

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Ecologie et Environnement



Mémoire de Fin d'Etudes présenté en vue de l'obtention du Diplôme de

Master en Écologie et Environnement

Option : Protection des Ecosystèmes

Thème

Gestion des déchets électroniques et leurs impact sur l'Environnement : Cas de la Wilaya de Tizi-Ouzou

Réalisé par : LEKLOU Yasmine

Présenté devant le Jury :

Mr A. OUDJIANE, MAA à l'UMMTO, Président
Mr A. BENFDILA, Prof. A l'UMMTO, Encadrant
Mme F. METNA, MCA à l'UMMTO, Co-Encadrante
Mme K. MALLIL, MAA à l'UMMTO, Examinatrice
Mme M. KANANE, Doctorante à l'UMMTO, Examinatrice.

Promotion : 2021 / 2022

Remerciement

Tout d'abord je remercie le bon Dieu miséricordieux de m'avoir aidé à réaliser ce modeste travail.

Consciente qu'un travail ne se réalise dans la solitude, j'adresse mes sentiments de gratitude à tous ceux et toutes celles qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce mémoire de fin d'étude.

Je tiens à remercier particulièrement :

Mon promoteur **Mr Benfdila.A professeur à l'UMMTO** pour son aide, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité dans ce travail.

Pareillement, je remercie vivement **Mme Metna.F Maître de Conférence classe A à l'UMMTO** qui a codirigé ce travail, qui m'a orientée et guidée afin de le mener à bien.

Mes remerciements iront également aux membres du jury, **Mr Oudjiane.A M.A.A** de m'avoir honoré de présider le jury de la soutenance. J'adresse également mes remerciements à l'examinatrice **Mme Mallil.K M.A.A** qui m'a fait l'honneur d'évaluer mon modeste travail. Ses commentaires seront sources d'enrichissement pour mes futurs travaux.

Dédicace

En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce travail avec une grande fierté à ceux qui m'ont donné la vie, qui se sont sacrifiés pour mon bonheur et ma réussite :

À mes très chers parents, qui m'ont toujours encouragé, accompagné soutenus et qui n'ont jamais cessé de croire en moi.

À mes grands-parents, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point vous remercier comme il se doit.

À Nana, qui est une deuxième maman pour moi, celle qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse.

Ceci est ma profonde gratitude pour votre éternel amour, que ce mémoire soit le meilleur cadeau que je puisse vous offrir.

Tables des matières

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Déchets d'équipements électriques et électroniques.....	
1. Généralités sur les déchets	3
1.1 Définition du déchet.....	3
2. Classification des déchets.....	3
2.1 Selon la réglementation algérienne	3
2.2 En fonction de leur potentiel polluant et leur toxicité.....	4
3 Définition de DEEE	4
4 Classification des DEEE	4
5 DEEE dans le monde	6
5.1 DEEE en Afrique.....	6
6 Gestion des DEEE en Algérie.....	7
6.1 Législation algérienne relative à la gestion et au stockage des DEEE	7
6 Transferts transfrontaliers des DEEE vers l'Afrique	8
Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé	10
1 Généralisation des TICs et consommation de produits électroniques	11
2 Obsolescence programmée et accélération de production de DEEE.....	11
3 Matériaux utilisés en fabrication électronique	12
4 Substances toxiques dans les appareils électroniques.....	13
4.1 Plomb.....	14
4.2 Cadmium	14
4.3 Chrome	15
4.4 Le Cuivre	15
4.5 Le Mercure	15
4.6 Les Retardateurs de flamme	15
5 Matériaux non toxiques utilisés en fabrication électronique	16
5.1 Le Plastique	16
5.2 Les Métaux Précieux.....	16
6 Le Recyclage informel des déchets électroniques	16
7 Dégradation des déchets électroniques et impact sur l'environnement.....	17
7.1 Effets sur l'air et l'Atmosphère.....	18
7.2 Effets sur les sols	19
7.3 Effets sur les Eaux et Mers	19

7.4	Effets sur la Faune	20
7.5	Effets sur la Flore	21
7.6	Effets sur la Santé Humaine	21
8	Gestion durable des appareils électroniques en fin de vie	24
9	La valorisation des DEEE	24
9.1	Le recyclage	24
9.1.1	La collecte sélective	24
9.1.2	Dépollution	25
9.1.3	Le démantèlement	25
9.1.4	Le broyage	26
9.1.5	La séparation	26
9.2	La réutilisation	26
9.2.1	Le réemploi	27
	Chapitre 3 : Matériels et Méthodes	28
	Partie A. Enquête par questionnaires sur les DEEEs	29
1	Région d'étude : Wilaya de Tizi-Ouzou	29
1.1	Présentation de la zone d'étude	30
1.2	Démographie de la région	30
1.3	Échantillonnage	30
2	Contenu du questionnaire	30
3	Objectif	31
	Partie B : Contact avec les parties concernées par la gestion des DEEEs et quelques établissements	32
1	Administrations et opérateurs privés	32
2	Établissements publics spécialisés dans la gestion des déchets	32
3	Contact avec les parties concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques. ...	32
4	Objectifs	33
5	Analyses statistiques des résultats	33
	Chapitre 4 : Résultats et discussions	34
1	Résultats de l'enquête par questionnaire	35
1.1	Interprétations des caractéristiques sociodémographiques	35
1.2	Possession d'appareils électroniques	36
1.3	Changement d'appareils électroniques	38
1.4	Gestion d'appareils électroniques non utilisés	39
1.5	Connaissances et avis sur le recyclage des déchets électroniques	41
1.6	Les déchets électroniques et environnement	43

2	Résultat de l'enquête près des parties prenantes concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques et les réparateurs privés.....	44
2.1	Résultat de l'enquête près des administrations et Opérateurs Privés	44
2.2	Établissements publics spécialisés dans la gestion des déchets	46
2.3	Parties prenantes concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques.....	48
	Discussion des résultats :	49
	Conclusion et Recommandations.....	53
	Références bibliographiques	55
	Annexes	58

Liste des figures

Figure 1 : Classification des DEEE.....	5
Figure 2 : décharge d'agbogbloshie.....	9
Figure 3 : fractions des matériaux constitutifs des DEEE selon le système de recyclage e-déchet.....	13
Figure 4 : Brulage à l'air libre de déchets électroniques dans la décharge d'agbogbloshie.....	17
Figure 5 : émissions dangereuses liées aux pratiques informelles de recyclage.....	17
Figure 6 : Apparition d'oeufs dépourvus de jaune est dénoncée chez les éleveurs de volaille à proximité d'un site d'incinération.....	21
Figure 7 : Comparaison entre une pastèque naine qui a poussé à proximité d'un site d'incinération de déchets et une pastèque (à droite) ayant poussé à plusieurs kilomètres d'un site de ce type.....	22
Figure 8 : Voies physiologiques d'exposition.....	24
Figure 9 : Carte de la wilaya de TiziOuzou.....	29
Figure 10 : Caractéristiques sociodémographiques.....	35
Figure 11 : indispensabilité et possession d'appareils électronique.....	36
Figure 12 : Type d'appareil électronique possédé.....	36
Figure 13 : Appareils plus utilisés	37
Figure 14 : Changement d'appareils électronique fonctionnel.....	38
Figure 15 : Possession et gestion d'appareils électroniques non utilisés.....	39
Figure 16 : Le recyclage des déchets électroniques.....	40
Figure 17 : Disposition à céder un appareil pour des organisations.....	41
Figure 18 : Déchets électroniques et environnement.....	42
Figure 19 : Quelques déchets électroniques stockés chez un préparateur de téléphones portable.....	43
Figure 20 : Quelques déchets électroniques entassés chez un préparateur d'équipement informatique.....	44
Figure 21 : Illustrations de DEEEs par photos prises au CET de Tizi-Ouzou.....	46

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les substances dangereuses des composants électroniques

Tableau 02 : Métaux lourds contenu dans les déchets électroniques et leurs risques sanitaires

Tableau 03 : Taux d'accroissement de la population de la Commune Tizi –Ouzou

Liste des abréviations

ABS : l'acrylonitrile butadiène styrène

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

AL : Aluminium

AND : Agence Nationale des Déchets

As : Arsenic

Cd : Cadmium

CE : Commission Européenne.

CET : Centre d'Enfouissement Technique.

CFC : Chloro-Fluoro-Carbones

Cr : Chrome

Cu : Cuivre

DEEE : les Déchets Électriques et Électroniques

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés.

EEE : Equipements Electriques et Electroniques

EU : Union Union Européenne.

Fe: Fe

GAM : Gros Appareils ménagers

Hab : Habitant

Hg : Mercure

HOP : Halte à l'Obsolescence Programmée

IMPEL : European Network on the Implementation and Enforcement of Environmental Law
INRS : l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles

j : Jour

kg : Kilogramme

LCD : Écran à Cristaux Liquides

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

mg : Milligramme

Mn : Manganèse

Mt : Mégatonne

Ni : Nickel

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONU : Organisation des Nations Unies

PAM : Petits Appareils Ménagers

Pb : Plomb

Pc : Personal Computer

PCB : Polychlorobiphényle.

Pvc : Polychlorure de vinyle

REP : Responsabilité Élargie des Producteurs

T : Tonne

UIT : Union internationale des télécommunications.

Zn : Zinc

Introduction

Le développement social et culturel de la société, l'expansion des villes et agglomérations ainsi que la croissance économique ayant induit une surconsommation de produits technologiques, ont grandement conduit à la multiplication de la génération de déchets notamment déchets électriques et électroniques. La quantité de déchet municipaux produite depuis le siècle dernier dans le monde a subi une croissance exponentielle (le picard, 2019).

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) constituent plus de 5% des déchets municipaux mondiaux et représentent la catégorie de déchets qui croît le plus rapidement.

Les changements technologiques continus et l'augmentation du taux de consommation, associé à une durée de vie décroissante compte tenu de leur modernisation presque annuelle, entraînent chaque année une augmentation significative des produits électroniques obsolètes (Hamouda et al., 2017).

Les équipements électriques et électroniques se sont propagés à la fois dans les pays développés et les pays en voie de développement et ont largement contribué à rendre notre vie quotidienne plus pratique à bien des égards. On peut citer les domaines de la santé, de l'éducation, de la gouvernance, du divertissement et du commerce.

La révolution de l'Internet des années 1990 ou les technologies de l'information et de la communication (TIC) perçues comme offrant d'incroyables possibilités de développement et d'amélioration des niveaux de vie des populations africaines, sont de nos jours sources de production de grandes quantités de DEEE (Ibrahimia et al. 2017).

Ces équipements contiennent plusieurs composants nocifs pour l'environnement et la santé humaine. A titre d'exemple on peut citer le verre des écrans les soudures contenant du plomb et d'autres métaux lourds. Ces substances hautement toxiques provoquent des effets chroniques sur les humains, les animaux, les végétaux et les microorganismes. Ces métaux lourds sont toxiques quel que soit leur état. Le plastique que l'on retrouve dans plusieurs parties de ces équipements est une matière toxique lorsqu'elle est chauffée et brûlée, elle peut endommager les organes vitaux humains et contribuer à la pollution de l'atmosphère. Depuis longtemps, le mercure et l'arsenic (employés dans ces équipements électroniques) sont connus comme très dangereux par inhalation ou par ingestion d'eau et d'aliment qu'ils vont certainement contaminer une fois libérés dans la nature. Aussi, les batteries de ces équipements contiennent des substances cancérigènes qui polluent l'air. (Gnane, 2017)

En général, les déchets DEEE ne sont pas répertoriés tels comme et ne sont pas traités dans les circuits de recyclage et selon les méthodes conventionnelles. Au même temps, les flux de ces déchets imposent la nécessité d'une gestion spéciale vue leur spécificité d'équipements usagés, dont le reste de durée de vie peut être très long. Il y a lieu de rappeler que ces déchets peuvent être une source potentielle de matières premières et secondaires (Baldé et al., 2017)

En effet, les équipements électriques et électroniques peuvent contenir jusqu'à 69 matériaux (éléments du tableau périodique) comprenant des matières premières essentielles et des métaux précieux. La mauvaise gestion de ces DEEE peut entraîner des pertes inutiles de ces matériaux naturels rares et précieux. Certains matériaux rares moins toxiques et à forte valeur (tels que l'or, le cuivre, l'argent, le platine et le cobalt) ne sont pas recyclés et ainsi contribuent à une surexploitation des ressources naturelles disponibles en quantités limitées. Les DEEE contiennent souvent des métaux et des plastiques susceptibles de servir de matières premières pour la fabrication de nouveaux produits ; ils se prêtent bien au recyclage et à l'économie de matière première. Or, il n'existe pas aujourd'hui en Algérie de réglementation relative au traitement de DEEE et de produits électriques et électroniques en fin de vie. L'Algérie semble être en retard en matière de recyclage de certains restes d'équipements notamment des plastiques, des verres et des métaux. Pour les déchets électroniques, il y a beaucoup de travail à faire relativement à leur traitement et l'élaboration d'un schéma spécifique pour la gestion et le recyclage.

Les approches des études précédentes sur ce sujet ont motivé notre présente étude et investigation ayant pour objectifs de contribuer à l'analyse de la gestion des déchets électroniques dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Pour cela nous avons réalisé une enquête par questionnaire pour connaître le comportement des consommateurs vis à vis de ces appareils. Nous avons également pris contact avec les collectivités locales et quelques établissements pour mieux cerner la façon dont ces déchets sont gérés en vue de remédier à un schéma plus adéquat.

Ce travail comprend deux parties, la 1ère partie est consacrée à la recherche et la synthèse bibliographique consignée dans deux chapitres. Le premier chapitre décrit les déchets d'équipement électriques et électroniques et le deuxième chapitre décrit et illustre les éventuels dangers des DEEE sur la santé et l'environnement.

La deuxième partie est l'essentiel de notre travail. Elle est composée de deux chapitres. Le troisième chapitre comprend le matériel et les méthodes utilisés dans cette étude durant notre enquête et le quatrième chapitre présente les résultats obtenus par le sondage réalisé auprès de la population de la commune de Tizi-Ouzou. Il présente enfin les discussions et conclusion à tirer de l'information obtenue des sondages. Le mémoire s'achève par une conclusion générale suivie de quelques recommandations

Chapitre 1 : Déchets d'équipements électriques et électroniques

Les déchets sont des résidus (ou restes) de nettoyage, traitement et transformations de produits, et d'équipements et d'objets usés (obsolètes) ayant perdu partiellement ou définitivement leurs fonctions principales. Certains déchets sont facilement recyclables et récupérables, mais d'autres nécessitent une bonne prise en charge et un savoir-faire et une technologie pour les traiter et éventuellement les recycler.

1. Généralités sur les déchets

1.1 Définition du déchet

La loi N° 01-19 du 12 décembre 2001 parue au journal officiel de la république algérienne N° 77, définit le déchet comme « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer. »

Du point de vue environnement, un déchet peut constituer une menace du moment où qu'il peut être en contact direct ou indirect avec cet environnement. Ce contact peut être direct par pose ou le résultat d'un traitement (Bennama, 2016).

2. Classification des déchets

2.1 Selon la réglementation algérienne

La loi N° 01-19, du 21 décembre 2001 dans son article 5 a classé les déchets en 3 catégories :

- Les déchets ménagers et assimilés
- Les déchets inertes
- Les déchets spéciaux

-Les déchets ménagers et assimilés : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autres qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers.

-Les déchets inertes : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et /ou à l'environnement.

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

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

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

2.2 En fonction de leur potentiel polluant et leur toxicité

Une classification en trois types des déchets selon leur toxicité et polluants a été élaboré en 2001 (Desaschy, 2001). On distingue les types suivants :

-**Déchets dangereux** : Présentent au moins l'une des propriétés du danger telles que : explosive, inflammable, corrosive, toxique, cancérigène, mutagène, infectieuse...etc., dangereuses pour l'environnement.

-**Déchets inertes** : Sont des déchets qui ne subissent en cas de stockage aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ils ne sont pas biodégradables.

-**Déchets non dangereux** : Ce sont des déchets qui ne sont ni dangereux ni inertes. Ils comprennent notamment les déchets municipaux et les déchets industriels banals.

