

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Biotechnologies



Mémoire

en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Option : Eau et Environnement

Thème

La gestion des déchets en Algérie

Présenté par : Messeguem Ferial

Devant le jury

- | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------|
| - M. Amirouche | MCB U. Blida 1 | Président de jury |
| - L. Zella | Professeur U. Blida 1 | Promoteur |
| - N. Degui | MAA Université Blida 1 | Examinatrice |
| - R. Kheddar | MCB U. Blida 1 | Examinatrice |

2021/2022

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'âme de ma très chère mère "Fadhila"...que dieu ait pitié de vous et t'accorde son paradis.

A mon très cher père "Amar".....que dieu le protège pour moi.

A mes chères sœurs " Fatiha et Meriem" pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes chers frères "Mohamed, Mourad et Djillali" pour être à mes cotés.

A mes chères amies asma, Meriem O et Meriem H.....pour son encouragement.

Remerciements

Tout d'abord, je rends grâce à Dieu, le tout puissant, le clément et le miséricordieux qui m'a aidé à terminer ce mémoire de fin d'étude.

Je tient à exprimer mes plus sincères et chaleureux remerciements et gratitude pour mon promoteur Pr Zella.L pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Et qui m'a tellement aidés pour réaliser mon modeste travail.

Je remercie vivement les membres de jury qui me ferais l'honneur d'évaluer mon travail.

je remercie également toutes les personnes, qui m'ont soutenus, de près ou de loin.

Résumé

Le déchet est un sous produit de la vie, il est bien là dans notre environnement et il va falloir le prendre en charge. Autrefois, la production des déchets ménagers était minime appropriée au modèle de consommation de l'époque et au modèle de l'emballage. Les volumes des déchets étaient si faible qu'ils finissaient par se désintégrer et s'auto recycler de manière naturelle. Le plastique n'existait pas encore et la vente en vrac était de rigueur. L'économie circulaire fonctionnait sans qu'on y prête attention.

Aujourd'hui avec tous les changements qui ont affecté notre vie, le suremballage, la surconsommation ont boosté la production de déchet, qui elle est proportionnelle à la population. Ceci est très apparent au niveau des villes où les personnes et les activités se concentrent énormément. Les déchets étaient soit entassés dans de grandes décharges puantes ou enterrés ou jetés dans les mers lointaines.

La gestion des déchets est devenue une entreprise très diversifiée, à l'image des déchets, en débutant par le tri sélectif, le ramassage mécanisé et spécialisé, et surtout le recyclage et la valorisation. Le déchet s'avère un trésor qui génère, en plus de la propreté de l'environnement et tout son corolaire, une grande valeur ajoutée. L'économie du déchet est née et certains pays y tirent de grands avantages. Certaines sociétés misent déjà le principe pollueur-payeur, d'autres visent le zéro déchet. En Algérie, on est un peu à la traîne sur tous les chaînons du processus. La production journalière unitaire est autour de 0,8 kg, le tri et le recyclage sont à l'état embryonnaire, ce qui donne de l'avantage à la prolifération des déchets dans l'environnement et ses conséquences désastreuses.

Mot clés

Déchets - Algérie - valorisation – tri – collecte – compostage – centre d'enfouissement – recyclage.

Abstract

Waste is a by-product of life, it is there in our environment and we will have to take care of it. In the past, the production of household waste was minimal, appropriate to the consumption model of the time and the packaging model. The volumes of waste were so low that they ended up disintegrating and self-recycling in a natural way. Plastic did not yet exist and bulk sales were required. The circular economy was working without our paying attention to it.

Today with all the changes that have affected our lives, over-packaging and over-consumption have boosted the production of waste, which is proportional to the population. This is very apparent at the level of cities where people and activities are highly concentrated. The waste was either piled up in large stinking dumps or buried or dumped in distant seas.

Waste management has become a very diversified business, like waste, starting with selective sorting, mechanized and specialized collection, and above all recycling and recovery. Waste is a treasure that generates, in addition to the cleanliness of the environment and all its corollary, a great added value. The waste economy was born and some countries derive great benefits from it. Some companies are already betting on the polluter-pays principle, others are aiming for zero waste. In Algeria, we are a little behind on all the links of the process. The daily unit production is around 0.8 kg, sorting and recycling are in their infancy, which gives advantage to the proliferation of waste in the environment and its disastrous consequences.

ملخص

النفايات هي نتيجة ثانوية للحياة ، فهي موجودة في بيئتنا وعلينا الاهتمام بها. في الماضي ، كان إنتاج النفايات المنزلية في حده الأدنى ، ومناسبًا لنموذج الاستهلاك في ذلك الوقت ونموذج التعبئة والتغليف. كانت أحجام النفايات منخفضة للغاية بحيث انتهى بها الأمر إلى التفكك وإعادة التدوير الذاتي بطريقة طبيعية. لم يكن البلاستيك موجودًا بعد ، وكانت المبيعات بالجملة مطلوبة. كان الاقتصاد الدائري يعمل دون أن ننتبه إليه.

اليوم مع كل التغييرات التي أثرت على حياتنا ، أدى الإفراط في التغليف والاستهلاك المفرط إلى تعزيز إنتاج النفايات ، وهو ما يتناسب مع عدد السكان. وهذا واضح للغاية على مستوى المدن حيث يتركز الناس والأنشطة بشكل كبير. كانت النفايات إما مكدسة في مكبات كبيرة كريهة الرائحة أو مدفونة أو ملقاة في البحار البعيدة.

أصبحت إدارة النفايات عملاً متنوعًا للغاية ، مثل النفايات ، بدءًا من الفرز الانتقائي والتجميع الآلي والمتخصص ، وقبل كل شيء إعادة التدوير والاستعادة. النفايات كنز يولد ، بالإضافة إلى نظافة البيئة وكل ما يترتب عليها ، قيمة مضافة كبيرة. ولد اقتصاد النفايات وحصلت بعض الدول على فوائد كبيرة منه. تراهن بعض الشركات بالفعل على مبدأ الملوث يدفع ، بينما تهدف شركات أخرى إلى عدم وجود نفايات. في الجزائر ، نحن متأخرون قليلاً عن كل روابط العملية. يبلغ إنتاج الوحدة اليومية حوالي 0.8 كجم ، والفرز وإعادة التدوير في مهدها ، مما يعطي ميزة لانتشار النفايات في البيئة وعواقبها الكارثية.

Liste des figures

Figure 1 : Production des déchets par régions (en millions de tonnes par an) dans le monde.

Figure 2 : Production de déchets par région dans le monde (BM, 2018)

Figure 3 : Production des déchets spéciaux en kg/hab/j

Figure 4 : Composition des déchets municipaux en %.

Figure 5 : Taux de collecte des déchets par niveau de revenu des pays

Figure 6 : Traitement des déchets municipaux.

Figure 7 : Production du plastique dans le monde en 2016.

Figure 8 : Part du budget municipal consacré à la gestion des déchets

Figure 9 : Carte représentant 58 wilayas de l'Algérie

Figure 10 : représentative de la production des DMA en Algérie en 2020

Figure 11 : Composition moyenne annuelle des DMA

Figure 12 : Exemples des bacs de pré-collecte

Figure 13 : Processus de pré-collecte, de collecte et du transport des DMA

Figure 14 : Logistique utilisée pour la collecte des déchets

Figure 15 : Graphique des quantités des déchets valorisées en Algérie

Figure 16 : explicatif de la valorisation des déchets organiques

Figure 17 : Quantités des DMA traités en Algérie par wilaya

Figure 18 : Les travaux de l'EPIC ASROUT

Figure 19 : Nombre des zones et centres de décharge des déchets inertes

Figure 20 : Code couleur des déchets s'activité de soins

Figure 21 : Pictogramme de dangerosité

Figure 22 : Exemple d'un lieu de stockage des transformateurs PCB

Figure 23 : Transport conforme et non conforme des DS et DSD

Figure 24 : Incinérateur

Figure 25 : Banaliseur

Liste des tableaux

Tableau 1 : Production des déchets dans certains pays (2005), selon Sotamenou (2010)

Tableau 2 : Composition des déchets en % de matières sèches dans les villes du Cameroun en 2006, selon Sotamenou (2010)

Tableau 3 : Comparaison de la composition des déchets solides entre pays

Tableau 4 : Taux de collecte dans certaines villes africaines, selon Sotamenou (2010)

Tableau 5 : Recyclage des déchets (2008) dans certaines villes selon Sotamenou (2010)

Tableau 6 : lois relatives du développement durable à la protection de l'environnement et à la gestion des déchets

Tableau 7 : Production moyenne de déchets par wilaya

Tableau 8 : Valorisation des DMA par matière

Tableau 9 : Nombre des installations privées d'élimination des DSD en Algérie

Sommaire

Introduction	04
Partie 1. La gestion des déchets : aperçu bibliographique.....	07
Chapitre 1. Production des déchets et composition.....	08
1. Définition du déchet.....	08
2. Production des déchets.....	09
3. Composition des déchets.....	12
Chapitre 2. Collecte et tri des déchets.....	17
1. Collecte	17
2. Tri.....	18
Chapitre 3. Traitement des déchets.....	19
1. Décharge.....	20
2. Méthanisation.....	21
3. Compostage.....	21
Chapitre 4. Déchets spéciaux.....	26
1. Pyrolyse.....	26
2. Gazéification.....	26
3. Déchets médicaux.....	28
4. Déchets huileux.....	30
5. Déchets nucléaires.....	30
Chapitre 5. Aspects financiers de la gestion des déchets	32
1. Cout de la gestion des déchets.....	32
2. Impact sur la santé.....	33
Chapitre 6. Perspectives de la gestion des déchets.....	35
1. Economie circulaire.....	35
2. Transfert inter frontalier	36
Partie 2 : La gestion des déchets en Algérie.....	38
Chapitre 1. Les déchets : aspects physique, démographique et institutionnel.....	39
1. Algérie : cadre physique et démographique.....	39

2. Cadre légal et institutionnel	40
Chapitre 2. La production et la gestion des déchets ménagers et assimilés.....	42
1. Production	42
2. Composition des DMA	46
3. La gestion	47
3.1. Pré-collecte	47
3.2. Collecte et transport	48
3.3. Valorisation des déchets.....	50
3.3.1. Matériaux solides	50
3.3.2. Quantité des DMA valorisée par catégorie de déchet	52
3.3.3. Compostage.....	53
4. Traitement par enfouissement.....	54
5. Chapitre 3. La gestion des déchets inertes.....	57
1. Production.....	57
2. Pré-collecte.....	57
3. Collecte et transport.....	58
4. Valorisation.....	58
5. Elimination.....	60
Chapitre 4. La gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux.....	61
1. Production.....	61
2. Pré-collecte.....	62
3. Collecte.....	63
4. Stockage	63
5. Transport.....	64
6. La valorisation.....	65
7. Elimination	67
Conclusion.....	69
Références bibliographiques	70

Dit moi quel déchet jettes-tu, je te dirais qui es-tu

Introduction

Les déchets se définissent comme tout résidu, matériau ou substance, jugé inutilisable et donc jeté ou abandonné. On distingue trois catégories de déchets : les recyclables, les non recyclables et les déchets spécifiques. Le déchet est un produit d'une utilisation ou activité quelconque et doit être évacué au risque de constituer un danger pour son producteur. La cellule et l'organisme doivent se débarrasser de leurs déchets au péril de trépasser.

Les sociétés humaines ont, par le passé, géré plus ou moins bien leurs déchets et tant que les volumes n'étaient pas importants, la nature arrivait tant bien que mal à les assimiler et les recycler.

La population humaine mondiale était jadis plus rurale que citadine, les tonnages de déchets produits étaient donc naturellement plus modestes dont une bonne partie était auto-réutilisée sur place comme les bouses séchées, le fumier, les lisiers et les purins...etc.

Lors de la première révolution industrielle (XVIII^e s.) principalement au Royaume Uni, les villes ont pris un essor considérable et sont devenues des sources d'énormes quantités de déchets issues de la transformation de diverses matières premières. Des métiers spécifiques sont nés à cet égard comme le vidangeur et le chiffonnier. Le vidangeur vidange les fosses septiques et récupère le déchet (urine et excrément) et les revend comme engrais aux paysans. Le chiffonnier quant à lui s'occupe de récupérer les habits afin de les recycler dans l'industrie.

Alors que ces deux métiers disparaissent peu à peu au XX^e s., les villes et leurs déchets gonflent davantage et laissent apparaître des décharges publiques et des dépotoirs municipaux à leur périphérie. Avec le temps, ces dépôts sont devenus sources de désagrément d'où émanent des odeurs désagréables, des fumées toxiques et une pollution plurielle, tant celle de l'air, du sol et des eaux. A partir des années 1960, l'incinération s'est développée en raison de la difficulté de trouver des sites de décharges mais avec le temps on découvre ses limites.

Ces dernières décennies les déchets sont devenues une préoccupation des pays développés soucieux de leur environnement, les déchets urbains se sont avérés une

ressource de matière première, fin prête à être exploitée et à être valorisée, créant ainsi une économie circulaire contre le gaspillage et la pollution. Le principe du pollueur-payeur est adopté et associé à la règle des trois R (réduire, réutiliser et recycler).

Selon le site planétoscope (2020), les humains produisent 3 à 4 milliards de tonnes de déchets urbains solides chaque année, en revanche seulement 13,5% sont recyclés et 5,5% des ordures sont compostées. Actuellement, près de 3,5 milliards de personnes occupent les villes, et tant que ces dernières grandissent perpétuellement, tant qu'elles produisent des déchets. La population humaine urbaine atteindra 5 milliards en 2030 selon l'ONU (2022), et l'horizon 2050, cette population représentera 68%, soit 2,5 milliards de personnes en plus. Une telle croissance s'accompagnera d'une hausse des quantités de déchets de 70%.

En Algérie, la population résidente totale a atteint 42,2 millions d'habitants au 1^{er} janvier 2018 et près de 45 millions en 2022 selon l'ONS (2022), plus de 70% de cette population est urbaine, alors que ce taux devrait atteindre les 85% à l'horizon 2050.

La situation des déchets en Algérie est préoccupante, tout un chacun constate que les déchets cohabitent dangereusement avec les citoyens et dominent le paysage même des campagnes. On se rappelle la grande décharge de Oued Smar dont les effets néfastes ont métastasé sur un grand périmètre non loin de l'aéroport d'Alger. Heureusement que c'est un lointain souvenir car elle a été aménagée en parc verdâtre puits de dioxyde de carbone. La production annuelle de déchets en Algérie, selon l'OND (2022), dépasse les 20 millions de tonnes de déchets toutes catégories confondues dont 13,5 millions de tonnes de déchets ménagers en 2020, soit 0,3 t/hab/an ou 0,8405 kg/hab/j. Une faible part est recyclée mais c'est un créneau qui prend de l'ampleur avec l'essor de la récupération et du recyclage. Le fait que la population est concentrée dans les 5 à 7% du nord du territoire, l'insuffisante maîtrise de la gestion de ses déchets, commencent à peser lourdement sur l'environnement, sur la santé et sur tout le cadre de vie. Heureusement que le secteur de la récupération est en plein essor et plusieurs entreprises de recyclage rattrapent le manque à gagner.

C'est dans ce contexte que ce sujet est proposé afin réaliser une autopsie de la situation des déchets en Algérie et tout son corollaire en matière de politique de ramassage,

de tri et de recyclage. C'est une occasion de passer en revue toute la problématique de la gestion des déchets en Algérie, de ses contraintes et surtout des avantages potentiels qu'elle gagne à récupérer.

Face à cette urgence climatique et environnementale qui nécessite la transition des villes vers des modèles de développement durable, moins générateur de dioxyde de carbone, la gestion intelligente des déchets est le nouveau challenge des futures smart cités.

Le document est organisé en deux grandes parties, la première est consacrée à la théorie des déchets qui englobe des définitions, des concepts universels, des normes et enfin les diverses approches de la gestion des déchets dans le monde. La seconde partie est réservée à situation des déchets en Algérie et toute la politique envisagée dans sa prise en charge. Cette partie s'est appuyée sur le rapport de l'état de gestion des déchets réalisé par l'agence nationale des déchets (AND).

