

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



LAVALEF

Département : GENIE CHIMIQUE
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du Diplôme
Ingénieur d'Etat en Génie Chimique

**Mode de gestion, contraintes et valorisation des
déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou**

Présenté par :
Mohamed Nadjib **BOUACIDA**, Soria **NEHAL**

Sous la direction de : Pr. Rabah **BOUARAB**

Présenté et soutenu publiquement le 07 juillet 2021.

Composition du jury :

Président	T. AHMED ZAID	Professeur	ENP
Promoteurs	R. BOUARAB	Professeur	ENP
	H. BENNOUR	MAA	ENP
Examinatrices	A. SELATNIA	Professeur	ENP
	F. KIES	MCA	ENP

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE



LAVALEF

Département : GENIE CHIMIQUE
Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles
Mémoire de Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du Diplôme
Ingénieur d'Etat en Génie Chimique

**Mode de gestion, contraintes et valorisation des
déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou**

Présenté par :
Mohamed Nadjib **BOUACIDA**, Soria **NEHAL**

Sous la direction de : Pr. Rabah **BOUARAB**

Présenté et soutenu publiquement le 07 juillet 2021.

Composition du jury :

Président	T. AHMED ZAID	Professeur	ENP
Promoteurs	R. BOUARAB	Professeur	ENP
	H. BENNOUR	MAA	ENP
Examinatrices	A. SELATNIA	Professeur	ENP
	F. KIES	MCA	ENP

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu tout puissant pour nous avoir donné le courage, la volonté, la santé et la patience de mener à terme ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur Monsieur Rabah Bouarab, pour son soutien constant, son précieux conseil et sa disponibilité exceptionnelle tout au long de cette recherche. Grâce à son accompagnement et son souci du détail, la préparation de ce mémoire a été pour nous une véritable ouverture vers le monde professionnel.

Nous tenons à remercier énormément Monsieur Bennour Hocine pour son aide et ses conseils.

Nos remerciements les plus sincères s'adressent particulièrement à :

Monsieur le Directeur de la Direction d'Environnement de la Wilaya de Tizi Ouzou, pour sa disposition à nous fournir toutes les données et les documents dont nous avons besoin pour réaliser ce mémoire.

Monsieur le président d'APC de TIGZIRT et son premier adjoint, qui nous a facilité et accompagné dans notre visite au village d'Azra, et en particulier, pour le comité de village d'AZRA qui nous a bien accueillis.

Nos remerciements s'adressent enfin aux membres du jury qui nous font l'honneur de participer à notre soutenance.

Nous remercions sincèrement le Président TOUDERT Ahmed Zaid, qui nous fait l'honneur de présider le jury, Madame F.KIES, Monsieur A. SELATNIA, d'avoir accepté d'évaluer nos travaux en qualité d'examineurs.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance à l'ensemble des membres du corps professoral du département de génie chimique pour tout le savoir qu'ils nous ont transmis ainsi que pour leur disponibilité et leur dévouement au cours de ces trois dernières années.

Que toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail et qui ont su nous soutenir durant sa préparation, trouvent ici l'expression de nos plus chaleureux remerciements.

Une mention particulière à nos professeurs de l'ESTI-Annaba et tous nos enseignants qui ont grandement contribué à notre formation en classe préparatoire.

Dédicaces

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie mon travail :

*A mes parents qui ont su m'épauler durant mes moments difficiles et pour tous leurs efforts
fournis pour que je sois ce que je suis aujourd'hui.*

A mes sœurs et frères : Nassima, Sabrina, Samira, Louanas.

A toutes les personnes de ma grande famille et à toutes mes amies.

A l'ensemble des étudiants de ma promotion

*A tous les enseignants de mon école qui ont grandement
contribué à ma formation.*

*Sans oublier mon binôme MOHAMED NADJIB pour son soutien, ses qualités et sa
patience.*

NEHAL Soria

Dédicaces

A mes chers parents.

Pour leurs sacrifices, leur disponibilité et leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

A mes sœurs : Soumaya et Fatima et mon frère : Hicham

Pour leur appui et leur encouragement.

A mes meilleurs amis :

*Abdou, Raouf, Salamo, Youcef, Hillal, Mahdi, Akram, Salah, Sofian, Ouail, Omar, Moncef,
Anouar, Oussama, Aissa, Taki ...*

A l'ensemble des étudiants de ma promotion

*A tous les enseignants de mon école qui ont grandement
contribué à ma formation.*

Sans oublier mon binôme SORIA pour son soutien, ses qualités et sa patience.

BOUACIDA Mohamed Nadjib

الملخص :

لقد رافق إنتاج النفايات الإنسان منذ ظهوره على الأرض، وكانت عملية التخلص منها تقام بشكل طبيعي. ولكن تفاقم الوضع بعد التوسع الديموغرافي الكبير، والذي صاحبه زيادة في المنتجات الاستهلاكية، الأمر الذي حث على الاهتمام بتطوير قطاع تسيير النفايات و تجميعها

تتكون غالبية النفايات المجمعة في الجزائر من النفايات المنزلية، والتي ستكون موضوع عملنا. تتكون هذه الدراسة، كخطوة أولى، من اقتراح قناة أو أكثر من قنوات. تحديثاً للوضع القائم فيما يتعلق بإدارة النفايات في ولاية تيزي وزو، وتقييم النظام الحالي ككل بهدف الاسترداد

في الجزء الثاني، سنقترح خطة لتسيير النفايات المنزلية في ولاية تيزي وزو حسب خصائصها.

الكلمات الدالة: النفايات المنزلية و المشابهة لها، ولاية تيزي وزو، إدارة النفايات، الحرق، التخمر بوجود الأوكسجين، الفرز وإعادة التدوير

Abstract:

The production of waste has accompanied man since his appearance on earth and their elimination has taken place naturally. The demographic expansion, the increase in consumer products and the type of habitat have worsened the situation, which has sparked interest in the development of the waste sector and its recovery.

A majority of the waste collected in Algeria consists of household waste which will be the subject of our work. This study consists in establishing, as a first step, the update of the existing situation in terms of waste management in Tizi Ouzou, and evaluating the current system as a whole with the aim of proposing one or more recovery channels

In a second complementary part, we will propose a management plan based on the principle of «3RV-E» for Tizi Ouzou's household waste according to their characteristics.

Keywords: Household and similar waste, Tizi Ouzou, waste management, Incineration, Methanization, Sorting and Recycling.

Résumé :

La production des déchets a accompagné l'homme depuis son apparition sur terre et leur élimination s'est faite de façon naturelle. L'expansion démographique, l'augmentation des produits de consommation et le type d'habitat ont aggravé la situation. Ce qui a suscité un intérêt au développement de la filière des déchets et leurs valorisations.

Une part majoritaire des déchets collectés en Algérie est constituée des déchets ménagers. Ces derniers feront l'objet de notre travail. Elle consiste à établir, dans un premier temps, le point de la situation existante en matière de gestion des déchets dans la wilaya de Tizi Ouzou, et d'évaluer le système actuel dans sa globalité dans le but de proposer une ou plusieurs filières de valorisation.

Dans une seconde partie complémentaire, nous avons proposé un plan de gestion en basant sur le principe de «3RV-E» des déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou selon leurs caractéristiques.

Mot clés : DMA, Wilaya de Tizi Ouzou, Gestion des déchets, Incinération, Méthanisation, Tri et Recyclage.

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des symboles et abréviations

Introduction générale	13
Partie I : Gestion des Déchets Ménagers et Assimilés de la wilaya de Tizi Ouzou	15
Introduction.....	16
Chapitre 1: Déchets Ménagers De La Wilaya De Tizi Ouzou	17
1 Déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou.....	18
1.1 Choix de la région d'étude	18
1.2 Situation géographique.....	19
1.3 Situation démographique	19
1.4 Situation économique.....	20
1.5 Production des déchets ménagers de la wilaya	21
1.5.1 Chiffres clés	21
1.5.2 Evolution de la production des déchets.....	22
1.6 Propriétés physico-chimiques de ces déchets.....	23
1.6.1 La densité.....	23
1.6.2 L'humidité	24
1.6.3 Le rapport C/N.....	24
1.6.4 Le pouvoir calorifique	24
1.7 Les caractéristiques des déchets ménagers	24
1.8 Impact des déchets sur l'environnement	25
1.8.1 Pollution de l'eau.....	25
1.8.2 La pollution de l'air.....	26
1.8.3 Détérioration des paysages	26
1.8.4 Impacts sur le sol	26
1.9 Principe de la gestion des déchets.....	26
1.9.1 La prévention	27

Table des matières

1.9.2	L'information et la sensibilisation.....	27
1.9.3	Le principe pollueur payeur	27
1.10	Modes de collecte et d'élimination des déchets	27
1.10.1	La pré-collecte	28
1.10.2	La collecte et le transport.....	28
1.11	Les différents processus d'élimination des déchets.....	28
1.11.1	L'enfouissement technique	29
1.11.2	L'incinération	29
1.11.3	La méthanisation	30
1.11.4	La déchetterie.....	30
1.11.5	Le compostage	30
Chapitre 2 : Gestion Des Déchets De La Wilaya De Tizi Ouzou		32
2	Etude de la gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou.....	33
2.1	Services de collecte de la wilaya.....	33
2.1.1	Présentation des services de propreté	33
2.2	Etapas de collecte des déchets ménagères et assimilés	34
2.3	Destination finale des déchets de la wilaya	37
2.3.1	Décharge contrôlée.....	37
2.3.2	Décharge incontrôlée	37
2.3.3	Les centres d'enfouissement technique.....	38
2.3.4	Valorisation des déchets recyclables	42
2.3.5	Le compostage	43
2.4	<i>Contraintes rencontrées</i>	44
2.4.1	Les contraintes économiques	44
2.4.2	Contraintes financières	45
2.4.3	Les contraintes techniques	46
2.4.4	Les contraintes éducationnelles et sociales.....	46
Conclusion de la première partie		47
Partie II : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la wilaya.....		48
Introduction.....		49
Chapitre 3 : Cas D'étude, Village d'Azra		50

Table des matières

3	Cas d'étude, Village d'Azra.....	51
3.1	Présentation du village	51
3.2	Présentation du concours	51
3.3	Mode de gestion des déchets du village d'Azra	52
3.3.1	Présentation du comité	52
3.3.2	La formation et sensibilisation des citoyens.....	52
3.3.3	Le tri sélectif	53
3.3.4	Mode de collecte	54
3.3.5	La destination des déchets	55
	Commentaire.....	55
	Chapitre 4 : Projet et solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou	57
4	Projet de solutions pour la gestion des déchets de la wilaya	58
4.1	Présentation	58
4.2	Mode de gestion.....	58
4.3	Avantages et inconvénients de la méthanisation, recyclage et incinération..	82
	Conclusion de la deuxième partie.....	84
	Conclusion générale	86
	Références Bibliographiques	87
	Annexe.....	97

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Quantité des DMA produite par quelques wilayas.	18
Tableau 1.2 : Production journalière des déchets par daïras.....	22
Tableau 1.3 : Evolution des quantités de déchets sur l'année au niveau du CET d'Oued Falli.....	23
Tableau 2.1 : Micro-entreprises activant dans la gestion des déchets au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou.....	34
Tableau 2.2 : Moyens humain et matériels de la wilaya de Tizi Ouzou.....	36
Tableau 2.3 : Décharges Contrôlées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	37
Tableau 2.4 : Points noirs de la wilaya de Tizi Ouzou (01 septembre au 31 décembre 2020).....	38
Tableau 2.5 : Points noirs de la wilaya de Tizi Ouzou (01 janvier au 13 mars 2021)..	38
Tableau 2.6 : Centres d'enfouissements techniques (CET) de la wilaya.....	39
Tableau 2.7 : Quantités de déchets traités par le CET d'Oued Falli en 2020.....	41
Tableau 2.8 : Quantités des déchets récupérés en 2020.....	42
Tableau 2.9 : Capacités de l'incinérateur.....	44
Tableau 4.1 : Caractéristiques du secteur 01.....	63
Tableau 4.2 : Caractéristiques du secteur 02.....	64
Tableau 4.3 : Estimation des moyens à mettre en place.....	65
Tableau 4.4 : Estimations de bénéfices de l'unité de recyclage proposée.....	68
Tableau 4.5 : Analyse élémentaire des déchets de Montréal.....	69
Tableau 4.6 : Composition massique du déchet sur matière sèche et sur brut.....	70
Tableau 4.7 : Pouvoirs calorifiques du déchet brut.....	71
Tableau 4.8 : Consommations d'énergie utile des usines de production de papiers recyclés.....	74
Tableau 4.9 : Quantité d'énergie produite selon des deux modes de valorisation des déchets.....	81
Tableau 4.10 : Avantages et inconvénients du recyclage.....	82
Tableau 4.11 : Avantages et inconvénients de la méthanisation.....	83
Tableau 4.12 : Avantages et inconvénients de l'incinération.....	83

Liste des figures

Figure 1.1 : Répartition de la population par commune en 2018.	20
Figure 1.2 : Répartition de la densité de la population par commune (hab/km ²) en 2018.	20
Figure 1.3 : Composition des DMA du CET Oued-Falli de Tizi-Ouzou.	25
Figure 2.1 : Bacs roulants de 120, 240 et 660 L, respectivement.....	35
Figure 2.2 : Vue du centre d'enfouissement technique d'Oued Falli.	39
Figure 2.3 : Casier du site d'Oued Falli. Capacité de stockage égale à 360000 m ³	40
Figure 2.4 : Bassin de rétention de lixiviats.	41
Figure 2.5 : Evolution des quantités de déchets valorisés par type de déchets.	43
Figure 3.1 : Les bacs de tri sélectif.....	53
Figure 3.2 : Mini-corbeille pour les mégots cigarette.....	54
Figure 3.3 : Corbeille pour les déchets non recyclable.....	54
Figure 4.1 : Bacs roulants.....	62
Figure 4.2 : Schéma du processus de tri sélectif.....	63
Figure 4.3 : Composition des déchets secs recyclables	65
Figure 4.4 : Schéma synoptique de l'usine de recyclage de déchets plastiques.....	67
Figure 4.5 : Schéma d'écoulement typique d'un incinérateur avec une unité de cogénération.	72
Figure 4.6 : Principales étapes de la digestion anaérobie.	75
Figure 4.7 : Schéma récapitulatif des procédés d'épuration et de purification du biogaz.	76
Figure 4.8 : Schéma de principe d'une cogénération. Effort personnel après consultation de plusieurs références.	79

Liste des symboles et abréviations

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AND	Agence Nationale des Déchets.
APC	Assemblée populaire Communal
APW	Assemblée populaire de la wilaya
Btu/lb	British Thermal Unit / livre
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
CBT	Camion à Benne Tasseuse
CET	Centre d'Enfouissement Technique
COV	Composés Organiques Volatils
DA	Dinar Algérien
DMA	Déchets Ménagers et Assimilés
DM	Déchets Ménagers
DPSB	Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires
EPIC	Etablissement Publique à caractère Industriel et Commercial
h	Heure
Hab	Habitant
J	Joule
k	Kilo
L	Litre
m	Mètre
nth	Millithermie
M	Méga
N	Azote
Nm³	Normal mètre cube
OM	Ordures ménagers
OMR	Ordures ménagers Résiduelle
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PCS	Pouvoir Calorifique Supérieur
PED	Pays En Voie De Développement
PEHD	Polypropylène Haute Densité
PET	Polyéthylène Téréphtalate
PF	Phénol-Formaldéhyde
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PP	Poly Propylène
REFIOM	Résidus d'Épuration des Fumées d'Incinération des Ordures Ménagères
t	Tonne
W	Watt
°C	Degré Celsius
n°	Numéro

Introduction Générale

Introduction générale

Les activités humaines sont consommatrices de biens et d'énergie sous différentes formes et par conséquent elles génèrent des sous-produits liquides, gazeux et solides. La mauvaise gestion de ces déchets est à l'origine de plusieurs problèmes environnementaux.

Avec l'avancement des connaissances dues aux progrès des sciences et des structures sociales, notre sensibilité face aux problèmes d'environnement nous a conduit à prendre conscience que nos activités peuvent modifier profondément et même d'une manière irréversible, notre cadre de vie. La dégradation des caractéristiques physiques et biologiques des écosystèmes, l'épuisement des ressources naturelles et la perturbation de la couche d'ozone présentent des menaces sérieuses pour le maintien d'un développement durable.

L'état de l'environnement en Algérie a été marqué, depuis les années quatre-vingt et deux mille par plusieurs facteurs : l'urbanisation, le niveau de développement économique et social, etc. Les insuffisances ont induit le problème de santé publique qui ne cesse de s'aggraver; une baisse des moyens humains et matériels affectés à la préservation de la qualité de l'environnement; une saturation des décharges ; une baisse des coûts d'élimination à la suite de la mise en décharges sauvages et une augmentation du ratio par tête des déchets produits.

Ce constat a amené le gouvernement à se pencher sur la question de la gestion des déchets, en adoptant des mesures réglementaires et fiscales à partir de 2001. Elles visent dans son ensemble à améliorer la qualité de service des déchets, et par conséquent l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la santé publique. L'évaluation de cette nouvelle gestion intégrée de déchets nous a permis de constater qu'après vingt ans de mise en application, un progrès a été enregistré dans le domaine des infrastructures, notamment les centres d'enfouissement et l'éradication des décharges sauvages ainsi que l'acquisition de nouveaux équipements. Mais cette même évaluation a montré que plusieurs limites ont été enregistrées. Parmi ces limites, l'implication des ménages au sein de différentes opérations relatives aux déchets. Pour cela, les autorités urbaines sont souvent confrontées aux problèmes de la planification de la gestion de déchets ménagers (DM). Les principales difficultés qu'elles rencontrent sont principalement liées aux infrastructures urbaines inopérantes (voirie, adduction d'assainissement, collecte, traitement et valorisation des déchets, etc.).

Dans l'optique de mettre en place une stratégie globale de gestion de déchets sur tout le territoire tout en tenant compte des spécificités de chaque commune, il est indispensable de disposer des données sur la situation au niveau de chaque localité. C'est dans cette logique que s'inscrit notre étude qui peut servir comme contribution

d'aide à la décision en fournissant les données sur la gestion des déchets ménagers et assimilés au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Notre étude est réalisée en deux parties :

La première partie est consacrée uniquement à la production des déchets au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou et le mode de gestion adopté.

La deuxième partie est formée de deux chapitres : dans le premier chapitre nous avons fait une étude de cas du village Azra primé village le plus propre de la wilaya et nous avons présenté le mode de gestion adopté par les villageois. Dans le deuxième chapitre est dédiée à un plan de la gestion des déchets que nous proposerons et qui contient des actions concrètes et un plan d'action orienté vers des aspects réglementaires, de communication, de sensibilisation des producteurs des déchets, à savoir les citoyens, pour la gestion en amont des déchets. Quant au mode de traitement le plus adéquat et le plus viable possible pour les déchets ménagers et assimilés de la wilaya de Tizi Ouzou, on a fait des estimations des bénéfices de recyclages de plastique et papier et cartons ainsi qu'une étude comparative énergétique entre la valorisation des déchets par méthanisation et incinération.

**Partie I : Gestion des
Déchets Ménagers et
Assimilés de la Wilaya de
Tizi Ouzou**

Introduction

Les déchets constituent l'un des déséquilibres écologiques les plus perceptibles dont les manifestations sont multiples. Ils affectent indubitablement la durabilité environnementale des territoires (effets nocifs sur le sol, la faune et la flore) mais génèrent également des coûts économiques. Leur mauvaise gestion est un obstacle au développement territorial durable. Leur gestion a pendant longtemps été de les reléguer et de les enfouir plus loin des espaces de vie.

Nous nous focaliserons dans notre étude sur la valorisation des déchets ménagers et assimilés (DMA). Un choix motivé principalement par l'importance des quantités générées par les ménages et les acteurs économiques. En effet, l'activité économique de la wilaya de Tizi-Ouzou est caractérisée par la prédominance du secteur tertiaire à 87% selon les données de l'annuaire statistique 2016. Ce qui induit une part importante des flux des déchets générés par ce type d'activité est assimilable aux déchets ménagers à savoir l'emballage, le film plastique, le carton, le papier et les déchets fermentescibles. Alors il est important de mettre en place une base de données sur la gestion des déchets ménagers et assimilés. En effet, la caractérisation des déchets ménagers est une étape indispensable permettant la proposition d'une ou plusieurs filières de valorisation des déchets ménagers et assimilés.

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés à l'état des lieux de la gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou tout en se référant aux données de l'Agence Nationale des Déchets et des opérateurs qui y interviennent. Ce recueil de données, portant sur la gestion de la collecte des déchets générés, leurs caractérisations et leurs modes de traitement, est scindé en deux chapitres.

**Chapitre 1: Déchets
Ménagers De La Wilaya De
Tizi Ouzou**

1 Déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou

1.1 Choix de la région d'étude

L'Algérie est un pays nord-africain qui comporte, selon l'ancien découpage, 48 wilayas dont la capitale est Alger. C'est un pays continent de 2 382 741 km² de superficie avec une population avoisinant les 43.900.000 habitants répartis sur 1541 municipalités en 2020. [1]

Avec l'apparition de nouvelles habitudes de consommation provoquées par le développement et l'augmentation du revenu par habitant, le développement rapide des zones urbaines et la migration rurale-urbaine, l'ensemble des villes algériennes doivent faire face au phénomène d'une fulgurante augmentation des quantités de déchets ménagers et assimilés.

Selon l'Agence Nationale des Déchets (AND), la quantité de déchets - ménagers et assimilés- produite en 2016 est estimée à 12 millions de tonnes pour une population de 39 554 451 habitants tel que le donne le tableau 1.1 pour quelques wilayas les plus importantes.

Tableau 1.1 : Quantité des DMA produite par quelques wilayas.(AND)

Wilaya	Quantité produite (tonne/an)
Alger	1 237 874
Oran	550 549
Sétif	517 922
Djelfa	397 111
Batna	373 337
Blida	362 343
Msila	346 942
Tizi Ouzou	335 315
Constantine	328 334
Chleff	312 091

Nous remarquons que la wilaya de Tizi Ouzou produit des quantités importantes des déchets et cela s'explique par le fait qu'elle soit une wilaya très peuplée. Il faut dire aussi que la wilaya compte au moins 1 400 villages dont nous retrouvons l'implantation d'au moins 03 dépotoirs (décharges sauvages) dans chaque village. [2]

Donc, proposer un plan d'action pour gérer et valoriser ces déchets est une nécessité économique et aussi environnementale et sanitaire à cause des effets négatifs multiples du fait de ne pas maîtriser les déchets.

1.2 Situation géographique

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya côtière qui se situe dans la partie nord centre de l'Algérie. Le chef-lieu de la wilaya (la ville de Tizi-Ouzou) se trouve à une centaine de Kilomètres à l'est d'Alger, la capitale. Schématiquement, cette région est un vaste bastion constitué d'une succession de chaîne de montagnes toutes d'orientation générale *Est-Ouest* et qui emprisonnent des plaines alluviales étroites. Elle est comprise entre les coordonnées angulaires suivantes :

- 36° 28' latitude Nord.
- 36° 55' latitude Nord Est.
- 03° 45' longitude Est.
- 04° 31' longitude Est.

Les limites naturelles de la wilaya de Tizi-Ouzou se présentent ainsi :

- Au nord : la mer méditerranée.
- Au sud : la chaîne cristalline du Djurdjura.
- A l'est : le massif de l'Akdafou .
- A l'Ouest : des collines et des vallées.