3 Définition de DEEE

Les Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques sont une catégorie de déchets, constituée d'équipements en fin de vie, fonctionnant à l'électricité ou via des champs électromagnétiques et conçus pour être utilisés à une tension ne dépassant pas 1000 volts en courant alternatif et 1500 volts en courant continu. Sur chaque produit, sont apposés depuis le 13 Août 2005, l'identification de son producteur et le pictogramme de la « poubelle barrée » montrant que ce produit fait l'objet d'une collecte sélective (Norme EN 50419). Les DEEE sont considérés par la réglementation environnementale en vigueur comme étant des déchets dangereux car ils contiennent des substances réglementées (Reygner, 2011)

4 Classification des DEEE

La classification des déchets d'équipements électriques et électroniques peut être faite en fonction de trois critères (Villalba, 2003) :

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

- **L'origine du déchet** : De la même façon que pour les emballages, le devenir de DEEE ménagers, la responsabilité est partagée entre les fabricants, les distributeurs et les collectivités locales ;
- **La composition des matières** : notamment en fonction de la présence d'éléments polluants (nécessitant généralement une intervention manuelle) et de la part des fractions métalliques;
- **L'encombrement (taille)** : on distingue en général les produits portables (<30 kg), des produits non portables (>30 kg), car les modalités de collecte sont sensiblement différentes.

Selon Baldé et Kuehr, (2018), les équipements EEE sont classés en 54 catégories différentes axées sur les produits. Il s'agit du classement UNU-KEYs, Les 54 catégories de produits EEE sont regroupées en six catégories générales définies selon les caractéristiques de gestion des déchets (Figure1).



Figure 1 : Classification des DEEE (Global E-waste Monitor 2020)

D'après la Directive 2002/96/CE, les EEE sont classés en 11 catégories :

- Catégorie 1 : Gros appareils ménagers GEM (four, table de cuisson, etc.)
- Catégorie 2 : Petits appareils ménagers PAM (cafetière, radio, etc.)
- Catégorie 3 : Équipements informatiques et de télécommunications
- Catégorie 4 : Matériel grand public (caméscope, télévision, etc.)
- Catégorie 5 : Matériel d'éclairage et d'affichage

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

- Catégorie 6 : Outils et instruments électriques et électroniques (à l'exception des gros outils industriels fixes)
- Catégorie 7 : Jouets, équipements de loisir et de sport
- Catégorie 8 : Dispositifs médicaux (à l'exception des produits implantés ou infectés)
- Catégorie 9 : Instruments de surveillance et de contrôle
- Catégorie 10 : Distributeurs automatiques
- Catégorie 11 : panneaux photovoltaïques.

5 DEEE dans le monde

Régulièrement remplacés, pas assez recyclés, les appareils électroniques ou électriques constituent une importante source de déchets dans le monde. En 2019, 53,6 (Mt) de DEEE ont été produits dans le monde entier, soit en moyenne 7,3 kg par habitant. La production mondiale de DEEE a augmenté de 9,2 Mt depuis 2014 et devrait atteindre 74,7 Mt d'ici à 2030 (Forti et al., 2020)

La production mondiale de déchets électroniques augmente chaque année de 2 millions de tonnes, soit environ 3 à 4 %. Un problème attribué à des taux de consommation plus élevés d'électronique, des cycles de vie des produits plus courts et des options de réparation limitées, expliquent les experts. Ainsi chaque année, des téléphones portables, téléviseurs, machines à laver, etc., sont jetés et non recyclés. En France, chaque habitant génère en moyenne entre 14 et 24 kg de déchets électroniques par an, une moyenne bien supérieure à la moyenne mondiale, qui atteint 7,3 kilos.

5.1 DEEE en Afrique

Selon le Global E-waste Monitor 2020 de l'ONU, 2,9 millions de tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) ont été produits en 2019 sur le continent africain. Un véritable danger à la fois sanitaire et environnemental, dans la mesure où l'Afrique accuse un manque criard en matière de politiques et de structures de gestion et de recyclage des D3E. La production de ces déchets a atteint des proportions inquiétantes, du fait de l'urbanisation galopante et de la digitalisation des sociétés africaines, à ces déchets que produisent les Africains, il faut par ailleurs ajouter ces autres millions de tonnes de

déchets électroniques qui continuent illégalement d'être exportés vers plusieurs États africains par des pays d'Europe et d'Amérique.

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

Le continent africain ne compte qu'un très petit nombre de fabricants d'EEE, mais il contribue grandement au problème que posent les DEEE dans le monde, générant près de 2,2 Mt de déchets par an sur la base de la production nationale. La majeure partie provient des importations d'équipements neufs et usagés et de quelques usines d'assemblage locales. La production d'origine locale représente, selon les estimations, entre 50% et 85% de la production totale de ces déchets. Le reste provient des importations transfrontières illégales en provenance de pays développés aux États-Unis et en Europe et de la Chine (Secrétariat de la Convention de Bâle, 2011). Les productions nationales annuelles en Égypte, en Afrique du Sud et en Algérie comptent parmi les plus élevées de la région.

6 Gestion des DEEE en Algérie

Les déchets électroniques connaissent une forte croissance en Algérie en corrélation étroite avec l'explosion de la production et de la consommation sur des cycles d'utilisation très courts, des technologies de l'information et de la communication (TIC). Cette présence massive de produits informatiques neufs, de seconde main et de déchets électroniques en Algérie est soutenue par la forte croissance de l'utilisation de l'informatique. Selon le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), la quantité de déchets d'équipement électronique et électrique est estimée à environ 18000 T/an en 2014. Selon une enquête menée par l'AND, la quantité de DEEE est estimée à environ 36 140 T/an en 2020.

Malgré l'importance du gisement existant, aucun investissement n'est programmé pour le traitement de ces déchets. Il faut noter qu'à ce jour, on ne dispose pas d'infrastructures de stockage, de dépollution, de recyclage et de valorisation adaptées. Ainsi, ces déchets sont pris en charge par le secteur informel insuffisamment équipé et sans aucune formation pour les gérer dans de bonnes conditions. Ces déchets sont pris en charge essentiellement par le secteur privé en quête de matières de valeur (Kehila, 2014)

6.1 Législation algérienne relative à la gestion et au stockage des DEEE

La loi algérienne 01-19 du 21/12/2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, n'a pas prévu une rubrique spéciale pour ce type de déchets ce qui fait qu'ils sont assimilés et soumis aux lois relatives aux déchets dangereux (déchets spéciaux). Les lois et textes se résument comme suit (MATE, 2014) :

- **Loi n°01-19 du 12/12/2001** relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, définit les principes de base qui conduisent à une gestion intégrée des déchets, de leur génération à leur élimination ; L'objectif de cette loi est de fixer les modalités pour gérer, contrôler et traiter les déchets afin de :

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

- 1) Prévenir et réduire la production et la nocivité des déchets à la source.
- 2) Organiser le tri, la collecte, le transport et le traitement des déchets
- 3) Valoriser les déchets par leur réemploi, recyclage et toute autre méthode visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie.
- 4) Traiter les déchets d'une manière écologiquement rationnelle.
- 5) Informer et sensibiliser les citoyens sur les impacts négatifs des déchets non traités sur la santé et l'environnement.

• **Loi n°03-10 du 19/07/2003** relative à la protection de l'environnement et au développement durable, consacre les principes généraux d'une gestion écologique rationnelle ; l'objectif de cette loi est de mettre en œuvre une politique nationale de protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, tout en fixant les règles principales de la gestion de l'environnement.

• **Loi n°04-20 du 25 décembre 2004** relative à la prévention des risques majeurs et la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, définit clairement les responsabilités de chacun des acteurs impliqués dans le domaine de la prévention au niveau des zones et des pôles industriels ;

• **Décret exécutif N°03-477 du 9 décembre 2003** les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision du plan national de gestion des déchets spéciaux ;

• **Décret exécutif n°06-104 du 28 février 2006** fixant la nomenclature des déchets y compris les déchets spéciaux dangereux ;

• **Décret exécutif N°06-138 du 15 avril 2006** réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeur, particules liquides ou solides ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle.

6 Transferts transfrontaliers des DEEE vers l'Afrique

(l'IMPEL, 2012) indique que des produits CFC et des réfrigérateurs atteignent illégalement le continent Africain. Des expéditions illégales de déchets d'équipements électriques et électronique s'en provenance de l'Europe ont également été identifiées. Une étude menée par l'administration hollandaise a montré que 10% des DEEE des Pays-Bas, principalement des télévisions et des réfrigérateurs, étaient transportés illégalement vers des pays du tiers monde. Dans le seul port de Lagos (Nigeria), selon Greenpeace, 500 conteneurs chargés de DEEE seraient débarqués sur place chaque mois. L'Afrique de l'Ouest constitue une destination non négligeable, des milliers d'objets usagés sont démontés et brûlés afin de récupérer le cuivre ou les autres composants. Un travail souvent effectué par des enfants, exposés aux fumées toxiques dégagées par le plastique.

Chapitre 1 : Déchets d'équipement électriques et électroniques

Négociée depuis la Conférence de Stockholm de 1972, la convention de Bâle fut conclue en 1989 et entrée en vigueur en 1992.

Officiellement la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières des déchets dangereux et de leur élimination, est un accord international qui a pour objectif de réduire la circulation illégale de déchets dangereux et d'éviter le transfert de déchets dangereux des pays développés vers les pays en développement (Peiry, 2012). La convention sert aussi à protéger la santé des populations et l'environnement des effets préjudiciables des déchets dangereux. Elle fût instaurée dans le but de réguler les mouvements transfrontières des déchets mondiaux et ainsi tenter d'éviter des transferts illicites qui pourraient avoir des impacts considérables sur l'environnement.

Malgré la convention de Bâle, qui limite fortement l'exportation de déchets dangereux, et une directive européenne de 2002 (annexe 01) fixant des objectifs de collectes et de valorisations des DEEE dans tous les Etats-membres, des millions de tonnes d'appareils usagés se retrouvent chaque année dans les décharges d'Afrique de l'ouest, ou d'Asie du sud (Comhaire, 2010). Après avoir longtemps envahi l'Asie (Inde, Chine, Russie...), ordinateurs, téléviseurs et réfrigérateurs venus d'Europe et des Etats-Unis débarquent ces dernières années en quantité industrielle dans les ports de pays d'Afrique de l'Ouest comme le Ghana, le Bénin ou le Togo (Mao, 2009). Des conteneurs remplis d'appareils électroniques collectés à des fins de recyclage sont exportés chaque année vers l'Asie et l'Afrique (Grossman, 2007, Puckett et al., 2002, Yu et al., 2010)

Le site d'Agbogbloshie, (annexe 02) à Accra, au Ghana, une importante destination des déchets d'équipements électriques et électroniques en provenance d'Europe (OMS, 2021)



Figure 2 : décharge d'agbogbloshie (MUNTAKA CHASANT)

Chapitre 2 :

DEEEs, Environnement et

Santé

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) proviennent des équipements utilisés dans la vie de tous les jours. Leurs usures et dégradations sont déjà nuisibles à notre santé et environnement. D'autres types de problèmes et de nuisances apparaissent lors de mise hors service ou en décharge. Dans ce cas, laissés dans la nature, leurs prises en charge est plus que nécessaire pour éviter des impacts très sévères sur la santé et l'environnement.

1 Généralisation des TICs et consommation de produits électroniques

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) regroupent l'ensemble des outils, services et techniques utilisés pour la création, l'enregistrement, le traitement et la transmission des informations. Il s'agit donc principalement de l'informatique, d'Internet, de la radio et télévision (en direct et en différé) et des télécommunications.

Les TIC sont devenus un secteur d'activité économique important, qui peut permettre de réaliser des taux de croissance élevés dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement.

La croissance du domaine de la technologie de l'information et de la communication (TIC) dans l'économie mondiale a engendré une hausse en demande des équipements électroniques. À la vue des progrès rapides de la technologie, en particulier des équipements électroniques, une diminution significative de la durée de vie de ces équipements est remarquée, par conséquent, les quantités des e-déchets générés devraient augmenter (Kang et al. 2006, Dwivedy et al. 2010, Wang et al. 2013).

2 Obsolescence programmée et accélération de production de DEEE

La loi définit l'obsolescence programmée comme l'ensemble des techniques par lesquelles un metteur sur le marché vise à réduire délibérément la durée de vie d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement'. Cette technique alimente artificiellement la croissance. Depuis 2015, l'obsolescence programmée est considérée comme un délit et est punie par la loi car elle entraîne de lourdes conséquences tel que des dommages économiques importants pour les consommateurs, qui se trouvent obligés d'acheter de nouveaux équipements, mais aussi des inconvénients indéniables pour l'environnement, étant donné que ces « déchets » doivent être éliminés.

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

L'obsolescence programmée nourrit la surconsommation ainsi que la surproduction. Elle participe à l'accroissement des DEEE, l'intensification de la pollution ainsi que l'augmentation du gaspillage des matières premières et d'énergie. L'association HOP (Halte à l'Obsolescence Programmée) a mis en place sur son site des forums sur lesquels il est possible de se renseigner sur les produits que l'on souhaite acheter et sur leur capacité à durer dans le temps. (ADEME, 2021)

3 Matériaux utilisés en fabrication électronique

Les appareils qui peuplent notre intérieur, tels que les téléphones, les ordinateurs, les tablettes, les télévisions, les consoles de jeux et les appareils de cuisine connectés sont constitués de centaines de composants et de milliers de produits chimiques.

Certains des produits chimiques contenus dans nos appareils électroniques sont toxiques: des substances telles que les métaux lourds, les retardateurs de flamme, les agents antistatiques ou les plastifiants, cependant, les appareils électroniques peuvent libérer dans l'air, sous la forme de poussières, certains produits chimiques dangereux, tels que certains phtalates ou certains retardateurs de flamme. Il faut impérativement se débarrasser correctement de ces appareils, sous peine de libérer des substances toxiques dans notre environnement (European Chemicals Agency).

(Weber et al., 2019) estiment que, les appareils électroniques sont constitués en majorité de métaux à 55,9 % (avec fer et acier à 49,7%) et de non métaux à 44,1%. Cela a été étayé par les données obtenues à partir d'un système de recyclage des DEEE (SWICO/S) en Suisse (Figure 2). Les circuits imprimés ainsi que certaines parties d'ordinateurs contiennent parmi les métaux les éléments précieux tels que l'or, l'argent et le palladium (Bonelli et al., 2019), ainsi que des métaux plus courants mais néanmoins stratégiques tels que le cuivre ou le zinc

La législation de l'UE en matière de produits chimiques vise à limiter, voire supprimer, l'utilisation de substances chimiques dangereuses dans les appareils électroniques lorsqu'il existe d'autres moyens plus sûrs. Les entreprises sont également encouragées à remplacer les produits chimiques dangereux par d'autres substances qui présentent moins de risques.