'Rien ne se perd, tout se transforme'. Cette maxime est on ne peut plus d'actualité alors que les dirigeants du monde comme les populations locales appellent de plus en plus à en finir avec la "culture du déchet".

Partie 1. Synthèse bibliographique

Chapitre 1. Production et composition des déchets

1. Définition du déchet

Le déchet est défini de manière générale comme étant tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation. Le déchet peut être une substance, un matériau, un produit...que son détenteur destine au rebut et à l'abandon. Les déchets sont constitués habituellement d'emballages, de produits alimentaires, de vieux vêtements et d'appareils divers obsolètes...de gaz, d'eaux, de métaux quelconques et même de matériaux radioactifs. Cependant, au-delà de cette définition généraliste, les pays ont chacun décrit par des lois très explicites, la spécificité de chaque déchet. Ces lois s'intègrent d'ailleurs dans les codes de gestion des déchets. Elles tiennent compte des aspects de bien être, de santé, de sécurité et d'environnement. La gestion des déchets s'est hissée à une science (rudologie) qui vise et se projette vers le but ultime : zéro déchets.

Une fois avoir défini le déchet et ses caractéristiques, ses variantes, la politique de gestion des déchets se dote d'un arsenal de lois. Ainsi, tout producteur ou détenteur d'un déchet est responsable de ce déchet, c'est-à-dire qu'il est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer la gestion. Cette responsabilité s'étend jusqu'à l'élimination ou la valorisation finale du déchet.

Elle signifie qu'en cas d'atteinte à l'environnement ou la santé humaine lors de l'une des étapes de la gestion du déchet, le producteur initial et les détenteurs successifs pourront être amenés à prendre les dispositions nécessaires pour orienter le déchet vers une filière adéquate et réparer les dommages causés par la gestion défectueuse.

C'est un principe clé de la réglementation relative aux déchets : il permet d'identifier, dans la très grande majorité des cas, une personne (ou une chaîne de personnes) responsable de prendre en charge les déchets.

2. La production des déchets

La production des déchets a évolué à travers le temps. Jadis, la population était majoritairement rurale, elle consommait sa propre production et elle en produisait très peu de déchets dont une partie est réutilisée comme le fumier et le reste est dégradé par la nature. On prend une partie de la production végétale et animale à la nature et on en rejette très peu de déchets tous biodégradables.

Avec l'industrialisation de l'économie, les déchets difficilement dégradables, comme les emballages métalliques et les produits en verrerie, les emballages en plastique sont venus avec l'arrivée du pétrole et ont commencé à envahir la nature. L'industrialisation a produit aussi des déchets gazeux et liquides qui ont pollué progressivement tout l'environnement. Par ailleurs, les dépotoirs et décharges se sont multipliés répandant l'insalubrité dans la nature. Aujourd'hui, les déchets sont omniprésents et notamment dans les villes et ses périphéries. Leur gestion pose problème.

La démographie galopante, son urbanisation croissante et surtout son nouveau mode de consommation ont boosté dangereusement les volumes de déchets et leur diversité.

Plus on consomme et plus on génère de déchets. On en déduit que les sociétés nanties dont le niveau de consommation est élevé, produisent davantage de rebut que les sociétés pauvres ayant un système de consommation simple et rudimentaire. Les volumes de production des déchets sont aussi largement proportionnels à la démographie et surtout à la concentration de la population et à l'urbanisation.

Il a été établi que dans les décennies à venir selon Deluzarche (2022), 95 % de la croissance de la population urbaine mondiale se fera dans des pays en développement venir. Les villes n'occupent que 3 % de la masse continentale mondiale, mais produisent plus de 70 % de ses émissions de dioxyde de carbone et consomment entre 60 à 80% de l'énergie mondiale. L'urbanisation rapide exerce une pression sur les réserves d'eau douce, les systèmes d'approvisionnement en eau et d'évacuation des déchets, le cadre de vie et la santé publique. Aujourd'hui, 883 millions de personnes vivent dans des bidonvilles et la plupart se trouvent en Asie de l'Est et du Sud-Est.

En 2016, 90 % des citoyens respiraient un air insalubre, entraînant 4,2 millions de décès dus à la pollution de l'air ambiant. Plus de la moitié de la population urbaine mondiale était exposée à des niveaux de pollution atmosphérique au moins 2,5 fois plus élevés que les normes de sécurité.

La figure 1 de (Deluzarche, 2022) montre les niveaux de production de déchets dans les différentes régions du monde. On constate que ces volumes sont plus importants en Asie et vont exploser dans le futur proche à l'horizon 2050 en parallèle à la croissance démographique, son urbanisation progressive et l'élévation de son niveau de vie et donc de sa consommation.

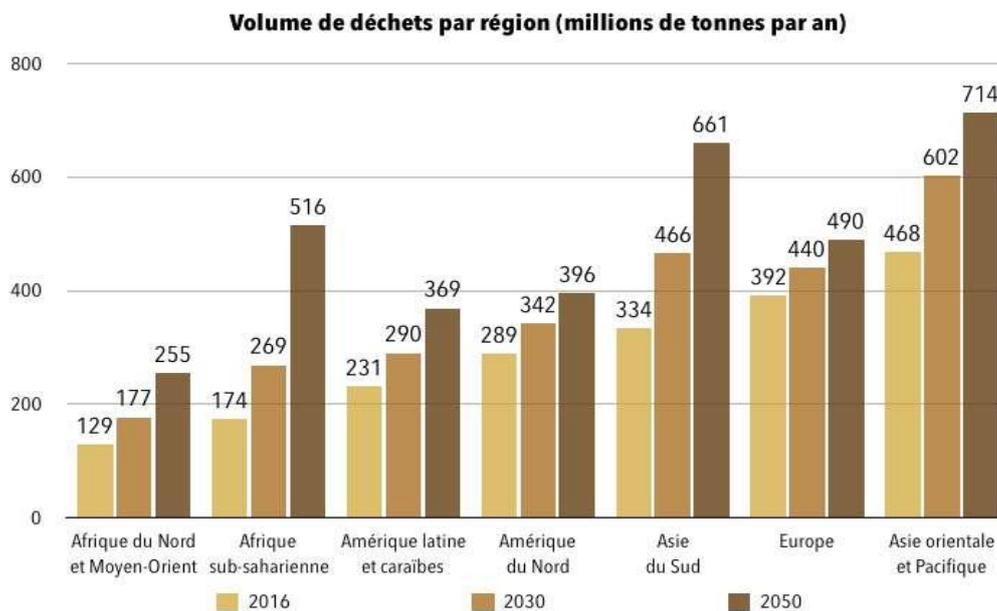


Figure 1. Volumes des déchets par régions (en millions de tonnes par an) dans le monde

Selon C. Deluzarche (2022), d'après Banque Mondiale, <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/environnement-10-chiffres-montrent-monde-va-crouler-sous-dechets-73196/>

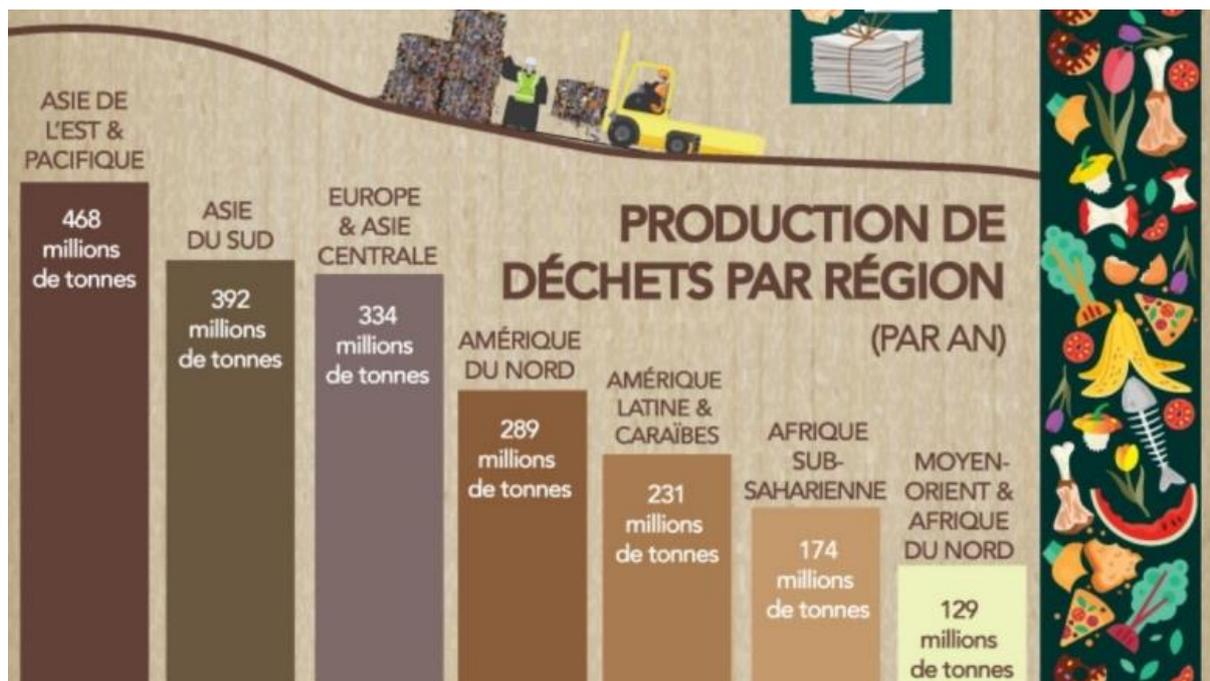


Figure 2. Production de déchets par région dans le monde (BM, 2018)

La production annuelle de déchets municipaux (déchets ménagers et autres déchets pris en charge par une collectivité territoriale) dépasse déjà les 4 milliards de tonnes par an (Deluzarche, 2022).

Ces tonnages sont dus à l'urbanisation rapide, à l'augmentation du niveau de vie et à la croissance démographique, ces volumes risquent d'augmenter de 70 % pour atteindre les 5 à 6 milliards de tonnes en 2050, d'après la Banque mondiale (Deluzarche, 2022). En Afrique subsaharienne, les pays devront même faire face à un triplement de la masse des déchets, avec plus de 516 millions de tonnes contre 174 actuellement. Une catastrophe, d'autant plus que ces pays disposent de peu de moyens et d'infrastructures pour gérer cet afflux.

En Tunisie, selon un rapport de GIZ, 2,423 millions de tonnes de déchets sont générés annuellement avec un ratio de 0,815 kg/hab/j en milieu urbain et 0,150 kg/hab/j en milieu rural. Au Japon, chaque individu produit environ 1 kg de déchets/j soit 365 kg /an.

Tableau 1. Production des déchets dans certains pays (2005), selon Sotamenou (2010)

Pays	Production kg/hab/j	Pays	Production kg/hab/j
USA	2,07	Australie	1,04
Canada	2,0	Suède	1,02
Autriche	1,7	France	1,0
Chine	1,36	RU	0,95
Norvège	1,29	Allemagne	0,91
Japon	1,11	Turquie	0,9

Le ratio de production des déchets est proportionnel au développement d'un pays, ces pays sont les plus grands producteurs de déchets par habitant. Alors que dans les pays moins développés, ce ratio est revu à la baisse n'atteignant même pas le kg/j.

3. Composition des déchets

Les déchets sont produits à l'aval de la consommation, des activités industrielles et agricoles, et toutes autres activités normales ou spécifiques. Les pays fortement industriels vont exceller dans la production abondante des déchets industriels alors que les déchets agricoles sont afférant aux pays d'activités agricoles dominantes. Les pays dont le secteur touristique est très actif ou les pays vivant de l'artisanat vont générer un autre type de déchets.

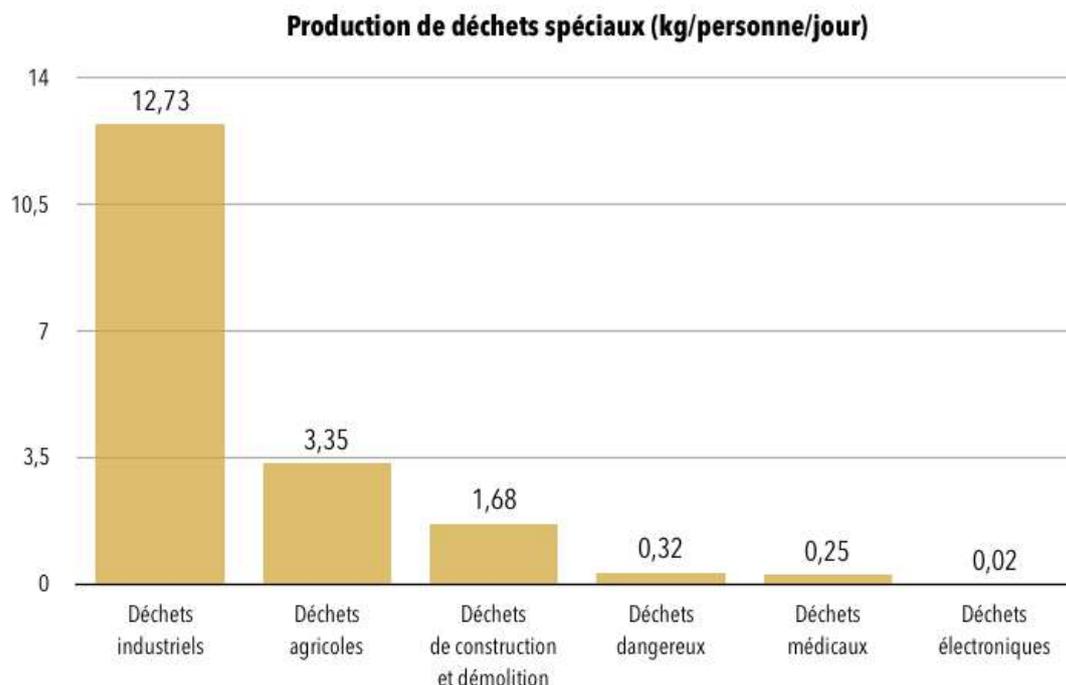


Figure 3. Production des déchets spéciaux en kg/hab/j. Source : (BM, 2018)

En dehors de cette sectorisation de la production des déchets, ces derniers sont pour les pays développés un problème systémique, relatif à système d'ensemble où plusieurs éléments sont en interactions mutuelles.

Il faut signaler aussi que la nature et les volumes de déchets particuliers lors de certaines circonstances comme par exemple les sapins de la fête de Noël dans les pays chrétiens et les peaux de moutons pour les pays musulmans après l'Aid-el-Adha. On peut les qualifier de déchets circonstanciels.

Dans les déchets municipaux se sont les déchets alimentaires ou végétaux représentent la plus grosse partie (44 %) du volume total. Le plastique arrive deuxième, avec 17 % du volume de déchets. Là encore, de fortes disparités sont observables en fonction du niveau de développement. Les pays à faible revenu produisent davantage de déchets alimentaires, tandis que les pays développés produisent davantage de déchets secs (plastique, papier, métal, ou verre), issus notamment de l'industrie et des produits de la forte consommation.

