



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département de sécurité industrielle et environnement

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène et Sécurité industrielle
Spécialité : Sécurité Prévention et Intervention

Thème

Recyclage des Batteries

Présenté et soutenu publiquement par :

HAMMOU ZERROUKI Aissa et HAGANI Soheib

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Arbi Maachia	MCB	IMSI	Président
Aouimer Yamina	MAA	IMSI	Encadreur
Beloufa Khadidja	MAA	IMSI	Examineur

Année 2022/2023

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

On tient à notifier un remerciement spécial à nos parents, nos très chères Mères et nos très chers Pères qui nous ont aidés et nous ont beaucoup encouragé durant toutes nos études.

Nos sincères remerciements à notre encadreur Mme Aouimer, pour sa compréhension, sa patience, ses remarques qui ont été précieuses.

Nous tenons à remercier vivement les membres de jury Mme Arbi et Mme Beloufa qui nous feront l'honneur de juger notre travail.

On adresse nos profonds remerciements à nos enseignants de l'institut de maintenance et de sécurité industrielle.

Sans oublier de remercier l'ensemble du personnel de ECO RECYCLAGE pour leur encouragement ainsi à tous ceux qui nous aidés.

Enfin, nos remerciements s'adressent aux étudiants de notre Groupe PI M2 et nos amis et à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.

Aissa et Soheib

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes parents (Amer et Mestfaoui Zohra), pour leurs sacrifices, amours, tendresses, soutiens et prières tout au long de mes études.

A mes frères (Mohamed, Brahim, Hamza) et sœurs (Hadjouja et Nabia) pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

A mes meilleurs amis Leila, Hami, Rami et SidAli.

Merci d'être toujours là pour moi

Aissa

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents qui m'ont donné toujours l'espoir
de vivre et n'ont jamais cessé de prier et penser à moi.*

*A mes chers frères pour leurs encouragements permanents, et leur
Soutien moral.*

A mon binôme Aissa.

A mon cher frère pour son appui et son encouragement.

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon
parcours universitaire.*

Merci d'être toujours là pour moi.

Soheib

Résumé

Notre recherche souligne l'importance cruciale du recyclage des batteries pour préserver l'environnement.

Nous avons cherché à sensibiliser la population à travers une campagne active, en mettant en place des collecteurs de piles et en diffusant des informations sur les avantages du recyclage. Ceci pour encourager davantage d'initiatives de recyclage des piles et contribuer à renforcer les politiques environnementales afin d'assurer un avenir durable pour notre planète.

Abstract

Our research emphasizes the crucial importance of battery recycling for environmental preservation. We have aimed to raise awareness through an active campaign, by establishing battery collection points and disseminating information about the benefits of recycling. This is for encourage further initiatives for battery recycling and contribute to strengthening environmental policies, ensuring a sustainable future for our planet.

ملخص

يسلط بحثنا الضوء على أهمية حاسمة لإعادة تدوير البطاريات للحفاظ على البيئة, سعينا لزيادة الوعي بين الناس من خلال حملة نشطة , عن طريق إنشاء مجمعات لجمع البطاريات ونشر المعلومات حول فوائد إعادة التدوير. وذلك لتشجيع المزيد من المبادرات في مجال إعادة تدوير البطاريات والمساهمة في تعزيز السياسات البيئية لضمان مستقبل مستدام لكوئنا.

Liste des figures

Figure (I.1) : Comment recycler les métaux ?	11
Figure (I.1) : EPE ENR SPA UNITE PONT-BOUCHET ANNABA	13
Figure (I.1) : 3R SANTE, SPA	14
Figure (I.1) : TOPRECYCL	16
Figure (II.2) : Diagramme de flux de matière [scénario A1].	29
Figure (II.3) : Diagramme de flux de matière [B1]	30
Figure (II.4) : Diagramme de flux de matière [scénario C1].	31
Figure (II.5) : Diagramme de flux de matière [scénario D1]	32
Figure (III.1) : Les aiguilles et les seringues	51
Figure (III.2) : Les déchets infectieux	51
Figure (III.3) : Le stockage pour le recyclage des déchets	52
Figure (III.4) : Les déchets dangereux dans les usines.	57
Figure (III.5) : Recyclage et traitement des batteries	58
Figure (III.6) : La gestion des déchets dangereux	59
Figure (IV.1) : Eco Recyclage	63
Figure (IV.2) : Situation Géographique d'ECO RECYCLAGE	63
Figure (IV.3) : Conteneurs pour batteries usagées	64
Figure (IV.4) : le processus de recyclage des batteries usagée	65
Figure (IV.5) : Un modèle de collecteur des piles réalisé par les moyens utilisés	74

Liste des tableaux

Tableau (I) : Projections relatives à l'Algérie à l'horizon 2020.....	19
Tableau (II) : Les différents secteurs de la zone d'Oran et la production de résidus solides urbains	21
Tableau (III) : Les différents secteurs de la zone d'El Ançor et la production de résidus solides urbains. ..	21
Tableau (IV) : Les différents secteurs de la zone d'Arzew et la production de résidus solides urbains	21
Tableau (V) : Nature de l'échantillon de déchets entrant sur le décharge d'El kerma	23
Tableau (VI) : Ratio de production [GM, DV, encombrants, dangereux].....	23
Tableau (VII) : Refus de traitements.....	23
Tableau (VIII) : Différents scénarios de la zone d'Oran.....	25
Tableau (IX) : Description des différents schémas de gestion des déchets	26
Tableau (X) : Composition globale des résidus solides urbains... ..	28
Tableau (XI) : Composition moyenne de la poubelle d'ordures ménagères d'Oran	28
Tableau (XII) : Hypothèse appliquées pour la zone d'Oran I [Population : 996 809 habitants]... ..	29
Tableau (XIII) : Hypothèse appliquées pour la zone d'Oran II, communes semi-urbaines [Population: 256 065 habitants]	31
Tableau (XIV) : Hypothèse appliquées pour la zone d'El Ançor semi-urbaine [Population :107 771 habitants]... ..	32
Tableau (1) : Essais de classification des déchets dangereux... ..	48

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 01	4
LES RESSOURCE EN MATERIAUX	6
RECYCLAGE DES DECHETS DANGEREUX DANS LE MONDE ET EN ALGERIE	7
COLLECTE ET RECYCLAGE DES METAUX.....	8
RECUPERATION ET RECYCLAGE DE DECHETS METALLIQUES INDUSTRIELS.....	10
1.5. LES ENTREPRISES DE RECYCLAGE DES DECHETS EN ALGERIE	12
I.4. TOPRECYCL.....	16
CHAPITRE 02	17
I- PROPOSITION DE SCENARIO DE GESTION DES RESIDUS SOLIDES	
URBAINS DANS LA REGION D'ORAN, ALGERIE	18
1- PROBLEMES DE GESTION DES RESIDUS SOLIDES URBAINS EN ALGERIE.....	18
1.1- Population urbaine et manque d'infrastructures.....	18
1.2- Organisation administrative et gestion des résidus solides urbains.	18
1.3- Gestion des résidus solides urbains dans la zone d'Oran. Production de RSUpar	
Commune.....	19
2- CARACTERISTIQUES DES RSU DE LA ZONE D'ORAN	19
<i>Gestion actuelle des résidus solides urbains.....</i>	19
<i>Approche intégrée de la gestion des RSU.</i>	20
3- APPROCHE METHODOLOGIQUE	22
<i>Présentation de la zone d'étude.....</i>	22
3.2- Description des méthodes.....	22
<i>Différents schémas de gestion pour la zone d'Oran.....</i>	24
<i>Propositions de schémas de gestion</i>	24
4 Résultats et discussions.	26
II- RECYCLAGE DES BATTERIES.....	33
1- Matériaux pour les batteries du futur.....	33
2- Associer des polymères pour augmenter la durabilité des batteries	35
3- Les batteries de moyenne puissance	36
4- Le prix au kilo des batteries usagées	37
5- Comment améliorer notre processus de recyclage	38
6- Les batteries sont recyclables	39

7- Les batteries ne se recyclent pas	40
8. Les composants et les dommages des batteries.....	41
CHAPITRE 03.....	45
1.1- LES NORMES ET REGLES POUR LA GESTION DES DECHETS DANGEREUX	46
MISE EN ŒUVRE ET GESTION	47
Gestion des déchets généraux.....	47
1.2.2- Déchets dangereux.....	49
1.2.3- En résumé.....	49
2.1- LES DECHETS ELECTRONIQUES ET ELECTRIQUES	50
2.2. Stockage des déchets dangereux	52
Les règles de transport des déchets dangereux.....	54
Le transport des déchets dangereux.....	55
Élimination des déchets dangereux	56
2.5. Formation et sensibilisation.....	56
CHAPITRE 04	61
1. INTRODUCTION	62
2. LES ENTREPRISES DE RECYCLAGE QUI EXCITENT EN ALGERIE.....	62
3. VISITE AU SAINT DE L'ENTREPRISE ECO RECYCLAGE	62
L'entreprise.....	62
Figure IV.1 : Eco recyclage.....	63
Situation Géographique	63
Le site ECO RECYCLAGE comprend	63
Caractéristiques de fonctionnement de l'atelier	64
LE PROCESSUS ECO RECYCLAGE	64
ENQUETE SUR LE RECYCLAGE DES PILES.....	66
LES REPONSES DE QUESTIONNAIRE.....	68
PROPOSITION DE PLAN DE COLLECTEUR	72
UNE CONCEPTION D'UN MODELE DE COLLECTEUR DES PILES AVEC LES MOYENS DISPONIBLES	73
AFFICHE DE SENSIBILISATION.....	75
4. CONSEILS POUR AMELIORER LE PROCESSUS DU RECYCLAGE DES PILES ET BATTERIESUSAGEES	76
CONCLUSION GENERALE.....	78

Introduction Générale

Introduction Générale

La production de déchets électroniques et électriques (DEEE) est en constante augmentation, en raison de l'obsolescence rapide des produits et de la forte demande pour les nouvelles technologies. Les DEEE contiennent des matériaux potentiellement dangereux pour l'environnement et la santé humaine, tels que des métaux lourds et des produits chimiques nocifs. Par conséquent, la gestion des DEEE est un enjeu majeur de développement durable, qui nécessite des solutions efficaces pour réduire leur impact environnemental et social.

Le recyclage des déchets dangereux, y compris les batteries, est une des solutions possibles pour gérer les DEEE de manière responsable. Les batteries sont une source importante de déchets dangereux, et leur recyclage est crucial pour éviter leur accumulation dans les décharges et leur impact sur l'environnement. Le recyclage des batteries permet également de récupérer des matériaux précieux, tels que le cobalt, le nickel et le lithium, qui peuvent être utilisés pour fabriquer de nouvelles batteries ou d'autres produits.

Le présent mémoire de fin d'études a pour objectif de fournir une analyse approfondie du recyclage des batteries et de son impact sur l'environnement et la société. Ce mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre abordera le recyclage des déchets dangereux en général, avec un focus sur les ressources en matériaux, le recyclage dans le monde et en Algérie, la collecte et le recyclage des métaux, la récupération et le recyclage des déchets métalliques industriels, ainsi que les entreprises de recyclage des déchets en Algérie.

Le deuxième chapitre se concentrera sur le recyclage des batteries, en examinant les matériaux pour les batteries du futur, l'ajout de polymères pour augmenter la durabilité des batteries, les batteries de moyenne puissance, ainsi que les entreprises de gestion des batteries en Algérie.

Ce chapitre répondra également à des questions pertinentes telles que le prix au kilo des batteries usagées, les méthodes de recyclage des batteries, la recyclabilité des batteries, et les raisons pour lesquelles les batteries ne se recyclent pas.

Introduction Générale

Le troisième chapitre portera sur les normes et règles pour la gestion des déchets dangereux en Algérie et dans le monde.

Enfin, le quatrième chapitre fournira une étude de cas spécifique sur le recyclage des batteries à Oran, en Algérie, pour mieux comprendre les défis, les initiatives et les méthodes mises en place pour gérer les batteries usagées dans cette région.

En résumé, ce mémoire fournira une analyse détaillée du recyclage des batteries et de son impact sur l'environnement et la société. Nous espérons que cette recherche pourra contribuer à une meilleure compréhension de la gestion des DEEE et encourager les initiatives de recyclage responsables pour un avenir durable.

Chapitre 01 :
Recyclage des Déchets dangereux

1 Introduction

Le recyclage des déchets dangereux est un processus important qui permet de récupérer des matériaux précieux à partir de produits en fin de vie tout en minimisant les impacts environnementaux et sanitaires associés à leur gestion. Les déchets dangereux sont des déchets qui présentent un risque pour la santé humaine ou l'environnement en raison de leur toxicité, de leur inflammabilité, de leur réactivité ou de leur caractère corrosif.

Le recyclage des déchets dangereux peut prendre différentes formes, telles que la récupération de métaux précieux, la transformation de déchets chimiques en matières premières ou la valorisation énergétique des déchets. Le choix de la méthode de recyclage dépend du type de déchet et de sa composition, ainsi que des exigences réglementaires en matière de traitement des déchets dangereux.

Dans de nombreux pays, la gestion des déchets dangereux est réglementée et nécessite des certifications et des autorisations spécifiques pour garantir la sécurité du personnel, de l'environnement et de la population locale. Les pays doivent également respecter les normes internationales pour le transport transfrontalier de déchets dangereux, notamment la Convention de Bâle.

En résumé, le recyclage des déchets dangereux est un processus important qui permet de récupérer des matériaux précieux tout en minimisant les impacts environnementaux et sanitaires associés à leur gestion. La gestion des déchets dangereux est réglementée dans de nombreux pays pour garantir la sécurité du personnel et de l'environnement.

2 Les ressources en matériaux

Les ressources en matériaux sont des matières premières nécessaires à la fabrication des batteries. Les matériaux les plus couramment utilisés pour les batteries rechargeables sont le lithium, le cobalt, le nickel, le manganèse, l'aluminium et le graphite. Ces matériaux sont extraits de mines et de carrières à travers le monde, ce qui peut causer des dommages environnementaux importants.

Le recyclage des batteries permet de récupérer ces matériaux pour les réutiliser dans la fabrication de nouvelles batteries, réduisant ainsi la demande pour de nouvelles matières premières. Les batteries recyclées peuvent fournir une source importante de matières premières pour la fabrication de nouvelles batteries, contribuant ainsi à la protection de l'environnement et à la conservation des ressources naturelles.

Cependant, le recyclage des batteries est un processus complexe qui nécessite des technologies spéciales pour extraire et récupérer les matériaux précieux. Les batteries rechargeables contiennent des métaux lourds et des produits chimiques toxiques qui peuvent contaminer l'environnement s'ils ne sont pas éliminés correctement. C'est pourquoi il est important de disposer des batteries usagées de manière responsable et de recycler les matériaux précieux qu'elles contiennent.

En plus de la récupération de matériaux précieux, le recyclage des batteries peut également avoir des avantages économiques. La demande pour les batteries rechargeables augmente rapidement en raison de l'augmentation de l'utilisation des véhicules électriques, des systèmes de stockage d'énergie et des appareils électroniques portables. Le recyclage des batteries peut fournir une source importante de matières premières pour répondre à cette demande croissante et réduire les coûts de production.

Cependant, le recyclage des batteries présente également des défis. Les batteries rechargeables contiennent des matériaux tels que le lithium, le cobalt et le nickel, qui sont très inflammables et peuvent causer des incendies ou des explosions lorsqu'ils sont manipulés de manière incorrecte. De plus, le recyclage des batteries peut être coûteux en raison des technologies spécialisées nécessaires pour extraire et récupérer les matériaux précieux.

Malgré ces défis, le recyclage des batteries est une pratique importante pour réduire l'impact environnemental des batteries rechargeables et réduire la demande pour de nouvelles matières premières. Dans les prochaines sections de ce chapitre, nous examinerons plus en détail le recyclage des déchets dangereux dans le monde et en Algérie.

3 Recyclage des déchets dangereux dans le monde et en Algérie

Le recyclage des déchets dangereux est une préoccupation mondiale, car les déchets dangereux peuvent causer des problèmes de santé publique et environnementale s'ils ne sont pas traités de manière appropriée. De nombreux pays ont mis en place des réglementations strictes pour le traitement et l'élimination des déchets dangereux, y compris des politiques de recyclage pour minimiser la quantité de déchets envoyée dans les décharges.

En Algérie, le recyclage des déchets dangereux est un enjeu important pour la santé publique et la protection de l'environnement. En 2013, l'Algérie a mis en place une législation pour le traitement des déchets dangereux, exigeant la création de centres de collecte et de traitement.

Cependant, la mise en œuvre de ces réglementations est encore limitée, et les pratiques de gestion des déchets dangereux restent insuffisantes dans certaines régions du pays.

Malgré cela, il y a eu des progrès dans la gestion des déchets dangereux en Algérie. Des entreprises de recyclage de métaux et de plastiques ont été créées ces dernières années, contribuant à la réduction des déchets dans le pays. En outre, le gouvernement algérien a récemment lancé des initiatives pour encourager la production de déchets dangereux, telles que la réglementation de l'importation de pneus usagés, qui ont été utilisés comme source d'énergie pour les cimenteries.

Dans le monde, le recyclage des déchets dangereux est de plus en plus reconnu comme un enjeu majeur pour la durabilité environnementale. De nombreux pays ont mis en place des politiques de recyclage pour minimiser la quantité de déchets envoyée dans les décharges et pour réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à l'extraction et à la production de matières premières.

Des initiatives ont également été lancées pour améliorer la gestion des déchets dangereux à l'échelle internationale. Par exemple, le Programme des Nations unies pour l'environnement a lancé un programme pour encourager le recyclage des déchets électroniques, tandis que l'Organisation de coopération et de développement économiques a créé une base de données pour suivre la gestion des déchets dangereux dans les pays membres.

En somme, le recyclage des déchets dangereux est un enjeu important à la fois en Algérie et dans le monde entier. Les réglementations et les initiatives pour améliorer la gestion des déchets dangereux sont cruciales pour protéger la santé publique et l'environnement, réduire les émissions de gaz à effet de serre et encourager une utilisation plus efficace des ressources.

En Algérie, la gestion des déchets dangereux est une préoccupation récente et le cadre réglementaire est encore en train d'être mis en place. En 2018, une loi sur la gestion des déchets a été adoptée, mettant en place des mécanismes de collecte, de transport, de traitement et de stockage des déchets dangereux.

Cependant, le secteur du recyclage des déchets dangereux en Algérie est encore peu développé et l'essentiel des déchets sont encore enfouis dans des décharges ou incinérés, ce qui peut poser des risques environnementaux et sanitaires importants. Des initiatives privées et publiques commencent cependant à émerger pour développer des filières de recyclage, notamment pour les métaux, qui représentent une part importante des déchets dangereux en Algérie.

Dans le monde, la gestion des déchets dangereux est également un enjeu important pour de nombreux pays. Les législations et les pratiques varient considérablement d'un pays à l'autre. Certains pays ont mis en place des systèmes de collecte et de traitement des déchets dangereux très performants, tandis que d'autres ont des pratiques de gestion beaucoup moins efficaces.

Les organisations internationales, telles que l'Organisation des Nations unies pour l'environnement (ONU Environnement), jouent un rôle important dans la promotion d'une gestion durable des déchets dangereux à l'échelle mondiale, en proposant des normes et des bonnes pratiques aux gouvernements et aux entreprises.

4 Collecte et recyclage des métaux

Les métaux sont l'un des principaux matériaux recyclés dans le monde. Ils sont présents dans de nombreux produits de consommation et de production, tels que les emballages, les appareils électroniques, les véhicules, les bâtiments et les infrastructures. La collecte et le recyclage des métaux permettent de réduire la pression sur les ressources naturelles et d'économiser de l'énergie par rapport à l'extraction et la production de métaux vierges.

La collecte des métaux se fait principalement par le biais de la collecte sélective des déchets, des points de collecte spécifiques pour les déchets métalliques, ainsi que par la récupération des métaux présents dans les déchets industriels. Les métaux collectés sont ensuite triés en fonction de leur type et de leur qualité, avant d'être envoyés dans des centres de recyclage [1].

6.1

Le recyclage des métaux consiste en un processus de transformation des métaux usagés en matières premières, pouvant être réutilisées pour la production de nouveaux produits. Le processus de recyclage des métaux varie en fonction du type de métal et de son état. Il peut inclure des opérations de tri, de fragmentation, de broyage, de fusion, de raffinage et de moulage.

Les principaux métaux recyclés sont l'aluminium, le cuivre, le fer et l'acier, ainsi que des métaux précieux tels que l'or, l'argent et le platine. Le recyclage des métaux permet de réduire la pression sur les ressources naturelles, de limiter les émissions de gaz à effet de serre liées à l'extraction et à la production de métaux vierges, ainsi que de réduire les coûts de production pour les industries qui utilisent ces matières premières.

En Algérie, le recyclage des métaux est encore peu développé, mais des initiatives privées et publiques émergent pour développer des filières de collecte et de recyclage des métaux. Des entreprises locales et internationales sont présentes sur le marché du recyclage des métaux en Algérie, mais le secteur reste encore largement informel. Le gouvernement a mis en place des mesures pour encourager le développement de la filière de recyclage des métaux, telles que des incitations fiscales et des programmes de soutien à la création d'entreprises de recyclage [2].

La collecte et le recyclage des métaux sont des activités essentielles pour la préservation des ressources naturelles et la protection de l'environnement. Les métaux, tels que le fer, l'aluminium, le cuivre, l'or et l'argent, sont des matériaux précieux qui peuvent être recyclés à l'infini sans perdre leurs propriétés. Le recyclage des métaux permet de réduire la demande de

Nouvelles matières premières, de diminuer les émissions de gaz à effet de serre, de limiter la pollution des sols et de l'eau, et de préserver l'énergie.

La collecte des métaux peut se faire de différentes manières. Les particuliers peuvent apporter leurs déchets métalliques dans des points de collecte tels que les déchèteries, les containers à verre, les bennes de récupération des métaux ou les points de vente de produits métalliques recyclés. [3].