4 Substances toxiques dans les appareils électroniques

Les déchets électroniques sont chimiquement très différents des déchets ménagers, ils contiennent des matériaux de grande valeur, souvent toxiques la liste des substances toxiques présentes dans les déchets électroniques est impressionnante (voir tableau 1). On trouve des métaux lourds qui sont actuellement essentiels dans la fabrication de la plupart des appareils électroniques (plomb, cadmium, chrome, cuivre, mercure), des éléments comme l'arsenic et le sélénium, ainsi que des retardateurs de flammes bromés (RFB). Ces derniers sont mélangés aux plastiques pour augmenter la résistance des appareils à la chaleur, toutes ces substances mélangées représentent des risques sur la santé humaine et l'environnement (annexe 3)

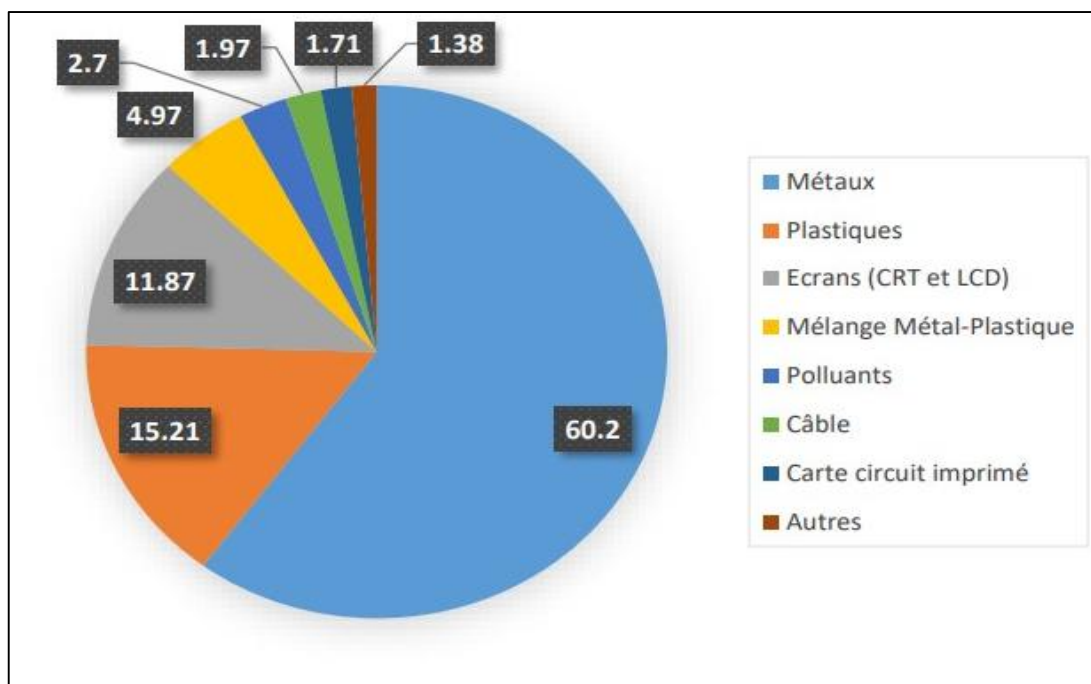


Figure 3 : fractions des matériaux constitutifs des DEEE (%) selon le système de recyclage e-déchets (SWICO/S.EN.S) en Suisse (Weber et al., 2019)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Tableau 1: Les substances dangereuses des composants électroniques (Apia, Samoa, 2011)

Sources	Composants	Substances dangereuses
Téléviseurs, moniteurs	Tubes cathodiques	Métaux lourds (baryum, plomb, cadmium)
Presque tous les équipements électroniques	Circuits imprimés	Métaux lourds (plomb, étain, mercure, béryllium, cadmium)
Appareils portables	Piles	Métaux lourds (mercure, cadmium, lithium, plomb)
Afficheurs à cristaux liquides LCD	Lampes à cathodes	Mercure, cadmium
Tubes au néon	Lampes au néon	Mercure
Revêtements isolants, boîtiers, circuits imprimés	Plastique	Biphényles poly-chlorés, ignifugeants bromés, dioxines, hydrocarbures poly-aromatique
Diodes électroluminescentes	Lampes témoins	Gallium, arséniure
Détecteurs de fumée	Capteurs	Éléments radioactifs
Climatiseurs	Unité de refroidissement	CFC
Photocopieurs	Tambour	Sulfure de zinc

4.1 Plomb

Utilisé principalement dans les tubes cathodiques que l'on retrouve dans les écrans d'ordinateur et de télévision et dans le soudage des composants électroniques, il est l'un des quatre métaux les plus nocifs pour la santé. Il peut pénétrer dans le corps humain lors de l'ingestion de nourriture, d'eau ou par l'air. Il est toxique pour l'humain de façon chronique. Il est bioaccumulable et possède des effets néfastes sur le système digestif, le système nerveux, le système sanguin et les reins. Il peut contaminer le sol ou les eaux par l'intermédiaire des eaux de lixiviation si ces déchets sont enfouis ou mis en décharge, il peut être rejeté lors de l'incinération via la voie atmosphérique ou l'épandage des cendres, il peut être libéré sous forme de vapeur lors du chauffage des cartes électroniques et enfin libération de poussières d'oxydes de plomb ou de vapeurs de plomb au cours de fusion des métaux (Tsydenova, 2011)

4.2 Cadmium

Utilisés dans les batteries rechargeables des consoles de jeux et des jouets électroniques, il est bioaccumulable et absorbé principalement par les voies respiratoires et digestives. Une contamination aiguë au cadmium peut entraîner des problèmes respiratoires, digestifs et une insuffisance rénale. Ses effets chroniques touchent principalement les reins et il est cancérogène.

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Libération possible sous forme de poussières d'oxyde de cadmium lors du brûlage de plastiques ou rejets lors de l'incinération (Tsydenova, 2011)

4.3 Chrome

L'incinération et l'enfouissement non contrôlés des déchets électroniques sont tous les deux des sources d'émissions de chrome dans l'environnement. Il présente des effets hautement toxiques pour l'humain lors d'une exposition chronique, dont des troubles respiratoires, des dommages hépatiques et rénaux, des risques accrus de cancer et des modifications du bagage génétique. Il est de plus un contaminant pour l'environnement. Chez les animaux, le chrome peut provoquer des problèmes respiratoires, une capacité plus faible à lutter contre les maladies, des défauts à la naissance, une infertilité ou la formation de tumeurs.

4.4 Le Cuivre

Utilisé dans les câbles et les cartes de circuits imprimés, Beaucoup de composants électroniques génèrent de la chaleur, ce qui peut les user et les faire défaillir prématurément. La conductivité thermique du cuivre est environ 60 % meilleure que celle de l'aluminium, il dissipe rapidement la chaleur, rendant les objets électroniques plus performants. Les batteries de nos objets électroniques contiennent aussi du cuivre.

Le cuivre ne se détruit pas dans l'environnement et, de ce fait, il peut s'accumuler dans les plantes et les animaux quand il est présent dans le sol. Sur les sols riches en cuivre, seul un nombre limité de plantes a des chances de survivre.

4.5 Le Mercure

Utilisé dans les écrans à cristaux liquides (LCD) des téléphones portables et les écrans plats d'ordinateur ainsi que les batteries. Le mercure est bioaccumulable et possède des effets néfastes, tant en exposition aiguë que chronique. Absorbé principalement par les voies respiratoires sous forme de vapeur ou par la peau, il a des effets sévères sur le système nerveux central et périphérique. Il se volatilise à température ambiante et dans l'eau, il forme du méthyl-mercure qui contamine les sédiments et toute la chaîne alimentaire.

L'incinération et l'enfouissement non contrôlés des déchets électroniques contribuent donc à la contamination de l'environnement par le mercure.

4.6 Les Retardateurs de flamme

Les retardateurs de flamme sont utilisés dans les circuits imprimés et dans les boîtiers en plastique pour empêcher ou ralentir la progression d'un feu. Leur utilité consiste à vous donner plus de temps pour quitter un endroit si un incendie venait à se déclarer. Il s'agit donc de substances plutôt résistantes et peu biodégradables ; elles ont difficile à isoler et persistent longtemps dans la nature. Les retardateurs de flamme peuvent être libérés par vos appareils

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

électroniques pour se mêler aux poussières de la maison. Les nouveaux appareils peuvent également libérer des retardateurs de flamme lorsqu'ils chauffent.

5 Matériaux non toxiques utilisés en fabrication électronique

La composition des e-déchets contient plusieurs matériaux qui peuvent être recyclé et utilisé dans la fabrication des nouveaux équipements à condition que ces e-déchets soient collectés et recyclés tout en respectant l'environnement, ces matériaux incluent : le verre, les métaux précieux, les métaux ferreux et non-ferreux, et les différentes formes de plastiques.

5.1 Le Plastique

Le plastique est utilisé dans les équipements électroniques pour la fabrication du boîtier, du câblage, coque, clavier... C'est un matériau recyclable, les plastiques utilisés sont de diverse nature. On retrouve en particulier de l'acrylonitrile butadiène styrène (ABS) et du polychlorure de vinyle (PVC), des produits chimiques sont incorporés aux plastiques pour améliorer leur performance, en particulier des retardateurs de flammes.

5.2 Les Métaux Précieux

Les appareils électroniques contiennent cependant aussi différentes matières de grande valeur : on y retrouve des métaux précieux comme l'or, le palladium, l'argent, ou le métal lourd rare qu'est l'indium. Ce dernier, qui représente l'un des éléments les plus rares de la croûte terrestre, est essentiellement utilisé comme conducteur électrique transparent dans les écrans plats. Le pourcentage de ces matières dans un appareil pris isolément est très faible. Ainsi, un appareil de la catégorie TIC d'un poids global de 10 kg contient environ 12 mg d'argent, 2,4 mg d'or, 0,6 mg de palladium et 5 mg d'indium (Ofev, 2010).

6 Le Recyclage informel des déchets électroniques

Sur les 53,6 millions de tonnes de déchets électroniques produites en 2019, seulement 17,4% ont atteint les systèmes formels de gestion ou de recyclage des déchets. Le reste a été éliminé dans des décharges illégales ou a été recyclé par des travailleurs informels, au niveau national ou international.

Le recyclage informel des déchets d'équipements électroniques par brûlage à l'air libre, (figure 3) chauffage ou lixiviation à l'acide (à l'aide de sel de cyanure, d'acide nitrique ou de mercure), est réalisé pour en extraire des métaux précieux (or, argent, palladium, platine, cobalt et cuivre notamment) ainsi que des matériaux plus volumineux (tels que le fer et l'aluminium). La récupération informelle des déchets d'équipements électroniques dans des décharges sauvages devient une source de revenus de plus en plus courante, y compris pour les femmes et les enfants (OMS, 2022)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Les enfants et les femmes enceintes sont une catégorie particulière réellement vulnérable parmi laquelle on constate un taux de mortalité élevée et des anomalies au niveau du système reproducteur. Beaucoup d'enfants sont recrutés pour collecter, démanteler et brûler les matériaux. Face à un travail non adapté, ils sont victimes d'accident de travail et travaillent dans de mauvaises conditions, ils sont stigmatisés, harcelés et exploités par les employeurs.

Aujourd'hui des décharges sauvages d'élimination ou de recyclage des DEEE ont vu le jour. C'est le cas d'Agbogbloshie, au Ghana considéré comme la plus grande décharge de recyclage informel des déchets électroniques, il en est de même au Sénégal avec la décharge de Mbeubeuss, qui abrite tous les types de déchets, y compris un secteur dédié aux DEEE (Mor Mbodji, 2022)



Figure 4: Brulage à l'air libre de déchets électroniques dans la décharge d'agbogbloshie (OMS, 2022)

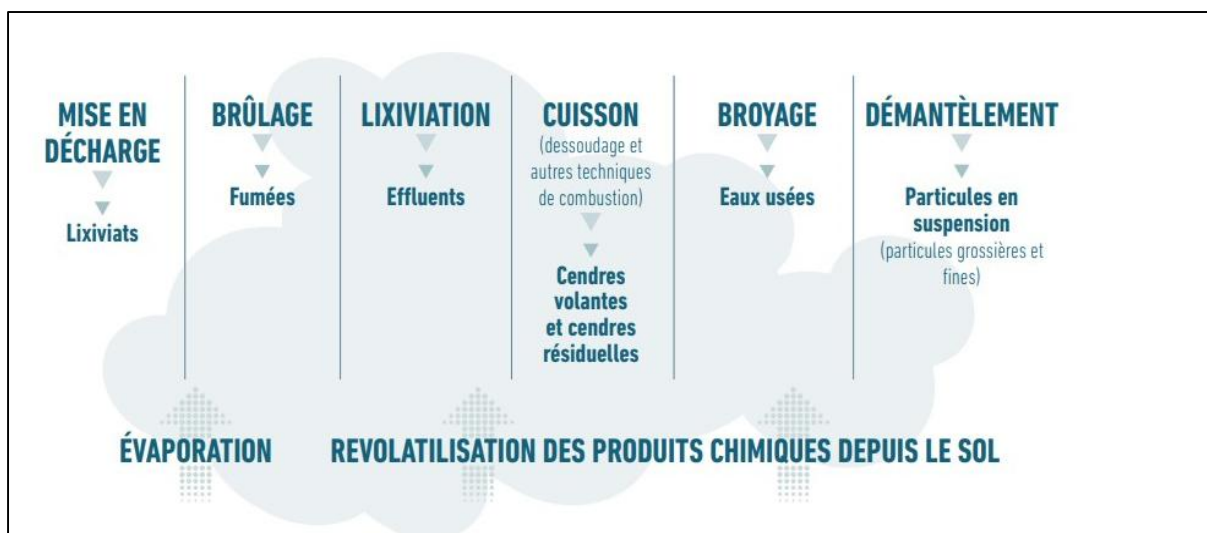


Figure 5: émissions dangereuses liées aux pratiques informelles de recyclage (OMS, 2021)

7 Dégradation des déchets électroniques et impact sur l'environnement

Chaque année, la population mondiale produit une quantité importante de déchets liée à la consommation, dont une partie se retrouve dans la nature, nos océans et nos terres sont

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

envahis de déchets qui ne cessent de s'accumuler, faute à un manquement au tri sélectif et au traitement des déchets. Ces déchets peuvent parfois mettre du temps à se dégrader et à polluer ainsi durablement l'environnement.

Les déchets électroniques sont parmi les déchets les plus tenaces qui persistent très longtemps dans la nature, prenant exemple d'une petite puce téléphonique, elle peut persister plus de 1000 ans dans la nature ou d'une pile qui persiste 200 à 300 ans, entraînant des conséquences néfastes sur l'environnement, car environ 70 % des matières premières des déchets spécifiques sont contaminées et ne sont pas toujours correctement traitées. En outre, dans de nombreux pays, la population n'a pas conscience des problèmes engendrés par les déchets électroniques et cela augmente le problème.

Les appareils électroniques sont des produits complexes, fabriqués à partir de nombreuses matières ayant des effets dramatiques sur l'écosystème.

On retrouve dans ces équipements plusieurs composantes nocives pour l'environnement et la santé humaine. Par exemple le verre des écrans et les points de soudures des cartes du circuit imprimé contiennent du plomb. Cette substance provoque des effets chroniques sur les plantes, les animaux et les microorganismes. C'est une substance toxique quel que soit son état. Le plastique que l'on retrouve dans plusieurs parties de ces équipements est une matière toxique lorsqu'elle est chauffée, elle peut endommager les organes vitaux humains. Le mercure et l'arsenic qui sont employés dans ces équipements électroniques sont très dangereux par inhalation ou par ingestion d'eau et d'aliment qu'ils sont susceptibles de contaminer une fois libérés dans la nature. Le béryllium est un métal gris très léger que l'on peut utiliser comme conducteur, il est toxique au même titre que le mercure et le plomb. Aussi, les batteries de ces équipements contiennent-elles des substances cancérigènes qui polluent l'air. (Gnane Napo ,2017)

L'enfouissement des déchets qui transitent par des décharges à ciel ouvert est une source de pollution de l'atmosphère, des sols et même d'infiltration des nappes phréatiques par toutes ces substances toxiques que contiennent les déchets électroniques.