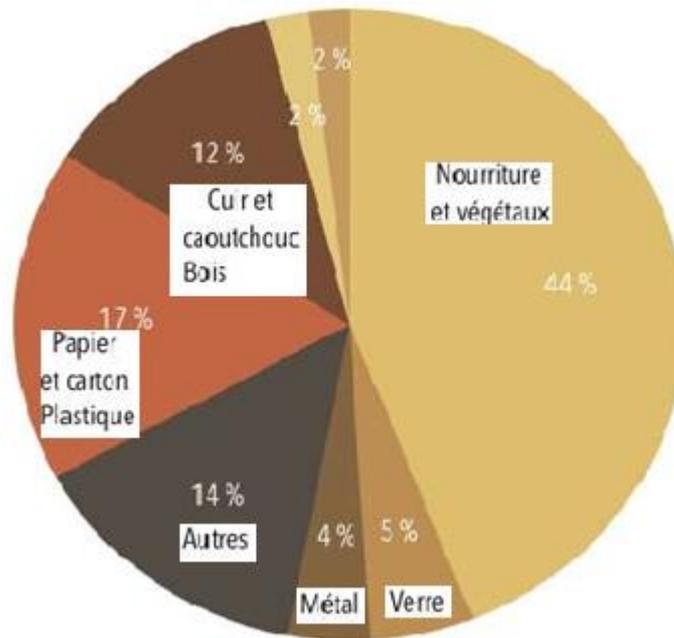


Figure 4. Composition des déchets municipaux en %. Source : (BM, 2018)

Tableau 2. Composition des déchets en % de matières sèches dans les villes du Cameroun en 2006, selon Sotamenou (2010)

Déchets	En % par rapport au total
Papier /carton	2,2
Verre/céramique	1,8
Textile et cuir	1,5
Plastique	2,8
Métaux	1,6
Bois	0,9
Gravats	2,4
Éléments fins <20 mm	20
Matières organiques	67

On constate selon ce tableau que se sont les déchets organiques qui dominent largement les déchets des villes camerounaises avec 67%, ce qui peut favoriser leur traitement dans la filière compostage.

Tableau 3. Comparaison de la composition des déchets solides entre pays

Pays	Fermentescibles	Verre	Papier	Plastique	Métal
Allemagne	14	12	34	22	5
Australie	47	7	23	4	5
Autriche	25	8	22	11	5
Belgique	39	7	17	5	3
Canada	24	6	47	3	13
Espagne	49	8	21	12	4
France	32	10	20	9	3
Japon	34	5	33	13	3
Russie	31	4	38	5	4
RU	40	7	18	8	8

Source : (UICN, 2022)

La mer méditerranée est l'une des mers les plus polluée au monde notamment par le plastique, avec une concentration de micro plastique en surface qui dépasse 64 millions de particule flottantes par kilomètre carré (Lina, 2022).

Près de 230 000 tonnes de déchets plastiques finissent chaque année dans la méditerranée, un chiffre qui pourrait doubler d'ici 2040, selon l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN, 2022). L'Egypte avec 74 000 tonnes déversées par an,

l'Italie (34000 t/an) et la Turquie (24000 t/an) sont les pays qui rejettent le plus de plastique en méditerranée. Au total, environ 229000 tonne de déchets plastiques sont déverse chaque année en méditerranée, l'équivalent de plus de 500 conteneurs par jour. La pollution plastique est source de dommages à long termes aux écosystèmes terrestres et marins et à la biodiversité.

Chapitre 2. Collecte et tri des déchets

1. Collecte

Dans les pays développés, il est habituel de voir le camion-poubelle passer plusieurs fois par jour devant les domiciles et les lieux de dépôts des bacs à ordures. Par ailleurs, le déchet est traqué en permanence et partout où il se trouve. On peut observer des agents épingler individuellement un à un des mégots de cigarettes ou même des crottes de chiens. Les rues et avenues sont tout le temps balayées et subissent même le lavage à grand eau au karcher de temps à autre. La quasi-totalité des déchets est collectée ce qui se répercute sur la qualité de l'air, de l'eau pluviale, de l'esthétique et du bien être des citoyens.

Tableau 4. Taux de collecte dans certaines villes africaines, selon Sotamenou (2010)

Pays	Ville	Population en millions	Taux de croissance en %	Taux de collecte en %
Cote d'ivoire	Abidjan	2,777	3,9	30
Togo	Lomé	1	6,5	42
Tchad	N'djamena	0,8	5	20
Cameroun	Yaoundé	1,72	6,8	43
Mauritanie	Nouakchott	0,6	3,7	30

Les valeurs du tableau montrent que le taux de collecte des ordures dans certaines villes africaines ne dépasse pas les 40%, alors que la population affiche une croissance des plus élevée dans le monde variant d'environ 4 à 6,8%.

Le pourcentage de collecte des déchets est de plus en plus régressif à mesure que le pays s'enfonce dans la pauvreté. À peine 39 % des déchets font l'objet d'une collecte organisée

dans les pays à faible revenu. Très souvent, ils sont brûlés à l'arrière d'une maison ou jetés dans la rue par les ménages, ce qui entraîne des désagréments divers dans les villes et favorise la propagation de maladies.

La figure 5 donne les pourcentages de collecte de déchets en relation avec la pauvreté du pays.

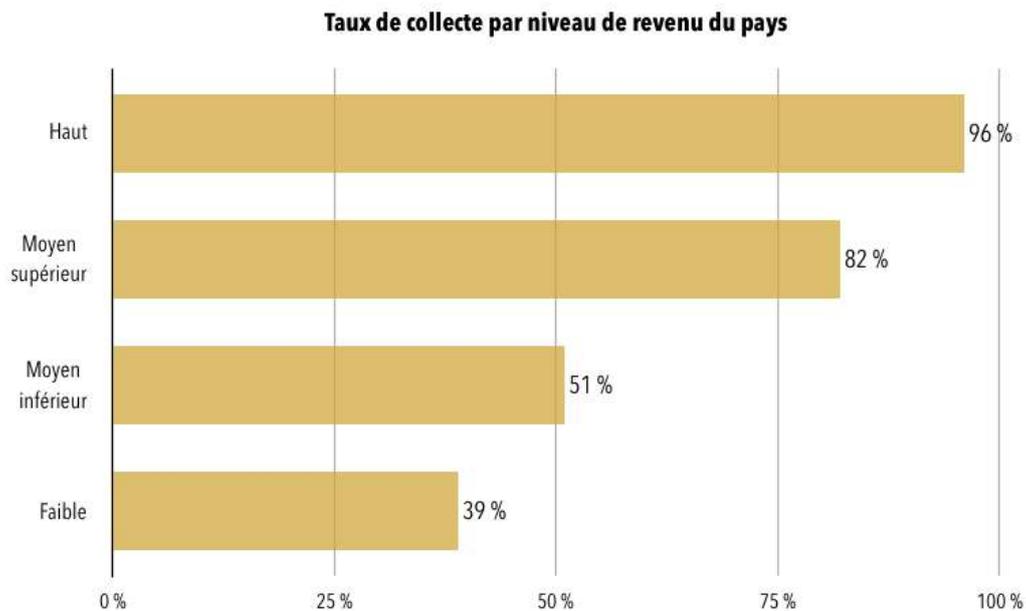


Figure 5. Taux de collecte des déchets par niveau de revenu des pays. Source : (BM, 2018)

2. Le tri

Le tri est adopté avant la collecte dans certaines villes et certains pays. Le tri s'effectue carrément à l'intérieur des foyers où on isole les verres, les plastiques, les papiers et enfin les restes alimentaires et organiques. Certaines villes ont organisé ce tri dans les bacs à ordures déposés dans les rues et autres lieux de collecte. Ainsi, en Australie, la plupart des foyers urbains ont une poubelle de 240 litres qui est vidée chaque semaine par les autorités locales.

Dans les anciennes cités telles la Casbah d'Alger et autres quartiers en Grèce dont les ruelles sont étroites et en forte pente, la collecte est réalisée à l'aide de bât et paniers à dos des ânes ou mulets.

Diverses villes et collectivités des pays modernes ont mis en place des taxes (PAYT : *Pay As You Throw* - Paye ce que tu jettes) dont le montant est fonction des quantités d'ordures déposées qui se sont révélées efficaces pour réduire les volumes des déchets urbains.

Dans les agglomérations canadiennes, le tri sélectif est la méthode la plus répandue de récupération des déchets et/ou des recyclables et des déchets organiques suivant un planning défini. Dans certaines régions rurales, les habitants amènent leurs ordures dans des lieux de collecte. Les déchets ainsi récoltés sont ensuite transportés vers une décharge régionale ou des centres d'enfouissement.

C'est le cas des certaines villes américaines ou japonaises, les déchets sont pesés à la collecte et une taxe est alors affectée sur place. Cette mesure laisse le citoyen réduire drastiquement, de son gré le volume et la masse de ses déchets quotidiens à livrer au service de collecte. Ces déchets sont collectés et acheminer vers les stations de tri et de compostage. D'autres villes envoient le tout à la décharge municipale.

Chapitre 3. Le traitement des déchets

1. Les décharges

La mise en décharge était au xx^e siècle la méthode la plus classique et reste la plus couramment utilisée dans la plupart des pays. Historiquement, les décharges étaient souvent établies dans des carrières, des mines ou des trous d'excavation désaffectés voire même des zones humides.

En Australie et Nouvelle-Zélande les déchets solides sont encore couramment stockés en décharge, car le pays est vaste et la densité de population est faible. À l'opposé, au Japon, il est plus fréquent d'incinérer les déchets car le pays est petit et la population dense.

Cependant ces décharges anciennes surtout si elles sont mal gérées peuvent avoir des impacts dégradant sur l'environnement, comme l'éparpillement des déchets légers (papiers, sacs plastiques, etc.) par le vent ou par les animaux ou des déchets solubles dans l'eau, l'attraction des vermines et la libération de polluants volatils dans l'air et les sols via les lixiviats qui peuvent contaminer les nappes phréatiques. Les décharges contenant des déchets organiques émettent aussi du biogaz (essentiellement composé de méthane et de dioxyde de carbone, deux gaz à effet de serre issus de la fermentation des déchets).

Aujourd'hui, la grande majorité des déchets municipaux sont mis en décharge : 37 % sont enfouis dans les centres d'enfouissement et 33 % sont laissés à ciel ouvert. À peine 19 % sont recyclés ou compostés et 11 % sont incinérés.

Le recyclage est encore une prérogative des pays riches : dans les pays à faible revenu, il ne concerne que 4 % des déchets, l'écrasante majorité finissant dans des décharges en plein air, avec des fuites de composés toxiques dans les airs, les sols, dangereusement nocive pour l'environnement, les nappes d'eau souterraines et la santé des êtres vivants en générale.

Les décharges modernes doivent disposer de systèmes de collecte et de rétention des lixiviats et être en conséquence étanches avec le sous sol. L'imperméabilité est assurée

grâce à des couches de bentonite ou des bâches plastiques soudées. Les déchets doivent y être compactés et recouverts (pour éviter d'attirer les oiseaux, insectes, souris et les rats et éviter l'éparpillement).

2. Méthanisation

Ces décharges sont parfois équipées de systèmes d'extraction des gaz installés après le recouvrement. Ce biogaz est trop souvent brûlé en torchère alors qu'il peut être utilisé dans un moteur pour produire de l'électricité ou de la chaleur (voire les deux par cogénération). Cependant, il est préférable, pour l'environnement, de brûler ce gaz plutôt que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère, le méthane étant un gaz à effet de serre plus puissant que le dioxyde de carbone.

La solution de valorisation la plus récente et la plus efficace consiste cependant à épurer le biogaz pour produire du biométhane qui peut être injecté directement dans le réseau de gaz naturel. Six unités de ce type sont en exploitation en France depuis 2017.

3. Compostage

La première phase avant le traitement consiste à **trier** les ordures selon leur matière : les produits alimentaires organiques, le biodégradable, le plastic, le papier, le fer, l'aluminium...

Les matières organiques issues des produits alimentaires domestiques, y compris les excréta sont traitées en aérobie afin de fournir le **composte** très utile comme fertilisant des sols agricoles. La pratique du compostage varie du simple tas de compost de végétaux dans le cas du compostage domestique à un processus automatisé dans le cas d'une plateforme industrielle. C'est un processus biologique aérobie (en présence d'oxygène). Sous l'action des bactéries et organismes du sol, les biodéchets sont transformés en compost, utilisable en agriculture et pour le jardinage.

La ville d'Edmonton en Alberta au Canada a adopté le compost à grande échelle pour gérer ses déchets urbains. Son usine de compost est la plus grande dans le monde, et représente 35 % de la capacité totale de compost du Canada. Le composteur, d'une taille de huit terrains de football. Il a été conçu pour traiter 200 000 tonnes de déchets ménagers

solides par an et 22 500 tonnes sèches de biosolides, transformant le tout en 80 000 tonnes de compost chaque année.

Le biogaz peut être produit individuellement, Il suffit de déposer ses restes alimentaires dans un bac, d’y ajouter un peu d’eau, des bactéries et aura du biogaz, directement relié à la cuisinière.

La dégradation de la matière organique par des bactéries en absence d'oxygène (anaérobie) dans des digesteurs va réduire ces déchets, en boue et biogaz (méthane) qui peut être ensuite utilisé pour produire de l'électricité, de la chaleur, du carburant ou être directement injecté dans le réseau.

Les autres matériaux (papier, aluminium, verre, plastique) sont triés et emballés puis pesés, ils sont vendus aux divers transformateurs. D’autres déchets sont destinés à **l’incinération** et à **l’enfouissement**.

Tableau 5. Recyclage des déchets (2008) dans certaines villes selon Sotamenou (2010)

Pays	% Recyclé	Composte %	Incinéré %	En décharge %
Allemagne	33	17	25	18
Autriche	16	17	12	55
Canada	27	12	04	57
USA	24	08	14	54
Japon	09	0	74	15
Suisse	39	0	47	14

L’incinération est le processus de destruction d’un matériau en le brûlant. Elle est connue pour être une méthode pour se débarrasser des déchets contaminés, comme les

déchets médicaux biologiques. L'incinération est aussi une des façons de récupérer de l'énergie à partir des déchets. L'énergie peut être récupérée à partir de déchets sans directement les brûler, par voies de la fermentation, la pyrolyse et la gazéification, qui utilisent l'exposition des déchets à haute température pour les traiter thermiquement. L'incinération permet la récupération du métal et de l'énergie des déchets solides comme le stockage adapté des résidus solides (mâchefers) et la réduction du volume des déchets.

En premier lieu, ce mode d'élimination de déchets a un taux de valorisation limité. L'incinération détruit les ressources naturelles contenues dans les déchets et ne permet pas de récupérer 100 % de leur pouvoir calorifique. L'énergie récupérée provient du refroidissement des fumées de combustion dans une chaudière. La chaleur récupérée peut être utilisée directement via notamment un réseau de chaleur ou à son tour entraîner une turbine pour produire de l'électricité ou de l'eau surchauffée. L'incinération est cependant identifiée en France en 2002 comme la deuxième source d'énergie renouvelable pour la production d'électricité (après l'hydraulique) et pour la production de chaleur (après la biomasse).

L'incinération des déchets solides produit une certaine quantité de polluants atmosphériques (dioxines, furanes, métaux lourds, gaz acide, poussières), dont les valeurs limites d'émission sont fixées par la réglementation.

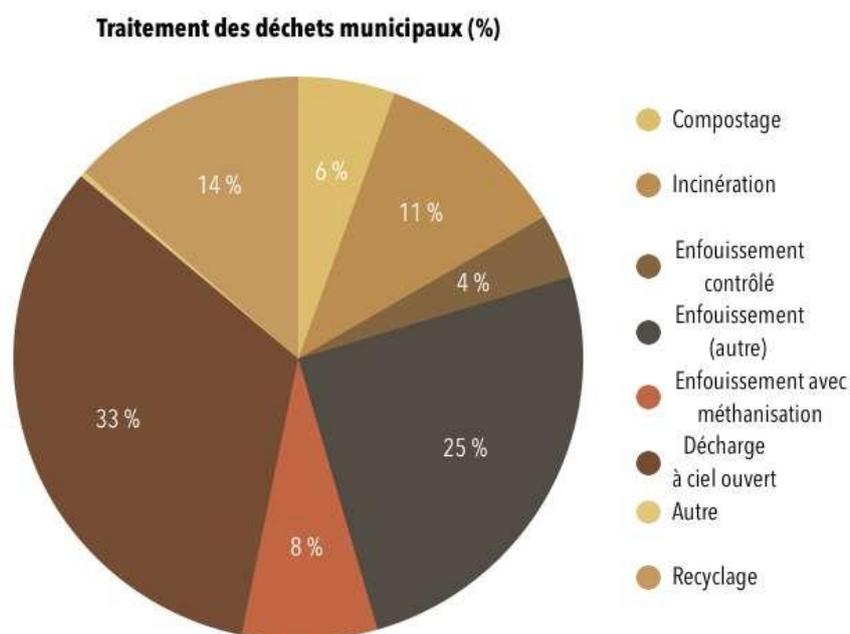


Figure 6. Traitement des déchets municipaux. Source : (BM, 2018)

La collecte et le traitement des déchets génèrent, selon la Banque Mondiale (2018), 1,6 milliard de tonnes d'équivalent carbone par an, soit 5 % des émissions totales de gaz à effet de serre. Si rien n'est fait, ce chiffre pourrait atteindre 2,6 milliards de tonnes en 2050, aggravant davantage le réchauffement climatique. Ces émissions proviennent en grande partie du méthane dégagé par la décomposition des ordures dans les décharges. Un gaspillage d'autant plus révoltant que ce méthane pourrait être récupéré comme ressource énergétique pour le chauffage des bâtiments ou la production d'électricité.