Les entreprises peuvent quant à elles avoir recours à des prestataires spécialisés dans la collecte et le traitement des déchets métalliques.

Une fois collectés, les métaux sont triés, nettoyés et traités avant d'être recyclés. Le tri des métaux permet de séparer les différents types de métaux afin de les recycler de manière optimale. Le nettoyage consiste à enlever les impuretés telles que la rouille, les peintures ou les résidus de produits chimiques. Le traitement peut inclure le broyage, le concassage, la fonte, l'affinage ou l'électrolyse en fonction du type de métal et du procédé de recyclage utilisé [4].

En Algérie, la collecte et le recyclage des métaux sont en développement. Le pays dispose de nombreuses ressources minérales, mais la majorité des métaux utilisés dans l'industrie sont importés. Le recyclage des métaux peut donc contribuer à la réduction de la dépendance du pays aux importations et favoriser l'économie circulaire. Plusieurs entreprises algériennes se sont spécialisées dans la collecte et le traitement des déchets métalliques, notamment les ferrailleurs.

Cependant, la collecte et le recyclage des métaux restent encore insuffisants en Algérie, notamment en raison d'une réglementation peu développée et d'un manque de sensibilisation à l'importance du recyclage.

En conclusion, la collecte et le recyclage des métaux sont des activités importantes pour la préservation des ressources naturelles et la protection de l'environnement. Le développement de ces activités en Algérie peut contribuer à la réduction de la dépendance aux importations et à la promotion de l'économie.

Récupération et recyclage de déchets métalliques industriels...

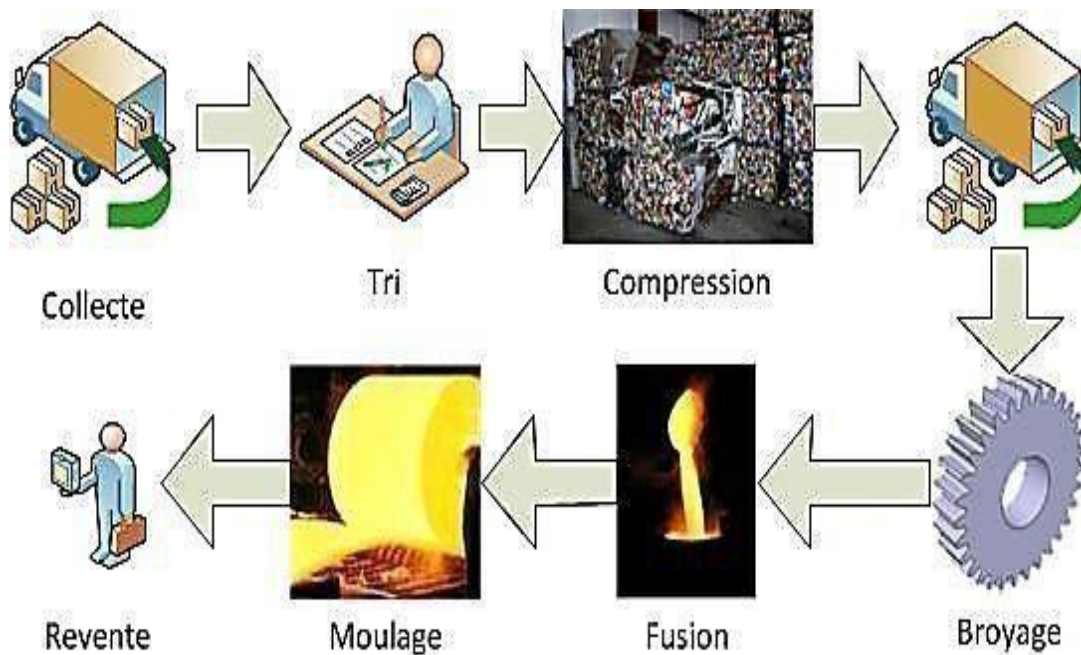


Figure I.1 Comment recyclé les métaux?

La récupération et le recyclage des déchets métalliques industriels sont des pratiques. Importantes pour la gestion des ressources en matériaux et pour la réduction des déchets dangereux dans l'environnement. Les déchets métalliques industriels peuvent provenir de différents secteurs tels que l'automobile, l'aérospatiale, la construction et l'électronique.

Le recyclage des métaux est une pratique courante dans l'industrie, car elle permet de récupérer des matières premières et de réduire la quantité de déchets envoyés en décharge. Les métaux les plus couramment recyclés sont le fer, l'acier, l'aluminium et le cuivre.

Le processus de récupération des déchets métalliques industriels commence par la collecte des matériaux. Les entreprises spécialisées dans la collecte des déchets métalliques peuvent récupérer les déchets directement auprès des entreprises industrielles ou auprès des particuliers.

Une fois collectés, les déchets métalliques industriels sont triés et classés selon leur type et leur qualité. Les métaux sont ensuite nettoyés et préparés pour le recyclage. Selon le type de métal, différentes méthodes de recyclage peuvent être utilisées. Par exemple, le fer et l'acier peuvent être fondus et transformés en acier neuf, tandis que l'aluminium peut être fondu et transformé en lingots pour une utilisation dans de nouveaux produits.

En Algérie, le recyclage des métaux est devenu un enjeu important en raison de l'augmentation de la production de déchets industriels et ménagers. Le pays a mis en place des réglementations et des mesures incitatives pour encourager la collecte et le recyclage des métaux.

Il existe également des entreprises spécialisées dans la collecte et le recyclage des métaux en Algérie. Ces entreprises travaillent avec les industries et les particuliers pour récupérer les métaux et les préparer pour le recyclage.

Le recyclage des déchets métalliques industriels présente de nombreux avantages, notamment la réduction des déchets envoyés en décharge, la préservation des ressources naturelles et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est donc important de continuer à encourager et à développer le recyclage des métaux pour une gestion durable des ressources en matériaux.

La récupération et le recyclage des déchets métalliques industriels sont également d'une grande importance pour la gestion des ressources en matériaux. Les déchets métalliques industriels sont générés par les processus de production industrielle et peuvent inclure des métaux ferreux et non ferreux tels que l'acier, l'aluminium, le cuivre, le zinc, le plomb, entre autres.

Ces déchets peuvent être collectés à partir de diverses sources, notamment les usines de fabrication, les chantiers de construction, les automobiles hors d'usage, les navires en fin de vie et les équipements électroniques en fin de vie. Une fois collectés, les déchets métalliques peuvent être triés et traités pour récupérer les métaux précieux qu'ils contiennent.

Le recyclage des déchets métalliques industriels présente de nombreux avantages, notamment la réduction de la demande de matières premières vierges, la réduction de l'impact environnemental associé à l'extraction et à la production de nouveaux métaux, ainsi que la réduction des coûts de gestion des déchets [5].

En Algérie, la gestion des déchets métalliques industriels est encore en développement. Le pays a connu une croissance rapide de son secteur industriel au cours des dernières décennies, mais la gestion des déchets industriels reste un défi. Il existe des initiatives visant à améliorer la collecte et le recyclage des déchets métalliques, notamment la création de centres de tri et de recyclage, mais il reste encore beaucoup à faire pour améliorer la gestion des ressources en matériaux en Algérie.

5 Les entreprises de recyclage des déchets en Algérie

Il existe plusieurs entreprises de recyclage des déchets en Algérie qui travaillent dans différents domaines de recyclage. Voici quelques exemples :



Figure I.2 EPE ENR SPA UNITE PONT-BOUCHET ANNABA El hadjar - Algérie

ACTIVITÉS - EPE ENR SPA UNITE PONT-BOUCHET ANNABA

➤ Collecte et recyclage des plastiques et du caoutchouc

- ✓ Entreprises de collecte et de stockage de déchets de matières plastiques.
- ✓ Recyclage et retraitement des matières plastiques.
- ✓ Collecte et recyclage de pneus usés.

➤ Collecte et recyclage des métaux

- ✓ Collecte et stockage des ferrailles et déchets métalliques.
- ✓ Evacuation de déchets métalliques lourds .
- ✓ Récupération de métaux ferreux Récupération de l'aluminium .
- ✓ Récupération du cuivre.

- ✓ Récupération du zinc
- ✓ Récupération et affinage de déchets de cuivre électrolytique (99,9% Cu)

- **Collecte et recyclage des déchets (autres)**
 - ✓ Collecte et recyclage des déchets industriels.

- **Conseil en gestion des déchets domestiques et industriels**
 - ✓ Conseil en évacuation des déchets solides .
 - ✓ Conseil en traitement des déchets solides.



Figure I.3 3R SANTE, SPA Hocine dey - Algérie

ACTIVITÉ DE 3R SANTE, SPA

- **Collecte et recyclage de produits toxiques et chimiques**
 - ✓ Collecte et recyclage de produits chimiques.
 - ✓ traitement de déchets toxiques.
 - ✓ Recyclage de charbons Actifs.
 - ✓ Collecte des matières dangereuses des bâtiments.
 - ✓ Récupération et régénération de produits chimiques.
 - ✓ Récupération et raffinage d'huile Industrielle.
 - ✓ Recyclage de catalyseurs usagés o Récupération et régénération de solvants usagés.
- **Collecte et recyclage des déchets (autres)**
 - ✓ Collecte et recyclage des déchets industriels.
 - ✓ Collecte et recyclage des déchets de construction.
 - ✓ Collecte et stockage des ordures ménagères(OM).
 - ✓ Collecte et traitement des emballages consignés.
 - ✓ Traitement et valorisation des déchets organiques et végétaux.
 - ✓ Collecte et traitement des déchets hospitaliers et de laboratoires.
- **Analyse et traitement des eaux usées, des effluents et de la pollution des eaux**
 - ✓ Collecte et traitement des boues industrielles.

TOPRECYCL

Figure I.4 Oran TOPRECYCL Route de Misserghin 31000

ACTIVITÉS DE TOPRECYCL

- **Matériel de collecte et de recyclage des plastiques et du caoutchouc**
 - ✓ Conteneurs de collecte des déchets plastiques
- **Collecte et recyclage des plastiques et du caoutchouc**
 - ✓ Recyclage et retraitement des déchets plastiques thermodurcissables
 - ✓ Collecte et recyclage de déchets de caoutchouc
- **Collecte et recyclage des déchets (autres)**
 - ✓ Collecte et recyclage des déchets industriels

Il est important de noter qu'il existe de nombreuses autres entreprises de recyclage de déchets en Algérie, chacune avec ses propres spécialités et domaines d'expertise.

Chapitre 02 : Recyclage des batteries

Proposition de scénario de gestion des déchets solides urbains dans la région d'Oran, Algérie [18]

Dans les pays en développement, l'absence de gestion rationnelle des résidus solides urbains a pour conséquence la dégradation de la propreté des villes, en particulier dans les quartiers périphériques insalubres où s'entassent des populations pauvres et fragiles. En plus des conséquences sur la pollution des eaux, des sols et de l'air, il y a également des risques sanitaires pour les populations exposées aux émanations toxiques liquides ou gazeuses diverses, ainsi qu'aux déversements d'ordures dans les bas-fonds ou au coin des rues [1] [2].

L'Algérie, en plein développement économique et démographique sans précédent, n'est pas épargnée par ce scandale. Les modes de consommation et de production ont beaucoup changé et influent directement sur les quantités toujours croissantes de déchets et sur leur composition, ce qui complique leur élimination, et plus particulièrement leur gestion [3] [4].

1 Problèmes de gestion des résidus solides urbains en Algérie

1.1. Population urbaine et manque d'infrastructures Les collectivités locales (mairies)

Confrontées à d'autres difficultés, n'arrivent pas à maîtriser la situation, à assurer la propreté des villes et à garantir l'hygiène publique [5].

Les résidus solides urbains (RSU) ne sont pratiquement pas traités. En effet, bien qu'ils soient collectés à 80 %, ils ne sont pas valorisés et sont simplement stockés, que ce soit à l'air libre ou dans des centres d'enfouissement technique (CET) qui émettent directement des gaz à effet de serre et des polluants (cf. tableau I) [6][7][8].

Les perspectives à l'horizon 2020 ne sont pas encourageantes si d'autres filières de valorisation (matériaux recyclables et amendement organique) ne sont pas initiées.

Tableau I: Projections relatives à l'Algérie à l'horizon 2020

Population	1994	2005	2010	2020
Population totale (millions de personnes)	26,7	34,8	38	44,3
Population urbaine	19,0	24,4	26,6	31,0
Taux de génération de déchets (kg/h ab/j)	0,8	0,9	1,0	1,2
Production des déchets (millions de tonnes/an)	5,3	8,0	9,7	13,6
Taux de collecte(%)	80	80	80	80
Quantité de déchets déposés en décharges publiques (millions de tonnes/an)	4,2	6,4	7,8	10,9

1.2. Organisation administrative et la gestion des résidus solides urbains

La situation actuelle du secteur des résidus solides urbains montre des défaillances au niveau de la gestion des déchets (collecte, transport, tri, recyclage, valorisation, élimination) [9][10]. Afin d'atteindre des objectifs qualitatifs de gestion adéquate et pérenne, un programme de gestion rationnelle des résidus solides urbains, appelé PROGDEM, a été mis en œuvre en 2002. Ce programme comprend :

- ✓ La réorganisation de l'administration communale chargée de la gestion des déchets.
- ✓ Le renforcement des capacités de collecte et de transport des services de la commune.
- ✓ L'ouverture du service public de gestion des déchets à l'investissement privé.
- ✓ La mise en œuvre d'un programme de formation et d'assistance technique.

1.3. Gestion des résidus solides urbains dans la zone d'Oran - Production de RSU par commune.

La zone d'Oran comprend quatre communes (Oran, Es-Senia, Bir El Djir et Sidi Chahmi) [Figure 1], qui sont subdivisées en 12 secteurs urbains [Tableau II]. Elle s'étend sur 25 057 hectares, dont plus de 8 800 hectares sont occupés par des zones urbanisées, représentant ainsi 35% de la superficie totale de la zone (Source : Direction de l'Environnement de la Zone d'Oran). Elle domine directement les autres zones, telles que celles d'El Ançor et d'Arzew [Tableaux III et IV].

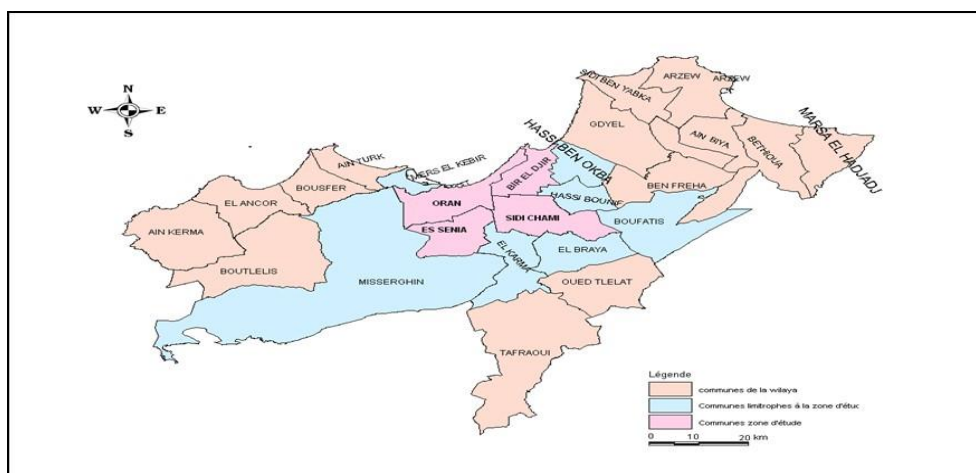


Figure 1: carte de la zone d'Oran

Tableau II: Les différents secteurs de la zone d'Oran et la production de RSU

Zoned'Oran	Secteururbain	Populations	RSU(T/j)	kg/hab/j
------------	---------------	-------------	----------	----------

Commune d'Oran	Sidelhouari	54428	20,68	0,34
	Bouamama	56723	22,36	0,39
	Sidelbachir	51120	20,68	0,70
	Seddikia	46993	39,94	0,84
	El Makari	75136	48,86	0,65
	Mokrani	28745	13,16	0,45
	ElHamri	32884	26,88	0,81
	El-Othmania	<u>38666</u>	<u>29,15</u>	<u>0,80</u>
	ElBadr	65882	35,24	0,53
	El Menzah	23011	28,8	1,25
	Ibn Sina	61947	21,18	0,34
	El Emir	60376	38,96	0,64
	Secteur semi-urbain	Populations	RSU(T/j)	kg/h ab/j
Commune d'EsSenia	-	97773	41,45	0,42
Commune BirELDjir	-	157688	64,65	0,40
Commune Sidichahmi	-	104549	40,35	0,38

(Source : Direction de l'Environnement de la zone d'Oran, 2010)

Tableau III: Les différents secteurs Zone d'ElAnçor et la production de RSU

Zoned'ElAnçor	Secteur Semi-urbain	Population	RSU(T/j)	kg/hab/j
CommuneEl-Ançor	-	9813	4629	1,29
CommuneAinTürk	-	30870	16007	1,42
CommuneBoutlelis	-	24281	5934	0,66
CommuneAinkerma	-	8769	2369	0,74
CommuneBousfer	-	16565	5767	0,95

(Source : Direction de l'Environnement de la zone d'Oran, 2010)

Tableau IV: Les différents secteurs Zone d'Arzew et la production de RSU

Zoned'Arzew	Secteur Semi-urbain	Populatio	RSU(T/j	kg/hab/j
CommuneArzew	-	ns	)	
CommuneSi benyebka	-	83101	25721	0,84
CommuneAinelbya	-	9602	2460	0,70
CommuneMersa elhadjadj	-	40359	11269	0,76
CommuneBethioua	-	13838	4346	0,86
	-	18358	4877	0,72

(Source : Direction de l'Environnement de la zone d'Oran, 2010)

2. Caractéristiques des RSU de la zone d'Oran

2.1. Gestion actuelle des résidus solides urbains (RSU)

La gestion des résidus solides urbains dans la zone d'Oran est loin d'être optimale, en raison de l'exode rural et de la métropolisation de la ville, avec ses conséquences dans les domaines de l'habitat, de la santé et de l'environnement.

2.2. Approche intégrée de la gestion des RSU

Plusieurs étapes constituant cette approche doivent être accomplies successivement, en tenant compte des acteurs impliqués (parties prenantes à plusieurs titres), des ressources nécessaires et disponibles localement, du marché potentiel et des impacts environnementaux et sociétaux. Selon certains auteurs [12][13], ces étapes reposent sur plusieurs approches : le développement durable, la systémique, la multi-filière et la méthodologique.

3. Approche méthodologique

3.1. Présentation de la zone d'étude

La zone potentielle d'échantillonnage se limite au secteur d'El-Othmania, qui compte une population de 38 666 habitants, soit 6,35% de la population de la commune d'Oran [14].

Les déchets du secteur d'El-Othmania sont directement acheminés vers la décharge d'Elkerma. Les RSU se composent des catégories suivantes :

- ✓ Déchets ménagers ou ordures ménagères générées par les ménages (OM).
- ✓ Déchets assimilés produits par les activités économiques (administrations, commerces, artisans, etc.) (COM).
- ✓ Déchets verts issus de l'entretien des jardins résidentiels et des espaces verts municipaux (DV).
- ✓ Déchets des marchés municipaux (DV).
- ✓ Déchets d'activités de soins produits par les établissements de soins (hôpitaux, cliniques, pharmacies, etc.) (DAS).
- ✓ Déchets de voirie : gravats (inertes).

3.2. Description des méthodes

3.2.1. Données de base pour le calcul des différents flux :

Composition des RSU La campagne de caractérisation a été réalisée dans des conditions climatiques très humides, avec des températures comprises entre 33 et 35 °C.

La caractérisation a été effectuée en s'inspirant de la méthode MODECOM [15].

Trois collectes sont effectuées quotidiennement, et le choix s'est porté de manière aléatoire sur la première collecte, avec un poids relevé de 29 150 kg arrivant à la décharge d'Elkarma (Tableau V).

Pour assurer la représentativité de l'échantillon, 10 prélèvements ont été réalisés à divers endroits de la pile de déchets.

Cinq sacs fermés ont été ajoutés, dont le contenu a été ajouté au reste de l'échantillon.

Enfin, le mélange de l'ensemble a été effectué pour finaliser l'opération d'homogénéisation.

Selon l'équation de Bernoulli, un poids de 1 029 kg a été mesuré et prélevé, avec

une marge d'erreur de 6%. Par la suite, un quartage a été effectué pour retenir un échantillon final de 257,25 kg. Cet échantillon a été soumis à une caractérisation conformément au modèle MODECOM, une norme recommandée par l'ADEME en France [16][17]. L'échantillon a ensuite été transporté dans le hall de l'entreprise "EPIC Oran Propreté" pour les étapes suivantes de l'analyse et des études.

Tableau V: Nature de l'échantillon de déchets entrants sur la décharge El-Kerma

Caractéristiques	Unité	El-Othmania
Tonnage journalier entrant	kg/j	29150
Masse de l'échantillon	k g	1029
Masse de l'échantillon après quartage	k g	257,25
Masse volumique	T/m ³	0,59

Tableau VI: Ratio de production (OM, DV, encombrants, dangereux)

Type de déchets	unité	ratio	références
OM	kg/hab/j	0,57	cette étude
Commerciaux, COM	kg/hab/j	0,1	estimée, Modecom (France)
Encombrants	kg/hab/an	15	id
Végétaux, DV	kg/hab/an	18	id
Dangereux	kg/hab/j		cette étude

Tableau VII : Refus de traitements

Type de traitement	Refus	Perte	références
--------------------	-------	-------	------------

Centre de tri	10%		estimée,Modecom(France)
Compostage	10%	33%	id
PTMB	10%	33%	id

3.2.2 Élaboration des schémas de gestion

Les schémas de gestion ont été élaborés en tenant compte des différents types de systèmes choisis et des acteurs potentiels pour chaque type de déchet.

Types de déchets: OM (Ordures Ménagères), COM (Déchets Assimilés aux Ordures Ménagères), recyclables, OMR (Ordures Ménagères Résiduelles), DV (Déchets Verts), dangereux, voirie, encombrants.