7.1 Effets sur l'air et l'Atmosphère

Lorsqu'ils ne sont pas collectés, ces équipements s'accumulent dans l'environnement, causant une pollution considérable. Certains déchets électroniques terminent leur vie dans des immenses décharges à ciel ouvert, comme celle d'Agbogbloshie, au Ghana où des enfants sont chargés de brûler le matériel pour en récupérer les matières premières. Les composants d'échange de température mis au rebut, que l'on trouve par exemple dans les réfrigérateurs et les climatiseurs, libèrent lentement des gaz à effet de serre et contribuent ainsi au réchauffement climatique. *"Environ 98 millions de tonnes de CO₂ s'échappent des parcs à ferraille chaque année, soit 0,3 % des émissions mondiales du secteur de l'énergie"*, précise le rapport (Global E-waste Monitor 2020)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Le démantèlement des tubes cathodiques, par exemple, libère une variété de substances particulièrement toxiques telles que Pb, Cd, Hg, Zn, Ba et Sb (Tzoraki and Lasithiotakis, 2018). L'incinération des câbles électriques produit de la fumée et des cendres qui contiennent des concentrations élevées de métaux lourds, tels que Cu et Pb, qui pourraient se déposer sur les particules de l'atmosphère (Awasthi et al., 2016). Le Cr contenu dans l'encre d'imprimante, les disquettes, cassettes et LCD, peut se libérer dans l'atmosphère lors du démantèlement de ces derniers. Le recyclage des déchets électroniques par incinération produit des particules qui se dispersent dans l'air à travers la dispersion de fines poussières. Luo et al., 2011 ont constaté que l'incinération à l'air libre des DEEE dégageait une grande variété de métaux lourds qui contaminaient l'air. Une étude menée dans un site de recyclage des DEEE par démantèlement, à Agbogboshie (au Ghana) a montré que la concentration des éléments Cu, Pb, Fe et Al, était très élevé (Caravanos et al., 2011). En Inde, une étude dans un site de recyclage informel des déchets électroniques a également montré la présence, à des niveaux élevés, du Cr, du Mn, du Cu et du Zn dans les poussières provenant des DEEE (Rautela et al., 2021). Ces poussières peuvent ensuite se répandre sur les sols et vers les eaux avoisinantes

7.2 Effets sur les sols

Les sols peuvent être fortement contaminés par les métaux lourds, en particulier par le plomb, le cadmium, le cuivre et le chrome, lors du recyclage inapproprié des déchets électroniques soit directement lorsque les débris sont déposés sur le sol soit à travers la chute de poussières (Halim and Suharyanti, 2020). Les niveaux de concentration sur les sols de décharge est élevé 139 mg/kg Cr, 5080 mg/kg Pb, 6060 mg/kg Cu et de 7010 mg/kg Zn (Ackah, 2019).

Ceci révèle que les DEEE sont d'importantes sources anthropiques de métaux dans les sols. En effet, Pradhan and Kumar, 2014 ont signalé qu'en Inde les DEEE sont les principales causes de la contamination des sols agricoles à proximité des zones de recyclage. Olafisoye et al., (2013) ont étudié l'impact de la contamination par les métaux lourds sur les sols à proximité des sites informels de traitement des déchets électroniques à Lagos (Nigéria). Les résultats de leur étude ont révélé la présence de concentrations très élevées de Cd, Cr, Zn, Pb et Ni.

7.3 Effets sur les Eaux et Mers

Les métaux présents dans les sols peuvent être transférés vers les eaux de surface et souterraines par ruissellement, diffusion et percolation. En Inde, une contamination des eaux de surface, par des métaux (As, Cr, Pb et Cd), dans la zone de recyclage des déchets électroniques à Mandoli (New Delhi) a été noté comparer aux valeurs guides de l'OMS (Pradhan and Kumar, 2014).

En effet, les concentrations étaient de 0,4 mg/l As, 0,6 mg/l Cr, 0,4 mg/l Pb et 0,05 mg/l Cd. Les travaux de Singh et al., (2018) sur l'évaluation de l'exposition des travailleurs de recyclage

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

informel des DEEE, ont révélé que les teneurs en Hg, As et Zn dans une rivière à proximité du site de traitement des e-déchets étaient préoccupante. Or, tous ces éléments métalliques peuvent être transférés via l'eau vers les sédiments, la biomasse et les sols.

Les déchets électroniques peuvent dégager des substances dangereuses dans les nappes aquifères et les eaux de surface alentour, contaminant ainsi les réserves d'eau potable de zones parfois situées bien loin des communautés implantées à proximité immédiate des sites de déchets électroniques (OMS, 2022)

7.4 Effets sur la Faune

Certains produits chimiques présents dans les déchets d'équipements électriques et électroniques peuvent persister dans les sols et être ingérés par les animaux. Au fil du temps, ils sont bioaccumulés dans les organismes du bétail et peuvent être ingérés par l'être humain, par la consommation de produits laitiers, de viande, de poissons, de crustacés ou d'œufs. Les concentrations de dioxines bromées les plus élevées jamais mesurées dans des œufs ont été relevées dans des œufs de poules à Agbogbloshie, au Ghana.

Le lixiviat issu du recyclage des déchets électroniques et les produits chimiques utilisés lors des activités de recyclage, tels que l'acide et le cyanure, peuvent contaminer l'eau potable et les animaux aquatiques (OMS, 2021)



Figure 6: L'apparition fréquente d'œufs dépourvus de jaune est fréquemment dénoncée chez les éleveurs de volaille établis à proximité d'un site d'incinération de déchets en activité (Davis, J.-M. & Garb, Y. 2016)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

7.5 Effets sur la Flore

Les plantes qui poussent (légumes, céréales, plantes sauvages) dans les sols contaminés peuvent être soumises aux éléments métalliques au même titre que les sols, par simple dépôt des contaminants à la surface des plantes. De plus la plante peut également accumuler les métaux au moyen de son système racinaire. Ainsi la surface et le cœur de la plante peuvent être contaminés. Luo et al., (2011) ont rapporté que des légumes, cultivés au voisinage d'un site d'incinération des déchets électroniques en Chine, ont été contaminés par le plomb et le cadmium. Les niveaux de concentration étaient de 143,2 mg/kg pour le plomb et de 1,59 mg/kg pour le cadmium. Le riz cultivé dans des rizières proches de sites de déchets d'équipements électriques et électroniques peut contenir des métaux et substances toxiques issus de ces déchets, qui sont présents dans les sols, et ce, même après la désaffectation des sites. (OMS, 2022)



Figure 7 : Comparaison entre une pastèque naine qui a poussé à proximité d'un site d'incinération de déchets et une pastèque normale ayant poussé à plusieurs kilomètres d'un site de ce type. (Davis, J.-M. & Garb, Y. 2016)

7.6 Effets sur la Santé Humaine

L'incinération DEEE favorise l'émissions de dioxines et de furanes (EEA, 2003 ; UNEP, 2009 ; Chan et al., 2012). Ces substances peuvent conduire à une perturbation du développement du système nerveux, des troubles de régulations endocriniennes, des modifications dans la croissance et le développement fondamental des cellules, ce qui peut entraîner des effets indésirables sur la reproduction et le développement ainsi que la destruction du système immunitaire et provoquer le cancer (US EPA, 2012)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Des risques pour la santé humaine sont associés à la contamination de l'environnement (sols, eaux, air, plantes) par les éléments métalliques (OMS, 2007). L'organisme humain peut être exposé aux éléments métalliques toxiques de façon directe ou indirecte. L'intoxication directe est issue d'un contact cutané avec des métaux, d'inhalation de particules en suspension sur l'air et d'ingestion de poussières ou de sol contaminées (Perkins et al., 2014). Des effets sanitaires peuvent aussi survenir par une contamination indirecte aux éléments métalliques provenant de l'eau de consommation ou de la chaîne alimentaire

Les éléments métalliques ont des effets toxiques sur les êtres vivants plus ou moins importants (Tableau 2). Le cadmium, le mercure et le plomb sont toxiques à très faibles doses. Au-delà d'une certaine concentration, la plupart des métaux deviennent toxiques. Certains éléments métalliques tels que Pb, Cd, As et Hg sont cancérigènes et peuvent dégrader les systèmes respiratoires, cardiovasculaires, immunitaires et reproductifs des individus (OMS, 2007).

Pour une future mère, l'exposition à des déchets électroniques toxiques peut avoir des conséquences néfastes à vie sur la santé et le développement de son enfant à naître. Parmi ces effets nocifs potentiels pour la santé figurent l'issue négative de la grossesse, comme la mort naissante ou la naissance prématurée, ainsi qu'un faible poids ou une petite taille à la naissance.

Parmi les autres conséquences néfastes sur la santé des enfants liées aux déchets électroniques, on peut mentionner les altérations de la fonction pulmonaire, les effets respiratoires, les dommages à l'ADN, les troubles de la fonction thyroïdienne et le risque accru de certaines maladies chroniques plus tard dans la vie, comme les cancers et les maladies cardiovasculaires.

« Un enfant qui mange un seul œuf de poule venant d'Agbogbloshie, une décharge de déchets située au Ghana, ingérera 220 fois la dose quotidienne tolérable de dioxines chlorées fixée par l'Autorité européenne de sécurité des aliments » (OMS, 2021).

Tableau 02 : Métaux lourds contenu dans les déchets électroniques et leurs risques sanitaires (association santé et environnement France)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Composé	Risques sanitaires
Arsenic	– cancérigène – perturbateur endocrinien
Cadmium	– très toxique – troubles osseux – cancérigène
Chrome	– cancers – troubles gastro-intestinaux – troubles hématologiques
Cuivre	– hépatotoxique et néphrotoxique – irritant – reprotoxique
Plomb	– saturnisme : baisse du QI, anémie, troubles du comportement, problèmes rénaux, pertes auditives
Mercure	– toxique pour les voies respiratoires, les reins et le cerveau – toxique pour le fœtus

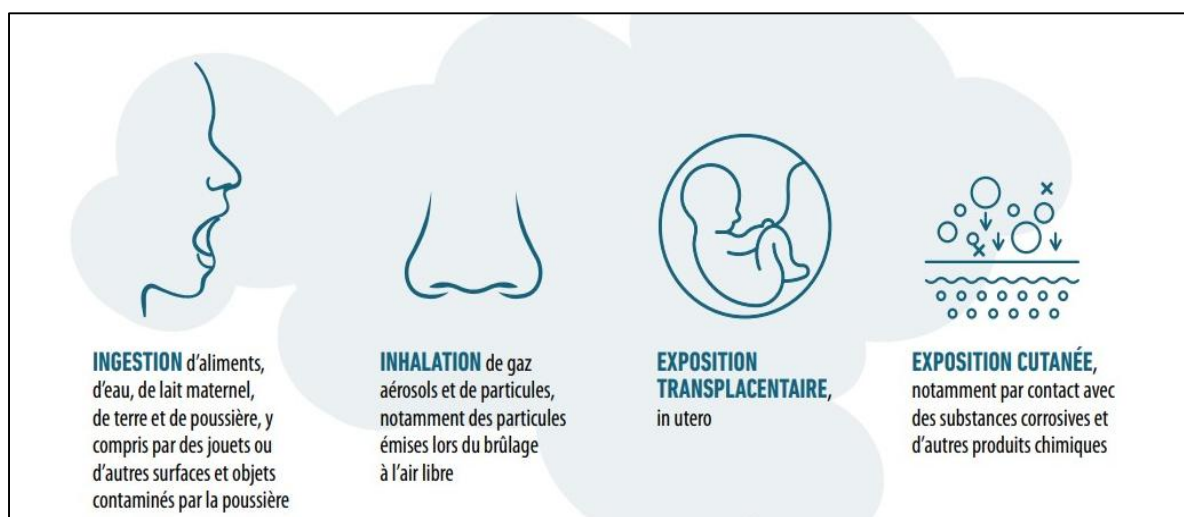


Figure 8 : Voies physiologiques d'exposition OMS, 2021)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

8 Gestion durable des appareils électroniques en fin de vie

Aujourd'hui, la moitié de l'impact environnemental du numérique est dû à nos équipements. Avec un cycle de vie de plus en plus court, nos appareils sont délaissés plus tôt. Le trafic de déchets électroniques étant grand, il est important de comprendre comment s'en séparer pour un meilleur recyclage des appareils électroniques. (ADEME, 2021)

Considérés comme dangereux, les déchets électroniques sont aussi entourés d'une réglementation spéciale. Ne pouvant être jetés ni exportés, ils sont ainsi séparés et collectés distinctement des autres déchets. L'obligation de collecte engendre l'obligation de traitement. Les déchets électroniques sont alors recyclés suivant un processus précis qui se décline en plusieurs volets. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les DEEE portent le sigle de la poubelle barrée (annexe 04) : cela indique leur particularité.

9 La valorisation des DEEE

La valorisation des DEEE pour la réutilisation ou le recyclage conserve les ressources et les matières premières qui alimentent l'acier, le verre, les plastiques et les métaux précieux. le recyclage permet également d'éviter la pollution de l'air et de l'eau, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre associées à la production matérielle et de fabrication (Hula et al., 2003 in Innocent et Oladele, 2007)

9.1 Le recyclage

Le recyclage des DEEE est essentiel car ces déchets ont une empreinte écologique très élevée en raison des importantes quantités de ressources en eau, métaux, et énergies mobilisées par la conception, la fabrication, le transport, l'utilisation et le recyclage des composants et objets électriques et électroniques.

Tous les appareils électriques et électroniques sont recyclables. Leur taux de recyclage varie entre 73% et 87%. Le recyclage permet de produire de nouvelles matières premières secondaires et de fabriquer ainsi de nouveaux appareils tout en préservant les ressources naturelles. (AM ENVIRONNEMENT)

9.1.1 La collecte sélective

Avant de traiter les déchets électroniques efficacement, ils doivent d'abord être collectés, il y'a d'abord la pré-collecte qui s'effectue au niveau des réparateurs des appareils électroniques, les particuliers, les vendeurs d'accessoires. Ensuite vient la collecte proprement dite. Pour les petits déchets générés par les particuliers ou les collaborateurs d'une organisation, une solution s'est très largement développée en France. Il s'agit de contenants, souvent des grandes boîtes en carton, dans lesquelles les personnes viennent déposer directement leurs déchets électroniques (Ecologic, 2020)

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

Le bon recyclage des déchets électroniques nécessite de mettre en place une collecte sélective avec des bacs ou bennes dédiés. Ou bien d'amener les déchets électroniques à un point d'apport volontaire.

Ensuite, les déchets électroniques pourront être en fonction de leur état réemployés ou recyclés (Urbyn, 2021)

La collecte des déchets d'équipements électriques et électroniques doit être conformément à la réglementation et confiée à des organismes agréés. Le taux de collecte de DEEE ménagers qui était de 10 kg par habitant en 2016 doit atteindre 14 kg par habitant à l'horizon 2020 (INRS, 2022)

Après avoir été collectés, les DEEE passent un test. S'ils fonctionnent, ils seront remis en circulation dans des réseaux solidaires, sinon, ils seront démantelés.

9.1.2 Dépollution

Après avoir classé les déchets électroniques selon des critères bien définis (peut-être par taille, type ou autres), la dépollution est généralement la première étape du prétraitement. Il s'agit d'enlever et séparer toutes substances dangereuses et assurer que ces derniers sont préparés pour une élimination écologiquement rationnelle.

En effet, ces déchets renferment des substances dangereuses et sont donc traités isolément des autres. On peut citer entre autres les gaz, les huiles, les écrans à cristaux liquides et les lampes à décharge. Il y a également les substances telles que le mercure, le polychlorobiphényle et l'amiante, pour ne citer que celles-là. Il faudrait noter que les terres rares sont traitées en raison de leur grande valeur.

La dépollution peut être effectuée (Cui et al. 2003) :

- Manuellement.
- Mécaniquement (réduction automatique de la taille des différents composants)
- Semi automatiquement combinant des techniques manuelles et mécaniques

9.1.3 Le démantèlement

Le démantèlement a pour objectif de retirer les composants contenant des substances dangereuses tels que les écrans cathodiques, les piles, les lampes à décharge, et d'obtenir des sous-ensembles ou des pièces aptes à être valorisés de façon optimale d'un point de vue matière. Généralement on extrait :

- Les cartes électroniques pour leur contenu en métaux précieux
- Les tubes cathodiques et autres composants dangereux
- Les boîtiers plastiques destinés à être valorisés dans les filières plastiques

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

- Les pièces métalliques composées de fer, cuivre, aluminiums présents dans les câbles, les bobinages, les coffrets...

Le démantèlement des composants dangereux est essentiel ; Il est important de démanteler les composants de grande valeur et des matériaux de qualité élevée tels que les PCB, les câbles et les plastiques techniques, afin de simplifier la récupération ultérieure des matériaux (Veerakamolmal, 1999 in Wenzhi et al., 2006). Le démontage manuel assisté par des outils, en raison de sa flexibilité élevée, est actuellement le principal processus de démantèlement.

9.1.4 Le broyage

Fondamentalement, les matériaux présents dans les DEEE sont fixés par fixation, insertion, soudage, reliure, emballage et ainsi de suite.