Le plastique représente seulement 12 % des déchets municipaux, mais il a une durée de vie particulièrement longue. Alors que les déchets végétaux disparaissent en quelques jours ou quelques semaines, une bouteille en plastique met entre 100 et 1000 ans pour se dégrader. De plus, les sacs plastiques peuvent étouffer les animaux en cas d'ingestion, les particules de micro-plastique contaminent les océans et les organismes marins.

Sur la seule année 2016, le monde a produit selon la Banque mondiale (2018), 242 millions de tonnes de déchets plastiques, soit l'équivalent d'environ 24 000 milliards de bouteilles en PET de 50 centilitres. Or, les déchets plastiques ne représentent que 12 % des déchets produits dans le monde chaque année.

Le rapport 'What a Waste 2.0' (BM, 2018) dresse un diagnostic de la situation de chaque région. Il en ressort que l'Asie de l'Est-Pacifique est actuellement le premier producteur de déchets au monde (23 %). Par ailleurs, les pays à revenu élevé, qui ne rassemblent que 16 % de la population mondiale, génèrent plus d'un tiers (34 %) des déchets de la planète.

Souvent critiqué pour être un pollueur majeur avec ses bouteilles en plastique, Coca-Cola s'est engagé, le 10 février 2022, à rendre 25 % des contenants de ses boissons réutilisables d'ici à 2030. Une initiative attendue par plusieurs défenseurs de l'environnement.



Figure 7. Production du plastique dans le monde en 2016. Source : (BM, 2018)

L'industrie du plastique est l'une des plus puissante dans le monde et une des plus polluante, en déchets plastiques particulièrement celui à usage unique. Selon Belbedjaoui (2022), organisatrice du salon Plast Alger, l'Algérie consomme 500 milliards de sacs en plastique par an et 1,7 milliard de bouteilles d'eau et de jus. La moitié de ces sacs est à usage unique, autrement dit, non recyclée mais peuvent être recyclables. Le taux de recyclage en Algérie est de 10% seulement, ce qui pose problème. Par ailleurs, les algériens consomment environ 50 millions de baguettes de pain quotidiennement et en jettent dans la poubelle 12 millions (Aghiles, 2017).

Chapitre 4. Déchets spéciaux : pyrolyse et gazéification

1. Pyrolyse

La pyrolyse et la gazéification sont deux méthodes de traitements thermiques où les matériaux sont chauffés à très haute température et avec peu d'oxygène. Ce processus est typiquement réalisé dans une cuve étanche sous haute pression. Transformant les matériaux en énergie cette méthode est plus efficace que l'incinération directe, et concerne surtout les déchets spéciaux.

La pyrolyse des déchets solides transforme les matériaux en produits solides, liquides ou gazeux. L'huile pyrolytique et les gaz peuvent être brûlés pour produire de l'énergie ou être raffinés en d'autres produits. Les résidus solides (charbon) peuvent être transformés plus tard en produits tels les charbons actifs.

2. La gazéification

La gazéification est utilisée pour transformer directement des matières organiques en un gaz de synthèse appelé *syngaz* composé de CO_2 et H_2 . Ce gaz est ensuite brûlé pour produire de l'électricité et de la vapeur. La gazéification est utilisée dans les centrales produisant de l'énergie à partir de la biomasse pour produire de l'énergie renouvelable et de la chaleur.

Les torches à plasma permettent la gazéification de la matière dans un milieu à oxygène raréfié pour décomposer les déchets en structures moléculaires de base. La gazéification plasma ne brûle pas les déchets comme le font les incinérateurs. Cela transforme les déchets organiques en un gaz carburant qui contient tous les composés chimiques et l'énergie calorifique des déchets. Cela transforme les déchets non organiques en solides vitrifiés amorphes.

Le plasma est considéré comme le quatrième état de la matière. L'électricité alimente une torche créant un arc électrique entre ses deux électrodes. Du gaz inerte est insufflé à travers l'arc électrique qui le chauffe à des températures pouvant atteindre $13\,000\text{ °C}$. La température à un mètre de la torche peut s'élever à environ $4\,000\text{ °C}$. Du fait de ces très hautes températures, les déchets sont décomposés en leurs composants élémentaires. Il ne résulte aucun goudron. À ces températures tous les métaux fondent et coulent au fond du

four. Les autres composés non organiques comme la silice, le béton, le gravier, le verre, etc. sont vitrifiés et précipitent au fond du four. Il n'y a pas de cendres résultant de ce processus qui devraient être entreposées en décharge.

Les fours à plasma ne font pas de distinction entre les différents types de déchets. Tous types de déchets peuvent être introduits. La seule variable est la quantité d'énergie nécessaire pour détruire les différents déchets. C'est pourquoi aucun tri des déchets n'est nécessaire. Seuls les déchets nucléaires sont proscrits.

Les fours sont grands et fonctionnent en faible dépression ce qui signifie que le système d'alimentation est simplifié car les gaz ne sont pas tentés de s'échapper. Les gaz sont retirés du four par l'aspiration d'un compresseur. Chaque four peut détruire 20 tonnes par heure (t/h) en comparaison des 3 t/h d'un four gazéificateur. Du fait de la taille et de la dépression, le système d'alimentation permet d'introduire des charges jusqu'à 1 m³. Des fûts ou des sacs poubelle peuvent donc être introduits directement dans le four, ce qui permet la production à grand volume.

Les gaz produits par un four plasma sont moins chargés en contaminants que n'importe quel autre incinérateur ou gazéificateur. Comme il y a moins d'émissions qui s'échappent du four avec ce procédé il est possible d'avoir une réduction significative des rejets globaux. Les gazéificateurs ne se préoccupent pas de l'humidité des déchets. L'humidité consomme plus d'énergie pour se vaporiser et peut avoir un impact économique, néanmoins cela n'affecte pas le processus. Les gaz des fours à plasma peuvent être brûlés pour produire de l'énergie ou être synthétisés en éthanol et être utilisés comme carburant pour les automobiles.

La gestion de certains déchets est subordonnée, en plus des règles générales, à des règles spécifiques qui dépendent du type de déchet concerné. Ces règles permettent d'encadrer la gestion des déchets qui présentent des risques particuliers de pollution ou d'inciter à une meilleure valorisation des déchets. Les déchets dangereux, en raison des risques plus importants liés à leur manipulation, sont soumis à des exigences plus strictes. Parmi eux, les déchets contaminés aux PCB (polychlorobiphényle) font l'objet d'un plan d'élimination national et sont soumis à des règles particulières de caractérisation, d'étiquetage et de traitement. Les appareils contaminés doivent être déclarés et les installations de traitement nécessitent un agrément.

Les déchets concernés par une filière à responsabilité élargie du producteur sont des déchets dont la collecte et le traitement sont encadrés par des dispositifs particuliers.

Les déchets du bâtiment et des travaux publics provenant du secteur professionnel font l'objet d'une reprise obligatoire par les distributeurs de matériaux, produits et équipement de construction.

3. Les déchets médicaux et autres

Il existe plusieurs catégories de déchets hospitaliers, d'abord, les **déchets banals**. Dont certains sont recyclables (bois, papier, carton, etc.), d'autres ne sont pas valorisables (restes de repas, déchets de bureau, etc.). Ensuite les **déchets dangereux**, notamment les DASRI (Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux) issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement, mais également de la recherche et de l'enseignement en médecine humaine et vétérinaire. Des déchets sont considérés comme DASRI s'ils contiennent des **micro-organismes ou des toxines dangereuses pour l'homme** ou pour tout autre organisme vivant, ou s'ils sont des objets piquants ou coupants, des produits sanguins ou des déchets anatomiques humains.

Il faut également mentionner les **déchets chimiques dangereux**. Ils peuvent être issus d'activités diverses (désinfectants, produits de maintenance et d'entretien, etc.).

Enfin, les **déchets radioactifs** hospitaliers sont à manipuler avec une grande précaution. On distingue les déchets dont la période d'activité est inférieure à 100 jours, et qui sont stockés pendant toute la période nécessaire à leur "neutralisation", des déchets dont la période d'activité est plus longue, et qui nécessitent donc un traitement spécifique.

On estime à 85% environ des déchets liés aux soins de santé sont comparables aux ordures ménagères et ne sont pas dangereux. Les 15% restants sont considérés comme dangereux et peuvent être infectieux, chimiques ou radioactifs. On estime aussi que, chaque année, 16 milliards d'injections sont effectuées dans le monde mais toutes les aiguilles et les seringues usagées ne sont pas correctement éliminées.

Dans certains cas, les déchets liés aux soins de santé sont incinérés, parfois à ciel ouvert, et leur combustion peut entraîner l'émission de dioxines, de furanes et de particules.

Les mesures assurant une gestion des déchets liés aux soins de santé qui soit sûre et rationnelle pour l'environnement peuvent éviter des répercussions indésirables pour la santé et le milieu, par exemple des rejets involontaires de substances chimiques ou biologiques dangereuses, dont des micro-organismes résistants, dans l'environnement, et ainsi protéger la santé des patients, des personnels de santé et du grand public.

Déchets infectieux: déchets contaminés par du sang et d'autres liquides corporels (p. ex. venant d'échantillons prélevés dans un but diagnostique puis éliminés), cultures et stocks d'agents infectieux utilisés en laboratoire (p. ex. déchets d'autopsies et animaux de laboratoire infectés) ou déchets de patients hospitalisés placés en isolement et matériels (p. ex. écouvillons, bandages et dispositifs médicaux jetables).

Déchets anatomiques: tissus et organes du corps humain ou liquides corporels et carcasses d'animaux contaminées.

Objets pointus et tranchants: seringues, aiguilles, scalpels et lames de rasoir jetables, etc.

Produits chimiques : par exemple, solvants utilisés pour des préparations de laboratoire, désinfectants et métaux lourds présents dans des dispositifs médicaux (mercure dans des thermomètres cassés) et piles.

Produits pharmaceutiques: médicaments, vaccins et sérums périmés, inutilisés et contaminés.

Déchets génotoxiques: très dangereux, cancérigènes, mutagènes ou tératogènes,¹ par exemple les médicaments cytotoxiques utilisés dans le traitement du cancer, et leurs métabolites.

Déchets radioactifs: par exemple, produits contaminés par des radionucléides, y compris matériel de diagnostic radioactif ou matériel de radiothérapie.

Autres déchets qui ne présentent aucun danger biologique, chimique, radioactif ou physique particulier.

4. Les déchets huileux

Les huiles usagées (de vidange des moteurs, huiles de refroidissement et chauffage et autres systèmes hydrauliques) font partie des déchets spéciaux car elles sont très contaminantes. Si elles sont éliminées librement de manière incorrecte, les huiles usagées peuvent gravement polluer les eaux souterraines des **nappes phréatiques**. Une seule goutte suffit à contaminer 600 à 1000 litres d'eau et donc à mettre en danger de nombreuses créatures vivantes. En plus ces huiles, on distingue aussi les huiles PCB (polychlorobiphényle) ou d'askarel utilisées dans le refroidissement dans les transformateurs électriques très hautement toxiques et cancérigènes. Le parc PCB en Algérie se compose de 6 699 appareils dont 3042 en rebut (plus de 45% du total existant) et 3 657 appareils en service ainsi que de 3 443 433 kg d'huile d'askarel.

Les conventions de Stockholm et de Bale que l'Algérie a ratifiées définissent les mécanismes de prise en charge (élimination) de ces produits dangereux.

5. Les déchets nucléaires

Le système de classification des déchets radioactifs ne dépend pas directement de la façon dont sont générés les déchets. Ils sont classés notamment selon les deux critères suivants : le niveau de radioactivité, qui conditionne la dangerosité des produits et la durée de leur activité radioactive, qui peut être calculée à partir de leur période radioactive et qui définit la durée de nuisance.

La classification suivant l'activité reflète les précautions techniques qu'il est nécessaire de prendre en termes de radioprotection ; l'activité reflétant à la fois l'activité intrinsèque du radionucléide et son taux de dilution dans le produit considéré. Un déchet est dit **de très faible activité** (TFA), si son niveau d'activité est inférieure à 100 becquerels par gramme (ordre de grandeur de la radioactivité naturelle) ; **de faible activité** (FA), si ce niveau est compris entre quelques dizaines de becquerels par gramme et quelques centaines de milliers de becquerels par gramme (dont la teneur en radionucléides est suffisamment faible pour ne pas exiger de protection pendant les opérations normales de manutention et de transport) ; **de moyenne activité** (MA), si ce niveau est d'environ un million à un milliard de becquerels par gramme (1 MBq/g à 1 GBq/g) ; **de haute activité** (HA), si ce niveau est de

l'ordre de plusieurs milliards de becquerels par gramme (GBq/g, niveau pour lesquels la puissance spécifique est de l'ordre du watt par kilogramme, d'où la désignation de déchets « chauds »). La « haute activité » n'a pas de limite supérieure, les plus actifs des déchets radioactifs, les produits de fission peuvent avoir une activité d'une classe encore supérieure, se comptant en téra becquerels par gramme (TBq/g).

Chapitre 5. Aspects financiers de la gestion des déchets

1. Cout de la gestion des déchets

En réalité, si autant de déchets sont encore laissés à l'abandon, c'est que leur gestion représente un coût élevé pour les municipalités (4 à 19%). Par conséquent, les villes n'ayant que peu de moyens se tournent souvent vers la solution la moins coûteuse, en l'occurrence, la simple mise en décharge. Par ailleurs, c'est un secteur fortement soumis à la corruption, où les financements sont souvent détournés à d'autres fins.

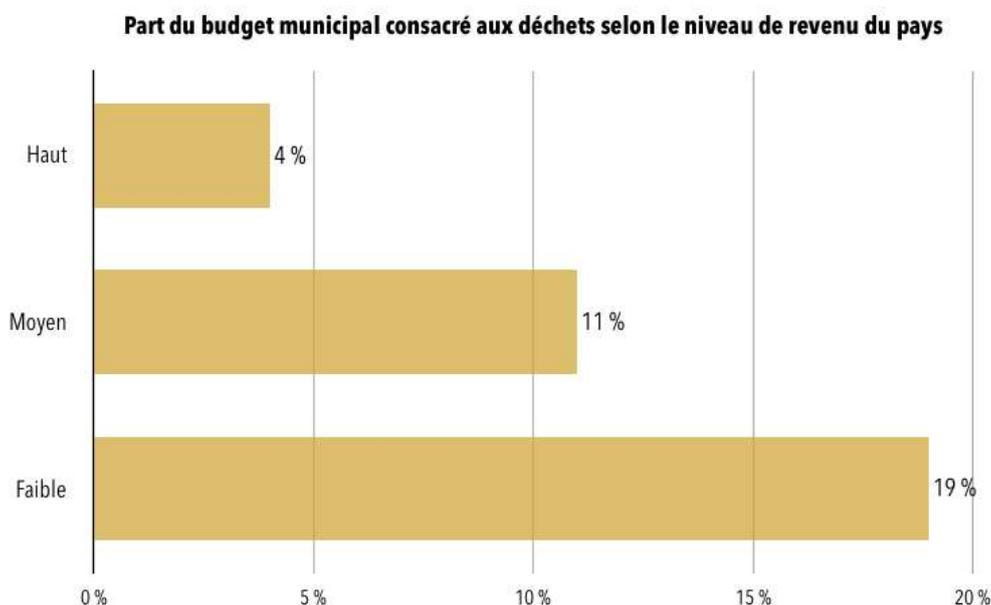


Figure 8. Part du budget municipal consacré à la gestion des déchets. Source : (BM, 2018)

Le marché informel des ordures fait travailler plus de millions de personnes dans le monde. Ce sont souvent les populations les plus pauvres et les plus vulnérables (femmes, enfants, immigrés...) qui collectent, trient et revendent les ordures en échange de quelque menue monnaie. Ces travailleurs alimentent, dans certains cas, une véritable économie locale qui prive ainsi les enfants d'éducation et les expose aux produits dangereux et aux maladies.