Types de collecte : porte-à-porte (PAP), apport volontaire (AV).

Outils de gestion : déchetterie, éco-point, centre de tri-compostage, centre de tri, PTMB (Pré-Traitement Mécano-Biologique), centre d'enfouissement de classe I, II ou III.

3.2.3 Proposition des schémas de gestion

Pour la zone d'Oran, il est nécessaire de proposer d'autres solutions et d'envisager d'autres schémas de gestion qui intègrent plusieurs concepts de gestion.

Le premier concept est de valoriser (recycler, réutiliser, bio-converter) autant que possible les déchets urbains avant leur élimination. Le deuxième concept est de limiter l'enfouissement aux seuls déchets ultimes, dans les meilleures conditions éco-compatibles.

Pour la conception de ces nouveaux schémas de gestion, nous nous sommes appuyés sur les données actuelles de la gestion des déchets et sur les principales idées évoquées précédemment.

L'élaboration des schémas de gestion des déchets nécessite la connaissance des quantités de déchets produites et de leur évolution, ainsi que la prise en compte des responsabilités partagées entre les différents acteurs impliqués dans la gestion et l'élimination des déchets.

Cette approche sera progressive et se fera selon plusieurs niveaux (voir tableau IX).

3.2.4 Différents schémas de gestion pour la zone d'Oran

- ✓ Afin de délimiter la zone d'Oran pour l'exécution des scénarios d'étude, un ensemble de critères a été pris en compte, en se basant sur des principes de base tels que :
- ✓ Les flux physiques (quantités produites, quantités collectées, quantités écartées et la caractérisation des déchets).
- ✓ L'amélioration de la collecte des résidus solides urbains du point de production aux points de regroupement.
- ✓ Les perspectives et l'activité des différentes filières (PC, Métaux, Plastiques) et leur importance relative dans la zone d'Oran.

Le découpage de la zone est établi selon le tableau VIII suivant :

Tableau VIII: Différents scénarios de la zone d'Oran.

Scénario	A		B		C		D	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2
Zones	OranI Urbain		OranII Semi-urbain		ElAnçor Semi urbain		Arzew Semi urbain	
Communes	OranB ir-el- DjirEs- SeniaEl- kerma Hassi-bounif		Sidi ChamiBoufati s Hassi ben okbaGdyelBe nfriha ElBrayaO uedtlelat Hassi mefsoukhMiss erghin		Ain turckEl AnçorB ousferB outlelis Ainelkerma		Arzew Si ben YebkaBethi ouaAinelby a Merselhadjadj	
Nbred'habitant s	996809		256065		107771		165258	

3.3 Propositions de schémas de gestion

Tableau IX : Description des différents schémas de gestion des déchets

Schéma1	Collecte Acteurs		Pré- Traitement Acteurs		Enfouissement Acteurs	
OMausens strict	PAP	EPIC+Privé	Récupérati on REC	Secteur inf.	CETCI I	EPIC+Priv é
	AV	Usagers/EP IC	id		-id-	EPIC+Priv é
COM	PAP	EPIC+Privé	Tri	PME/ON G	CETCI I	EPIC+Pri vé
	AV	Usagers/EP IC	Tri	PME/ON G	-id-	-id-
Voirie	Collecte	EPIC+Privé	-----	-----	CETCI I	EPIC+Pri vé

Schéma2	Collecte Acteurs		Pré-Traitement Acteurs		Enfouissement Acteurs	
OM au sens strict	PAP	EPIC+Privé	Tri/compostage centralisé	Privé	REC/CETCII Agriculture	EPIC/Privé
	AV	EPIC+Privé	Tri/compostage centralisé	Privé	REC/CETCII Agriculture	EPIC/Privé
Spéciaux	AV	Usagers	Traitement	EPIC+Privé	CETCI	EPIC+Privé
Encombrants	AV	Usagers	Récupération REC	EPIC+Privé		
COM	PAP	EPIC+Privé	Tri	Privé		
	AV	EPIC+Privé	Tri	Privé		
Voirie	Collecte	EPIC+Privé			CETCII	EPIC+Privé

Schéma3	Collecte Acteurs		Pré-Traitement Acteurs		Enfouissement Acteurs	
OMR	PAP	EPIC+Privé	Récupération REC	Secteur inf.	CETCII	EPIC+Privé
	AV	Usagers/EPIC	id		CETCII	EPIC+Privé
(emballage) REC	PAP	EPIC+Privé	Tri	EPIC+Privé		
	AV	EPIC+Privé	-id-	EPIC+Privé		
COM	PAP	EPIC+Privé	Tri	EPIC+Privé		
	AV	EPIC+Privé	Tri	EPIC+Privé		
Voirie	Collecte	EPIC+Privé	----	-----	CETCII	EPIC+Privé

4 Composition des déchets de la ville d'Oran

On observe que les déchets putrescibles constituent la catégorie principale avec une proportion de 52,3%. La densité moyenne des déchets est de 0,59 T/m³, et la production moyenne par personne est d'environ 0,66 kg/jour. La densité moyenne des déchets est nettement supérieure à celle des pays développés, qui est généralement de l'ordre de 0,15 T/m³, en raison de la grande quantité de matières organiques fermentescibles et de la faible part des emballages tels que le papier, le carton, les plastiques, etc. [18]

Les emballages en plastique représentent 19% des déchets, tandis que les papiers, cartons, textiles sanitaires, textiles vestimentaires et plastiques recyclables se situent entre 3% et 10%.

Les pourcentages de verre, de métaux et d'emballages en plastique se situent entre 1% et 3%, tandis que les autres catégories sont inférieures à ces valeurs. On constate la présence très limitée de métaux et de ferrailles, car ces derniers sont souvent récupérés dès la source. (Tableau X) Il aurait été intéressant de réaliser deux autres caractérisations durant les saisons hivernale et printanière afin de vérifier véritablement l'influence des saisons, notamment sur l'humidité.

La composition des déchets de la ville d'Oran met en évidence la nécessité de mettre en place des schémas de gestion adaptés, tels que le tri sélectif et le compostage, afin de valoriser au maximum les matières organiques et de réduire la quantité de déchets destinés à l'enfouissement. De plus, des efforts supplémentaires doivent être déployés pour sensibiliser la population à la réduction des déchets et à la pratique du recyclage.

Il convient également de noter que la composition des déchets peut varier en fonction des saisons et des habitudes de consommation. Il serait donc judicieux de réaliser des caractérisations régulières afin de suivre ces variations et d'adapter les stratégies de gestion en conséquence.

En conclusion, la connaissance de la composition des déchets de la ville d'Oran est essentielle pour mettre en place des politiques et des actions efficaces en matière de gestion des déchets. Ces résultats serviront de base pour l'élaboration de schémas de gestion plus durables et adaptés à la réalité locale.

Tableau X: Composition globale des résidus solides urbains

Catégories	kg	%
1 - Putrescibles	132,20	52,3
2-Papiers	8,60	3,4
3-Cartons	8,00	3,2
4 – Complexe (tétrapack)	1,20	0,5
5-Textiles vestimentaires	8,30	3,3
6-Textiles sanitaires	15,90	6,3
7a- Plastiques, sacs	47,70	18,9
7b-Plastiques recyclables	9,50	3,8
7c - Plastiques non recyclables	4,80	1,9
7d-Plastiques polystyrène	0,80	0,3
8- CNC	3,00	1,2

9-Verres	3,10	1,2
10a- Métaux/ferraille	4,20	1,7
10b- Métaux/aluminium	0,00	0,0
11-INC	0,00	0,0
12 - déchets ménager dangereux	0,00	0,0
13a –Eléments fins <0-20mm>	5,30	2,1
13b-Eléments extra fins <10mm	0,00	0,0
Total	252,60	100,0

5 Elaboration des différents scénarii

Pour l'élaboration des différents scénarios de gestion des déchets de la zone d'Oran, cette étude s'est appuyée sur les données recueillies sur place, complétées le cas échéant par des sondages, des extrapolations ou des estimations. L'objectif des scénarios est de proposer des orientations pour l'organisation de la gestion des déchets dans l'ensemble de la zone d'Oran. Les scénarios proposés sont basés sur les hypothèses suivantes: [19]

- ✓ Ordures ménagères (OM): 0,44 kg/habitant/jour
- ✓ Déchets commerciaux (COM): 0,12 kg/habitant/jour
- ✓ Encombrants: 15 kg/habitant/an
- ✓ Déchets verts (DV): 18 kg/habitant/an

Étant donné que les quantités réelles de la composition de la poubelle d'ordures ménagères d'Oran ne sont pas disponibles, elles ont été estimées à partir des données de différentes études réalisées sur les compositions des déchets ménagers dans les grandes villes en Algérie. [20][21]

La composition "moyenne" estimée est présentée dans le tableau XI ci-dessous:

Tableau XI: *Composition moyenne des déchets ménagers (OM) d'Oran*

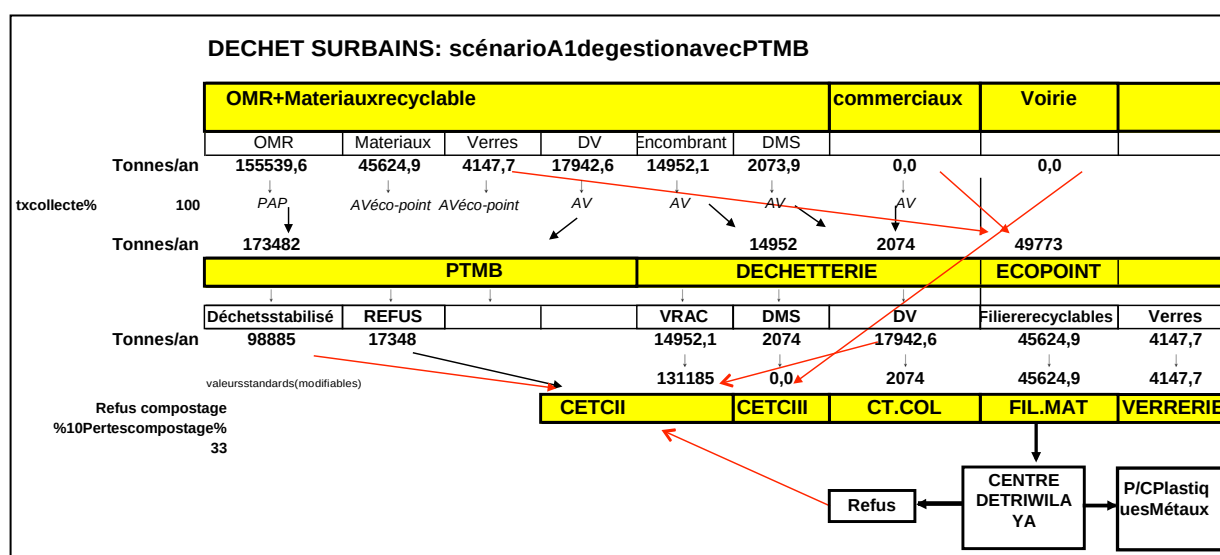
Compositions déchets	%
1-Putrescibles	55,0
2-Papiers	8,0
3-Cartons	0,0
4-Tétra-pack	0,0
5-Textiles	10
6-Plastiques recyclables	13

7-Plastiques non recyclable	0
8-Plastiques polystyrène	0
9-Verre	2
10-Métaux	1
11-DMS(spéciaux)	1
12-Fines< 20mm	10
Total	100,00

ScénarioA1

Tableau XII: Hypothèses appliquées pour la zone d'Oran I. (Population:996809habitants)

Origine des déchets	Unité	Ratio	T/J	T/an
OM, ordures ménagères	kg/h ab/j	0,44	443,2	161761,2
COM, déchets commerciaux	kg/h ab/j	0,12	125	45624,9
Encombrants	kg/h ab/an	15	41	14952,1
DV, déchets verts	kg/ha b/an	18	49,2	17942,6
Déchets de voirie	-	-	-	-
Déchets Solides Urbains	kg/h ab/j	0,66	658,4	240280,8

**Figure 2 :** Diagramme de flux de matière (scénario A1) [18]

Le scénario B1 repose sur les hypothèses suivantes :

- ✓ Collecte en porte à porte (PAP) des ordures ménagères résiduelles (OMR).
- ✓ Collecte par apport volontaire sur des éco-points pour les matériaux recyclables des particuliers et des commerces.
- ✓ Collecte par apport volontaire en éco-points spécifiques pour les déchets en verre.
- ✓ Collecte par apport volontaire dans des déchèteries fixes pour les encombrants, les déchets verts (DV) et les déchets de soins (DMS).
- ✓ Les déchets verts (DV) sont transportés vers un centre de prétraitement mécano-biologique (PTMB).

Dans ce scénario, une installation de prétraitement mécano-biologique est prévue pour dégrader de manière contrôlée et accélérée la part organique des déchets. Les détrit

traités deviendront des déchets ultimes, réduisant leur volume ainsi que leur potentiel de production de biogaz et de lixiviat. Ces déchets ultimes, ainsi que les refus, seront ensuite envoyés vers un centre de stockage de classe II.

En termes de filière de traitement, ce scénario implique l'installation d'un centre de tri et d'une filière matériaux pour l'ensemble de la zone d'Oran.

Il est également prévu de collecter séparément les déchets ménagers spéciaux (DMS), tels que les déchets dangereux des ménages (DDM), les déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI) et éventuellement les déchets dangereux de l'artisanat. Cette collecte séparée est réalisée pour des raisons compréhensibles de dissémination et de gestion appropriée de ces déchets.

En résumé, le scénario B1 propose une gestion des déchets dans la zone d'Oran basée sur une collecte différenciée, un prétraitement mécano-biologique, une valorisation des matériaux recyclables et l'envoi des déchets ultimes vers un centre de stockage de classe II. Cette approche vise à améliorer la gestion des déchets, réduire leur impact environnemental et favoriser une meilleure valorisation des ressources.

Tableau XIII: Hypothèses appliquées pour la zone d'Oran II, communes semi-urbaines. (Population: 256 065 habitants) [18]

Origine des déchets	Unité	Ratio	T/J	T/an
OM, ordures ménagères	kg/hab/j	0,57	146	53274,3
Encombrants	kg/hab/an	15	10,5	3841
DV, déchets verts	kg/hab/an	18	12,6	4609,2
Déchets de voirie	-	-	-	-
Déchets Solides Urbains	kg/hab/j	0,66	169,1	61724,5

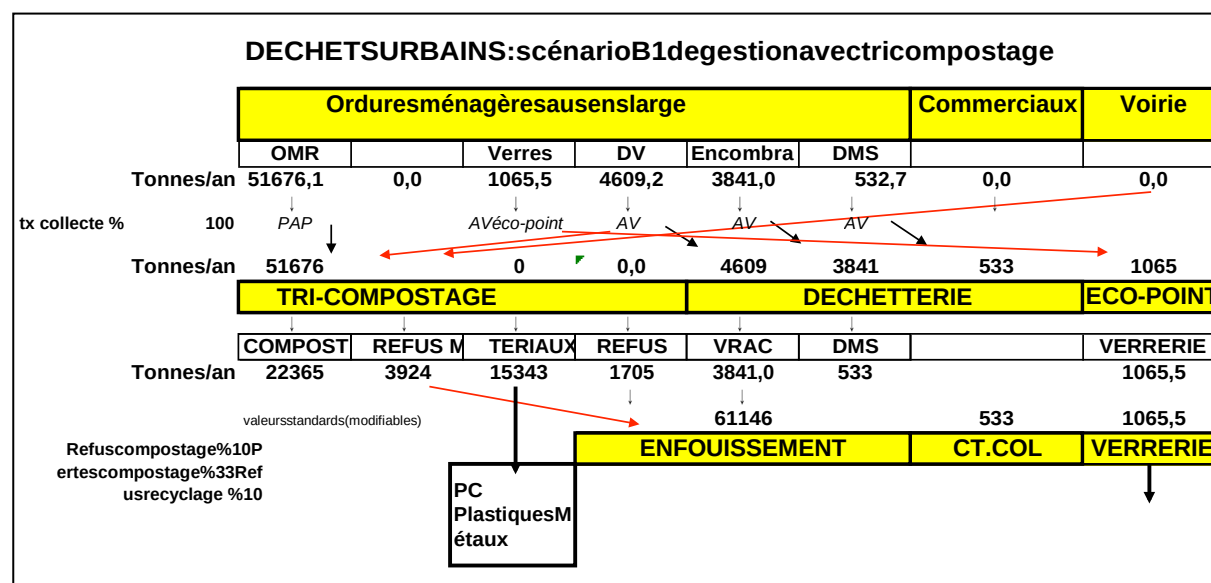


Figure 3: Diagramme de flux de matière (Scénario B1) [18]

Le scénario B1 repose sur les hypothèses suivantes :

- ✓ Collecte en porte à porte (PAP) des ordures ménagères résiduelles (OMR) et collecte par apport volontaire sur des éco-points pour les matériaux recyclables des particuliers et des commerces.
- ✓ Collecte par apport volontaire en éco-points spécifiques pour les déchets en verre.
- ✓ Collecte par apport volontaire dans des déchetteries mobiles pour les encombrants, les déchets verts (DV) et les déchets de soins (DMS).

Dans ce scénario, il est proposé de créer une station de tri et de compostage, ainsi qu'une déchetterie mobile. Les déchets spéciaux seraient transférés vers un centre collectif spécifique. Le compost produit lors du processus de compostage pourrait être utilisé par l'agriculture locale, offrant ainsi une valorisation des déchets organiques.

Les déchets de voirie seraient dirigés vers un centre d'enfouissement de classe II. Cela implique que ces déchets seraient enfouis dans des conditions appropriées pour minimiser leur impact sur l'environnement.

En résumé, le scénario B1 propose une gestion des déchets dans la zone d'Oran basée sur une collecte différenciée, la création d'une station de tri et de compostage, l'utilisation des déchetteries mobiles et le transfert des déchets spéciaux vers un centre collectif. Le compost produit serait valorisé localement, tandis que les déchets de voirie seraient enfouis dans un centre d'enfouissement de classe II. Cette approche vise à améliorer la gestion des déchets, favoriser la valorisation des ressources et réduire l'impact environnemental.

Scénario C1

TableauXIV: Hypothèses appliquées pour la zone d'El Ançor semi-urbaine. (Population: 107771 habitants)

Origine des déchets	Unité	Ratio	T/J	T/an
OM, ordures ménagères	kg/hab/j	0,57	61,4	22421,8
Encombrants	kg/hab/an	15	4,4	1616,6
DV, déchets verts	kg/hab/an	18	5,3	1939,9
Déchets de voirie	-	-	-	-
Déchets Solides Urbains	kg/hab/j	0,66	71,2	25978,3

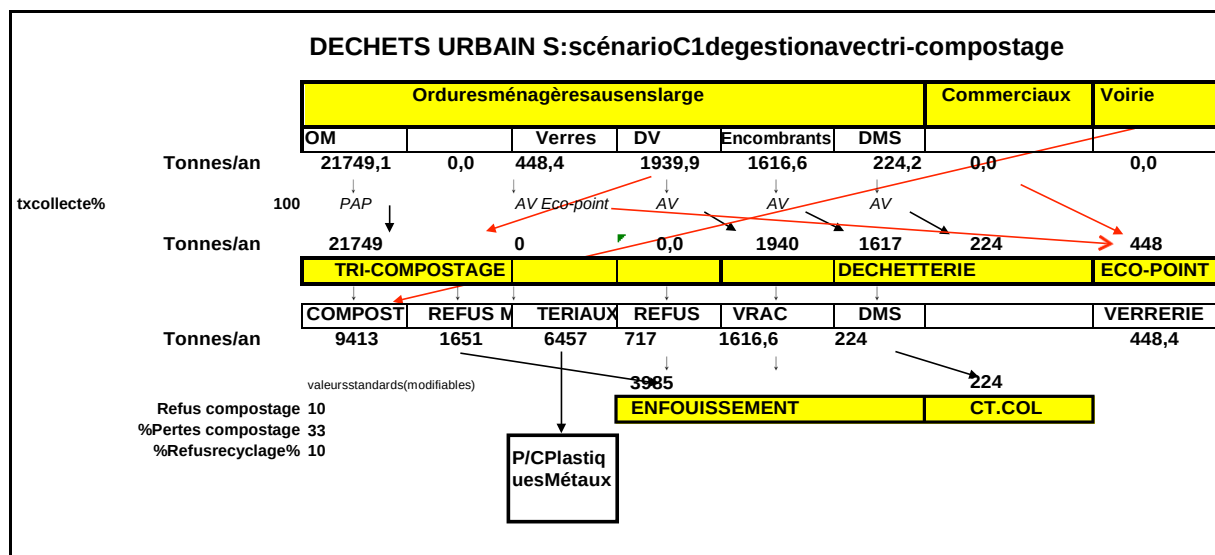


Figure 4: Diagramme de flux Scénario C1 [18]

Le scénario C1 repose sur les hypothèses suivantes :

- ✓ -Collecte en porte à porte (PAP) des ordures ménagères résiduelles (OMR) et collecte par apport volontaire sur des éco-points pour les matériaux recyclables des particuliers et des commerces.
- ✓ Collecte par apport volontaire en éco-points spécifiques pour les déchets en verre.
- ✓ Collecte par apport volontaire dans des déchetteries mobiles pour les encombrants, les déchets verts (DV) et les déchets de soins (DMS).

Dans ce scénario, tout comme dans le scénario B1, le tri et le compostage des déchets sont préconisés. Les déchets recyclables (REC), les déchets en verre et les déchets commerciaux (COM) sont toujours valorisés par les filières matériaux existantes.

Quant aux déchets spéciaux, ils sont collectés dans les déchetteries mobiles et ensuite orientés vers un centre de collecte spécifique. Cela permet de gérer séparément ces déchets qui nécessitent des traitements particuliers en raison de leur caractère dangereux ou spécifique.

Le scénario C1, qui concerne spécifiquement la zone d'Arzew, propose donc une gestion des déchets similaire au scénario B1, avec une emphase sur le tri et le compostage des déchets, ainsi que la valorisation des matériaux recyclables. Les déchets spéciaux sont également pris en compte et dirigés vers des centres de collecte adaptés.