Le broyage est l'une des principales étapes de recyclage des DEEE, il consiste à diminuer la taille des déchets, le but du broyage est de réduire des matières solides d'une taille donnée à une taille plus petite, en les fragmentant, le résultat du broyage optimisé est que chaque particule broyée est faite par un matériel unique (OuladkaddouretZian, 2018)

9.1.5 La séparation

C'est une étape très importante dans le processus de recyclage des DEEE, car elle permet la séparation et le tri de plusieurs métaux. On utilise la séparation magnétique lorsqu'il faut séparer une quantité importante des substances métalliques à partir du flux de matières déjà broyées.

La séparation par courant de Foucault est utilisée pour la séparation des métaux non ferreux, comme son nom l'indique cette technique utilise le courant de Foucault pour repousser les matériaux non métalliques du convoyeur et alors ils seront séparés.

La flottaison est la technique utilisée pour la séparation des plastiques en se basant sur le principe de la différence de la masse volumique des déchets à séparer et la masse volumique du liquide dans lequel ces déchets sont plongés. (Ouladkaddour et Zian, 2018)

9.2 La réutilisation

La réutilisation des DEEE est une pratique courante dans les pays en voie de développement. Selon la directive 2002/96/CE, la réutilisation est définie comme toute opération par laquelle les DEEE, ou leurs composants, sont utilisés pour le même usage que celui pour lequel ils ont été conçus.

Certains déchets contiennent des éléments tels que des disques durs ou des composants électroniques qui peuvent être réutilisés. Certaines fractions/modules sont donc démontés manuellement et les disques durs ou composants électroniques sont ensuite testés, effacés

Chapitre 2 : DEEEs, Environnement et Santé

et remis sur le marché pour une seconde vie. Cette action permet d'éviter de détruire des éléments toujours fonctionnels. (RSB, 2018)

9.2.1 Le réemploi

Les appareils sont d'abord reconditionnés, testés puis redistribués à de nouveaux utilisateurs. Par exemple, les ordinateurs et téléphones professionnels peuvent être facilement reconditionnés s'ils sont en bon état.

Le réemploi, permet de proposer des produits uniquement constitués de pièces originales, à un prix extrêmement compétitif. Une solution qui séduit de plus en plus les consommateurs, soucieux de leur empreinte écologique, et désirant acheter des produits informatiques à un prix intéressant.

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

1.1 Présentation de la zone d'étude

Notre étude est une enquête par questionnaires auprès des utilisateurs d'appareils électroniques au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle a été réalisée entre le 16 février et 30 mai 2022. L'enquête a été menée dans 8 Daïra de Tizi-Ouzou.

Les Daïra concernées sont : Boghni, Beni Douala, chef-lieu Tizi ousou, Draa Ben khedda, Azzefoun, Tigzirt, Bouzguene, Ouacif et dans des lieux public (l'Université Mouloud Mammeri, la Poste, la Rue)

1.2 Démographie de la région

La population de la wilaya de Tizi-Ouzou atteint les 1 210 965 d'habitants en 2022. L'augmentation de la population suivie des avancées technologiques va systématiquement engendrer une augmentation des quantités de déchets électroniques générées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau 03 : : Taux d'accroissement de la population de la Commune de Tizi –Ouzou (FR.ZHUJIWORLD.COM)

Années	1990	2000	2010	2015	2022
Population (habitants)	687,828	828,907	960,690	1,060,840	1,210,965

1.3 Échantillonnage

L'approche des sondés a été réalisé d'une façon non aléatoire, et la méthode d'échantillonnage appliquée est l'échantillonnage de commodité et l'échantillonnage volontaire. 500 personnes sont interrogées de 8 Daïra différentes en faisant sorte de touché toutes les catégories d'Age et de classe sociale.

2 Contenu du questionnaire

Dans toute étude visant à évaluer les connaissances des sujets ciblés par une enquête, le questionnaire représente le moyen le plus adéquat et le plus efficace pour pouvoir récolter le maximum de données concernant le thème de l'étude lancée, le questionnaire a pour objectif d'évaluer les connaissances des consommateurs quant aux appareils électroniques.

Le questionnaire a deux versions, une version électronique (créé avec google forms) qui a était envoyé par internet à une catégorie de personne dont le niveau intellectuel permet de comprendre et répondre au questionnaire sans avoir besoin d'aide, la version papier est distribuer aux personnes dans la rue et des lieux publiques les entretiens ont été menés en Kabyle pour une meilleure compréhension.

Le questionnaire tourne autour des appareils électroniques principalement car ce sont les plus utilisé dans la vie quotidienne et dont la durée de vie est de plus en plus courte

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Le questionnaire contient 27 questions qui sont sectionnées en quatre sections qui sont réparties comme suit :

- **Section 01** : Caractéristiques sociodémographiques. (Genre, âge, profession et lieu d'habitation) ;
- **Section 02** : Utilisation d'appareils électroniques (Possession et utilisation d'appareils électronique, nombre et type d'appareils posséder)
- **Section 03** : Gestion des déchets électroniques (possession d'appareils irréparables, connaissances sur le recyclage, disposition du sondé à céder les portables irréparables,)
- **Section 04** : Les déchets électroniques et l'environnement (Connaissance du sondé sur le devenir des appareils jeté, leurs avis sur le recyclage, leur volonté pour collaborer afin de réduire les risques environnementaux), évaluer la connaissance et la prise de conscience des consommateurs par rapport aux risques des deee sur la santé et l'environnement.

Les questions posées sont de trois types :

Des questions fermées : demandant une réponse courte (Oui ou Non) et ne nécessitent pas une longue réflexion ;

Des questions tendancieuses : laissant percevoir l'opinion des personnes interrogées ;

Des questions d'approfondissements : permettant d'apporter un délai sur la réponse et / ou les réponses précédentes.

Certaines variables sont qualitatives exemple : genre, et d'autres sont quantitatives exemple: âge, et les réponses ont été analysés par les fréquences (%) et illustrés par des diagrammes.

Le questionnaire de l'enquête est repris en annexe 05 de ce travail.

3 Objectif

Cette première enquête a pour objectif

- D'analyser les comportements des citoyens, leurs pratiques, leurs attitudes et leurs connaissances sur la gestion des déchets électroniques ainsi l'impact de ces derniers sur la santé et l'environnement.
- D'évalué la prise de conscience des risques sanitaires et environnementaux lié aux déchets électroniques par les consommateurs.

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

Partie B : Contact avec les parties concernées par la gestion des DEEEs et quelques établissements

1 Administrations et opérateurs privés

Pour connaître le devenir des grandes quantités de déchets électroniques nous nous sommes rapprochés auprès de quelques administrations telles que les CEM, Daïra et APC, pour voir comment fait la gestion ces déchets. On s'est également rapproché de quelques réparateurs privés.

2 Établissements publics spécialisés dans la gestion des déchets

Certains déchets électroniques se retrouvent dans nos déchets ménagers c'est pour cela que nous nous sommes dirigés vers les établissements publics spécialisés dans la gestion et récupération des déchets pour voir l'états des lieux et comment ils s'y prennent avec ce type de déchets.

- **L'Epicodem**

Établissement public industriel à caractère commercial spécialisé dans la collecte d'ordures ménagères et balayage des rues de la commune de Tizi-Ouzou.

- **CET de Oued-Fali**

Etablissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), crée par arrêté interministériel du 08/11/ 2008, portant création de l'Etablissement de gestion des centres d'enfouissement techniques des déchets de la wilaya de Tizi-Ouzou, C'est un CET de Classe II, où l'on entreposera les déchets ménagers et un endroit où ces derniers seront soumis au traitement.

3 Contact avec les parties concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques.

Afin d'en apprendre un peu plus sur la gestion des DEEE dans la Wilaya de Tizi-Ouzou nous nous sommes dirigés vers les autorités compétentes pour demander quel est leurs rôles dans la gestion des DEEE et quels sont les perspectives et les projets à venir concernant ce sujet.

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes

- **Direction de l'environnement**

Organisme gouvernemental qui a pour rôle la surveillance et le contrôle de l'état de l'environnement, réalisation des CET et des décharges contrôlées, organisation des événements environnementaux et campagne de sensibilisation.

- **Maison de l'environnement**

Organisation pour la préservation de l'environnement c'est un conservatoire national des formations à l'environnement, est un établissement public à caractère industriel et commercial EPIC, placé sous la tutelle du Ministère de l'Environnement.

- **L'Agence National des Déchets**

L'Agence Nationale des Déchets a été créé par le décret exécutif n° 02 – 175 du 20 Mai 2002. Placée sous la tutelle du Ministère de l'Environnement, elle est chargée, dans le cadre d'une mission de sujétion de service public d'informer et de vulgariser les techniques de tri, de collecte, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets. Elle doit capitaliser et constituer un fond documentaire sur la gestion des déchets et en assurer la diffusion aux Collectivités locales et au secteur d'activités.

4 Objectifs

La deuxième enquête a pour objectif d'évaluer l'état de la gestion des déchets électroniques dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

5 Analyses statistiques des résultats

Une fois tous les questionnaires remplis et collectés, nous avons procédé à leurs encodages sous forme de tableau sous le logiciel EXCEL 2016. Des pourcentages ont été calculés et utilisés pour construire des diagrammes pour les différentes pratiques étudiées.

Chapitre 4 : Résultats et discussions

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1 Résultats de l'enquête par questionnaire

L'enquête que nous avons menée auprès des consommateurs nous donne les résultats suivants :

1.1 Interprétations des caractéristiques sociodémographiques

Les résultats obtenus sur les caractéristiques sociodémographiques sont présentés dans la figure 10

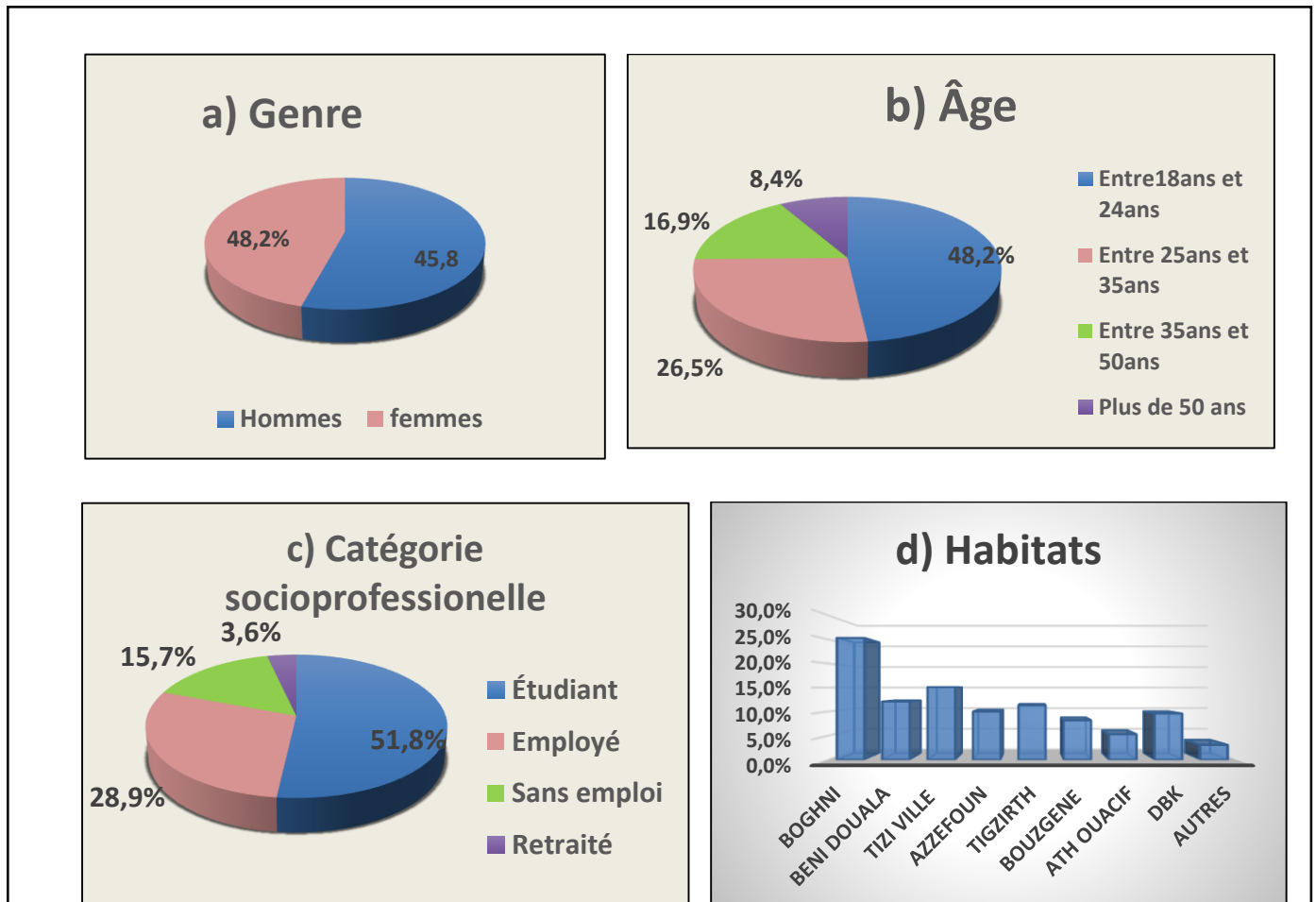


Figure 10: Caractéristiques sociodémographiques

A partir de la figure 10 nous remarquons que :

a) Genre : le taux des femmes est de 45,8% et celui des hommes est de 54,2%.

b) Age : 48,2% des sondés sont âgés entre 18-24 ans, 26,5% entre 25-35 ans, 16,9% sont entre 35-50 ans et seulement 8,4% dépassent les 50 ans.

c) Profession : Le taux des étudiants est de 51,8%, celui des employés est de 28,9%, celui des sans-emploi est de 15,7% et enfin 3,6% pour les retraités.

d) Lieu d'habitation : Des personnes de différents daïras ont participé au sondage, Boghni avec 25,3% , chef-lieu de Tizi-ouzou avec 15,1%, Beni-Douala 12,1% , Tigzirt 11,3% , Azzefoun 10,0%, DBK 9,6%, Bouzguene 8,2% et 3,2% représente les autres daïras en minorité (Beni-Yenni, Draa El Mizan, Makouda)

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1.2 Possession d'appareils électroniques

En ce qui concerne la possession et l'utilisation des déchets électroniques les résultats sont démontrés dans les figures 11, 12 et 13.

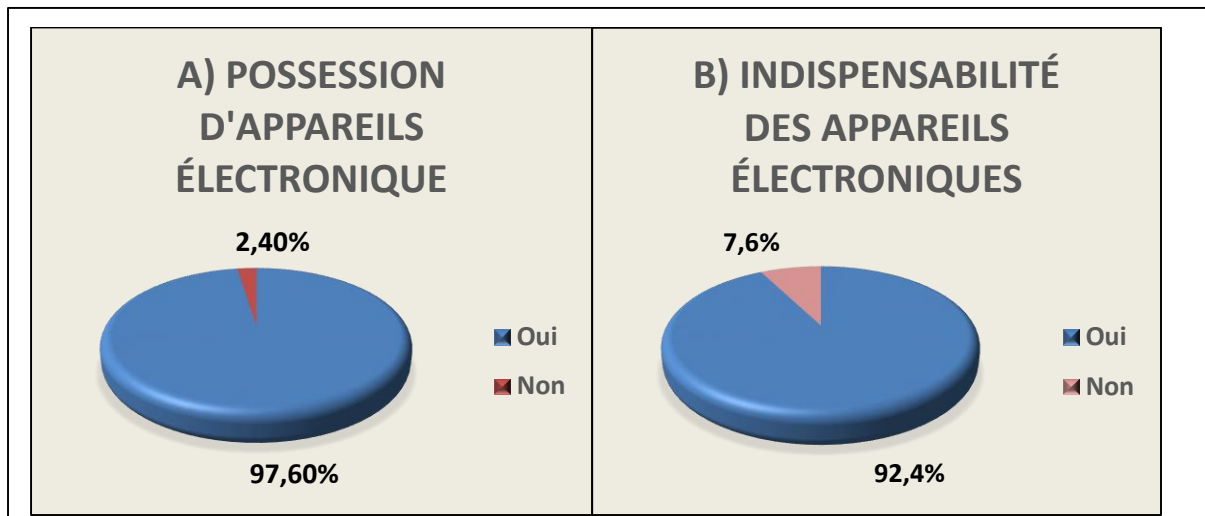


Figure 11: indispensabilité et possession d'appareils électronique

D'après la (figure 11.a) 97,6% ont des appareils électroniques et 2,4% ne possèdent aucun appareil électronique.