Cela n'est pas sans conséquence sur notre santé, ni sur l'environnement, car si ces milliards de tonnes d'ordures sont relativement bien gérées dans les pays riches, elles

finissent le plus souvent dans des décharges à ciel ouvert dans les pays qui n'ont pas les capacités de les collecter et les traiter.

En général beaucoup moins d'énergie, d'eau et d'autres ressources sont nécessaires pour recycler les matériaux que pour en produire de nouveaux. Par exemple, quand une 1 tonne de canettes en aluminium est recyclée, on s'économise l'extraction d'environ 5 tonnes de minerai de bauxite (ALCOA, 2020). On évite également le rejet dans l'atmosphère de 15,17 tonnes de gaz à effet de serre. Recycler de l'acier n'utilise que 5 % de l'énergie nécessaire pour raffiner du minerai brut.

2. Impact sur la santé

La mauvaise gestion des déchets ménagers est à l'origine du problème de la santé publique d'autant plus qu'il constitue le facteur dominant de création de nids de production des vecteurs de menace de la santé comme les moustiques, mouches, cafards, souris... Soumise à une urbanisation galopante et non planifiée, les villes des pays en développement apparaissent comme des espaces à risques potentiels sanitaires.

La pollution de l'air a causé 6,7 millions de morts dans le monde selon le State of Global Air (2020). Parmi ces morts environ 500 000 nouveau-nés en 2019, notamment en Inde et en Afrique subsaharienne. Près de trois quart de ces décès sont dus aux fumées toxiques émanant de la combustion. Plus de 116 000 nourrissons indiens sont morts du fait de la pollution de l'air dans les premiers mois de leur vie et 236 000 en Afrique subsaharienne selon la même source.

A Bamako (Mali), les déchets ménagers sont mal gérés, doublés de l'absence d'infrastructures d'hygiène et d'assainissement de base. Cela se traduit par une hygiène défectueuse marquée par le développement de germes pathogènes (virus, bactéries, parasites) responsables de nombreuses maladies. Ces espaces sont potentiellement 'épidémiogène' et propagent des maladies morbides au sein d'une population précaire, comme la fièvre typhoïde et paratyphoïde engendrées par les salmonelles.

Trois principaux groupes de moustiques en l'occurrence les moustiques communs (culex spp) responsable de l'encéphalite et la filariose, les moustiques de la fièvre jaune (aedes spp) et les moustiques du paludisme (anophèles spp). Le moustique à l'origine des

épidémies urbaines est *Aedes aegypti*, c'est aussi le vecteur de la dengue, autre arbovirose en pleine extension à travers le monde.

Le paludisme est une maladie parasitaire potentiellement mortelle transmise par des moustiques de type anophèle femelle. On pensait à l'origine que cette maladie provenait des zones marécageuses, d'où le nom de paludisme dérivé du mot ancien (palud : marais).

En 1880, les scientifiques ont découvert la véritable cause du paludisme ; un parasite unicellulaire appelé plasmodium transmis d'une personne à une autre par piqûre de moustique (anophèle femelle qui a besoin du sang pour nourrir ses œufs). Quatre vingt dix pour cent (90%) des décès dus au paludisme, surviennent en Afrique au sud du Sahara principalement chez les jeunes enfants. D'après l'OMS (2020), le paludisme tue un enfant toutes les trente secondes.

Chapitre 6. Perspectives de la gestion des déchets

1. Economie circulaire

Au cours de leur développement, les économies sont inévitablement confrontées au problème de déchets. Les systèmes appropriés de gestion de déchets réduisent le fardeau sur l'environnement et contribuent à créer une société durable et saine fondée sur un cycle rationnel des matériaux et une **économie circulaire** du minimum de déchets. Ignorer le problème, c'est se condamner à une tragédie. La production des déchets est une conséquence naturelle de nos activités quotidiennes.

La France, un pays développé ne recycle que 19% de ces déchets, elle est en retard par rapport à ses voisins en matière de gestion des déchets ménagers contre 55% en Allemagne ou 70% en Flandres (Belgique).

Selon le rapport de l'ONG (Green Peace), les USA sont en 2018 le plus gros exploitant des déchets avec 16,5% du total mondial suivi du Japon, de l'Allemagne, du RU et de la Belgique. Et c'est la Chine qui importe et recycle les déchets engendrant de gros bénéfices.

Le recyclage des ordinateurs obsolètes et des équipements électroniques est important mais plus coûteux à cause des problèmes de séparation et d'extraction des composants. Beaucoup de déchets électroniques sont envoyés en Asie, où la récupération de l'or et du cuivre peuvent générer des problèmes environnementaux car les écrans contiennent du plomb et des métaux lourds, tels le sélénium et le cadmium, comme on en trouve fréquemment dans les composants électroniques.

En Espagne, les trois quarts des déchets électroniques confiés au recyclage sont détournés vers le tiers monde.

Face à l'urgence climatique et environnementale qui nécessite la transition des villes vers des modèles de développement durables moins générateur de CO₂, la gestion intelligente des déchets est le nouveau défi à relever où l'économie linéaire doit être remplacée par l'économie circulaire.

2. Transfert transfrontalier

Le transfert transfrontalier de déchets (l'exportation ou l'importation) de déchets sont des activités très réglementées et encadrées par différents textes internationaux (Convention de Bâle) et européens (règlement n°1013/2006 du 14 juin 2006). Les entreprises qui importent ou exportent des déchets, ainsi que les transporteurs, sont soumis à différentes obligations qui dépendent notamment : de la nature du déchet (dangereux ou non) ; du type de transfert (importation ou exportation) ; des pays concernés par le transfert (Etat membre de l'Union européenne, pays signataire de la Convention de Bâle, membre de l'Organisation de coopération et de développement économique, etc.) ; du type d'opération (valorisation ou élimination). Cet encadrement a pour but d'assurer que la gestion des déchets pourra être réalisée dans de bonnes conditions dans les pays de destination.

Les pays asiatiques ont beaucoup pratiqué la valorisation des déchets, notamment le plastique et les métaux afin de subvenir aux énormes besoins de leur industrie, cependant ces derniers temps ils sont remplacés par la Turquie. Selon l'association des recycleurs turcs (Gekader), la Turquie importe mensuellement 43 000 t de déchets plastiques. En 2020 elle aurait importé des déchets pour 128 millions de dollars US et exporté l'équivalent de 1,2 milliards de dollars de produits plastiques recyclés.

Valorisation des déchets : équivalences en énergie

1m³ de méthane= 8570 kcal

=1,15 l essence,

=1,7 l d'alcool,

=1,3 kg de charbon,

=0,94 m³ de gaz naturel

=9,7 kWh

=1 l de mazout

1tonne de déchets ménagers=400kg de compost= 180kWh d'électricité



Déchet recyclable

Partie 2 : La gestion des déchets en Algérie

Le zéro déchet est un impératif d'une économie circulaire parfaite

Chapitre I. Les déchets : aspects physique, démographique et institutionnel

1. Algérie : cadre physique et démographique

L'Algérie est un vaste pays qui couvre une superficie de plus de 2 381 741 km², composé de 58 wilayas (anciennement 48 wilayas). Néanmoins, le Sahara représente 87% du territoire, les Hauts Plateaux 9% et le Nord (Tell), à peine 4% (wikipedia, 2022). La population résidente totale en Algérie a atteint 44 millions d'habitants (ONS, 2020) répartis sur 1541 communes. Cette population est concentrée essentiellement à 65% dans le Tell. D'où un très fort taux d'urbanisation dans cette région et une densité d'occupation à hauteur de 15,88 hab/km². Cette concentration spatiale urbaine (61 % soit environ 27 millions d'habitants) a accentué la pression sur l'environnement, et en particulier dans la gestion des déchets engendrés.

La densité de la population, l'amélioration du niveau de la vie, ont occasionné une hausse fulgurante des déchets domestiques et autres. La forte urbanisation, le gaspillage, l'incivisme, l'introduction sur le marché de nouveaux produits non biodégradables tels que les plastiques ainsi le faible taux de récupération en sont les principales causes.



Figure 9. Carte représentant 58 wilayas de l'Algérie

Selon l'ONS, la population algérienne compte 44,7 millions d'habitants au 1er Janvier 2021, avec un taux d'accroissement de 1,9%. Chaque année, il y a environ million de naissances vivantes, 198 000 décès et 315 000 mariages en 2019. Ce dernier chiffre donne une idée sur les éventuels nouveaux ménages qui s'ajoutent aux 9 millions déjà existants.

2. Cadre légal et institutionnel

Depuis les débuts des années 2000 un important arsenal juridique a été mise en place afin de permettre à l'Algérie de se conformer avec les engagements internationaux en matière environnementale, dans la perspective d'un développement durable. Les grands fondamentaux du droit environnemental sont consacrés essentiellement dans les textes de lois mentionnés ci-dessous.

Tableau 6. lois relatives du développement durable à la protection de l'environnement et à la gestion des déchets

Loi	Contenu
La loi n°01-19 du 12/12/2001	Relatif à la gestion en contrôle et à l'élimination des déchets elle définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets de leur génération à leur élimination.
La loi n°03-10 du 19/07/2003	Relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, elle consacre les principes généraux du gestion écologique rationnelle.
La loi n°04-20 du 25/12/2004	Relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, Elle définit clairement les responsabilités de chacun des acteurs impliqués dans le domaine de la prévention au niveau des zones et des pôles industriels La commune est la collectivité territoriale de base de l'État, Elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière.
La loi n°11-10 du 22/06/2011	La commune exerce ses prérogatives dans tous les domaines de compétences qui lui sont dévolues par la loi Elle concourt avec l'État notamment à l'administration et à l'aménagement du territoire au développement économique social et culturel à la sécurité ainsi qu'à la protection et l'amélioration du cadre de vie des citoyens.

Source : (AND, 2020)

Dans le secteur de la gestion des déchets, la loi 01-19 est renforcée par plusieurs textes d'application tout en prenant en compte les principes suivants:

- La prévention ; la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source.
- L'organisation du tri ; de la collecte du transport et du traitement des déchets.
- La valorisation des déchets par leur réemploi ; leur recyclage et toute autre action visant à obtenir à partir de ces déchets des matériaux réutilisables ou de l'énergie.
- Le traitement écologiquement rationnel des déchets.
- L'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement ainsi que les mesures prises pour prévenir ; réduire ou compenser ces risques.

Chapitre 2. La production et la gestion des déchets ménagers et assimilés

1. Production

Les déchets ménagers et assimilés (DMA) sont tous des déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres, qui par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers. La quantité des déchets produite peut s'exprimer en masse ou en volume. La production des DMA dépend de deux principaux facteurs:

- Le nombre de générateurs de déchets (ménages, entités économiques et administratives);
- Le ratio de production de ces déchets (masse/générateur/jour), qui est relatif à chaque type de générateur.

L'OND a estimé à environ **13,5 millions de tonnes**, la quantité totale des DMA produite, pour l'année 2020 d'où un ratio de 0,30 t/hab/an ou 306,81 kg/hab/an ou **0,8405 kg/hab/j**.

La croissance démographique et le développement urbain participent en grande partie à l'augmentation de cette quantité de déchets, d'où la préoccupation des pouvoirs publics à mettre en place les systèmes les plus adaptés pour la prévention et la gestion plus efficiente des déchets.

Sur la base de ce ratio de 0,84 kg/hab/j, on peut estimer la production moyenne des déchets pour chacune des 48 wilayas.

Tableau 7. Production moyenne de déchets par wilaya

Adrar	439 693 habitants	427 368 km ²	369,342 tonnes
Aïn Defla	771 890 habitants	4 897 km ²	648,387 tonnes
Aïn Témouchent	384 565 habitants	2 377 km ²	323,034 tonnes
Alger	2 988 145 habitants	1 190 km ²	2510,041 tonnes
Annaba	640 050 habitants	1 439 km ²	537,642 tonnes
Batna	1 128 030 habitants	12 192 km ²	947,545 tonnes
Béchar	274 866 habitants	162 200 km ²	230,887 tonnes
Béjaïa	915 835 habitants	3 268 km ²	769,301 tonnes
Biskra	730 262 habitants	20 986 km ²	613,420 tonnes
Blida	1 009 892 habitants	1 696 km ²	848,309 tonnes
Bordj Bou Arreridj	716 423 habitants	3 920 km ²	601,795 tonnes
Bouira	695 583 habitants	4 439 km ²	584,289 tonnes
Boumerdès	802 083 habitants	1 456 km ²	637,749 tonnes
Chlef	1 013 718 habitants	4 791 km ²	851,523 tonnes
Constantine	943 112 habitants	2 197 km ²	792,214 tonnes
Djelfa	1 223 223 habitants	32 256 km ²	1027,507 tonnes
El Bayadh	262 187 habitants	71 697 km ²	220,237 tonnes
El Oued	673 934 habitants	54 573 km ²	566,104 tonnes
El Tarf	411 783 habitants	3 339 km ²	345,897 tonnes
Ghardaïa	375 988 habitants	86 105 km ²	315,829 tonnes
Guelma	482 430 habitants	4 101 km ²	405,241 tonnes
Illizi	54 490 habitants	284 618 km ²	45,771 tonnes
Jijel	636 948 habitants	2 399 km ²	535,036 tonnes
Khenchela	386 683 habitants	9 715 km ²	324,813 tonnes
Laghouat	477 328 habitants	25 057 km ²	400,955 tonnes
M'Sila	991 846 habitants	18 718 km ²	833,150 tonnes
Mascara	784 073 habitants	5 941 km ²	658,621 tonnes
Médéa	830 943 habitants	8 866 km ²	697,992 tonnes

Mila	768 419 habitants	3 481 km ²	645,471 tonnes
Mostaganem	746 947 habitants	2 269 km ²	627,435 tonnes
Naâma	209 470 habitants	29 514 km ²	175,954 tonnes
Oran	1 584 607 habitants	2 114 km ²	1331,069 tonnes
Ouargla	558 558 habitants	211 980 km ²	469,188 tonnes
Oum El Bouaghi	644 364 habitants	7 638 km ²	541,265 tonnes
Relizane	733 060 habitants	4 870 km ²	615,770 tonnes
Saïda	330 641 habitants	6 764 km ²	277,738 tonnes
Sétif	1 496 150 habitants	6 504 km ²	1256,766 tonnes
Sidi Bel Abbès	604 744 habitants	9 151 km ²	507,984 tonnes
Skikda	904 195 habitants	4 026 km ²	759,523 tonnes
Souk Ahras	440 299 habitants	4 630 km ²	369,851 tonnes
Tamanrasset	198 691 habitants	557 906 km ²	166,900 tonnes
Tébessa	657 227 habitants	14 227 km ²	552,070 tonnes
Tiaret	846 823 habitants	20 673 km ²	711,331 tonnes
Tindouf	159 898 habitants	158 874 km ²	134,314 tonnes
Tipaza	617 661 habitants	2 166 km ²	518,835 tonnes
Tissemsilt	296 366 habitants	3 152 km ²	248,947 tonnes
Tizi Ouzou	1 127 608 habitants	2 993 km ²	947,190 tonnes
Tlemcen	949 135 habitants	9 061 km ²	797,273 tonnes

La figure 10 ci-dessous montre la cartographie de la production réelle en déchets. Ainsi on remarque qu'Alger occupe la première place en dépassant le million de tonnes/an. C'est à Alger qu'il y a la plus forte densité de population et d'activités économiques.

