c'est-à-dire les ménages privés, les petites entreprises et les espaces publics, et généralement collectés par les autorités publiques pour être éliminés. Normalement, les déchets collectés séparément pour le recyclage, tels que le papier, les métaux, l'aluminium, le verre, etc., sont inclus dans les quantités de déchets solides municipaux indiquées. Les DSM sont devenus un défi mondial en raison des ressources limitées de collecte ou de recyclage, d'une population en croissance exponentielle, d'une urbanisation rapide et de l'industrialisation mondiale (TumpaHazra et al 2009).

Les facteurs politiques, juridiques, socioculturels, environnementaux et économiques influent sur la GDSM et ont des interrelations qui sont généralement complexes dans les systèmes de gestion des déchets (Abu Qdais, 2007, Kum et al. 2005). Il y a donc une

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

nécessité à trouver une solution durable aux DSM. Le problème des DSM n'est pas toujours un problème de législation environnementale ; certains pays en voie de développement ont une législation très avancée. Mais c'est le manque d'application et / ou de disponibilité d'alternatives viables (Fourie, 2006), et le manque d'organisation et de diversification des ressources nécessaires qui s'ajoutent aux problèmes de gestion.

Le marché des ressources naturelles a connu d'énormes hausses de prix au début des années 2000 jusqu'à la crise financière de 2008, sensibilisant à la disponibilité limitée des énergies fossiles, des ressources minérales, des produits agricoles et forestiers et interrogeant le modèle de notre société de consommation. Une solution pour limiter l'impact humain sur la planète pourrait prendre la forme de l'utilisation des déchets (Le Courtois, 2012).

1.6. LES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

La gestion des déchets solides (GDS) est l'un des problèmes les plus difficiles rencontrés par les pays en voie de développement qui souffrent de graves problèmes de pollution provoqués par la production de grandes quantités de déchets (Al-Khatib et al 2010). Elle constitue un défi majeur pour les années à venir : les impacts externes négatifs des déchets solides urbains sont graves, notamment sur l'environnement et la santé, les décharges ouvertes restant le mode de traitement dominant dans ces pays (World Bank, 2012).

Dans de nombreux pays en voie de développement, les conditions d'élimination des déchets sont encore rudimentaires ce qui rend le processus plus complexe et difficile en raison de nombreux facteurs : infrastructure et financement inadéquats, manque de responsabilités et de rôles précis des autorités, règles insuffisantes, cadre juridique et application insuffisante. Les déchets non collectés dans les villes et l'élimination incontrôlée des déchets aux coins des rues, dans les lieux publics, dans les limites des villes et dans les banlieues menacent la santé publique et l'assainissement dans plusieurs villes du monde. En conséquence, il est difficile de trouver des villes «propres et vertes» dans la plupart des régions du monde. Cependant, la situation tend à s'améliorer dans de nombreux pays en raison de l'éveil citoyen, des interventions juridiques et des initiatives gouvernementales.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

1.6.1. LE SECTEUR INFORMEL DANS LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

Scheinberget et al., (2010) , donnent une définition claire du "secteur informel": "Individus ou entreprises impliqués dans des activités de recyclage et de gestion des déchets du secteur privé qui ne sont pas sponsorisés, financés, reconnus, soutenus , organisés ou reconnus par les autorités formelles habilitées, ou qui agissent en violation ou en concurrence avec celles-ci". Nous trouvons qu'une définition plus large du secteur informel inclut généralement les parties prenantes telles que les ramasseurs de déchets, les acheteurs itinérants / stationnaires, l'industrie du recyclage à grande échelle, les organisations communautaires, les organisations non gouvernementales (ONG) et les micro-entreprises (Ahsan et al., 2012, Yedla, 2012, Tukahirwa et al., 2013). Leur principale motivation est de gagner un revenu en payant des frais de service ou en vendant des matériaux de valeur extraits de déchets (Gunsilius et al., 2011). Ces individus ou groupes sont connus sous de nombreux noms, en fonction de la langue locale, mais ils sont généralement connus comme les recycleurs, les charognards, les ramasseurs de déchets ou les chiffonniers (Gutberlet, 2011; Medina, 2000; Wilson et al., 2006).

1.6.1.1. Le secteur informel des déchets dans les pays à revenu faible et intermédiaire

Les activités du secteur informel relatives aux déchets dans les pays à revenu faible ou intermédiaire consistent en :

- acheteurs de déchets itinérants, qui vont de porte en porte acheter des matériaux recyclables ;
- récupérateurs de rue, qui collectent des matières recyclables provenant de déchets jetés dans les rues ;
- équipes de collecte des déchets municipaux, qui récupèrent et transportent les déchets vers des sites d'élimination ;

Ces activités permettent au secteur informel d'aventures matériaux recyclables pour en tirer un gain (Scheinberg et al., 2006).

Si Les pays développés utilisent généralement des programmes de collecte sélective (Troschinetz et Mihelcic, 2009), le système de collecte en Chine cependant comprend par

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

exemple, à la fois la collecte formelle et informelle des déchets solides municipaux, où sont occupées deux fois plus de personnes dans le secteur informel que dans le secteur formel (World Bank, 2005). Dans certaines communautés en Chine, le système de collecte communautaire a commencé à être développé sous la direction du gouvernement, et certaines entreprises l'ont opéré dans le cadre d'un système de marché ouvert (Wang et al., 2008). En raison des routes inadéquates, des bidonvilles, des petites rues où la circulation est très difficile, une grande partie des résidents ne reçoivent pas de services de collecte des déchets et la plupart des sites d'élimination sont mal exploités (Diaz et al., 2007; , 2007, Gonzenbach et Coad, 2007).

En règle générale, les petits commerçants achètent les matériaux recyclables collectés auprès des collecteurs informels de déchets et vendent les matériaux aux entreprises de recyclage. Les brocanteurs exploitent les travailleurs informels en payant des prix très bas pour acheter des matériaux collectés, car la capacité d'ajouter la valeur aux matériaux secondaires collectés est limitée (Wilson et al. 2006).

Bien que socialement marginalisés et travaillant dans des conditions de pauvreté, les collecteurs informels de déchets contribuent néanmoins de manière significative aux taux de recyclage dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Par conséquent, une analyse instructive approfondie de Linzner et Lange (2013) rapporte que des taux de recyclage informels allant jusqu'à 45% des déchets générés (en certains cas encore plus), tandis que Linzer et Salhofer (2014) estiment des taux de recyclage informels de déchets solides générés compris entre 17% et 38% des municipalités en Chine urbaine. De plus, Wilson et al. (2012) rapportent qu'à Bamako, au Mali, le secteur informel porte près de 100% du total des activités de recyclage. Autres villes avec une présence importante du secteur informel sont Quezon City (Philippines), Varna (Bulgarie), Delhi (Inde), Managua (Nicaragua) et Dhaka (Bangladesh).

1.6.1.2. Avantage du secteur informel

La gestion des déchets solides municipaux dans les pays en voie de développement est caractérisée par l'existence d'un secteur informel bien établi, actif dans la collecte et le recyclage de matériaux précieux (Gunsilius, Chaturvedi et Scheinberg, 2011, Wilson, Araba, Chinwah et Cheeseman, 2009). Diverses études ont révélé que la contribution du secteur

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

informel à la valorisation des déchets solides municipaux est beaucoup plus élevée que celle des services formels de gestion des déchets dans les pays en voie de développement (Wehenpohl et Kolb, 2007, Medina, 2008, Scheinberg et al., 2010, Gerdes et Gunsilius, 2010, Hetz et al., 2011). Cette contribution se traduit dans des réductions de coûts par rapport aux systèmes formels de gestion des déchets. La quantité de déchets collectée par le secteur formel est considérablement réduite, ce qui signifie moins de coûts de main-d'œuvre, de transport et d'infrastructure. En outre, une mise en décharge est optimisée grâce à la réduction de l'utilisation du volume des déchets (Wilson et al., 2006).

Le secteur du recyclage informel des déchets pourrait aider à améliorer des taux de recyclage et promouvoir la séparation à la source (Wilson et al., 2009), et constitue toujours la principale source de subsistance pour une proportion significative de citoyens pauvres (Sasaki et al., 2014, SWAPP, 2006; et Kolb, 2007, CWG et GIZ, 2011, Gunsilius, 2011). Jusqu'à 2% de la population dans les pays en voie de développement (villes asiatiques et d'Amérique latine) dépend de la collecte informelle des déchets pour leur subsistance (Gutberlet, 2013). La Chine suit un système informel de recyclage typique de ces pays (Linzner et Salhofer, 2014). Selon des études, les taux de recyclage estimés obtenus par le système informel en Chine se situent entre 17-38% et 20-50% (Linzner et Salhofer, 2014, Wilson et al., 2009). Une étude effectuée par Gunsilius et al. (2011), évalue la contribution du secteur informel dans six villes du monde, indique que : la collecte informelle et le recyclage contribuent à éviter les coûts élevés liés à la collecte des déchets, 14 millions EUR / an à Lima (Pérou), 12 millions EUR / an au Caire (Égypte) et 3,4 millions EUR / an à Quezon City (Philippines). À Lusaka (Zambie), le coût net de la collecte des déchets informels est seulement de 1,6 USD / tonne, soit 10,4 USD / tonne de moins que dans le secteur formel. Le PNUE (United Nations Environmental Programme) (2010) mentionne les cas de Jakarta, Delhi et Bangalore, où le recyclage informel évite environ 30% (Jakarta) et 15% des déchets mis en décharge (Delhi et Bangalore). Le recyclage informel représente des économies sur les coûts de collecte et d'élimination des déchets d'environ 13 700 USD / jour pour les municipalités de Delhi et Bangalore. En ce qui concerne la création d'emplois, Linzner et Lange (2013) estiment que les systèmes informels génèrent entre dix et quarante fois plus d'emplois que les systèmes formels dans un pays à revenu élevé.

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

1.6.1.3. Problèmes liés au secteur informel

Malgré les impacts économiques et environnementaux positifs, plusieurs études ont également identifié de graves problèmes sociaux dans le secteur informel. Les activités de traitement informel des déchets impliquent des familles qui travaillent avec leurs enfants dans des rues ou dans des décharges (ILO, 2004; Scheinberg et al., 2006). Les conditions de travail et de vie sont médiocres, les enfants travaillent ce qui implique une absence scolaire et par conséquent une éducation scolaire incomplète (Medina, 2000; Wilson et al., 2006; Scheinberg et al., 2006 et BIT, 2004).

La santé et la sécurité sont aussi affectées négativement dans ce secteur. Les travailleurs sont sans vêtements adéquats ni équipement de protection, et risquent davantage d'être blessés par des objets tranchants (aiguilles, verre brisé, métal, etc.) et par des animaux (morsures de chien, morsures de rat, etc.) (PNUE, 2005). D'autres études ont signalé un risque accru de problèmes musculo-squelettiques (Cointreau, 2006), ophtalmologique et infections respiratoires (PNUE; 2005), de problèmes gastro-intestinaux cutanés et respiratoires liés au travail. Rushton (2003) des traumatismes mécaniques et du faible bien-être émotionnel (Gutberlet et al., 2013). Le manque d'infrastructures d'eau et d'assainissement exacerbe cette situation pour les ouvriers informels et leurs familles, qui vivent souvent dans des zones pauvres et à proximité des décharges (Cointreau, 2006). Ces risques doivent être pris en compte. «Les blessures chimiques et biologiques sont inévitables et surviennent à cause d'un échec dans l'application des politiques concernant la réglementation commerciale, industrielle et résidentielle » (Binion et Gutberlet, 2012, p.50).

Les citoyens, ainsi que les autorités, sont souvent hostiles aux relations informelles (Medina 2000). Les acteurs informels sont susceptibles d'être perçus comme des personnes impures, créant du désordre et de la saleté dans les lieux publics (Wilson et al., 2009). Ils souffrent généralement de la stigmatisation sociale associée aux déchets. Les travailleurs informels sont souvent harcelés par des fonctionnaires, exploités par des intermédiaires et méprisés par la société en général, et il est difficile de trouver des citoyens qui apprécient leur travail ou des partenaires politiques au niveau juridique qui soient prêts à défendre leurs intérêts (Gunsilius et al., 2011). Nas et Jaffe (2004) soulignent l'attitude d'autodestruction et de manque de confiance en soi adoptée par les travailleurs des déchets informels, qui se considèrent associés à des «caractéristiques sub-humaines». Cependant, cette perception de soi peut varier en

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

fonction de leur position dans le changement de valeur. Les travailleurs individuels sont plus vulnérables, plus exposés à l'exploitation, rejetés socialement en raison de l'absence d'un réseau de soutien organisé. (Wilson et al., 2006).

Scheinberg et Savain (2015) présentent le cas des travailleurs informels des déchets en Tunisie, au Maroc et en Palestine, où ils se sentent abandonnés et rejetés et souhaitent changer d'occupation. Cette perception de soi est différente quand ils sont actifs dans la chaîne de valeur dans la gestion des déchets, tels que les recycleurs semi-professionnels ou professionnels. Ils ont tendance à avoir accès à de meilleures ressources et équipements, permettant de collecter plus de déchets, de les commercialiser dans des entreprises de recyclage directement ou avec le secteur public. Dans ce cas, ils semblent se contenter de leur travail et se regarder comme hommes d'affaires et prestataires de services (Scheinberg et Savain, 2015).

Les activités de recyclage et de traitement non standard dans le système informel entraînent un gaspillage important de ressources et une pollution de l'environnement (Troschinetz et Mihelcic, 2009). Le secteur informel peut entraîner une dégradation supplémentaire de l'environnement en raison de l'utilisation de méthodes inappropriées de traitement des déchets (comme l'élimination par le feu) et d'un stockage incorrect (Sembiring et Nitivattananon, 2010, Velis et al., 2012). Les systèmes informels de collecte des déchets rendent plus difficile la régulation et la mise en œuvre d'un système de traitement des déchets efficace et standardisé (Zhuang et al., 2008, Wang et al., 2008).

1.6.2. POLITIQUES ACTUELLES DES DECHETS DANS LE SECTEUR INFORMEL

La perception des activités du secteur informel peut varier selon le pays (Nas et Jaffe, 2004). Le secteur informel est perçu comme négatif, ce qui se reflète dans les politiques nationales et le contexte juridique pertinent. Medina (2000) et Wilson et al. (2006) mentionnent la répression, la négligence et la collusion dans les politiques publiques, y compris des mesures agressives pour supprimer ces activités informelles. Scheinberg et Savain (2015) ont cité les exemples de l'Algérie et de la Jordanie, où les recycleurs informels sont arrêtés ou condamnés à une amende. En conséquence, les travailleurs des déchets informels sont considérés comme suspects et la relation entre le secteur formel et informel est fréquemment définie par la méfiance et la concurrence (Scheinberg et Savain, 2015). Les

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

autorités sont ouverts à la corruption pour permettre l'accès aux déchets (Ezeah et al., 2013; Katusiimeh et al., 2013; Baud et al., 2001). En Ouganda, les entreprises privées de traitement des déchets coopèrent rarement avec le secteur informel en raison de son illégalité. En outre, les travailleurs des déchets informels sont censés payer des pots-de-vin aux autorités locales afin d'éviter d'être arrêtées pour immersion dans des sites illégaux. Plus loin les conflits sont liés à la concurrence géographique et à l'accès aux ressources en déchets (Katusiimeh et al., 2013; Scheinberg et Savain, 2015). De plus, Baud et al. (2001) rapportent que les autorités locales de Chennai (Inde), Manille (Philippines) et Lima (Pérou) préfèrent coopérer avec les ONG (Organismes Non Gouvernementaux) et les grandes entreprises de gestion des déchets plutôt qu'avec le secteur informel. Ils ne sont disposés à s'engager avec ce dernier qu'après sa formalisation ;

CONCLUSION

Des recherches ont étudié les grandes lignes de l'intégration du secteur informel de la gestion des déchets dans le secteur formel (Wang et al., 1997, Masood, 2013, Paul et al., 2012, Velis et al., 2012, Wilson et al., 2012, Davis et al., 2006; Tsai, 2008). Certaines recherches ont conduit des entretiens avec les fonctionnaires du gouvernement pour connaître leur attitude à l'égard des secteurs informels et fournir des suggestions pour les intégrer (Sembiring et Nitivattananon, 2010). Les recherches poussent le gouvernement à intégrer le secteur informel. Il y a un grand potentiel pour intégrer les participants du système informel dans le système formel en normalisant leurs opérations, une opportunité gagnant-gagnant pour la coopération entre le secteur formel et informel, en fournissant un soutien au secteur informel, pour développer le recyclage. Il s'agit de réduire les coûts globaux de la gestion des déchets dans le secteur formel (Wilson et al., 2009, Velis et al., 2012, Masood, 2013, Matter et al., 2013).

Récemment, le rôle du secteur informel dans les systèmes de gestion des déchets solides municipaux a été largement reconnu car :

- (1) Il peut réduire le coût des systèmes formels de gestion des déchets en diminuant la quantité de déchets à collecter ;
- (2) Il est un complément important au secteur public, en particulier pour les zones sans systèmes municipaux formels ;

DEFINITION ET ÉTAT DE L'ART SUR LA GESTION DES DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX

(3) Il fournit des opportunités de travail et un moyen de subsistance pour les pauvres, les individus marginalisés et vulnérables ou les groupes sociaux (Wilson et al., 2006, Nzeadibe, 2009, Campos et Zapata, 2013, Rocksont et al., 2013, Sim et al., 2013, Chaerul et al., 2014, Linzner et Salhofer, 2014, Sasaki et Araki, 2014).

Cette partie donne une vue globale sur les parties qui vont suivre dans ce travail. Il est à noter que notre travail est centré exclusivement sur la gestion des déchets municipaux aux pays en voie de développement et tout particulièrement en Algérie où elle constitue un vrai challenge et où le système reste basique comparé à une grande partie du monde.

**PROBLÉMATIQUE ET
MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION**

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

INTRODUCTION ET VUE D'ENSEMBLE

Dans de nombreux pays en voie de développement, les conditions d'élimination des déchets sont encore rudimentaires. Les conditions socio-économiques aggravent le défi, en particulier en ce qui concerne les systèmes de gestion des déchets qui fonctionnent selon des normes peu efficaces (Wilson et al. 2006, Aparcana et al. 2012; Hoornweg and Bhada-Tata, 2012).

L'une des techniques les plus utilisées pour gérer les déchets solides municipaux dans les pays en voie de développement est le déversement, que ce soit dans des décharges ouvertes ou dans des décharges contrôlées. 90% des déchets sont déversés directement dans ces décharges (Chopda and Malek , 2018), et sont considérés comme l'une des principales causes de pollution des eaux souterraines (Chonattu et al., 2016) d'où la nécessité d'une gestion rigoureuse pour la préservation de la vie humaine et son environnement. Une étude de cas au Nigéria révèle que la meilleure installation d'élimination des déchets encore en pratique est la décharge contrôlée (décharge technique) qui est une étape intermédiaire entre la décharge ouverte et la décharge sanitaire (Majolagbe et al., 2017). Les décharges prédominent dans tous les traitements des DSM (Déchets Solide Municipaux) en Inde et en Chine en raison de l'augmentation de la production de déchets solides et de son économie favorable (Du et al., 2017, Chopda and Malek., 2018).

De nombreux pays en voie développement aspirent à des systèmes de gestion des déchets modernes, qui aboutissent par le tri à des taux de recyclage relativement élevés de matières (Wilson et al., 2009). Plusieurs études ont rapporté que le recyclage limite les quantités de déchets et est la meilleure option pour économiser les ressources naturelles et réduire les coûts énergétiques (Van Beukering et Van den Bergh 2006, Ezeah et al., 2013) et c'est également une entreprise rentable pour les principales parties prenantes impliquées dans le processus (Majeed et al., 2017). Dans les pays en voie de développement, les facteurs économiques et sociaux sont les facteurs les plus difficiles pour le recyclage en tant qu'outil de gestion durable des déchets (Al-Khatib et al., 2007, Castillo, 2003., Guerrero et al., 2013 reported by Majeed et al., 2017). Alexis et James, (2009) ont présenté 23 pays en voie de développement impliqués dans les activités de recyclage et leur étude a révélé que les trois dimensions de la durabilité (sociale, environnementale, économique) régissent les responsabilités des institutions associées aux 12 facteurs influençant le recyclage dans les pays en voie de développement: (politique gouvernementale, finances publiques, caractérisation des déchets, collecte et tri des déchets, éducation des ménages , économie domestique, administration,

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

éducation du personnel, plan de GDSM (Gestion des Déchets Solide Municipaux), marché local des matériaux recyclés, ressources technologiques et humaines et disponibilité des terres ; cependant, les trois facteurs ayant une étroite relation avec d'autres facteurs sont : la collecte et le tri des déchets, le plan GDSM et le marché local des matériaux recyclés ; et ce sont les trois seuls facteurs motivés par les trois dimensions de la durabilité.