Pour ce qui est des limites administratives, la wilaya de Tizi-Ouzou est délimitée par :

- Au nord la mer méditerranée.
- A l'est, la wilaya de Bejaia.
- A l'ouest, la wilaya de Boumerdes.
- Au sud, la wilaya de Bouira. [3]

1.3 Situation démographique

La population totale de la wilaya est de **1 191 753** habitants en 2018, soit une densité de **402,89** habitants par Km² (**Figures 1.1 et 1.2**) [3]. De ces deux figures, nous remarquons que la ville de Tizi Ouzou est la plus peuplée de la wilaya.

La structure de la population par sexes laisse apparaître que la population masculine dépasse légèrement la population féminine dont les proportions sont respectivement de 50,1% et 49,9% selon *DPSB* (2018).

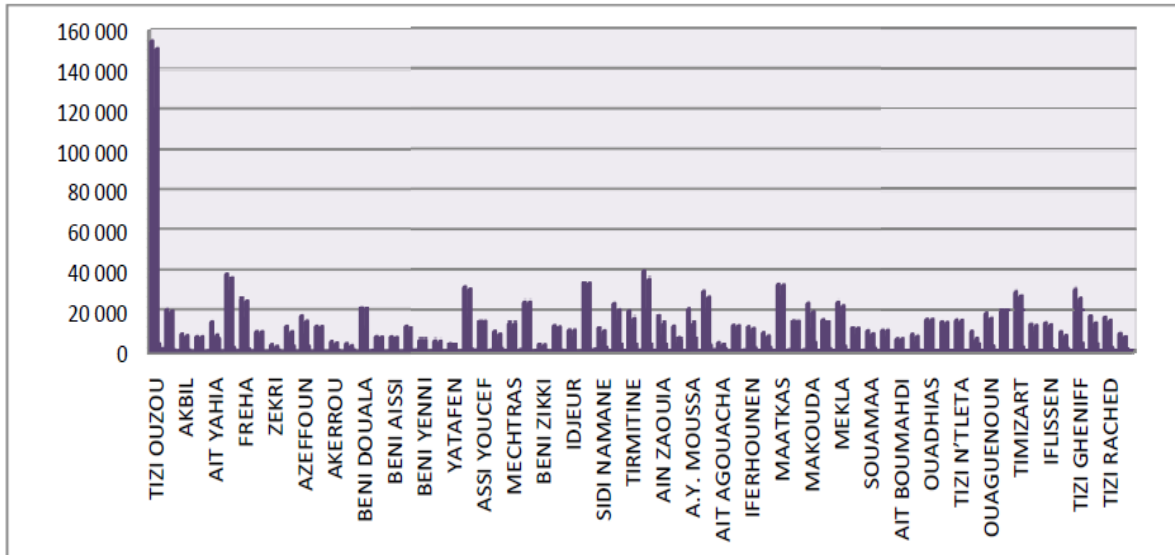


Figure 1.1 : Répartition de la population par commune en 2018.

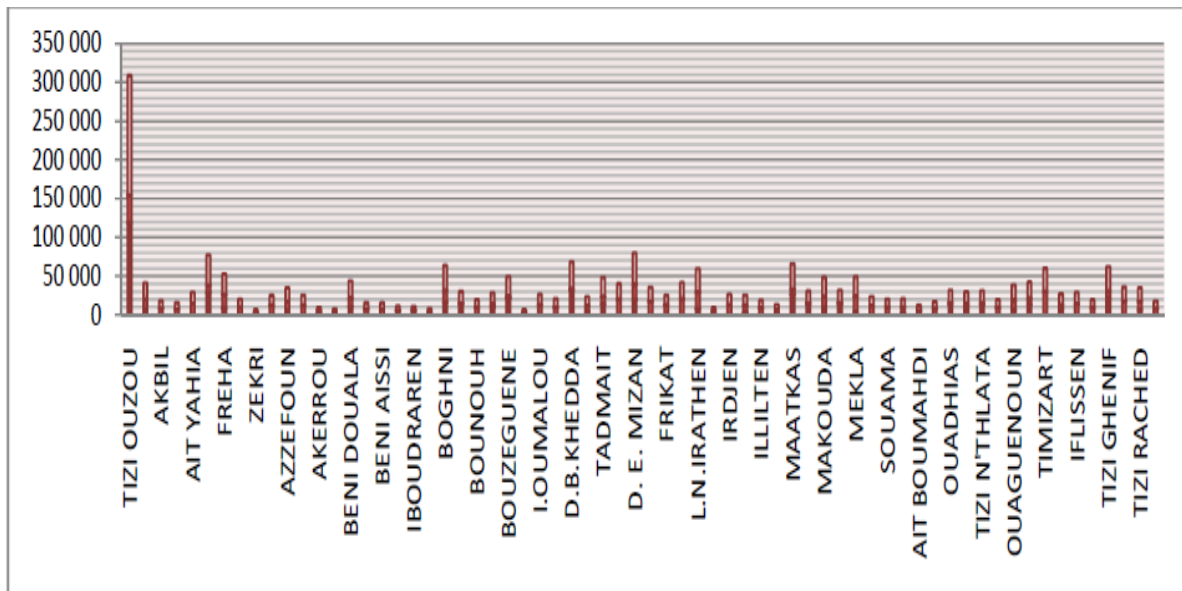


Figure 1.2 : Répartition de la densité de la population par commune (hab/km²) en 2018.

1.4 Situation économique

L'activité industrielle de la wilaya est dominée particulièrement par quatre unités, de production d'importance nationale, implantées tout le long du couloir Sebaou:

- Le complexe *ENIEM* à Oued-Aissi spécialisé dans le domaine de l'électroménager (cuisinières, réfrigérateurs, congélateurs et climatiseurs) employant un effectif de 2077 travailleurs ;

Chapitre 1 : Déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou

- L'unité SPA *Electro-Industriel* (Ex ENEL) implantée à Freha assurant la production de moteurs / alternateurs, transformateurs et groupes électrogènes avec un potentiel de 755 postes de travail ;
- L'unité cotonnière S/PA complexe textile de Drâa-Ben-Khedda pour la fabrication de tissus écrus notamment avec un effectif réduit à 559 travailleurs suite à des compressions de personnel subies lors de ces dernières années ;
- L'unité de meubles de Taboukert, sis Tizi-Rached, connue pour la fabrication de meubles de luxe et de style et faisant occuper 406 travailleurs ;

Le tissu industriel se complète par d'autres entreprises publiques (10 unités nationales et 05 unités locales) et par la laiterie de Draa-Ben-Khedda qui côtoient 108 unités de production relevant du secteur privé activant dans différentes branches notamment l'agroalimentaire, les matériaux de construction, l'industrie chimique et pharmaceutique. L'ensemble de ces unités privées totalise en matière d'emplois 4 342 postes de travail. [4]

1.5 Production des déchets ménagers de la wilaya

1.5.1 Chiffres clés

Selon l'Agence Nationale des Déchets (AND), la production des déchets ménagers au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou est de l'ordre de 309304 tonnes par an dont 23% à 30% recyclables (25% de matières d'emballages et 60% de matières organiques). Ces déchets sont répartis sur les daïras, de la wilaya, selon le **tableau 1.2**.

Tableau 1.2 : Production journalière des déchets par daïras.[AND]

Daira	Nombre d'habitants	Quantité globale générée (tonnes/j)	Station de traitement
Tizi-Ouzou	135 088	108,07	CET Oued-Falli
A-E-Hammam	51 431	38,05	CET Ouacif ¹
Azazga	83 557	61,96	CET Oued-Falli ¹
Azefoun	37 756	28,11	CET Oued-Falli ¹
Beni Douala	48 995	36,45	DC de Beni Douala DC de Beni Zmenzer
Beni Yenni	15 151	11,18	CET Ouacif
Boghni	68 466	51,05	CET Boghni
Bouzeguene	50 945	38,1	CET Oued-Falli ¹
D-B-khedda	83 935	61,9	CET Oued-Falli
Draa-El-Mizan	89 423	66,48	CET Draa-E-Mizan
Iferhounene	28 167	20,97	-
L-N-Irathan	46 831	35,71	CET Oued-Falli ¹
Maatkas	46 781	35,96	CET Boghni
Makouda	39 016	29,65	CET Oued-Falli ¹
Mekla	45 818	34,5	CET Oued-Falli ¹
Ouacifs	24 947	18,49	CET Ouacif
Ouadhias	55 377	40,34	CET Boghni
Ouaguenoun	66 689	48,43	CET Oued-Falli ¹
Tigzirt	35 742	26,22	-
Tizi-Gheniff	47 099	35,91	CET Draa-El-Mizan
Tizi-Rached	25 951	19,88	CET Oued-Falli ¹
Total Wilaya	1 127 165	847,41	

¹: Temporairement.

1.5.2 Evolution de la production des déchets

L'évolution de la production des déchets, ménagers et assimilés, a connu une augmentation significative. Cela peut être lié à plusieurs facteurs et peut dépendre de plusieurs paramètres dont, essentiellement, le niveau de vie de la population, le mode de vie des habitants, les nouvelles méthodes de conditionnement des marchandises,...Le tableau 1.3 présente la distribution globale des quantités de déchets par année et par mois au niveau du CET d'Oued Falli. [EPIC CODEM]

Tableau 1.3 : Evolution des quantités de déchets sur l'année au niveau du CET d'Oued Falli.[EPIC CODEM]

Quantités de déchets (tonne)						
Mois	Années					TOTAL
	2010	2011	2012	2013	2014	
Janvier	2916,26	3047,28	3444,84	5093,66	5993,38	20495,42
Février	2624,19	3138,58	3462,38	5039,22	5291,54	19555,91
Mars	3476,02	3175,32	3344,72	6060,68	6231,34	22288,08
Avril	2532,38	2935,8	4451,48	5467,1	5864,24	21251
Mai	3029,64	5295,04	4519,44	8168,34	7120,14	28132,6
Juin	2974,05	3814,98	4161,82	6037,45	6704,34	23692,64
Juillet	2801,92	3210,16	4234,06	5607,53	6734,46	22588,13
Août	2862,82	3452,42	4666,17	5639,6	6573,11	23194,12
Septembre	2731,91	4047,04	6384,18	5617,66	6648,08	25428,87
Octobre	2882,9	3654,08	6225,72	5997,14	6741,8	25501,64
Novembre	2974,32	3666,74	4342,5	8061,4	6100,2	25145,16
Décembre	2836,8	3595,76	4840,22	5688,38	6591,62	23552,78
TOTAL	34643,21	43033,3	54077,5	72478,1	76594,3	280826,4

1.6 Propriétés physico-chimiques de ces déchets

Les déchets ménagers et assimilés se caractérisent par la détermination d'un certain nombre de paramètres qui facilitent le choix du mode de leur gestion telle que la densité, l'humidité, le pouvoir calorifique,...

1.6.1 La densité

La connaissance de la densité est d'une grande importance pour le choix des moyens de collecte et de stockage. Toutefois, comme les déchets sont compressibles, la densité n'a un sens que si on définit les conditions dans lesquelles elle est déterminée. C'est pourquoi on peut avoir une densité en poubelle, une densité en benne, une densité en décharge, une densité en fosse, etc.

La densité en poubelle, par exemple, est mesurée en remplissant les ordures fraîches dans un récipient de capacité connue sans tassement. [5]

D'après *l'Agence Nationale des Déchets*, la densité en poubelle des villes algériennes est comprise entre 0,27 et 0.39 kg/L et celle de la wilaya de Tizi Ouzou a été estimée à 0.33kg/L en 2016. [6]

1.6.2 L'humidité

Le taux d'humidité varie selon la nature des déchets (putrescibles, papiers, cartons, etc.), le lieu de production (zone urbaine ou rurale) et les saisons (pluviale ou sèche).

Dans les pays en voie de développement, l'humidité des déchets se situe entre 60 % et 80 %. Elle provient de la forte proportion de matière organique qui oscille entre 60 % et 85 %.

Selon les résultats obtenus et les travaux de certains chercheurs, on peut considérer le taux d'humidité des DMA des villes algériennes aux alentours de 60- 70 % en 2014. C'est-à-dire en baisse par rapport aux années précédentes où le taux d'humidité pouvait être supérieur à 80 %. [7]

1.6.3 Le rapport C/N

Le rapport C/N est fixé comme critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport. [5] Il est compris, d'après l'AND entre 20 et 35. [6]

1.6.4 Le pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est défini comme étant la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en millithermie par kilogramme d'ordures (mth/Kg). [5]

D'après AND, le pouvoir calorifique est estimé entre 3700 à 4600 kJ/kg . [6]

1.7 Les caractéristiques des déchets ménagers

Les déchets sont produits principalement par les ménages, les industries, les hôpitaux, ... La composition et les caractéristiques des ordures ménagères sont très hétérogènes. Elles sont variables en fonction de plusieurs paramètres : la région, le climat, les habitudes des populations, le caractère de l'agglomération (zone urbaine, ou rurale, zone industrielle ou commerciale, etc.), le niveau de vie des habitants, le type de collecte, etc.

Les enquêtes de caractérisation d'un échantillon de déchets ont permis d'estimer la composition des déchets, ménagers et assimilés, mis en décharge, et provenant de divers types d'habitat. **La figure1.3** illustre les résultats de ses enquêtes effectuées par l'AND et donne les principaux chiffres relatifs à la composition moyenne des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou (CET Oued-Falli).

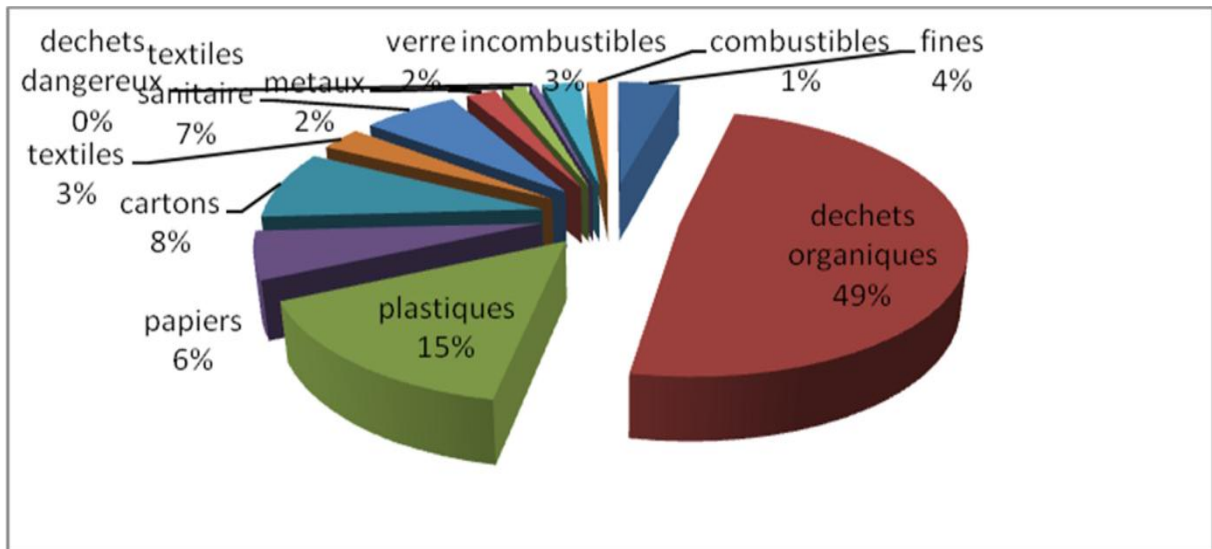


Figure 1.3 : Composition des DMA du CET Oued-Falli de Tizi-Ouzou en 2020.[AND]

La fraction de matières organiques est prédominante (49 %). Ceci s'explique par le comportement nutritionnel des habitants qui favorisent les légumes frais non conditionnées aux autres nutriments. Nous pouvons recommander une valorisation biologique (compostage, méthanisation) pour cette importante fraction.

Les groupes plastiques, papiers et cartons sont bien représentés avec des fractions de 15 %, 6% et 8% respectivement. Cela est lié aux modifications timides dans le comportement de consommation et de production des matières consommables.

Les groupes métaux (2%) et verres incombustibles (3%) figurent dans la composition de la poubelle mais avec de très faibles proportions. Il est évident que leur récupération est facile par un simple tri au niveau des ménages.

Les groupes textiles, textiles sanitaires sont représentés avec des fractions 3%, 7% respectivement, pourrait trouver d'autres modes de valorisation plus adéquate que la mise en décharge, notamment la valorisation énergétique. [8]

1.8 Impact des déchets sur l'environnement

1.8.1 Pollution de l'eau

La pollution de l'eau est provoquée par la dispersion des déchets ou leurs éliminations de façon anarchique. Elle peut être à l'origine des maladies à transmission hydrique telles que le choléra, la typhoïde,....

Les rejets non contrôlés contaminent aussi les eaux souterraines, source d'approvisionnement en eau potable, par l'infiltration des lixiviats lors du lessivage des dépôts de déchets par les eaux des pluies. La pollution des nappes phréatiques

est aggravée par la lente percolation de nombreuses contaminations provenant de décharges industrielles. [9]

1.8.2 La pollution de l'air

Quelque 3 millions de décès par an sont liés à l'exposition à la pollution de l'air extérieur. La pollution de l'air intérieur peut s'avérer tout aussi mortelle. En 2012, selon les estimations, 6,5 millions de décès (soit 11,6% des décès dans le monde) étaient associés à la pollution de l'air extérieur et à la pollution de l'air intérieur. [10]

On considère que l'air est pollué quand il contient des substances qui n'entrent pas dans sa composition naturelle de base et qui peuvent entraîner des nuisances plus ou moins graves. La décomposition naturelle des déchets entraîne des sous-produits et de nombreux types d'émissions tels que le méthane, le dioxyde de carbone, l'hydrogène, l'ammoniaque, les chloro-fluro-carbone,...La concentration de ces gaz dans l'atmosphère engendre des effets irréversibles et dangereux tels l'effet de serre, les pluies acides, etc.

De ce point de vue, la principale source de pollutions de l'air est la combustion provoquée, accidentelle ou spontanée de dépôts de déchets à l'air libre, et qui donne naissance à de grandes quantités de fumées et d'odeurs nauséabondes. [10]

1.8.3 Détérioration des paysages

Les dépôts sauvages, les déchets abandonnés par les passants (papier, cigarettes, tickets, emballages divers, etc.) et qui résultent de la circulation automobile sont la source de nuisances esthétique et visuelle de notre environnement.

1.8.4 Impacts sur le sol

La pollution des sols est la moins visible des pollutions. Elle frappe avec retard. Un site pollué est habituellement un site dont le sol et le sous-sol ont été pollués par d'anciens dépôts de déchets ou suite à l'infiltration de substances polluantes à partir de la surface. [11]

Les retombées atmosphériques liées à l'incinération (métaux lourds, COV ...etc.), la percolation des lixiviats de décharges et l'épandage de composants ou de boues contribuent à la contamination physico-chimique et /ou microbiologique des sols. [9]

1.9 Principe de la gestion des déchets

La gestion des déchets consiste en 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. Plusieurs opérations se distinguent dans le mode de gestion des déchets en Algérie.

Les grands principes et lignes directrices de la politique de gestion des déchets ménagers et assimilés sont définis par la **loi 01-19 du 12/12/2001** relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets. [9]

1.9.1 La prévention

La prévention est une action *clé* de toute politique de gestion efficace des déchets puisque ce principe vise à réduire ou à éliminer les rejets de substances éventuellement nocives et à encourager des produits et des procédés moins polluants. [9]

Quel que soit le type de mesure de prévention adopté, celle-ci doit être bien communiquée au public qui joue un rôle déterminant pour garantir leur efficacité.

1.9.2 L'information et la sensibilisation

La sensibilisation du public par l'information se fait, d'une part, par le rappel de l'impact des déchets sur l'environnement et leurs méfaits sur la santé et, d'autre part, le faire participer de manière responsable aux opérations de gestion. De la sorte, le citoyen minimise sa production de déchets et participe à l'efficacité des opérations de collecte, par exemple en triant à la source les déchets en vue de leur collecte différenciée.

1.9.3 Le principe pollueur payeur

Le principe du pollueur payeur a été introduit dans la loi de 2003 relative à la protection de l'environnement. L'article 3 donne la définition suivante : « *selon lequel toute personne dont les activités causent ou sont susceptibles de causer des dommages à l'environnement assume les frais de toutes les mesures de prévention de la pollution, de réduction de la pollution ou de remise en état des lieux et de leur environnement* ». Cela consiste à taxer le pollueur pour couvrir les coûts de la prévention, de la réduction à la source et du recyclage des déchets. Ainsi, ces coûts englobent les frais de la collecte, du transport et de l'élimination de leurs déchets par les collectivités. Les taxes sont fonction des quantités des déchets produits par les entreprises. Ce principe est appliqué également pour les déchets de consommation, tels que les déchets ménagers, mais il n'y a pas de lien direct entre le niveau de paiement et la production individuelle de déchets des ménages. [12]

1.10 Modes de collecte et d'élimination des déchets

Deux étapes sont essentielles dans le service des déchets : l'enlèvement et l'élimination : (i) l'enlèvement des déchets compte la pré-collecte, la collecte et le transport et (ii) l'élimination fait référence à la mise en décharge, l'enfouissement, le compostage ou l'incinération.

1.10.1 La pré-collecte

C'est la phase qui consiste à amener les déchets de leur lieu de production au lieu de prise en charge par le service public. Elle est généralement réalisée par l'habitant ou parfois par l'éboueur. Elle existe sous la forme d'un apport volontaire des habitants de leurs déchets et leurs dépôts en un endroit où le service de collecte pourra les enlever. Les containers utilisés à cet effet sont déchargés, soit dans un site du transit, puis acheminés à la décharge par moyens lourds, soit directement transportés à la décharge.

1.10.2 La collecte et le transport

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

La collecte existe sous deux formes :

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

- *La collecte par point de regroupement* : c'est un mode d'organisation de la collecte dans lequel le contenant est attribué à un groupe d'utilisateurs identifiables. Ces contenants sont en général des bacs d'un volume important. Elle s'applique surtout dans les petites localités. Elle se fait notamment au niveau des marchés, de certaines cités et dans les zones d'habitats individuels difficiles d'accès. [13]

1.11 Les différents processus d'élimination des déchets

Le but de toute gestion saine des déchets est la préservation de la santé des populations et de l'environnement dans lequel elles vivent. Il est nécessaire de minimiser les rejets et de faire en sorte qu'ils soient inoffensifs pour le milieu naturel.

La caractérisation des déchets permet d'évaluer, au préalable, les risques potentiels sur l'environnement et l'homme et de choisir leur mode de traitement optimal.

1.11.1 L'enfouissement technique

Le recours à l'élimination ne doit être envisageable que dans le cas où aucune autre alternative ne peut être appliquée. La mise en décharge devient donc l'étape ultime et inévitable dans la chaîne de traitement et de gestion intégrée des déchets.

Il est donc clair qu'aucune de ces alternatives ne peut résoudre à elle seule le problème de gestion et de traitement des déchets. Mais chaque maillon de la chaîne de traitement doit viser la réduction maximale des flux destinés au maillon suivant. Ainsi, au stade final les quantités à enfouir dans la décharge seront minimales. Ceci peut être réalisé grâce notamment à la mise en place de systèmes appropriés :

- Collecte sélective permettant de créer des déchets plus homogènes ;
- Traitement spécifique de chaque catégorie ou fraction de déchets. [14]

La durée de vie d'un centre d'enfouissement technique est au moins 20 ans. Il est donc impératif de disposer de surfaces de terrain nécessaires et de planifier l'exploitation du site sur la durée de vie minimale sus citée.