L'objectif de ce scénario est d'améliorer la gestion des déchets, de réduire l'impact

environnemental et de favoriser la valorisation des ressources dans la zone d'Arzew.

Scénario D1

Tableau XV : Hypothèses appliquées pour la zone d'Arzew semi-urbaine. (Population: 165258 habitants)

Originedesdéchets	Unité	Ratio	T/J	T/an
OM, ordures ménagères	kg/hab/j	0,57	94,2	34381,9
Encombrants	kg/hab/an	15	6,8	2478,9
DV, déchets verts	kg/hab/an	18	8,1	2974,6
Déchets de voirie	-	-	-	-
Déchets Solides Urbains	kg/hab/j	0,66	109,1	39835,4

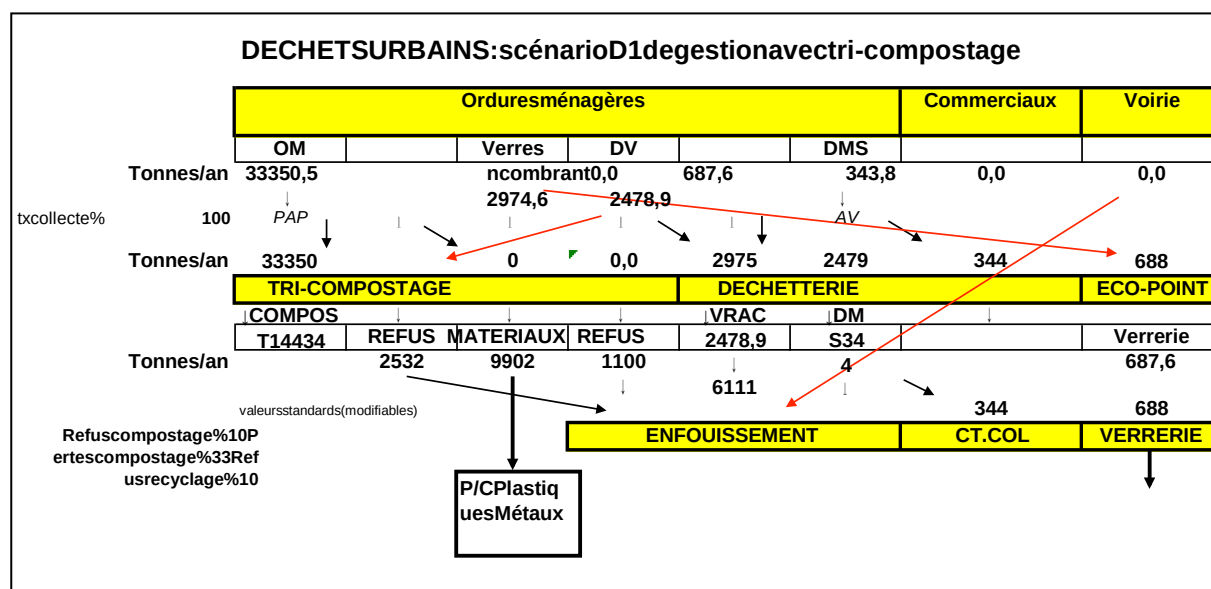


Figure 5: diagramme de flux Scénario

D1 Le scénario D1

Le scénario D1 a été construit sur les hypothèses suivantes :

- ✓ Collecte en porte à porte (PAP) des ordures ménagères résiduelles (OMR) et collecte par apport volontaire sur des éco-points pour les matériaux recyclables des particuliers et des commerces.
- ✓ Collecte par apport volontaire en éco-points spécifiques pour les déchets en verre.
- ✓ Collecte par apport volontaire dans des déchetteries mobiles pour les encombrants, les déchets verts (DV) et les déchets de soins (DMS).

Dans ce scénario D1, qui concerne spécifiquement la zone d'El-Ançor, il est préconisé la gestion des déchets avec un tri compostage et l'utilisation d'une déchetterie mobile.

L'objectif de ce scénario est de mettre en place une stratégie globale de gestion pérenne des déchets dans la zone d'Oran, en utilisant des données scientifiques actualisées et fiables. Les scénarios proposés visent à fournir des orientations pour l'organisation de la gestion des déchets dans toutes les zones.

Dans un souci d'économie et d'efficacité à l'échelle de la zone d'Oran, les scénarios prennent en compte la valorisation des déchets en mettant en place des filières de traitement spécifiques pour les déchets spéciaux et les autres types de déchets (papier, carton, métaux, plastiques) vers un centre unique (Oran I).

Les scénarios incluent également l'acheminement des déchets vers le compostage, en mettant en place l'organisation nécessaire. Le compostage est considéré comme une filière particulièrement intéressante compte tenu du caractère organique des déchets.

Le travail de recherche [18] vise à fournir une base solide pour la prise de décision en matière de gestion des déchets dans la zone d'Oran. Les scénarios proposés permettent aux responsables locaux de choisir le scénario le plus approprié pour leur localité, en prenant en compte les caractéristiques spécifiques de chaque zone et en favorisant la valorisation des déchets.

6 Recyclage des Batteries

6.1 Matériaux pour les batteries du futur

Les batteries à électrolyte solide : Ces batteries utilisent un électrolyte solide plutôt qu'un électrolyte liquide, ce qui permet d'augmenter la densité d'énergie et la sécurité.

Les batteries à anode de silicium : Les batteries actuelles utilisent souvent du graphite pour l'anode, mais le silicium peut stocker beaucoup plus d'énergie. Cependant, le silicium se dilate et se contracte lors de la charge et de la décharge, ce qui peut causer des problèmes. Des recherches sont en cours pour trouver des moyens de résoudre ce problème.

Les batteries au sodium : Le sodium est plus abondant et moins cher que le lithium, qui est actuellement largement utilisé dans les batteries. Les batteries au sodium pourraient donc être une alternative plus durable et économique.

Les batteries à flux : Les batteries à flux stockent l'énergie dans des liquides plutôt que dans des matériaux solides. Cela permet une plus grande flexibilité en termes de taille et de capacité, ainsi qu'une durée de vie plus longue.

Les batteries à air : Les batteries à air utilisent l'oxygène de l'air comme cathode, ce qui réduit considérablement le poids et le coût des batteries.

Les batteries au lithium-soufre : Le soufre peut stocker beaucoup plus d'énergie que le graphite utilisé dans les batteries actuelles, ce qui permet d'augmenter considérablement la densité d'énergie.

Cependant, le soufre a tendance à se dissoudre et à se dégrader rapidement, ce qui pose des défis pour sa mise en œuvre.

Les batteries à l'étain : L'étain est un matériau abondant et peu coûteux qui peut stocker beaucoup d'énergie. Cependant, il se dilate également lors de la charge et de la décharge, ce qui pose des défis pour sa mise en œuvre.

Les batteries à zinc-air : Les batteries à zinc-air utilisent l'oxygène de l'air comme cathode et le zinc comme anode. Elles ont une densité d'énergie élevée et sont très légères, ce qui les rend idéales pour les applications mobiles.

Les batteries à sodium-ion : Les batteries à sodium-ion utilisent du sodium comme matériau de stockage d'énergie. Le sodium est abondant et peu coûteux, ce qui en fait une alternative intéressante aux batteries au lithium.

Les batteries organiques : Les batteries organiques utilisent des composés organiques comme électrolytes. Les avantages de ce type de batterie sont leur faible coût, leur sécurité accrue et leur compatibilité avec les sources d'énergie renouvelables.

Il est important de noter que bien que ces matériaux présentent des avantages intéressants pour les batteries du futur, des recherches et des développements supplémentaires seront nécessaires pour les rendre utilisables à grande échelle dans les applications courantes.

Les batteries à magnésium-ion : Les batteries à magnésium-ion utilisent du magnésium comme matériau de stockage d'énergie, qui est abondant et peu coûteux. Les avantages de cette technologie sont une densité d'énergie élevée, une sécurité accrue et une compatibilité avec les sources d'énergie renouvelables.

Les batteries à hydrogène : Les batteries à hydrogène utilisent l'hydrogène comme matériau de stockage d'énergie. L'hydrogène est une source d'énergie propre et renouvelable qui ne produit pas d'émissions nocives lorsqu'il est utilisé. Cependant, cette technologie présente des défis en termes de stockage, de transport et de coût.

Les batteries à semi-conducteurs : Les batteries à semi-conducteurs utilisent des semi-conducteurs pour stocker et libérer de l'énergie. Cette technologie est encore en développement, mais elle a le potentiel d'offrir des avantages tels qu'une densité d'énergie élevée, une longue durée de vie et une recharge rapide.

Les batteries à graphène : Le graphène est un matériau en couches de carbone qui est très résistant et conducteur. Les batteries à graphène ont un potentiel de densité d'énergie élevée, de longue durée de vie et de temps de charge rapide.

Les batteries à fusion nucléaire : Les batteries à fusion nucléaire utilisent la fusion nucléaire pour produire de l'énergie. Cette technologie est encore en développement et présente des défis importants en termes de coût et de sécurité, mais elle a le potentiel de fournir de l'énergie propre et illimitée. Il est important de noter que certaines de ces options de matériaux pour les batteries du futur sont encore en développement et ne sont pas encore prêtes pour une utilisation à grande échelle.

6.2 Associer des polymères pour augmenter la durabilité des batteries

Associer des polymères pour augmenter la durabilité des batteries peut en effet être une méthode efficace pour améliorer leur recyclage.

Les batteries sont souvent constituées de nombreux composants différents, y compris des polymères, qui peuvent être difficiles à recycler lorsqu'ils sont mélangés avec d'autres matériaux. En utilisant des polymères qui peuvent être facilement séparés des autres matériaux de la batterie, il est possible d'augmenter la durabilité de la batterie tout en facilitant son recyclage.

De plus, certains polymères peuvent également aider à améliorer la stabilité et la performance de la batterie, ce qui peut prolonger sa durée de vie globale. Cela peut aider à réduire le nombre de batteries qui doivent être recyclées et à prolonger leur durée de vie utile.

Cependant, il convient de noter que l'utilisation de polymères dans les batteries peut également avoir des effets sur l'environnement, notamment en ce qui concerne la production et la disposition des polymères eux-mêmes. Il est donc important de prendre en compte tous les aspects environnementaux lors de l'élaboration de stratégies pour augmenter la durabilité et le recyclage des batteries.

Pour aller plus loin dans la question de l'utilisation des polymères pour augmenter la durabilité et le recyclage des batteries, il est important de comprendre comment les polymères peuvent être utilisés de manière spécifique pour atteindre ces objectifs.

Tout d'abord, l'utilisation de polymères dans les batteries peut aider à améliorer leur stabilité et leur résistance à la dégradation. Les polymères peuvent être utilisés pour renforcer les électrodes de la batterie, ce qui peut réduire la dégradation des matériaux et prolonger la durée de vie de la batterie.

En outre, certains polymères peuvent être conçus pour être facilement séparés des autres matériaux de la batterie lors du recyclage. Ces polymères peuvent être utilisés pour former une matrice qui maintient

les autres matériaux de la batterie ensemble, mais qui peut être facilement dissoute ou séparée lors du processus de recyclage.

Les polymères peuvent également être utilisés pour créer des électrolytes solides qui remplacent les électrolytes liquides traditionnels utilisés dans les batteries. Les électrolytes solides peuvent offrir des avantages tels qu'une plus grande sécurité et une durée de vie plus longue, ainsi qu'une meilleure stabilité thermique.

Cependant, il est important de noter que l'utilisation de polymères dans les batteries peut également présenter des défis en termes de production et de recyclage. Les polymères utilisés dans les batteries doivent être fabriqués de manière durable et responsable, et le processus de recyclage des batteries doit être capable de séparer efficacement les différents matériaux, y compris les polymères, pour éviter les impacts environnementaux négatifs.

6.3 Les batteries de moyenne puissance

Les batteries de moyenne puissance sont souvent utilisées dans les voitures électriques, les outils électriques et les systèmes de stockage d'énergie. Cependant, comme toutes les batteries, elles ont une durée de vie limitée et finissent par perdre leur capacité de stockage d'énergie. C'est là que le recyclage des batteries entre en jeu.

Le recyclage des batteries est un processus qui permet de récupérer les matériaux précieux tels que le lithium, le cobalt et le nickel contenus dans les batteries usagées. Ces matériaux peuvent ensuite être réutilisés dans la fabrication de nouvelles batteries, réduisant ainsi la demande de nouvelles matières premières et la quantité de déchets qui finissent dans les décharges.

Pour les batteries de moyenne puissance, le recyclage est particulièrement important car ces batteries sont souvent utilisées dans des applications à haute intensité énergétique et ont tendance à se dégrader plus rapidement que les batteries de plus grande capacité. Le recyclage permet donc de réduire les coûts de remplacement fréquents et d'assurer une utilisation plus durable des ressources.

En résumé, les batteries de moyenne puissance ont un rôle important à jouer dans le recyclage des batteries, car elles sont souvent utilisées dans des applications à haute intensité énergétique et ont une durée de vie limitée. Le recyclage permet de récupérer les matériaux précieux et de réduire la demande de nouvelles matières premières, contribuant ainsi à une utilisation plus durable des ressources.

Allons plus en profondeur sur le recyclage des batteries de moyenne puissance. Les batteries de moyenne puissance sont généralement composées de cellules au lithium-ion, qui sont des batteries

rechargeables qui utilisent du lithium pour stocker de l'énergie électrique. Cependant, ces cellules contiennent également des métaux lourds tels que le cobalt, le nickel et le manganèse.

Le recyclage des batteries de moyenne puissance commence par le démantèlement des batteries.

Les cellules sont retirées et les matériaux sont triés en fonction de leur composition. Les métaux précieux tels que le lithium, le cobalt et le nickel sont ensuite récupérés pour être réutilisés dans la fabrication de nouvelles batteries. Les autres matériaux peuvent également être récupérés et utilisés dans d'autres applications.

Le recyclage des batteries de moyenne puissance présente de nombreux avantages. Tout d'abord, il permet de réduire la quantité de déchets qui finissent dans les décharges, ce qui réduit l'impact environnemental des batteries usagées. De plus, le recyclage permet de récupérer des matériaux précieux qui peuvent être réutilisés dans la fabrication de nouvelles batteries, réduisant ainsi la demande de nouvelles matières premières et les coûts de production.

Cependant, le recyclage des batteries de moyenne puissance n'est pas sans défis. Tout d'abord, le processus de recyclage peut être coûteux et nécessiter des installations spécialisées pour trier et traiter les différents matériaux. De plus, les batteries contiennent souvent des produits chimiques dangereux qui nécessitent une manipulation et une élimination appropriées pour éviter les risques pour la santé et l'environnement.

Malgré ces défis, le recyclage des batteries de moyenne puissance reste crucial pour assurer une utilisation durable des ressources et réduire l'impact environnemental des batteries usagées. Les fabricants de batteries travaillent également à l'amélioration de la durée de vie des batteries et à la réduction de la quantité de métaux lourds utilisés dans leur fabrication pour rendre le recyclage plus facile et plus efficace à l'avenir.

6.4 Le prix au kilo des batteries usagées

Le ministre de l'Energie BOUTERFA explique que l'unité fait la collecte chez les particuliers, les revendeurs et les entreprises, et ce, sur le territoire national. « Celles-ci nous sont vendues au prix de 50 DA le kilo », précise-t-il. Les batteries sont ensuite acheminées vers l'unité de recyclage pour être placées dans un grand bassin.

Les batteries peuvent être recyclées pour récupérer des matériaux précieux tels que le plomb, le lithium, le nickel et le cobalt. Le processus de recyclage des batteries dépend du type de batterie.

Les batteries au plomb-acide sont les plus couramment recyclées. Les batteries usagées sont collectées, puis les boîtiers en plastique sont retirés et les cellules de batterie sont broyées pour récupérer l'acide sulfurique. Le plomb est ensuite fondu et purifié, puis moulé en lingots pour être réutilisé.

Les batteries au lithium-ion sont également recyclables. Les batteries sont collectées et démontées, puis les cellules sont broyées pour récupérer les matériaux tels que le lithium, le nickel et le cobalt. Ces matériaux peuvent être réutilisés dans la production de nouvelles batteries ou d'autres

produits.

Il est important de noter que le recyclage des batteries est essentiel pour préserver l'environnement et prévenir la contamination des sols et de l'eau par les métaux lourds contenus dans les batteries. Il est recommandé de déposer les batteries usagées dans des points de collecte spécifiques plutôt que de les jeter à la poubelle.

Les batteries au plomb-acide représentent environ 60% de toutes les batteries recyclées dans le monde, tandis que les batteries au lithium-ion représentent environ 5% à 10%.

Les batteries au lithium-ion sont plus difficiles à recycler que les batteries au plomb-acide en raison de leur complexité chimique et de leur construction en couches. Cependant, des efforts sont en cours pour améliorer les processus de recyclage et trouver de nouvelles méthodes pour récupérer plus efficacement les matériaux précieux.

Le recyclage des batteries peut également aider à réduire la dépendance aux matériaux rares importés de pays étrangers. Par exemple, le cobalt utilisé dans les batteries au lithium-ion est principalement extrait en République Démocratique du Congo, où les conditions de travail sont souvent dangereuses et exploiteuses.

Les normes environnementales et de sécurité varient d'un pays à l'autre pour le recyclage des batteries. Il est donc important de choisir un fournisseur de recyclage de confiance qui respecte les normes internationales et locales.

En plus du recyclage, il est également important de prolonger la durée de vie des batteries en les utilisant le plus longtemps possible et en les réparant si nécessaire. Les batteries rechargeables, telles que celles utilisées dans les téléphones portables et les ordinateurs portables, peuvent souvent être rechargées plusieurs fois avant d'avoir besoin d'être remplacées.

En somme, le recyclage des batteries est essentiel pour préserver l'environnement et éviter la pollution due aux métaux lourds. Les batteries recyclées peuvent également aider à réduire la dépendance aux matériaux rares importés et prolonger la durée de vie des produits.

6.5 Comment améliorer notre processus de recyclage

L'Algérie est le pays du Maghreb le plus peuplé avec plus de 43 millions d'habitants et son parc automobile compte **6,5 millions** de véhicules dont plus de 4 millions de véhicules de tourisme soit plus de 64% du parc global. Ce parc est en hausse de 6% par an. Une étude de marché, réalisée récemment par le ministère de l'environnement, montre que le potentiel annuel de batteries usagées à recycler est estimé à plus de 2 millions de tonnes/an, alors que seuls 30% sont récupérés et recyclés.

Les principaux détenteurs de la batterie usagée en Algérie que se soit les réseaux de récupération ou les entreprises marchandes cherchant à se débarrasser des quantités énormes générées par leurs flottes, installations ou industries, ignorent la réglementation et les règles les plus élémentaires pour la gestion de ces déchets dangereux classés comme tel par la réglementation nationale et internationale.

7 Les batteries sont recyclables

Les batteries sont recyclables. Cependant, le processus de recyclage varie en fonction du type de batterie.

Les batteries rechargeables, comme les batteries au nickel-cadmium (Ni-Cd), au nickel métal-hydrure (NiMH) et au lithium-ion (Li-ion), sont généralement recyclées pour récupérer des matériaux tels que le nickel, le cobalt, le lithium, le cuivre et le fer. Ces matériaux peuvent être utilisés pour fabriquer de nouvelles batteries et d'autres produits.

Les batteries alcalines, en revanche, sont moins souvent recyclées car leur processus de recyclage est plus coûteux et moins efficace. Cependant, certaines entreprises ont développé des méthodes pour récupérer les métaux précieux contenus dans les batteries alcalines, comme le zinc, le manganèse et l'acier.

Il est important de recycler les batteries pour éviter leur accumulation dans les décharges, où elles peuvent libérer des substances toxiques dans l'environnement. De plus, le recyclage permet de réduire la demande de matériaux neufs et de préserver les ressources naturelles. Le recyclage des batteries est un processus important pour minimiser l'impact environnemental des déchets électroniques, mais il y a encore des défis à relever pour optimiser le processus de recyclage.

Le principal défi est la collecte des batteries usagées. De nombreux consommateurs ne savent pas comment et où recycler leurs batteries, et il peut être difficile de trouver des points de collecte appropriés. Par conséquent, de nombreuses batteries finissent dans les décharges plutôt que d'être recyclées.

De plus, le processus de recyclage lui-même peut être complexe et coûteux. Les batteries doivent être triées, démontées et traitées en fonction de leur type pour récupérer les matériaux précieux. Les coûts élevés et les marges bénéficiaires étroites peuvent rendre le recyclage peu attrayant pour les entreprises.

En outre, certaines batteries contiennent des substances dangereuses telles que le plomb et le mercure, qui nécessitent des précautions spéciales pour le traitement en toute sécurité. Des réglementations strictes sont donc nécessaires pour garantir que le processus de recyclage est effectué correctement. Cependant, malgré ces défis, le recyclage des batteries est une étape importante pour réduire l'impact environnemental des déchets électroniques et préserver les ressources naturelles. Les Gouvernements, les entreprises et les consommateurs peuvent tous jouer un rôle en encourageant et en facilitant la collecte et le recyclage des batteries.

8 Les batteries ne se recyclent pas

Les batteries peuvent en effet être recyclées, mais cela dépend du type de batterie en question. Les batteries contenant du plomb-acide, du nickel-cadmium, du nickel-hydrure métallique et du lithium-ion sont recyclables.

Le recyclage des batteries est important car les batteries usagées peuvent contenir des métaux lourds et d'autres substances nocives pour l'environnement. Le recyclage permet de récupérer ces matériaux et de les réutiliser pour la fabrication de nouvelles batteries ou d'autres produits.

Cependant, il est important de noter que toutes les batteries ne sont pas recyclées de la même manière. Les processus de recyclage peuvent varier selon le type de batterie et les réglementations locales en matière de gestion des déchets.

En résumé, il est possible de recycler les batteries, mais cela dépend du type de batterie en question et des procédures de recyclage disponibles. Il est donc important de bien se renseigner sur les options de recyclage disponibles dans sa région pour s'assurer que les batteries usagées sont correctement traitées et recyclées.