La grande majorité des sondés avec un pourcentage de 92,4% déclarent que les appareils électroniques sont indispensables à leurs vies tandis que la minorité restante 7,6% disent qu'ils peuvent s'en passer.

- La figure 12 démontre les types d'appareils électroniques possédés par les personnes sondées

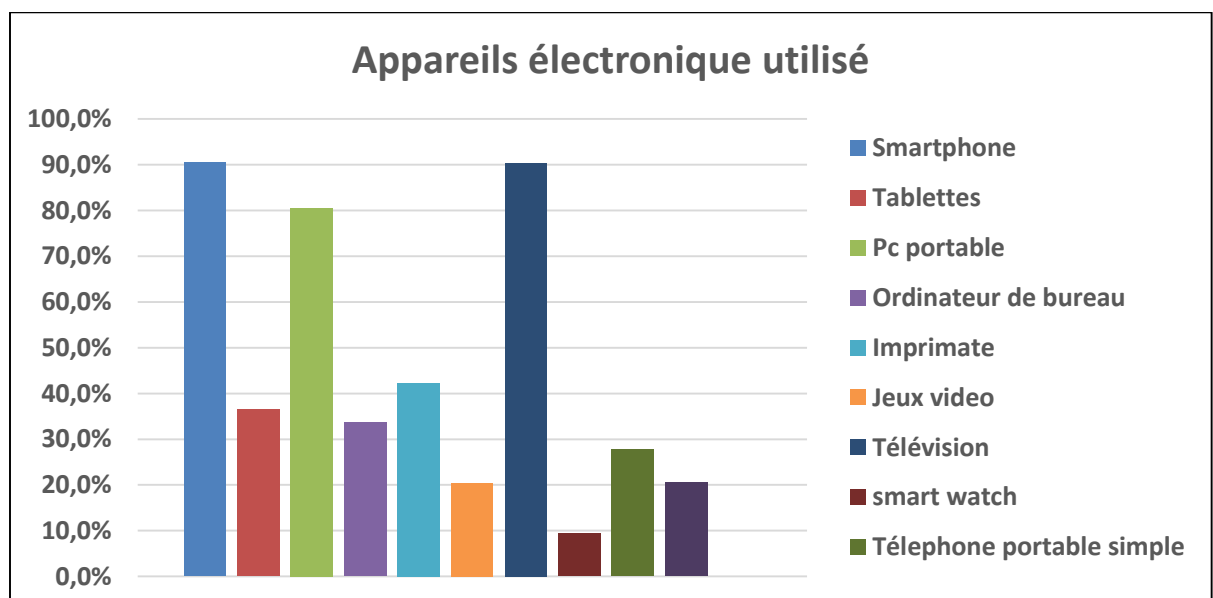


Figure 12: Type d'appareil électronique possédé

Chapitre 4 : Résultats et discussions

Les Smartphones et les télévisions représentent les pourcentages les plus élevés avec 90,5% et 90,4% respectivement. Le Pc portable est utilisé par 80,5% des sondés, l'imprimante, le tablette et l'ordinateur de bureau sont de 42,2%, 36,5%, 33,7% respectivement. Le téléphone portable simple 27,7%, l'appareil photo 20,5% et les jeux vidéo 20,4% et enfin la smartwatch avec le plus faible pourcentage de 9,4%.

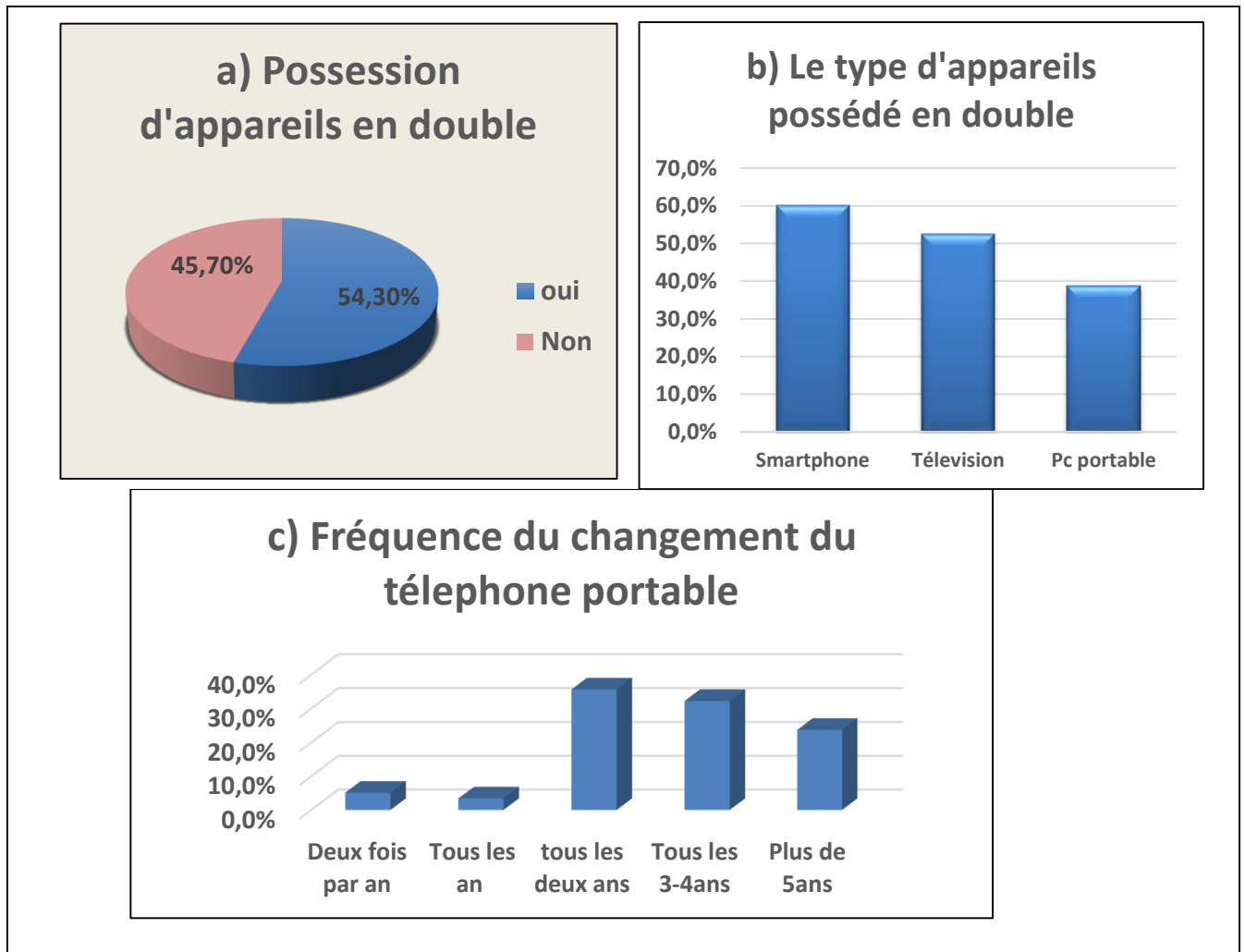


Figure 13 : Appareils plus utilisés

- A) Possession d'appareils double :** 54,3% ont affirmé avoir le double ou plus d'un ou plusieurs appareils électroniques, 45,7% ont répondu par non.
- B) Le type d'appareils posséder en double :** l'enquête a révélé que le Smartphone est le plus répandu avec 70,3%, suivie de la télévision avec 49,5% et finalement le pc portable avec 35,6%.
- C) Fréquence du changement du téléphone portable :** 35,6% des sondés changent leur téléphone tous les deux ans, 32,2% le changent tous les 3-4ans, 23,7% le changent tous les 5ans ou plus, 5,1% le changent deux fois par an, et seulement 3,4% le changent tous les ans.

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1.3 Changement d'appareils électroniques

Les raisons ainsi que la fréquence du changement d'appareils électroniques sont démontrées dans la (figure 14)

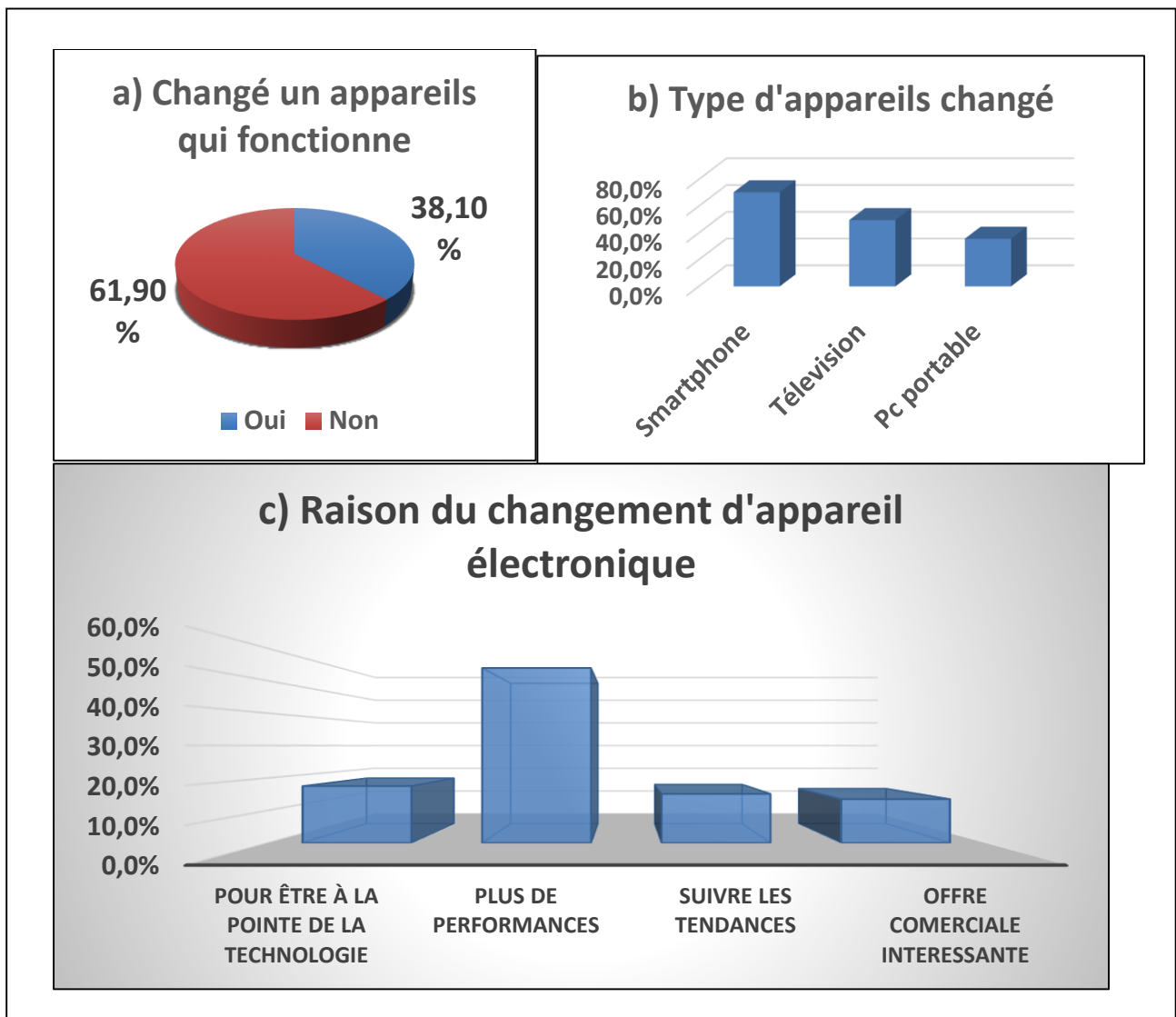


Figure 14: Changement d'appareils électronique fonctionnel

- Selon la figure 14.a 61,9% des consommateurs ont déjà changé un appareil Alor qu'il fonctionne toujours et 38,1% disent ne jamais changé leurs appareils déjà fonctionnels.
- La figure 14.b montre que le smartphone est le plus souvent changé même s'il est en bon état avec un pourcentage de 70,3%, 49,5% ont répondu que c'est la télévision, et 35,6% disent que c'est le pc portable.
- À travers la figure 14.c on peut déduire que les raisons du changement d'un appareil électronique qui fonctionne sont : la recherche de plus de performance (53,9%), vouloir être à la pointe de la technologie (17,5%), suivre les tendances (15,1%), les offres commerciales intéressantes (13,5%).

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1.4 Gestion d'appareils électroniques non utilisés

Les résultats obtenus concernant la gestion d'appareils électroniques sont démontrés sous forme de diagrammes dans la (figure 15)

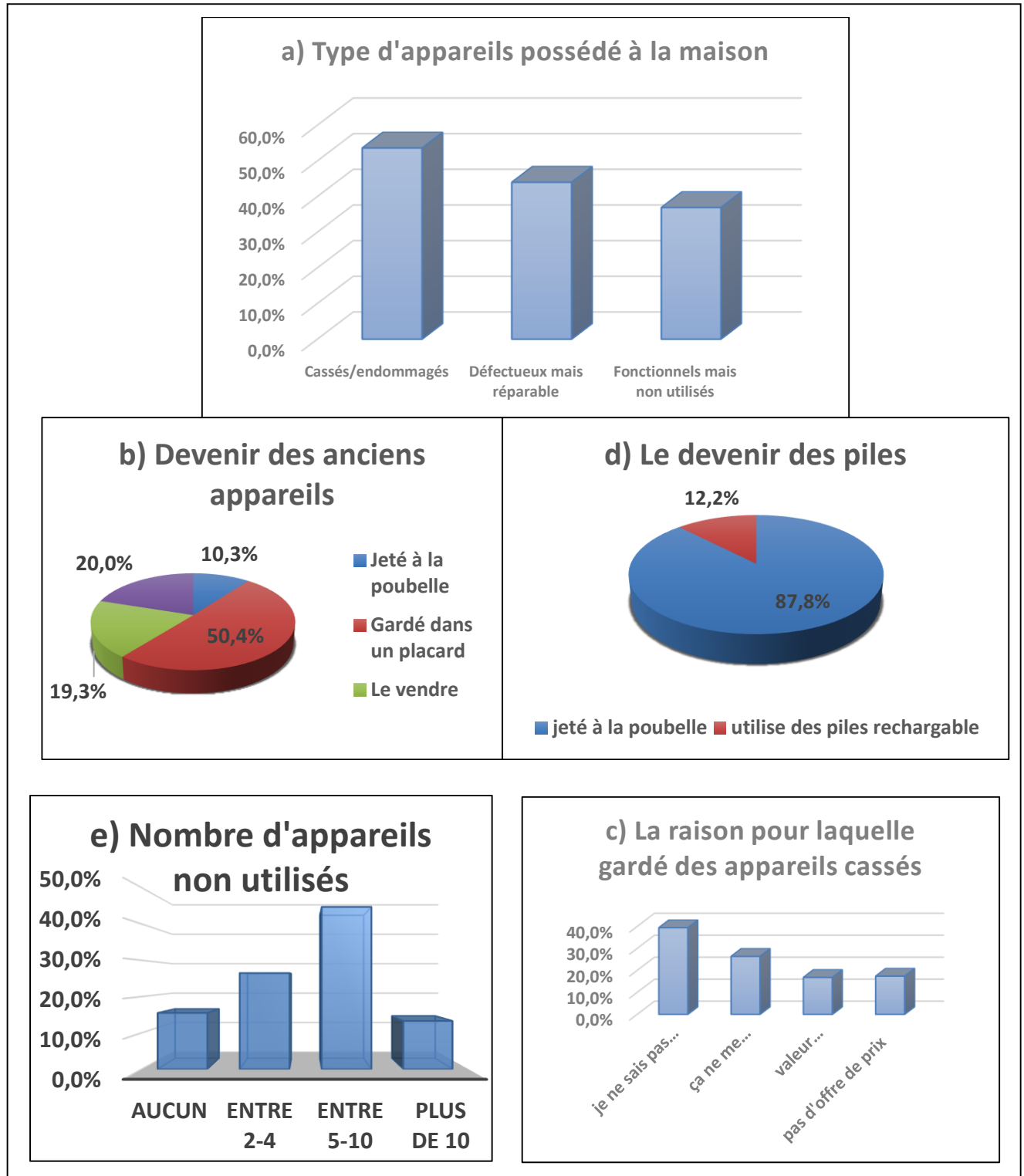


Figure 15: Possession et gestion d'appareils électroniques non utilisés

Chapitre 4 : Résultats et discussions

L'interprétation des résultats obtenus quant à la gestion d'appareils électroniques non utilisés (figure15) est la suivante :

- a) **Type d'appareils possédés à la maison** : l'enquête révèle que 53,6% des personnes sondés possèdent chez eux des appareils cassés/endommagé, 44% possèdent des appareils défectueux mais réparable, 36,9% possèdent des appareils fonctionnels mais non utilisé.
- b) **Devenir des anciens appareils non utilisés** : 50,4% des sondés gardent leurs anciens appareils dans un placard, 20% les donnent à des proches, 19,3% les vendent et 10,3% les jettent à la poubelle.
- c) **La raison pour laquelle sont gardé des appareils électroniques cassées** : 39,9% des sondés gardent leurs appareils cassés parce qu'ils ne savent pas quoi en faire, 26,4% disent que ça ne les dérange pas, 17,4% les gardent à cause de l'absence d'offre de prix et 16,8% les gardent parce que ça représente une valeur sentimentale.
- d) **Le devenir des piles** : 87,8% des sondés jettent leurs piles à la poubelle et 12,2% utilisent des piles rechargeables qu'ils rechargent à chaque fois.
- e) **Nombre d'appareils non utilisés** : L'enquête que nous avons menée nous a montré que 84,5% des personnes sondés possède au moins un appareil électronique chez elle dont 44,7% possèdent entre 5-10 appareils non utilisés, 26,5% possèdent entre 2-4 et 13,3% possèdent plus de 10 appareils non utilisés.