Un *CET* doit répondre aux exigences élémentaires en matière d'hygiène et de protection de l'environnement. La plus importante partie est le fond du casier qui est constitué de différentes couches qui sont, de bas en haut :

- Une couche drainante constituée de granulats 20 à 40 mm surmontée d'un géotextile anti-contaminant ;
- Une étanchéité minérale d'argile compactée de 4 couches de 25 cm d'épaisseur et d'une couche de bentonite de 5 mm minimum;
- Une géo-membrane de 2 mm d'épaisseur ;
- Un géotextile anti-perforation pour protéger la géo-membrane de 1,4 g/m² ;
- Une couche drainante de 50 cm de granulats de grès parcourus par des collecteurs à lixiviats pour les cellules exploitées ou eaux pluviales pour les cellules non exploitées ;
- Une couche géotextile ou géo-grille pour éviter que les déchets ne colmatent la couche drainante ;
- Une couche de gravier ;
- Une géo-grille pour protéger le *PEHD* de drainage ;
- Du *PEHD* de drainage de 40 cm de diamètre. [15]

1.11.2 L'incinération

Il s'agit de l'une des techniques de traitement les plus anciennes. Son principe repose sur une combustion aérobie dans un four à des températures atteignant les 1200°C. Ces hautes températures détruisent les polluants et les volatilisent. [16]

L'incinération permet de réduire la masse (de 70 %) et le volume (de 90 %) des déchets.

On estime généralement qu'une tonne d'ordures ménagères incinérée conduit à la production de :

- 230 à 250 kg de mâchefers ;
- 25 à 40 kg de résidus d'épuration des fumées (REFIOM) ;
- 20 à 22 kg de métaux ferreux ;
- 0,5 à 1,5 kg de métaux non ferreux.

Le contenu énergétique des ordures ménagères traitées par incinération avoisine les 2300 kWh par tonne. Il est donc intéressant de valoriser cette énergie. La chaleur dégagée lors de la combustion des déchets ménagers est récupérée au niveau de la chaudière sous forme de vapeur pour : (i) chauffage urbain ou privé, (ii) production d'électricité ou (iii) production combinée d'électricité et de chaleur. [17]

1.11.3 La méthanisation

La méthanisation des déchets ménagers connaît un fort développement depuis quelques années. Il s'agit d'une digestion anaérobie de la matière organique qui transforme la matière organique en biogaz et en digestat généralement mature pour produire du compost. [18]

D'après le Centre de Développement des Energies Renouvelables (CDER), il est possible de produire l'équivalent de la consommation moyenne d'électricité de 1,8 million d'algériens grâce au biogaz [19]. D'après une étude du même centre, l'Algérie pourrait produire un volume de biogaz de l'ordre de 1009,76 millions de m³ suite à la méthanisation de tout ce qui est matière organique des DMA, des déchets agricoles et d'élevage, des bio-déchets issus des industries agroalimentaires et des STEP. La conversion, de cette quantité de biogaz, en électricité permettrait de produire plus de 2032,6 GWh. Ce gisement est donc considérable si l'on sait que la quantité de DMA atteindra, en 2030, 17 millions de tonnes soit 1,25kg/j/habitant. [19]

1.11.4 La déchetterie

C'est un espace aménagé d'accueil des déchets déposés gratuitement par les usagers lorsque ceux-ci ne peuvent être collectés avec les ordures ménagères en raison de leurs volumes, de leurs poids ou de leurs natures. Ces déchets sont ensuite orientés selon leur type vers une filière de valorisation ou de recyclage, vers un incinérateur ou un CET pour les déchets non recyclables. [15]

1.11.5 Le compostage

Il est défini comme un procédé biologique, contrôlé, de conversion et de valorisation des matières organiques en produit stabilisé semblable à un terreau, le compost. Les déchets concernés sont les déchets compostables et biodégradables. Ce processus s'effectue en deux étapes successives. [15]

Chapitre 1 : Déchets ménagers de la wilaya de Tizi Ouzou

- Une étape de fermentation,
- Une étape de maturation.

Chapitre 2 : Gestion Des Déchets De La Wilaya De Tizi Ouzou

2 Etude de la gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Le législateur algérien, par l'article 03 de la loi n°01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets définit la gestion des déchets comme :

« Toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations ».

2.1 Services de collecte de la wilaya

Les déchets de la wilaya sont collectés par des différents organismes. Le chef-lieu est pris en charge par l'EPIC CODEM. Les autres communes gèrent la collecte par leurs propres moyens ou par des privés. [21]

2.1.1 Présentation des services de propreté

2.1.1.1 EPIC CODEM

L'EPIC CODEM est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial de ramassage d'ordures ménagères et de travaux d'hygiène au niveau de la Commune de Tizi-Ouzou. Son domaine d'activité est la propreté et l'entretien de l'environnement du territoire géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou. [22]

EPIC CODEM a été créé en mars 2013 et pourvu, au titre de son capital social, d'une dotation initiale de **100 000 000,00 DZD**. Il a entamé son activité au mois de juin 2014, avec un effectif de 41 agents et un parc roulant de 11 bennes tasseuses, sur un périmètre d'intervention limitée à une seule une partie de la ville de Tizi-Ouzou (35,9 tonnes/jour).

EPIC CODEM a couvert l'ensemble du territoire de la commune de Tizi-Ouzou en décembre 2015 avec un ramassage journalier de l'ordre de 120 tonnes sur 44 rotations. [22]

2.1.1.2 Les assemblées populaires communales

Les APC disposent d'un service d'hygiène chargé de la gestion des déchets solides, notamment le recensement des décharges sauvages à travers la commune et l'amélioration des conditions de collecte des déchets. [21]

2.1.1.3 Les entreprises privées

Le rôle de l'entreprise privée consiste à collecter, trier puis recycler les déchets afin de les transformer en matières premières secondaires, utilisées pour la fabrication de nouveaux produits. [21]

Les micro-entreprises activant sur le territoire de la wilaya de Tizi-Ouzou sont inventoriées dans le **tableau 2.1**.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Tableau 2.1 : Micro-entreprises activant dans la gestion des déchets au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou en 2020.[AND]

Daïra	Nombre des Microentreprises activant dans la gestion des déchets	Les engins en services
Ain El-Hammam	05	04 bennes tasseuses et 01 Camion à CBT
Azazga	04	03 bennes tasseuses et 01 Camion à CBT
Beni Yenni	01	02 bennes tasseuses
Bouzeguene	08	Nb*
D-B-khedda	04	Nb*
Iferhounene	03	03 activant dans le recyclage de plastique, de fer et de cannettes
Larbaa Nath Irathan	05	09 bennes tasseuses et 02 activant dans le recyclage de plastique
Maatkas	03	03 camions
Mekla	01	01 camionnette de récupération de plastique
Ouadhias	05	05 bennes tasseuses
Ouaguenoun	03	03 camions
Tigzirt	02	02 bennes tasseuses et 01 dans la récupération

**non disponible*

2.1.1.4 Comités de villages et associations

La wilaya de Tizi Ouzou se distingue par une dynamique associative importante au vu de l'importance du nombre de ces villages. Ces associations sensibilisent et accompagnent la population de la région pour adopter des gestes simples et aller vers une gestion locale, participative et durable des déchets ménagers et assimilés.

2.2 Etapes de collecte des déchets ménagères et assimilés

L'enlèvement et l'élimination sont deux étapes essentielles dans la gestion du service public des déchets. L'enlèvement des déchets compte la pré-collecte et la collecte.

La pré-collecte des déchets est la première étape de la gestion des déchets qui se déroule au niveau de la production ou du détenteur des déchets (les familles, les

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

commerçants, etc.). Elle est définie comme étant l'ensemble des opérations d'évacuation des déchets depuis leurs lieux de production jusqu'au lieu de prise en charge par le service de collecte public. Elle est réalisée via deux moyens de stockage de déchets : les poubelles individuelles et les poubelles collectives. [21]

Les poubelles individuelles sont utilisées dans les lotissements ou habitations individuelles dispersées et les poubelles collectives sont généralement réservées au stockage de déchets générés dans les immeubles, les marchés, et les habitations regroupées.

La collecte, quant à elle, est l'ensemble des opérations ayant pour objectif la récupération des ordures ménagères et des déchets urbains assimilés. Elle se fait par le porte à porte où les ordures sont collectées dans les récipients ou déposées par les usagers en bordure des routes ou par la collecte aux sacs perdus (papier ou polyéthylène) munis de système de fermeture.

La collecte par bacs roulants se fait dans des bacs de 120 à 1100 L répondants aux besoins d'immeubles collectifs ou d'ensemble d'habitations (Figure 2.1).



Figure 2.1 : Bacs roulants de 120, 240 et 660 L, respectivement.

La collecte par point de regroupement s'applique surtout dans les petites localités. Elle se fait notamment au niveau des marchés, de certaines cités et dans les zones d'habitats individuels difficiles d'accès.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Tableau 2.2 : Moyens humain et matériels de la wilaya de Tizi Ouzou en 2020.

[AND]

Daira	Matériels	Humains
AEH	04 camions à benne, 03 tracteurs, 04 camions chargeurs	60
AZAZGA	12 bennes tasseuses, 05 tracteurs, 03 camions	53
AZEFFOUNE	03 camions, 05 bennes tasseuses, 04 tracteurs, 02 rétro-chargeurs.	47
BENI-YENNI	04 camions, 06 bennes tasseuses, 09 tracteurs, 01 balayeuse tractable	28
BOUZEGUENE	03 bennes tasseuses, 03 tracteurs, 01 camion, 01 chargeur	22
BOUGHNI	04 bennes, 03 tracteurs, 02 camions	50
DRAA BENKHEDDA	09 camions, 05 bennes tasseuses, 01 tracteur, 01 rétro-chargeur	133
L-N-IRATHAN	04 bennes tasseuses, 05 camions, 02 cases, 02 tracteurs	47
IFARHOUNENE	04 camions, 02 tracteurs, 03 bennes tasseuses	37
MEKLA	03 bennes tasseuses, 03 camions	14
OUACIF	06 camions à benne, 02 tracteurs à benne, 01 tracteur	30
OUAGUENOUN	11 camions, 03 bennes tasseuses, 01 tracteur	57
TIGZIRT	06 bennes tasseuses, 05 tracteurs, 01 chargeur, 01 bulldozer	39
MAKOUDA	06 bennes tasseuses, 01 camion	18
BENI-DOUALA	07 bennes tasseuses, 01 rétro-chargeur, 01 tracteurs, 01 camion	47
DRAA ELMIZAIN	03 camions, 04 tracteurs, 03 camions, 05 bennes tasseuses	45
TIZI-GUENIF	04 camions, 01 tracteur, 01 benne tasseuse	13
OUADHIAS	05 bennes tasseuses, 15 camions.	45
MAATKAS	01 tracteur, 03 camions à benne	19

2.3 Destination finale des déchets de la wilaya

La mise en décharge fait référence au placement final des déchets dans ou sur un terrain de manière contrôlée ou incontrôlée. La définition couvre la mise en décharge sur des sites internes (c'est-à-dire où un producteur de déchets réalise sa propre élimination des déchets sur le lieu de production) et sur des sites externes.

2.3.1 Décharge contrôlée

Un site d'élimination contrôlée d'ordures est soumis à un permis d'exploitation et à des procédures de contrôle technique (revêtements imperméables, systèmes de collecte des lixiviats,...) conformément à la réglementation nationale en vigueur. [23]

C'est un mini CET réalisé pour une population de 100 000 habitants ne nécessitant pas de regroupement intercommunal. Les règles de conception technique et d'exploitation d'une décharge contrôlée sont les mêmes que pour le CET. [23]

Les décharges contrôlées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou sont répartis sur les communes selon le tableau 2.3 :

Tableau 2.3 : Décharges Contrôlées au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. [AND]

Commune (lieu d'implantation)	Mise en service	Capacité d'accueil (m ³)	Communes desservies	Quantité reçus (t/j)	Etat
Beni-Douala	mai-15	70 000	Beni-Douala	20	Opérationnelle
Beni Z'menzer	déc-14	70 000	Beni Z'menzer	12	Opérationnelle
Agouni Gueghrane	-	27 500	-		Non encore mise en exploitation
Ifarhounene Tadmait					Réceptionnée en Mai 2020
Ouadhias					Non lancée

2.3.2 Décharge incontrôlée

2.3.2.1 Décharges irrégulières

Elles sont le plus souvent des décharges communales brutes accueillant ou ayant accueilli des déchets ménagers et assimilés et faisant encore actuellement l'objet d'apports réguliers de déchets.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Elles sont exploitées directement par une collectivité ou laissées à la disposition de ses administrés alors qu'elles ne bénéficient d'aucune autorisation préfectorale au titre de la législation des installations pour la protection de l'environnement. [24]

2.3.2.2 Dépôts sauvages et points noirs

Ce sont des dépôts qui résultent le plus souvent d'apports clandestins réalisés par des particuliers pour se débarrasser des déchets qui ne sont pas pris en compte par les services traditionnels de collecte des ordures ménagères. [24]

Selon les recensements du premier trimestre de l'année 2021, la wilaya compte plus de 300 points noirs. Ces derniers sont considérés comme sources majeures de pollution des sols et de l'eau. Les points noirs sont propices pour la prolifération d'insectes et de rats, d'odeurs nauséabondes qui nuisent à la santé des habitants.

Pour faire face, des campagnes de nettoyage ont été organisées au niveau des communes et routes nationales, où 194 de points noirs sont éradiqués et 2044,3 tonnes de déchets ménagers et inertes ont été enlevés (Tableaux 2.4 et 2.5).

Tableau 2.4 : Points noirs de la wilaya de Tizi Ouzou (01 septembre au 31 décembre 2020)*.

	Points noirs recensés	Points noirs éradiqués
Décharges sauvages	66	32
Oued	56	32
Autres	22	21

* Source : Comité de la wilaya pour la prévention et le contrôle des maladies d'origine hydrique

Tableau 2.5 : Points noirs de la wilaya de Tizi Ouzou (01 janvier au 13 mars 2021).

	Points noirs recensés	Points noirs éradiqués
Décharges sauvages	273	78
Oued	61	42
Autres	58	47

Source : Comité de la wilaya pour la prévention et le contrôle des maladies d'origine hydrique.

2.3.3 Les centres d'enfouissement technique

Les centres d'enfouissements techniques (CET) de wilaya sont regroupés dans le tableau 2.6.

2.3.3.1 CET de Tizi Ouzou (Oued Failli)

Le centre d'enfouissement technique d'Oued Falli est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). Il a été créé en novembre 2008 et mis en exploitation en mai 2009 sur une superficie de 20 ha. Il reçoit une moyenne de 100 tonnes de déchets par jour et sa durée de vie est estimée à 20 ans.[2]

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Ce *CET* a été réalisé dans l'objectif initial d'enfouir les déchets municipaux des trois communes de Tizi-Ouzou, de Tirmatine et de Draa Ben Khedda. À partir de 2017, neuf autres communes ont été rattachées à ce *CET* à savoir : Souk El Tenine, Sidi Naamane, Tizi Rached, Maatkas, Timizart, Ouaguenoun, Ouadhias, Bouzeguene et Aghribs. [21]

Le *CET* de Oued Falli est situé au sud-ouest de la ville de Tizi-Ouzou à 4 Km du chef-lieu de la wilaya en bordure de la rocade contournant la ville de Tizi-Ouzou (Figure 2.2). [25]

Tableau 2.6 : Centres d'enfouissements techniques (CET) de la wilaya. [21]

Commune	Mis en service	Superficie (Ha)	Quantité reçus (t/j)	Etat
Tizi-Ouzou	2009	20	300,5	Opérationnel
Draa El Mizan	2009	04	42,5	Opérationnel
Ouacif	2009	04	17,4	Opérationnel
Boghni	2016	14	70	Opérationnel

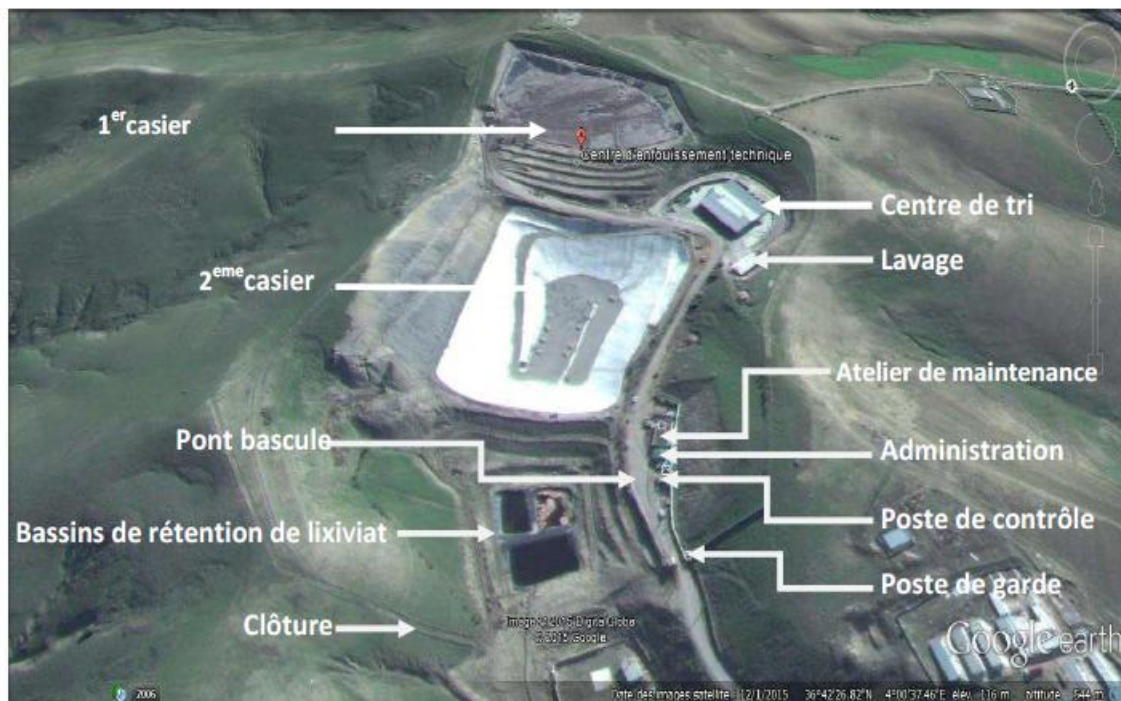


Figure 2.2 : Vue du centre d'enfouissement technique d'Oued Falli.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Ce centre est doté d'un poste de contrôle, pour vérification de la conformité des déchets, et d'un pont à pesées permettant de comptabiliser les apports, leur nature et leur origine. [25]

L'unité de tri d'Oued Falli est composée, entre autres, d'une trémie de chargement, d'un transporteur alimentateur pour le transfert de déchets, d'un tapis de pré-tri, d'un séparateur magnétique de métaux ferreux, d'une cabine de tri manuel, d'une manutention et gestion-conditionnement des produits valorisables,... [25]

Les 2 casiers du centre sont équipés de système de drainage des lixiviats et de biogaz ainsi que d'un système d'étanchéisation artificiel afin d'éviter leur infiltration dans le sol (Figure 2.3).



Figure 2.3 : Casier du site d'Oued Falli. Capacité de stockage égale à 360000 m³.(EPIC CODEM)

Les lixiviats générés sont acheminées à travers des drains vers un bassin de rétention d'une capacité de 9600m³ divisé en trois lagunes comme le montre la **Figure 2.4**. Ces dernières sont étanches et équipées de couche géo-membrane protégée par une couche de géotextile et ont pour but d'augmenter l'évaporation des lixiviats et d'accélérer l'activité microbienne pour dégrader la matière organique. [25]

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou



Figure 2.4 : Bassin de rétention de lixiviats.(EPIC CODEM)

Les tableaux 2.7 et 2.8 regroupent les différentes quantités de déchets traités par le CET d'Oued Falli durant la période allant de janvier 2020 à novembre 2020.

Tableau 2.7 : Quantités de déchets traités par le CET d'Oued Falli en 2020.[AND]

Période	Nombre de rotation	Quantité déchets (tonnes)
04/01/2020 au 31/01/2020	2627	6923,2
01/02/2020 au 28/02/2020	3051	7918,5
29/02/2020 au 01/05/2020	6190	17249,7
01/05/2020 au 10/07/2020	7437	19778,7
04/07/2020 au 31/07/2020	2243	5583,7
08/08/2020 au 04/09/2020	3205	8391,8
05/09/2020 au 23/10/2020	5519	13299,3
24/10/2020 au 20/11/2020	3046	22584
Total	33318	101 729

Tableau 2.8 : Quantités des déchets récupérés en 2020.[AND]

Quantité traitée (t/h)	Communes desservies	Nature déchets récupérés (t)
20	Tizi Ouzou, Draa Ben Khedda, Tirmatine Souk El Tenine*, Sidi Naamane*, Tizi Rached*, Maatkas*, Timizart*, Ouaguenoun*, Ouadhias*, Bouzeguene*, Aghribs*	Carton (78) PET (42) PEHD (10,4) Fer (6)

* Temporairement

Ces déchets recyclables sont récupérés par les entreprises de recyclage activant au niveau de Tizi Ouzou. Elles sont spécialisées dans la récupération du verre, de l'aluminium, des déchets ferreux et non ferreux.

Les autres déchets comme le plastique de type *PEHD* et *PP* sont transformés par les petites entreprises pour produire du plastique granulé destiné à d'autres unités de transformations en plasturgie. Elles recyclent annuellement environ 1200 tonnes de plastique. [26]

2.3.3.2 CET de Draa El Mizan

Le *CET* de Draa El Mizan se situe à Draa Sachem à 10 km du chef-lieu de la commune. Il a été mis en service en 2009 avec une durée de vie estimée à 20 ans. L'objectif assigné à ce *CET* est la collecte de déchets ménagers de six (06) communes, à savoir : Draa El Maizan, Ain Zaouia, Ait Yahia Moussa, Frikate, Tizi Gheniff, M'kira. [27]

Le *CET* de Draa El Maizan n'est pas fonctionnel à 100% car ne disposant pas de pont bascule et de centre de tri.