Les batteries contiennent des métaux précieux tels que le lithium, le cobalt, le nickel, le cuivre et l'aluminium, ainsi que d'autres matériaux tels que le plastique, le papier et les électrolytes. Le recyclage des batteries permet de récupérer ces matériaux, de les purifier et de les réutiliser pour la fabrication de nouvelles batteries, ce qui réduit la dépendance aux sources de matières premières vierges.

Le processus de recyclage des batteries dépend du type de batterie en question. Les batteries au plomb-acide sont souvent broyées et les matériaux sont séparés par gravité et par flottation. Les batteries au nickel-cadmium et au nickel-hydrure métallique sont généralement fondues et les métaux sont récupérés par électrolyse. Les batteries au lithium-ion sont démontées et les matériaux sont séparés par traitement chimique et hydrométallurgie.

Le recyclage des batteries présente plusieurs avantages. Il réduit la quantité de déchets électroniques qui se retrouvent dans les décharges et préserve les ressources naturelles. Il contribue également à réduire les émissions de gaz à effet de serre en limitant l'extraction et la production de matières premières vierges.

Cependant, le recyclage des batteries n'est pas sans défis. Les batteries sont souvent difficiles à collecter et à transporter, et le processus de recyclage peut être coûteux. De plus, le recyclage des batteries au lithium-ion présente des risques de sécurité en raison de la nature inflammable des matériaux.

En somme, le recyclage des batteries est une pratique importante pour protéger l'environnement et économiser les ressources naturelles. Cependant, il nécessite des efforts et des investissements pour garantir une collecte adéquate, un traitement sûr et une réutilisation efficace des matériaux.

8. Les composants et les dommages des batteries.

. Introduction :

Les batteries sont des dispositifs électrochimiques qui stockent de l'énergie sous forme chimique et la libèrent sous forme d'énergie électrique lorsqu'elle est nécessaire. Ces dispositifs sont largement utilisés dans de nombreuses applications, notamment les véhicules électriques, les téléphones portables, les ordinateurs portables, etc. Cependant, comme pour toute technologie, les batteries sont sujettes à des dommages, ce qui peut entraîner une perte d'efficacité ou même une panne totale. Dans ce rapport scientifique, nous allons étudier en profondeur les composants des batteries ainsi que les dommages courants et les moyens de les prévenir.

Composants des batteries :

Les batteries sont constituées de plusieurs éléments clés qui travaillent ensemble pour stocker et libérer l'énergie. Les principales parties constitutives d'une batterie sont l'anode, la cathode, l'électrolyte, le séparateur et le boîtier. Chacune de ces parties joue un rôle important dans le fonctionnement de la batterie et peut être fabriquée à partir de différents matériaux selon le type de batterie.

- **L'anode** : Il s'agit de l'électrode négative d'une batterie et c'est là où a lieu l'oxydation. En général, l'anode est composée de graphite ou de lithium. Les batteries au lithium-ion sont les plus courantes et utilisent du graphite comme matériau pour l'anode.
- **La cathode** : Il s'agit de l'électrode positive de la batterie et c'est là où a lieu la réduction. La plupart du temps, le matériau utilisé pour la cathode est différent de celui de l'anode. Les matériaux couramment utilisés pour la cathode comprennent le cobalt, le nickel, le manganèse et le fer. Les batteries au lithium-ion utilisent souvent des combinaisons de ces matériaux pour la cathode.
- **L'électrolyte** : Il s'agit d'un liquide qui permet aux ions de passer d'une électrode à l'autre tout en empêchant les électrons de circuler librement et de créer un court-circuit. Les électrolytes communs dans les batteries

comprennent l'acide sulfurique, les sels fondus ou les polymères solides. Les batteries au lithium-ion utilisent généralement un électrolyte liquide ou un électrolyte polymère solide.

- **Le séparateur** : Il s'agit d'une couche mince située entre l'anode et la cathode qui empêche ces deux électrodes de se toucher et de provoquer un court-circuit électrique. Le séparateur est souvent fabriqué à partir de matériaux poreux tels que le polypropylène ou le polyéthylène.
- **Le boîtier** : Il s'agit de la structure extérieure de la batterie qui protège les composants internes de la poussière, de l'humidité et des dommages physiques. Les batteries sont généralement fabriquées à partir de matériaux légers et durables tels que le plastique ou le métal. Les batteries au lithium-ion ont également un boîtier en aluminium pour aider à dissiper la chaleur [15].

Les batteries peuvent être endommagées de plusieurs manières, notamment par une surcharge, une surchauffe, une exposition à des températures extrêmes et une utilisation excessive.

Voici quelques exemples de dommages courants des batteries :

- **Dégradation de l'anode et de la cathode** : Avec le temps, l'anode et la cathode peuvent se dégrader, ce qui diminue la capacité de la batterie à stocker et à libérer de l'énergie électrique. Cette dégradation peut être causée par une utilisation excessive de la batterie, une surchauffe ou une surcharge.
- **Court-circuit** : Si le séparateur est endommagé, l'anode et la cathode peuvent se toucher, créant ainsi un court-circuit électrique qui peut endommager la batterie ou causer un incendie.
- **Surcharge et surchauffe** : Une surcharge ou une surchauffe peut également endommager la batterie. Cela peut se produire si la batterie est chargée trop rapidement ou si elle est exposée à des températures élevées. Les batteries au lithium-ion sont particulièrement sensibles aux surcharges et aux surchauffes, ce qui peut entraîner une perte de capacité ou même un incendie.
- **Utilisation excessive** : Une utilisation excessive de la batterie peut également endommager les composants internes. Par exemple, une utilisation excessive d'un ordinateur portable peut entraîner une usure prématurée de la batterie. Les batteries ont également une durée de vie limitée en termes de cycles de charge et de décharge, et une utilisation excessive peut réduire cette durée de vie.
- **Exposition à des températures extrêmes** : Les batteries peuvent également être endommagées par l'exposition à des températures extrêmes. Les batteries au lithium-ion peuvent être endommagées par des températures supérieures à 60°C, tandis que des températures inférieures à 20°C peuvent ralentir les réactions chimiques à l'intérieur de la batterie et réduire sa capacité.

Prévention des dommages aux batteries :

Il existe plusieurs moyens pour prévenir les dommages courants des batteries :

- Éviter la surcharge et la surchauffe en utilisant un chargeur approprié et en évitant d'exposer la batterie à des températures extrêmes. Les batteries modernes ont souvent des systèmes de gestion de la charge qui permettent de surveiller la charge et la température de la batterie pour éviter les surcharges et les surchauffes.
- Réduire l'utilisation excessive de la batterie en désactivant les fonctionnalités inutiles et en réduisant les niveaux de luminosité et de volume sonore. Les batteries modernes ont également des options d'économie d'énergie pour prolonger la durée de vie de la batterie.
- Protéger la batterie contre les chocs physiques en utilisant un étui ou une housse. Les batteries modernes ont souvent des boîtiers robustes pour résister aux chocs.
- Stocker la batterie dans un endroit frais et sec lorsque vous ne l'utilisez pas. Les batteries modernes ont souvent des systèmes de gestion de la batterie qui permettent de stocker la batterie de manière optimale pour prolonger sa durée de vie.

Composant de la batterie	Dommages possibles
Anode	Corrosion, fissures, usure
Cathode	Perte de capacité, dégradation chimique, surchauffe
Électrolyte	Fuite, corrosion, contamination
Séparateur	Court-circuit, déchirure, blocage
Collecteurs	Oxydation, corrosion, desserrage

Conclusion

En conclusion, les batteries sont des dispositifs électrochimiques importants largement utilisés dans de nombreuses applications. Les principales parties constitutives d'une batterie sont l'anode, la cathode, l'électrolyte, le séparateur et le boîtier. Les batteries peuvent être endommagées par une surcharge, une surchauffe, une exposition à des températures extrêmes et une utilisation excessive.

Cependant, il existe plusieurs moyens de prévenir ces dommages courants tels que l'utilisation d'un chargeur approprié, la réduction de l'utilisation excessive de la batterie, la protection contre les chocs physiques et le stockage optimal de la batterie. Les batteries modernes ont également des systèmes de gestion de la batterie pour surveiller et réguler la charge, la température et le stockage de manière à prolonger leur durée de vie.

Chapitre 03 :
Les Normes et Règles pour la gestion des déchets
dangereux

1.1- Les Normes et Règles pour la gestion des déchets dangereux :

La gestion des déchets dangereux est réglementée par différentes normes et règles visant à protéger l'environnement et la santé publique. Voici quelques exemples de normes et règlements pertinents

- **La directive européenne 2008/98/CE relative aux déchets** : cette directive fixe les règles applicables à la gestion des déchets, y compris les déchets dangereux. Elle vise notamment à encourager la prévention de la production de déchets, à promouvoir leur réutilisation et leur recyclage, et à limiter leur élimination.
- **Le règlement européen REACH** : ce règlement impose aux entreprises qui fabriquent, importent ou utilisent des substances chimiques de s'assurer que ces substances ne représentent pas un risque pour la santé humaine ou l'environnement. Les déchets contenant des substances soumises à REACH doivent être gérés conformément à cette réglementation.
- **Le règlement européen CLP** : ce règlement établit des critères harmonisés pour la classification, l'étiquetage et l'emballage des produits chimiques, y compris les déchets dangereux.
- **La convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination** : cette convention internationale vise à protéger la santé et l'environnement en réglementant le transport et l'élimination des déchets dangereux entre les pays membres.
- **La législation nationale** : chaque pays a ses propres lois et règlements relatifs à la gestion des déchets dangereux. Ces lois peuvent inclure des exigences spécifiques en matière de stockage, de transport et d'élimination des déchets dangereux.
- La directive européenne 2008/98/CE relative aux déchets impose la mise en place d'un système de traçabilité des déchets dangereux, depuis leur production jusqu'à leur traitement final. Les entreprises doivent tenir un registre complet de tous les mouvements de ces déchets, y compris les quantités produites, les modes de transport, les installations de traitement, etc.

- Le règlement européen REACH impose également des obligations concernant l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques dangereuses.
- Les entreprises qui produisent, importent ou utilisent des substances soumises à cette réglementation doivent fournir des informations détaillées sur leurs propriétés et les risques qu'elles présentent pour la santé humaine et l'environnement.
- Le règlement européen CLP impose la classification, l'étiquetage et l'emballage des produits chimiques, y compris les déchets dangereux. Les entreprises doivent classer ces déchets en fonction de leurs propriétés physiques, chimiques et toxicologiques, et les étiqueter de manière appropriée pour informer les travailleurs et les utilisateurs des risques qu'ils présentent.
- La convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination contient des dispositions spécifiques visant à empêcher les transferts de déchets dangereux vers des pays où ils ne peuvent être traités en toute sécurité. Cette convention établit également des critères pour autoriser les transferts transfrontaliers de déchets dangereux vers des installations de traitement autorisées dans d'autres pays.
- En ce qui concerne la législation nationale, chaque pays dispose de sa propre réglementation en matière de gestion des déchets dangereux. Par exemple, en France, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte impose des objectifs ambitieux en matière de réduction de la production de déchets et de développement du recyclage et de la valorisation des déchets. Cette loi prévoit également des mesures spécifiques pour la gestion des déchets dangereux, notamment en ce qui concerne leur collecte, leur transport et leur traitement final.

- MISE EN ŒUVRE ET GESTION

- Gestion des déchets généraux :

Les sites doivent mettre en œuvre le plan de gestion des déchets ou l'équivalent. Le plan doit être approuvé au début des opérations par le directeur général ou son représentant, puis revu annuellement par la suite par les services d'exploitation minière, de traitement et de S & E, et mis à jour au besoin.

Les sites doivent identifier, classer et caractériser (voir le tableau 1 pour les essais requis) tous les nouveaux flux de déchets et réévaluer les flux de déchets existants à mesure que des changements surviennent. Un déchet est considéré comme dangereux s'il possède l'une des

Caractéristiques figurant à l'annexe III de la Convention de Bâle, s'il est considéré comme dangereux par le régime réglementaire juridictionnel ou s'il échoue à l'un des essais du tableau 1.

Tableau 1 - Essais de classification des déchets dangereux <i>Ce tableau décrit les essais analytiques pour les déchets de procédé, y compris les résidus, les boues, les résidus de lixiviation, les fines de carbone et les scories de raffinerie, afin de déterminer les impacts environnementaux potentiels dans le but de déterminer les pratiques appropriées de gestion des déchets qui sont protectrices pour la santé humaine et l'environnement. Pour plus de détails sur la caractérisation des déchets, voir la Ligne directrice sur la caractérisation et l'essai des produits et des déchets de procédé, NEM-TES-GDL-403</i>		
Essai	Description	Résultat
Caractérisation de l'élimination des déchets solides	Il s'agit d'un essai de lixiviation acide faible d'une durée de 18 heures qui sert à déterminer si un solide doit être désigné comme un déchet dangereux ou s'il peut être éliminé dans un site d'enfouissement municipal (États-Unis seulement). Les concentrations de métaux dissous dans la solution de lixiviation sont comparées aux limites de concentration en arsenic, baryum, cadmium, chrome, plomb, mercure, sélénium et argent.	Si les concentrations de métaux dissous (p. ex., As, Ba, Ca, Cr, Pb, Hg, Se, Ag) sont supérieures aux limites d'utilisation bénéfique établies par les autorités, les déchets doivent être désignés comme déchets dangereux et éliminés dans une installation désignée.
Procédé de lixiviation par précipitation synthétique	L'essai SPLP consiste à déterminer la mobilité des analyses inorganiques des déchets solides. Il ne s'applique qu'aux extractions d'un seul lot, en tant qu'essai de dépistage. Elle ne s'applique pas aux substances organiques, aux matières volatiles ou aux échantillons biologiquement actifs. Les échantillons sont mis à réagir avec un liquide d'extraction d'eau désionisée pendant 18 heures dans une bouteille roulée bout à bout. Le lixiviat final est filtré et soumis pour analyse.	Si les concentrations de métaux dissous sont supérieures aux limites d'utilisation bénéfique établies par les autorités, les déchets doivent être désignés comme des déchets dangereux et éliminés dans une installation désignée.
Essais de cellules d'humidité	L'échantillon est broyé finement, si nécessaire, et placé dans une cellule cylindrique, puis rincé à l'air humide et à l'eau désionisée chaque semaine pour accélérer le vieillissement et l'effluent est analysé. Les résultats sont utilisés pour identifier les matériaux potentiellement problématiques nécessitant une manipulation spéciale.	Si les concentrations de métaux dissous sont supérieures aux limites d'utilisation bénéfique établies par les autorités, les déchets doivent être désignés comme des déchets dangereux et éliminés dans une installation désignée.

Les sites doivent élaborer, mettre en œuvre et maintenir un programme des 3R (réduire, réutiliser, recycler) pour les déchets, le cas échéant, et lorsque cela est avantageux.

Les sites doivent dépressuriser tous les aérosols avant leur élimination ou leur recyclage.

Les dossiers relatifs à la production, à la séparation, à la collecte, à l'entreposage, au transport, aux 3R, à l'élimination sur place et hors site et aux inspections, y compris la chaîne de possession et les vérifications, doivent être tenus conformément aux exigences réglementaires et aux calendriers de conservation des dossiers du site

1.2.2- Déchets dangereux :

Les déchets dangereux doivent être gérés en fonction de leurs caractéristiques de danger et de leur compatibilité avec les autres déchets.

- Les déchets dangereux ne doivent pas être acheminés avec du minerai, entrés dans les flux de traitement de l'extraction des métaux ou placés sur des tampons actifs de lixiviation en tas lorsqu'ils réduisent la récupération des métaux, ont un impact sur l'environnement ou entraînent une non-conformité légale.
- Les déchets médicaux doivent être traités et/ou éliminés de manière à protéger la santé humaine et l'environnement et à satisfaire aux exigences réglementaires.
- Le site peut traiter et éliminer les déchets dangereux sur place s'il se conforme à toutes les exigences légales, aux permis de site et s'il est éliminé dans une installation désignée approuvée par un groupe interfonctionnel comprenant les responsables des pratiques mondiales en géotechnique et hydrologie, environnement, procédés et génie minier.
- Le déclassement des installations d'accumulation de déchets dangereux sur place et la gestion des déchets dangereux produits pendant le déclassement doivent être intégrés aux plans de fermeture et de remise en état

1.2.3- En résumé

La gestion des déchets dangereux est un enjeu majeur pour la protection de l'environnement et de la santé publique, et elle est réglementée par différentes normes et règles nationales et internationales. Les entreprises qui produisent, importent ou utilisent des substances dangereuses doivent se conformer à ces réglementations pour assurer une gestion efficace et sûre de ces déchets.

2.1- Les déchets électroniques et électriques :

Tels que les batteries, les ordinateurs, les téléphones portables et les appareils électroménagers.

Également connus sous le nom de DEEE, sont des déchets provenant d'équipements électriques et électroniques en fin

De vie utile. Ces déchets peuvent contenir des substances toxiques et dangereuses telles que le mercure, le plomb, le cadmium et d'autres métaux lourds, ainsi que des substances chimiques nocives pour l'environnement et la santé humaine telles que les retardateurs de flamme bromés.

Les DEEE peuvent inclure des équipements domestiques tels que des réfrigérateurs, des ordinateurs, des téléviseurs, des téléphones portables et des jouets électroniques, ainsi que des équipements professionnels tels que des équipements de télécommunications, des équipements médicaux et des équipements de laboratoire. Le traitement des DEEE est un défi mondial croissant en raison de l'augmentation rapide de la quantité de ces déchets produits chaque année. Il est important de recycler et de traiter correctement les DEEE pour minimiser les impacts environnementaux et sanitaires liés à leur élimination. Le recyclage des DEEE peut permettre de récupérer des matériaux précieux tels que l'or, l'argent, le cuivre et le palladium, qui peuvent être réutilisés dans la fabrication de nouveaux équipements électroniques.

De nombreux pays ont mis en place des réglementations et des programmes pour la gestion des DEEE, tels que l'obligation pour les fabricants de récupérer et de recycler les équipements qu'ils ont vendus. Il est également possible de déposer les DEEE dans des centres de collectes spécialisés ou de les faire collecter par des entreprises spécialisées dans le traitement de ces déchets.

2.1.1- Les déchets médicaux :

Tels que les seringues, les aiguilles, les produits pharmaceutiques périmés et les produits biologiques. Ces déchets peuvent être dangereux pour la santé humaine et l'environnement en raison de la présence de produits chimiques, de micro-organismes pathogènes et d'autres contaminants. Voici quelques exemples de déchets médicaux :

-Les aiguilles et les seringues utilisées pour l'administration de médicaments et de vaccins.



Figure III.1 : Les aiguilles et les seringues

- Les produits pharmaceutiques périmés ou non utilisés.
- Les tissus humains, les fluides corporels et les matériaux biologiques tels que le sang, l'urine et les excréments.
- Les déchets infectieux tels que les pansements, les gants et les équipements de protection personnelle utilisés dans les procédures chirurgicales.



Figure III.2 : Les déchets infectieux

- Les équipements médicaux cassés ou obsolètes tels que les scanners, les appareils respiratoires et les moniteurs de signes vitaux.

1.1.2. Les déchets radioactifs

Tels que les déchets issus de la production d'énergie nucléaire et de la recherche scientifique. Ces déchets sont produits par des activités telles que la production d'énergie nucléaire, la médecine nucléaire, la recherche scientifique et l'industrie. Il existe plusieurs catégories de déchets radioactifs, chacune ayant ses propres niveaux de dangerosité et ses propres protocoles de gestion :

- **Les déchets de faible activité** : qui représentent environ 90% des déchets radioactifs. Ces déchets contiennent de faibles niveaux de radioactivité et peuvent être traités comme des déchets conventionnels, à condition qu'ils soient stockés de manière appropriée.
- **Les déchets de moyenne activité** : qui représentent environ 7% des déchets radioactifs. Ces déchets contiennent des niveaux de radioactivité plus élevés que les déchets de faible activité et nécessitent des précautions supplémentaires lors de leur manipulation, de leur stockage et de leur élimination.
- **Les déchets de haute activité** : qui représentent environ 3% des déchets radioactifs. Ces déchets sont extrêmement dangereux et nécessitent des mesures de protection maximales lors de leur manipulation, de leur stockage et de leur élimination.

Stockage des déchets dangereux :

Les déchets dangereux doivent être stockés dans des conteneurs étanches et résistants aux produits chimiques, afin de prévenir les fuites ou les déversements.



Figure III.3 : Le stockage pour le recyclage des déchets

Il existe différentes méthodes de stockage pour les déchets dangereux, notamment :

Les sites d'enfouissement

Les déchets dangereux peuvent être stockés dans des sites d'enfouissement spécialement conçus pour cette fin. Ces sites sont souvent situés dans des zones éloignées des centres urbains pour minimiser les risques pour la population.

Les déchets sont placés dans des conteneurs étanches pour empêcher les substances toxiques de contaminer le sol et les eaux souterraines. Les sites d'enfouissement sont souvent utilisés pour les déchets qui ne peuvent pas être recyclés ou traités de manière sûre et efficace.

Cependant, les sites d'enfouissement des déchets dangereux peuvent poser des risques pour l'environnement et la santé humaine s'ils ne sont pas gérés correctement. Les déchets dangereux peuvent contaminer le sol, les eaux souterraines et les sources d'eau potable s'ils ne sont pas stockés dans des conteneurs étanches ou si le site d'enfouissement n'est pas correctement doublé pour empêcher les substances toxiques de s'infiltrer dans le sol.

De plus, les sites d'enfouissement des déchets dangereux peuvent émettre des gaz dangereux tels que le méthane et le dioxyde de carbone s'ils ne sont pas correctement ventilés. Ces gaz peuvent provoquer des explosions et des incendies.

Les sites de stockage en surface :

Les déchets dangereux peuvent également être stockés sur des sites de stockage en surface. Ces sites sont généralement dotés d'une doublure imperméable pour empêcher les substances toxiques de s'infiltrer dans le sol ou les eaux souterraines. Les déchets sont souvent placés dans des conteneurs de stockage spéciaux pour minimiser les risques de fuites. Les sites de stockage en surface peuvent être utilisés pour des déchets tels que les solvants, les acides et les bases, les huiles usées et les déchets chimiques.