Nous allons donc commencer par exposer l'état actuel de la GDSM en Algérie et justifier l'importance de la collecte des déchets recyclables à l'aide du secteur informel pour ensuite positionner notre problème par rapport à la wilaya de Tlemcen.

2.1. GESTION DES DÉCHETS SOLIDES EN ALGÉRIE

2.1.1. SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE

Le territoire est réparti en trois (03) ensembles distincts ; le Sahara représente 87% du territoire, les hauts plateaux 9% et le Nord (ensemble Tellien), à peine 4%. Selon l'Office National des Statistiques (ONS), le nombre d'habitants pour l'année 2012 est estimé à 37.5 Millions d'habitants avec un taux annuel de croissance démographique d'environ 1,43%. Cette population est concentrée essentiellement dans le Nord, qui représente environ 65% de la population globale, d'où un très fort taux d'urbanisation dans cette région et une densité d'occupation dépassant 300 h/ Km² (Densité par rapport à la superficie totale ; environ 14,9 h/Km²). L'Algérie compte 1541 communes parmi lesquelles, 24 grandes villes (chefs-lieux de wilayas) avec plus de 100.000 habitants et environ 300 chefs-lieux de communes de plus de 20.000 habitants. Pour l'année 2012, le PIB (Le produit intérieur brut) par habitant a été évalué à 7268 \$ US et un taux de croissance d'environ 3% (Source: FMI, Banque d'Algérie, Ministère des finances, Novembre 2013).

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

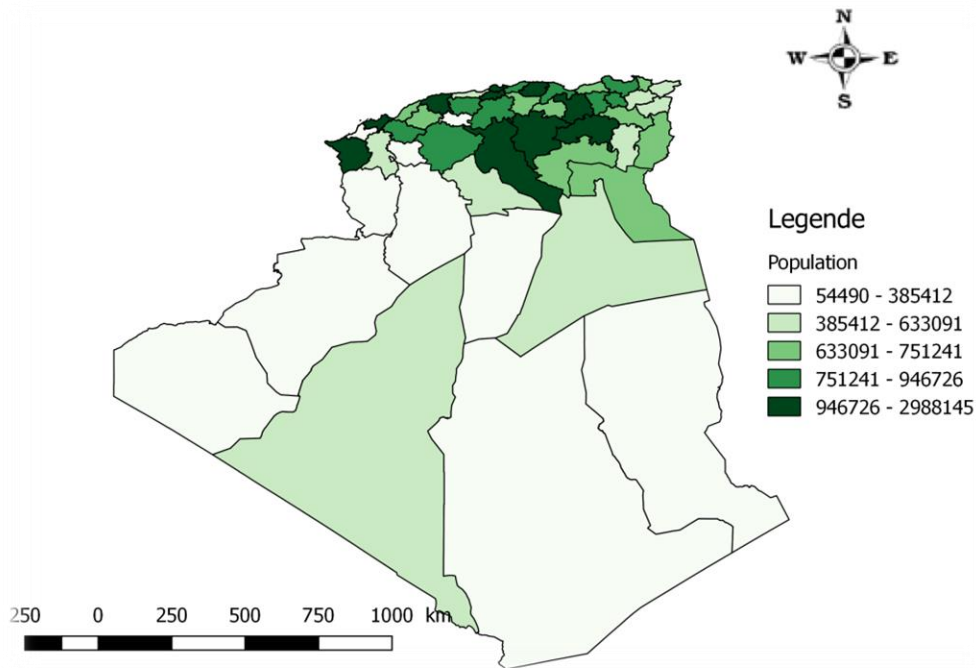


Figure 1. Le nombre d'habitants en Algérie (ONS 2012)

2.1.2. SITUATION DE LA GESTION DES DECHETS EN ALGERIE

Le Programme National de Gestion Intégrée des Déchets Ménagers et Assimilés (PROGDEM) vise à éradiquer les pratiques de décharges sauvages et à organiser la collecte, le transport et l'élimination des déchets dans des conditions garantissant l'innocuité pour l'environnement et la préservation de l'hygiène du milieu.

En 2013 dans le cadre d'une collaboration Algéro-coréenne dans deux villes algériennes : Blida et Bordj Bou Arreridj (AND, 2013). Les experts sud-coréens ont noté un faible taux de collecte avec des bacs insuffisants, des fréquences de collecte irrégulières et un manque d'installations de collecte. Une autre étude algéro-allemande (GIZ, 2014) présente le GDS comme une opération complexe, que la participation du secteur privé est infime et principalement informelle d'où la nécessité d'une plus importante inclusion du secteur privé dans le processus de gestion.

La quantité de déchets urbains solides produits en Algérie est en augmentation constante et estimée à environ 11 millions de tonnes par an. Un Algérien produit en moyenne 0,8 kg de déchets par jour. 54,4% de la composition moyenne des déchets générés par les ménages sont organiques (AND et Kehila, 2016) (figure 2).

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

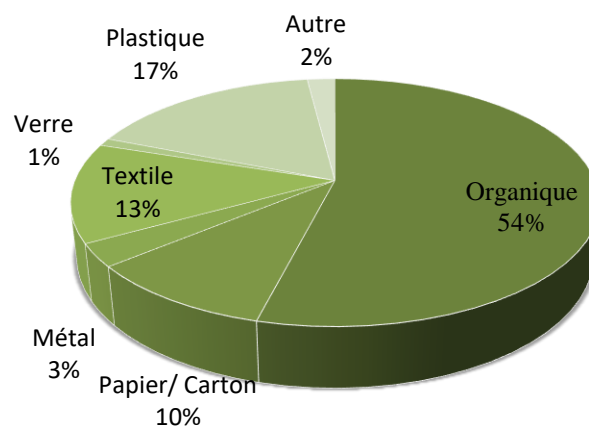


Figure 2:Composition des déchets en Algérie (AND et Kehila, 2016)

Tableau 1 : Données recyclables

Recyclables	Pourcentage	Quantitéannuelle(Kg)
Papier/ Carton	10%	1203040000
Métal	3%	360912000
Textile	13%	1563952000
Verre	1%	120304000
Plastique	17%	2045168000

Le tableau 1 représente la quantité annuelle de chaque type de matières recyclables générées en Algérie (AND et Kehila, 2016).

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

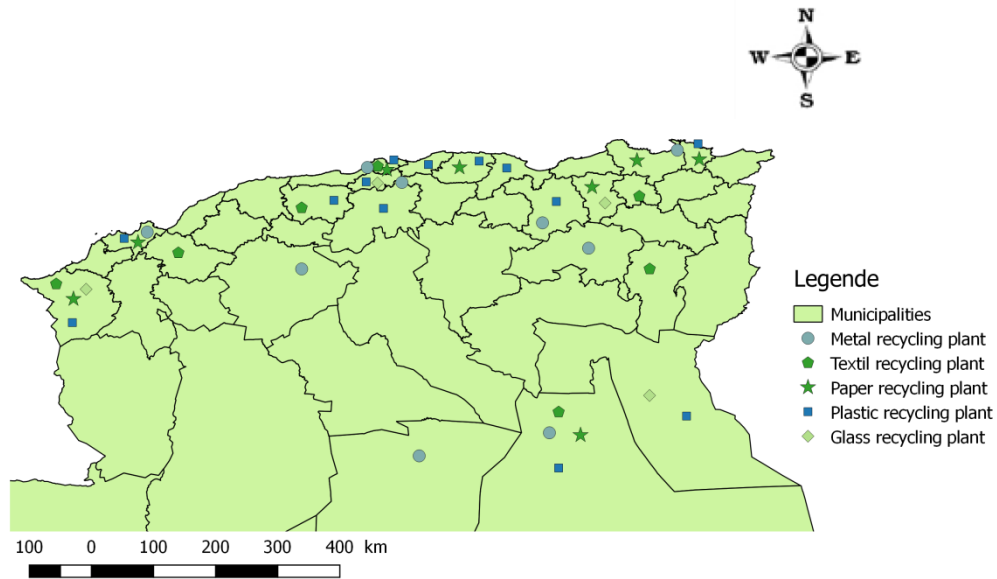


Figure 3: Localisation des usines de recyclage de chaque type de matières recyclables (Algérie)

En Algérie, on estime à environ 3 000 le nombre d'unités de recyclage enregistrées sur l'ensemble du territoire (AND, 2017), installées principalement dans le nord du pays. Le secteur informel est un acteur important dans la valorisation des déchets ; et le gouvernement n'intervient pas dans le contrôle des prix de vente et d'achat qui lui confère une certaine autonomie. Dans ce cas et aux fins de notre travail, nous proposons l'hypothèse où nous avons fixé une fourchette de prix pour chaque type de matières recyclables entre un prix minimum et maximum et cela pour justifier l'importance d'impliquer le secteur informel dans ce processus. Cependant, pour estimer le prix de vente, nous mettons un coefficient multiplicateur différent pour voir quel type de recyclable génère le maximum de bénéfice.

$$\text{Prix de vente} = \text{coût d'achat} + \text{marge} \quad (1).$$

La formule (1) calcule le prix de vente commercial qui est déterminé par la somme du coût d'achat et de la marge. Le coût d'achat est donné comme une gamme de coûts (minimum, moyenne et maximum).

$$\text{Marge} = \text{prix d'achat} * \text{coefficient multiplicateur} \quad (2).$$

La formule (2) calcule la marge qui est déterminée en calculant le produit du prix d'achat et le coefficient multiplicateur. Dans ce cas, nous prenons plusieurs coefficients multiplicateurs afin de parcourir de nombreux choix. Il est à noter que ces deux formules sont utilisées au besoin d'une analyse commerciale qui détermine l'importance économique de la collecte des recyclables.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

Tableau 2 : Une fourchette de prix d'achat unitaire en DZD / kg (1 USD = 117,964 DZD)

	Prix d'achat unitaire / kg			Prix d'achat total		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Papier/ Carton	20	25	30	2,41E+13	3,01E+13	3,61E+13
Métal	40	55	70	1,44E+13	1,99E+13	2,53E+13
Textile	10	15	20	1,56E+13	2,35E+13	3,13E+13
Verre	20	25	30	2,41E+12	3,01E+12	3,61E+12
Plastique	20	30	40	4,09E+13	6,14E+13	8,18E+13

Vu que le fournisseur potentiel de déchets recyclables est le secteur informel, nous avons établi une fourchette de prix unitaires pour les matières recyclables que nous avons considérée dans notre hypothèse illustrée dans le tableau 2. De plus, nous avons calculé le prix d'achat de la quantité totale de matières recyclables produites en un an et ceci afin de pouvoir estimer leur valeur.

Tableau 3 : Prix de vente et marge de chaque type de recyclable pour chaque coefficient

			Papier/ Carton	Métal	Textile	Verre	Plastique
Coefficient de 10%	Prix de vente	Min	2,65E+13	1,59E+13	1,72E+13	2,65E+12	4,50E+13
		Moy	3,31E+13	2,18E+13	2,58E+13	3,31E+12	6,75E+13
		Max	3,97E+13	2,78E+13	3,44E+13	3,97E+12	9,00E+13
	Marge	Min	2,41E+12	1,44E+12	1,56E+12	2,41E+11	4,09E+12
		Moy	3,01E+12	1,99E+12	2,35E+12	3,01E+11	6,14E+12
		Max	3,61E+12	2,53E+12	3,13E+12	3,61E+11	8,18E+12
Coefficient de 15%	Prix de vente	Min	2,77E+13	1,66E+13	1,80E+13	2,77E+12	4,70E+13
		Moy	3,61E+12	2,17E+12	2,35E+12	3,61E+11	6,14E+12
		Max	3,61E+12	2,17E+12	2,35E+12	3,61E+11	6,14E+12
	Marge	Min	3,61E+12	2,17E+12	2,35E+12	3,61E+11	6,14E+12
		Moy	3,01E+12	1,99E+12	2,35E+12	3,01E+11	6,14E+12
		Max	3,61E+12	2,53E+12	3,13E+12	3,61E+11	8,18E+12
Coefficient de 20%	Prix de vente	Min	2,89E+13	1,73E+13	1,88E+13	2,89E+12	4,91E+13
		Moy	3,61E+13	2,38E+13	2,82E+13	3,61E+12	7,36E+13
		Max	4,33E+13	3,03E+13	3,75E+13	4,33E+12	9,82E+13

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

Marge	Min	4,81E+12	2,89E+12	3,13E+12	4,81E+11	8,18E+12
	Moy	6,02E+12	3,97E+12	4,69E+12	6,02E+11	1,23E+13
	Max	7,22E+12	5,05E+12	6,26E+12	7,22E+11	1,64E+13

Les résultats globaux sont résumés dans le tableau 3. Le calcul de la marge et du prix de vente avec trois coefficients différents visent une stratégie de collecte. La stratégie de collecte dépendra du processus de collecte, de conditionnement et même de transport.

Tableau 4 : Prix de vente unitaire de chaque type de recyclable pour chaque coefficient

	Prix de vente unitaire			Prix de vente unitaire			Prix de vente unitaire		
	Coefficient de 10%			Coefficient de 15%			Coefficient de 20%		
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
Papier/ Carton	22	27,5	33	23	28,75	34,5	24	30	36
Métal	44	60,5	77	46	63,25	80,5	48	66	84
Textile	11	16,5	22	11,5	17,25	23	12	18	24
Verre	22	27,5	33	23	28,75	34,5	24	30	36
Plastique	22	33	44	23	34,5	46	24	36	48

Tableau 5 : Pourcentage de bénéfices pour chaque type de matières recyclables

	Profit en pourcentage		
	10% de Coefficient	15% de coefficient	20% de coefficient
Papier/ Carton	25%	22%	20%
Métal	15%	14%	14%
Textile	16%	17%	18%
Verre	2%	2%	2%
Plastique	42%	45%	46%
	100%	100%	100%

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

Le tableau 5 représente la classification de la rentabilité de chaque recyclable. Nous pouvons remarquer que le plastique est le recyclable le plus rentable, le papier / carton viennent après, et le textile vient ensuite.

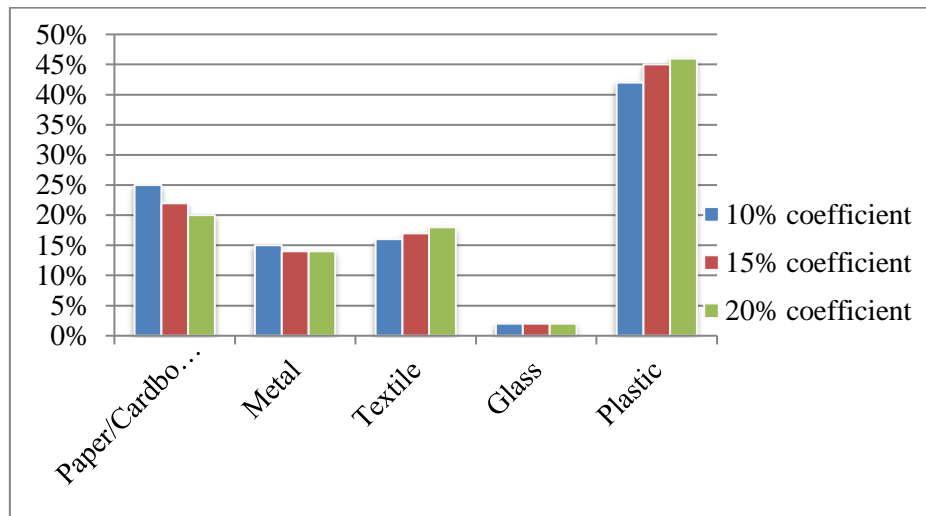


Figure 4: Rentabilité de chaque type de recyclable pour chaque coefficient

Comme le montre la figure 4, la rentabilité de chaque recyclable a augmenté ou diminué en fonction de chaque coefficient. On remarque qu'à chaque fois que le coefficient augmente, la rentabilité du papier / carton et du métal diminue.

Cette hypothèse, nous a permis d'examiner la spécificité des déchets ménagers et assimilés en Algérie où nous estimons les types et les quantités de matières recyclables générées en une année. Nous avons pu en déduire que la collecte des recyclables à l'aide du secteur informel a un bénéfice économique considérable. Ces calculs sont le point de départ qui nous permettra d'avancer dans notre analyse. Les données obtenues fournissent une base importante pour traiter les matières recyclables générées. La formule du prix de vente est utilisée pour déterminer l'aspect commercial de l'opération de vente des recyclables et non l'aspect industriel de celle-ci. Elle peut être également un outil intéressant pour l'industrie du recyclage ; principalement dans le choix du type de recyclable à considérer.

Pour la prochaine étape, nous allons présenter une vue d'ensemble sur la gestion des déchets dans la wilaya de Tlemcen où notre chaîne de récupération sera installée. Cette chaîne sera l'infrastructure qui permettra au secteur informel d'être une partie prenante dans le processus de gestion.

2.1.3. SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE DE LA WILAYA DE TLEMCEN

La Wilaya de Tlemcen occupe une position de choix au sein de l'ensemble national. Elle est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

une wilaya frontalière avec le Maroc, Avec une superficie de 9017,69 Km². Le Chef lieu de la wilaya est située à 432 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La wilaya est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord ;
- La wilaya d'Ain Témouchent à l'Est ;
- La wilaya de Sidi Bel Abbès à l'Est- Sud –Est ;
- La wilaya de Naâma au Sud ;
- Le Maroc à l'Ouest.

Conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement 20 Daïras et 53 Communes.

Tableau 6 : Le nombre d'habitants et le nombre d'activité des 53 communes

Code Commune	Nom Commune	N° Habitant	N° Activités
1301	Tlemcen	140158	6 896
1351	Mansourah	49150	1537
1302	Beni Mester	18651	367
1323	Terny	5799	62
1349	Ain Ghoraba	5068	65
1350	Chetouane	47600	878
1314	Amieur	13150	250
1312	Ain Fezza	11053	224
1313	Ouled Mimoun	26389	796
1311	Oued Lakhdar	5262	70
1352	Beni Smiel	4704	66
1303	Ain tellout	10286	185
1325	Ain Nehala	6704	50
1324	Bensekrane	13845	391
1334	Sidi Abdeli	6697	130
1304	Remchi	46999	2 031

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

1336	Beni Ouarsous	12110	263
1315	Ain Youcef	13234	354
1322	SebaaChioukh	4634	128
1305	El Fhoul	7045	113
1326	Henaya	33356	1156
1316	Zenata	3890	122
1346	OuledRiyah	4329	109
1344	Honain	5408	186
1348	BeniKhellad-Souk El khemis	6933	95
1307	Ghazaouet	33774	1405
1329	Souahlia	22245	816
1345	Tient	4493	52
1319	Dar Yaghmoracen	6331	139
1340	Nedroma	32498	1203
1309	Djebala	8369	159
1320	Fellaoucene	8781	259
1331	Ain Fettah	7352	177
1353	Ain Kebira	3665	29
1318	Bab El Assa	10147	262
1308	Souani	9513	286
1333	Souk Tleta	2756	19
1339	Marsa Ben M'hidi	6212	193
1330	M'sidraFouaga	5693	134
1327	Maghnia	114634	4420
1328	HamameBoughrara	11444	254
1338	Beni Boussaid	13182	251
1337	Sidi Medjahed	7164	134
1306	Sabra	28555	795
1347	Bouhlou	6347	111
1317	Beni Snous	11318	254
1321	Azails	7527	103
1342	Beni Bahdel	2801	54
1335	Sebdou	39800	1271

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

1310	El Gor	8539	138
1332	El Aricha	6673	186
1341	Sidi Djilali	18222	329
1343	Bouhi	8705	129

L'importance de la wilaya de Tlemcen se décèle à plusieurs niveaux : une économie diversifiée, un potentiel humain dynamique non négligeable (Tableau 6), une ouverture vers l'extérieur offrant des opportunités d'échanges multiples, un patrimoine et un savoir faire ancien dans plusieurs domaines, des infrastructures en amélioration constante (recherches scientifiques, aboutissement de l'autoroute Est-ouest, aéroport, terminus ferroviaire, port, etc.).