Le déversement des différents types de déchets (ménagers et industriels) se fait de manière aléatoire et sans compactage. Ces déchets sont brûlés à ciel ouvert. Cette situation entraîne la destruction du paysage, sans oublier la prolifération des animaux errants porteurs potentiels de maladies et surtout le risque de pollution des sources d'eaux qui alimente plusieurs villages en eau potable. [27]

2.3.4 Valorisation des déchets recyclables

La valorisation des déchets au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou se fait légalement au niveau du *CET* par la chaîne de tri ou dans le casier. Mais aussi au niveau des quartiers pilotes où est installé le tri sélectif.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Les quantités récupérées pour valorisation sont insignifiantes devant les quantités de déchets enfouis. Tant que le taux de valorisation ne dépasse pas les 50% voire 75%, la gestion n'est pas efficace et non durable. [28]

Par contre, si nous examinons la figure 2.5, il apparaît clairement que les quantités de déchets type *PET*, papier ou *PEHD*, valorisées au niveau du centre de tri d'Oued-Failli, sont élevées par rapport aux autres types de déchets récupérés. Cela s'explique par l'activité du secteur informel qui intervient en amont. Si nous examinons soigneusement cette figure, nous remarquons que les quantités de déchets valorisés sont élevées à partir de 2016. Cette remarquable évolution est due à la mise en marche de la chaîne de tri, inaugurée officiellement en juillet 2017. [28]

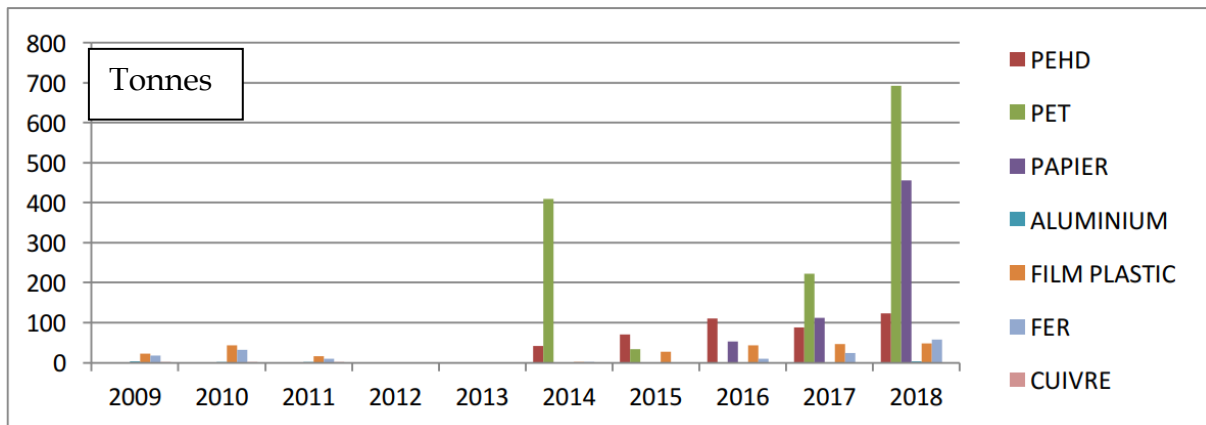


Figure 2.5 : Evolution des quantités de déchets valorisés par type de déchets. [28]

2.3.5 Le compostage

Le compostage est un procédé biologique aérobie de dégradation et de valorisation de la matière organique en produits stabilisés ayant les caractéristiques d'un terreau riche en composés humiques. Cette décomposition de déchets s'opère en présence d'air et par des micro-organismes aérobies (bactéries, champignons...) dans des conditions contrôlées : d'air, de température et d'humidité.

Le compostage est une pratique consistant à fabriquer du compost à partir de divers déchets végétaux.

De plus en plus de villages de la wilaya, organisés autour d'associations, se lancent dans le tri et le compostage de déchets fermentescibles. [21]

2.3.6 L'incinération

Les incinérateurs existants au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou sont installés au niveau de l'hôpital de *Belloua* (deux incinérateurs) et du centre hospitalo-universitaire *Nedir Mohamed* (unité spécialisée).

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

Pour les DMA, la commune de Tizi Ouzou compte acquérir un incinérateur dont l'étude est en cours. Les calculs établis dans le tableau 2.9, nous amènent à estimer les capacités de l'incinérateur, relatives au traitement des déchets. [21]

Tableau 2.9 : Capacités de l'incinérateur.[AND]

Taux d'incinération (%)	Quantité à incinérer (t/j)			Capacité incinérateur (t/j)
	2017-2020	2021-2025	2026-2030	
50	180-200	207-237	246-282	300
60	216-240	248-284	295-338	350
70	252-280	290-320	332-394	450
80	288-320	331-379	393-450	500
90	324-360	373-427	442-507	550
100	360-400	414-474	491-563	600

2.4 Contraintes rencontrées

Les données naturelles et humaines spécifiques à la wilaya de Tizi-Ouzou impactent directement le processus de gestion des déchets.

2.4.1 Les contraintes économiques

L'ampleur du problème de la gestion des déchets et de l'environnement en général est étroitement liée au processus de développement économique et social du pays. Les modèles préconisés et mis en œuvre dans le passé ont mené à des impasses aussi bien sur le plan économique et social que sur le plan écologique. Ils n'ont pas permis de mener une gestion efficace de déchets et de celle de l'environnement.

Dès lors, il est nécessaire de placer la problématique des déchets dans le contexte général du modèle de développement économique et social suivi par le pays.

a. Contraintes liées à la politique de développement

La politique de développement, mise en œuvre durant près de deux décennies et fondée sur la planification centralisée, a visé principalement deux objectifs :

- Le premier est de répondre aux besoins sociaux de la population (éducation, santé, emploi...);
- Le deuxième est de mettre en place des structures de production susceptibles de résoudre le problème du chômage.

Cependant, la question de l'environnement et en particulier celle des déchets n'est pas considérée comme une priorité pour le pays, elle est remise à plus tard dans la

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

mesure où l'environnement est considéré comme étant un besoin de luxe. Cette réalité s'est prolongée au niveau des communes étant donné que les orientations politiques sont déterminées au niveau central.

A l'instar des villes algériennes, Tizi-Ouzou est confrontée, ces dernières années, à des problèmes de développement économique en raison de la dégradation continue de la situation de l'emploi, confirmée par un taux de chômage qui avoisine 31,65%. Notons, également, que ces choix ont révélé d'importants déséquilibres du point de vue des activités économiques et urbaines. Par conséquent, cette situation constitue une contrainte à une gestion efficace des déchets du fait que les problèmes économiques se traduisent toujours par des difficultés essentiellement financières.

b. Contraintes liées aux choix politiques et stratégiques

L'état actuel de la gestion des déchets est dû en grande partie à l'absence de stratégie tant au niveau national qu'au niveau local en matière de gestion des déchets. En effet, les plans nationaux et régionaux de la gestion des déchets, les orientations, l'assistance technique aux collectivités locales, font défaut suite à l'absence d'une volonté politique, alors que la gestion rationnelle et écologique des déchets nécessite en premier lieu une définition stratégique au niveau central dans la mesure où il faut « penser globalement et agir localement ».

c. Niveau insuffisant de décentralisation

La décentralisation n'a pas toujours abouti à une réelle délégation des pouvoirs (politique et économique) aux autorités locales. Elle est limitée et ressemble à une coquille vide alors qu'elle doit être accompagnée des pouvoirs et des compétences nécessaires.

Dans la réalité, Tizi-Ouzou a de grands défis à relever : chômage, problème de gestion urbaine, problème de santé, etc., et le problème des déchets ne constitue guère une priorité ! Il est toujours relégué au second plan, et parfois, elle ne peut même pas offrir les services essentiels et encore moins adopter une réglementation relative au respect de l'environnement.

2.4.2 Contraintes financières

La gestion inefficace des déchets dans l'agglomération de Tizi-Ouzou est due en grande partie à l'absence de moyens financiers suffisants pour répondre aux besoins du secteur.

Lorsqu'il n'existe pas d'organisation ou de mécanismes d'appui aux collectivités locales, les procédures de financement sont souvent très limitées. Cela dit, même à l'échelle locale, aucune subvention n'est accordée dans le budget de la wilaya dans ce sens pour réaliser concrètement les objectifs économiques, sociaux et environnementaux.

Chapitre 2 : Gestion des déchets de la wilaya de Tizi Ouzou

La taxe d'enlèvement des ordures ménagères, même si elle est révisée à la hausse dans la loi de finance 2002, reste très insignifiante et son niveau de recouvrement est inconnu. Plus grave encore, selon les responsables de la commune de Tizi-Ouzou, cette taxe n'a jamais été collectée au niveau de l'agglomération.

2.4.3 Les contraintes techniques

La collecte des déchets est relativement satisfaisante, mais le traitement et l'élimination ne répondent pas aux normes environnementales. La mise en décharge non contrôlée des déchets, ne garantit ni la protection de l'environnement, ni celle de la santé publique et ni même la rentabilité économique.

L'inexistence des statistiques fiables et officielles, hormis les données éparées figurants dans les rapports de la direction centrale compétente (*MATE*) et les directions de wilayas ainsi que quelques informations d'ordre générale disponibles auprès des associations, est un facteur négatif.

Il est à noter que ce secteur souffre d'un grand manque de personnel formé pour pouvoir participer à la conception et à la mise en œuvre des plans de gestion des déchets.

2.4.4 Les contraintes éducationnelles et sociales

- Absence de programme spécifique et continu d'éducation du public. Les différentes démarches entamées telles que les expositions, les journées portes ouvertes, les affiches un peu partout, etc., restent limitées. Ce sont principalement des actions isolées qui accompagnent parfois les activités de désinfection, d'éradication des dépôts anarchiques. Donc, l'éducation environnementale reste encore très insuffisante.
- Insuffisance de la participation de la population dans l'amélioration de la qualité de la collecte et le maintien de la propreté des lieux publics.
- Manque d'évaluation des résultats et des moyens de sensibilisation des habitants. [29]

Conclusion de la première partie

La situation en matière d'hygiène et de salubrité publique de la commune de Tizi-Ouzou est caractérisée par des insuffisances au niveau de la gestion des déchets ménagers et assimilés, qui se répercutent de manière inexorable sur le cadre de vie.

Les problèmes qui en découlent et qui deviennent un danger de santé publique sont dus entre autres :

- A la croissance effrénée de la démographie,
- A l'urbanisation anarchique et incontrôlée,
- Au développement industriel et au manque d'application de la réglementation.

Les effets seront de plus en plus importants à l'avenir compte tenu de l'augmentation très sensible du volume des déchets générés par les ménages. Leur gestion s'avère de plus en plus complexe vu le manque de moyen de collecte et de transport. Cela se traduit notamment :

-Une diminution significative de l'effectif affecté aux services de nettoyage, de collecte et d'évacuation des déchets.

-Une insuffisance des moyens matériels affectés à l'évacuation des déchets.

Tout cela nous permet de faire face aux problèmes environnementaux engendrés par des facteurs multiformes d'ordre organisationnel, technique, institutionnel, éducationnel et à un manque de sensibilisation et d'information.

Pour réaliser le développement de la protection d'environnement, il faut une prise en charge effective de ce type de déchets basée sur des approches techniques et scientifiques. Il faut aussi initier tous les acteurs territoriaux dans l'intérêt de faire face aux problèmes environnementaux. Il s'agit ici des acteurs sociaux et leurs réconciliations avec les organismes administratifs qui interviennent dans le cadre de la protection de l'environnement, ainsi que les comités de villages à leurs tours jouent aussi un rôle important en faveur d'un développement rural participatif au niveau de leur village.

**Partie II : Projet de
Solutions pour la Gestion
des Déchets de la Wilaya**

Introduction

Il est devenu un grand défi pour tous les pays, en développement, de gérer correctement les déchets ménagers et assimilés, à cause de divers facteurs tels : le déficit de suivi, les politiques de gestion inefficaces, le manque de développement technologique, ...

Les communes algériennes ayant compétence en matière de propreté et d'hygiène font face à de multiples difficultés similaires pour la fourniture de ce service de base. Tel est le cas des communes de la wilaya de Tizi Ouzou qui, malgré la réception de son *CET*. Celui-ci accuse beaucoup d'insuffisances : pas de tri de déchets, pas de traitement du biogaz et des lixiviats,...

Pour instaurer une gestion intégrée des déchets ménagers dans la wilaya de Tizi Ouzou, il apparaît nécessaire d'optimiser le système de collecte, de procéder au tri des déchets, d'autant plus que le mode de vie actuel se traduit par une évolution dans la composition des déchets ménagers, avec la multiplication des emballages, qui constituent un véritable gisement de matières premières non exploité. Alors, Elle a besoin d'une bonne stratégie, et un grand nombre d'employés pour collecter et éliminer les déchets et de vastes zones de décharge ainsi que d'un budget énorme pour la gestion des déchets.

L'objectif de cette partie est de proposer des actions concrètes, précises, nécessaires pour l'amélioration de la gestion des DMA dans la wilaya de Tizi Ouzou, et de suggérer un plan d'action orienté vers les aspects réglementaires, de communication, de sensibilisation des producteurs des déchets, à savoir les citoyens.

Chapitre 3 : Cas D'étude, Village d'Azra

3 Cas d'étude : village d'Azra

3.1 Présentation du village

Construit sur les décombres d'une carrière de pierres dès les toutes premières années de la conquête de la Kabylie par l'armée française, d'où son nom Azra ou "Izra" qui signifie pierres, le village surplombe toute la région de Tigzirt au Nord, d'Azeffoun vers l'Est et de Mizrana jusqu'à Dellys à l'Ouest.

L'aventure avait commencé en 2018 avec l'élection d'un comité de village qui s'est de suite mis au travail avec les moyens du bord. "On n'avait pas grand-chose et on peinait à trouver les ressources et à mobiliser grand monde", raconte Mustapha Harfouche, un des membres du comité.

Toutefois, la 10ème place obtenue lors de la 7ème édition du concours en 2019, a été comme un déclic pour les habitants. "Ce n'était pas un échec ou une déception car nous savions que nous étions alors préparés de manière rudimentaire, mais, un défi qui avait permis la mobilisation de tout le village, en se disant que ce serait possible", note M. Harfouche.

Commence alors un véritable chantier de transformation du village. Un volontariat hebdomadaire fut alors instauré et avec le concours de certains généreux donateurs, de l'Assemblée Populaire Communale et de la communauté villageoise à l'étranger, le rêve commençait à prendre forme.

Cette dernière, que ce soit en Europe ou en Amérique, a organisé des cagnottes qui ont permis aux villageois d'acquérir les matériaux nécessaires et à procéder avec le concours de l'APC et des donateurs au bitumage de la route traversant le village. [30]

3.2 Présentation du concours

Le concours du village le plus propre de la wilaya de Tizi Ouzou a été proposé par Rabah Aissat en 2006 (Président de l'Assemblée populaire de la wilaya de Tizi Ouzou) et officialisé dans sa première édition, en 2013.

Le concours Rabah Aissat du village le plus propre, note les villages candidats sur plusieurs aspects dont l'aménagement et la réhabilitation des places publiques et des fontaines, création d'espaces verts, embellissement des rues, entretien des cimetières, organisation de la collecte des déchets, mise en place de composteurs sont les principales actions initiées dans différents villages de la wilaya.

La 8ème édition du village le plus propre de la wilaya de Tizi-Ouzou, du lundi 12 avril 2021, a dévoilé lors d'une cérémonie organisée au théâtre régional Kateb Yacine le vainqueur, en l'occurrence, le village Azra relevant de la commune de Tigzirt. [20]

3.3 Mode de gestion des déchets du village d'Azra

Une société sans déchets, tel est l'objectif de la willaya de Tizi Ouzou. Pour ce faire la willaya organise chaque année un concours pour le plus propre village de la willaya pour encourager et inciter les villageois et les habitants à réaliser une révolution du recyclage et la protection de l'environnement et la sauvegarde de patrimoine. Ils ont réussi à partir de huit (8) éditions de ce concours à créer une compétition entre les villages. Aujourd'hui presque 60 % des ordures ménagères sont recyclées d'une manière ou d'une autre et la plupart des villages sont propres et bien organisés.

Comme le village d'Azra a eu le prix de village le plus propre, la culture du recyclage est complètement ancrée chez ses habitants. Chaque famille ou particulier trie minutieusement et machinalement ses déchets avec une règle en or : ne jamais mélanger les déchets. Chaque zone d'habitation a sa propre station de tri avec pas moins de quatre (4) bennes différentes (déchets biologiques, verres, métaux, aluminium cartons, journaux...). Cette révolution n'aurait pas été possible sans tous les acteurs, femmes, hommes, et sur tout, l'Association de comité d'AZRA. Cette culture du recyclage s'observe aussi chez les enfants, ayant grandi avec cette culture, c'est une normalité de trier pour eux.

3.3.1 Présentation du comité

L'Association de comité de village Azra, regroupe tous les citoyens du village, il est dirigé par un comité élu par l'ensemble des habitants qui désigne un président pour une durée de 03 années renouvelable.

Le mode d'élection des membres du comité, ainsi que de son président se fait dans la mesure du possible, tel que chaque famille soit représentée dans le comité et selon sa taille, désigne un ou deux représentants.

Les représentants désignés éliront, parmi eux, un président du comité. Ce comité élabore les règles intérieures de fonctionnement du village, parmi eux, les règles de la protection de l'environnement :

Il est formellement interdit de jeter des ordures, déchets de quelque nature que ce soit sur les lieux publics et sur les terrains appartenant au village.

3.3.2 La formation et sensibilisation des citoyens

Dans un premier temps, des campagnes d'information et de sensibilisation ont été menées auprès de la population du village afin d'alerter sur le danger que représente cette situation, notamment la nocivité des décharges sauvages qui prolifèrent et polluent sensiblement l'environnement.

Ensuite, avant de lancer le tri et le compostage, ils ont invité des enseignants de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou qui ont animé des conférences afin

d'expliquer à la population tout ce qu'il y a lieu de faire pour bien gérer cette tâche qui s'avère être primordiale pour l'hygiène des lieux.

Un élan de volontariats s'est rapidement élevé et des initiatives pour le nettoyage des principales décharges sauvages ont été concrétisées. Afin de pérenniser cette dynamique vertueuse, des points de collecte ont été mis à disposition des villageois. Ces points de collecte demeurent toutefois modestes mais ont le mérite de porter leurs fruits.

Parallèlement, des journées de reboisement des zones arides et inondables sont organisées grâce aux dons des villages.

Ce mouvement initié par les jeunes du village s'inscrit dans une logique de développement durable du village, les femmes et même les personnes âgées participent aux volontariats.

Les enfants ont également pris part à de nombreux travaux tout en étant encadré par les adultes, tel qu'un rassemblement est organisé tous les vendredis afin de sensibiliser les enfants sur l'importance de tri et la nécessité de la gestion des déchets.

3.3.3 *Le tri sélectif*

Le geste de tri, largement entré dans les habitudes des villageois, est devenu le premier acte quotidien d'engagement pour tous ceux qui souhaitent contribuer à la préservation de l'environnement. Néanmoins, il peut encore être largement amélioré

Le comité de village Azra a initié plusieurs actions allant dans le sens de sa préservation. Il y'a d'abord le tri sélectif des divers déchets : plastique, verre, métal et d'aluminium et les déchets organiques.

Des poubelles pour le tri sélectif des déchets sont également proposées dans les quatre coins de cette localité. Si ces contenants sont tous de même couleur, des affiches y sont collées pour y désigner le type de déchet à y déposer. Une idée « simple et efficace », selon les habitants rencontrés sur place.



Figure 3.1 : Les bacs de tri sélectif.

Ils ont mis aussi des tubes sous forme de cigarette qui sert de mini-corbeille dans chaque endroit pour contenir les mégots cigarette, afin de ne risquer pas de trouver un mégot par terre.



Figure 3.2 : Mini-corbeille pour les mégots cigarette.

Pour les déchets non recyclables, comme Les pots de laitages, les emballages en bois et carton (fromage), les emballages en carton et métal (biscuit salé), ils ont installé des petites poubelles dans chaque place pour ces déchets.



Figure 3.3 : Corbeille pour les déchets non recyclable.

3.3.4 Mode de collecte

Le collecte des déchets dans ce village est pris en charge par les villageois eux-mêmes et sans les moyens de l'APC (les camions de collecte). Les mains bénévoles se multiplient pour venir collecter les déchets amoncelés et entreprendre des travaux à travers les quatre coins de cette localité.

3.3.5 La destination des déchets

1. Un système de compostage est mis en place pour traiter les déchets biodégradables. Une dizaine de bacs de compostage, des silos en bois d'un mètre cube, sont disposés dans tous les quartiers du village. Le processus est expliqué par des enseignants de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou à tous les villageois, les femmes en premier, véritables chevilles ouvrières de cette expérience unique dans la région. Le compost est recueilli au bout de six mois et utilisé comme engrais pour enrichir les lopins de terre des villageois.
2. Les déchets recyclables triés sont récupérés et stockés pour vente en guise d'aide financière.
3. Les déchets non recyclables sont brûlés au niveau de chaque habitation. Les déchets collectés dans les mini poubelles du village sont brûlés dans un espace réservé à cet effet.

Commentaire

Le village d'Azra est autosuffisant et a réussi l'exploit d'une gestion des plus équitables et écologiques. Tous les efforts spontanément fournis par les citoyens et fermement encadrés par le comité n'ont pas été vains.

En effet, Azra a été élu «village le plus propre de la wilaya de Tizi Ouzou» et primé d'une récompense financière de 9 millions de dinars à laquelle s'ajoute une somme de 50 millions centimes offerte par la fondation Zinedine Zidane.

Plusieurs autres villages ont été embellis par leurs habitants qui ont entrepris un grand travail d'intérêt général afin de rendre les lieux propres et créer une dynamique de solidarité citoyenne. On cite : Aït Amar (Aït Bouadou), Bouighzer (Frikat), Aït Aïssa Ouyahia (Illiltene), Tafrawt (Aït Yahia), Afensou (Larbaâ Nath Irathen), Aït Bouada (Azazga), Ifnayene (Aït Oumalou), Icheliven (Assi Youcef) et Aït Mimoun (Aït Agouacha), etc.

Le mode d'organisation de ce village doit inspirer tous les villages et quartiers de l'Algérie par cette expérience plus que réussie.

Mais la combustion des déchets non recyclables, réalisée à ciel ouvert, génère beaucoup de gaz à effet de serre. Il faut alors intégrer les modes de valorisation énergétique dans ce village.

Chapitre 3 : Cas d'étude, Village d'Azra

**Chapitre 4 : Projet de
solutions pour la gestion
des déchets de la commune
de Tizi Ouzou**

4 Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

4.1 Présentation

La commune de Tizi-Ouzou est une ville du nord centre du pays, située à 120 km à l'est d'Alger et à 30 km des côtes méditerranéennes. Elle ne comptait que 104 312 habitants en 2008 pour une population totale de wilaya de 1 127 166 habitants.

La commune de Tizi-Ouzou occupe une position géographique exceptionnelle pour plusieurs raisons. Elle est localisée au cœur de la grande Kabylie et au centre de wilaya.

La commune de Tizi-Ouzou a connu un rythme de croissance important à l'instar des autres villes d'Algérie et ceci a entraîné une pression sur l'organisation et à la gestion du milieu urbain dont le problème de la gestion des déchets semble le plus crucial à l'heure actuelle. [12]

4.2 Mode de gestion

Pour gérer les déchets de manière efficace afin qu'ils ne causent pas de dégradation de l'environnement, nous proposons d'appliquer la nouvelle notion de gestion des déchets basée sur le principe connu actuellement sous l'appellation des *3RV-E*, c - à - d :

- réduction à la source ;
- réemploi ;
- recyclage ;
- valorisation ;
- élimination.

Cette nouvelle conception de la gestion des déchets vise l'économie de ressources, leur mise en valeur avec impact minimum sur l'environnement et la santé humaine.

4.2.1.1 Réduction à la source

Elle consiste à générer le moins de déchets lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation du produit. Le citoyen peut contribuer à cette réduction en diminuant la quantité de déchets produits par l'utilisation de produits en **vrac** plutôt qu'**emballés**, des produits **durables** plutôt que **jetables**, etc. Pour cela nous proposons ce qui suit :

4.2.1.1.1 Formation des personnels

Il est recommandé d'offrir aux agents déjà en fonction, et d'autres, en vue de les préparer pour un remplacement éventuel, une formation supplémentaire concernant en particulier la réalisation des programmes de maintenance préventive.

Chapitre 4 : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

Le programme de la formation de base supplémentaire proposé, peut-être par exemple organisé par l'assemblée populaire communale. Ce programme pourrait être organisé dans un centre de formation professionnelle, et considéré comme une remise à niveau, en même temps qu'un perfectionnement.

Un contrôle des connaissances permettrait, en fin de cycle, de délivrer une attestation de niveau et, par la même occasion, servirait à situer l'agent dans la hiérarchie du nouveau service.