Cependant, comme pour les sites d'enfouissement des déchets dangereux, les sites de stockage en surface peuvent également poser des risques environnementaux et sanitaires s'ils ne sont pas gérés correctement. Les substances stockées peuvent s'infiltrer dans le sol les eaux souterraines si les conteneurs ne sont pas étanche.

De plus, les conteneurs peuvent fuir ou se corroder avec le temps, ce qui peut entraîner des fuites de substances toxiques dans l'environnement.

Les sites de stockage en surface des déchets dangereux doivent donc être réglementés et surveillés de près. Les conteneurs doivent être étanches et surveillés régulièrement pour détecter les fuites ou les signes de corrosion. Les sites de stockage en surface doivent également être équipés de systèmes de sécurité pour éviter les incendies ou les explosions.

Les installations de traitement :

Les déchets dangereux peuvent être traités pour réduire leur dangerosité ou les rendre inoffensifs. Les installations de traitement peuvent inclure des usines de traitement chimique, des incinérateurs ou des installations de neutralisation. Les installations de traitement des déchets dangereux peuvent inclure des installations de traitement physique, chimique ou biologique.

- ***Les installations de traitement physique*** : sont utilisées pour traiter les déchets dangereux solides tels que les métaux, les plastiques, les verres et les céramiques. Le traitement

physique peut inclure des méthodes telles que la séparation par gravité, la filtration, la centrifugation et la mouture.

- **Les installations de traitement chimique** : sont utilisées pour traiter les déchets dangereux liquides et gazeux tels que les solvants, les acides et les bases, et les produits chimiques organiques. Les méthodes de traitement chimique peuvent inclure l'oxydation, la réduction, la neutralisation, la précipitation et la coagulation.
- **Les installations de traitement biologique** : sont utilisées pour traiter les déchets dangereux organiques tels que les huiles usées, les produits pétroliers et les produits chimiques organiques. Les méthodes de traitement biologique peuvent inclure la biodégradation, la digestion anaérobie et le compostage.
- **Transport des déchets dangereux** :

Les déchets dangereux doivent être transportés conformément aux réglementations locales, nationales et internationales en matière de transport de marchandises dangereuses. Les transporteurs de déchets dangereux doivent être agréés et formés pour manipuler et transporter ces matériaux en toute sécurité.

Les règles de transport des déchets dangereux :

Varient d'un pays à l'autre, mais en général, le transport doit être effectué dans des véhicules spécialement conçus pour le transport de ce type de déchets, avec des contenants spécifiques pour chaque type de matière dangereuse transportée. Les transporteurs doivent également être en mesure de fournir une documentation complète sur la nature des déchets transportés et sur les mesures de sécurité mises en place pour les protéger.

- **En Europe** : la réglementation sur le transport des déchets dangereux est établie par la Directive 2008/68/CE sur le transport intérieur des marchandises dangereuses. Cette directive établit des règles pour la classification, l'emballage, l'étiquetage et le transport des marchandises dangereuses, y compris les déchets dangereux. -

Aux États-Unis : le transport des déchets dangereux est réglementé par le Département des Transports (DOT) qui a établi des règles pour le transport de matières dangereuses. Le DOT exige que les transporteurs de déchets dangereux soient enregistrés auprès de l'agence, suivent des formations spécifiques et se conforment à des réglementations strictes en matière d'emballage, de marquage et d'étiquetage.

- **Au niveau international** : la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination est un accord international qui établit des règles pour le transport et l'élimination des déchets

dangereux à travers les

frontières nationales. Cette convention vise à réduire la production de déchets dangereux, à garantir leur élimination ou leur recyclage de manière sûre et à prévenir leur transfert illégal entre les pays.

Le transport des déchets dangereux :

est souvent réglementé par des conventions internationales, telles que la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination. Cette convention vise à réduire la production de déchets dangereux, à garantir leur élimination ou leur recyclage de manière sûre et à prévenir leur transfert illégal entre les pays. Les risques peuvent être associés à des propriétés physiques, chimiques ou biologiques des déchets dangereux. Les règles de transport des déchets dangereux visent à garantir que ces matériaux sont manipulés et transportés en toute sécurité, en minimisant les risques pour la santé humaine et l'environnement. Les réglementations en matière de transport de déchets dangereux varient d'un pays à l'autre, mais elles ont tendance à avoir des exigences similaires en ce qui concerne l'emballage, l'étiquetage, la documentation et les procédures de manipulation.

- ***L'emballage des déchets dangereux :*** est une étape cruciale pour garantir la sécurité pendant le transport. Les emballages doivent être spécialement conçus pour chaque type de déchet afin de garantir qu'ils ne se brisent pas et ne fuient pas pendant le transport. Ils doivent également être étiquetés de manière claire et précise, avec des informations sur le type de déchet, les risques associés, les précautions à prendre en cas d'accident, etc.

- ***Les transporteurs de déchets dangereux :*** doivent être formés et équipés pour manipuler ces matériaux en toute sécurité, avec des équipements de protection individuelle (EPI) tels que des gants, des lunettes de protection, des masques, etc. Les procédures de chargement, de déchargement et de manipulation doivent être suivies avec précaution pour minimiser les risques pour la santé et l'environnement.

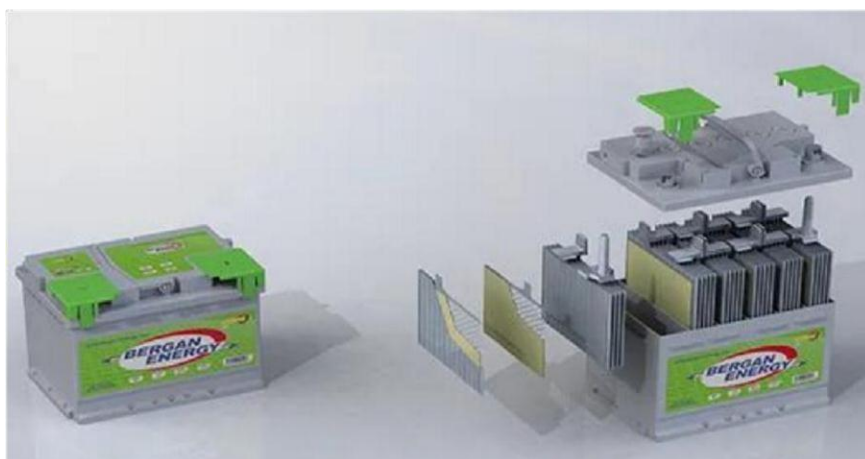


Figure4.4 : Les batteries

Élimination des déchets dangereux :

Les déchets dangereux doivent être éliminés conformément aux réglementations en vigueur.

Les options d'élimination incluent le traitement, l'incinération, la mise en décharge contrôlée et le recyclage. Les déchets dangereux sont des déchets qui ont des propriétés toxiques, inflammables, corrosives ou réactives, et qui peuvent causer des dommages graves à l'environnement et à la santé humaine s'ils ne sont pas manipulés et éliminés correctement.

Il existe plusieurs méthodes pour éliminer les déchets dangereux, mais il est important de choisir la méthode appropriée en fonction des propriétés spécifiques du déchet. Les méthodes courantes d'élimination des déchets dangereux comprennent l'incinération, la stabilisation / solidification, la neutralisation, la vitrification, le stockage à long terme et la destruction chimique.

Cependant, la meilleure solution pour la gestion des déchets dangereux est de les réduire à la source, en réduisant la quantité de déchets produits et en remplaçant les produits dangereux par des alternatives plus sûres. Les entreprises et les gouvernements peuvent également mettre en place des programmes de collecte et de recyclage pour les déchets dangereux afin de réduire leur impact environnemental.

2.5. Formation et sensibilisation :

Les entreprises et les individus doivent être formés aux normes et règles pour la gestion des déchets dangereux et être conscients de l'importance de la gestion appropriée des déchets dangereux.

La formation et la sensibilisation aux déchets dangereux sont essentielles pour garantir une gestion appropriée de ces types de déchets et minimiser les risques pour la santé humaine et l'environnement. Voici quelques éléments clés de la formation et de la sensibilisation aux déchets dangereux :

- **Identifier les types de déchets dangereux :** La première étape consiste à identifier les types de déchets dangereux et à comprendre les risques qu'ils posent pour la santé humaine et l'environnement. Les déchets dangereux peuvent inclure des produits chimiques, des batteries, des appareils électroniques, des produits pharmaceutiques, des huiles usagées, des pneus, etc.

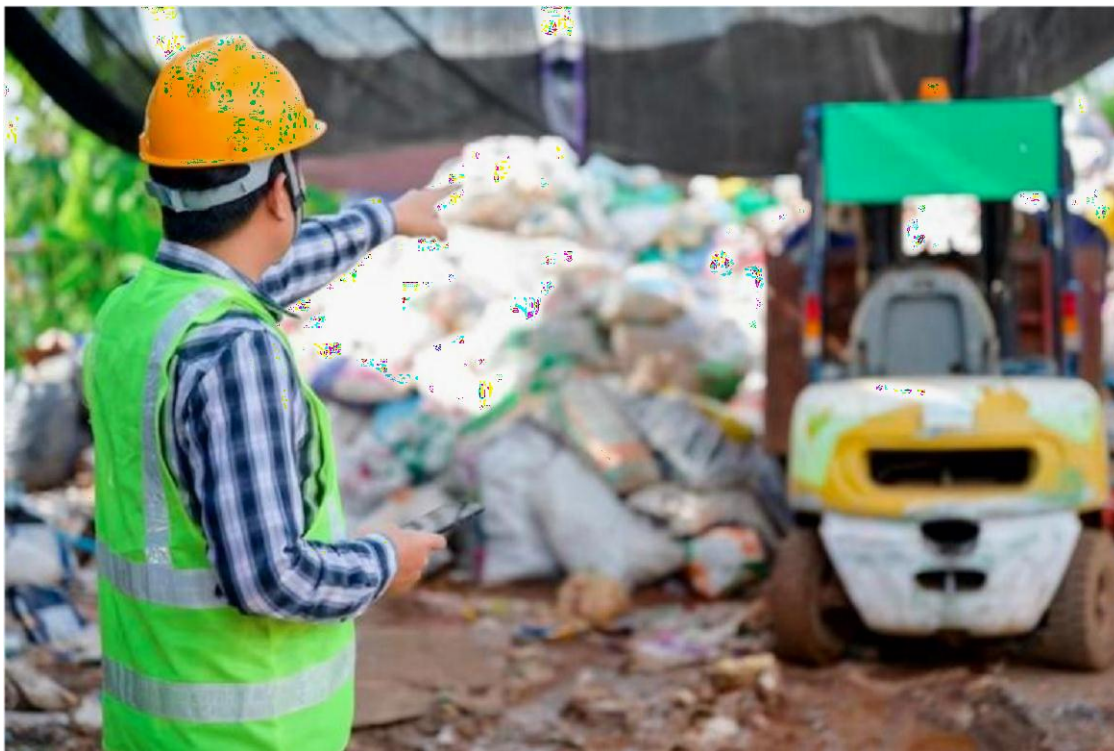


Figure III.4 : Les déchets dangereux dans les usines

Les types des déchets dangereux

a- Les déchets non dangereux des activités économiques : Ce sont les déchets d'entreprises ou d'industriels qui ressemblent aux déchets ménagers : papiers de bureau, cartons, emballages, palettes de bois, invendus d'un supermarché..., Ces déchets sont traités comme des déchets ménagers mais comme ils sont produits en grandes quantités, ils sont collectés et traités par des sociétés privées. **b- Les déchets b-toxiques des activités économiques :** Ce sont les déchets d'entreprises ou d'industriels qui contiennent des produits toxiques : solvants, vernis, colles, goudrons, huiles, déchets d'équipements électriques et électroniques..., Ces déchets sont toxiques et représentent un réel danger pour la santé et pour l'environnement. Ils sont collectés et traités par des sociétés spécialisées.

c- Les déchets d'activités de soins à risques infectieux : Ce sont des déchets de soins de particuliers, laboratoires ou hôpitaux : seringues, pansements, matériel de soins ..., Ces déchets présentent un risque infectieux et de contamination pour l'homme et l'environnement et ont un traitement particulier.

- Les déchets inertes : Ce sont les gravats de démolition des entreprises de construction ou de travaux publics : briques, blocs de béton, parpaings, terre, carrelage, tuiles, vitrage..., Comme leur nom l'indique, ces déchets ne bougent pas. Ils ne se décomposent pas et ne se dégradent pas et sont réutilisés en sous-couches pour les routes ou enfouis dans un centre de stockage.

d- Les déchets d'activités agricoles et déchets radioactifs :

Les déchets d'activités agricoles : (purins, fumiers, films de paillage, huiles usagées...) proviennent des élevages ou des cultures et sont traités par des centres spécialisés.

Les déchets radioactifs des centrales nucléaires : sont placés sous la responsabilité d'un organisme public l'Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs).

Connaître les réglementations en vigueur : Il est important de connaître les réglementations en vigueur en matière de gestion des déchets dangereux. Les lois et règlements varient selon les pays et les États, il est donc important de vérifier les règles locales applicables.

Apprendre les meilleures pratiques de gestion des déchets dangereux : Les meilleures pratiques de gestion des déchets dangereux incluent la réduction à la source, la réutilisation, le recyclage et l'élimination appropriée. Les formations peuvent inclure des démonstrations sur la façon de trier les déchets dangereux, de stocker les déchets dangereux et d'éliminer les déchets dangereux de manière appropriée.

- **Prévention et réduction des déchets :** La compréhension du flux de déchets permet aux autorités locales et aux décideurs de développer des campagnes de sensibilisation ciblées et de prendre des mesures politiques. Par exemple, les campagnes de sensibilisation pourraient encourager les producteurs de déchets organiques à grande échelle (p. ex., marchés de production) à construire des biodigesteurs pour générer du biogaz et du digestat comme amendement du sol, un additif qui améliore le sol à partir des déchets alimentaires. Les villes peuvent également utiliser les données issues des études de caractérisation des déchets pour identifier les matériaux non recyclables qui doivent être ciblés dans le cadre des stratégies de sensibilisation à la prévention des déchets, ou par les mesures politiques.

- **Recyclage et traitement des déchets :** La compréhension du flux de déchets aide les autorités locales et les décideurs à mettre en place une infrastructure appropriée et à planifier les changements dans le flux de déchets en fonction des changements de saison et des périodes de vacances. Par exemple, une ville aurait besoin de connaître la quantité de déchets organiques produits sur son territoire pour prendre des décisions concernant la taille appropriée d'une potentielle installation de compostage qui soit également à même de gérer une augmentation du flux entrant pendant certaines périodes.

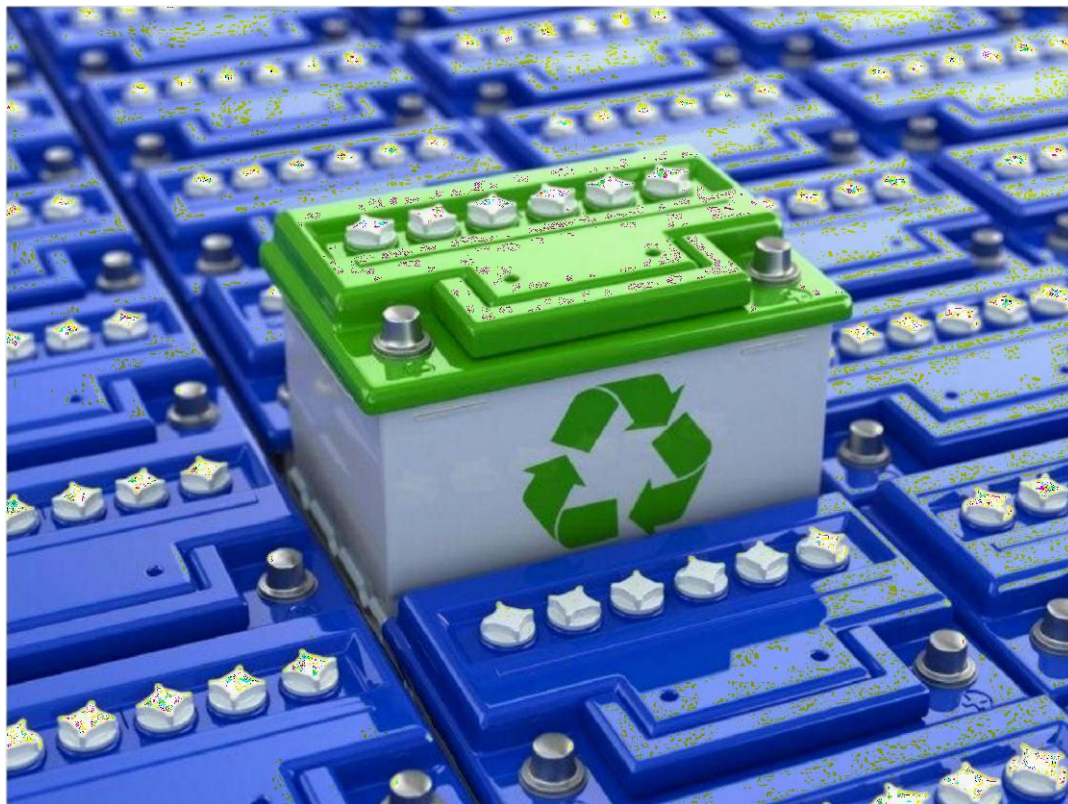


Figure III.5 : recyclage et traitement des batteries

- ✓ **Élimination des déchets :** La compréhension du flux de déchets aide les autorités locales et les décideurs à planifier l'élimination des déchets. Par exemple, une étude de caractérisation des déchets sur un site d'élimination existant aide une ville à déterminer la situation à la base et l'efficacité du programme de gestion des déchets solides, à estimer la durée de vie restante du site d'élimination et à planifier d'autres alternatives de recyclage et de traitement des déchets à l'avenir.
- ✓ **Sensibiliser sur les risques :** Il est important de sensibiliser les travailleurs et les communautés sur les risques associés aux déchets dangereux. Les travailleurs doivent être informés des mesures de sécurité à prendre lors de la manipulation des déchets dangereux, y compris le port d'équipements de protection individuelle (EPI) appropriés.
- ✓ **Former les personnes responsables de la gestion des déchets :** Les personnes responsables de la gestion des déchets doivent être formées pour garantir une gestion efficace et sûre des déchets dangereux. Ces personnes doivent comprendre les réglementations en vigueur et les meilleures pratiques de gestion des déchets

dangereux.

Les objectifs de gestion des déchets :

- ✓ Identifier, distinguer et quantifier les différentes catégories de déchets. Connaître et appliquer la réglementation relative à la gestion des déchets.
- ✓ Comprendre les évolutions réglementaires.
- ✓ Choisir les filières adéquates et conformes de collecte et de traitement.
 - o Maîtriser les modalités de suivi de l'élimination des déchets.
 - o Savoir remplir un bordereau de suivi des déchets.
 - o Définir des indicateurs de suivi et de performance.
 - o Sensibiliser et impliquer les collaborateurs.



Figure III.6 : La gestion des déchets dangereux

Chapitre 04 :

Recyclage des batteries à Oran

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous parlerons de ce que nous avons accompli dans la partie pratique de notre mémoire de fin d'études. Nous avons commencé par établir une liste des entreprises de recyclage qui existent à l'ouest d'Algérie, puis nous avons pris contact avec l'entreprise ECO RECYCLAGE qui est une entreprise de recyclage de batteries située à Ain Oussara. Cependant, nous ne sommes pas arrêtés là. Étant des étudiants universitaires à l'Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle, nous considérons qu'il est de notre responsabilité de veiller à la protection de l'environnement. Par conséquent, nous souhaitons laisser une empreinte dans la société Algérienne en particulier, et dans le monde en général, en lançant une campagne de sensibilisation sur le recyclage des piles, qui est un type spécifique de batteries. Nous avons réalisé une enquête avec différents segments de la société sur ce sujet, et leur réaction positive envers nous était évidente. Nous avons également réalisé un modèle de collecteur des piles fonctionnel avec les moyens disponibles et nous l'avons mis en place. Enfin, nous avons conçu des affiches de sensibilisation et contacté les autorités locales de la Commune de Bir El Djir dans la wilaya d'Oran.

2. Les entreprises de recyclage qui existent en Algérie

SARL METAL LOCK Récupération et recyclage de batteries usagées Route de Sig El Hassasna Mers Elhadjadj Oran.

SARL SAAC ORAN Récupération et recyclage de batteries usagées Zone Industrielle N°115/114 Hassi Bounif 12 Wilaya d'Oran.

FRICTION TEC Récupération et recyclage de batteries usagées Zone d'Activité El Ayada Ain Bya Bethioua Wilaya Oran.

SARL SAAC MOSTAGANEM Récupération et recyclage de batteries usagées Zone Industrielle Sidi Ben Haoua Wilaya de Mostaganem.

.SARL MANSOUR RECYCLAGE Récupération et recyclage de batteries usagées Zone d'Activités Bellaassel Commune Bellaassel Bouzegza Wilaya de Relizane.

1. Visite au saint de l'entreprise ECO RECYCLAGE

3.1 .L'entreprise :

ECO RECYCLAGE est une société algérienne qui a pour objet de recycler des batteries au plomb en Algérie suivant un processus moderne et productif respectant l'environnement et conforme aux normes européennes à sa voir ISO 14001.



Figure IV.1 Eco recyclage

Situation Géographique :

ECO RECYCLAGE est installé sur un terrain de 13 200 m² dans la Zone Industrielle de la commune de Ain Oussara, située à environ 200 km au sud d'Alger.