La wilaya de Tlemcen dispose d'un maillage routier qui s'appuie principalement sur des axes de parcours à caractère national comme la RN22, la RN7 et la RN35 et l'autoroute Est-ouest.

Le chemin de fer relie la wilaya aux différents centres dynamiques de la région et au Maroc. L'aéroport est l'autre infrastructure de liaisons pouvant se hisser à un niveau international.

Au plan des liaisons maritimes la wilaya n'est pas en reste, puisque le port de Ghazaouet, parallèlement à sa modernisation, son trafic passagers et son trafic marchandises ne cessent de progresser et offrent de nombreux avantages aux villes et aux cités du bassin méditerranéen. Cette situation d'ancrage et d'ouverture des territoires va certainement se renforcer après l'achèvement des grandes infrastructures en cours et la réalisation des nouveaux programmes. (Source Direction de la Wilaya, 2016)

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

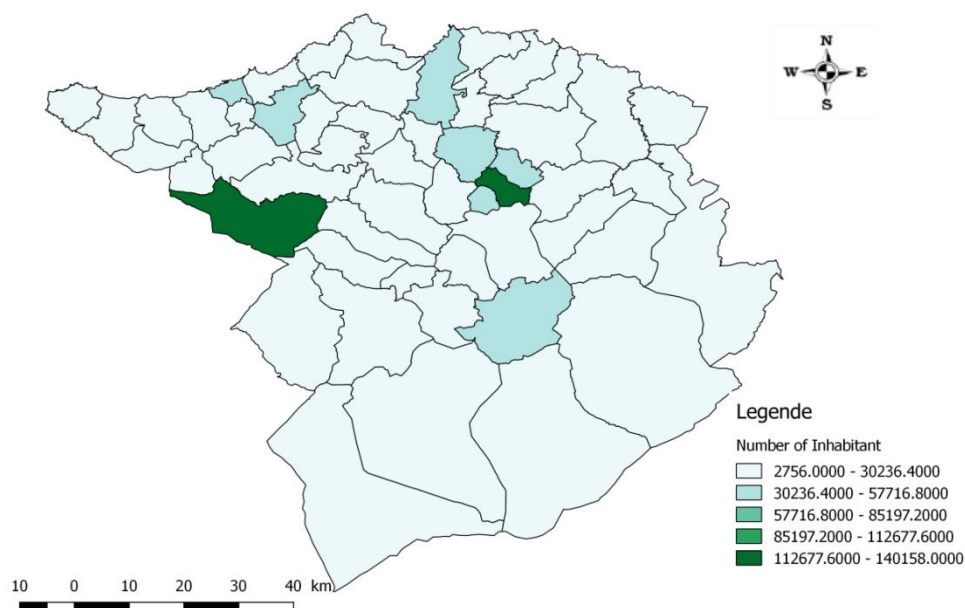


Figure 5. Quantité de matières recyclables pour chaque municipalité du département de Tlemcen (tonne / jour)

2.2. POSITIONNEMENT DU PROBLEME

Malgré la situation stratégique et l'infrastructure importante de la wilaya de Tlemcen, la gestion des déchets reste loin de l'objectif « zero waste ».

Elle compte une gestion des déchets solides municipaux basique, dispose de 03 centres d'enfouissements techniques (CET), couvrant 20 communes sur un total de 53 communes et deux décharges contrôlées. Par contre, les décharges non-autorisées couvrent les 53 communes. La wilaya compte aussi des centres de recyclages du carton, du plastique et du textile. Le transport des déchets est couvert à plus de 90% par l'état et à moins de 10% par le secteur privé.

Désignation	Le lieu-dit et la commune	Les communes desservies par le CET ou la décharge contrôlée
Centre d'enfouissement technique	Tourba Hammam Boughrara	Maghnia, Hammam boughrara Felouacen, Ain fettah
	Djbel El HadidChetouane	Tlemcen,Chetouane, Mansourah, Amieur, Ain Fezza, Oued Lakhder, Bensekrane, Remchi, Henaya, Zenata, OuledRiah.
	Onk el DjmelGhazaouet	Ghazaouet, Souahlia

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

		Dar yaghmouracen, Tienet, Nedroma
Décharges contrôlées	Site RegabSebdou	Sebdou
	Tamnunsa Beni snous	Beni snous

Tableau 7 : Les communes desservies par le CET ou la décharge contrôlée

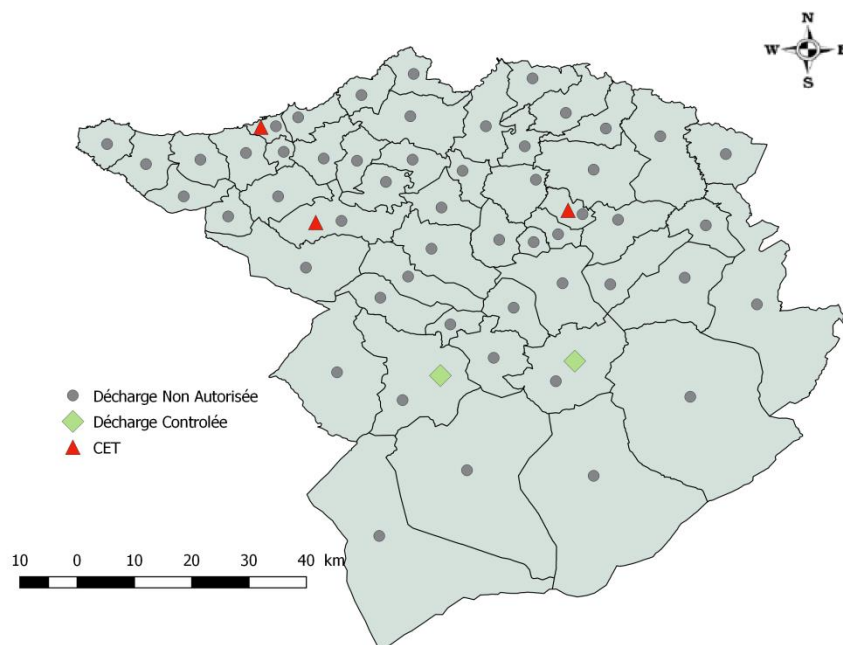


Figure 6. Répartition des CET, des décharges contrôlées et celles non autorisées dans la wilaya de Tlemcen

Notre Travail consiste en la conception d'une chaîne de récupération des déchets recyclables provenant des déchets solides municipaux à savoir (carton/papier, plastique, textile, métaux ...) dans la wilaya de Tlemcen. Ces recyclables sont considérés comme une matière première destinée au marché du recyclage. L'hypothèse 1, justifie la conception d'une chaîne de récupération de la matière recyclable issue des déchets solides municipaux. Cette chaîne est le pilier motivateur du secteur informel afin de l'introduire dans le processus de récupération et lui permettre d'être reconnu par les autorités.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

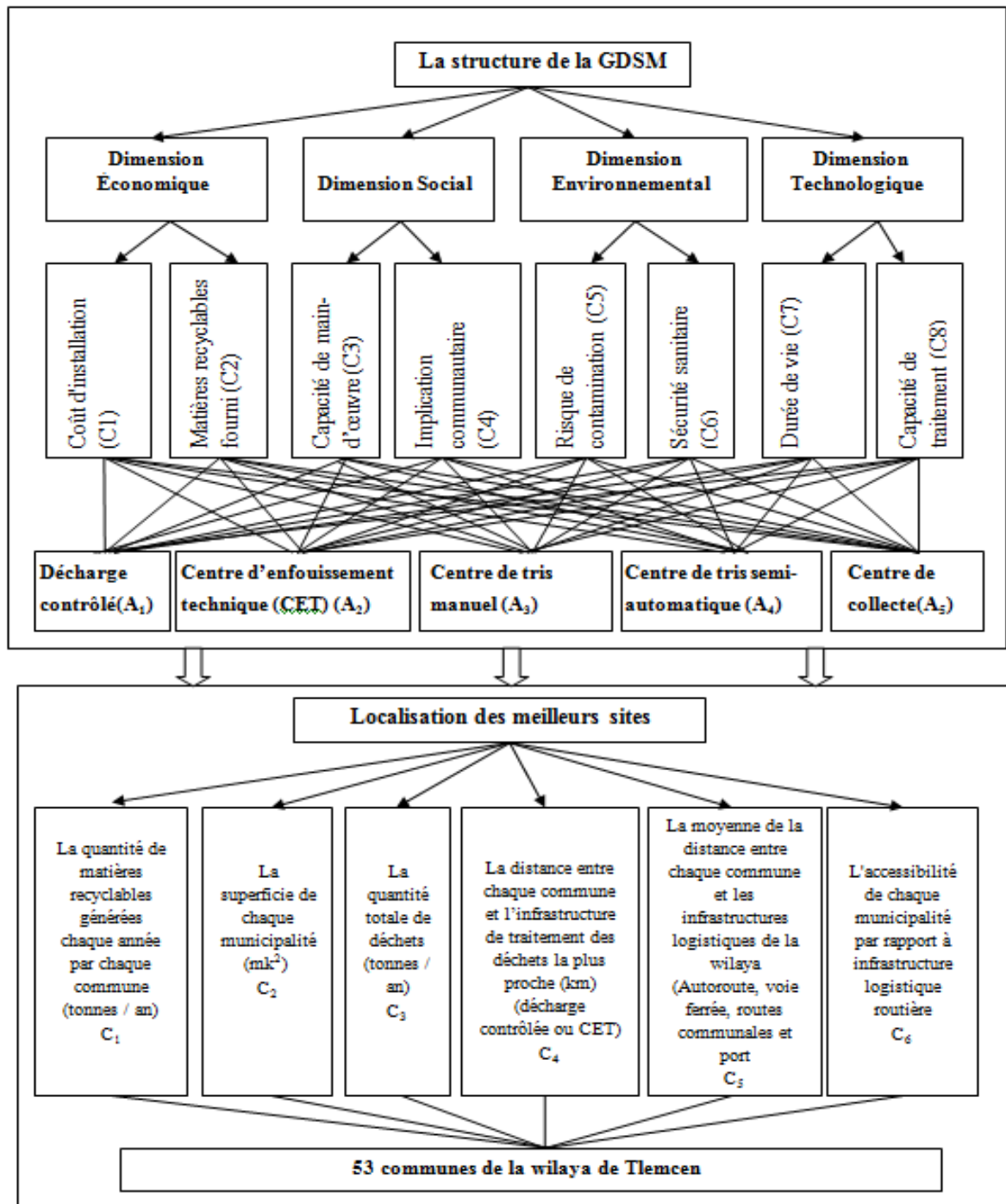


Figure7. Les étapes du travail

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

Notre Travail est composé de deux grandes parties. La première partie consiste dans le choix des meilleures alternatives de récupération des déchets en prenant en considération des critères qui respectent les dimensions de durabilité à savoir: la dimension économique, la dimension sociale et la dimension environnementale. La deuxième partie consiste dans la répartition des résultats de la première partie sur l'ensemble du territoire selon de nouveaux critères avec des alternatives qui représentent les 53 communes de la wilaya de Tlemcen.

2.3. OUTILS DE PRISE DE DECISION MULTICRITERES

Les outils de prise de décision multicritères (MCDM) apportent des solutions aux problèmes de gestion des déchets solides municipaux (GDSM). Dans les modèles MCDM les plus récents, un compromis doit être trouvé entre différentes priorités pour calculer la solution. La solution la plus réalisable devrait fonctionner de manière satisfaisante par rapport aux autres solutions dans le même ensemble de priorités. Enfin, une solution est choisie parmi l'ensemble des alternatives classées en présence des critères contradictoires. Le classement est basé sur une mesure de «proximité» à la solution «idéale» (Opricovic et Tzeng, 2014).

Les méthodes MCDM ont gagné en popularité dans le domaine de la gestion des déchets solides (GDS), en particulier au cours de la dernière décennie, car il a été démontré que les outils MCDM sont largement compatibles avec la nature du problème de la GDS. Cela est principalement dû au fait que la GDS est un processus complexe et intégré comportant de multiples dimensions environnementales et socio-économiques ; et MCDM peut fournir le cadre d'aide à la décision nécessaire pour guider la détermination des solutions possibles, la sélection des critères pertinents et leur pondération, ainsi que la détermination des actions applicables (Coban et al. 2018). Au niveau stratégique, Xi et al. (2010) ont présenté une étude sur la gestion des déchets impliquant le MCDM. L'étude examine différents scénarios de gestion des déchets à Beijing en termes de coût. Arikan et al. (2017) ont utilisé différents MCDM pour évaluer et déterminer les méthodologies d'élimination actuelles et leur applicabilité en Turquie. Coban et al. (2018) ont présenté une revue de la littérature qui souligne l'importance de la prise de décision dans le contexte de la GDSM. Le travail couvrait différentes études de DSM et les outils MCDM utilisés pour résoudre leurs problèmes (TOPSIS, PROMETHEE I & II, ELECTRE, AHP et VIKOR).

TOPSIS: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

Est une approche décisionnelle multicritère créée par Hwang et Yoon en 1981. Il s'agit d'une méthode d'agrégation compensatoire basée sur le concept que la meilleure alternative devrait

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

avoir la distance géométrique la plus courte pour une solution idéale positive (PIS) et la distance géométrique la plus éloignée d'une solution idéale négative (NIS).

Source: <https://www.igi-global.com/dictionary/assessing-corporate-social-responsibilities-in-the-banking-sector/40342>

ELECTRE: ELicitation et Choix Traduisant la REalité

Les méthodes ELECTRE, dont l'acronyme désigne elicitation et choix traduisant la réalité, regroupent une famille de méthodes d'aide à la décision dont la particularité est l'agrégation partielle via la construction de relations de comparaisons des performances de chaque couple de solutions. Contrairement aux méthodes d'optimisation classique qui consistent à formuler le problème sous la forme d'une fonction coût et à rechercher son optimum, ici on compare les solutions 2 à 2, critère par critère mettant ainsi en avant une préférence/indifférence d'une réponse par rapport à une autre et aboutissant à une matrice de surclassement.

Source: <https://www.xlstat.com/fr/solutions/fonctionnalites/aide-multicritere-a-la-decision-methodes-electre>

PROMETHEE I & II: preference ranking organisation method for enrichment evaluations. PROMETHEE est une approche prescriptive d'analyse multicritère de problème présentant un nombre d'actions (ou décisions) évaluées selon plusieurs critères. Elle est associée à l'approche descriptive, qui permet de visualiser les conflits et les synergies entre critères, GAIA (*Geometrical Analysis For Interactive Aid*)

VIKOR: La méthode VIKOR est une méthode de prise de décision multicritère (MCDM) ou d'analyse de décision multicritère. Il a été initialement développé par Serafim Opricovic pour résoudre des problèmes de décision avec des critères conflictuels et non mesurables (différentes unités), en supposant que le compromis est acceptable pour la résolution des conflits, le décideur veut une solution la plus proche de l'idéal et les alternatives sont évaluées en fonction à tous les critères établis. VIKOR classe les alternatives et détermine la solution nommée compromis la plus proche de l'idéal.

AHP: le processus de hiérarchie analytique (AHP) est une technique structurée pour organiser et analyser des décisions complexes, basée sur les mathématiques et la psychologie. Il a été développé par Thomas L. Saaty dans les années 1970 qui s'est associé à Ernest Forman pour développer Expert Choice en 1983, et a été largement étudié et affiné depuis lors. Il représente l'approche la plus précise pour quantifier les poids des critères. L'expérience des

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

experts individuels est utilisée pour estimer l'ampleur relative des facteurs par le biais de comparaisons par paires

Ces dernières années, peu de recherches sur les approches de modélisation MCDM dans la gestion des déchets solides (GDS) ont été publiées ; celles-ci sont principalement axées sur la prise de décision multicritères (MCDM) techniques comme méthode de résolution. Les techniques de MCDM pourraient être très appropriées pour la GDS durable qui n'est pas seulement un problème social mais incarne également des facteurs politiques, socioculturels, techniques, financiers et environnementaux (Balaban et Baki, 2010). par conséquent, un programme de gestion intégrée par incorporation de ces facteurs peuvent convenir comme méthodologie durable de GDS (Zurbrügg et al., 2012). Nous trouvons que la méthode AHP (AnalyticHierarchyProcess) est la technique dominante pour résoudre les problèmes de gestion des déchets (Soltani et al., 2015) tableau 8.

Tableau 8 : Résumé de la littérature sur les études GDS basées sur les "Méthodes MCDM" (Achillas et al, 2013, Soltani et al, 2015, Coban et al., 2018).

MCDM	Publications(authors)	Sujets
AHP	Vucijak et al.	Stratégie de gestion des déchets(Sélection de scénario)
	Abba et al.	Stratégie de gestion des déchets
	Herva and Roca	Stratégie de gestion des déchets
	Tavares et al	Localisation des installations de GDM
	De Feo and De Gisi	Emplacement de l'usine
	Aragonés-Beltrán et al	location DES installations de GDS
	Garfi et al.	Stratégie de gestion des déchets
	Wang et al	Localisation des sites d'enfouissement
	Contreras et al.	Stratégie de gestion des déchets
	Su et al.	Stratégie de gestion des déchets
Banar et al	Localisation des usine	
TOPSIS	Arikan et al	Stratégie de gestion des déchets (sélection de la méthode de traitement)
	Aghajani et al	Stratégie de gestion des déchets (Développement d'un modèle)
	Jovanovic et al	Stratégie de gestion des déchets (Sélection de stratégie optimale)
	Xi et al	Stratégie de gestion des déchets
	Ekmekcioglu et al	La gestion des déchets stratégie / Localisation de l'usine
	Su et al.	Stratégie de gestion des déchets

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

	Karagiannidis et al	Localisation de l'installation GDM
	Cheng et al	Localisation des sites d'enfouissements
PROMETHEE I & II	Arikan et al	Stratégie de gestion des déchets (Sélection de la méthode de traitement)
	Herva and Roca	Stratégie de gestion des déchets
	Makan et al	Localisation des usines
	Vego et al.	Stratégie de gestion des déchets
	Chenayah and Takeda	Stratégie de gestion des déchets
	Vaillancourt and Waaub	Location des installations de GDS
ELECTRE	Khalili and Duecker	Stratégie de gestion des déchets (Sélection de scénario basée sur le projet)
	Perkoulidis et al	Stratégie de gestion des déchets
	Karagiannidis et al	Location des installations de GDS
	Cheng et al	Location des installations de GDS
VIKOR	Vucijak et al	Stratégie de gestion des déchets (Sélection de scénario)
	Aghajani et al	Stratégie de gestion des déchets

Dans un contexte plus général, lors de la résolution des problèmes industriels complexes, des méthodes telles que (ELECTRE, VIKOR, TOPSIS et PROMETHEE) ont une caractéristique clé modérée à l'extrême complexité de leurs modèles mathématiques. L'utilisation de ces techniques semble difficile, nécessitant des connaissances mathématiques avancées (Karande et Chakraborty 2012, Hafezalkotob., 2015). Bien que l'analyse des rapports (MOORA) repose sur un modèle mathématique simple, elle peut être utilisée sans effort et avec efficacité (Hafezalkotob., 2015).