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1.5 Connaissances et avis sur le recyclage des déchets électroniques

Les résultats de l'évaluation des consommateurs quant à leurs connaissances et avis sur le recyclage des déchets électroniques sont indiqués dans les figures 16 et 17.

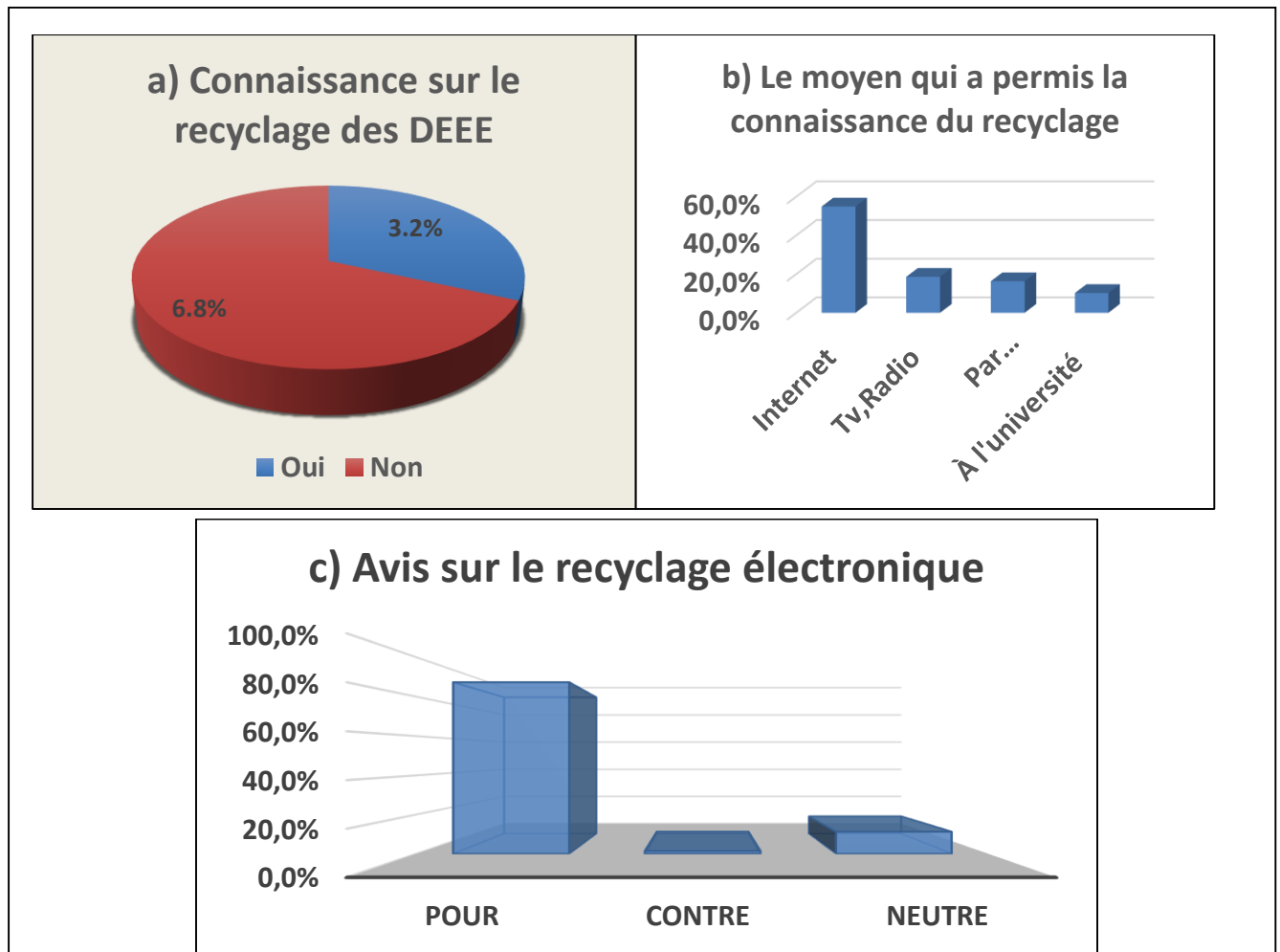


Figure 16 : Le recyclage des déchets électroniques

- L'enquête démontre que 68,2% des sondés savent que les appareils électroniques peuvent être recyclés et 31,8% n'ont jamais entendu parler de ça (Figure 16.a)
- 54,9% des sondés ont connu le recyclage grâce à internet, 18,6% par Tv, Rdio, 16,3% par intermédiaire d'une personne et 10,2% à l'université (Figure 16.b)
- La majorité des sondés (87,2%) sont pour le recyclage, 1,5% sont contre et 11,3% sont resté neutre sur cette question (Figure 16.c)

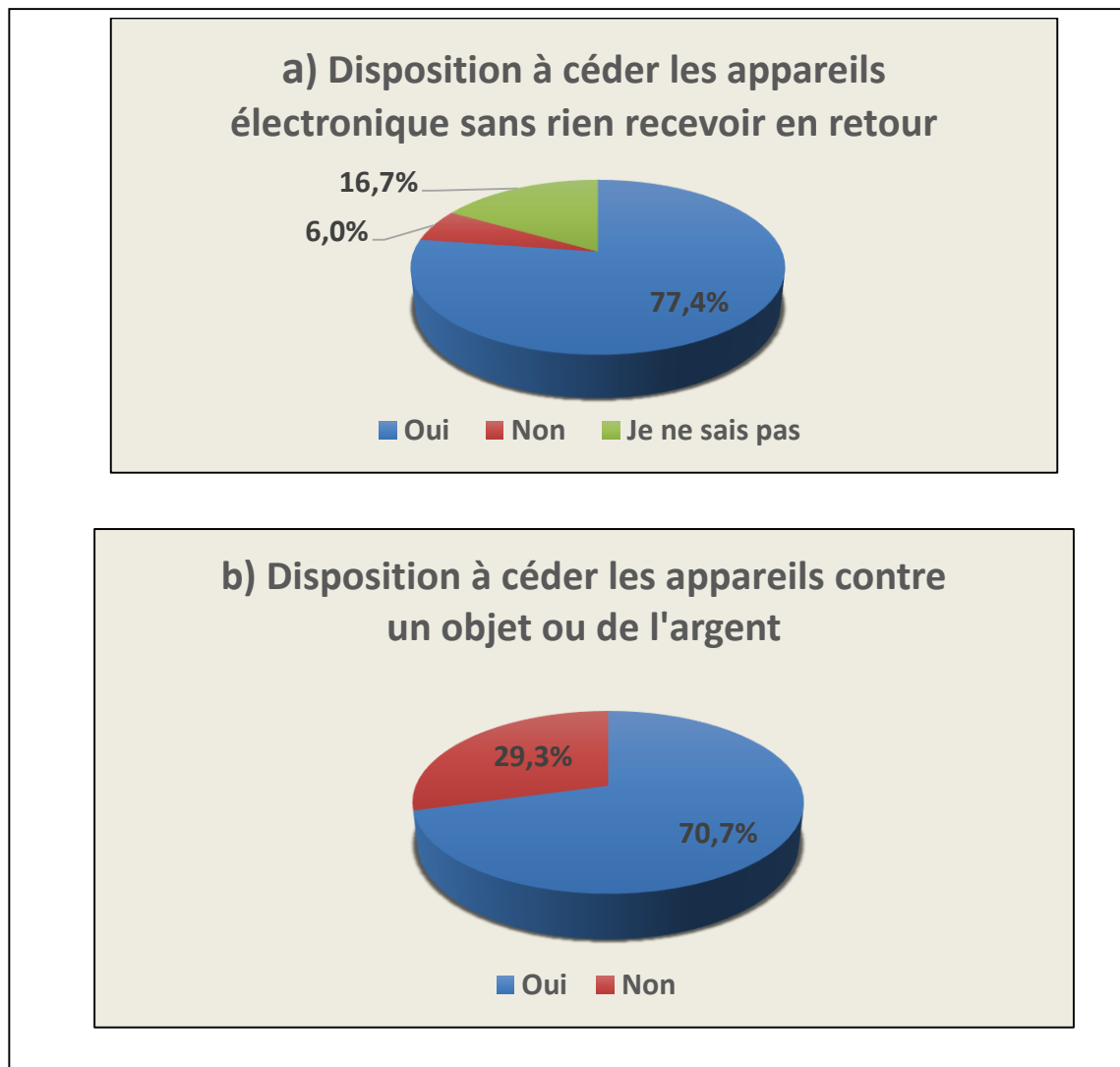


Figure 17 : Disposition à céder un appareil pour des organisations

L'enquête révèle les résultats suivants :

- A) Disposition à céder un appareil sans rien recevoir en retour :** 77,4% des sondés sont disposés à céder leurs appareils irrépares à un collecteur, 6% ne sont pas d'accord et 16,7% ne sont pas sûr de leurs choix (Figure17.a)
- B) Disposition à céder un appareil contre un objet ou de l'argent :** 70,7% des sondés sont disposés à céder leurs appareils à une organisation sans rien recevoir en retour et les 29,3% restant ne sont pas d'accord (Figure 17.b)

Chapitre 4 : Résultats et discussions

1.6 Les déchets électroniques et environnement

Les résultats des questions dédiées aux déchets électroniques et l'environnement sont indiqués dans la figure 18.

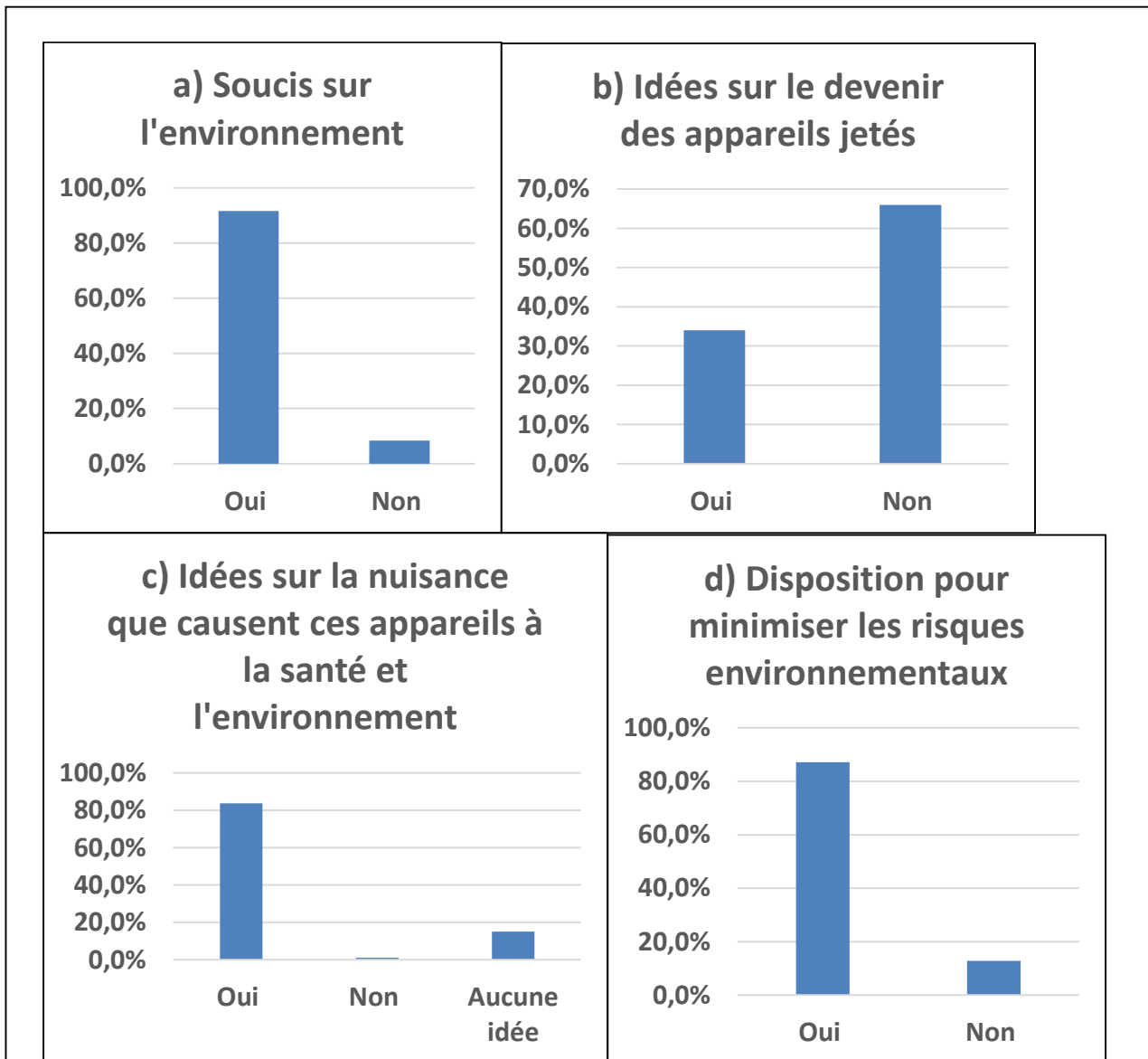


Figure 18 : Déchets électroniques et environnement

L'enquête que nous avons menée nous a permis de constater que :

- 91,6% des sondés sont soucieux de l'environnement contre 8,4% qui ne le sont pas (figure 18.a)
- La grande majorité des sondés (66%) n'a pas d'idée sur le devenir de téléphones irréparables (Figure 18.b)
- 83,7% des personnes sondées pensent que les déchets électroniques peuvent nuire à la santé et à l'environnement, 1,2% pensent que ces déchets n'ont aucun effet négatif et 15,1% n'ont aucune idée sur le sujet (Figure 18.c)
- 87,2% des sondés sont prêts à prendre les dispositions nécessaires pour minimiser les risques sur l'environnement (Figure 18.d)

2 Résultat de l'enquête près des parties prenantes concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques et les réparateurs privés

2.1 Résultat de l'enquête près des administrations et Opérateurs Privés

Concernant les administrations comme les CEMs, Daïras et APCs, ils adoptent tous la même technique qui est le stockage de tous les appareils obsolètes dans une pièce désaffectée. Parfois, avec d'autres objets comme des tables ou chaises usées et de vieilles carcasses.