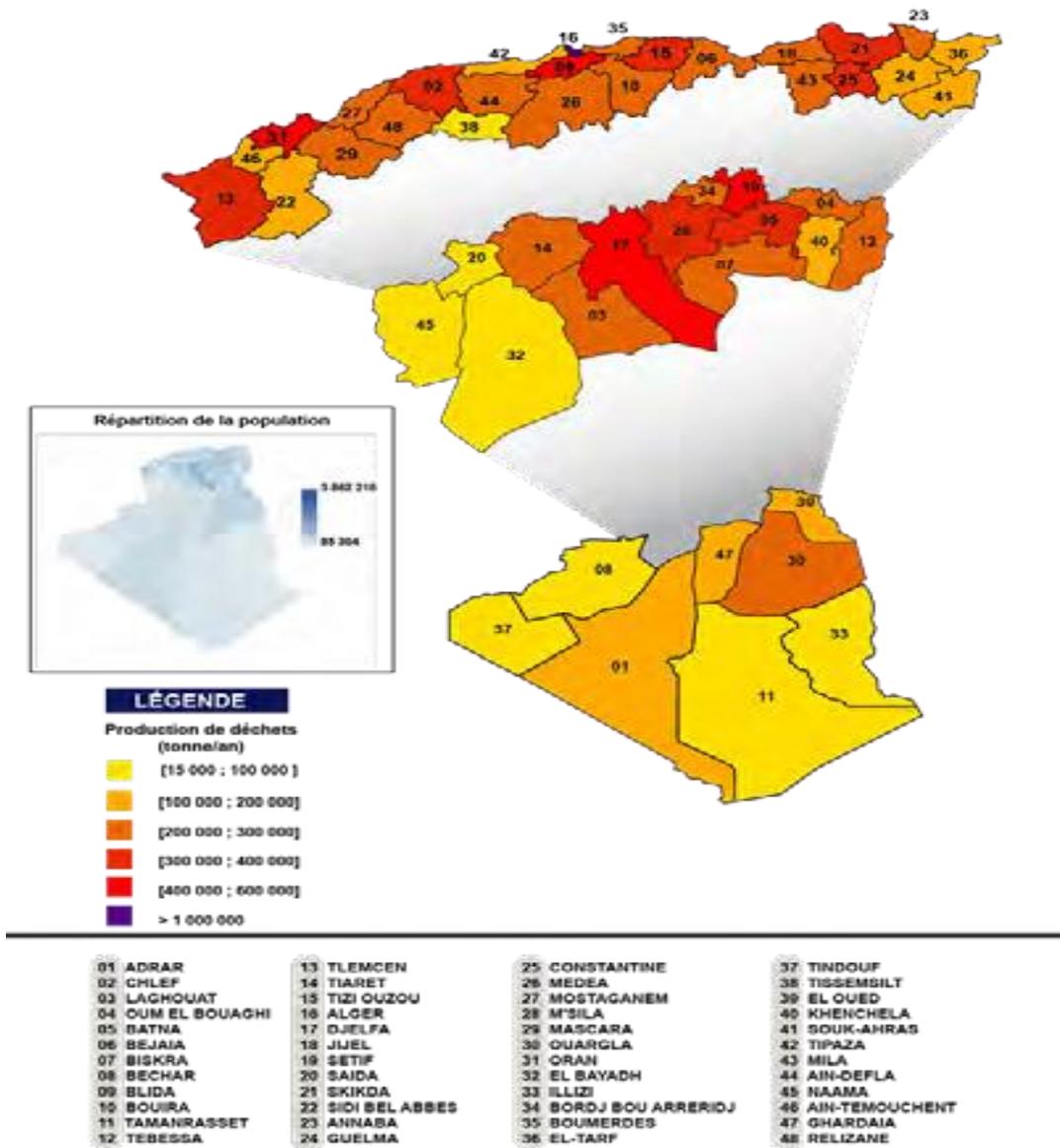


Figure 10. Carte représentative de la production des DMA en Algérie. (Source: AND, 2020).

Les wilayas du Sud sont celles qui produisent le moins de DMA (de 100 000 à 150 000 tonnes/an), car elles ont peu de populations et peu d'activités économiques (mis à part le secteur de l'énergie). Les wilayas du Nord-Est du Sahara à l'exemple d'El Oued, Ghardaïa et Adrar ont une production de DMA qui se situe entre 100 000 et 200 000 tonnes/an. Cela est dû essentiellement au nombre d'habitants plus élevé par rapport aux autres wilayas de cette zone. Les wilayas du Nord Sahara, en l'occurrence Biskra, Laghouat et Ouargla, où on note plus d'activités économiques, la production de déchets est beaucoup plus importante. Elle varie entre 200 et 300 milles tonnes/an, bien qu'elle reste dans la moyenne basse du pays.

Les wilayas du nord du pays à l'exception des wilayas de Tissemsilt et de Saida (avec une production de moins de 150 000 tonnes de DMA), ont une production plus élevée puisque la population et les activités économiques y sont plus nombreuses. Elle est suivie par les wilayas les plus peuplées à savoir Oran, Sétif, Djelfa et Blida qui enregistrent une forte production de DMA (entre 400 et 600 milles tonnes/an). Le reste des wilayas du nord ont une production moyenne située entre 200 et 400 milles tonnes/an sauf pour les wilayas de l'extrême Nord-Est (El Taref, Souk Ahras et Guelma) et les wilayas de Ain Temouchent, Tipaza et Sidi Bel Abbès qui ont une faible production de déchets (entre 100 et 200 milles tonnes/an).

La wilaya d'Alger récupère les déchets de 58 communes, à hauteur de 500 tonnes par jour. Le centre d'enfouissement de Magtaa Khira est archi plein et engendre déjà plusieurs surproductions de lixiviats impactant le sol et le sous sol. En plus de la pollution de la nappe, de l'air, il existe aussi le problème des gaz, considérés comme gaz à effet de serre qui rend le CET instable, autrement dit, menacés par des incendies.

2. Composition des DMA

Les déchets ménagers et assimilés changent de composition, d'un pays à un autre, d'une ville à une autre et même d'un quartier à l'autre. La spécificité de la nature et de la composition des déchets varie spatialement et temporellement. Durant la saison d'été, les déchets sont différents des déchets de la saison hivernale. Il y a vingt ou trente ans les déchets produits par les Algériens étaient un peu différents. La figure 11 donne la composition des DMA de l'année 2018-2019.

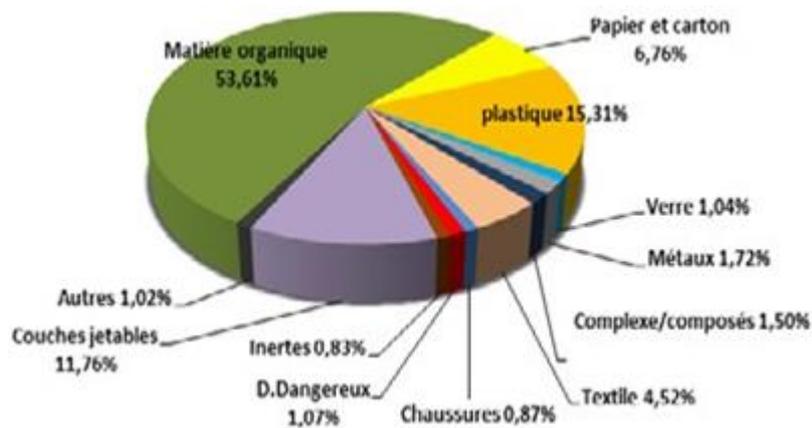


Figure 11. Composition moyenne annuelle des DMA (Source: AND, 2020)

Ces résultats montrent que la fraction organique reste la plus prépondérante des DMA, avec 53,61%, suivi par le plastique qui représente 15,31% et enfin la fraction papier/carton avec 6,76%. Cette campagne a également mis en évidence le problème des couches jetables qui représentent une fraction importante des DMA avec environ 11,76%, ce qui nécessite de mettre en place un mode de traitement spécifique pour ce type de flux.

3. La gestion

3.1. Pré-collecte

Le concept de pré-collecte sous-entend toutes les opérations qui précèdent la collecte effective des déchets. Elle vise le recueil, le rassemblement et le stockage des déchets, dans un lieu dédié à cet effet. Cette phase a une importance croissante qui se manifeste tant par son impact sur l'environnement que par rapport à l'organisation de la collecte, compte tenu de l'évolution du volume des déchets dans l'espace et dans le temps.

Le dispositif de pré-collecte est très hétérogène, on trouve, en plus des sacs à ordures qui jonchent le sol, des conteneurs de différents types et volumes comme par exemple les bacs en PEHD (180 l, 240 l, 770 l et 1100 l), les caissons métalliques de 6 à 12 m³, les niches en maçonnerie, métalliques, dévidoirs et trémies au niveau de certaines zones inaccessibles aux moyens de roulants de collecte à l'exemple des Casbah, Ksours et des ruelles trop étroites.

Sur le terrain, de nombreuses imperfections ont été constatées concernant le dispositif de pré-collecte utilisé à savoir, la répartition spatiale, ne couvrant pas entièrement le

territoire communal, le déficit en nombre requis, ne répondant pas aux besoins locaux et enfin l'état de vétusté avancée des équipements utilisés.

Ces défections représentant souvent une difficile problématique pour les collectivités locales du fait de leur incidence sur le niveau de la salubrité urbaine, il est avéré que pour une telle situation récurrente, les possibilités d'investissement en matière de compensation du déficit sont compromises pour des raisons budgétaires.

Il faut noter aussi, qu'en dépit des efforts fournis dans certaines expériences/projets pilotes, le système de pré collecte dédié au tri sélectif est peu ou pas développé et souvent objet d'actes de vandalisme (vol, incendie et détérioration).

Une nouvelle approche a été entreprise par l'AND, en reconsidérant les flux prioritaires à mobiliser et le type de dispositif à mettre en place.



Figure 12. Exemples des bacs de pré-collecte. Source : (AND, 2020)

3.2. Collecte et transport

Les étapes parcourues par les déchets sont constituées d'une combinaison de plusieurs maillons logistiques, commençant par la pré-collecte; les déchets triés ou non triés sont collectés par les opérateurs chargés de la collecte puis transportés soit, vers les centres de transfert soit, directement vers les installations de traitement (figure 13).

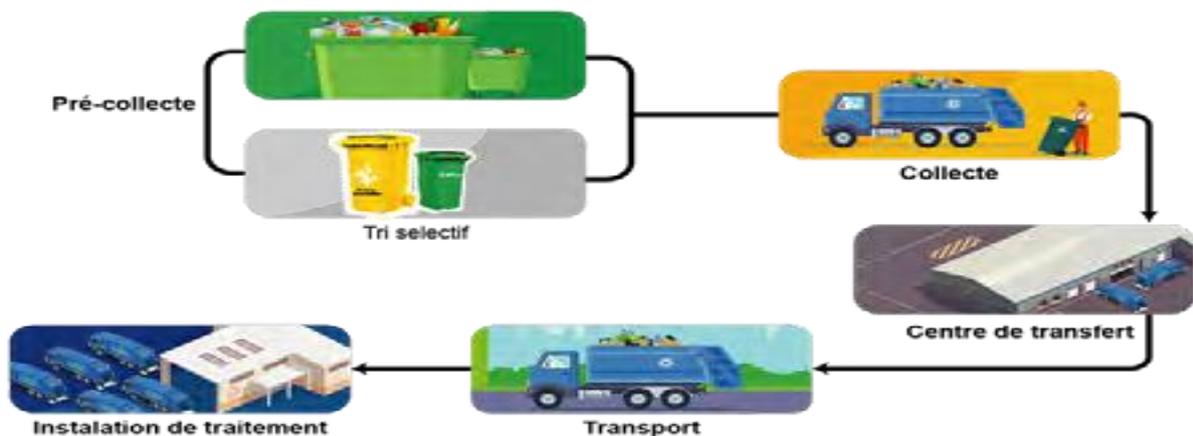


Figure 13. Processus de pré-collecte, de collecte et du transport des DMA. (AND, 2020)

Concernant les moyens logistiques utilisés, on compte une diversité de moyens roulants de plusieurs types de bennes tasseuses, de bennes satellites (bennes ouvertes), de bennes amplirrolls, de micros bennes et de bennes tractables par engin agricole.



Figure 14. Logistique utilisée pour la collecte des déchets. (AND, 2020)

Le transport des déchets se fait directement après la collecte et la pré-collecte, les opérateurs chargés de la collecte transportent soit, directement les déchets vers les installations de traitement, soit vers des centres de transfert puis vers les installations de traitement (CET et DC). Dans certaines Communes, les camions parcourent un kilométrage conséquent qui dépasse la norme admise qui est de 23 km pour atteindre les installations de traitement, ce qui accentue la vétusté précoce des moyens roulants et incite les collectivités locales à exploiter un site de manière non réglementaire pour réduire les charges liées au transport et préserver leurs moyens logistiques.

Les centres de transfert sont des installations classées dédiées pour résoudre ce type de problèmes, il s'agit de centres qui reçoivent les déchets collectés des Communes pour les traiter (trier, séparer, compacter, ...) avant de les acheminer vers les centres d'enfouissement technique.

Ces centres de transfert ont le grand avantage de:

- Réduire le coût de la gestion des déchets en réduisant significativement le nombre de rotations vers les CET, souvent implantés loin des zones urbaines.
- Trier les déchets et d'en récupérer un maximum avant de passer à l'enfouissement.

3.3. Valorisation des déchets

Par définition, la valorisation des déchets englobe « toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets ». La valorisation des déchets est considérée comme un facteur essentiel pour le développement durable pour des raisons Environnementales et économiques. La réduction de déchets stockés en décharge et l'optimisation des ressources en particulier, la matière première, réduisent l'impact sur l'Environnement. La valorisation participe à la croissance économique en créant de nouveaux emplois et en générant un gain financier considérable.

3.3.1. Matériaux solides

Les matériaux les plus recherchés sont papier/carton, plastiques, métaux, verre et bois.

Tableau 8. Valorisation des DMA par matière

Matière	Valorisation
Papier/carton	<p>La récupération du papier/carton se fait en général, au niveau des petits commerces, installations de traitement et des industries. Ils sont ensuite, acheminés dans des hangars de stockage pour le tri et la mise en balle. Une fois la valorisation terminée, le produit est:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soit vendu aux usines de production où ils utilisent les balles de papier/carton comme matière première secondaire. • Soit passer à l'unité de recyclage. Les quantités de papier/carton triées et pressées sont transformées en produits finis (palettes pour œufs, serviettes en papier...). • Soit il est intégré dans le circuit commercial pour le produit fini.
Plastique	<p>L'essentiel de la récupération des plastiques (PET, PEHD, film plastique, PP, PS, Caoutchouc, PVC) se fait soit, au niveau des industries et des petits commerces, soit dans les installations de traitement. Ils sont ensuite, transportés dans des hangars de stockage, afin d'être triés selon le type de plastique. le plastique est compacté et mis en balles pour être conduit en suite, soit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aux usines de production • Aux unités de recyclage c'est le début du processus de recyclage, les déchets sont alors déchiquetés et broyés à l'aide d'un broyeur, puis lavé, rincés et séchés avant de passer au granulateur. • Les granulés. • plastiques broyés, ils peuvent être acheminés et vendus comme matière première secondaire aux usines de production.
Verre	<p>La récupération du verre se fait soit, au niveau des industries et des petits commerces, soit au niveau des installations de traitement. Les quantités récupérées sont acheminées vers des hangars de stockage afin d'être triées selon le type, puis nettoyer pour être en suite vendues soit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aux usines de production. • Aux unités de recyclage est le début du processus de recyclage et de transformation. Les verres récupérés sont alors lavés et broyés, puis transformés en produits finis (supports pour les pieds de table, articles pour la décoration, etc.). Ces derniers sont vendus aux artisans et petits commerces.
Bois	<p>Les déchets de bois (copaux, bois et meubles usagés, etc.) sont récupérés au niveau des installations de traitement, des industries de bois et même dans des petits commerces. Sont acheminés dans des hangars de stockage pour être triés, puis reconduit soit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour la réutilisation et le réemploi • Aux unités de recyclage et de transformation. Il existe deux types de transformation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transformation avant broyage le déchet de bois trié est transformé en charbon, puis vendu aux petits commerces.