Figure IV.2 : Situation Géographique d'ECO RECYCLAGE

Le site ECO RECYCLAGE comprend

- Un hall de stockage des batteries
- Un hall de stockage et d'expédition produits finis
- Un atelier de cassage
- Une unité de traitement des effluents liquides
- Une aire de lavage des camions et des engins
- Des bureaux

Caractéristiques de fonctionnement de l'atelier

- Capacité totale de l'installation : 20 000 tonnes/an de batteries
- Ouverture : 240 jours par an, soit 83 tonnes de batteries cassées par jour
- Débit horaire de l'atelier : 15 tonnes de batteries cassées par heure - Coefficient de marche : 70 % de fonctionnement sur 100 % d'ouverture - Ouverture de l'atelier : 8 heures/jour avec une équipe.
- Tous les équipements sont en inox.
- Personnel : 10 puis 13 après montés en puissance

LE PROCESSUS ECO RECYCLAGE**2.5.1.1 Le ramassage et la collecte :**

Les batteries collectées sont acheminées pleines de leur acide soit sur caisses palette étanche ou encamion avec benne étanche spécialement étudiées pour le stockage et le transport des batteries usagées avec leur acide.

Les unités de traitement **ECO RECYCLAGE** reçoivent des batteries entières, les broient et les trient, les matières plombeuses, oxydées, les parties métalliques, le polypropylène sont exporté et les autres matières plastiques non recyclables sont mises en centre d'enfouissement technique.

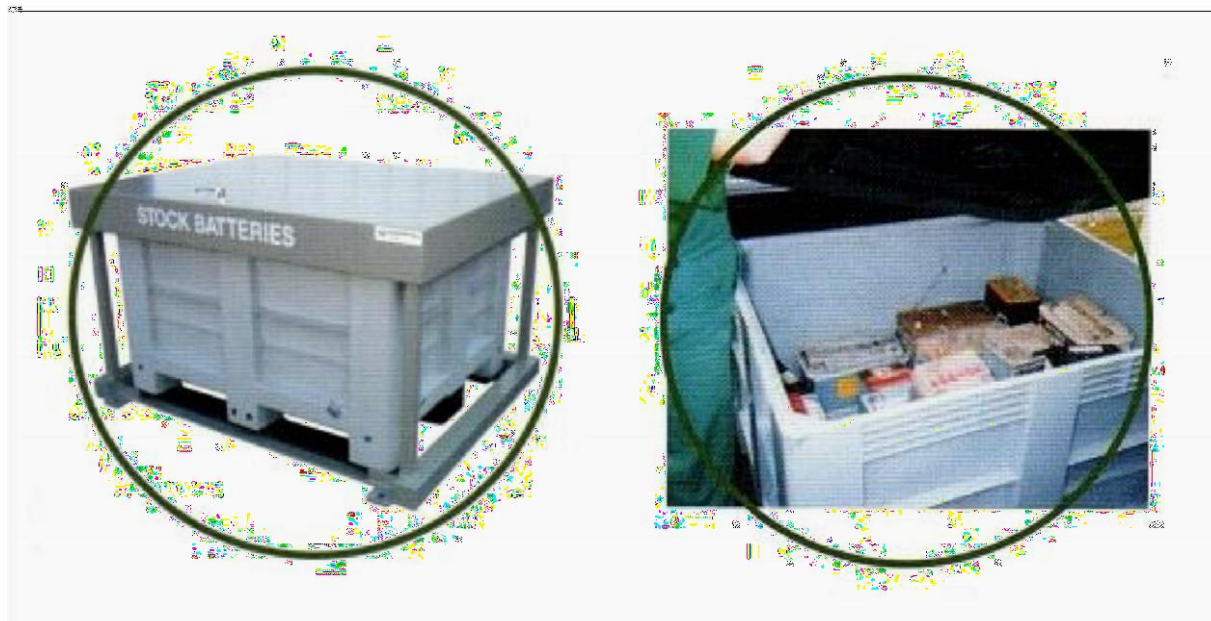


Figure IV.3 : Conteneurs pour batteries usagées

Le transport :

ECO RECYCLAGE met à la disposition de ses fournisseurs et détenteurs de la batterie usagée des conteneurs en PVC parfaitement étanche, spécialement étudiés pour le transport des batteries usagées avec leur acide.

Ceci lui permet d'être en conformité avec la réglementation sur le transport des déchets dangereux, en supprimant les ruptures de charge et donc les risques de dispersion de produits polluants. Cette démarche s'inscrit dans la politique environnementale d'**ECO RECYCLAGE** en cours de certification ISO 14001.

Le stockage :

Les batteries sont stockées dans un hall couvert. Son sol est étanche et traité antiacide. Les pentes sont étudiées afin de récupérer l'électrolyte qui sera neutralisé puis traité sur le site. A la réception, les batteries sont contrôlées afin d'éliminer les corps étrangers si nécessaire. Ainsi contrôlé, l'approvisionnement est mis au stock par un engin sur pneu équipé d'un godet inox. Il sera ensuite repris au stock par le même engin pour le chargement de la trémie d'alimentation de l'atelier.

Selon les termes de la convention de Bâle, à leur arrivée à l'usine les batteries usagées doivent être vidées et préparées en vue de leur recyclage, elles doivent être répertoriées et séparées selon leurs catégories, en fin elles doivent être entreposées dans un hangar ou sous abri répondant à certaines caractéristiques.

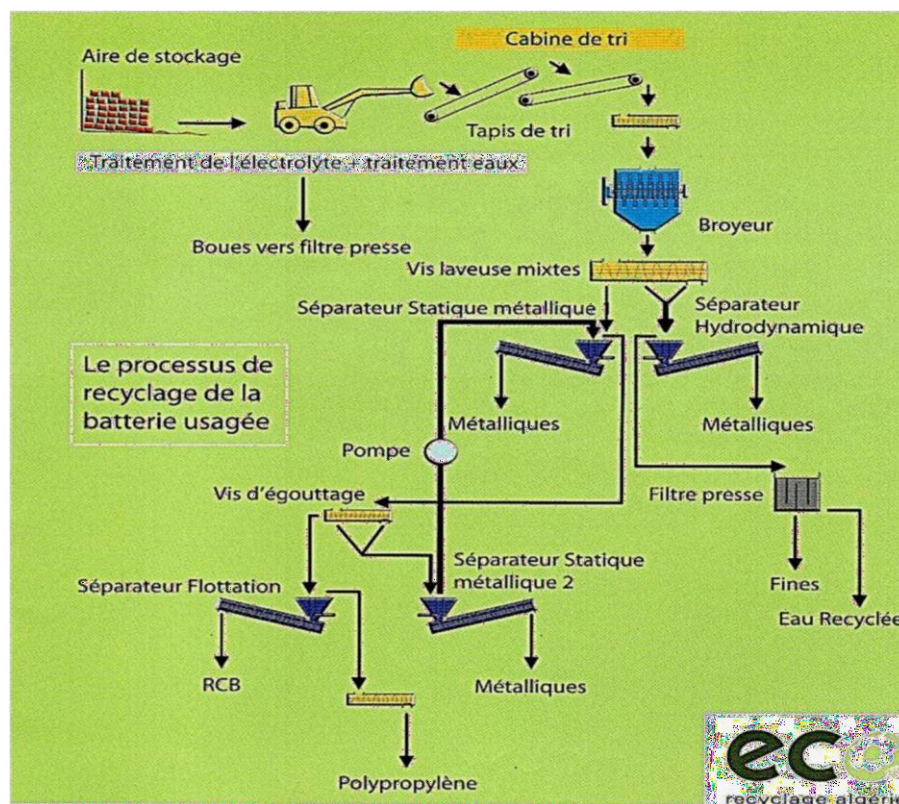


Figure IV.4 Le processus de recuclage des batteries usagée

L'éclatement des matières :

Les batteries sont broyées afin de séparer les différents constituants

L'acide, les matières plombées, le polypropylène et les rebuts de cassage (RCB). Les batteries extraites à vitesse constante sont acheminées sur un convoyeur à bande. Un poste de tri manuel permet d'écarter les corps étrangers non détectés au déchargement en particulier le bois qui dégraderait la qualité du polypropylène. Les étapes suivant le broyage sont :

- La séparation des fines de plomb par tamis à vis.
- La séparation hydrodynamique du plomb métal
- La séparation statique des plastiques

Aussi pour éviter toute perte il est prévu de récupérer de la chaux éteinte de chez des producteurs de gaz industriels qui cherchent à s'en débarrasser car considérée comme déchet industriel. La chaux associée à de l'acide sulfurique traité émanant de la batterie usagée produit du Gypse et de l'eau, le Gypse est exporté en Allemagne et l'eau est reversée dans le circuit interne de l'usine.

Toutes les fines de plomb et les boues de neutralisation sont traitées sur un filtre

presse. Les eaux issues du filtre presse sont recyclées pour tous les usages industriels de l'usine.

4.4. Enquête sur le recyclage des piles

Afin d'appuyer notre étude sur le recyclage des piles, nous avons mené un questionnaire dont les questions étaient les suivantes ;

1. Sexe

☐ Homme

☐ Femme

2. Age

☐ 18__24

☐ 24 __30

☐ 30__40

☐ 40 ou plus

2. la profession

☐ Retraitée

☐ Employé(e)

☐ Etudiant(e)

☐ Autre :

3. Êtes-vous conscient(e) des dangers environnementaux liés à l'élimination incorrecte des piles et batteries usagées ?

☐ Oui ;

☐ Non ;

4. Avez-vous l'habitude de recycler vos piles et batteries usagées ?.

☐ Oui ;

☐ Non ;

5. Connaissez-vous les endroits où vous pouvez déposer vos piles et batteries usagées pour qu'elles soient recyclées dans votre région ?

☐ Oui ;

☐ Non ;

6. Avez-vous déjà reçu des informations ou des campagnes de sensibilisation sur recyclage des piles et batteries usagées ?

☐ Oui ;;

☐ Non ;;

7. Seriez-vous intéressé(e) par des programmes de sensibilisation ou de formation * sur le recyclage des piles et batteries usagées ?

☐ Oui ;;

☐ Non ;;

4.5 Les réponses de questionnaire

Diagramme en Secteurs Effectif de Sexe

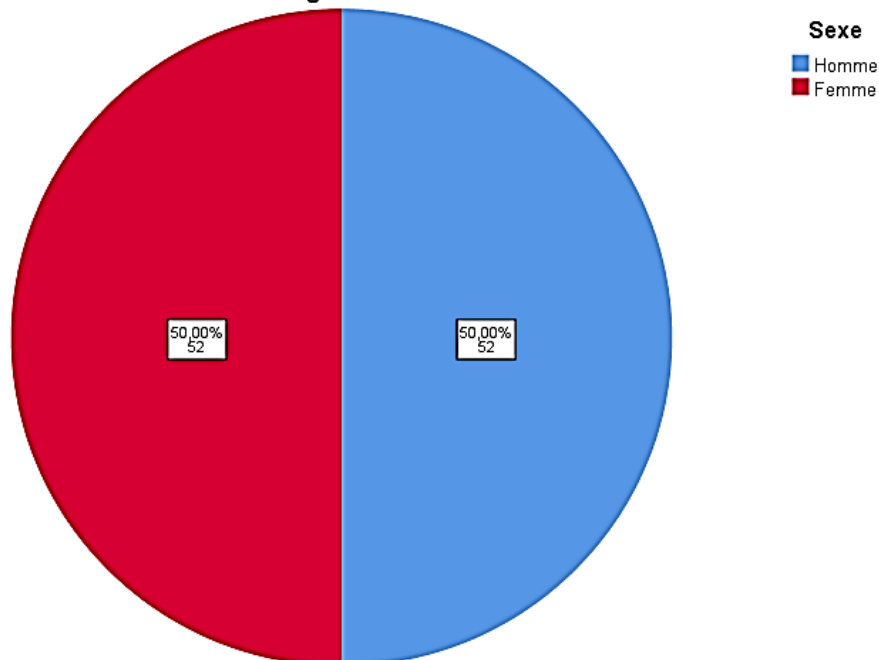
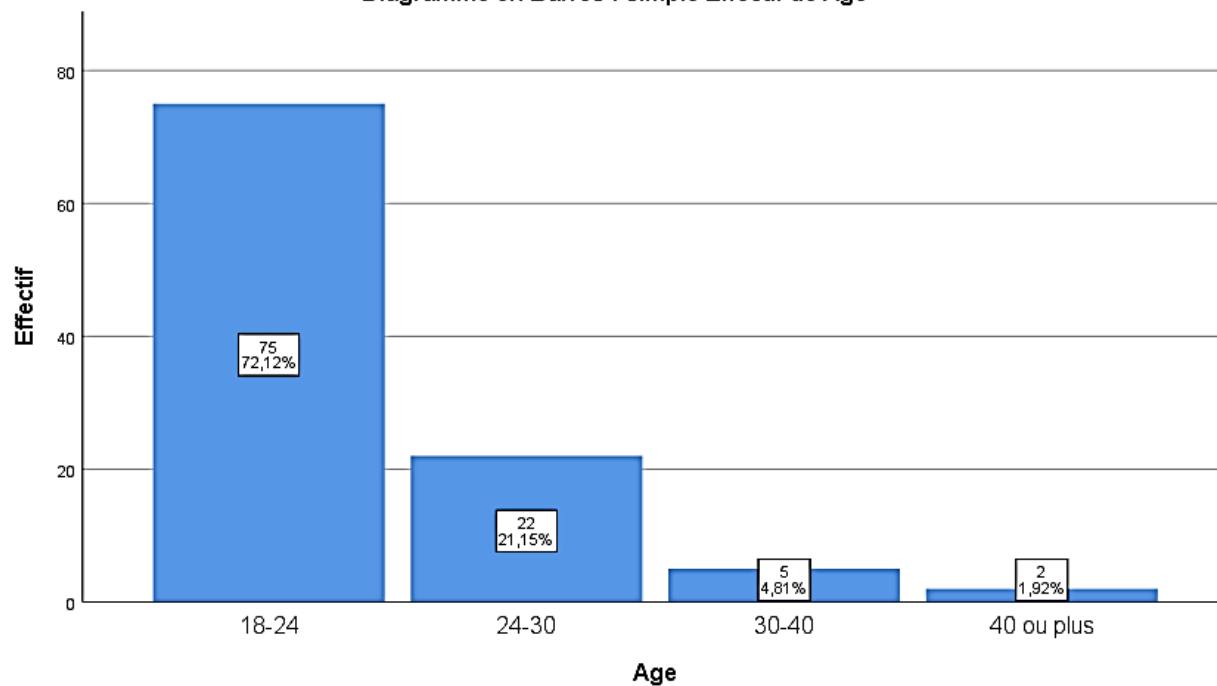
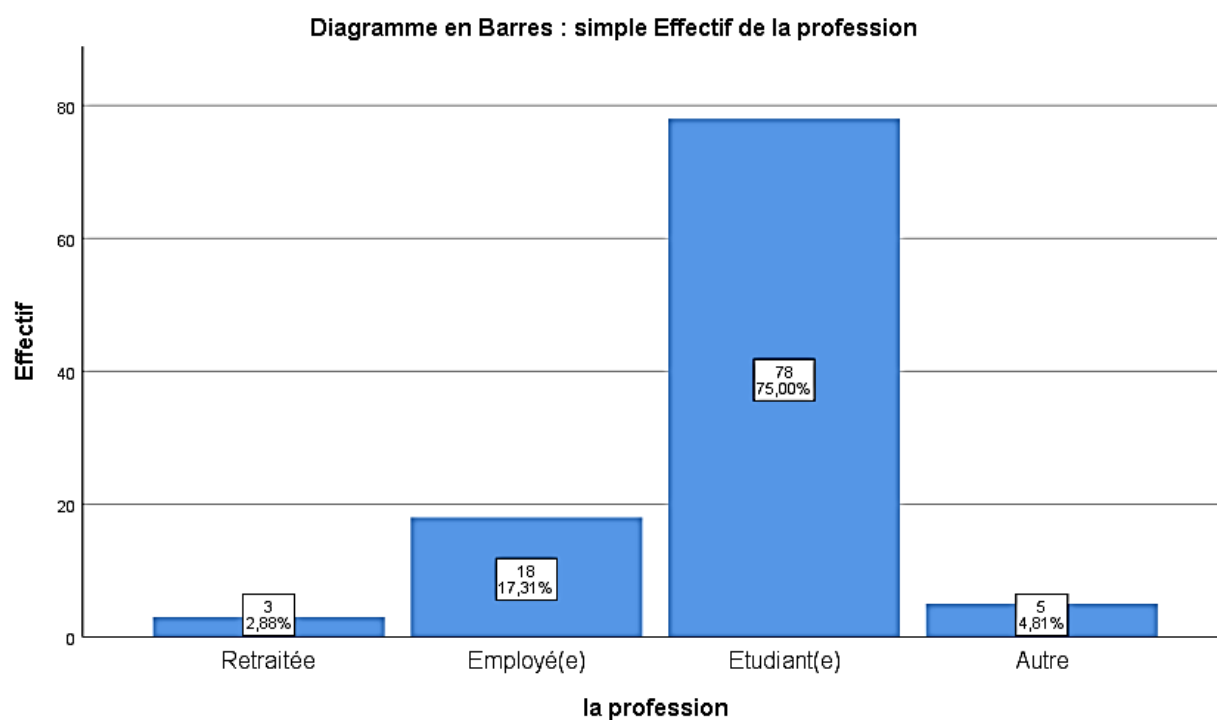
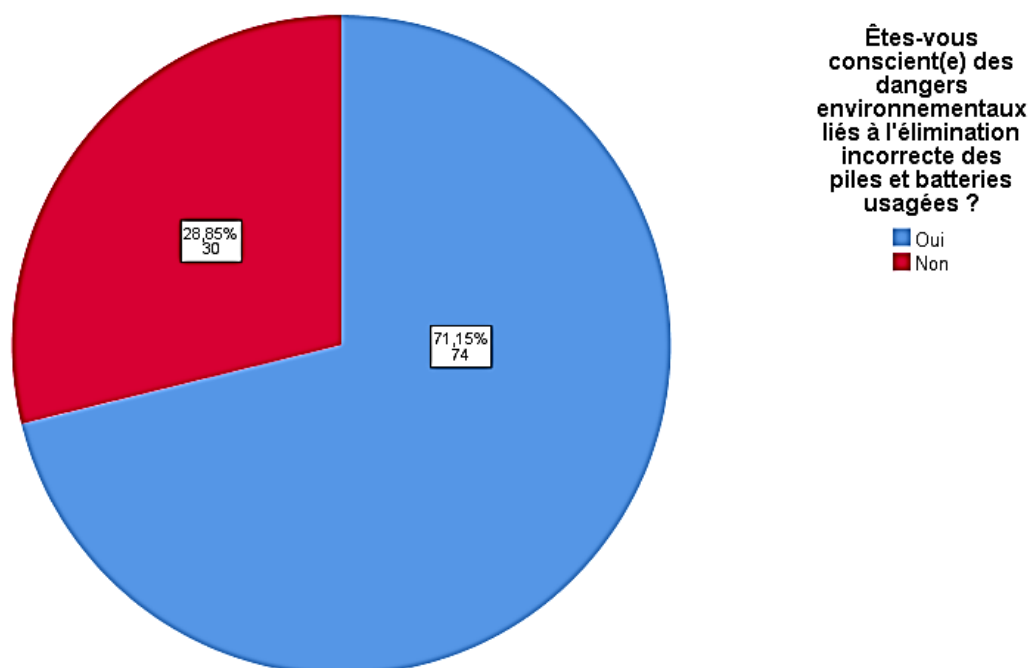
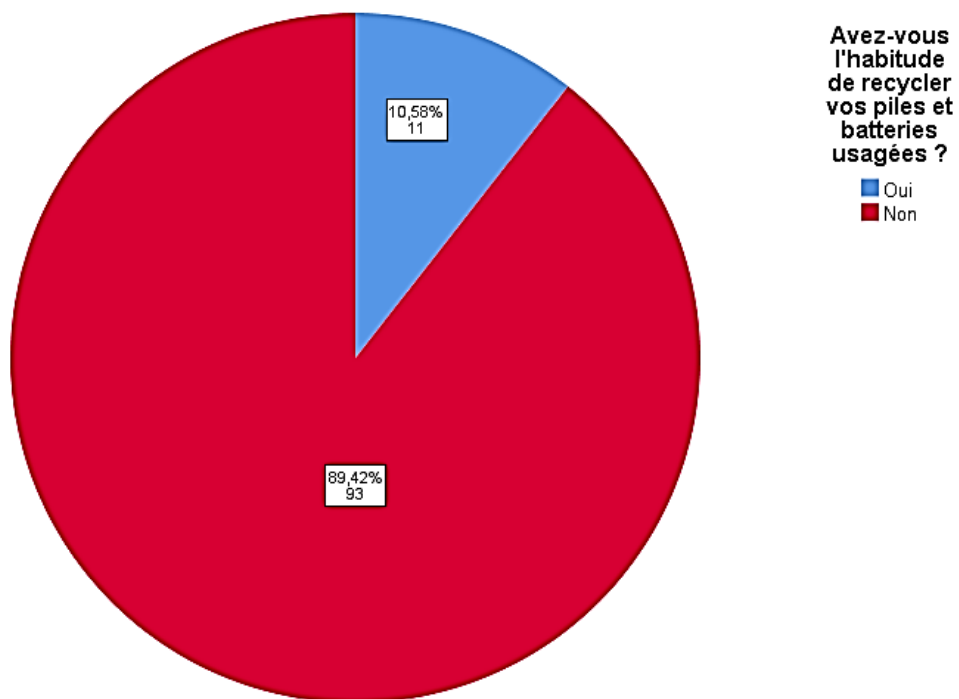
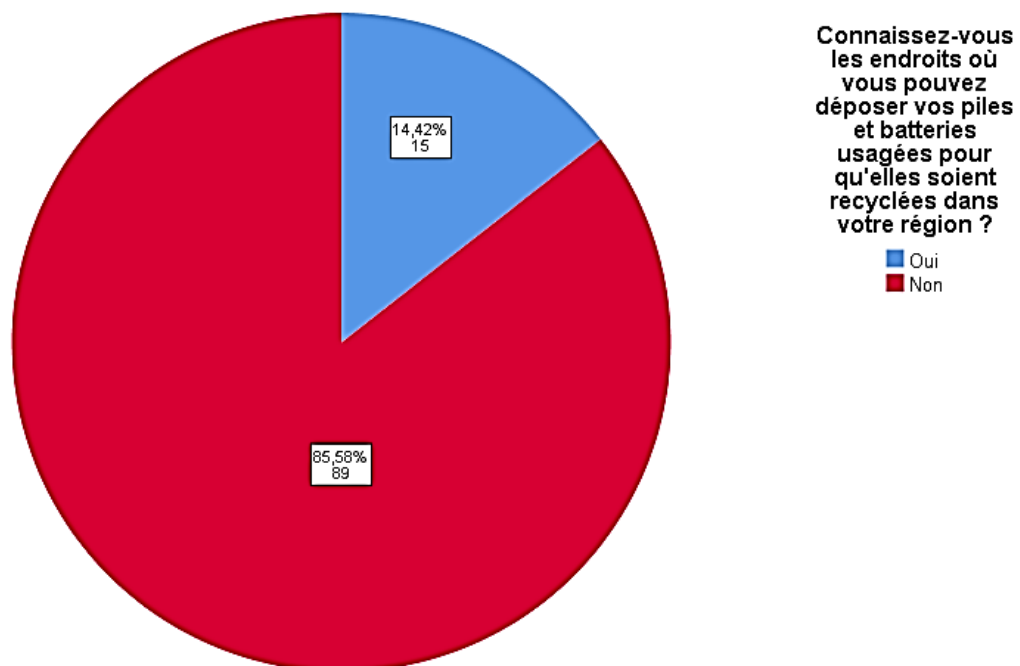
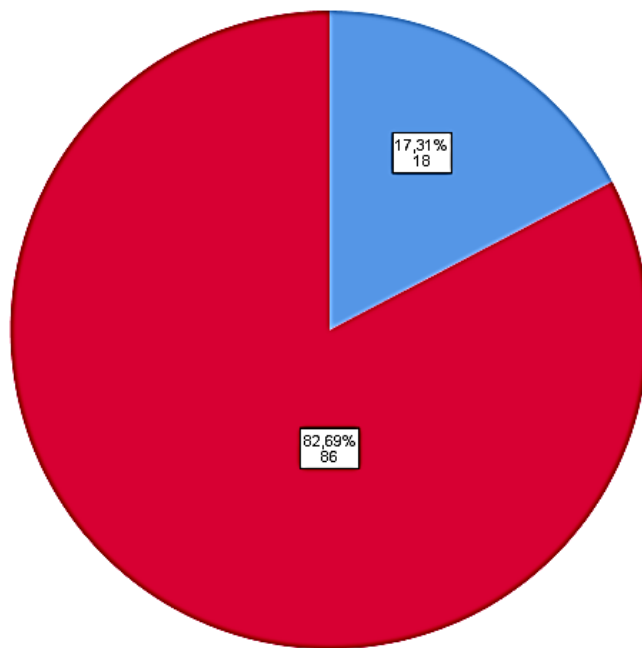
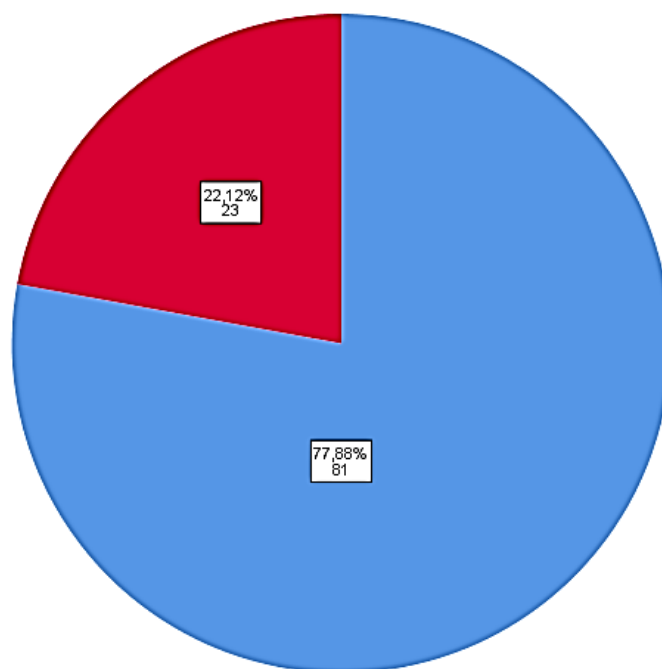