Tableau 9 : Comparaison de la méthode MOORA avec les approches MCDM (Karuppanna Prasad et Sekar ., 2016)

méthode MCDM	Temps de programmation	Simplicité	Calcule mathématique requis
MOORA	Très faible	Très simple	Minimum
AHP	très élevé	Très compliqué	Maximum
ANP	Modéré	Modérément compliqué	Modéré
VIKOR	Faible	Simple	Modéré
ELECTRE	Elevé	Modérément compliqué	Modéré
TOPSIS	Modéré	Modérément compliqué	Modéré

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

PROMTHEE	Elevé	Modérément compliqué	Modéré
----------	-------	----------------------	--------

2.4. MÉTHODE MOORA

MOORA est une technique d'optimisation multicritère. Elle tente de satisfaire un ensemble de conditions, à savoir : le choix des unités par objectif, la normalisation, l'optimisation et l'importance (Brauers and Zavadskas, 2006). En outre, la méthode a été utilisée pour trouver la meilleure solution parmi des alternatives discrètes données avec des objectifs contradictoires. Elle a été utilisée pour résoudre de nombreux problèmes économiques, de gestion et de construction (Kivak, 2014; Maiyar et al., 2013; Kuram et Ozcelik, 2013., Shihab et Mubarak, 2017).

2.5. METHODOLOGIE :

Dans l'optimisation multi objectifs basée sur l'analyse de rapport (MOORA), il existe plusieurs méthodes, ces dernières sont expliquéesci dessous :

2.5.1. PREMIERE METHODE : L'ANALYSE DES RAPPORTS

2.5.1.1. Étape 1 :

Consiste à déterminer l'objectif et à identifier les attributs d'évaluation pertinents.

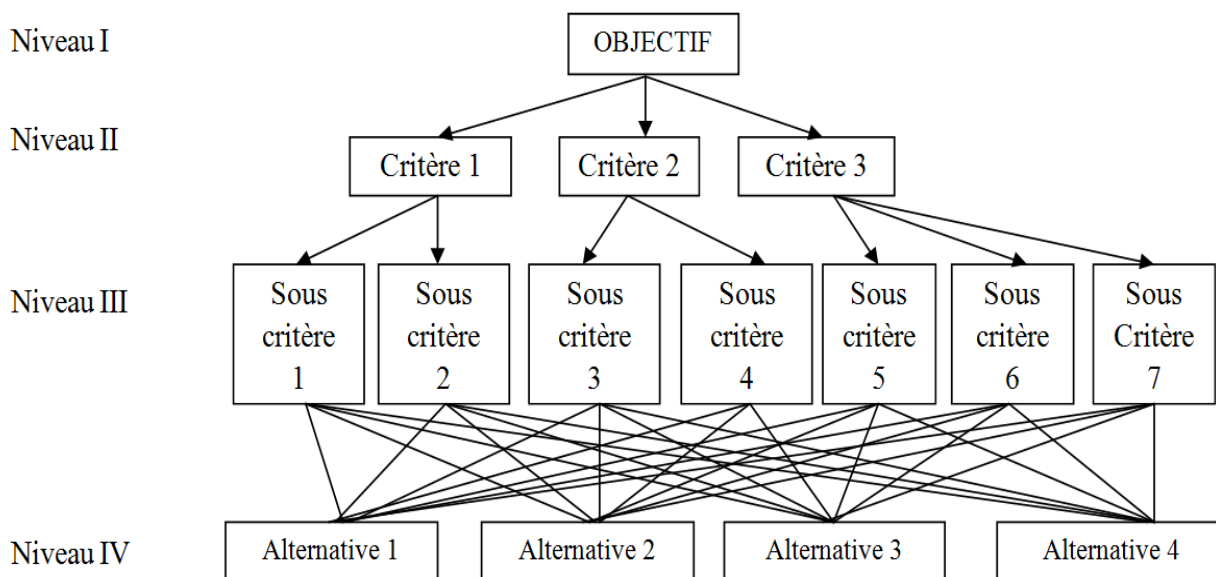


Figure 08. Schéma explicatif des niveaux décisionnels

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

2.5.1.2. Étape 2 :

Elle représente toutes les informations disponibles pour les attributs sous la forme d'une matrice de décision. Les mesures de la performance des alternatives sur les attributs, sont dans la matrice x de m lignes et n colonnes, où m est le nombre d'alternatives, et n est le nombre d'attributs. Ensuite, un système de rapport est développé dans lequel chaque performance d'une alternative sur un attribut est comparée à un dénominateur qui est un représentant pour toutes les alternatives concernant cet attribut.

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.5.1.3. Étape 3 :

Brauers et al (2008), a conclu que pour ce dénominateur, le meilleur choix est la racine carrée de la somme des carrés de chaque alternative par attribut. Ce rapport peut être exprimé comme suit :

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

Où x_{ij}^* est la performance normalisée de l'alternative sur l'attribut j .

2.5.1.4. Étape 4 :

Pour une optimisation multi objectif, ces performances normalisées sont ajoutées en cas de maximisation (pour les attributs bénéfiques) et soustraites en cas de minimisation (pour les attributs non bénéfiques). Ensuite, le problème d'optimisation devient :

$$y_i = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (3)$$

Où g est le nombre d'attributs à maximiser, $(n-g)$ est le nombre d'attributs à minimiser, et y_i est la valeur d'évaluation normalisée de la i -eme alternative par rapport à tous les attributs. Dans certains cas, on observe souvent que certains attributs sont plus importants que les autres. Afin de donner plus d'importance à un attribut, il pourrait être multiplié par son

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

poids correspondant (coefficient de signification) (Brauers et al. 2009). Lorsque ces poids d'attributs sont pris en compte, formule (3) peut s'écrire comme suit :

$$y_i = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad (4)$$

Où w_j est le poids de l'attribut j .

2.5.1.5. Etape 5 :

La valeur y_i peut être positive ou négative selon les totaux de ses maxima (attributs bénéfiques) et minima (attributs non bénéfiques) dans la matrice de décision. Un classement ordinal de y_i montre la préférence finale. Ainsi, la meilleure alternative à la valeur y_i la plus élevée, alors que la pire alternative à la plus faible valeur y_i .

2.5.2. LA DEUXIEME METHODE : LE POINT DE REFERENCE

La théorie des points de référence par des rapports déjà normalisés tels que définis dans la méthode MOORA, à savoir la formule (2). Ensuite, la théorie des points de référence choisit pour la maximisation d'un point de référence r_i , qui a comme coordonnée la plus haute coordonnée par objectif de toutes les alternatives candidates. Pour la minimisation, la coordonnée la plus basse est choisie.

Pour mesurer la distance entre les alternatives et le point de référence, on utilise la formule suivante :

$$\text{Min}_{(j)} \{ \text{Max}_{(i)} |r_i - x_{ij}^*| \} \quad (5)$$

r_i est la i -ème coordonnée du point de référence.

2.5.3. LA TROISIEME METHODE : L'APPROCHE MULTIMOORA

La forme multiplicative complète des critères multiples consiste à la fois à maximiser et à minimiser une fonction d'utilité purement multiplicative. Si les décideurs veulent combiner le problème de minimisation avec la maximisation d'autres critères, alors on obtient la formule (6) :

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (6)$$

Dans cette formule A_i et B_i sont calculés comme suit :

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

$$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij} \quad (7)$$

$$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij} \quad (8)$$

g et $n-g$ sont le nombre des critères à maximiser et à minimiser respectivement. Si x_{ij} est égal à 0, Brauers (2002) a suggéré de retirer ce critère de la matrice de décision, car la prise de valeur 0 signifie l'absence d'un critère particulier dans la matrice de décision. (On prend la valeur maximale du produit)

2.5.4. LA QUATRIEME METHODE : MOOSRA

La méthode MOOSRA est l'une des méthodes d'optimisation multi-objective. Si la méthode MOOSRA est comparée à la méthode MOORA, les scores de performance négatifs dans la méthode MOORA n'apparaissent pas et la méthode MOOSRA est moins sensible à la grande variation des valeurs des critères (Jagadish and Ray 2014).

Les étapes d'application de la méthode MOOSRA sont similaires à la méthode MOORA. A savoir, la première étape consiste à construire la matrice de décision du problème et la seconde étape est la normalisation de la matrice de décision. Lors du calcul du score de performance global de chaque alternative y_i , la méthode MOOSRA utilise un ratio simple de la somme des valeurs de performance normalisées pour les critères bénéfiques à la somme des valeurs de performance normalisées pour les critères non bénéfiques. Alors la formule devient comme (Kumar and Ray 2015):

$$y_i^* = \frac{\sum_{j=1}^g x_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^n x_{ij}^*} \quad (8)$$

Dans cette formule, g et $n - g$ sont le nombre de critères à maximiser et à minimiser, respectivement. Lorsque les poids des critères sont considérés, donc y_i^* sera donné par :

$$y_i^* = \frac{\sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^*} \quad (10)$$

w_j est le poids du j -eme critère. Le classement des alternatives est obtenu en fonction du score global de performance de chaque alternative (y_i). L'alternative avec le score de performance globale le plus élevé est la meilleure.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE DE RÉOLUTION

CONCLUSION

La GDSM est un véritable défi en Algérie. La situation économique actuelle oriente le marché vers de nouveaux secteurs d'activité où les matières premières sont accessibles en considérant que les matières recyclables sont une bonne source de matières premières. Dans cette partie, nous avons parlé de l'état actuel de la gestion des déchets solides municipaux en Algérie en fournissant des données quantitatives qui justifient l'intérêt de la participation du secteur informel dans le processus de gestion.

Nous avons exposé aussi l'utilisation des méthodes MCDM de prise de décision multi critère et leurs utilisations dans les études de gestion des déchets solide. Nous avons cité un nombre de travaux où les différentes méthodes MCDM sont utilisées. L'une des techniques les plus dominantes dans la résolution des problèmes de GDS est la méthode AHP, surtout dans les choix des stratégies de traitement et de localisation des différentes infrastructures. Toutefois, Coban et al, (2018)affirment qu'il n'y a pas de règle ou de formule générique pour la sélection d'une méthode MCDM spécifique.

La méthode MOORA a été comparée avec plusieurs méthodes MCDM et il c'est avéré qu'elle choisit la meilleure alternative avec une grande simplicité, moins de temps de calcul et calculs mathématiques de base sans utilisation de paramètres supplémentaires. Nous avons donc opté pour l'application de cette méthode dans le chapitre suivant pour résoudre notre problème de GDSM dans la wilaya de Tlemcen en utilisant desparamètres quantitatifs collecterde plusieurs sources.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

RÉSULTATS ET DISCUSSION

INTRODUCTION :

Les conditions socio-économiques dans les pays en voie de développement affectent la gestion des déchets solides municipaux. Trouver la stratégie d'élimination des déchets dans le but de respecter les trois dimensions de la durabilité, à savoir : la dimension économique, la dimension environnementale et enfin la dimension sociale.

Dans la première partie de cette étude, nous proposons l'application de la méthode de prise de décision multicritère (MCDM) appelée MOORA pour la GDSM. Les alternatives envisagées représentent principalement des structures déjà existantes dans les pays en voie de développement avec d'autres structures à un coût d'investissement bas.

La deuxième partie consiste en la conception d'une plateforme de déchets solides municipaux pour améliorer le processus de gestion dans la wilaya de Tlemcen et offrir un véritable marché du recyclage. Cette partie couvre l'échelle des 53 communes rattachées à la wilaya de Tlemcen. Les alternatives prises en compte représentent plusieurs paramètres tels que, la quantité de matières recyclables générées chaque année par chaque municipalité, la superficie de chaque municipalité, la quantité totale de déchets, la distance entre chaque municipalité et l'infrastructure de stockage de déchets la plus proche ainsi que la distance entre chaque municipalité et l'infrastructure logistique.

3.1. CLASSIFICATION DES INFRASTRUCTURES DE GESTION

3.1.1. LES DONNEES D'ENTREE

Les alternatives de notre étude sont des structures de la gestion des déchets solides municipaux qui peuvent exister dans les pays en voie de développement, qui comprennent les décharges contrôlées (A_1), les Centres d'enfouissement technique (A_2), les centres detrisemi-automatique(A_3)et les Centre de tri manuel (A_4). Pour les besoins de notre étude, nous avons ajouté la station de collecte / récupération (A_5). A_5 est une station où les matières recyclables sont collectées directement auprès des marchés et des ménages via le secteur informel.

- Décharge contrôlée(A_1)
- Centre d'enfouissement technique (CET)(A_2)
- Centre de tri semi-automatique (A_3)
- Centre de tri manuel (A_4)
- Centre de collecte(A_5)

Pour faire une comparaison entre ces alternatives, nous avons défini de nombreux critères. Les critères respectent les trois dimensions de la durabilité, à savoir : la dimension

RÉSULTATS ET DISCUSSION

sociale, la dimension environnementale et la dimension économique. Nous ajoutons la dimension technologique pour aider à évaluer le flux de la chaîne de récupération.

La dimension économique est interprétée par :

- le coût d'installation (C₁) (en USD)
- les matières recyclables que chaque structure est en mesure d'offrir au marché du recyclage (C₂) (en chiffres).

La dimension sociale est interprétée par :

- la capacité de main-d'œuvre formelle et informelle (C₃) (en chiffres)
- l'implication communautaire (C₄) (jugement de valeur sur une échelle de 1 à 10; 1: le pire et 10: le meilleur).

La dimension environnementale est interprétée par :

- Contamination et risque environnemental (C₅) (en%)
- sécurité sanitaire de la communauté et des travailleurs (C₆) (jugement de valeur sur une échelle de 1 à 10 ; 1: la moins bonne valeur et 10: la meilleure).

Pour la dimension technologique, nous avons :

- la durée de vie (C₇) (en années)
- capacité des déchets traités (C₈) (en tonne / an).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

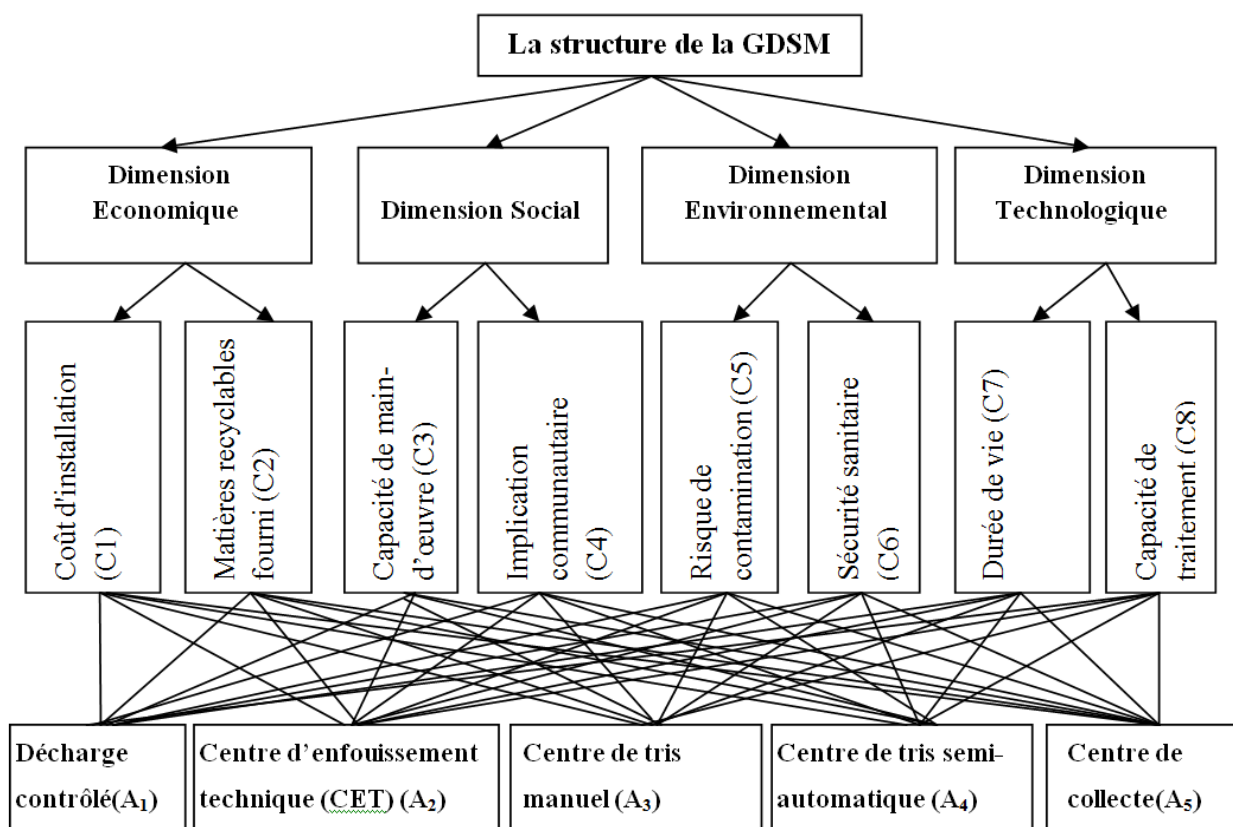


Figure 09 : Le schéma représentatif de la structure de GDSM

3.1.2. RESULTATS DE LA CLASSIFICATION DES STRUCTURES

Tableau 10 : Matrice de décision de la structure du problème de GDSM avec des attributs bénéfiques et non bénéfiques

	C ₁ Min	C ₂ Max	C ₃ Max	C ₄ Max	C ₅ Min	C ₆ Max	C ₇ Max	C ₈ Max
A ₁	2106562,5	2	20	3	0,90	3	25	9102,6
A ₂	2527875	4	26	5	0,60	5	40	146000
A ₃	600160	6	10	9	0,40	7	40	3650
A ₄	31460	5	15	9	0,50	7	60	255,5
A ₅	30000	8	80	9	0,20	7	90	182,50

Tableau 11 : Matrice de décision normalisée

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,630	0,166	0,226	0,180	0,707	0,223	0,201	0,062
A ₂	0,756	0,332	0,294	0,300	0,471	0,372	0,321	0,998
A ₃	0,179	0,498	0,113	0,541	0,314	0,520	0,321	0,025
A ₄	0,009	0,415	0,170	0,541	0,393	0,520	0,482	0,002

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₅	0,009	0,664	0,906	0,541	0,157	0,520	0,722	0,001
----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Pour le système des rapports de la méthode MOORA, la matrice de décision est normalisée à l'aide de la formule. (2) comme le montre le tableau 11 Ensuite, les points de référence sont déterminés parmi les performances normalisées du tableau 12.

Tableau 12 : Écarts par rapport aux points de référence

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈
A ₁	0,621	0,498	0,679	0,361	0,550	0,297	0,522	0,936
A ₂	0,747	0,332	0,611	0,240	0,314	0,149	0,401	0,000
A ₃	0,170	0,166	0,793	0,000	0,157	0,000	0,401	0,973
A ₄	0,000	0,249	0,736	0,000	0,236	0,000	0,241	0,996
A ₅	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,997

Le tableau 12, présente les écarts par rapport aux valeurs maximales et minimales pour les critères bénéfiques et non bénéfiques, respectivement. Pour chaque alternative, l'écart maximal entre elles est déterminé et classé par ordre décroissant.

Tableau 13 : Performances globales des alternatives

	y_i	$r_j - x_{ij}^*$	U_i	y_i^*
A ₁	-0,278	0,936	43	0,792
A ₂	1,390	0,747	10011	2,133
A ₃	1,525	0,973	2299	4,089
A ₄	1,727	0,996	4605	5,294
A ₅	3,189	0,997	110376	20,197

Le tableau 13, montre les performances globales et les classements des alternatives. A₅ est la meilleure alternative selon le système de rapport, la forme multiplicative complète et MOOSRA méthode.

Tableau 14 : Le classement des alternatives

	MOORA: ratio system	MOORA: reference point	The full multiplicative form "MULTIMOOR"	MOOSRA
A ₁	5	2	5	5
A ₂	4	1	2	4
A ₃	3	3	4	3
A ₄	2	4	3	2

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₅	1	5	1	1
----------------	---	---	---	---

Le résumé des quatre approches distinctes est présenté dans le tableau 14. Nous avons remarqué que la station de collecte / récupération (A₅) est la meilleure alternative de structure selon le système des rapports, la forme multiplicative complète et la méthode MOOSRA. A₂ est la meilleure alternative selon le point de référence et cela est justifié par la quantité annuelle de déchet traité par la structure.