Les chauffeurs et conducteurs d'engins, pourront être conviés à suivre certains cours traitant particulièrement l'entretien de leur véhicule ou Engin.

Un autre programme, destiné plus particulièrement aux agents techniques aux magasiniers responsables des pièces détachées pourrait traiter de la gestion des stocks du magasin, de l'emploi d'outils et instruments de mesure et de sécurité au travail.

4.2.1.1.2 La sensibilisation

L'un des problèmes qui menace la gestion des déchets dans la commune de Tizi Ouzou est le fait que le *CET* de Oued-Falli est rattaché à plusieurs communes, alors que sa création était destinée à prendre en charge les déchets des communes de Tizi Ouzou, de Tirmatine et de Draâ Ben Khedda.

Nous signalons que trois *CET* sont à l'arrêt pour opposition des citoyens des régions concernées. Cette opposition est liée au manque de conscience des citoyens sur l'impact des déchets sur la santé et l'environnement. Il est important, donc, de faire des campagnes de sensibilisation auprès du grand public sur la propreté, la santé publique, et avoir une conscience environnementale sur la nécessité de la réduction à la source et au processus de recyclage. Ces actions sont principalement :

- La sensibilisation «porte-à-porte» peut se faire régulièrement par des personnes relais dans les quartiers et/ou ponctuellement par des animateurs formés à cet effet,
- La diffusion fréquente de messages de sensibilisation sous la forme de pages publicitaires, dans les médias, la télévision, les sites internet, les réseaux sociaux, etc.
- Communication et Séances de débats sur les événements organisés dans le cadre de la salubrité communale (lancement de projet, séances de salubrité, etc.),
- Affichage, sur les murs et les bacs, des horaires de passage des camions de collecte, avec une actualisation de cette information après toute modification des horaires,

Chapitre 4 : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

- Incitation de la population à aller vers une valorisation des déchets ménagers par le tri sélectif qui peut constituer réellement une solution durable face aux problèmes liés à la mauvaise gestion des déchets ménagers,
- Organisation des comités d'hygiène dans les quartiers,
- Organisation de conférences éducatives, dans les établissements scolaires, portant sur l'environnement en général, et les déchets en particulier. Ces conférences peuvent être animées par des enseignants choisis, et sur la base de la documentation disponible auprès des acteurs concernés. [31]

4.2.1.1.3 La prévention

Les actions de prévention des dépôts sauvages et du geste d'abandon des déchets sur le trottoir. Il s'agit principalement d'actions à destination de tous types de publics (particuliers résidents ou non-résidents, professionnels, scolaires, etc.). Ses actions sont principalement :

- Trier et valoriser les bio-déchets en compostage domestique ou collectif au pied de l'immeuble,
- Éviter le gaspillage alimentaire (acheter en quantités et proportions adaptées, faire des listes de courses, bien ranger son réfrigérateur en fonction des dates de péremption, ne pas jeter des produits dont la date d'utilisation est optimale,
- Limiter autant que possible les produits et emballages à usage unique, leur préférer des produits et emballages réutilisables quasi-indéfiniment. Par exemple : Avoir toujours sur soi un sac réutilisable pour faire ses courses, emporter un pique-nique ou des aliments et boissons achetés en vente à emporter,
- Mettre des éco-gestes au quotidien, comme par exemple : imprimer en recto-verso, en deux pages par feuille et ce qui est vraiment nécessaire. Utiliser son gobelet ou sa tasse personnelle réutilisable pour les réunions, moments de convivialité,...
- Inciter les sociétés et/ou les industries à réduire les emballages,
- Diminuer ou éliminer les substances toxiques dans un produit : piles à 0 % de mercure. [32]

4.2.1.1.4 La tarification incitative

La tarification incitative repose sur le principe utilisateur-payeur. Le plus souvent, seules sont comptées les quantités d'ordures ménagères résiduelles, avec éventuellement les apports en déchetterie. Les déchets triés pris en charge par des collectes sélectives ne sont alors pas pris en compte dans l'assiette.

La tarification incitative encourage ainsi à réduire les volumes d'ordures ménagères produits, que ce soit en produisant moins de déchets ou en triant davantage ses déchets. Pour mesurer les quantités de déchets produits, différents moyens pratiques existent :

- Enregistrement du nombre de présentations des poubelles.
- Choix du volume des bacs.
- Utilisation de camions-bennes équipés de dispositif de pesage des poubelles.
- Ramassage seulement dans des sacs particuliers, vendus par la collectivité.
- Etiquetage payant à apposer sur les sacs.
- Comptage des dépôts dans les déchetteries et des points d'apport, par exemple grâce à des badges. [33]

Ces différents moyens nécessitent plus ou moins d'investissements, une gestion administrative et informatique est de plus nécessaire.

Une seconde approche est la redevance spéciale, et pour les producteurs de déchets (entreprises ou administrations), la redevance spéciale correspond à une rémunération du service public rendu par la collectivité (collecte et traitement) et la réduction des quantités de déchets produites.

Selon l'*ADEME*, dans les collectivités concernées, en France, les effets de la mise en œuvre d'une tarification incitative ont été sensibles, avec, selon les cas, une diminution de 20% à 70 % des tonnages d'OMR collectés et l'augmentation des tonnages collectés dans les flux séparés, emballages et papiers journaux. On aboutit dans près de 90 % des cas à une diminution globale des tonnages collectés. [34]

4.2.1.1.5 Le tri à la source

Le tri à la source est un ensemble d'actions consistant à séparer et récupérer les déchets selon leur nature, à la source, pour éviter les contacts et les souillures. Elle requiert l'usage de contenants (sacs, poubelles, bacs, caissettes pour la collecte sélective, colonnes d'apport volontaire, etc.). Le tri à la source a un impact majeur sur l'efficacité des systèmes de gestion des déchets, car il entraîne des changements importants dans la quantité et la qualité des déchets qui parviennent à l'élimination finale. [2]

Chapitre 4 : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

Afin d'optimiser l'exploitation de l'unité de tri d'Oued-Falli et augmenter le taux de récupération, un tri à la source est recommandé. Pour cela nous proposons un plan qui consiste en l'introduction de la collecte sélective dans la commune de Tizi Ouzou :

a. Sensibilisation des populations sur l'activité pré-collecte

Pour mener à bien cet objectif spécifique, il faut impérativement mettre en place un programme de sensibilisation via les médias, réseaux sociaux, campagnes publicitaires, etc. Mais, aussi, organiser des formations et des portes ouvertes afin d'initier les citoyens au tri sélectif sans oublier de l'inculquer aux plus jeunes à l'école, collège, et au lycée à travers des programmes pédagogiques.

L'élaboration de tout plan de gestion doit être soumis à une obligation légale de consulter la population. Donc il faut recourir à une grande enquête publique via son site Internet ainsi que les administrations communales.

Cependant, les mécanismes classiques d'enquête publique recueillent généralement les opinions des branches les plus concernées et engagées de la population. C'est ce qu'on a donc également souhaité réaliser, avec le même questionnaire que l'enquête publique, un sondage auprès d'un échantillon représentatif de la population. Ainsi, cette sensibilisation vise à vérifier le degré de connaissance ou de perception des déchets produite par la population d'une part et d'autre part d'évaluer les volontés des citoyens pour participer activement à la gestion des déchets par son geste de tri.

b. Mise en place d'un programme de tri sélectif dans certains endroits

En deuxième lieu, nous préconisons de mettre en place un programme de tri sélectif dans certains endroits, tels que les établissements scolaires, mosquées, entreprises, etc. Les citoyens devront, donc, trier leurs déchets dans deux bacs spécifiques et distincts. Le bac jaune pour contenir les déchets recyclables et le bac vert pour recevoir le reste des déchets (Figure 4.1).



Figure 4.1 : Bacs roulants.

La fraction recyclable, constituée de papier/carton, plastiques, bouteilles, emballages jetables *PET* et *PEHD*,...), sera collectée par un récupérateur *EPIC* et acheminée vers

Chapitre 4 : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

le centre de tri d'Oued- Falli où un deuxième tri mono-matériaux sera effectué. Chaque flux sera orienté par la suite vers les unités de recyclage. Alors que, la fraction non valorisable sera collectée et acheminée vers le centre de stockage d'Oued- Falli (Figure 4.2).

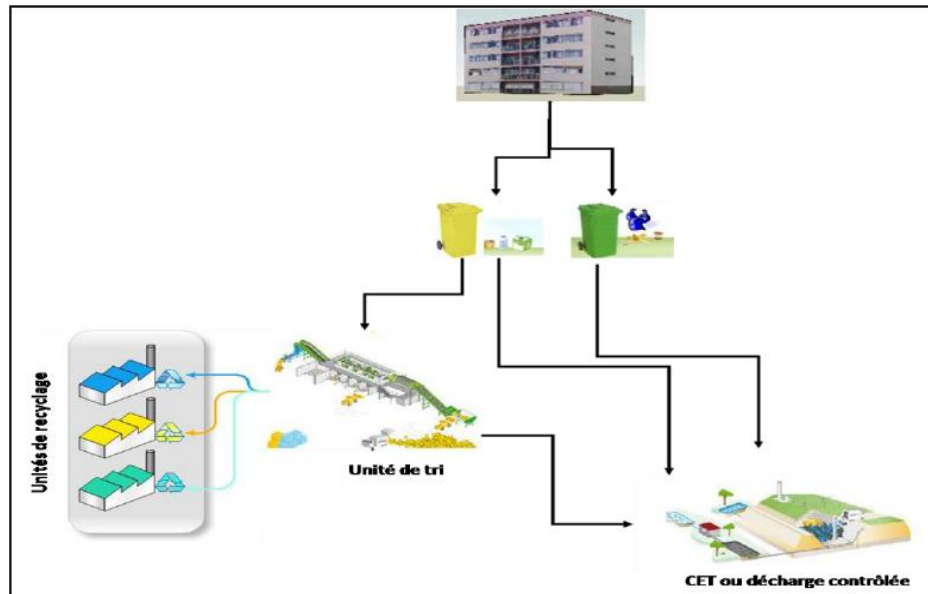


Figure 4.2 : Schéma du processus de tri sélectif.

c. Présentation des secteurs choisis

Secteur 1 : Les caractéristiques et délimitation du secteur 01 sont montrées dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Caractéristiques du secteur 01. [AND]

Localisation	Nord de la rocade-sud
Quartiers concernés	Cité 450 logements, Cité Salah Louanchi, Partie est de la nouvelle ville, Rue des frères Mankour, Rue des frères Tauabi, Bali Zemmoum, Partie ouest de la nouvelle ville, Cité Djurdjura, Cité 2000 logements, Dr Ali Zamoum.
Superficie	1 Km ²
Population	12 375 habitants
Quantité de déchets	10.73 t/j

Secteur 02 : Les caractéristiques et délimitation du secteur 02 sont montrées dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Caractéristiques du secteur 02. [AND]

Localisation	Nord de la rocade-sud
Quartiers concernés	Quartier C, Route de Maâtkas
Superficie	0.26 Km ²
Population	3 877 habitants
Quantité de déchets	3.36 t/j

d. Moyens à mettre en place

Le nombre de bacs est déterminé en fonction de la capacité des poubelles ou des contenants :

$$m = V/V'$$

m, représente le nombre de poubelles nécessaires, *V'* étant le volume de la poubelle choisie (770L) et *V* est le volume du récipient nécessaire pour la production d'ordure.

Le volume *V* est calculé via la relation :

$$V = Q/\rho$$

Où : *Q* représente la quantité de déchets produits par secteur et par jour (t/j) et ρ étant la masse volumique des ordures contenues dans la poubelle (t/m³).

Selon l'AND, les pesées d'engins de collecte effectuées sur la base d'une estimation du contenu de plusieurs échantillons poubelles, la masse volumique est estimée à 0.33 t/m³.

Tableau 4.3 : Estimation des moyens à mettre en place.

	Volume / secteur (m ³ /j)	Volume déchets valorisables (38%)	Volumes déchets non valorisables	Type de bac et contenance (L)	Nombre de bacs
01*	32.51	12.35	20.16	Vert (770)	26
				Jaune (770)	16
02*	10.18	3.87	6.31	Vert (770)	8
				Jaune (770)	5
* Secteur				Total	55

e. Coûts d'investissement

Un bac roulant de 770 L, fabriqué sur une base de matière PEHD haute densité 100 % recyclée et recyclable destiné à la collecte des ordures ménagères ou sélectives, est conçu pour résister aux sollicitations les plus sévères lors des opérations de levage-vidage. Il est conforme aux normes européennes EN 840-1 à 840.6.

f. Expériences nationales

L'opération pilote du tri sélectif à la source des déchets ménagers est menée sur le terrain depuis le 25 avril 2015 à Oran au niveau de deux quartiers, « AADL Pépinière » et « Akid Lotfi », regroupant environ 40 000 habitants. Certains médias l'ont retenu comme l'activité environnementale phare de l'année 2015 à Oran. Le tri est pratiqué à 80% au niveau de la cité AADL et à plus de 40% au quartier Akid Lotfi et dont la composition de déchets secs recyclables collectés est détaillée clairement sur la figure 4.3. [35]

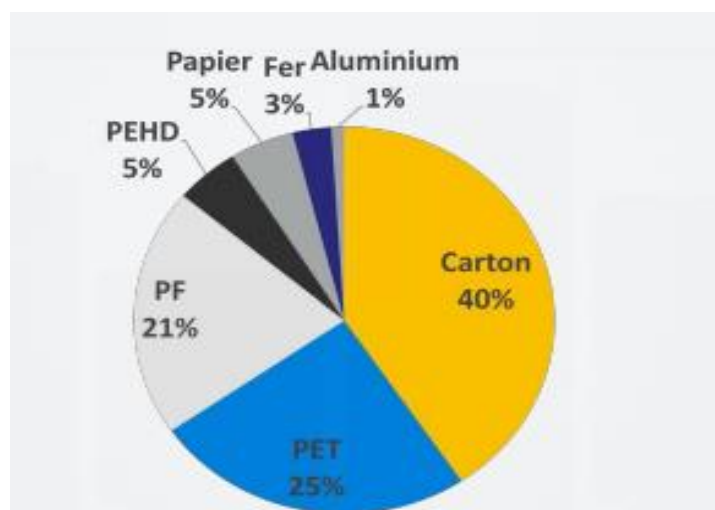


Figure 4.3 : Composition des déchets secs recyclables. [35]

4.2.1.2 Réutilisation

La réutilisation est une opération par laquelle des substances, matières ou produits qui sont devenus déchets sont utilisés à nouveau. Ils subissent une opération de traitement appelée préparation en vue de la réutilisation leur permettant de retrouver un statut de produit. [34]

Les efforts de réduction de déchets incluent les actions de réemploi et de réutilisation.

4.2.1.3 Le recyclage

Le recyclage de déchets est un enjeu stratégique majeur pour l'économie ayant des effets directs sur la croissance économique. Le tri et le recyclage des déchets permettent de limiter fortement le gaspillage des ressources naturelles et participent à la préservation de l'environnement. Ils assurent de la sorte l'approvisionnement de l'industrie en matières premières. [36]

Depuis le début des années 2000, la question a connu de vraies évolutions qui ont conduit à l'industrialisation du recyclage pour les déchets aussi bien post-industriels que post-consommateurs.

Afin d'améliorer la gestion des déchets dans la commune de Tizi Ouzou et d'assurer la création d'emplois ainsi que la génération de revenus pour le service de la gestion des déchets, nous suggérons d'implanter deux unités de recyclage de plastiques et de cartons/papiers sur le site de Oued- Falli.

Selon l'AND les opérations de tri, au niveau du CET, ont permis la récupération de 78 tonnes de cartons, 42 tonnes de PET, 10,4 tonnes de PEHD et 6 tonnes de fer en 2020.

4.2.1.3.1 Unité de recyclage de plastiques

L'usine de recyclage de déchets plastiques, que nous proposons, est constituée de deux lignes de production à savoir une ligne pour le PET, une deuxième ligne pour le PEHD (Figure 4.4). Les déchets plastiques sont stockés dans l'entrepôt puis entrent dans la ligne de lavage où ils subissent un broyage- lavage pour sortir sous forme de flocons propres et secs. Cette opération de lavage est assurée à l'aide de convoyeurs à bandes ou à vis et une table de tri manuel. Le flocon qui a une densité supérieure à celle de l'eau va au fond où se trouve un convoyeur à vis qui va l'acheminer vers la laveuse à chaleur. Cette dernière utilise de l'eau chaude pour enlever les résidus d'huile, de détergent, d'hydrocarbures et les germes qui pourraient subsister. Les

matières adhésives sont en dernier lieu éliminées par lavage à friction. Un convoyeur à vis transporte ensuite les flocons vers un égouttoir qui leur retire l'humidité. Le séchage continue dans le séchoir à tubes soufflant de l'air chaud. [37]

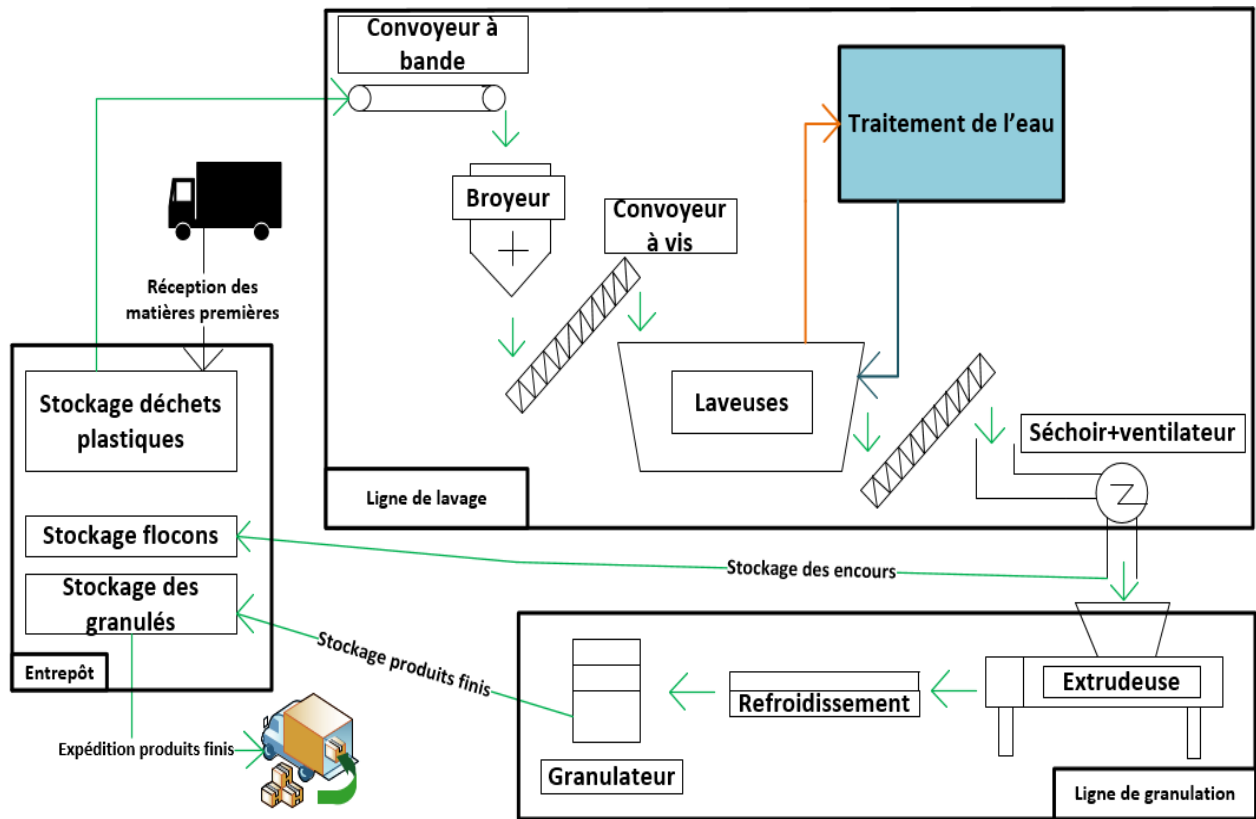


Figure 4.4 : Schéma synoptique de l'usine de recyclage de déchets plastiques. [37]

A la sortie de la ligne de lavage, les flocons entrent dans la ligne de granulation composée de dix équipements qui se succèdent. Ils passent dans l'extrudeuse qui par pression et fusion les transforme en pâte. Ils ressortent sous forme de filaments et vont dans un granulateur qui les découpe, à l'aide d'une lame, en granulés de plastique.

Il faut préciser qu'une tonne de plastique recyclée et transformée en paille ou granulat permet d'économiser l'équivalent de 700 à 800 kg de pétrole brut. [38] Le prix de 1 kg de plastique transformé est estimé à 90 DA. [39] A titre d'exemple, nous donnons, dans le tableau 4.4, les estimations de bénéfices de cette unité.

Tableau 4.4 : Estimations de bénéfices de l'unité de recyclage proposée.

Recyclage (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Prix de vente (DA) x 10 ⁴	47,16	94,32	141,48	188,64	235,80	282,96	330,12	377,28	424,44	471,60
Pétrole économisé (kg)	4192	8384	12576	16768	20960	25152	29184	33536	37728	41920

4.2.1.3.2 Unité de recyclage de cartons et papiers

Après la collecte, les papiers et cartons sont triés, puis compactés en grosses balles. A la papeterie, ils sont réduits mécaniquement en pâte avec un apport d'eau. Celle-ci est ensuite désincarcérée avec du savon et de l'oxygène. Cette étape permet aussi d'éliminer les colles, les attaches, les agrafes,... ainsi qu'une partie des fibres devenues trop courtes. La pâte blanchie, enrichie d'additifs nécessaires, est étalée sur un tamis déroulant pour former de longues feuilles qui seront pressées puis enroulées. [40]

Ces opérations de recyclage sont très économes en matières premières, en énergie, en eau et en produits chimiques nécessaires à la fabrication classique du papier. Il faut savoir qu'une tonne de vieux papiers permet de fabriquer une tonne de pâte recyclée alors qu'il faut 2 à 3 tonnes de bois pour fabriquer 1 tonne de papier classique. [40]

Une tonne de papiers ou cartons recyclée permet d'économiser jusqu'à 200 kg de pétrole et 100 m³ d'eau et créer 900 kg de papier « neuf » recyclé. [38] Le prix de 1 kg de papier recyclé est estimé à 40 DA.

Le coût d'investissement de ses deux unités est obtenu à partir de la détermination de plusieurs coûts à savoir le coût des équipements et infrastructures, le coût des services généraux et stockage, les frais d'études et d'ingénierie, les frais du constructeur et les dotations sur imprévus.

4.2.1.4 Valorisation et élimination

Dans les procédés de valorisation énergétique de déchets, à savoir, l’incinération et la méthanisation, le contenu énergétique est évalué soit en électricité soit en chaleur. Nous proposons de réaliser une étude comparative entre ces deux modes de valorisation.