Diagramme en Barres : simple Effectif de Age

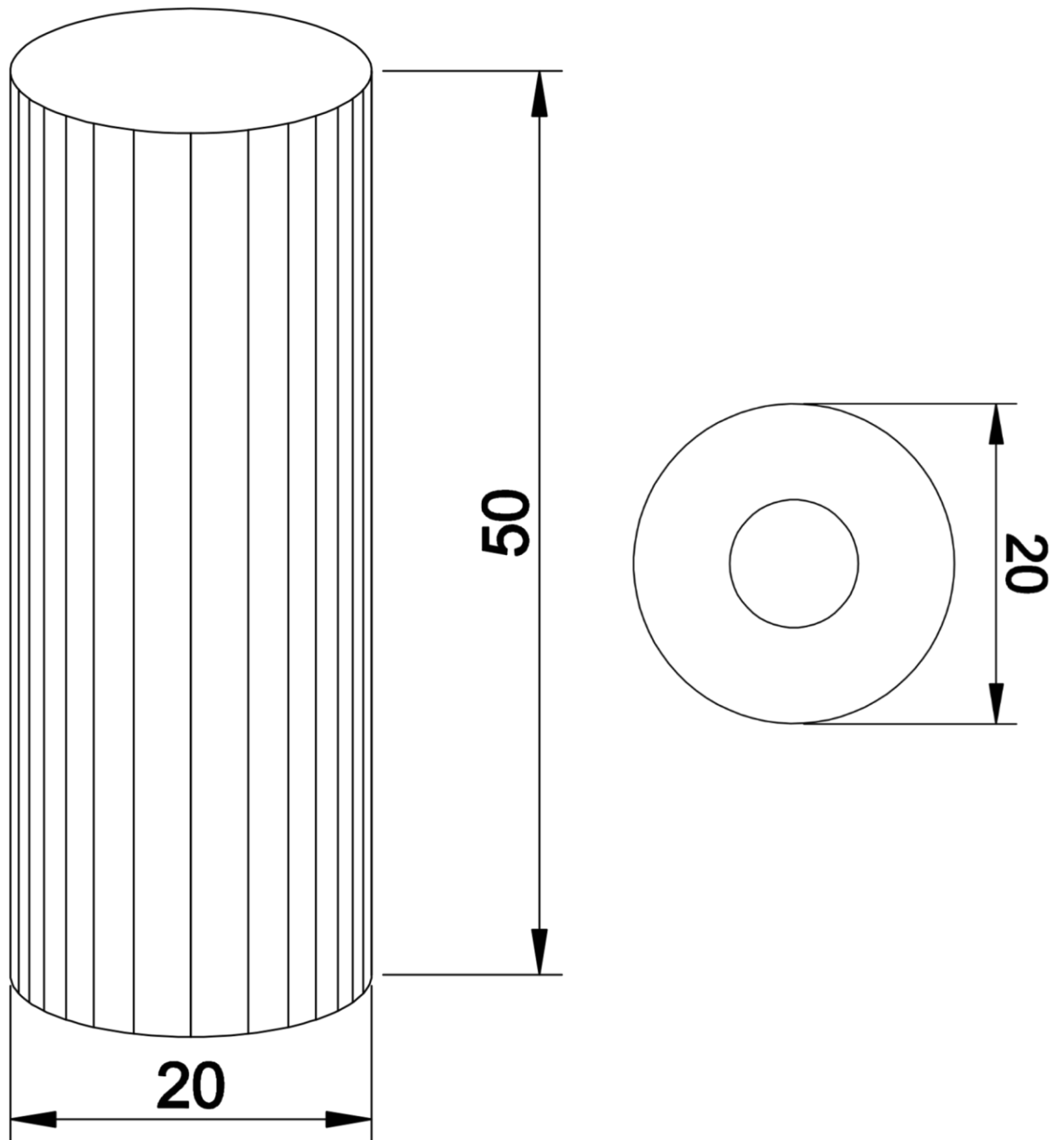








4.6 Proposition de plan de collecteur



4.7 Une conception d'un modèle de collecteur des piles avec les moyens disponibles



Figure IV.5 *Un modèle de collecteur des piles réalisé par les moyens disponibles*

Le collecteur de piles est un conteneur spécialement conçu pour recueillir et stocker les piles usagées de manière sécurisée et pratique. Voici les caractéristiques principales du collecteur :

- . **Matériau** : Le collecteur est fabriqué à partir d'un matériau durable et résistant, tel que le métal ou le plastique robuste, pour assurer sa durabilité et sa stabilité.
- ✓ **Design** : Il présente un design ergonomique et fonctionnel. Généralement, il a la forme d'une boîte rectangulaire avec une ouverture sur le dessus pour permettre aux utilisateurs de déposer facilement leurs piles usagées.
- ✓ **Taille** : Le collecteur est de taille suffisamment grande pour accueillir différentes tailles et types de piles, allant des piles bouton aux piles AA, AAA, C, D et autres.
- ✓ **Marquage** : Il comporte des marquages clairs et visibles, indiquant qu'il s'agit d'un collecteur de piles et fournissant des instructions sur la manière de l'utiliser correctement. Des symboles de recyclage et des informations sur les types de piles acceptées peuvent également être inclus.
- ✓ **Fermeture sécurisée** : Le collecteur est muni d'un système de fermeture sécurisé pour empêcher l'accès non autorisé ou les fuites potentielles. Cela peut inclure un couvercle vissé, un loquet ou une autre méthode de fermeture sûre.
- ✓ **Facilité de vidage** : Le collecteur est conçu de manière à pouvoir être facilement vidé sans manipulation excessive. Cela peut impliquer un système de tiroir amovible, un compartiment intérieur amovible ou une ouverture spécifique pour le vidage.
- ✓ **Emplacement** : Le collecteur est généralement conçu pour être installé dans des lieux publics, tels que les centres commerciaux, les écoles, les bureaux municipaux ou les points de collecte dédiés, afin de faciliter l'accès pour le grand public.

L'objectif principal du collecteur de piles est de fournir un moyen sûr, pratique et visible pour les individus de se débarrasser de leurs piles usagées, en les encourageant à participer activement au recyclage et à la préservation de l'environnement.

4.8. Affiche de sensibilisation



أعيدوا تدوير بطارياتكم


Recyclez vos piles et batteries usagées!



Élimination dangereuse des piles et batteries usagées = pollution des sols, de l'eau, et risques pour la faune et la flore

Solution: Recyclez- en les déposant dans les points de collecte appropriés.

Ensemble, protégeons notre environnement !

05 juin journée mondiale de l'environnement

Hammou Zerrouki Aissa
Hagani Sohaib

4. Conseils pour améliorer le processus du recyclage des piles et batteries usagées

A la fin du chapitre, après avoir terminé ce travail, et après avoir pris l'avis de divers membres de la communauté, nous avons donné quelques conseils et orientations :

✓ **Sensibilisation et éducation** : Mettez en place des campagnes de sensibilisation pour informer le public sur l'importance du recyclage des piles et batteries usagées. Fournissez des informations sur les dangers environnementaux liés à leur élimination incorrecte.

✓ **Points de collecte** : Établir des points de collecte facilement accessibles pour permettre aux consommateurs de déposer leurs piles et batteries usagées. Ces points de collecte peuvent être situés dans les centres commerciaux, les écoles, les entreprises et autres lieux fréquentés par le public.

✓ **Système de collecte sélective** : Mettre en place un système de collecte sélective des piles et batteries usagées, en partenariat avec les municipalités ou les entreprises de collecte des déchets. Assurer que ces systèmes de collecte soient bien organisés et régulièrement entretenus.

✓ **Sensibilisation des acteurs de l'industrie** : Collaborer avec les fabricants de piles et batteries pour les sensibiliser sur l'importance de concevoir des produits plus faciles à recycler. Encourager-les à adopter des pratiques de production plus durables et à utiliser des matériaux recyclables.

✓ **Développement de technologies de recyclage avancées** : Investir dans la recherche et le développement de technologies de recyclage avancées pour les piles et batteries usagées. Ces technologies peuvent permettre de récupérer davantage de matériaux précieux et réduire les impacts environnementaux liés au recyclage.

✓ **Réglementation et législation** : Travailler avec les autorités compétentes pour mettre en place des réglementations et des lois strictes concernant la collecte, le traitement et le recyclage des piles et batteries usagées. Veiller à ce que les entreprises et les particuliers respectent ces réglementations et appliquent des sanctions en cas de non-conformité.

✓ **Collaboration avec les associations et organisations environnementales** : Établir des

partenariats avec des associations et des organisations environnementales pour renforcer les efforts de sensibilisation et de collecte des piles et batteries usagées. Ensemble, nous pouvons mettre en place des initiatives de recyclage et sensibiliser un plus grand nombre de personnes.

4.9. Conseils pour améliorer le processus du recyclage des piles et batteries usagées

A la fin du chapitre, après avoir terminé ce travail, et après avoir pris l'avis de divers membres de la communauté, nous avons donné quelques conseils et orientations :

- ✓ **Sensibilisation et éducation** : Mettez en place des campagnes de sensibilisation pour informer le public sur l'importance du recyclage des piles et batteries usagées. Fournissez des informations sur les dangers environnementaux liés à leur élimination incorrecte.
- ✓ **Points de collecte** : Établir des points de collecte facilement accessibles pour permettre aux consommateurs de déposer leurs piles et batteries usagées. Ces points de collecte peuvent être situés dans les centres commerciaux, les écoles, les entreprises et autres lieux fréquentés par le public.
- ✓ **Système de collecte sélective** : Mettre en place un système de collecte sélective des piles et batteries usagées, en partenariat avec les municipalités ou les entreprises de collecte des déchets. Assurer que ces systèmes de collecte soient bien organisés et régulièrement entretenus.
- ✓ **Sensibilisation des acteurs de l'industrie** : Collaborer avec les fabricants de piles et batteries pour les sensibiliser sur l'importance de concevoir des produits plus faciles à recycler. Encourager-les à adopter des pratiques de production plus durables et à utiliser des matériaux recyclables.
- ✓ **Développement de technologies de recyclage avancées** : Investisse dans la recherche et le développement de technologies de recyclage avancées pour les piles et batteries usagées. Ces technologies peuvent permettre de récupérer davantage de matériaux précieux et réduire les impacts environnementaux liés au recyclage.
- ✓ **Réglementation et législation** : Travailler avec les autorités compétentes pour mettre en place des réglementations et des lois strictes concernant la collecte, le traitement et le recyclage des piles et batteries usagées. Veiller à ce que les entreprises et les particuliers respectent ces réglementations et appliquent des sanctions en cas de non-conformité.
- ✓ **Collaboration avec les associations et organisations environnementales** : Etablir des partenariats avec des associations et des organisations environnementales pour renforcer les efforts de sensibilisation et de collecte des piles et batteries usagées. Ensemble, nous pouvons mettre en place des initiatives de recyclage et sensibiliser un plus grand nombre de personnes.

Conclusion Générale

Notre mémoire de fin d'études sur le recyclage des batteries a été une expérience enrichissante et motivante. Nous avons exploré en détail le processus de recyclage des déchets dangereux, en mettant l'accent sur les batteries, qui constituent un défi majeur en termes de gestion environnementale. Grâce à notre recherche approfondie, nous avons acquis une compréhension approfondie des enjeux liés au recyclage des batteries, des normes et règlements en vigueur, ainsi que des technologies et pratiques utilisées dans ce domaine.

Nous avons également réalisé une étude sur les entreprises de recyclage présentes en Algérie, avec une visite spécifique à l'entreprise ECO RECYCLAGE, où nous avons pu observer de près les processus de recyclage des batteries et échanger avec les professionnels du domaine. Cette expérience nous a permis de comprendre les défis et les opportunités liés à la gestion des batteries usagées, ainsi que les mesures mises en place pour minimiser leur impact sur l'environnement.

Dans la partie pratique de notre mémoire, nous avons décidé d'aller au-delà de la recherche et de l'observation en lançant une campagne de sensibilisation sur le recyclage des piles. Nous avons mené une enquête auprès de différents segments de la société pour évaluer le niveau de connaissance et d'intérêt du public. Les résultats ont montré un intérêt croissant pour le recyclage des piles, mais également une nécessité d'informations plus accessibles et de moyens pratiques pour participer activement à cette initiative.

Nous avons donc conçu un modèle de collecteur de piles fonctionnel, En parallèle, nous avons créé des affiches de sensibilisation attrayantes et mené des séances d'information dans la Commune de Bir El Djir, en collaboration avec les autorités locales. Notre objectif était de partager des connaissances, de promouvoir des comportements respectueux de l'environnement et de susciter une prise de conscience collective sur l'importance du recyclage des piles.

Cette expérience nous a permis de constater que l'éducation et la sensibilisation sont des leviers puissants pour encourager le changement de comportement et la participation active des individus dans la protection de l'environnement. Nous sommes fiers d'avoir pu apporter une contribution concrète à la société algérienne en matière de gestion des déchets dangereux, en mettant l'accent sur le recyclage des piles.

Bibliographie

Chapitre 1 : Recyclage des Déchets dangereux

Les ressources en matériaux

[1]"Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability", European Commission, 2020.

Recyclage des Déchets dangereux dans le monde et en Algérie

[2]"Global Waste Management Outlook", United Nations Environment Programme (UNEP), 2015.

[3]"La gestion des déchets en Algérie : état des lieux et perspectives", Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables, 2018.

Collecte et recyclage des métaux

[4]"Metal Recycling - A Necessary Step to a Sustainable Future", International Copper Association (ICA), 2018.

Récupération et recyclage de déchets métalliques industriels

[5] "Recycling and Reuse of Industrial Waste", edited by Rui Cai, 2019.

"Industrial Waste and Pollution: Status, Challenges and Solutions", edited by V.Jegatheesan, Amy H.L. Lau, and Nanthi S. Bolan, 2019.

Chapitre 02: Recyclage des batteries

[6] Tanawa, E., Djeuda Tchapnga, H. B., Ngimkam, E., Tewgona, E., Siaken, Journal Building and Environment, 37(2002)269-275

[7] Afilal, M. E., Rakx, A., Belakhdar, N., Membrez, Y., Revue des Energies Renouvelables. 13(2)(2010)249-255

[8] Kouzmine, Y. Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie 49(2005)85-103

[9] Bendjoudi, Z., Taleb, F., Abdelmalek, F., Addou, A. Déchets Sciences et Techniques. 56, (2009)1729-38

[10] Guermoud, N., Ouadjnia, F., Abdelmalek, F., Taleb, F., Addou, A. Waste Management. 29(2008)896-902

[11] Tabet-Aouel, M. Revue des Energies Renouvelables. Biomasse, (2001), p97-102

[12] Djemaci, B. Les flux de déchets ménagers en Algérie: Etat des lieux et analyse prospective. Mémoire de Master II. (2007) Université de Rouen.

[13] Ramdani, N., Lousdad, N., Hamou, A. Journal of Materials and Environment Science. Sci. 6(5)(2015)1310-1320

[14] Boukhari, S., Djebbar, Y., Guedri, A., Guebaili, A. Journal of Materials and Environment Science. 2(S1)(2011)427-432

[15] Kehila, Y., Gourine, L. "Réseau SWEEP-Net" Maghreb et du Mashreq (2010).

[16] MATE, (Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement 2005. 490 pages)

- [17] Matejka, G., Bouvet, Y., Emmanuel, E., Koulidiati, J., Ngnikam, E., Tanawa, E., Vermande, P. Symposium Ouagadougou, Burkina Faso, (2004)
- [18] Bouhadiba, B., Mezouari, F., Kehila, Y., Matejka, G. Int. Rev. Chemical Engineering Rapid Communications (I.RE.Ch.E), May 2010, N.3
- [19] ARCADYS. Elaboration du plan directeur de gestion des déchets générés de la ville d'Oran commune d'Oran MATET.
- [20] MODECOM, Ref: des ordures ménagères (1993) ADEME EDITIONS, PARIS, 64 PAGES.
- [21] Aloueimine, S. O., Matejka, G., Zurburg, C., Sidi Mohamed, M., E., O. Déchets Sciences et Techniques 44, (2006), 4-8.
- [22] Topanou, N., Domeizel, M., Fayombi, J., Josse, R. G., Aminou, T. Journal of Environmental Protection. 2(2011)692-699.
- [23] Scharef, C., Vogel, G. Waste Management & Research, 12, (1994).387-404.
- [24] Kehila, Y. Rapport pays sur la gestion des déchets solides en Algérie, SWEEP-Net The regional solid waste exchange of information and expertise network in Mashreq and Maghreb countries April 2014 <http://www.feida.linuxpl.eu/wp-content/uploads/2015/05/agerie-raport.pdf>.
- [25] Brahim, D., Malika, A. Z. C., 2011 "la gestion intégrée des déchets solides en Algérie, Contraintes et limites de sa mise en œuvre" CIRIEC N°2011/04 WORKING PAPER. P3-66.
- [26] Brahim, D., 2012, La gestion des déchets municipaux en Algérie: Analyse prospective et éléments d'efficacité (Thèse de Doctorat) Université de Rouen.
- [27] www.techmania.fr www.portail.cder.dz
- [28] www.fr.freepik.com
- [29] www.ecorecyclagealgerie.com
- [30] www.napolilaw.com www.eurekapub.fr
- [31] www.victronenergy.fr
- [32] www.thermoil.com
- [33] www.assets.discoverbattery.com

Chapitre 03 : Les Normes et Règles pour la gestion des déchets dangereux

[34] <https://www.ecologie.gouv.fr/>

Les types des déchets dangereux

[35] <https://bit.ly/3LyJTYt>

Apprendre les meilleures pratiques de gestion des déchets dangereux

[36] <https://bit.ly/44jTQA7>

Formation gestion des déchets

[37] <https://bit.ly/40SyoPW>

Chapitre 04: recyclage des batteries à Oran

Questionnaire

[38] <https://forms.gle/XHozTfN9QQUz6W3Y6>