3.1.3. DISCUSSION DES RESULTATS

Dans cette partie, la méthode MOORA est appliquée pour évaluer la meilleure structure alternative de GDSM dans les pays en voie de développement. La station de collecte / récupération (A₅) respecte les trois dimensions de la durabilité. Elle peut être installée à faible coût car elle ne nécessite pas de haute technologie, ni de ressources spécifiques. Son principal intérêt est d'établir un lien direct pour connecter le secteur informel à la GDSM. De même, elle lui donne plus de visibilité devant les autorités l'aidant à passer de l'informel à un partenariat formel dans le processus. Étant donné que la station de collecte / récupération (A₅) propose des matières recyclables moins contaminées, elle est un fournisseur potentiel de matières premières pour les centres de recyclage. Cela signifie que la rareté des matériaux tels que le carton, le métal, le verre et le plastique comme matière première diminuera considérablement. Cependant, pour mener à bien ce processus, il est impératif d'installer ce type de structure pour couvrir toutes les zones peuplées. Dans le cadre environnemental, les risques de contamination des sols et des eaux souterraines ainsi que la sécurité sanitaire sont moindres comparés à ceux des décharges et des CET, car les déchets collectés sont censés être moins contaminés par des déchets non recyclables.

La station de tri manuel (A₄) se trouve sur la deuxième position pour le système de rapport et le point de référence et la méthode MOOSRA sur la troisième position pour la forme multiplicative complète, ce qui signifie qu'il a un potentiel dans le processus GDSM. La technologie est légèrement supérieure à celle des stations de collecte / récupération. Cependant, les déchets arrivent mélangés à ces stations ; d'où l'exposition au risque de contamination et réduction de la sécurité sanitaire. La contamination est due au taux d'humidité élevé des déchets mélangés, car les déchets dans les pays en voie de développement contiennent une grande quantité de déchets organiques.

La station de tri semi-automatique (A₃) a les mêmes principes que les stations de tri manuel avec une technologie plus avancée. La technologie utilisée dans cette station permet

RÉSULTATS ET DISCUSSION

de traiter une quantité importante de déchets mélangés par rapport à la station de tri manuel et les travailleurs sont moins exposés à la contamination.

Le centre d'enfouissement technique (CET) (A_2) occupe la première position pour le point de référence et la deuxième position pour la forme multiplicative complète, ce qui est très intéressant, surtout par rapport aux deux autres formes. La raison en est la quantité importante de déchets traités par an par rapport aux autres alternatives. En conséquence, une étude importante réalisée en 2017 (Arikan et al., 2017) a déclaré que les CET s'imposent comme la meilleure option de GDSM. Dans l'ensemble, les CET (A_2) et les décharges contrôlées (A_1) sont les dernières alternatives de cette étude. Lorsque diverses études démontrent clairement l'impact négatif des décharges contrôlées et des CET, comme indiqué précédemment. L'impact négatif est observé en termes économique et environnemental ce qui renforce les résultats de cette étude.

3.2. LE CHOIX DU MEILLEUR SITE POUR LA LOCALISATION DE DIFFERENTES INFRASTRUCTURE :

3.2.1. LES DONNEES D'ENTREE

Pour les besoins de notre étude, nous avons collecté un ensemble de données nécessaires au choix du meilleur emplacement pour notre centre. Dans cette étude, nous prenons des données du département de Tlemcen.

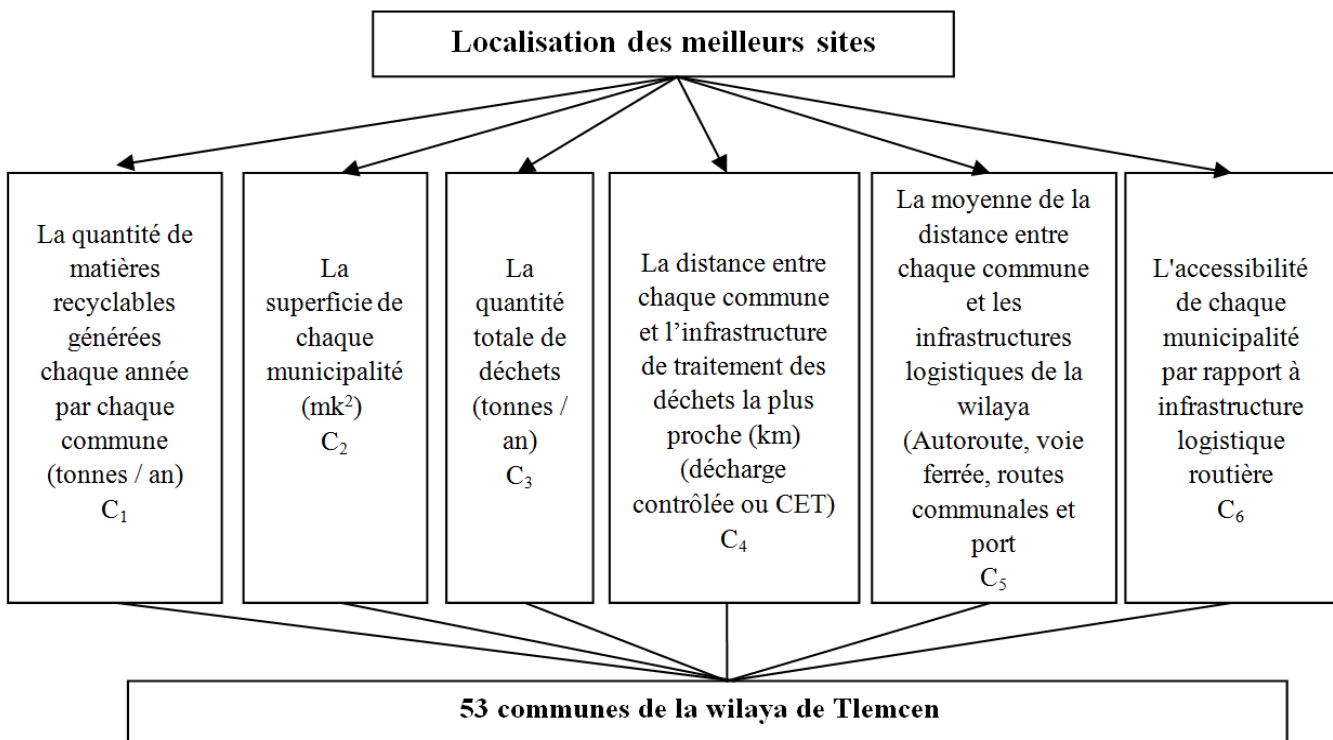


Figure 10 : Le schéma représentatif de la structure de localisation

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans un premier temps nous allons remplacer les décharges sauvages par une station de collecte / récupération (A₅) dans chaque municipalité pour deux raisons. La première raison est que les coûts d'installation d'une station de collecte / récupération est réduite et la deuxième raison est de donner au secteur informel la possibilité de contribuer efficacement à l'amélioration du processus de gestion. Cependant, pour gérer efficacement le flux de matière recyclable collecté pour la distribution sur tout le territoire, Il est nécessaire d'installer une station de collecte / récupération final pour la distribution. Pour cela, notre travail consiste à localiser ces plates-formes selon des critères bien ciblés, sachant que nous avons 53 alternatives représentant les 53 municipalités de la wilaya. Les alternatives considérées sont :

- La quantité de matières recyclables générées chaque année par chaque commune (tonnes / an) C₁: Notre objectif étant d'installer une station de collecte / récupération final, il est donc impératif d'introduire la quantité de matières recyclables produites par chaque municipalité dans les critères de sélection du site. Ce critère indique la quantité maximale de matières recyclables pouvant être récupérées par les centres.
- La superficie de chaque municipalité (km²) C₂ : La superficie de chaque commune est un élément important dans la mesure où elle permet de privilégier la localisation des centres dans les communes de grande superficie pour permettre l'expansion des stations dans le moyen et le long terme.
- la quantité totale de déchets (tonnes / an) C₃: L'aspect environnemental de notre étude est la minimisation de la quantité totale de déchets produits par les communes.
- La distance entre chaque commune et l'infrastructure de traitement des déchets la plus proche (km) (décharge contrôlée ou CET) C₅ : Le choix de ce critère permet de privilégier les communes ayant une distance minimale entre elles et les installations d'élimination afin de réduire la durée de l'élimination des déchets non recyclables d'un point de vue logistique.
- L'accessibilité de chaque municipalité avec une infrastructure logistique (km) (autoroute, voie ferrée, routes et port) C₆: Ce critère permet de positionner la structure logistique qui relie les communes entre elles et même les wilayas afin de faciliter le transport des produits finis aux clients finaux.

Les données prises en compte proviennent de différentes sources dans le cadre de notre enquête menée en Algérie. Ils sont présentés comme suit dans le tableau15.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.2.2. RESULTATS DE LA LOCALISATION DU MEILLEUR SITE

Tableau 15 : Matrice de décision de la structure du problème sélectionné avec des attributs bénéfiques et non bénéfiques

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	Max	Max	Min	Min	Min	Max
A ₁	26539	40,11	57642	5,5	69,06	9
A ₂	9306	27	20214	12,40	30,07	9
A ₃	3532	86,17	7671	21	34,47	5
A ₄	1098	131	2385	22,7	40,81	5
A ₅	960	102	2084	12,3	30,66	1
A ₆	9013	45	19576	1	31,08	9
A ₇	2490	180	5408	17	54,66	5
A ₈	2093	183	4546	13,6	53,70	5
A ₉	4997	155	10853	30,1	57,13	1
A ₁₀	996	131	2164	18,4	39,51	1
A ₁₁	891	170	1935	30,1	51,96	5
A ₁₂	1948	354	4230	38,7	102,41	5
A ₁₃	1269	156	2757	56,2	55,81	3
A ₁₄	2622	132	5694	24,3	44,77	3
A ₁₅	1268	227	2754	31	67,26	3
A ₁₆	8899	136	19329	23,8	59,28	7
A ₁₇	2293	170	4980	32,7	55,66	3
A ₁₈	2506	54,94	5443	22,9	24,90	5
A ₁₉	877	71,02	1906	42,5	30,29	1
A ₂₀	1334	142	2897	36	47,40	1
A ₂₁	6316	99	13718	10	40,97	9
A ₂₂	737	52	1600	20,3	19,68	7
A ₂₃	820	90,15	1780	29,3	31,64	5
A ₂₄	1024	57	2224	44,9	27,70	1
A ₂₅	1313	80	2851	46,1	34,38	1
A ₂₆	6395	28	13890	1	21,14	1
A ₂₇	4212	71	9149	11	29,65	1

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₂₈	851	21	1848	7,4	8,95	1
A ₂₉	1199	57	2604	1	17,10	1
A ₃₀	6153	91	13365	15,7	40,04	1
A ₃₁	1585	115	3442	23,2	37,99	1
A ₃₂	1663	72,29	3611	16,5	25,81	1
A ₃₃	1392	101	3024	13	31,52	1
A ₃₄	694	50	1507	25,3	20,33	1
A ₃₅	1921	97	4173	33,7	36,85	3
A ₃₆	1801	55	3912	26,2	24,21	3
A ₃₇	522	85	1133	24,2	28,43	3
A ₃₈	1176	70	2555	43,2	30,86	3
A ₃₉	1078	86	2341	33,2	32,14	1
A ₄₀	21706	294	47145	13,3	123,98	5
A ₄₁	2167	167	4707	1	46,71	1
A ₄₂	2496	329	5421	34,3	96,25	1
A ₄₃	1356	98,93	2946	22,7	33,35	1
A ₄₄	5407	160	11744	19,8	56,70	1
A ₄₅	1202	170,56	2610	28,3	52,33	1
A ₄₆	2143	374,95	4655	1	98,64	1
A ₄₇	1425	120,32	3096	7	34,93	1
A ₄₈	530	60,16	1152	9,4	18,54	1
A ₄₉	7536	242,69	16368	1	77,30	1
A ₅₀	1617	792,58	3512	19,8	206,61	1
A ₅₁	1264	736,92	2744	48,7	199,15	1
A ₅₂	3450	750	7494	33,5	203,37	1
A ₅₃	1648	650	3580	31	173,83	1

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 16 : Matrice de décision normalisée

X_{ij}	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	Max	Max	Min	Min	Min	Max
A ₁	0,6276	0,0223	0,6276	0,0288	0,0662	0,3333
A ₂	0,2201	0,0150	0,2201	0,0649	0,0730	0,3333
A ₃	0,0835	0,0479	0,0835	0,1099	0,0851	0,1852
A ₄	0,0260	0,0728	0,0260	0,1188	0,1014	0,1852
A ₅	0,0227	0,0567	0,0227	0,0644	0,1353	0,0370
A ₆	0,2131	0,0250	0,2131	0,0052	0,0659	0,3333
A ₇	0,0589	0,1000	0,0589	0,0890	0,0275	0,1852
A ₈	0,0495	0,1017	0,0495	0,0712	0,0963	0,1852
A ₉	0,1182	0,0861	0,1182	0,1576	0,1161	0,0370
A ₁₀	0,0236	0,0728	0,0236	0,0963	0,0990	0,0370
A ₁₁	0,0211	0,0944	0,0211	0,1576	0,1002	0,1852
A ₁₂	0,0461	0,1967	0,0461	0,2026	0,1384	0,1852
A ₁₃	0,0300	0,0867	0,0300	0,2942	0,2030	0,1111
A ₁₄	0,0620	0,0733	0,0620	0,1272	0,1259	0,1111
A ₁₅	0,0300	0,1261	0,0300	0,1623	0,1282	0,1111
A ₁₆	0,2104	0,0756	0,2104	0,1246	0,0867	0,2593
A ₁₇	0,0542	0,0944	0,0542	0,1712	0,1000	0,1111
A ₁₈	0,0593	0,0305	0,0593	0,1199	0,0914	0,1852
A ₁₉	0,0207	0,0395	0,0207	0,2225	0,1294	0,0370
A ₂₀	0,0315	0,0789	0,0315	0,1885	0,0993	0,0370
A ₂₁	0,1494	0,0550	0,1494	0,0524	0,0685	0,3333
A ₂₂	0,0174	0,0289	0,0174	0,1063	0,0864	0,2593
A ₂₃	0,0194	0,0501	0,0194	0,1534	0,0966	0,1852
A ₂₄	0,0242	0,0317	0,0242	0,2351	0,1400	0,0370
A ₂₅	0,0310	0,0444	0,0310	0,2414	0,1286	0,0370
A ₂₆	0,1512	0,0156	0,1512	0,0052	0,1200	0,0370
A ₂₇	0,0996	0,0394	0,0996	0,0576	0,1615	0,0370
A ₂₈	0,0201	0,0117	0,0201	0,0387	0,1349	0,0370
A ₂₉	0,0283	0,0317	0,0283	0,0052	0,1220	0,0370

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₃₀	0,1455	0,0506	0,1455	0,0822	0,1120	0,0370
A ₃₁	0,0375	0,0639	0,0375	0,1215	0,1462	0,0370
A ₃₂	0,0393	0,0402	0,0393	0,0864	0,1011	0,0370
A ₃₃	0,0329	0,0561	0,0329	0,0681	0,0758	0,0370
A ₃₄	0,0164	0,0278	0,0164	0,1325	0,0847	0,0370
A ₃₅	0,0454	0,0539	0,0454	0,1764	0,1766	0,1111
A ₃₆	0,0426	0,0306	0,0426	0,1372	0,1469	0,1111
A ₃₇	0,0123	0,0472	0,0123	0,1267	0,1867	0,1111
A ₃₈	0,0278	0,0389	0,0278	0,2262	0,2252	0,1111
A ₃₉	0,0255	0,0478	0,0255	0,1738	0,1440	0,0370
A ₄₀	0,5133	0,1633	0,5133	0,0696	0,1294	0,1852
A ₄₁	0,0512	0,0928	0,0512	0,0052	0,1166	0,0370
A ₄₂	0,0590	0,1828	0,0590	0,1796	0,2039	0,0370
A ₄₃	0,0321	0,0550	0,0321	0,1188	0,1591	0,0370
A ₄₄	0,1279	0,0889	0,1279	0,1037	0,1110	0,0370
A ₄₅	0,0284	0,0948	0,0284	0,1482	0,1400	0,0370
A ₄₆	0,0507	0,2083	0,0507	0,0052	0,1574	0,0370
A ₄₇	0,0337	0,0668	0,0337	0,0366	0,0603	0,0370
A ₄₈	0,0125	0,0334	0,0125	0,0492	0,1463	0,0370
A ₄₉	0,1782	0,1348	0,1782	0,0052	0,1604	0,0370
A ₅₀	0,0382	0,4403	0,0382	0,1037	0,2027	0,0370
A ₅₁	0,0299	0,4094	0,0299	0,2550	0,2896	0,0370
A ₅₂	0,0816	0,4167	0,0816	0,1754	0,2256	0,0370
A ₅₃	0,0390	0,3611	0,0390	0,1623	0,1810	0,0370

la matrice de décision (Tableau 15) est normalisée à l'aide de la formule (2) comme le montre le tableau 16. Ensuite, les points de référence sont déterminés parmi les performances normalisées du tableau 17.

Tableau 17 : Écarts par rapport aux points de référence

$r_i - x_{ij}$	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
	Max	Max	Min	Min	Min	Max
A ₁	0,0000	0,4180	0,6144	0,0236	0,1145	0,6144

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₂	0,4070	0,4253	0,2075	0,0597	0,0403	0,4253
A ₃	0,5434	0,3924	0,0711	0,1047	0,0486	0,5434
A ₄	0,6009	0,3675	0,0136	0,1136	0,0607	0,6009
A ₅	0,6041	0,3836	0,0104	0,0592	0,0414	0,6041
A ₆	0,4139	0,4153	0,2005	0,0000	0,0422	0,4153
A ₇	0,5680	0,3403	0,0465	0,0838	0,0871	0,5680
A ₈	0,5774	0,3386	0,0371	0,0660	0,0853	0,5774
A ₉	0,5088	0,3542	0,1057	0,1524	0,0918	0,5088
A ₁₀	0,6033	0,3675	0,0112	0,0911	0,0583	0,6033
A ₁₁	0,6058	0,3459	0,0087	0,1524	0,0820	0,6058
A ₁₂	0,5808	0,2436	0,0337	0,1974	0,1781	0,5808
A ₁₃	0,5968	0,3536	0,0177	0,2890	0,0893	0,5968
A ₁₄	0,5649	0,3670	0,0496	0,1220	0,0683	0,5649
A ₁₅	0,5969	0,3142	0,0176	0,1571	0,1111	0,5969
A ₁₆	0,4166	0,3647	0,1978	0,1194	0,0959	0,4166
A ₁₇	0,5726	0,3459	0,0418	0,1660	0,0890	0,5726
A ₁₈	0,5676	0,4098	0,0469	0,1147	0,0304	0,5676
A ₁₉	0,6061	0,4008	0,0084	0,2173	0,0407	0,6061
A ₂₀	0,5953	0,3614	0,0192	0,1833	0,0733	0,5953
A ₂₁	0,4776	0,3853	0,1368	0,0472	0,0610	0,4776
A ₂₂	0,6094	0,4114	0,0051	0,1011	0,0205	0,6094
A ₂₃	0,6074	0,3902	0,0071	0,1482	0,0433	0,6074
A ₂₄	0,6026	0,4086	0,0119	0,2299	0,0358	0,6026
A ₂₅	0,5958	0,3959	0,0187	0,2362	0,0485	0,5958
A ₂₆	0,4758	0,4247	0,1387	0,0000	0,0233	0,4758
A ₂₇	0,5273	0,4009	0,0872	0,0524	0,0395	0,5273
A ₂₈	0,6067	0,4286	0,0078	0,0335	0,0000	0,6067
A ₂₉	0,5985	0,4086	0,0160	0,0000	0,0156	0,5985
A ₃₀	0,4815	0,3897	0,1330	0,0770	0,0593	0,4815
A ₃₁	0,5894	0,3764	0,0251	0,1163	0,0554	0,5894
A ₃₂	0,5875	0,4001	0,0270	0,0812	0,0322	0,5875
A ₃₃	0,5939	0,3842	0,0206	0,0629	0,0430	0,5939

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₃₄	0,6104	0,4125	0,0041	0,1273	0,0217	0,6104
A ₃₅	0,5814	0,3864	0,0331	0,1712	0,0532	0,5814
A ₃₆	0,5843	0,4097	0,0302	0,1320	0,0291	0,5843
A ₃₇	0,6145	0,3931	0,0000	0,1215	0,0372	0,6145
A ₃₈	0,5990	0,4014	0,0155	0,2210	0,0418	0,5990
A ₃₉	0,6013	0,3925	0,0132	0,1686	0,0442	0,6013
A ₄₀	0,1141	0,2770	0,5003	0,0644	0,2192	0,5003
A ₄₁	0,5756	0,3475	0,0389	0,0000	0,0720	0,5756
A ₄₂	0,5678	0,2575	0,0466	0,1744	0,1663	0,5678
A ₄₃	0,5948	0,3853	0,0197	0,1136	0,0465	0,5948
A ₄₄	0,4991	0,3514	0,1154	0,0985	0,0910	0,4991
A ₄₅	0,5984	0,3455	0,0161	0,1430	0,0827	0,5984
A ₄₆	0,5762	0,2320	0,0383	0,0000	0,1709	0,5762
A ₄₇	0,5931	0,3735	0,0214	0,0314	0,0495	0,5931
A ₄₈	0,6143	0,4069	0,0002	0,0440	0,0183	0,6143
A ₄₉	0,4488	0,3055	0,1657	0,0000	0,1302	0,4488
A ₅₀	0,5886	0,0000	0,0259	0,0985	0,3765	0,5886
A ₅₁	0,5970	0,0309	0,0175	0,2498	0,3623	0,5970
A ₅₂	0,5453	0,0236	0,0692	0,1702	0,3704	0,5453
A ₅₃	0,5879	0,0792	0,0266	0,1571	0,3141	0,5879

Le tableau 17, présente les écarts par rapport aux valeurs maximales et minimales pour les critères bénéfiques et non bénéfiques, respectivement. Pour chaque alternative, l'écart maximal entre elles est déterminé et classé par ordre décroissant.