	<ul style="list-style-type: none"> Transformation après broyage les sciures de bois sont utilisées par les éleveurs de bétail, ou transformés en produits finis comme les panneaux MDF qui sont vendus aux menuisiers ou à d'autres utilisateurs.
Métaux ferreux et non-ferreux	<p>La filière de valorisation des métaux ferreux et non-ferreux est alimentée par des déchets d'origines variées, la récupération se fait au niveau des industries, mais aussi, au niveau installations de traitement et des petits commerces. .Les déchets sont acheminés dans des aires de stockage afin d'être triés selon le type (Fer, Aluminium, Fonte.... etc.). Ils sont en suite, conduits et/ou vendus:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Aux usines de production. •Aux unités de recyclage et transformation. Les métaux triés sont alors transformés en lingots, en passant par un four à haute température avec une capacité de production de 500Tonnes/jour. <p>Les plus importants transformateurs sont les grandes usines de métallurgie qui opèrent sur le marché Algérien - TOSYALI à Oran et - le complexe sidérurgique d'El Hadjar à Annaba. Ces deux usines sont le contrôle sur le plus grand flux du pays.</p>

Source : (AND, 2020)

3.3.2. Quantité des DMA valorisée par catégorie de déchet

A l'échelle du pays, les métaux ferreux constituent la filière de valorisation la plus importante. La quantité valorisée annuellement est d'environ 628 915 tonnes. Celle-ci englobe, les déchets de fonte, d'acier et de fer. Ils sont générés en grandes quantités dans plusieurs secteurs, notamment celui du BTP (Bâtiments et Travaux Publics). Les déchets de plastique et papier/carton sont aussi valorisés représentant respectivement 304 321 t/an et 108 396 t/an. Ils sont suivis par des tonnages modestes des métaux non-ferreux et du bois.

Le graphe 15, présente les quantités des déchets valorisées par filière, sur l'ensemble du pays.

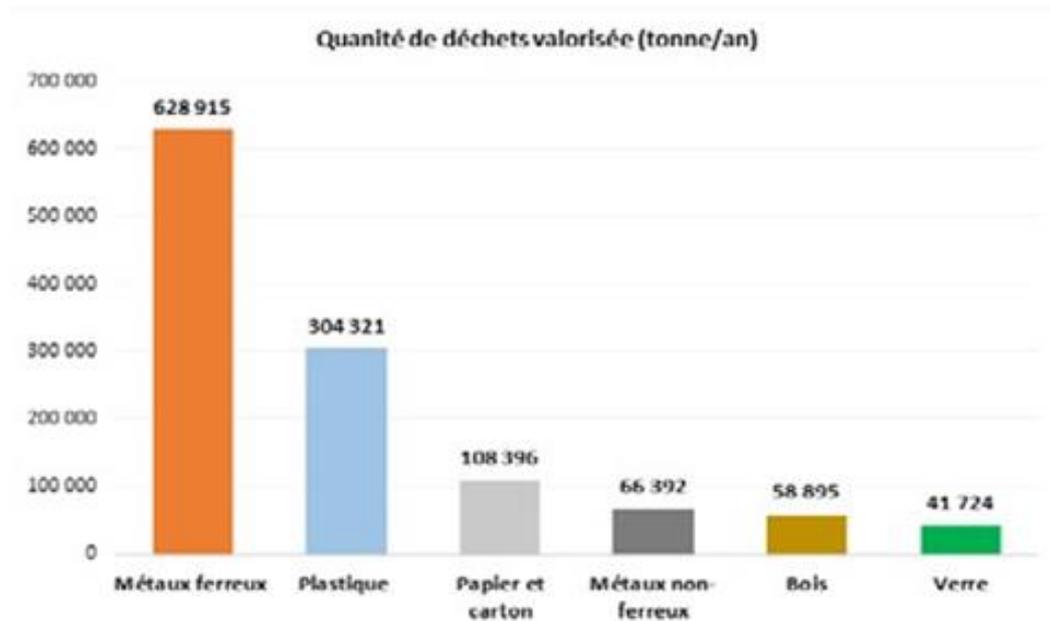


Figure 15. Graphique des quantités des déchets valorisées en Algérie. (Source: AND, 2020).

3.3.3. Compostage

Par définition, le compostage est un mode de traitement des déchets organiques biodégradables qui est basé sur un processus naturel de décomposition de la matière organique en milieu aérobie (en présence d'oxygène). Il consiste à former un andain de déchets biodégradables avec humidification et mélange régulier de ce dernier, afin de produire un fertilisant naturel nommé compost. La figure ci-dessous résume les différentes étapes de production du compost.

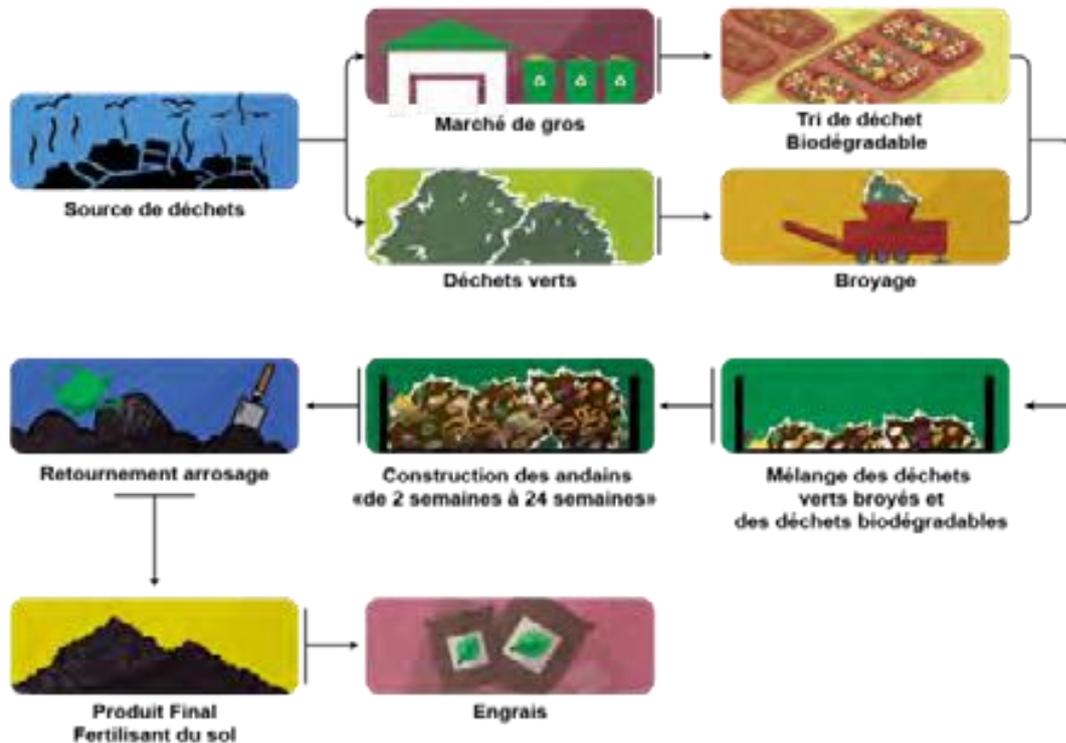


Figure 16. Schéma explicatif de la valorisation des déchets organiques. (AND, 2020)

4. Traitement par enfouissement

En 2020, la quantité traitée de DMA dans des CET et DC a été évaluée à 6 Mt (AND, 2021), soit un taux de traitement de 45% par rapport à la quantité totale générée, estimée à 13,5 Mt. La carte ci-dessous, montre l'estimation des quantités annuelles de DMA traitées par wilaya. Il est à rappeler que le taux de la collecte à l'échelle nationale est nettement inférieur à 100 (entre 85 et 90% dans les zones urbaines et en dessous de 70% dans les zones rurales. Aussi, la capacité installée de traitement des déchets n'est pas suffisante.

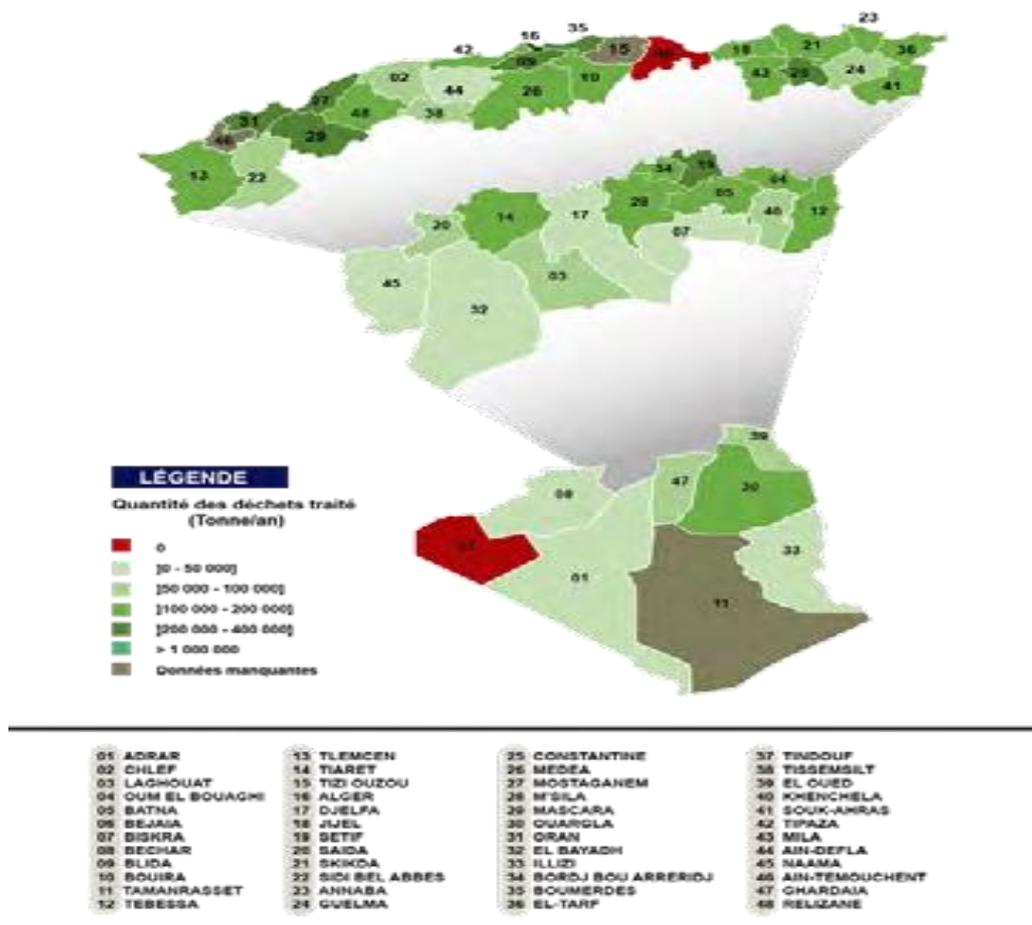


Figure 17. Quantités des DMA traités en Algérie par wilaya. (Source: AND, 2020)

Les quantités de déchets traitées sont faibles dans les wilayas du Sud et bien plus importante dans les wilayas du Nord. Cela est en parfaite corrélation avec la production des déchets. Néanmoins, certaines problématiques du traitement des déchets, notamment les Communes non desservies par les installations de traitement, créent des écarts importants entre la production et le traitement des déchets. C'est le cas des wilayas de Djelfa, Biskra et Ain Defla qui ont une production des déchets nettement plus élevée que leur traitement, en comparaison avec les autres wilayas.

Les wilayas de Tindouf et de Bejaia sont des cas particuliers, dans la mesure où l'absence de traitement est due à l'inexistence d'installations opérationnelles. La décharge

contrôlée de Tindouf est sur saturée et les casiers ont même débordé. Le CET de Bejaia est fermé depuis 2016, juste après son inauguration, suite à l'opposition des citoyens.

Selon l'étude de Djemaci (2012), l'Algérie met en service plus de 4000 véhicules pour le ramassage et transport des déchets, dont 267 à benne tasseuses. Le cout de la collecte revient à 2469 DA/t, soit 35 DA/hab/mois.

Chapitre 3. La gestion des déchets inertes

1. Production

Les déchets inertes sont définis comme « tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, aux êtres vivants ou à l'environnement.

L'expansion démographique est accompagnée d'une augmentation du besoin de nouveaux logements. Pour répondre à ce besoin le nombre de chantiers du BTP est en forte augmentation, c'est pour cela que les quantités de Déchets Inertes générées ne cessent d'augmenter.

La production annuelle des déchets inertes issus essentiellement du secteur du BTP (Déchets de construction et démolition), représentaient environ 11 millions de tonnes en 2016(SNGID-2035).

Les nombreux chantiers ouverts pour la construction et la réhabilitation des bâtiments, ainsi que les nombreux chantiers de démolitions de bâtiments, génèrent des quantités importantes de débris de toutes natures.

Les entreprises de bâtiment et de travaux publics (BTP) sont de grandes productrices de déchets inertes (béton, briques, tuiles, bétons revêtus de colles, plâtres, verre, terres et cailloux, matériaux d'isolation, revêtements de sol...). On estime cette production pour l'année 2020 à plus de 13 millions de tonnes.

2. Pré-collecte

Il est nécessaire de garantir une séparation entre les différents flux de déchets de construction à même leur lieu de production. A cet effet, les promoteurs sont tenus de concevoir à même leurs chantiers des espaces de stockage différenciés conformément aux

modes d'évacuation et de traitement ultérieurs. Sur la plupart des chantiers, la séparation des matériaux est une pratique très rare à cause de:

- Non-respect de la réglementation en vigueur.
- L'absence de la valorisation des DI en Algérie.

3. Collecte et transport

La collecte des déchets inertes générés dans le secteur de la construction est assurée par les professionnels du domaine (entreprises de BTP) et/ou des opérateurs privés qui les acheminent vers les zones de gravats et les centres de décharge des DI mises à leur disposition par les collectivités locales.

Les déchets inertes (DI) générés par les particuliers sont également acheminés vers les zones de gravats et les centres de décharge des DI quand ils ne sont pas déversés dans des décharges sauvages.

Pour la wilaya d'Alger, c'est l'EPIC ASROUT assure la collecte et le transport des déchets vers le Centre d'Enfouissement Technique de Hamici (figure 18).



Figure 18. Les travaux de l'EPIC ASROUT. Source : (AND, 2020)

4. Valorisation

Au même titre que les DMA, les déchets inertes sont aussi un gisement à fort potentiel économique. Il existe deux modes de valorisation des DI:

- La valorisation directe sur site par le réemploi des matériaux, en les réutilisant pour la même fonction, ou par leur recyclage, en les réutilisant dans une autre fonction grâce à une opération de transformation.
- Le recyclage dans des installations dédiées ils subissent alors diverses opérations de tri par taille, de retrait des indésirables (bois, plâtre, métaux, plastiques...) et de concassage.

Les déchets inertes sont généralement utilisés comme tout-venant pour la construction des routes ou comme remblais dans les travaux de nivellement. Mais ils peuvent aussi être utilisés:

- En techniques routières (remblai, couche de forme, granulats dans les couches de chaussées, enrobés de toutes natures pour des travaux d'entretien, couches de support et de roulement, enduit superficiel, constituants de liants hydrauliques, etc.).
- Pour le réaménagement de carrières.
- Pour la construction de voies ferrées.
- Pour la purification des eaux élimination du phosphore et fixation des métaux lourds
- Comme grenaille pour le traitement de surface des métaux.
- Dans l'industrie du verre comme source d'alumine.
- Comme sable de construction (en régression).
- Lors de la réalisation de plates-formes de stockage, de plates formes industrielles.
- Pour le traitement de sols en association avec un liant.