4.2.1.4.1 Potentiel énergétique des déchets

Pour que l'on puisse évaluer ces deux modes de valorisation énergétique, il faut d’abord calculer le potentiel énergétique de la fraction non recyclable des déchets, représentant 71 % des déchets collectés (72230 tonnes de déchets par an) et ce, à partir de leur composition élémentaire.

a. Composition des déchets

Pour les besoins de la présente étude, nous allons nous inspirer de l’analyse élémentaire des déchets ménagers de la ville de Montréal, 1988. Elle est donnée dans le tableau 4.5. [41]

Tableau 4.5 : Analyse élémentaire des déchets de Montréal. [41]

	%	Composition massique élémentaire sur base sèche (%)						(H ₂ O) _i (%)
	Z _i	C _i	H _i	O _i	N _i	S _i	(Cendres)	
Organiques								
<i>Restes de nourriture</i>	18,08	48	6,4	37,6	2,6	0,4	5	70
<i>Papier et Carton</i>	31,89	43,75	5,95	44,3	0,3	0,2	5,5	5,5
<i>Plastiques</i>	7,3	60	7,2	22,8	-	-	10	2
<i>Textiles</i>	3,56	55	6,6	31,2	4,6	0,15	2,5	10
<i>Caoutchouc</i>	0,62	78	10	-	2	-	10	2
<i>Cuir</i>	0,62	60	8	11,6	10	0,4	10	10
<i>Résidus de jardin</i>	9,17	47,8	6	38	3,4	0,3	4,5	60
<i>Bois</i>	6,33	49,5	6	42,7	0,2	0,1	1,5	20

Nous procédons, à partir de ce tableau au calcul de la composition massique élémentaire de nos déchets, sans prendre en considération la fraction dédiée au recyclage, à savoir le papier, les cartons et le plastique :

$$[C] = \sum_i Z_i \cdot C_i$$

$$[H] = \sum_i Z_i \cdot H_i$$

.....

$$[H_2O] = \sum_i Z_i \cdot H_2O_i$$

Où Z_i , C_i , ... sont exprimés en % massiques, et $[C]$, $[H]$,... représentent les fractions massiques des espèces correspondantes, autres que l'eau, dans notre combustible sur une base sèche, $[H_2O]$ est la fraction massique de l'eau dans le brut.

Les résultats de ces calculs sont consignés dans le Tableau 4.6. Ce tableau fait apparaître aussi les fractions massiques ramenées au kilogramme de déchet brut. On obtient cette fraction sur brut pour chaque élément par simple multiplication de sa fraction massique, sur sec, par $(1 - [H_2O])$. [41]

Tableau 4.6 : Composition massique du déchet sur matière sèche et sur brut.

	C	H	O	N	S	[Cendres]	H ₂ O
Combustible sec	0,1900861	0,0243368	0,1416823	0,0103268	0,0011398	0,016246	0,198544
Brut	0,15234565	0,01950487	0,11355213	0,00827648	0,0009135	0,01302045	0,15912428

b. Pouvoirs calorifiques du combustible

Dans le cas d'un combustible solide, dont la composition élémentaire est connue, les pouvoirs calorifiques peuvent être calculés à l'aide des formules suivantes [42]. Les résultats sont donnés dans le Tableau 4.7.

$$PCS = 14\,500 [C] + 62\,000 \left([H] - \frac{[O]}{8} \right) + 4\,000 [S]$$

$$PCI = PCS - 9\,720 [H] - 1\,110 [H_2O]$$

$[C]$, $[H]$, $[O]$, $[S]$ et $[H_2O]$ étant les fractions massiques de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, de soufre et d'eau dans le combustible,

PCS et PCI sont les pouvoirs calorifiques (supérieur et inférieur) respectivement, exprimés en Btu/lb.

Tableau 4.7 : Pouvoirs calorifiques du déchet brut.

Unité	PCS		PCI	
	$\frac{Btu}{lb}$	$\frac{kJ}{kg}$	$\frac{Btu}{lb}$	$\frac{kJ}{kg}$
Déchet brut	2541,94	5912,55	2175,72	5060,73

4.2.1.4.2 L'incinération

L'incinération ne constitue pas seulement une solution pour se débarrasser des déchets. Elle est aussi génératrice d'énergie. Il est difficile de donner des estimations précises des économies globalement réalisées étant donné la grande diversité des techniques et du pouvoir calorifique des déchets traités.

4.2.1.4.2.1 Principe de fonctionnement

Les déchets traités dans un incinérateur arrivent par camion et sont déversés dans une fosse. Suivant les installations, un tri préalable peut avoir été effectué soit pour retirer une partie du métal soit pour avoir des ordures plus homogènes, ce qui facilite la combustion. Il est nécessaire de stocker des déchets dans la fosse car l'incinérateur doit fonctionner en permanence pour assurer un rendement optimal. Un grappin transporte alors les déchets vers le four pour la combustion de ces derniers. La partie non brûlée « mâchefer » est refroidie avec de l'eau. Les parties métalliques en sont retirées par magnétisme ou par courant de Foucault. Le métal peut être recyclé tandis que le mâchefer doit être stabilisé pour fixer les impuretés toxiques. Suivant sa composition on peut le plus souvent l'utiliser comme matériel de construction (pour les routes notamment) ou pour isoler des produits toxiques instables dans les décharges. Le cas échéant, il doit être stocké. Le mâchefer ne représente plus que 5% du volume des déchets (15% de poids). Les matières combustibles chauffent l'air à une température comprise entre 900 et 1500 °C. Il faut refroidir cet air à 400 - 200 °C pour qu'il puisse être traité. Cette chaleur permet de convertir de l'eau en vapeur avec une pression avoisinant les 20 - 40 bars.

Un choix s'impose alors : produire de l'électricité en faisant passer la vapeur dans une turbine ou placer la vapeur au contact d'un échangeur pour l'utiliser comme source de chaleur.

Une solution intermédiaire est possible grâce à la cogénération, une turbine qui transmet une partie de la chaleur. L'efficacité de la conversion énergétique varie grandement [43]: électricité à 30%, Chaleur à 95%, Cogénération à 80%.

Les fumées ayant servi à chauffer l'eau vont devoir subir plusieurs traitements pour limiter leur nocivité. Elles vont notamment être traitées avec de la soude et passer dans plusieurs filtres. Les fumées traitées aux normes sont relâchées dans

l'atmosphère. Les cendres de fumées recueillies sont-elles bien plus dangereuses que le mâchefer (dioxines, métaux lourds...). Elles sont donc placées dans des décharges sécurisées pour éviter l'infiltration des sols. Ces déchets sont parfois appelés « déchets ultimes » ou « *REFIOM* ». [43]

Le principe de fonctionnement est schématisé dans la figure 4.5.

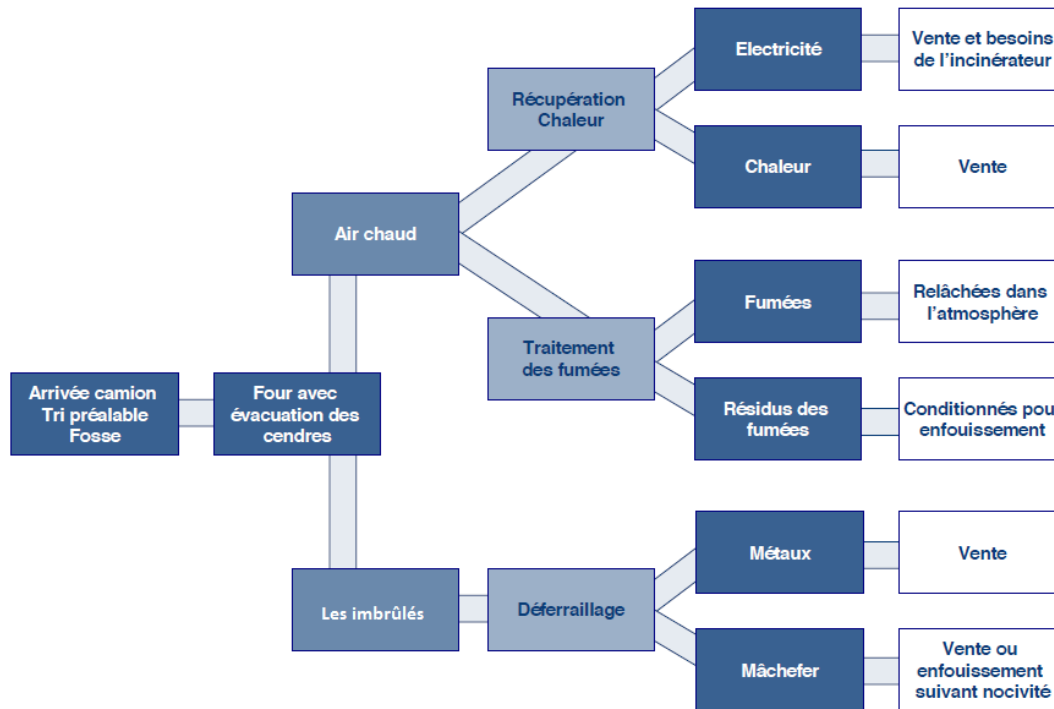


Figure 4.5 : Schéma d'écoulement typique d'un incinérateur avec une unité de cogénération. [43]

4.2.1.4.2.2 Types d'incinérateurs disponibles

Il existe plusieurs types d'incinérateurs pour les matières résiduelles incluant notamment les incinérateurs à grilles et les incinérateurs à lits fluidisés. Les incinérateurs à lits fluidisés exigent plutôt une matière de structure homogène, telles les boues d'épuration, pour une opération adéquate [44]. Alors que les incinérateurs à grilles sont beaucoup plus adaptés pour la combustion des matières mixtes de structures variées tels que les déchets ultimes. [44]

4.2.1.4.2.3 Catégories d'incinérateurs choisis

Au niveau des municipalités, la majorité des incinérateurs en opération sont des incinérateurs à grilles dont la flexibilité d'opération est meilleure. Donc, nous proposons, dans cette étude, une unité d'incinération à grilles à cogénération d'électricité et de chaleur par turbine à vapeur. L'ordre de grandeur de l'efficacité

énergétique en électricité avoisine les 15 - 30% et il est de l'ordre de 50 à 70% en chaleur. [44]

4.2.1.4.2.4 Calcul de l'énergie valorisable produite en un an

L'énergie valorisable par une unité d'incinération à grilles à cogénération est estimée par la relation :

$$E_{valo} = mc * PCI$$

Où $mc = 0.7 * 278.71 = 197.89$ t/jour, est la masse des déchets à incinérer (kg), PCI étant le pouvoir calorifique inférieur des déchets (5060.73 kj/kg).

La valeur de l'énergie valorisable est alors de l'ordre de : **100 104.9 MWh/an.**

4.2.1.4.2.5 Estimation de la production énergétique annuelle

Dans le cas où 15 à 20% de cette énergie produite est autoconsommée par l'installation d'incinération :

$$\begin{aligned} E_{valo} * 0.175 &= 100\ 104.9 * 0.175 \\ &= 17\ 518.4 \text{ MWh/an} \end{aligned}$$

La production annuelle d'électricité et de chaleur est donc de : **100 104,9 - 17 518,4**, soit

$$E_{valo (restante)} = 82\ 586,5 \text{ MWh/an}$$

Donc, l'énergie électrique produite sera

$$E_{el} = E_{valo (restante)} * 0,225 = 18\ 581,9 \text{ MWh}_{el}/an$$

Avec un rendement électrique de l'unité estimé à :

$$R_{el} = \frac{18581,98}{100105} * 100 = 18,56 \%$$

Et pour l'énergie thermique :

$$E_{th} = E_{valo (restante)} * 0,6 = 49\ 551,9 \text{ MWh}_{th}/an$$

$$R_{th} = \frac{49\ 551,92}{100105} * 100 = 49,5 \%$$

Le rendement énergétique de l'unité d'incinération est donc estimé aux environs de 61,8 %.

4.2.1.4.2.6 Destination de l'énergie produite par incinération

Nous proposons, dans cette étude, d'utiliser l'énergie produite pour alimenter les deux unités de recyclage de papiers et de plastiques du CET d'Oued - Falli.

a. Unité de recyclage de papier/carton

Il va sans dire qu'une tonne de papiers recyclés, bien triés, permet de produire jusqu'à 900 kg de papier ou de carton [45]. Et nous, nous estimons que la quantité de papiers et de cartons recyclés à partir des 78 tonnes récupérées représente la part de 70.2 tonnes.

D'après l'entreprise *RDC environnement* [46], les besoins énergétiques des usines de production de papiers recyclés sont représentés dans le tableau 4.8.

Tableau 4.8 : Consommations d'énergie utile des usines de production de papiers recyclés. [46]

Besoin en chaleur	1,53 Mwh pour 1 t de papier	107,4 MWh pour 70.2 t de papier
Besoin en électricité	0,92 Mwh pour 1t de papier	64,58 MWh pour 70.2 t de papier

b. Unité de recyclage de plastiques

Les besoins électriques de l'unité de recyclage de plastiques sont de l'ordre de **14433,5 MWh/an.** [37]

4.2.1.4.2.7 Valorisation des sous-produits de l'incinération

- *Les mâchefers*

Les mâchefers issus de l'incinération des ordures ménagères sont refroidis, avec de l'eau, puis débarrassés de parties métalliques par magnétisme ou par courant de Foucault. Le métal peut être recyclé tandis que le mâchefer doit être stabilisé pour fixer les impuretés toxiques. Selon sa composition, on peut le plus souvent l'utiliser comme matériau de construction (routes notamment) ou pour isoler des produits toxiques instables dans les décharges. Le cas échéant il doit être stocké.

Les incinérateurs français ont produit, en 2009, 2,9 millions de tonnes de mâchefers. 149 000 tonnes de métaux ferreux et non ferreux en ont été extraits pour le recyclage. Et 1,8 million de tonnes de mâchefers ont été valorisés dans les travaux publics. [47]

○ *Les REFIOM*

Ils sont récupérés lors des différentes phases d'épuration des fumées. Ils sont constitués d'une part de substances minérales inertes (silice, calcaire, jusqu'à 90 %) et, d'autre part, de métaux lourds. Ils concentrent ainsi les polluants contenus dans les déchets incinérés, à savoir les métaux lourds volatiles, ainsi que le chlore, les dioxines et les furanes. Compte tenu de leurs caractéristiques polluantes, notamment de leur forte teneur en métaux lourds aisément entraînés dans les lixiviats. [48]

Les *REFIOM* ne sont pas mélangés aux mâchefers, et obéissent à un régime spécifique. Ils sont tout d'abord stockés, avant enfouissement en décharge pour les stabiliser. Ils sont ensuite évacués en centres de stockage des déchets ultimes de classe I. [49]

4.2.1.4.3 Méthanisation et unité de digestion anaérobie

4.2.1.4.3.1 Principe

Le processus de digestion anaérobie est composé de trois grandes étapes qui sont menées à terme par différents groupes de microorganismes. Les différentes étapes microbiennes de la digestion anaérobie sont illustrées par la Figure 4.6.

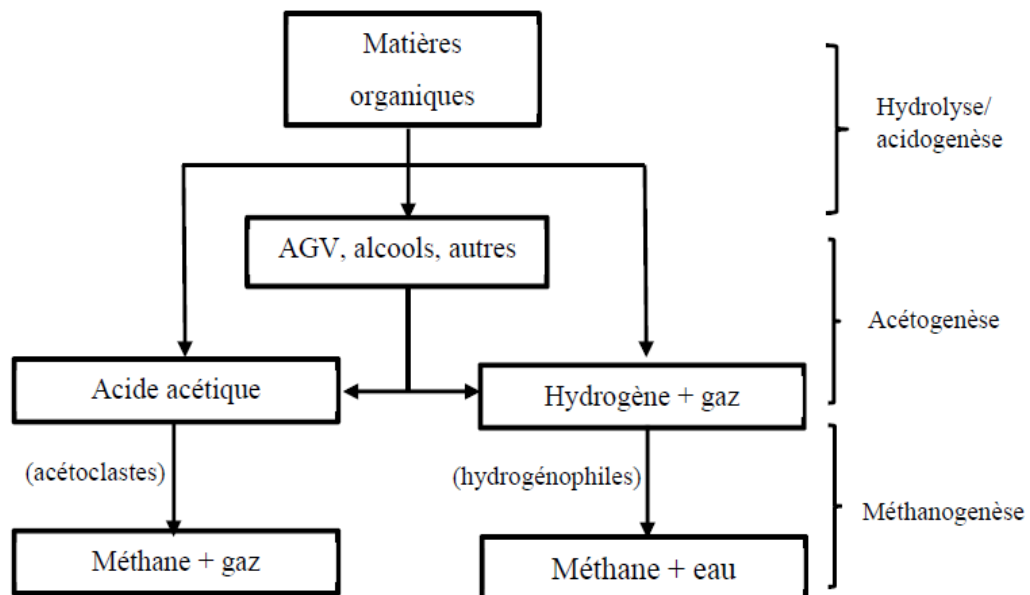


Figure 4.6 : Principales étapes de la digestion anaérobie.

a. L'hydrolyse et l'acidogénèse

La première étape est l'hydrolyse qui dégrade les macromolécules organiques en monomères (monosaccharides). Ces monomères sont ensuite fermentés lors de

l'étape d'acidogénèse en acides organiques, alcools, hydrogène et dioxyde de carbone.

b. L'acétogénèse

L'acétogénèse est une étape clé qui permet de convertir les molécules produites précédemment en précurseurs de la méthanogénèse : acétate, hydrogène et dioxyde de carbone.

c. La méthanogénèse

Cette étape représente la dernière phase de la méthanisation. C'est dans cette étape que le méthane sera produit. Les bactéries se divisent en deux populations bactériennes : les méthanogènes acéto-clastiques utilisant les acétates pour produire du méthane, et les méthanogènes hydrogéo-clastiques qui utilisent l'hydrogène pour réduire le CO₂ en méthane.

4.2.1.4.3.2 Épuration du biogaz en sortie du digesteur

Lorsque le biogaz produit sort du méthaniseur, il est composé de deux gaz principaux : le méthane (60 % - 70 %) et le dioxyde de carbone (30 % - 40 %). A ces gaz s'ajoutent de petites quantités d'eau, d'hydrogène sulfuré, d'azote, d'oxygène et de composés organiques. Pour pouvoir valoriser le biogaz, il faut éliminer l'eau, les composés organiques volatils (COV) et l'hydrogène sulfuré (H₂S) car ces gaz sont responsables de la dégradation des canalisations et des moteurs. Cette étape est appelée épuration du biogaz (voir Fig. ci-dessous). [50]

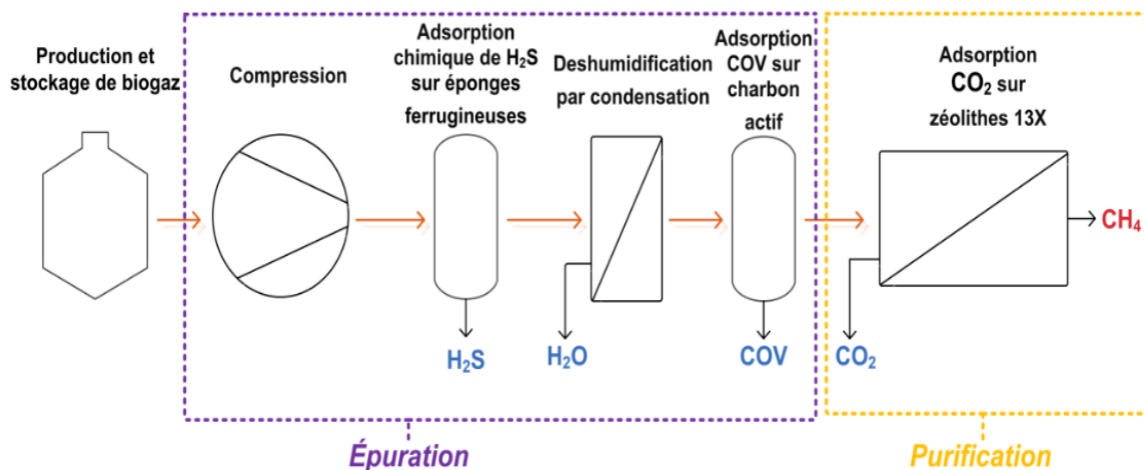


Figure 4.7 : Schéma récapitulatif des procédés d'épuration et de purification du biogaz. [50]

4.2.1.4.3.3 Calcul du rendement en biogaz

Le rendement en biogaz est affecté par un certain nombre de facteurs tels que le type et la composition du substrat, la température et le mélange. L'indicateur le plus courant de la performance des digesteurs est le potentiel biologique de méthane (PMB), qui décrit le volume maximal possible de gaz méthane pouvant être produit par unité de masse de matière solide ou solide volatile. [51]

Pour les déchets organiques (déchets fruit/légumes/aliments) le rendement en biogaz est d'environ $0,67 \text{ m}^3/\text{Kg de matière volatile}$. [51]

Il nous suffit de calculer la quantité de matière volatile de la fraction organique pour trouver la quantité de biogaz produite lors la digestion anaérobie de 136.57 t/j des déchets organiques.

1. Détermination de la quantité en matière volatile

Elle est estimée via la relation :

$$\text{Matière volatile (kg)} = \text{masse de déchets} * \text{teneur en solides secs} * \text{taux de la matière volatile}$$

Le taux de la matière volatile est déterminé par calcination de la matière sèche à 550 °C pendant 2 h. Les résultats des analyses sur les différents composants de notre échantillon concernant deux régions (Nord et semi-aride) ont montré que les matières volatiles varient entre 57,60 et 80,51 % et représentent en moyenne 67,75 % du poids sec des déchets. [52]

Le taux d'humidité est fixé sur la base des travaux de recherches de ... [52]. Il est compris entre 60 et 70 %.

La teneur en solides secs est de l'ordre de 30 et 40 %. [52]

Soit donc :

$$\text{Matière volatile} = 32384.2 \text{ kg}$$

La quantité de gaz produite chaque jour vaut ainsi : $0,67 * 32384.2 = 21\ 697.4 \text{ kg/j}$

2. Calcul de la masse volumique du biogaz

La composition en volume du biogaz est de 55- 75 % en méthane, 30- 45 % en dioxyde de carbone, 1- 3% en hydrogène, 0.5- 3 % en azote, des traces de vapeur d'eau et d'acide sulfhydrique. [53]

$$\rho = PM/RT$$

Avec, P : pression de biogaz dans les conditions normales ($1.013 \cdot 10^5$ Pa), R : constante des gaz parfaits (8.31 J/K. mol), T : température de biogaz dans les conditions normales (273.2 K) et M : masse molaire de biogaz en kg/kmole

$$M = 0,65 * 16 + 0,375 * 44 + 0,0175 * 14 + 0,02 = 27,17 \text{ kg/kmol}$$

Soit :

$$\rho = 1,21 \text{ kg/m}^3$$

Soit au total un volume de biogaz de :

$$V_{\text{biogaz}} = (21\,697.39 / 1.21) * 365 = 6545080,5 \text{ m}^3/\text{an}$$

4.2.1.4.3.4 Valorisation du biogaz par cogénération

La cogénération produit de l'électricité et de la chaleur avec un rendement supérieur par comparaison avec une production séparée équivalente d'électricité et de chaleur [54]. Nous distinguons trois grandes familles d'installations de cogénération :

Les turbines à vapeur transforment l'énergie thermique de la vapeur sous pression et l'utilise pour produire un travail mécanique,

Les turbines à gaz dont les progrès récents ont vu les rendements électriques dépasser 30% en versions aéro-dérivatives et industrielles et atteindre 40% avec injection d'eau ou de vapeur,

Les moteurs à combustion interne fonctionnant soit au gaz ou au fuel domestique et plus récemment au fuel lourd. [55]

Le choix de la technique adaptée dépend principalement de la puissance électrique à mettre en œuvre, de la nature des besoins thermiques (eau chaude, vapeur...), du rapport des puissances thermiques et électriques fournies par l'installation. En fonctionnement. Ce rapport doit être le plus fréquemment possible à son maximum pour assurer une bonne rentabilité. [55]

Nous optons, dans le cadre de cette étude, pour les moteurs à gaz. Ils ont de meilleurs rendements électriques pour des biogaz riches en méthane comme c'est le cas ici. Ils présentent également des coûts d'investissements plus faibles.