Tableau 18 : Performances globales des alternatives

	y_{ij}	$r_i - x_{ij}^*$	U_i	y_{ij}^*
A ₁	0,1954	0,6144	0,44	1,248
A ₂	0,2262	0,4253	0,30	1,661
A ₃	0,0575	0,5434	0,27	1,222
A ₄	0,0614	0,6009	0,33	1,276
A ₅	-0,0291	0,6041	0,12	0,800
A ₆	0,2939	0,4153	6,00	2,060

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₇	0,0921	0,5680	0,45	1,366
A ₈	0,1134	0,5774	0,58	1,509
A ₉	-0,1432	0,5088	0,04	0,627
A ₁₀	-0,0618	0,6033	0,08	0,683
A ₁₁	0,0231	0,6058	0,25	1,083
A ₁₂	-0,0158	0,5808	0,21	0,964
A ₁₃	-0,2028	0,5968	0,07	0,529
A ₁₄	-0,0280	0,5649	0,17	0,898
A ₁₅	-0,0532	0,5969	0,15	0,834
A ₁₆	0,0973	0,4166	0,31	1,217
A ₁₇	-0,0717	0,5726	0,13	0,784
A ₁₈	0,0484	0,5676	0,22	1,214
A ₁₉	-0,2037	0,6061	0,03	0,323
A ₂₀	-0,1628	0,5953	0,04	0,475
A ₂₁	0,2580	0,4776	1,00	1,923
A ₂₂	0,1444	0,6094	0,42	1,896
A ₂₃	0,0216	0,6074	0,22	1,093
A ₂₄	-0,2191	0,6026	0,02	0,298
A ₂₅	-0,2254	0,5958	0,02	0,333
A ₂₆	0,0071	0,4758	0,61	1,036
A ₂₇	-0,0376	0,5273	0,10	0,824
A ₂₈	-0,0071	0,6067	0,15	0,907
A ₂₉	0,0309	0,5985	1,53	1,467
A ₃₀	-0,0709	0,4815	0,07	0,767
A ₃₁	-0,0929	0,5894	0,06	0,598
A ₃₂	-0,0583	0,5875	0,08	0,666
A ₃₃	-0,0350	0,5939	0,11	0,783
A ₃₄	-0,1064	0,6104	0,04	0,433
A ₃₅	-0,0816	0,5814	0,11	0,720
A ₃₆	-0,0416	0,5843	0,12	0,816

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₃₇	-0,0225	0,6145	0,17	0,883
A ₃₈	-0,1349	0,5990	0,07	0,568
A ₃₉	-0,1502	0,6013	0,04	0,423
A ₄₀	0,0428	0,5003	0,41	1,052
A ₄₁	0,0356	0,5756	1,65	1,245
A ₄₂	-0,1431	0,5678	0,05	0,661
A ₄₃	-0,0904	0,5948	0,06	0,578
A ₄₄	-0,0857	0,4991	0,07	0,747
A ₄₅	-0,1160	0,5984	0,05	0,580
A ₄₆	0,0522	0,5762	1,75	1,214
A ₄₇	0,0007	0,5931	0,23	1,005
A ₄₈	-0,0141	0,6143	0,16	0,855
A ₄₉	0,0194	0,4488	1,45	1,059
A ₅₀	-0,0198	0,5886	0,09	0,963
A ₅₁	-0,1879	0,5970	0,03	0,717
A ₅₂	-0,1090	0,5453	0,05	0,831
A ₅₃	-0,0953	0,5879	0,06	0,821

Le tableau 18, présente la performance globale et le classement des alternatives. A₆ est la meilleure alternative selon le système de rapport, la forme multiplicative complète et le point de référence et MOOSRA. Pour la forme multiplicative complète, premièrement, la matrice de décision initiale présentée dans le tableau 19 est prise en compte pour chaque attribut bénéfique et non bénéfique. Le degré de valeur d'utilité de chaque option est calculé en prenant les valeurs bénéfiques et non bénéfiques du numérateur et du dénominateur, respectivement. Selon la forme multiplicative complète et la méthode MOOSRA, A₆ est la meilleure structure de localisation parmi les 53 alternatives.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 19 : Le classement des alternatives

	MOORA: ratio system	MOORA: reference point	The full multiplicative form “MULTIMOOR”	MOOSRA:
A ₁	4	52	10	9
A ₂	3	3	15	4
A ₃	10	12	16	11
A ₄	9	40	13	8
A ₅	27	44	28	32
A ₆	1	1	1	1
A ₇	8	17	9	7
A ₈	6	21	8	5
A ₉	46	10	47	42
A ₁₀	33	43	34	39
A ₁₁	16	45	17	16
A ₁₂	23	22	21	21
A ₁₃	50	34	37	47
A ₁₄	26	14	23	24
A ₁₅	31	35	25	27
A ₁₆	7	2	14	12
A ₁₇	35	18	27	33
A ₁₈	12	15	20	14
A ₁₉	51	46	51	52
A ₂₀	48	32	48	48
A ₂₁	2	6	6	2
A ₂₂	5	49	11	3
A ₂₃	17	48	19	15
A ₂₄	52	42	53	53
A ₂₅	53	33	52	51
A ₂₆	19	5	7	19
A ₂₇	29	11	32	29

RÉSULTATS ET DISCUSSION

A ₂₈	21	47	26	23
A ₂₉	15	38	4	6
A ₃₀	34	7	38	35
A ₃₁	39	28	41	43
A ₃₂	32	25	35	40
A ₃₃	28	30	30	34
A ₃₄	41	50	46	49
A ₃₅	36	23	31	37
A ₃₆	30	24	29	31
A ₃₇	25	53	22	25
A ₃₈	44	39	36	46
A ₃₉	47	41	49	50
A ₄₀	13	9	12	18
A ₄₁	14	19	3	10
A ₄₂	45	16	45	41
A ₄₃	38	31	40	45
A ₄₄	37	8	39	36
A ₄₅	43	37	43	44
A ₄₆	11	20	2	13
A ₄₇	20	29	18	20
A ₄₈	22	51	24	26
A ₄₉	18	4	5	17
A ₅₀	24	27	33	22
A ₅₁	49	36	50	38
A ₅₂	42	13	44	28
A ₅₃	40	26	42	30

Le tableau 19, récapitule les quatre approches distinctes. Nous avons constaté que la commune A₆ est la meilleure alternative en fonction du système de ratio, du point de référence, de la forme multiplicative complète et de la méthode MOOSRA. Étant donné que l'alternative A₆(commune de Chetouane) est la meilleure alternative pour les quatre méthodes, dans ce cas elle est le site où le centre de collecte final est installé. La figure 8, représente la nouvelle chaîne, où nous avons remplacé les décharges sauvages (non

RÉSULTATS ET DISCUSSION

autorisées) par des centres de collectes/ récupération et nous avons ajouté un centre de collecte final, qui permettra la distribution des recyclables sur tout le territoire.

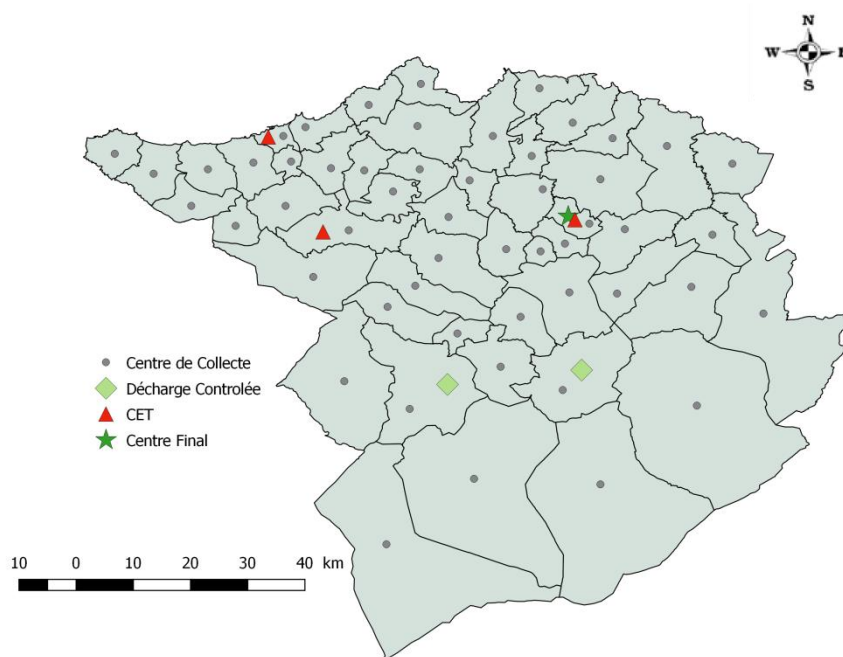


Figure 11 : La localisation des centres de collecte

3.2.3. DECOMPOSITION DES RESULTATS

Après avoir trouvé qu'il y a une alternative qui se trouve être la meilleure pour les quatre méthodes utilisées, la chaîne doit être complétée avec d'autres installations, à savoir, des stations de tri manuel. Pour cela, nous avons divisé l'ensemble de la wilaya en 06 parties (figure 9) ; ce qui nous permettra d'élargir notre chaîne de récupération.

La division de la wilaya en 6 zones permettra d'installer 6 stations de tri manuel. Le coût d'installation de ces 6 stations est plus au moins égale à l'installation d'un centre d'enfouissement technique qui possède le coût d'installation le plus élevé des 05 alternatives de la première partie (Annexe A). Les 6 zones sont relativement équilibrées géographiquement.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

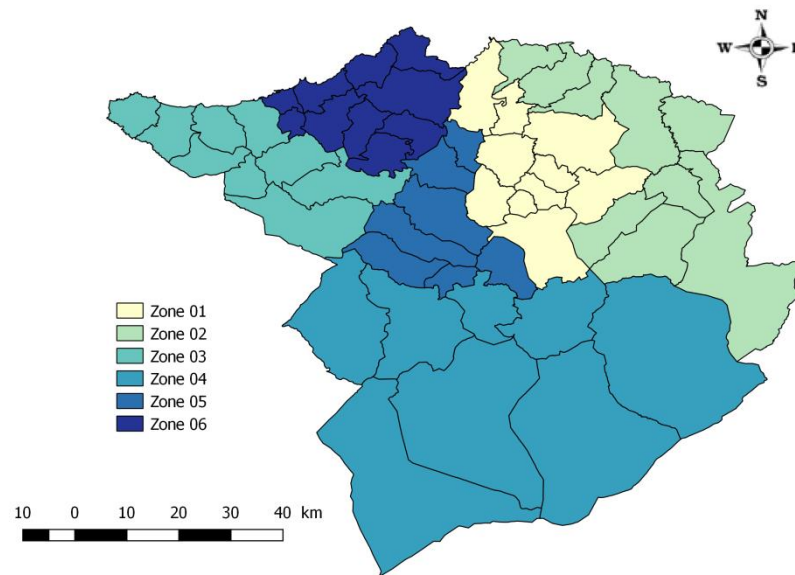


Figure 12 : La division de la wilaya en 06 zones

Tableau 20 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 01

y_{ij}		$r_{i-x_{ij}}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₂₁	0,2580	A ₁₆	0,4166	A ₂₁	1,00	A ₂₁	1,923
A ₂	0,2262	A ₂	0,4253	A ₈	0,58	A ₂	1,661
A ₁	0,1954	A ₂₁	0,4776	A ₇	0,45	A ₈	1,509
A ₈	0,1134	A ₃	0,5434	A ₁	0,44	A ₇	1,366
A ₁₆	0,0973	A ₁₈	0,5676	A ₄	0,33	A ₄	1,276
A ₇	0,0921	A ₇	0,5680	A ₁₆	0,31	A ₁	1,248
A ₄	0,0614	A ₈	0,5774	A ₂	0,30	A ₃	1,222
A ₃	0,0575	A ₄	0,6009	A ₃	0,27	A ₁₆	1,217
A ₁₈	0,0484	A ₁	0,6144	A ₁₈	0,22	A ₁₈	1,214

Le tableau 6 présente la performance globale et le classement des alternatives. A₂₁ est la meilleure alternative selon le système des rapports, le point de référence et la méthode MOOSRA. Le centre de tri numéro 01 sera donc installer dans la commune A₂₁, comme représenté dans la figure 13.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

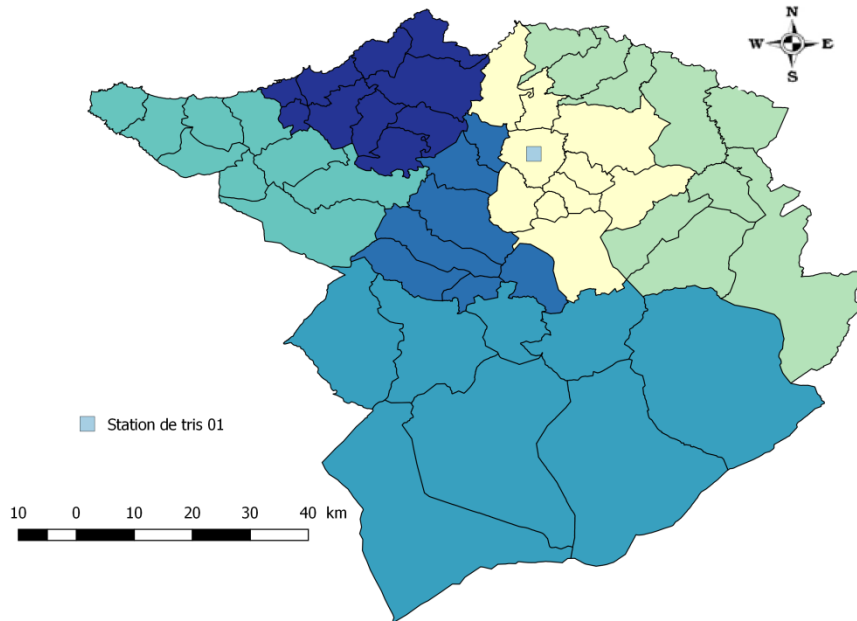


Figure 13 : La localisation de la station de tris 01

Tableau 21 : Écart par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 02

y_{ij}		$r_i - x_{ij}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₁₁	0,0231	A ₉	0,5088	A ₁₁	0,25	A ₁₁	1,083
A ₁₂	-0,0158	A ₁₄	0,5649	A ₁₂	0,21	A ₁₂	0,964
A ₁₄	-0,0280	A ₁₂	0,5808	A ₁₄	0,17	A ₁₄	0,898
A ₁₅	-0,0532	A ₂₀	0,5953	A ₁₅	0,15	A ₁₅	0,834
A ₁₀	-0,0618	A ₁₃	0,5968	A ₁₀	0,08	A ₁₀	0,683
A ₉	-0,1432	A ₁₅	0,5969	A ₁₃	0,07	A ₉	0,627
A ₂₀	-0,1628	A ₁₀	0,6033	A ₉	0,04	A ₁₃	0,529
A ₁₃	-0,2028	A ₁₁	0,6058	A ₂₀	0,04	A ₂₀	0,475
A ₁₉	-0,2037	A ₁₉	0,6061	A ₁₉	0,03	A ₁₉	0,323

Le tableau 21, présente la performance globale et le classement des alternatives. A₁₁ est la meilleure alternative pour le système des rapports, du point de référence et de la méthode MOOSRA. Cependant, A₉ est la meilleure alternative pour la forme multiplicative complète. Mais comme A₁₁ est la meilleure alternative pour les trois méthodes. Dans ce cas, le centre de tri numéro 02 sera donc installé dans la commune A₁₁, comme représenté dans la figure14.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

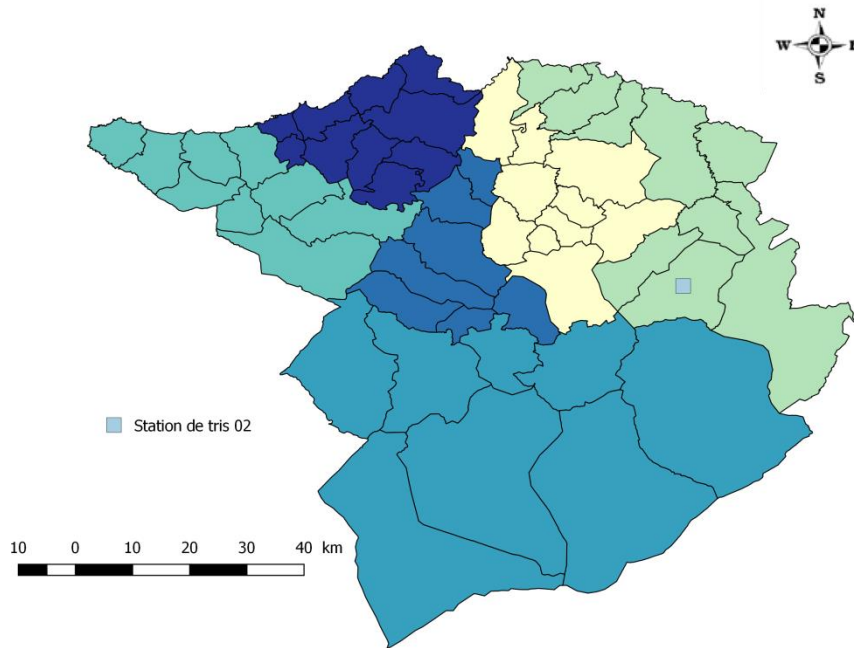


Figure 14 :La localisation de la station de tris 02

Tableau 22 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 03

y_{ij}		$r_i - x_{ij}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₄₀	0,0428	A ₄₀	0,5003	A ₄₁	1,65	A ₄₁	1,245
A ₄₁	0,0356	A ₂₇	0,5273	A ₄₀	0,41	A ₄₀	1,052
A ₃₇	-0,0225	A ₄₁	0,5756	A ₃₇	0,17	A ₃₇	0,883
A ₂₇	-0,0376	A ₃₅	0,5814	A ₃₆	0,12	A ₂₇	0,824
A ₃₆	-0,0416	A ₃₆	0,5843	A ₃₅	0,11	A ₃₆	0,816
A ₃₅	-0,0816	A ₃₁	0,5894	A ₂₇	0,10	A ₃₅	0,720
A ₃₁	-0,0929	A ₃₈	0,5990	A ₃₈	0,07	A ₃₁	0,598
A ₃₈	-0,1349	A ₃₉	0,6013	A ₃₁	0,06	A ₃₈	0,568
A ₃₉	-0,1502	A ₃₇	0,6145	A ₃₉	0,04	A ₃₉	0,423