Malgré l'importance du gisement, la valorisation des DI en Algérie reste très loin des attentes. La seule et unique expérience menée à ce titre est à mettre à l'indicatif du CET de Hamici Alger où un concasseur et un cribleur ont été mobilisés. Les produits concassés sont utilisés comme matériaux de couverture au niveau du casier (source GECETAL).

5. Elimination

En 2020, 30 centres de décharge des DI ont été recensés. 27 centres sont opérationnels alors que 2 sont achevés non opérationnels et 1 fermé. Il existe aussi, 30 zones de gravât recensées sur l'ensemble du territoire national. Ces sites sont soit des zones de stockage (CET), soit des anciennes carrières exploitées de façon non appropriée (absence de clôture, pont-bascule, etc..).

En comparant ce chiffre aux 27 centres de décharge opérationnel, il peut sembler que la plupart des déchets inertes finissent dans les zones pour gravât, mais cela n'est pas forcément le cas, car, il ya un flux de déchets qui finit dans les décharges sauvages. Il faut savoir que les décharges sauvages sont la destination privilégiée des déchets inertes au même titre que les DMA, ce flux est assez conséquent.

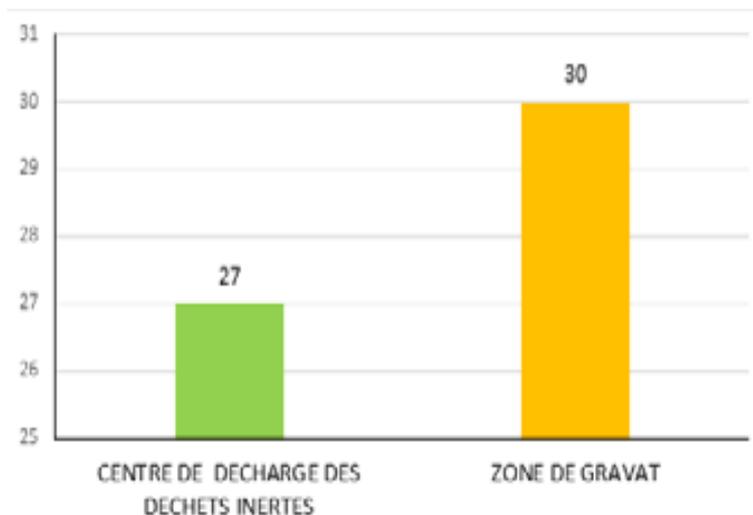


Figure 19. Nombre des zones et centres de décharge des déchets inertes. (AND, 2020)

Chapitre 4. La gestion des déchets spéciaux et spéciaux dangereux

1. Production

Les déchets spéciaux sont tous les déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, ou tout autres services et activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

Les déchets spéciaux dangereux sont tous les déchets spéciaux qui de par leurs constituants ou de par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'Environnement.

Le critère de dangerosité est le seul paramètre qui permet de définir si le déchet est spécial et dangereux quelque soit la source, ou la quantité produite. Pour rappel, il existe 14 critères de dangerosité répertoriés comme suit : explosif, comburant, extrêmement inflammable, facilement inflammable, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérogène, corrosif, infectieux, toxique vis à vis de la reproduction, mutagène et dangereux pour l'Environnement.

En raison de leurs compositions ou de leurs propriétés physico-chimiques, les DS et DSD nécessitent d'être collectés, transportés et traités de manière appropriée, ils peuvent être éliminés par incinération ou par stockage dans des centres d'enfouissements techniques après une stabilisation. Ils peuvent, aussi, être orientés vers des filières de valorisation.

Les ménages et les administrations font partie aussi des générateurs de déchets spéciaux et spéciaux dangereux en produisant des quantités plus ou moins variables par rapport aux autres producteurs, comme certains déchets d'équipement électroniques, piles, produits de nettoyage, peintures, vernis, colles, cires, solvants, détergents, produits phytosanitaires et autres déchets contaminés comme ceux issus des constructions et de réhabilitation ou de démolition.

La production des déchets spéciaux dangereux a été estimée de l'ordre de 325 000 tonnes/an par le Cadastre National des Déchets Spéciaux (CNDS) 2003. En vue d'actualiser ce chiffre et d'apprécier son évolution le Ministère de l'Environnement a lancé des campagnes de quantification de certains flux durant l'élaboration de la SNGID. Cette activité a été confiée à l'AND qui a mené des enquêtes de collecte de données concernant les flux à fort potentiel économique, à savoir les huiles alimentaires et industrielles usagées, batteries usagées, pneus hors d'usages, DEEE, filtres à huiles et les déchets d'activités de soins.

Les déchets spéciaux, en raison des risques liés à leur manipulation, sont soumis à une logistique spécifique et des règles strictes en matière de collecte, de stockage et de transport.

2. Pré-collecte

Les déchets sont séparés à la source dans des conditionnements adaptés à leurs types et natures physique (liquides, solides, pâteux et gazeux). Dans le cas des déchets d'activités de soins, un code couleurs est attribué aux différents types relativement aux déchets qui les constituent, la couleur jaune pour les déchets à risques infectieux, rouge pour les toxiques et verte pour les déchets anatomiques.

Selon leur nature, ils sont conditionnés dans des sachets en plastiques rigides s'agit des déchets mous, et dans des mini-collecteurs pour les déchets piquants coupants et tranchants.



Figure 20. Code couleur des déchets s'activité de soins. Source : (AND, 2020)

On peut citer, aussi, l'exemple des huiles usagées provenant principalement des vidanges qui sont généralement stockés dans des futs, des citernes ou des cuves étanches avant qu'ils soient collectés par des collecteurs spécialisés.

Le transport des DSD doit se faire dans un emballage qui tient compte de leur nature, leur état ainsi que leur dangerosité et qui résiste aux secousses, aux chocs, aux pressions, à la chaleur et à l'humidité.

3. Collecte

La collecte des déchets spéciaux et spéciaux dangereux est régie par le décret exécutif n° 09-19 du 20 janvier 2009 portant réglementation de l'activité de collecte des déchets spéciaux, qui définit la responsabilité de toute personne morale ou physique désirant exercer une activité qui engendre ce type de déchets. Sachant que tout opérateur de collecte doit disposer d'un agrément délivré par le Ministère de l'Environnement pour un ou plusieurs types de déchets spéciaux, dont la durée de validité est de 5 ans renouvelables.

Plus de 500 entreprises exercent dans l'activité de collecte au niveau national pour une ou plusieurs catégories de déchets spéciaux et spéciaux dangereux au cours de l'année 2020.

4. Stockage

Après la collecte, certains déchets spéciaux dangereux sont stockés avant d'être acheminés vers les lieux de traitement et/ou de valorisation notamment ceux destinés à l'exportation en raison de l'absence d'installations de traitement au niveau national comme pour le cas des déchets des équipements électrique et électroniques, les huiles usagés, les PCB (polychlorobiphényles)...etc.

En cas de stockage, les DSD doivent être mis dans des conteneurs ou locaux étanches facilement nettoyables avec des systèmes de ventilation et d'un accès facile. Un étiquetage et un code couleur doivent être respectés en conformité avec ce type de déchet.



Figure 21. Pictogramme de dangerosité. Source : (AND, 2020)



Figure 22. Exemple d'un lieu de stockage des transformateurs PCB. Source : (AND, 2020)

5. Transport

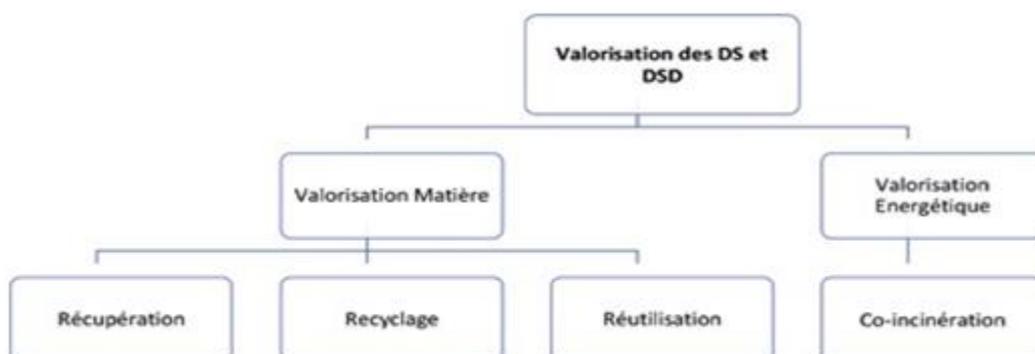
Le transport est défini par la réglementation algérienne (Réglementé par le décret exécutif n°04-409 du 04 décembre 2004 fixant les modalités de transport des déchets spéciaux dangereux) comme l'ensemble des opérations de chargement, de déchargement et de déplacement des déchets spéciaux dangereux. Les moyens de transport des DSD sont soumis à des conditions générales en termes d'emballage, de logistique et des consignes de sécurité. En outre, le transporteur des DSD doit justifier d'un brevet professionnel attestant le suivi d'une formation appropriée.



Figure 23. Transport conforme et non conforme des DS et DSD. Source : (AND, 2020)

6. La valorisation

La valorisation des déchets spéciaux dangereux inhibe les éléments polluants à forte concentration de toxicité susceptibles de présenter des risques sur la santé de l'homme et de polluer l'environnement. Le diagramme ci-dessous illustre les options usitées pour la valorisation des déchets spéciaux et spéciaux dangereux.



La valorisation des déchets dangereux commence par la récupération des composants précieux, métaux, matières ou substances. Cette activité peut néanmoins se révéler dangereuse dans le cas où elle n'est pas encadrée par une réglementation spécifique ou non-conforme à la législation (loi 01-19).

La valorisation est un processus qui commence depuis les opérations de recyclage par des techniques spécifiques pour en suite transformer ces composants en matières premières secondaires (MPS) ou en sous-produits, selon les besoins du marché mais, aussi en fonction des objectifs Environnementaux en réutilisant les DS/DSD.

A titre d'exemple, les pneus usagés sont réutilisés en génie civil pour stabiliser et renforcer les remblais afin d'éviter l'érosion des sols ou dans la conception des pentes comme barrières d'amortissement en cas de collision.

Outre les modes suscités, il y'a la co-incinération où le déchet est utilisé comme co combustible. Des cimenteries installées sur le territoire national intègrent certains déchets, à haut pouvoir calorifique (plastiques contaminés, boue de forage, ...) dans le processus de combustion sans nuire à la qualité du produit final. La société LAFARGE OGGAZ a adopté le processus de co-incinération.

Dans les faits, aucune déchetterie n'assure la récupération et les stockages des DS et DSD. Ce qui implique que la récupération de cette matière se fait directement à la source ce qui donne lieu à des situations hasardeuses et potentiellement dangereuses tant pour les intervenants dans ces opérations que

Pour l'Environnement du fait que les déchets dangereux sont transportés à l'air libre et dans des conteneurs non adaptés. La production grandissante de ce type de déchets a donné lieu à l'émergence de pratiques frauduleuses. Certains opérateurs, dûment agréés pour intervenir dans la collecte et le transport des DS/DSD outre passent leurs compétences en faisant dans la récupération de quelques matières comme le plomb à partir des batteries usagées et du cuivre à partir de la transformation des câbles électriques entre autres exemples constatés.

7. Elimination

Les entreprises sont tenues, conformément à la réglementation en vigueur, de prendre en charge les déchets qu'elles produisent. Elles se doivent de traiter voir, d'éliminer les DSD par le moyen de leurs propres installations comme elles sont autorisées à sous-traiter le traitement des DSD par des organismes étrangers si aucune installation nationale n'est en mesure de le faire.

Le traitement des DSD est assuré en majorité par des entreprises privées nationales créées à cet effet et dûment agréées par le Ministère de l'Environnement utilisant deux modes de traitement qui sont l'incinération et la banalisation.

Tableau 9. Nombre des installations privées d'élimination des DSD en Algérie.

Type d'installation	Nombre	Type de déchets traités
Incinérateur	3	Déchets industriels (les boues, les emballages contaminés, et les Résines, ...)
	10	Déchets d'activités de soins (Déchets coupants, piquants, tranchants, ...)
Banaliseur	7	

Source : (AND, 2020)

Les incinérateurs utilisent un processus d'oxydation sec à haute température (850°C à 1100°C) et qui réduit significativement le volume des déchets et leurs poids.



Figure 24. Incinérateur. Source : (AND, 2020)

Aussi, la banalisation des DAS consiste en un prétraitement par désinfection, d'abord les déchets sont déchiquetés puis désinfectés. Les deux méthodes les plus utilisées pour la désinfection sont la vapeur d'eau sous pression (autoclavage) et les micro-ondes.



Figure 25. Banaliseur. Source : (AND, 2020)

En 2020, la quantité des déchets d'activités de soins incinérés par les prestataires spécialisés s'élevait à 4 820 tonnes, sans tenir compte des quantités traitées dans les unités propres à certains établissements sanitaires.

Conclusion

Les efforts fournis par les pouvoirs publics de prendre en charge la gestion des déchets ménagers est très insuffisante. Le premier maillon, à savoir la collecte, est très défectueux et le citoyen lambda se rend compte de cela à coup d'œil. Les lieux publics en ville, l'environnement naturel en campagne sont couverts de déchets de toute nature. Les décharges sauvages métastasent dans les tissus urbain et rural.

La suite du processus de gestion, comme le tri et le recyclage sont au stade de balbutiements, on ne trie et on ne valorise qu'un faible taux ne dépassant pas les 10%.

Le nombre de travailleurs et d'engins affectés à cet usage est très en dessous des normes européennes. L'incivisme des gens complique davantage la tâche. La gestion des déchets est imbriquée dans le modèle de gestion des villes. Elle doit constituer une priorité si on se projette pour une vie saine dans un environnement propre.

Références bibliographiques

- 1- Garaude P. 2021- Vers une gestion plus intelligente des déchets.
- 2- Sotamenou J. 2010- Le compostage : une alternative soutenable de gestion des déchets solides au Cameroun. Thèse de doctorat université Yaoundé II, 364P.
- 3- Aghiles R. 2017- Gaspillage : 90 millions de pains dans la poubelle d'Alger in A.F- Algérie focus du 14-10-2017
- 4- Belbedjoui B. 2022- L'économie circulaire peut doubler le chiffre d'affaire des entreprises. salon Plast Alger.
- 5- B.M. Banque Mondiale. 2018- Déchets : quel gâchis 2.0 » : un état des lieux actualisé des enjeux de la gestion des ordures ménagères.
- 6- Djemaci B. 2012- la gestion des déchets municipaux en Algérie. Analyse prospective et éléments d'efficacité. Th. Doc. Univ. Rouen, 393P.
- 7- Lina T. 2022- Le Plan Bleu, Centre d'expertise pour le développement et l'environnement au service des pays riverains de la mer Méditerranée.
www.planbleu.org
- 8- C. Deluzarche C. 2022- in Banque Mondiale,
<https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/environnement-10-chiffres-montrent-monde-va-crouler-sous-dechets-73196/>
- 9- SGA. State of Global Air. 2020- <https://www.stateofglobalair.org>
- 10- OND (2020)-Rapport de l'état de gestion des déchets en Algérie. AND, P150
- 11- ONU (2022)- L'évolution démographique. www.un.org
- 12- <https://www.gekader.org.tr/>
- 13- <https://www.planetoscope.com>, 2020
- 14- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/cities/> 2022
- 15- <https://www.ons.dz/>
- 16- <https://and.dz/>. Agence nationale des déchets.
- 17- <https://www.banquemonddiale.org/fr/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- 18- www.greenpeace.org
- 19- ONS (2022)- La population algérienne. <https://www.ons.dz>
- 20- JICA. 2018- Magasine de l'agence japonaise de coopération internationale.
www.jica.go.jp/french/oct28oct2018vol10n4.
- 21- UICN (2022) <https://www.iucn.org>
- 22- ALCOA Australie. <https://www.alcoasuper.com.au/>
- 23- www.oms.org 2020
- 24- GIZ. 2022- Renforcement des filières de recyclage en Algérie. FILREC-GIZ.
www.giz.de.
- 25- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Algérie>, 2022