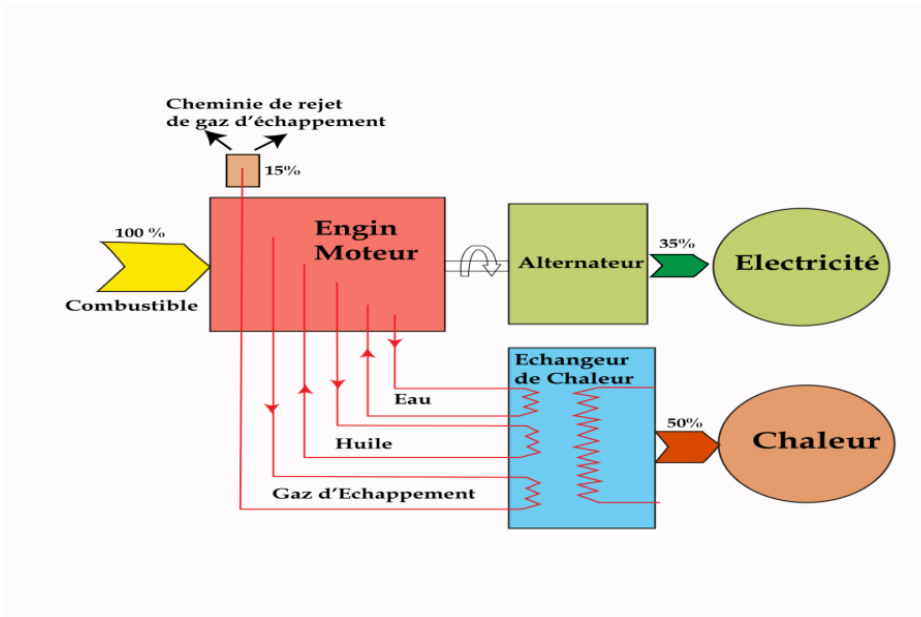


Figure 4.8 : Schéma de principe d'une cogénération.

L'unité de cogénération se compose d'un moteur à gaz, d'un alternateur et de circuits de récupération de la chaleur. Le gaz est brûlé dans le moteur puis l'énergie mécanique du moteur est transformée en électricité par l'alternateur. L'énergie thermique produite par le moteur sur les circuits d'échappement, d'eau de refroidissement et d'huile de lubrification sont récupérables pour une utilisation thermique ou industrielle. [55]

1. Calcul de l'énergie annuelle pouvant être produite

Elle se calcule à partir du PCI_{CH_4} du méthane. Il est de 9,96 kWh/Nm³ dans des conditions normales de température et de pression. [56]

$$E_{tot} = PCI_{CH_4} \times V_{CH_4}$$

PCI_{CH_4} étant le pouvoir calorifique inférieur du méthane (9,96 kWh/ Nm³) dans des conditions normales de température et de pression [56], $V_{CH_4} = 0.65 \times \text{volume de biogaz produite} = 0.65 \times 6545080.46 = 4\,254\,302.30 \text{ m}^3$.

Donc :

$$E_{tot} = 9.96 \times 4\,254\,302.3 = 42\,372,8 \text{ MWh/an}$$

2. Calcul de l'énergie valorisable produite en un an

Dans le cas où nous optons pour le modèle *MG-100* de *ENERIA* et où nous admettons 5% de pertes d'énergie afin d'être sûr que le moteur soit plutôt sur-alimenté que sous-alimenté. [55]. L'énergie valorisable par le moteur est donc de :

$$E_{\text{valo}} = 0,95 E_{\text{tot}} = 0,95 \times 42\,372,8 = 40\,254,2 \text{ MWh/an}$$

Par ailleurs, il est indiqué par le constructeur que ce type de moteur, c'est - à - dire le modèle *MG-100*, peut atteindre un rendement thermique de 45,5 %, électrique de 38,5 % et un taux de pertes de 16 %. Dans ce cas précis, le rendement total de la cogénération est de 84. [57]



Figures 4.5 : Exemple de moteur «cogénération» type MG-250. [ENERIA]

3. Production annuelle

a. Energie électrique

L'énergie électrique à la sortie du co-générateur représente environ :

$$E_{\text{el}} = 0,385 * E_{\text{valo}} = 15\,466,8 \text{ MWh}_{\text{el}}/\text{an}$$

Il est connu que l'autoconsommation en électricité lors de l'opération de brassage du digesteur est d'environ 10% de l'énergie totale produite. La quantité restante est alors de :

$$0,9 * 15\,466,8 = 13\,920,1 \text{ MWh}_{\text{el}}/\text{an}$$

Le rendement électrique de cette unité, calculé par rapport au potentiel énergétique de nos déchets est :

$$R_{\text{el}} = \frac{13\,920,1}{100\,105} * 100 = 13,4 \%$$

b. Energie thermique

L'énergie thermique à la sortie du co-générateur représente :

$$E_{\text{th}} = 0,455 * E_{\text{valo}} = 18\,278,9 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{an}$$

Nous déduisons de cette quantité de chaleur le chauffage du digesteur qui consomme une moyenne de 25 % de cette production : $0,25 * 18\,278,9 = 4\,569,7 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{an}$. Ce qui fait, donc, une production annuelle de $13\,709,2 \text{ MWh}_{\text{th}}$.

Chapitre 4 : Projet de solutions pour la gestion des déchets de la commune de Tizi Ouzou

Le rendement thermique de cette unité, calculé par rapport au potentiel énergétique de nos déchets est :

$$R_{Th} = \frac{13709,16}{100105} * 100 = 13,7 \%$$

Au final, le rendement énergétique de cette unité de cogénération est estimé à : **27,1 %**

4.2.1.4.3.5 Destination de l'énergie produite et du digestat

Comme indiqué plus haut, nous avons choisi de dédier la bio-production d'énergie à l'alimentation des deux unités de recyclage de papiers et de plastiques installées sur site.

L'unité de recyclage de papiers consomme **64.58 MWh** en électricité et **107,25 MWh** en énergie thermique. Alors que l'unité de recyclage de plastiques consomme pour son fonctionnement optimal environ **14433,5 MWh/an**.

Le digestat est un coproduit de la digestion anaérobie qui trouve souvent une valeur agronomique intéressante en tant qu'additif organique ou fertilisant du sol. Ce digestat peut être valorisé directement ou après compostage pour assurer sa stabilisation.

4.2.1.4.4 Choix du mode de valorisation

Les résultats obtenus précédemment montrent que les deux modes de valorisation sont efficaces et sûrs pour la réduction de la masse des DMA. Le choix du mode le plus approprié est basé sur les critères suivants, à savoir : la quantité d'énergie et de matière produite, les coûts d'exploitation et le respect de l'environnement.

- *Quantité d'énergie produite*

Selon les deux modes de valorisation énergétique que nous proposons, à savoir l'incinération et la méthanisation, les quantités d'énergie récupérées sont données dans le tableau 4.9.

Tableau 4.9 : Quantité d'énergie produite selon des deux modes de valorisation des déchets.

	Méthanisation	Incinération
Option électricité (MWh)	13920,1	18581,9
Option chaleur (MWh)	18278,9	49551,9

Il ressort, clairement, de ce tableau que la production d'énergie est moins importante dans le cas de la méthanisation, car nous avons pris en considération que les déchets organiques.

Par ailleurs et au regard des estimations faites, précédemment, sur les rendements de l'incinération et la méthanisation, il est évident que l'incinération est plus rentable d'un point de vue énergétique. Cela s'explique par le fait que dans la méthanisation on valorise que la fraction organique des déchets. La fraction valorisable est plus importante dans le cas de l'incinération.

D'un point de vue technique et économique, l'incinération est un procédé très coûteux. Elle demande un investissement deux fois plus lourd que celui de la méthanisation puisque les résidus issus de la combustion des déchets, à savoir les fumées et les mâchefers, sont très toxiques et leur rejet dans la nature ne peut s'effectuer qu'après traitement.

L'incinération dégage cinq types de produits : l'eau, les gaz, la poussière minérale, les métaux lourds et les molécules organiques. En revanche, la méthanisation permet de limiter l'effet de serre par la captation du biogaz et l'utilisation du digestat comme amendement organique et participe, ainsi, à la préservation de l'environnement en diminuant l'emploi d'engrais chimiques.

4.3 Avantages et inconvénients de la méthanisation, recyclage et incinération

Les trois modes de valorisation sont efficaces et prouvés pour la réduction de la masse des DMA de la commune de Tizi Ouzou. Chaque mode présente d'énormes avantages mais aussi d'inconvénients à prendre en considération. Nous avons résumé les avantages et inconvénients de chaque mode dans les tableaux suivants :

Tableau 4.10 : Avantages et inconvénients du recyclage. [58]

Avantages	Inconvénients
1. Minimise la pollution : Réduit les niveaux de pollution, car ces déchets sont réutilisés.	1. Coûts d'investissement initiaux élevés : le recyclage n'est pas toujours rentable. Construire une nouvelle unité de recyclage des déchets nécessite beaucoup de capital.
2. Protège l'environnement : Protection de l'environnement de la manière la plus équilibrée qui soit.	2. Les sites de recyclage où tous les types de déchets sont empilés constituent un terrain propice à la formation de débris et à la propagation de maladies infectieuses.
3. Minimise le réchauffement climatique : Production de peu de gaz à effet de serre. Peu de combustibles fossiles.	

Tableau 4.11 : Avantages et inconvénients de la méthanisation. [59]

Avantages	Inconvénients
<p>1. Production d'énergie renouvelable par valorisation du biogaz. Limite l'usage des énergies fossiles.</p> <p>2. Traitement efficace des déchets organiques gras ou très humides, non compostables en l'état.</p> <p>3. Faible empreinte au sol des unités de traitement grâce à des installations compactes.</p>	<p>1. Exploitation plus complexe que le compostage et coûts plus élevés. Nécessite un tri préalable rigoureux.</p> <p>2. Ne permet pas de traiter toutes les fractions de matière organique.</p>

Tableau 4.12 : Avantages et inconvénients de l'incinération. [60]

Avantages	Inconvénients
<p>1. Réduction des déchets à mettre en décharge, 70 % en masse et 90 % en volume.</p> <p>2. Réduction de la nocivité des déchets. La combustion stérilise les déchets médicaux, par exemple.</p> <p>3. Réduit l'utilisation des ressources fossiles et les émissions de gaz à effet de serre induites.</p> <p>4. Valorisation énergétique des déchets.</p>	<p>1. Emission de polluants atmosphériques (dioxines et furanes, métaux lourds, gaz acides, poussières,...) et risque d'impact sur la santé si ces émissions ne sont pas filtrées.</p> <p>2. Demande des investissements lourds, dépendant notamment de la taille de l'installation et du taux d'occupation de l'incinérateur au regard de sa capacité.</p> <p>3. Très haut niveau de technicité.</p> <p>4. Températures très élevées.</p>

Conclusion de la deuxième partie

La protection de l'environnement, la préservation du cadre de vie et l'économie de matières nous incitent aujourd'hui à récupérer les déchets valorisables tout en considérant la gestion des déchets ménagers. Cette valorisation permet de créer des emplois pour de nombreuses personnes, et ne peut se faire sans la participation des citoyens qui jouent un rôle essentiel à leur tour. En effet, le tri à la source permet de trouver des ressources aux filières de valorisation et la récupération des déchets générés. Cela ne peut se faire qu'avec l'implication et la participation des citoyens (comités de quartier, associations environnementales,...). C'est le cas du village 'AZRA' qui a réussi à introduire des actions importantes avec des moyens de bord simples à la faveur d'une protection de l'environnement et ce, par un traitement efficace de certains types de déchets (plastique, verre,...).

Dans cette dernière partie, nous avons suggéré un plan de gestion basé sur la valorisation énergétique et de matière des DMA de la wilaya de Tizi Ouzou. Ce plan est adapté à la composition du gisement de ces déchets.

L'étude comparative de valorisation énergétique des déchets fait ressortir que l'incinération est plus rentable du point vue énergétique que la méthanisation.

Les différents modes détaillés dans cette partie permettront d'arriver à une valorisation maximale de nos déchets. Par ailleurs, toute valorisation n'apporte pas forcément un bénéfice mais garde toute sa valeur si elle arrive à préserver les matières premières restantes, à économiser partiellement de l'énergie et à limiter la pollution dont souffre de plus en plus notre monde.

Conclusions Générales

Conclusions générales

La wilaya de Tizi Ouzou génère en moyenne 309304 tonnes de déchets par an, dont 25 à 30% seulement sont triés et valorisés. Les communes, qui peinent à en assurer le ramassage faute de moyens roulants et de personnel, sont submergées par les détritrus déposés dans des décharges sauvages. Les actions entreprises par les pouvoirs publics n'ont pas permis de trouver de solutions appropriées au problème environnemental. L'administration locale a dépensé des milliards de dinars dans le domaine de la gestion des déchets sans pour autant parvenir à mettre un terme au phénomène de prolifération des ordures de toutes natures. Pour cela, notre étude destinée au traitement des déchets ménagers et assimilés afin de trouver une solution viable et durable pour les problèmes de déchets ménagers rencontrés dans la wilaya de Tizi Ouzou.

Dans ce travail, nous considérons que les déchets sont un gisement de matières premières que nous devrions valoriser par des procédés thermiques ou biologiques. Nous dressons, aussi, l'état actuel et la stratégie locale mise par le gouvernement en matière de gestion des déchets ménagers et assimilés dans la wilaya qui repose essentiellement sur la technique d'enfouissement. Nous pouvons dire que la gestion des *DMA* au niveau de la wilaya se heurte à des problèmes et difficultés multiformes d'ordre organisationnel, technique, éducationnel et au manque de sensibilisation du citoyen.

Ceci nous a amené à suggérer un plan global de gestion de *DMA* par la mise en place d'une politique orientée vers les aspects réglementaires, de communication et de sensibilisation avec mise en place d'un tri sélectif à la source. Il va sans dire que la valorisation énergétique des déchets prend la part la plus importante de ce plan d'action.

Nous pouvons conclure que la gestion participative est un moyen qui permet de gérer efficacement les déchets, car elle invite tous les acteurs (Société civile, collectivités locales, associations, entreprises...) à participer à la protection de l'environnement et la mise en œuvre d'une gestion durable des déchets. C'est donc l'alternative viable et durable pour les problèmes de déchets ménagers rencontrés au niveau de cette Wilaya.

D'une manière générale, nos déchets peuvent devenir un gisement d'énergie propre et durable si l'on considère leur gestion comme un secteur économique à l'instar des autres secteurs de l'industrie de production. Ce n'est qu'après l'intégration de ces déchets dans le circuit économique que nous pouvons épargner nos ressources et préserver un cadre de vie meilleure pour les générations futures.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1] ONS, «DEMOGRAPHIE ALGERIENNE 2019,» [en ligne]. [Consulté le 12/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ons.dz/IMG/pdf/demographie2019.pdf>.
- [2] A. CHENANE, «Analyse des coûts de la gestion des déchets ménagers en Algérie à travers la problématique des décharges publiques : Cas des communes de la wilaya de Tizi-Ouzou.» <https://core.ac.uk/download/pdf/229492497.pdf>.
- [3] Direction de la programmation et du suivie budgétaires de la wilaya de TIZI OUZOU, «Annuaire statistique : Année 2018,».
- [4] l'Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière destinées au public, «Wilaya de Tizi Ouzou,» [en ligne].[consulté le 10/05/2021].Disponible à l'adresse : [http://www.aniref.dz/index.php/extensions/jevents/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie/66%20monographie9#:~:text=La%20population%20totale%20de%20la,de%20381%20habitants%20par%20Km%](http://www.aniref.dz/index.php/extensions/jevents/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie/66%20monographie9#:~:text=La%20population%20totale%20de%20la,de%20381%20habitants%20par%20Km%20).
- [5] G. OUAHRANI, «Gestion et valorisation des déchets : cours Master I Biodiversité,» [on ligne].Sétif : Université Ferhat Abbas 1,30p.[consulté le 19/05/2021]. Disponible sur : <https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/M1%20BE%2019-20%20Cours%20Dechet%20Ouahrania%20G..pdf>.
- [6] A. E. A. BOUZIDI, «Essai de valorisation des déchets verts de cuisine comme ingrédients pour améliorer la qualité nutritionnelle d'aliments de gallinacés et d'herbivores dans la ville de Mascara (Algérie),» Déchets Sciences et Techniques, INSA de Lyon 2019, 82, pp.35-40. .
- [7] Agence Nationale des déchets , «Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie,» 2014,28p.[en ligne]. [Consulté le 19/05/2021]. Disponible sur : <https://and.dz/site/wp-content/uploads/2016/04/etude-caracterisation-2014-1.pdf>.
- [8] F. A. B. AOUDIA, « Etat des lieux de la valorisation des déchets par l'entrepreneuriat dans la wilaya de Tizi-Ouzou,» Revue des Sciences Economiques, de Gestion et Sciences Commerciales[en ligne].2019,vol 12, N°1 , p640-655, . [Consulté le 5/05/2021]. Disponible sur : <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/94935>.

Références Bibliographiques

- [9] A. A. M. C. KECHOUT, «mémoire : Contribution à l'étude d'état de la gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune de Tizi-Ouzou,» Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2016,87 p.
- [10] OMS, «L'OMS publie les estimations nationales de l'exposition à la pollution de l'air et les effets sur la santé,» [en ligne].[Consulté le 01/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news/item/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>.
- [11] A. HAKKOUM, «Contribution à l'évaluation de la gestion des déchets spéciaux au sein de l'entreprise ENIEM- Complexe de Oued Aïssi (Tizi-Ouzou),» Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 2015.70 p.
- [12] B. DJEMACI, «La gestion des déchets municipaux en Algérie : Analyse prospective et éléments d'efficacité,» Sciences de l'environnement. Université de Rouen, 2012,393 p.
- [13] H. CHENITI, «La gestion des déchets urbains solides : cas de la ville d'Annaba,» Thèse de doctorat: Département des Mines. Annaba: Université Badji Mokhtar, 2014, 136p.
- [14] S. O. ALOUEIMINE, «méthodologie de caractérisation des déchets ménagers a Nouakchott (Mauritanie) : contribution a la gestion des déchets et outils d'aide a la décision,» Thèse de doctorat : Chimie et Microbiologie de l'Eau. France. Université de Limoges.2006, 195 p.
- [15] F. IDDIR, «GEV : LES DECHETS DES TRESORS A EXPLOITER,» Alger: ENP. troisième année G.Chimique , cours ,11 p.
- [16] SelecDEPOL, «Incinération,» [en ligne]. [Consulté le 29/04/2012]. Disponible à l'adresse : <https://www.selecdepol.fr/fiche-technique/incineration>.
- [17] A D E M E, «ENQUÊTE SUR LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENTS DES DÉCHETS MÉNAGERS ET ASSIMILÉS EN 2002,» 2002 , 42 P.
- [18] «Méthanisation des déchets : État des lieux,» 2013, 84 p .
- [19] El Watan, Produire du biogaz à partir des déchets est «une alternative rentable», [en ligne]. [Consulté le 08/07/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.elwatan.com/edition/economie/produire-du-biogaz-a-partir-des-dechets-est-une-alternative-rentable-05-12-2016>.
- [20] Direction de l'Environnement de la wilaya de la wilaya de Tizi Ouzou, «schéma directeur de gestion des déchets ménagères et assimilés de la commune de Tizi Ouzou : maison 2,» 2016-2017.

Références Bibliographiques

- [21] F. GHEZALI, «La Gestion des déchets ménagers et leurs impacts sur le Développement durable : Cas de l'EPIC ECODEM,» Mémoire: Chimie et Microbiologie de l'Eau. Tizi Ouzou. universite de mouloud Mammeri .2017, 131 p.
- [22] Site Officiel de la wilaya de Tizi Ouzou, «gestion des déchets,». [en ligne]. [Consulté le 05/05/2021]. Disponible à l'adresse : <http://wilaya-tiziouzou.dz/gestion-des-dechets>.
- [23] T. CHASSAGNAC, « Réhabilitation des décharges - Travaux de remédiation,» Techniques d'ingénieur[en ligne], 2005, Disponible sur:<https://www.techniques-ingenieur.fr/ressources-documentaires/demandeinformations/extract/confirmation.html?ctype=Tre>.
- [24] Y. M. BOUDRIAT, «Contribution à l'étude d'évaluation de l'état actuel de la gestion des déchets au niveau du CET de Oued Falli Commune de Tizi-Ouzou) : Approche analytique,» Mémoire : Protection de l'environnement.Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2015, 78 p..
- [25] K.B. SMAIL, «Evaluation de « la filière » de recyclage du plastique déchet et proposition de pistes d'amélioration pour une gestion durable - Cas de l'entreprise «Bellounis» de Oued-Aissi », Université Mouloud Mammeri de Tizi-O,» mémoire Master : Gestion des Déchets Solides. Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2015, 59p..
- [26] R.H. MOUSLI, «Perception actuelle de la gestion des déchets ménagers par les riverains au niveau des deux communes Tizi Gheniff (Tizi-Ouzou) et Chemini (Béjaïa).,» Mémoire Master : Protection de l'environnement .Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2016, 120 p..
- [27] S. BELKIS-ANNANE, «La problématique de l'évaluation de la durabilité des politiques publiques en matière de gestion des déchets en Algérie. Etude appliquée au PROGDEM »,» Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou, 2008.Disponible sur : https://sustainability.sciencesconf.org/data/pages/E4_Belkis_2019.pdf.
- [28] N. DORBANE, «Gestion des déchets solides urbains dans le cadre du développement durable. Cas de la ville de Tizi-Ouzou,» Revue Campus[en ligne].2007,N 6,p07-13.[Consulté le 14/05/2021].Disponible sur : <http://vrex.ummt.dz/wp-content/uploads/2017/11/rev6.pdf>.
- [29] ALGÉRIE PRESSE SERVICE, Le village Azra à Tizi Ouzou, la pierre faite beauté par la volonté, [en ligne]. [Consulté le 03/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.aps.dz/regions/120664-le-village-azra-a-tizi-ouzou-la-pierre-faite-beaute-par-la-volonte>.

Références Bibliographiques

[30] Elwatan, Concours du village le plus propre à Tizi Ouzou : Azra remporte le premier prix, [en ligne]. [Consulté le 20/06/2012]. Disponible à l'adresse : <http://www.lma.cnrs-mrs.frhttps://www.elwatan.com/edition/actualite/concours-du-village-le-plus-propre-a-tizi-ouzou-azra-remporte-le-premier-prix-15-04-2021>.

[31] Projection, «Communication et sensibilisation en matière de gestion des déchets,» Compte rendue : Activité de l'association" Projection" . France .[consulté le 27/05/2021]. Disponible à l'adresse :https://www.reseauprojection.org/ateliers/ouaga_2010/Comptes_rendus/CR%205%20-%20ech%20pratiques%20-%20070710.pdf .

[32] Ministère de la Transition écologique, «Emballages consignés,» [en ligne]. [Consulté le 27/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ecologie.gouv.fr/emballages-consignes>.

[33] A. Gatier, «La tarification incitative de la gestion des ordures ménagères : Quels impact Quels impacts sur les quantités collectées sur les quantités collectées sur les quantités collectées?,» Mars 2016. ISSN : 2102 - 4723. [Consulté le 27 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://bloglandotavocatsnet.files.wordpress.com/2016/03/rapport-impact-tarification-incitative-201603.pdf>.

[34] ADEME, «Déchets : Chiffres-Clés,» 2020.[enligne].[Consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/dechets_chiffres_cles_edition_2020_010692.pdf.