Le tableau 22, présente les performances globales et le classement de solutions de remplacement dans la zone 03. A₄₀ est la meilleure solution selon le système de ratios et le point de référence. Cependant, pour la forme multiplicative complète MOOSRA, A₄₁ est la meilleure l'alternative. Selon (Adali et Isik , 2016) la méthode MULTIMMOORA et MOOSRA donnent les meilleurs résultats. Dans ce cas, nous prendrons la A₄₁ comme meilleur emplacement pour la station de tris 03 de la zone 03 comme montré dans la figure 15.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

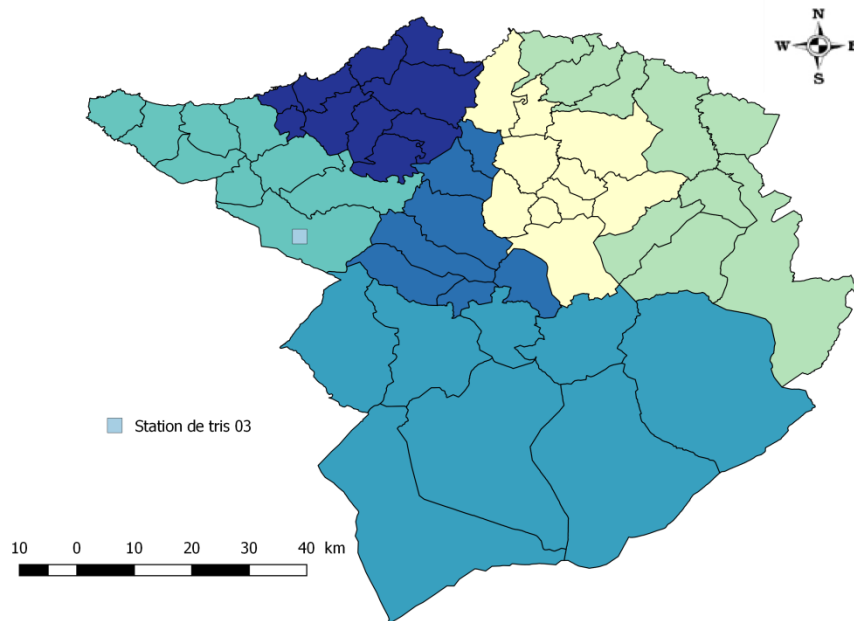


Figure 15 :La localisation de la station de tris 03

Tableau 23 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 04

y_{ij}		$r_i - x_{ij}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₄₆	0,0522	A ₄₉	0,4488	A ₄₆	1,75	A ₄₆	1,214
A ₄₉	0,0194	A ₅₂	0,5453	A ₄₉	1,45	A ₄₉	1,059
A ₄₇	0,0007	A ₄₂	0,5678	A ₄₇	0,23	A ₄₇	1,005
A ₅₀	-0,0198	A ₄₆	0,5762	A ₅₀	0,09	A ₅₀	0,963
A ₅₃	-0,0953	A ₅₃	0,5879	A ₅₃	0,06	A ₅₂	0,831
A ₅₂	-0,1090	A ₅₀	0,5886	A ₅₂	0,05	A ₅₃	0,821
A ₄₂	-0,1431	A ₄₇	0,5931	A ₄₂	0,05	A ₅₁	0,717
A ₅₁	-0,1879	A ₅₁	0,5970	A ₅₁	0,03	A ₄₂	0,661

Le tableau 23 présente les performances globales et le classement des solutions dans la zone 04. A₄₆ est la meilleure solution selon le système de ratios, la multiplication complète et la méthode MOOSRA. Dans ce cas, nous prendrons A₄₆ comme la meilleure alternative, donc le meilleur emplacement pour installer la station de tri dans la zone 04 (figure 16).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

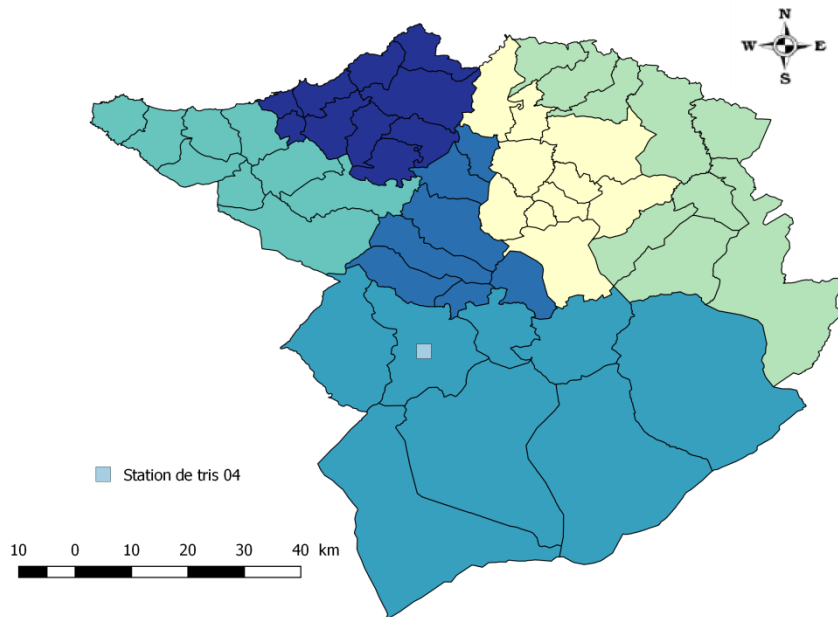


Figure 16 :La localisation de la station de tris 04

Tableau 24 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 05

y_{ij}		$r_i-x_{ij}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₂₂	0,1444	A ₄₄	0,4991	A ₂₂	0,42	A ₂₂	1,896
A ₂₃	0,0216	A ₄₃	0,5948	A ₂₃	0,22	A ₂₃	1,093
A ₄₈	-0,0141	A ₄₅	0,5984	A ₄₈	0,16	A ₄₈	0,855
A ₅	-0,0291	A ₅	0,6041	A ₅	0,12	A ₅	0,800
A ₄₄	-0,0857	A ₂₃	0,6074	A ₄₄	0,07	A ₄₄	0,747
A ₄₃	-0,0904	A ₂₂	0,6094	A ₄₃	0,06	A ₄₅	0,580
A ₄₅	-0,1160	A ₄₈	0,6143	A ₄₅	0,05	A ₄₃	0,578

Le tableau 24, indique les performances globales et le classement des solutions dans la zone 05. L'alternative A₂₂ est la meilleure solution selon le système des rapports, le système multiplicatif complet et la méthode MOOSRA. De là, nous prendrons l'alternative A₂₂ comme meilleur emplacement pour installer la station de tride la zone 05 représenté dans la figure 17.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

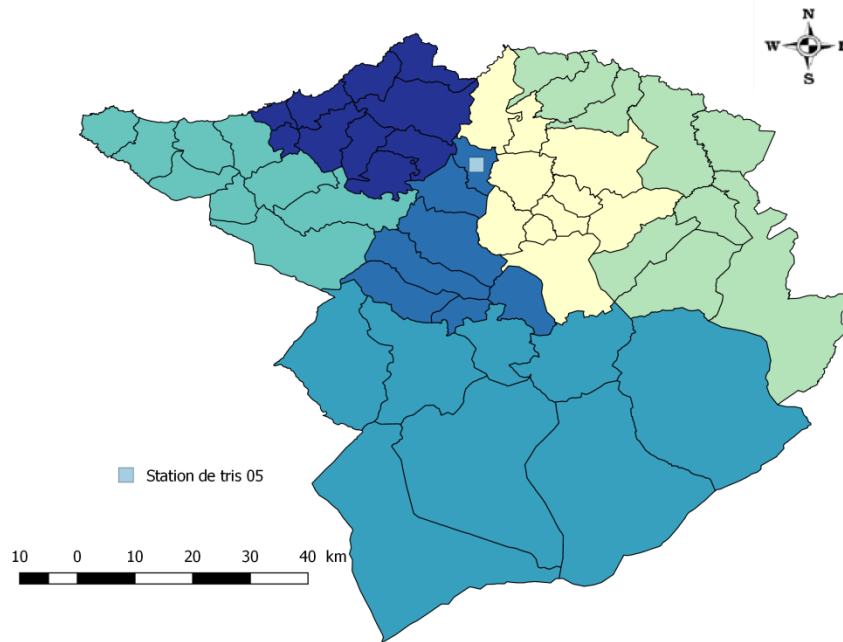


Figure 17 : La localisation de la station de tris 05

Tableau 25 : Écarts par rapport aux points de référence et à la méthode MOOSRA pour la zone 06

y_{ij}		$r_i - x_{ij}^*$		U_i		y_{ij}^*	
A ₂₉	0,0309	A ₂₆	0,4758	A ₂₉	1,53	A ₂₉	1,467
A ₂₆	0,0071	A ₃₀	0,4815	A ₂₆	0,61	A ₂₆	1,036
A ₂₈	-0,0071	A ₁₇	0,5726	A ₂₈	0,15	A ₂₈	0,907
A ₃₃	-0,0350	A ₃₂	0,5875	A ₁₇	0,13	A ₁₇	0,784
A ₃₂	-0,0583	A ₃₃	0,5939	A ₃₃	0,11	A ₃₃	0,783
A ₃₀	-0,0709	A ₂₅	0,5958	A ₃₂	0,08	A ₃₀	0,767
A ₁₇	-0,0717	A ₂₉	0,5985	A ₃₀	0,07	A ₃₂	0,666
A ₃₄	-0,1064	A ₂₄	0,6026	A ₃₄	0,04	A ₃₄	0,433
A ₂₄	-0,2191	A ₂₈	0,6067	A ₂₅	0,02	A ₂₅	0,333
A ₂₅	-0,2254	A ₃₄	0,6104	A ₂₄	0,02	A ₂₄	0,298

Le tableau 25, indique les performances globales et le classement des solutions dans la zone 06. L'alternative A₂₉ est la meilleure solution selon le système des rapports, le système multiplicatif complet et la méthode MOOSRA. De là, nous prendrons l'alternative A₂₉ comme meilleur emplacement pour installer la station de tris de la zone 06 représenté dans la figure 18.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

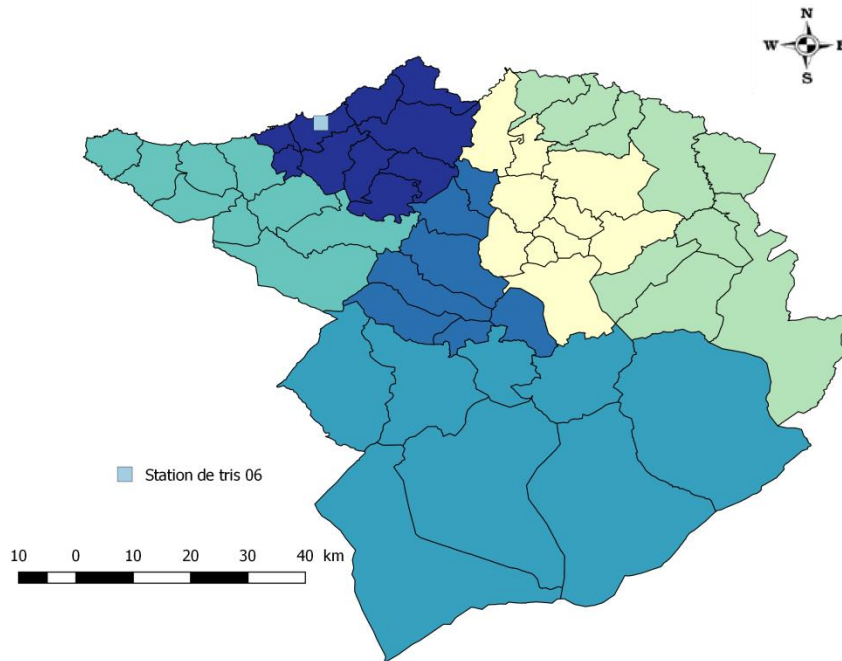


Figure 18 : La localisation de la station de tris 06

3.2.4. Discussion des résultats

Dans cette partie, la méthode MOORA est appliquée pour localiser les meilleurs sites pour installer les structures de GDSM dans la wilaya de Tlemcen. Les résultats montrent clairement que cette méthode est capable de donner des résultats en fonction des données fournies.

Ce travail nous a permis de construire une chaîne de traitement des matières recyclables dans les 53 communes qui respecte les trois dimensions de la durabilité qui sont, la dimension économique, sociale et environnementale. Cette chaîne est constituée de :

- 53 centres de collecte / récupération des recyclables collectés par le secteur informel
- Un centre final collecte / récupération qui s'occupe de la distribution des recyclables
- 06 Stations de tri manuel.

Cette chaîne sera ajoutée à la chaîne de récupération des déchets qui existe déjà dans la wilaya et qui comporte :

- 03 CET
- 02 décharges contrôlées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

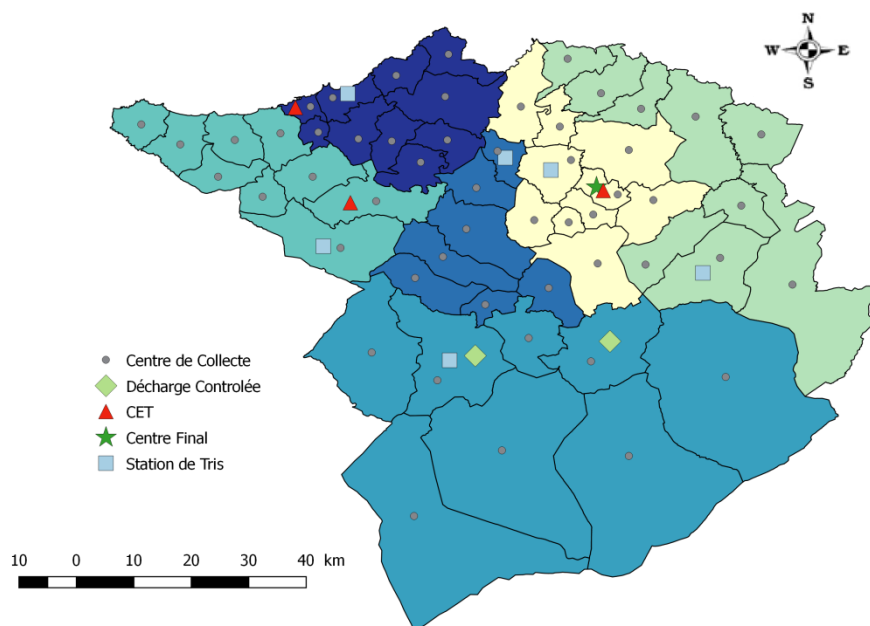


Figure 19 : La chaîne de récupération finale

Il est à noter que la nouvelle chaîne sera une chaîne qui introduira le secteur informel dans le processus de la GDSM (Figure 20) lui permettant de faire partie du processus et être visible devant les autorités. Cette démarche encouragera les autorités à considérer le secteur informel comme des micros entreprises collaborant dans la chaîne de récupération leur permettant d'obtenir des facilités à investir dans une démarche de collaboration pour un environnement plus sain.

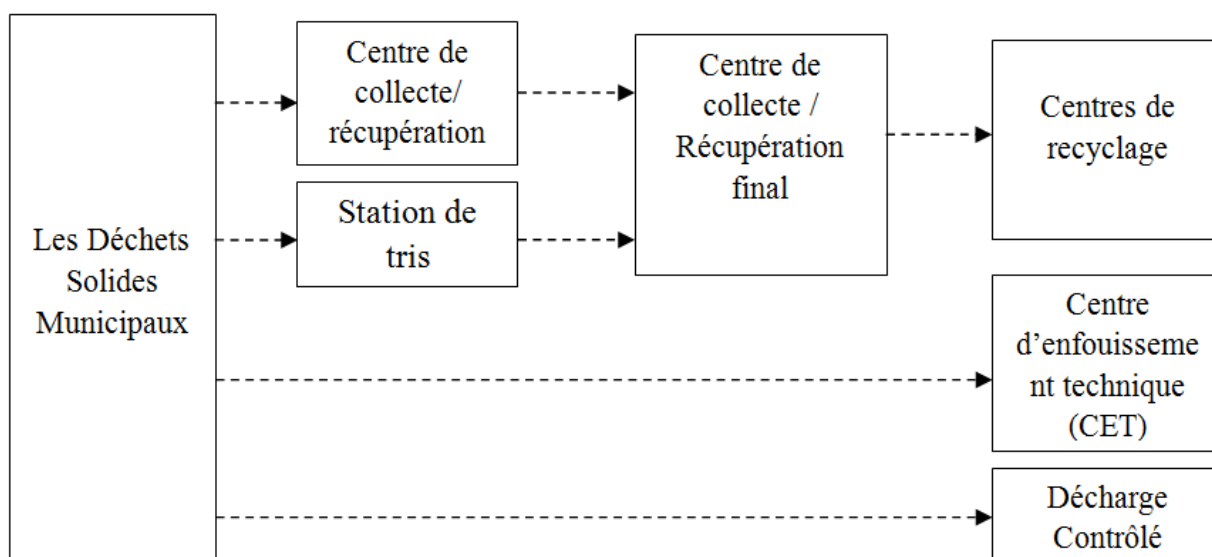


Figure 20 : Schéma de la chaîne de récupération finale

RÉSULTATS ET DISCUSSION

CONCLUSION

Selon les travaux cités dans le deuxième chapitre, la méthode MOORA est une méthode qui obtient la meilleure solution parmi des alternatives discrètes à objectifs contradictoires. Cette méthode est plus appropriée quand l'expertise manque pour pouvoir mesurer entre les critères par des données qualitatives comme la méthode AHP, l'une des méthodes MCDM les plus utilisées dans le domaine de gestion des déchets. Pour cela, La méthode MOORA est la méthode de prise de décision multicritères utilisée dans notre travail.

Il est clair que le résultat de la première partie respecte les trois dimensions de la durabilité. Le centre de collecte/ récupération peut être installé à faible coût, peu de ressources et peu de travail manuel direct. Il encadre le secteur informel dans le processus de gestion. De même, il fournit de la matière recyclable ce qui fait qu'il est le meilleur résultat. La station de tri manuel se trouve en deuxième position. Une bonne alternative aux décharges sauvages, qui peut engager de la main d'œuvre d'où un impact social notable et avec un coût d'installation inférieur aux centres de tri semi automatique. Cette structure s'avère très intéressante sur le court terme mais doit évoluer en centre de tri semi automatique sur le moyen et long terme pour trier une quantité plus importante de déchets et donc une quantité de recyclable plus intéressante s'ajoutant à ce que fournissent les centres de collecte / récupération. Donc l'installation des centres de tri est une étape nécessaire mais pas suffisante pour la récupération des recyclables et la gestion globale des déchets. Le centre d'enfouissement technique se trouve entre la première et la quatrième position. Un résultat très intéressant qui s'explique par le coût très élevé de cette structure et qui est à minimiser et le traitement d'une très grande quantité de déchets qui est à maximiser dans notre étude. Il faut savoir que le but n'est pas de diminuer l'importance de cette structure utilisée dans la grande partie du monde mais plutôt de savoir que cette structure en elle-même n'aura aucun intérêt économique, social ou environnemental.

Pour résumer, cette chaîne améliorera nettement le processus de GDSM où les recyclables seront collectés séparément par la collaboration du secteur informel par le biais de la collecte porte à porte, collecte après les heures de travail, tri ou même achat. Un point de départ pour transformer un produit en fin de vie en une matière première. Dans le même temps, les CET et décharges contrôlées s'occuperont d'éliminer les déchets non recyclables ce qui augmentera leur durée de vie.

CONCLUSION GÉNÉRALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Améliorer l'impact environnemental est une démarche que suit le ministère de l'environnement par l'investissement dans des projets de collectes, recyclage et élimination des déchets. Le Programme National de Gestion Intégrée des Déchets Ménagers et Assimilés (PROGDEM) vise à éradiquer les pratiques de décharges sauvages et à organiser la collecte, le transport et l'élimination des déchets dans des conditions garantissant l'innocuité de l'environnement et la préservation de l'hygiène du milieu. Les lois dans le cadre environnemental (loi n°01-19) sont strictes et visent à organiser le processus de gestion, Elle 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*». Cependant, ce processus ne peut être géré par une seule entité et cela en raison de la croissance démographique, l'urbanisation, la consommation excessive et l'augmentation du niveau de vie. Ce qui nécessite la collaboration d'une ou plusieurs parties prenante. Dans ce cadre précisément, la collaboration avec le secteur informel sera un atout pour ce système et améliorera les trois dimensions de la durabilité. De plus, sa sera le levier motivateur du secteur privé. Car en permettant au secteur informel de travailler comme des micros entreprises et lui faciliter les démarche de son insertion dans le processus de gestion et démontrer qu'il y a un intérêt économique dans la récupération, transformation et / ou la destruction des déchets, encouragera les investisseurs à faire partie du processus et cela par une stratégie gagnant/gagnant pour toutes les parties prenantes.

Le but de ce travail était de démontrer l'intérêt du secteur informel dans les pays en voie de développement dans le processus de GDSM, en mettant l'accent sur les bénéfices de la récupération des déchets recyclables qui se trouvent être une matière première pour le secteur de recyclage. Notre cas d'étude était appliqué sur la wilaya de Tlemcen, une wilaya avec un potentiel économique énorme mais une gestion des déchets inefficace. Le choix entre la mise en décharge ou l'extraction de matières premières potentielles est un dilemme. Sur un plan stratégique, l'extraction des matières recyclables des municipalités présente un avantage majeur. En effet, cela relancera l'économie du recyclage. Cependant, les sites d'enfouissement restent une technologie courante qui permet d'enfouir rapidement une énorme quantité de déchets. La combinaison entre CET, station de tri et centre de collecte / récupération par une chaîne inverse améliorera considérablement les performances de la GDSM de la wilaya de Tlemcen. Où tous les déchets recyclables seront collectés et triés et les déchets non recyclables seront acheminés vers des CET. Cela permettra d'éradiquer les décharges sauvages.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nos perspectives consistent en la recherche de la meilleure méthode de gestion des déchets et le meilleur moyen de motiver le secteur privé (investisseurs) en lui fournissant l'environnement adéquat et l'accompagnement nécessaire lui permettant d'être partie prenante dans ce secteur en investissant dans les technologies les plus performantes de gestion comme les incinérateurs, les stations de tri automatique et les digesteurs anaérobique et concevoir une chaîne de récupération efficace et moderne et cela afin de se rapprocher de l'objectif zéro déchets .

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- Abu Qdais, H.A., (2007). Techno-economic assessment of municipal solid waste management in Jordan. *Waste Management* 27 (11), pp.1666–1672.
- Adali E A ,Isik A T(2016) The multi-objective decision making methods based on MULTIMOORA and MOOSRA for the laptop selection problem. *Journal of Industrial Engineering International*13 (2) 229–237.
- Agence nationale des déchets (2017). Rapport sur la gestion des DMA dans la Wilaya d’Alger. https://and.dz/site/wp-content/uploads/Rapport_de_wilaya_alger-1.pdf
- Agence National des Déchets (AND) (2016). <https://and.dz/>.
- Agence nationale des déchets, Kehila Y., (2016) Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d’Algérie. Rapport, 24p. Disponible en ligne au 27/09/2017: <https://and.dz/site/wp-content/uploads/2016/04/etude-caracterisation-2014-1.pdf>
- Aghajani, M. et al., (2016). Application of TOPSIS and VIKOR improved versions in a multi criteria decision analysis to develop an optimized municipal solid waste management model. *Journal of Environmental Management*, 109-115.
- Alexis M T, James R M (2009) Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries *Waste Management* (29) 915–923.
- Al-Khatib I A, Arafat H A, Basheer T, Shawahneh H, Salahat A, Eid J, Ali W (2007) Trends and problems of solid waste management in developing countries: a case study in seven Palestinian districts. *Waste Manag* 27, 1910–1919.
- Al-Khatib I. A., Monou M., Abu Zahra A. S. F., Shaheen H. Q. &Kassinou D., (2010). Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. *Journal of Environmental Management* (91), pp. 1131-1138.
- Aparcana S, Linzner R, Salhofer S (2012) Social assessment of recycling systems – Peruvian case studies. *Proceed. ICE - Waste Resour. Manage.* 166 (2), 84–92.
- Arikan E, Simsit-Kalender Z T, VayvayÖ(2017) Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production*(142) 403-412.
- Asian Development Bank. Materials recovery facility tool kit 2013.
- Banar, M., Kose, B.M., Ozkan, A., PoyrazAcar, I., 2006. Choosing a municipal landfill site by analytic network process. *Environ. Geol.* 52 (4), 747–751.

BIBLIOGRAPHIE

- Baud, I., Grafakos, S., Hordijk, M., Post, J., 2001. Quality of life and alliances in solid waste management. Contributions to urban sustainable development. J. Cities 18 (1), 3–12. [http://dx.doi.org/10.1016/S0264-2751\(00\)00049-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0264-2751(00)00049-4).
- Brauers WKM, Zavadskas EK (2006) The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. Control Cybern 35:445–469
- Brauers WKM, Zavadskas EK (2010) Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. Technol Econ Dev Econ 16:5–24
- Brauers WKM & Zavadskas EK. 2012. Robustness of MULTI- MOORA: a method for multi-objective optimization. Informatica 23:1–25.
- Beamon, B.M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. International Journal of Production Economics, 55(3), 281-294.
- Buenrostro, O., Bocco, G., Cram, S., 2001. Classification of sources of municipal solid wastes in developing countries. Resour. Conserv. Recycl. 32, 29–41.
- Castillo B H (2003) Garbage, work and society Resources. Conserv. Recycl. 39, 193–210.
- Carter, C. R. and L. M. Ellram (1998). Reverse logistics: A review of the literature and framework for future investigation. Journal of Business Logistics 19(1): 85-102.
- Chalmin, P. & Gaillochet, C. (2009). Du rare à l’infini. Panorama mondial des déchets 2009. Paris, Economica.
- Chang, N. B. and Pires, A., 2015. Sustainable solid waste management: A systems engineering approach. New York, USA: Wiley.
- Chenayah, S. and Takeda, E., 2005. PROMETHEE multicriteria analysis for evaluation of recycling strategies in Malaysia .,Osakan, Japan. In: Graduate School of Economics and Osaka School of International Public Policy (OSIPP).
- Chonattu J, Prabhakar K, Pillai H P S (2016) Geospatial and Statistical Assessment of Groundwater Contamination Due to Landfill Leachate — A Case Study. J. Water Resour. Prot(8) 121–134,.
- Chopda M, Malek A.M. Contamination of Groundwater Quality Due to Municipal Solid Waste Disposal – A GIS Based Study. International Research Journal of Engineering and Technology (05) 04.
- CobanA, Ertis IF, Cavdaroglu NA (2018) Municipal solid waste management via multi-criteria decision making methods: A case study in Istanbul, Turkey, Journal of Cleaner Production.

BIBLIOGRAPHIE

- Cointreau, S., 2006. Occupational and environmental health issues of solid waste management. Special Emphasis on Middle- and Lower-income Countries. Urban Papers. Urban sector board. The World Bank Group. Washington D.C.
- Du M, Peng C, Wang X, Chen H, Wang M, Zhu Q (2017) Quantification of methane emissions from municipal solid waste landfills in China during the past decade. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (78) 272–279.
- dz.kompass.com(2018). KOMPASS, Company directory and business data solutions. .
- Ekmekcioglu, M., Kaya, T. and Kahraman, C., (2010). Fuzzy multi criteria disposal method and site selection for municipal solid waste.. *Waste Management*, Volume 30(8–9), 1729–1736.
- Environment Directorate of Tlemcen department, Algeria 2016.
- Ezeah, C., Fazakerley, J., Roberts, C., 2013. Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. *Waste Manage.* 33 (11), 2509– 2519.
- Fleischmann, M, Beullens, P., Bloernhof-Ruwaard, J.M, & Van Wassenhove, L.N. (2001). The impact of product recovery on logistics network design. *Production and Operations Management*, 10(2), 156.
- Fourie, A., (2006). Municipal solid waste management as a luxury item. *Waste Management*(26), pp.801-802.
- Guerrero L A, Maas G, Hogland W(2013) Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manag* 33, 220–232.
- Gunsilius E, Chaturvedi B, Scheinberg A (2011) The Economics of the informal sector in Solid Waste Management. GIZ – the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. <https://www.giz.de/de/downloads/giz2011-cwg-booklet-economicaspects.pdf>.
- Gunsilius, E., Spies, S., García-Cortés, S., Medina, M., Dias, S., Scheinberg, A., Sabry, W., Abdel-Hady, N., Florisbela dos Santos, A., Ruiz, S., 2011. Recovering resources, creating opportunities Integrating the informal sector into solid waste management. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Gupta S. K. (2012). Integrating the informal sector for improved waste management, World Bank.
- Gutberlet, J., 2011. Waste to energy, wasting resources and livelihoods. *Integr. Waste Manage.* 1, 219–236.

BIBLIOGRAPHIE

- Guerrero L A, Maas G, Hogland W(2013) Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Manag* 33, 220–232.
- HafezalkotobA (2015) Extended MULTIMOORA method based on Shannon entropy weight for materials selection *J IndEng Int*.
- Herva, M. and Roca, E(2013). Ranking municipal solid waste treatment alternatives based on ecologicalfootprint and multi-criteria analysis.. *Ecol. Ind.* 25, 77–84.
- Hoorweg D, Bhada-Tata P(2012). WHAT A WASTE: A Global Review of Solid Waste Management. The World Bank No 15.
- IGI-global (Consultédecembre 2019) <https://www.igi-global.com/dictionary/assessing-corporate-social-responsibilities-in-the-banking-sector/40342>.
- International LabourOrganisation – ILO(2004). Addressing the Exploitation of Children in Scavenging (Waste Picking): a Thematic Evaluation on Action on Child Labour. ISBN PDF: 92-2-116662-7.
- Jovanovic, S., Savic, S., Jovicic N., B. G. and Djordjevic, Z., (2016). Using multi-criteria decision makingfor selection of the optimal strategy for municipal solid waste management. *Waste Management &Research*, Vol. 34(9) 884–895.
- Karande P, Chakraborty S (2012) Application of multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) method for materials selection. *Mater Des* 37:317–324.
- Katusiimeh, M., Burger, K., Mol, A (2013). Informal waste collection and its coexistence with the formal waste sector: the case of Kampala, Uganda. *Habitat Int.* 38.
- Khalili, N. and Duecker, S (2013). Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainableenvironmental management system framework. *Journal of Cleaner Production* 47, 188-198.
- Kivak T(2014) Optimization of surface roughness and flank wear using the Taguchi method in milling of Hadfield steel with PVD and CVD coated inserts, *Measurement*, Vol.50, pp.19- 28.
- Kracka M, Brauers WKM, Zavadskas EK (2010). Ranking heating losses in a building by applying the MULTIMOORA. *Eng Econ* 21(4):352–359
- Kum, V., Sharp, A. &Harnpornchai, N (2005). Improve the solid waste management inPhnomPech City: a strategic approach. *Waste Management* 25 (1), pp. 101-109.
- Kuram E, Ozcelik B (2013) Multi-objective optimization using Taguchi based grey relational analysis for micro-milling of Al 7075 material with ball nose end mill, *Measurement*, Vol.46, pp.1849-1864.

BIBLIOGRAPHIE

- Kivak T(2014) Optimization of surface roughness and flank wear using the Taguchi method in milling of Hadfield steel with PVD and CVD coated inserts, *Measurement*, Vol.50, pp.19- 28.
- Le Courtois A (2012). *Municipal Solid Waste: turning a problem into resource*. world bank,pp. 2-4.
- Linzner, R., Lange, U(2013). Role and size of informal sector in waste management - a review. *Waste Resour. Manage. - ICE Proceed.* 166 (2), 69–83. ISSN 1747-6526
- Linzer, R., Salhofer, S(2014). Municipal solid waste recycling and the significance of informal sector in urban China. *Waste Manage. Res.* 32 (9), 896–907.
- loi n°01-19 du 12 Décembre 2001.<http://energy.gov.dz/> .
- Maiyar L M, Ramanujam R, Venkatesan K, and Jerald J(2013) Optimization of Machining Parameters for End Milling of Inconel 718 Super Alloy Using Taguchi Based Grey Relational Analysis, *Procedia Engineering*, Vol.64, pp.1276-1282.
- Majeed A, Batool S A, Chaudhry M N (2017) Informal Waste Management in the Developing World: Economic Contribution Through Integration With the Formal Sector. *Waste and Biomass Valorization* 8 (3) 679–694
- Majolagbe A O, Adeyi A A, Osibanjo O, Adams A O, Ojuri O O (2017) Pollution vulnerability and health risk assessment of groundwater around an engineering Landfill in Lagos, Nigeria. *Chemistry International* 3(1) 58-68.
- Makan, A. et al., 2013. Multi-criteria decision aid approach for the selection of the best compromise management scheme for the treatment of municipal solid waste in Morocco. *Int. J. Environment and Waste Management* 12 (3), 300-317.
- Medina, M(2000). Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. *Resour. Conserv. Recycl.* 31, 51–89.
- Methods of Solid Waste Disposal and Management (Consulté décembre 2019).
<https://theconstructor.org/environmental-engg/methods-of-solid-waste-disposal/4721/>
- Nas, P., Jaffe, R(2004). Informal waste management. Shifting the focus from problem to potential. *Environ. Dev. Sustain.* 6, 337–353. (accessed 17.11.2014).
- Office National des Statistique (ONS 2012). <https://www.ons.dz/>
- Perkoulidis, G., Papageorgiou, A., Karagiannidis, A. and Kalogirou, S., 2010. Integrated assessment of a new waste-to-energy facility in Central Greece in the context of regional perspectives.. *Waste Manage.*(New York, N.Y.) 30 (7), 1395–1406.

BIBLIOGRAPHIE

- Porter, M.E. (1985). Technology and competitive advantage. *Journal of Business Strategy*, 5(3), 60-78.
- 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.
- Rushton, L(2003). Health hazards and waste management. MRC Institute for Environment and Health, Leicester, UK. *Br. Med. Bull.* 68, 183–197.
- Scheinberg, A., Anschutz, J., Van de Klundert, A(2006). Waste pickers: poor victims or waste management professionals? Workshop: Solid waste, health and the millennium development goals. Collaborative working group on solid waste management in low- and middle-income countries (CWG). Paper 56.Kolkata, India.
- Scheinberg, A., Savain, R(2015). Valuing Informal Integration: Inclusive Recycling in North Africa and the Middle East. Eschborn, Germany, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Scheinberg, A., Simpson, M., Gupta, Y., Anschutz, Y., Haenen, I., Tasheva, E., Hecke, J., Soos, R., Chaturvedi, B., Garcia-Cortes, S., Gunsilius, E(2010). Economic Aspects of the Informal Sector in Solid Waste Management. GTZ (German Technical Cooperation), Eschborn, Germany.
- Seo, S., Aramaki, T., Hwang, Y. & Hanaki, K (2004). Environmental impact of solid waste treatment methods in Korea. *Journal of Environmental Engineering Div., ASCE* 130 (1), pp. 81-89.
- Shihab S K, Mubarak E M M (2017) Multi-Objective Optimization Of Wire Edm Parameters By Applying Moora Technique. *The Iraqi Journal For Mechanical And Material Engineering*, 17, (2).
- Soltani A, Hewage K, Reza B, Sadiq R (2015) Multiple stakeholders in multi criteria decision making in the context of municipal solid waste management: a review. *Waste Manag.* (35), 318-32.
- Stanujkic D, Magdalinovic N, Jovanovic R, Stojanovic S (2012) An objective multi-criteria approach to optimization using MOORA method and interval grey numbers. *Technol Econ Dev Econ* 18(2):331–363.
- Su, J.-P., Chiueh, P.-T., Hung, M.-L. and Ma, H.-W(2007). Analyzing policy impact potential for municipal solid waste management decision-making: a case study of Taiwan..*Resour. Conserv. Recycl.* 51 (2), 418–434

BIBLIOGRAPHIE

- Treatment and disposal of municipal waste. (Consulté decembre 2019).
<http://edugreen.teri.res.in/explore/solwaste/disposal.htm>
- United Nations Environment Programme (UNEP)(2005). Solid waste management. International Environmental Technology Centre (IETC), vol. 1, part 4, appendix A.
- United Nations Environmental Programme (UNEP), 2010. Waste and Climate Change: Global trends and strategy framework. Division of Technology, Industry and Economics, International Environmental Technology Centre Osaka/Shiga.
- Van Beukering P J H , Van den Bergh, J C J M (2006) Modelling and analysis of international recycling between developed and developing countries Resources. Conserv. Recycl. 46, 1–26.
- Vego, G., Kučar-Dragičević, S. and Koprivanac, N (2008). Application of multi-criteria decision-making on strategic municipal solid waste management in Dalmatia, Croatia. Waste management, 28(11), 2192-2201.
- Velis, C., Wilson, D., Rocca, O., Smith, S., Mavropoulos, A., Cheeseman, C(2012). An analytical framework and tool ('InteRa') for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. Waste Manage. Res. 30 (9), 43–66.
- Vucijak, B., Kurtagic, S. and Silajdzic, I(2016). Multi criteria decision making in selecting best solidwaste management scenario: a municipal case study from Bosnia and Herzegovina. Journal of Cleaner Production, Volume 130, 166-174.
- Wilson, D.C., Araba, A.O., Chinwah, K., Cheeseman, C.R(2009). Building recycling rates through the informal sector. Waste Management. (29),pp 629-635.
- Wilson, D., Rodic, L., Scheinberg, A., Velis, C., Alabaster, G., 2012. Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. Waste Manage. Res. 30 (3), 237–254.
- Wilson, D., Velis, C., Cheeseman, C(2006). Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. Habitat Int. 30 (4), 797–808.
- World bank, (2012). Waste: the challenges facing developing countries. Private Sector & Development, N° 15.
- Xi BD, Su J, Huang GH, Qin XS, Jiang YH (2010) An integrated optimization approach and multi-criteria decision analysis for supporting the waste-management system of the City of Beijing, China. Eng. Appl. Artificial Intell. 23 (4), 620–631.

BIBLIOGRAPHIE

xlstat by addinsoft . (Consulté décembre 2019).
<https://www.xlstat.com/fr/solutions/fonctionnalites/aide-multicritere-a-la-decision-methodes-electre>

Résumé

Le secteur informel est un atout important de la gestion des déchets solides municipaux (GDSM) dans les pays en voie de développement. Concevoir une plate-forme pour intégrer le secteur informel peut considérablement améliorer le processus de gestion et motivera le secteur informel. À cette fin, notre travail consiste à concevoir une structure de collecte intégrant le secteur informel tout en le considérant comme partie prenante du processus de traitement des déchets solides municipaux. L'étude de cas de la wilaya de Tlemcen en Algérie est prise en compte. La contribution de la structure proposée améliorera la GDSM dans la wilaya de Tlemcen et lui permettra d'être un fournisseur important de produits recyclables sur le marché régional, national et international. Les outils choisis pour concevoir cette chaîne sont des MCDM (Multi Criteria Decision Making) dont la méthode MOORA qui nous a permis d'obtenir des résultats probants qui respectent les trois démentions de la durabilité (dimension économique, dimension social et dimension environnemental).

Mots clés: Secteur Informel, GDSM, Pays En Voie De Développement, MCDM, MOORA, Algérie, Tlemcen.

Abstract

The informal sector is an important asset in municipal solid waste management (MSWM) in developing countries. Designing a platform to integrate the informal sector can significantly improve the management process and will motivate the informal sector. To this end, our study is to design a collection structure integrating the informal sector while considering it as a stakeholder in the municipal solid waste treatment process. The case study of the department of Tlemcen in Algeria is taken into consideration. The contribution of the proposed structure will improve MSWM in the department of Tlemcen and allow it to be a major supplier of recyclable products on the regional, national and international market. The tools chosen to design this chain are MCDM (Multi Criteria Decision Making) including the MOORA method which has enabled us to obtain convincing results which respect the three mentions of sustainability (economic dimension, social dimension and environmental dimension).

keywords: Informal Sector, MSWM, Developing Countries, MCDM, MOORA, Algeria, Tlemcen.