[35] AND, «EVALUATION DE L'EXPERIENCE DE TRI SÉLECTIF DES DÉCHETS MÉNAGERS À ORAN,» 2016.[enligne].[consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : https://and.dz/site/wp-content/uploads/2016/04/160425_R20_%C3%89valuation-de-1%E2%80%99exp%C3%A9rience-de-tri-s%C3%A9lectif-des-d%C3%A9chets-m%C3%A9nagers-%C3%A0-Oran.pdf.

[36] F. BELCADHI, «Tri et recyclage des déchets,» [en ligne]. [Consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/tri-et-recyclage-des-dechets-453>.

[37] T. Y. M. Quentin, Etude de mise sur pied d'une usine de recyclage de Déchets plastiques, [en ligne].Projet de fin d'étude : Génie industriel. CAMEROUN : Ecole Nationale Polytechnique, 2016.[consulté le 25/06/2021]. Disponible à l'adresse :

https://www.academia.edu/27809473/Etude_de_mise_sur_pied_dune_usine_de_recyclage_de_D%C3%A9chets_plasti.

[38] J. VORBURGER, «Ecologie Industrielle et Valorisation des Déchets,» [en ligne]. Essai Stage :MBA Gestion International. Québec: LAVAL, 2006.[consulté le 02/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www4.fsa.ulaval.ca/wp-content/uploads/2015/05/cologie-industrielle-et-valorisation-des-d%C3%A9chets.pdf>.

[39] K. B. S. SMAIL, «Evaluation de « la filière » de recyclage du plastique déchet et proposition de pistes d'amélioration pour une gestion durable - Cas de l'entreprise «Bellounis» de Oued-Aissi,» Mémoire master : Gestion des déchets solides. Tizi-Ouzou : UMMTO, 2015, 59 p..

[40] I. LOUCIF, «Etude de la valorisation des déchets en papiers et cartons au sein de Tonic Industrie (Approche économique, sociale et écologique),» Mémoire master : Gestion des déchets solides. Tizi Ouzou : UMMTO, 2016, 89 p..

[41] N. RAHAL, «Dimensionnement thermique d'une chaudière à déchets pour la production de 60 t/h de vapeur,» Projet Master : Génie Chimique. Alger: Ecole Nationale Polytechnique , 2015, 85 p..

[42] V. Ganapathy, «Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators : Design, Applications, and Calculations,» [en ligne]. New York : Marcel Dekker, Inc, 2011 [Consulté le 23 juin 2021]. Format PDF. Disponible à l'adresse : https://sv.20file.org/up1/520_0.pdf.

[43] T. KELLER, « La valorisation énergétique des déchets par incinération,» Mémoire de fin d'études : Majeure Finance . Pari : HEC, .[consulté le 21/06/2021]. Disponible à l'adresse : https://www.vernimmen.net/ftp/La_valorisation_energetique_des_dechets_par_incineration.pdf.

[44] L. O. S. P. DAVID, «Incinération avec cogénération,» [en ligne]. [Consulté le 23/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.mamunicipaliteefficace.ca/185-efficacite-energetique-ges-incineration-avec-cogeneration.html>.

[45] VEDURA, «Papier recyclé,» [en ligne]. [Consulté le 22/06/2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.vedura.fr/economie/consommation-responsable/papier-recycle>.

[46] RDC Environment, «Mise à jour de la calculatrice environnementale d'Ecofolio,» [en ligne]. [Consulté le 21/06/2021]. Disponible à l'adresse :

Références Bibliographiques

https://www.ecofolio.fr/sites/default/files/asset/document/ecofolio_-_maj_calcullette_-_note_hypotheses_et_donnees_-_24-02-2016_-_vf.pdf.

[47] SVDU, «Le Livre Blanc de l'incinération,» [en ligne]. [Consulté le 05/01/2012]. Disponible à l'adresse : https://www.sccu-colmar.fr/dynamic/pdf/le_livre_blanc_svdu_2012_vf_pdf.pdf.

[48] C. HATIK, «Proposition de scénarios de gestion raisonnée des déchets en vue de leur valorisation énergétique,» Thèse de doctorat : Environnement et Génie Urbain. Réunion : Université de La Réunion, 2015.[consulté le 1/06/2021]. Disponible à l'adresse : https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01666256/file/2015lare0034_CHatik.pdf.

[49] SENAT, «LES MODES DE VALORISATION LIÉS À L'INCINÉRATION,» [en ligne]. [Consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-41516.html>.

[50] Enseiht, «Dimensionnement des procédés de valorisation du biogaz,» [en ligne]. [Consulté le 01/06/2021]. Disponible à l'adresse : <http://hmf.enseiht.fr/travaux/bei/beiere/book/export/html/2248>.

[51] V. R. L. .. G. S. D. Z. Yvonne, «Anaerobic Digestion of Biowaste in Developing Countries - Practical Information and Case Studies,» [en ligne]. Swiss : Eawag, 2014 [Consulté le 1 Juin 2021]. Format PDF. Disponible à l'adresse : https://www.researchgate.net/publication/264727438_Anaerobic_Digestion_of_Biowaste_in_Developing_Countries_-_Practical_Information_and_Case_Studies?enrichId=rg.

[52] Agence Nationale des déchets, «Caractérisation des déchets ménagers et assimilés dans les zones nord, semi-aride et aride d'Algérie,» 2014,28p.[en ligne]. [Consulté le 19/05/2021]. Disponible sur : <https://and.dz/site/wp-content/uploads/2016/04/etude-caracterisation-2014-1.pdf>.

[53] K. BENAÏSSA, «Les Déchets et la méthanisation dans la réglementation Algérienne : secteur de transition énergétique abandonné,» [en ligne]. 2020, vol. 9, n°1, pp.066-091. [Consulté le 20/06/2012]. Disponible sur : <https://alijtihed.cu-tamanrasset.dz/wp-content/uploads/2020/01/alijtihed-mag-024-art-049.pdf>.

[54] ENERGI Plus, «Principe de la cogénération,» [en ligne]. [Consulté le 12/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://energieplus-lesite.be/theories/cogeneration10/principe-de-la-cogeneration/>.

[55] J.-L. D. P. A. C. D. J. S. F. P. e. C. F. Laura DIGAN, «Redimensionnement de la STEP de Saint-Louis de la Réunion et création de filières de valorisation des boues

Références Bibliographiques

d'épuration,» [en ligne]. [Consulté le 20/06/2021]. Disponible à l'adresse : <http://hmf.enseeiht.fr/travaux/bei/beiere/content/2015/production-deelectricite-et-de-chaleur-par-cogeneration>.

[56] selectra.info, «Pouvoir calorifique inférieur (PCI) : signification, calcul, formule,» [en ligne]. [Consulté le 20/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://selectra.info/energie/guides/comprendre/pouvoir-calorifique-inferieur>.

[57] EneriaCat., « 2015, Gamme BIOGAZ-MG.,» Récupéré sur EneriaCat: http://www.eneria.fr/wp-content/uploads/2012/09/Gamme-GE-Biogaz-MG_FR_STdC.pdf.

[58] Bio Ecoloblog, «Recyclage des déchets : ses avantages et ses inconvénients,» [en ligne]. [Consulté le 06/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.bio-ecoloblog.com/recyclage-des-dechets-ses-avantages-et-ses-inconvenients/>.

[59] ADEME, «Méthanisation des déchets ménagers et industriels,» [en ligne]. [Consulté le 06/06/2021]. Disponible à l'adresse : https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/078/47078263.pdf?r=1&r=1.

[60] ADEME, «L'incinération des déchets ménagers et assimilés,» [en ligne]. [Consulté le 06/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-incineration-dechets-menagers-et-assimiles-2012.pdf>.

[61] O. J, «Loi n° 75-633 du 15 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération des matériaux,» p104. 16-7-1975. [consulté le 03/05/2021]. Disponible à l'adresse : https://www.persee.fr/doc/rjenv_0397-0299_1976_num_1_3_1105#rjenv_0397-0299_1976_num_1_3_T1_0105_0000.

[62] S. H. ML André, «GESTION DES DECHETS SOLIDES HOSPITALIER,» 1997, pp 51. [Consulté le 03/05/2021]. Disponible à l'adresse : http://www.utc.fr/master-qualite/public/publications/qualite_et_biomedical/UTC/dess_tbh/96-97/Projets/DS/DS.htm.

[63] Y. CHOGRANI, «Gestion du CET II (Centre d'enfouissement Technique des déchets ménagers) de Hammame Boughrara et risque environnementaux,» [en ligne].Mémoire Master: Biologie. Telemcen : Université Abou Bekr Belkaid, 2017.[consulté le 24/05/2021]. Disponible à l'adresse : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/12429>.

[64] M. KPLE, «ETUDE DES VOIES DE VALORISATION DES DECHETS MENAGERS AU BENIN :Cas de la ville d'Abomey-Calavi,» Thèse de doctorat

Références Bibliographiques

:Energétique et Environnement Sciences du Bois et des Fibres. UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI, UNIVERSITE DE LORRAINE,2015, 268 p..

[65] «METHODODOLOGIE DE CARACTERISATION DES DECHETS MENAGERS A NOUAKCHOTT (MAURITANIE) : CONTRIBUTION A LA GESTION DES DECHETS ET OUTILS D'AIDE A LA DECISION,» Thèse de doctorat :Chimie et Microbiologie de l'Eau.UNIVERSITE DE LIMOGES,2006, 195 p..

[66] A. MENGHOUR, «Mode de gestion, contraintes et valorisation des déchets organiques de la wilaya d'Alger,» Mémoire Master : Génie Chimique. Alger : ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE, 2020, 108 p.

[67] Algerie ECO, «Consommation énergétique des foyers algériens: 10 fois supérieure aux normes internationales,» [en ligne]. [Consulté le 01/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.algerie-eco.com/2016/02/03/consommation-energetique-des-foyers-algeriens-10-fois-superieure-aux-normes-internationales/>.

[68] Planete Energies, «L'incinération : le pouvoir calorifique des ordures,» [en ligne]. [Consulté le 01/06/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/l-incineration-le-pouvoir-calorifique-des-ordures>.

[69] S. S. RANDRIAMIARANJAFY, «TRAITEMENT ET VALORISATION DES DECHETS MENAGERS PAR INCINERATION : cas d'un ménage modeste malgache,» Mémoire : Géo-Energie . ANTANANARIVO : Ecole Supérieur Polytechnique, 2020.[consulté le 01/05/2021]. Disponible à l'adresse : http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/randriamiaranjafySafidimalalaS_ESPA_MAST_20.pdf.

[70] ADEME, «L'incinération,» [en ligne]. [Consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-energetique/dossier/lincineration/description-procedes>.

[71] H. Prévot, «La récupération de l'énergie issue du traitement des déchets,» [en ligne]. [Consulté le 28/05/2012]. Disponible à l'adresse : <https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/pdf/014000625.pdf>.

[72] SENAT, «ASPECTS ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS,» [en ligne]. [Consulté le 05/01/2012]. Disponible à l'adresse : <https://www.senat.fr/rap/o98-415/o98-41515.html>.

[73] ADEME, «Impacts des déchets sur l'environnement et la santé,» [en ligne]. [Consulté le 02/06/2021]. Disponible à l'adresse :

Références Bibliographiques

<https://www.ademe.fr/expertises/dechets/elements-contexte/dossier/impacts-dechets-lenvironnement-sante/evaluer-impacts-gestion-dechets-lenvironnement>.

[74] Chronique ONU, «L'écologie du recyclage,» [en ligne]. [Consulté le 29/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.un.org/fr/chronicle/article/lecologie-du-recyclage>.

[75] Multi recyclage, «Les activités d'un centre de recyclage et leur impact sur l'environnement,» [en ligne]. [Consulté le 029/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.multirecyclage.com/les-activites-un-centre-de-recyclage-et-leur-impact-sur-environnement.html>.

[76] Les Cahiers du Développement Durable, «LES DÉCHETS ET LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX,» [en ligne]. [Consulté le 02/06/2021]. Disponible à l'adresse : <http://les.cahiers-developpement-durable.be/vivre/09-dechets-aspects-environnementaux/>.

[77] «Les enjeux de la méthanisation pour l'environnement,» [en ligne]. [Consulté le 28/05/2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.demeter-energies.fr/notre-projet/les-enjeux-de-la-methanisation-pour-lenvironnement-2/>.

Annexe

L'origine du mot déchet

Les origines du mot déchet sont tirées du participe passé du verbe latin déchoir : « dechie » et évoquent un bien déchu. Le mot sera par la suite remplacé par « déchiet » au XIV^e siècle puis par le mot déchet. [38]

Définition du terme déchet

Au sens de la loi en France, un déchet est défini comme " Tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon et qui sont de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les eaux, à engendrer des bruits ou des odeurs, et d'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement. [61]

En matière de gestion, le mot déchet peut être défini de différentes manières selon le type de considération. Dans la littérature, quatre définitions sont proposées : une économique, une juridique, une matérielle et une environnementale. [62]

Définition économique

Un déchet est défini comme étant un objet ou une matière dont la valeur économique est nulle ou négative, pour son détenteur, à un moment et dans un lieu donné. Pour s'en débarrasser, le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui même le travail (contrairement à un bien qui a une valeur économique positive et donc un acquéreur pour lequel on doit payer un prix). Cette définition de la nullité de valeur reste cependant relative car les déchets des uns peuvent servir de matières premières secondaires pour la fabrication d'autres produits voire même des biens pour d'autres personnes ou communautés aussi bien dans les pays développés ou industrialisés que dans ceux en développement selon l'expression « les résidus des uns font le bonheur des autres . [62]

Définition juridique

On distingue une conception subjective, et une conception objective de la définition du déchet : Selon la conception subjective, un bien ne peut devenir un déchet que si son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser ; mais tant que ce bien n'a pas quitté la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue, cette personne peut à tout moment changer d'avis. Si le bien a été déposé sur la voie publique ou dans une poubelle, son propriétaire peut avoir, clairement, signifie la volonté d'abandonner tout droit de propriété sur ce bien. En fait, ce qui est déposé sur la voie publique appartient au propriétaire de la voie publique, c'est-à-dire à la municipalité.

Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien. Les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition objective. Ainsi, le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique. [14]

Classification des déchets

La classification des déchets est faite de façon que l'on se base sur certaines caractéristiques physiques ou types de matériau concerné sur les différents secteurs d'activité ou de production. [9]

- D'ordre technique, afin de mieux maîtriser les problèmes de transport, de stockage intermédiaire, de traitement et d'élimination finale.
- D'ordre financier, selon l'application du principe pollueur-payeur, tri entre les communes et les entreprises qui sont membres ou non d'un organisme de gestion des déchets.
- D'ordre légale, afin de cerner les responsabilités relatives aux questions de sécurité des populations ou de protection de l'environnement.

Classification des déchets ménagers selon la législation algérienne [63]

La loi N 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et élimination des déchets arrête les définitions de ces grandes familles de déchets qui sont :

- ❖ *Les déchets ménagers et assimilés* : tout déchet provenant des activités économiques, commerciales ou artisanales et qui par leur nature, leur composition et leurs caractéristiques, sont similaires aux déchets ménagers.
- ❖ *Les déchets industriels* : tout déchet résultant d'une activité industrielle agroindustrielle, artisanale ou d'une activité similaire.
- ❖ *Les déchets médicaux et pharmaceutiques* : curatif dans les domaines de la médecine humaine ou vétérinaire et tous les déchets résultant des activités des hôpitaux publics, des cliniques, des établissements de la recherche scientifique, des laboratoires d'analyses opérant dans ces domaines et de tous établissements similaires.
- ❖ *Déchets dangereux* : inflammables, biologiques ou bactériens, constituent un danger pour l'équilibre écologique tel que fixé par les normes internationales dans ce domaine.
- ❖ *Déchets inertes* : tout déchet qui ne produit pas de réaction physique ou chimique tels les déchets provenant de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation et qui ne sont pas constitués ou

contaminés par des substances dangereuses ou par d'autres éléments générateurs de nuisances.

- ❖ *Déchets agricoles* : tout déchet organique généré directement par des activités agricoles ou par des activités d'élevage ou de jardinage.

Généralités sur la gestion des déchets ménagers

Le cycle de vie des déchets ménagers est souvent schématisé par la succession de cinq phases réparties dans le temps et dans l'espace : la production de déchets, le tri et la collecte, la valorisation par le recyclage, le traitement de la fraction non valorisable et l'élimination finale dans un site aménagé d'un résidu éco-compatible. C'est le cas dans les pays industrialisés qui ont mis en place depuis une vingtaine d'années les structures d'organisation, les équipements, la gestion financière et la réglementation nécessaire

Gestion des déchets dans les pays du Nord

La mise en place d'outils réglementaires et juridiques dans les pays du Nord a joué un rôle essentiel dans la gestion rationnelle et saine des déchets. Ainsi, un arsenal de textes régulant la gestion des déchets a vu le jour depuis les années 1990 dans l'UE, en France en s'appuyant respectivement sur les directives européenne et la législation française et notamment les lois françaises. En général, la gestion des déchets dans ces pays est du ressort des collectivités locales. [64]

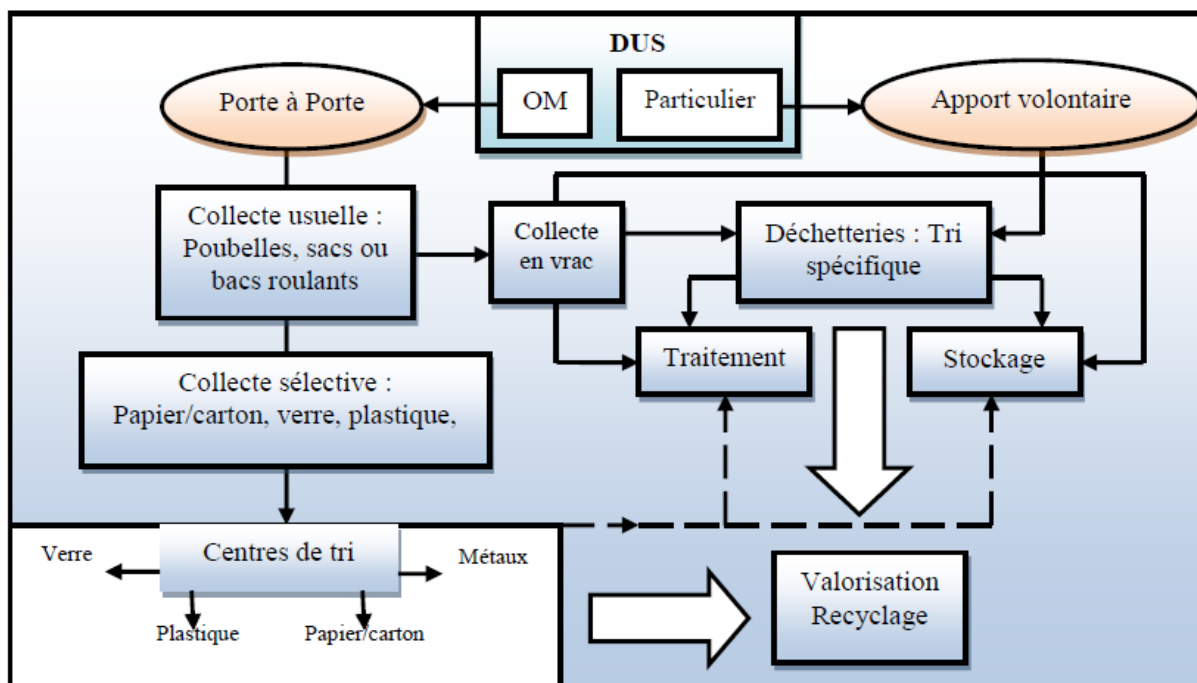


Figure a : Schéma type de la gestion des déchets dans les pays du Nord [64]

En France, comme le prévoit la loi, les communes doivent organiser l'élimination des déchets municipaux. Dans plusieurs pays l'intervention d'entreprises privées agréées

par les services publics s'est avérée d'une utilité capitale dans la gestion de certaines composantes des déchets. [64]

Selon l'ADEME, aujourd'hui presque toute la population bénéficie d'un service de collecte d'ordures ménagères (OM) (poubelles traditionnelles, sacs ou bacs roulants). Une grande partie de la population participe à la collecte sélective multi-matériaux. Les fractions de déchets concernées par cette collecte sont les emballages en papier-carton, verre, plastiques, métaux en plus des journaux et des revues. Ces déchets collectés sélectivement sont acheminés vers les installations industrielles spécialisées ou centres de tri. Les différents matériaux y sont séparés et amenés à un niveau de qualité compatible avec les activités de recyclage. Les centres de tri peuvent générer des déchets. Les refus ne pouvant être valorisés sont envoyés pour le traitement ou le stockage (Figure a). [64]

Gestion des déchets dans les pays en voie de développement

Dans les PED, l'élimination des déchets se limite souvent à la collecte primaire assurée par des associations, des Organisation Non Gouvernementale (ONG) ou des Petites et Moyennes Entreprises (PME) (Figure b). La collecte secondaire, souvent sous la responsabilité des services techniques des communes, est mal assurée par manque de matériels roulants adaptés opérationnels. Le site de regroupement à la périphérie de quartiers est alors l'exutoire final qui, compte tenu de l'extension de la ville, se retrouve au milieu de nouvelles zones d'habitation.

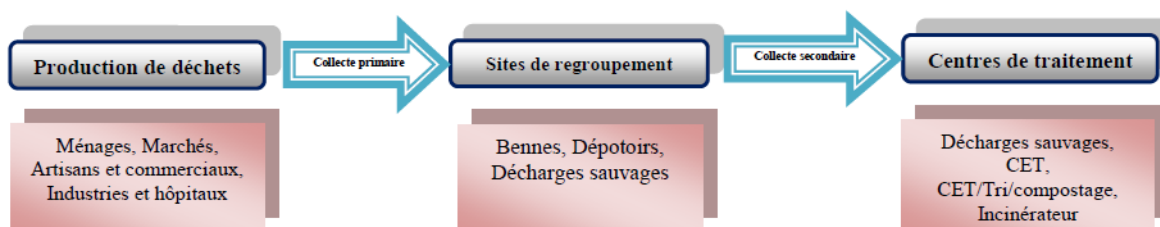


Figure b : Schéma de gestion des déchets commun aux PED

Certaines capitales d'Afrique de l'Ouest ont malgré tout pu bénéficier de l'aide internationale pour installer des centres de traitement final des déchets combinant tri, compostage de la fraction fermentescible et enfouissement technique.

Les enjeux sanitaires des déchets

Dans les PED, le manque d'infrastructures de gestion des déchets et plus globalement le manque de politique et de stratégie adaptées provoque une anarchie dans tout le circuit des déchets (pré collecte, collecte secondaire, transport, etc.). Il résulte de cette situation la présence de dépôts sauvages un peu partout dans les villes ou hors des villes (décharges). Ceci représente un milieu favorable, d'une part à la multiplication des vecteurs de transmission tels que les arthropodes (mouches,

moustiques) et les rongeurs (qui peuvent être porteurs de typhus, leptospirose, salmonellose, trichinose, histoplasmosse et tularémie) et, d'autre part, à la prolifération de germes responsables des maladies et infections de tout genre. Dans bien des cas, les vecteurs directs de ces maladies peuvent être les enfants qui jouent au milieu des ordures, ainsi que les récupérateurs et les manutentionnaires professionnels de déchets qui manipulent les déchets sans aucune protection en méconnaissance totale des dangers qu'ils représentent pour leur santé.

Les études réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) montrent que les deux tiers environ des habitants des pays en développement sont exposés à des risques importants pour la santé, notamment à cause du manque de systèmes d'évacuation des excréta humains et des ordures ménagères. [65]