Les DEEEs trouvés dans les administrations proviennent essentiellement de l'outil informatique tels que : des ordinateurs de bureau, des unités centrales, câbles, des souris, claviers, téléphones fixes.

Du côté des réparateurs privés, on a pu visiter des réparateurs de téléphones ainsi que des réparateurs de matériel informatique.

Les déchets électroniques produits sont soit stockés (même les plus anciens) soit mis en décharge.



Figure 19 : Quelques déchets électroniques stockés chez un réparateur de téléphones portable.



Figure 20 : Quelques déchets électroniques entassés chez un préparateur d'équipement informatique.

2.2 Établissements publics spécialisés dans la gestion des déchets

- **EpiCodem**

Le chef du Département des Ressources Humaines a déclaré que les camions de l'epic ramassent tous les déchets sur leurs passages et tous les bacs à déchets sont mélangés et non triés. Ils sont ensuite acheminés vers le CET de Oued-Fali.

- **Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Oued-Fali**

Durant la visite de cet établissement nous avons pu voir tout type de déchets électroniques mélangé à des ordures ménagères tels que des lampes, des câbles, des piles, des batteries, des télécommandes, des téléphones... (figure 21) Ils sont tous enfouis par la suite et notons que le CET ne dispose pas de station de traitement des lixiviats.

Le Chef de section d'exploitation et machiniste au CET a déclaré que le CET reçoit parfois de grandes quantités de déchets électroniques notamment des entreprises (ex : la SAA) ayant changé tous leurs matériels, ils déposent leurs anciens matériels dans le CET. Dans ce cas ils ne sont pas enfouis mais ils seront vendus en pièces détachées à des réparateurs ou récupérateurs.



Figure 21 : Illustrations de DEEs par photos prises au CET de Tizi-Ouzou

2.3 Parties prenantes concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques.

- **Direction de l'Environnement de Tizi-Ouzou**

Lors des discussions à la Direction de l'Environnement de Tizi-Ouzou, un ingénieur en environnement a déclaré qu'effectivement il n'y a aucun moyen efficace de gestion de déchets électroniques. Néanmoins, plusieurs requêtes ont été adressées au ministère de tutelle relativement à ce sujet notamment pour l'amélioration de la loi 01-19 et débloquer des fonds pour permettre la réalisation de structures spécialisées en gestion et traitement des DEEE. L'ingénieur a également déclaré que la gestion des DEEEs n'était pas une priorité car la wilaya de Tizi-Ouzou rencontre déjà des soucis en matière de gestion des DMA.

Quant au Chef de bureau éducation environnementale, il a déclaré qu'il n'a eu aucune campagne de sensibilisation sous le thème de déchets électronique.

- **Maison de l'Environnement de Tizi-Ouzou**

D'après la coordinatrice de la maison de l'environnement, plusieurs formations sont lancées pour la bonne gestion de tout type de déchets mais la filière des DEEEs n'était pas incluse, aucun programme ni formation n'ont été fait à ce sujet.

- **L'Agence Nationale des Déchets (AND)**

Un recensement des DEEEs a été fait récemment à la wilaya de Tizi-Ouzou, il y'a des difficultés d'accès à toutes les informations concernant la traçabilité de ces déchets.

L'AND va se pencher davantage sur le problème de gestion pour le solutionné des projets sont actuellement en cours, notamment en adoptant une politique d'encouragement à l'échelle locale aux porteurs de projets portant sur la transformation des DEEEs en matières premières.

Discussion des résultats :

Les résultats obtenus à partir du questionnaire nous permettent de constater que presque toutes les personnes interrogées possèdent au moins un appareil électrique ou électronique, la majorité a également déclaré que ces appareils sont indispensables à leurs quotidiens.

Bien que les appareils électroniques soient aujourd'hui utilisés par toutes les personnes de tous âges, les principaux consommateurs restent principalement les jeunes.

Aujourd'hui les appareils électroniques nous facilitent la vie et les tâches quotidiennes, il n'y a pratiquement aucune tâche qui ne nécessite pas d'appareil électrique ou électronique. L'électronique nous aide à travailler à un rythme rapide et efficace tout en étant complètement indépendant. Les appareils électroniques jouent également un rôle majeur dans le divertissement, l'information et la communication.

L'enquête nous révèle que les Smartphones, les téléviseurs et les PCs sont les appareils les plus utilisés et cela reflète l'importance de ces appareils dans le quotidien des gens.

-L'utilisation du Smartphone est un phénomène de société et depuis sa commercialisation, il rencontre un franc succès. C'est un appareil à la fois innovant et performant et qui ne cesse d'évoluer au fil des années, il est indispensable au quotidien pour être à jour en navigant sur les réseaux sociaux, envoyant des SMS, s'informant, écoutant de la musique ou regardant des vidéos. Les téléphones mobiles sont devenus incontournables.

-L'ordinateur portable nous fournit les composants d'un ordinateur de bureau dans une unité portable qu'on peut emporter n'importe où. Il est facile à utiliser et possède toutes les composantes nécessaires à son fonctionnement.

-La télévision est une forme de divertissement très pratique et confortable, en la connectant à internet elle nous offre un choix infini de programmes, de séries, film et documentaire à regarder avec une très haute qualité d'image tout en restant chez soi.

Les résultats obtenus à partir du questionnaire nous permettent de constater que plus de la moitié des consommateurs changent leurs téléphones qui sont encore en état de marche pour diverses raisons. Ils sont constamment à la recherche de plus de performances de nouveauté, ils veulent être à la pointe de la technologie. Certains sont attirés par les offres commerciales donc même le marketing y contribue à ce comportement.

Chapitre 4 : Résultats et discussions

Selon une récente étude de (l'ADEME, 2020) il y aurait beaucoup de personnes qui changent de Smartphones après seulement 30 mois. Comme résultat des tonnes de matières utilisés et au final des tonnes de déchets également.

Les consommateurs se retrouvent souvent avec des appareils électroniques qui traînent à la maison (tous états de marche ou cassé) soit parce qu'il n'y a pas d'offre de prix préférant les garder plutôt que de le céder à bas prix. Les usagers sont très réticents à se débarrasser de leurs déchets électroniques en leur accolant presque toujours une valeur sentimentale ou économique exorbitant.

D'autres consommateurs jettent directement leurs déchets électroniques et leurs piles à la poubelle en ignorant ce que ces produits causent comme dégâts à l'environnement et la santé. Ce comportement est dû au manque d'information sur le sujet et au manque de sensibilisation quant aux dangers qu'ils provoquent. La mise en décharge indique bien l'absence de circuit de traitement de déchets provenant de produits de large consommation actuellement.

L'absence de filières de recyclage et de récupération de déchets électronique incite également les consommateurs soit à stocker leurs appareils obsolètes ou bien les jeter avec les déchets ménagers. Pourtant nos appareils encore fonctionnels mais inutilisés ont une véritable valeur qui va permettre aux autres d'accéder à cette technologie et soutenir les acteurs de l'économie sociale et solidaire

Concernant les piles, aujourd'hui tous les modèles sont recyclables, mais cette pratique est quasiment inexistante en Algérie. En effet, les piles se retrouvent systématiquement dans les déchets ménagers et par la suite les métaux lourds se retrouvent disperser dans la nature se révélant très toxiques pour l'homme, l'animal ou l'environnement.

En Algérie, il n'y a pas de loi spécifique relative au traitement des déchets électroniques. L'Etat n'a pas encore accordé une grande importance à ce domaine. La loi 19-01 du 12 décembre 2001 relative au contrôle et à la gestion des déchets, notamment l'article 3 qui reste vague à ce sujet. Il ne cible pas les déchets d'équipements électriques électroniques. Ils sont considérés comme des déchets inertes ou spéciaux.

Toutefois, bien qu'il n'existe pas de loi spécifique aux DEEE, leur traitement est réduit principalement aux secteurs informels qui ont recours à des pratiques inadéquates pour extraire les métaux précieux notamment le cuivre, mais ces méthodes s'avèrent être dangereuses pour les travailleurs ainsi que l'environnement (EEA, 2003; UNEP, 2009)

Le recyclage et le traitement d'appareils électroniques rencontre beaucoup de difficultés et cela est dû aux nombreux métaux, matières premières non-renouvelables, devant être séparés lors de cette phase et à la complexité et au coût élevé des technologies de traitement existantes mondialement (AND, 2020) Ces métaux lourds peuvent avoir divers effets néfastes sur la santé des populations et contaminer les sols et les produits agricoles dans les zones de

Chapitre 4 : Résultats et discussions

dépôt des DEEE (Zhao et al., 2008; Wang et al., 2009). Il est établi par exemple que l'anémie est une importante expression de la toxicité du cadmium qui augmente la destruction des globules rouges et diminue leurs synthèses (Diaby et al., 2016).

Malgré les faibles connaissances des consommateurs sur le recyclage des déchets électroniques et sur leurs devenir, leurs attentions semble s'attirer sur le sujet. La grande majorité des personnes interrogées se soucient de l'environnement et montrent une prédisposition à céder leurs appareils non usagés que ce soit contre de l'argent ou non. Si un schéma de traitement était mis en place les citoyens feraient en sorte que les conditions soient respectées et ils veilleront également à ne pas jeter cette catégorie de déchet anarchiquement avec les déchets ménagers afin de minimiser les risques sur l'environnement. La reprise des DEEE par les distributeurs peut garantir l'organisation de la filière et la mise en place d'une plateforme de collecte et de gestion des DEEE, la mise en œuvre du plan d'organisation de la filière de gestion des DEEEs doit être accompagnée d'une bonne sensibilisation sur les DEEE mais aussi par un encadrement juridique et institutionnel. (D. DIENG et al. 2017)

Notre enquête auprès des réparateurs privés nous a permis de constater que leurs méthodes de gestion ne diffèrent pas tellement de celle des autres citoyens bien que la quantité de déchets électroniques générés chez les réparateurs est nettement supérieure à celle des autres citoyens. Ce mode de gestion confirme que le consommateur n'est pas conscient de la dangerosité de ces déchets pour l'environnement et la santé, vu l'absence de réglementation et de textes juridiques contraignants et le faible niveau d'éducation environnementale de la population.

La quantité de DEEE produite en Algérie est en constante augmentation, elle a doublé ces 8 dernières années en passant de 18000 T/an en 2014 (Kehila, 2014) à environ 36 140 T/an en 2021 (AND, 2021).

Le service de ramassage EpicCodem ne trie pas les déchets avant de les ramasser même dans le cas où les ordures sont triées en fractions dans des bacs de couleurs, lors du passage des camions ils prennent tous les bacs et mélangent tout le déchet préalablement trié. Cela est problématique car même si les citoyens faisaient l'effort de trier leurs déchets cela ne servirait à rien vu qu'ils finiront tous mélangés à la fin.

Notre passage au CET de Oued-Fali, nous a permis de confirmer la présence DEEEs qui sont mélangés aux DMA, même après leurs passages par le centre de tri de l'établissement ces déchets ne seront pas triés car cela ne serait pas rentable en raison de l'absence des circuits de traitement adaptés autrement dit ils n'y a pas de récupérateurs prêts à les acheter. L'enfouissement de ces déchets est donc la pratique la plus courante. Ce n'est pas une solution car les centaines de substances toxiques qui constituent ces déchets finissent par

Chapitre 4 : Résultats et discussions

polluer l'atmosphère et infiltrent les nappes phréatiques (Gnane Napo ,2017). La pollution finit donc dans notre assiette en remontant la chaîne alimentaire...

Concernant notre passage chez divers établissements, nous avons pu constater que la situation est critique en ce qui concerne la gestion des déchets d'équipement électriques et électroniques dans la wilaya de Tizi-Ouzou et cela est dû à diverses raisons

- ✓ Le coût très élevé que nécessitent les installations de traitement de ces déchets.
- ✓ La difficulté de gestion même pour les autres types de déchets
- ✓ Manque d'informations sur le sujet
- ✓ La législation Algérienne ne mentionne pas les DEEE
- ✓ Les déchets électroniques malgré leurs croissances continues, ils ne représentent qu'une petite fraction comparée aux autres déchets notamment les DMA

Toutefois, l'AND, ainsi que la direction de l'environnement prennent le problème au sérieux en l'étudiant de près afin de mettre en place les solutions adéquates.

L'élimination des déchets électroniques doit être confiée à des personnes qualifiées ; c'est une opération longue et coûteuse (Hamouda et al., 2017). Les financements prévus pour la gestion des déchets électriques et électroniques dans les budgets nationaux actuels sont très limités. (Direction de l'environnement T.O)

Il n'existe pas de modèle unique pour la gestion écologiquement rationnelle des déchets d'équipements électriques et électroniques mais il y a un certain nombre de normes minimales qui peuvent orienter les pays qui ne disposent pas de système de gestion des déchets. Il est toutefois essentiel que tous les acteurs de la chaîne (gouvernements, producteurs, vendeurs, consommateurs et gestionnaires) jouent un rôle actif dans la mise en œuvre de ces programmes (UIT-D Commission d'Études 2, 2014-2017)

Conclusion et Recommandations

Conclusion et Recommandations

Avec les progrès et le développement de la technologie dans le monde, la quantité de déchets électriques et électroniques augmente chaque année à une vitesse presque exponentielle.

L'Algérie étant un pays en voie de développement est donc un générateur de ce type de déchets à des quantités de plus en plus élevées. La problématique de la gestion des DEEEs Algérie, à Tizi-Ouzou en particulier, nécessite qu'on y porte un grand intérêt.

Notre étude a pour objectif d'analyser la gestion des DEEEs à l'aide d'un questionnaire d'une part et de prendre contact avec les parties concernées par la gestion de déchets d'autre part.

L'enquête que nous avons menée auprès des citoyens de Tizi-Ouzou nous a permis d'avoir une idée sur les connaissances de ces derniers quant à certaines notions liées au domaine de gestion de déchets électriques et électroniques et leurs impacts environnementaux que nous jugeons limitées,

Pour finir, il est ressorti de cette analyse qu'à ce jour, les pratiques liées à la gestion des déchets électriques et électroniques dans la ville de Tizi-Ouzou sont écologiquement inappropriées. Ce qui constitue une grave menace pour l'environnement et la santé publique au regard de la toxicité de certaines composantes de ces déchets.

Sur la base des résultats de ce travail, il est recommandé de :

- Organiser des campagnes d'information pour informer le public sur les risques relatifs que posent les déchets électriques et électroniques pour la santé et l'écosystème.
- Insérer efficacement les DEEEs dans les législations nationales en les incluant dans des lois notamment la loi 01-19.
- L'élaboration de textes spécifiques à la gestion des déchets électroniques
- Sensibiliser et d'informer les citoyens sur les risques sanitaires et environnementaux liés à la mauvaise gestion des DEEEs (Télévisions, Radios, Affichages, Internet...)
- Réaliser un contrôle plus effectif du flux de DEEEs à travers les frontières et développer des mécanismes de leur traçabilité.
- Installation de déchetterie afin de déposer les appareils électroniques obsolètes.
- Application de la filière responsabilité élargie des producteurs REP ou les producteurs de DEEEs sont tenus collecter et traiter l'ensemble des déchets issus des équipements professionnels mis sur le marché.
- Instaurer une taxe écologique sur le matériel électrique et électronique.

Les résultats de ce modeste travail constituent les bases d'un travail à poursuivre et à améliorer, comme perspective, nous proposons de poursuivre l'étude en prenant des exemples de recyclages, de stockage et d'effets sur la santé et l'environnement en mettant en évidence le déversement de métaux lourds et de substances toxiques dans la nature.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ADEME (2010).** Vers une gestion durable des déchets électroniques en Afrique ,44 p.
- **ADEME, FANGEA, E., Développement Durable, D., DEPROUW, A., OVER, M., HOUVENC, S., PENSEC, A., 2018.** Rapport Annuel du registre des déchets d'équipements électriques et électroniques. 132 pages.
- **Agence nationale des déchets (2019).** BULLETIN DE VEILLE TECHNOLOGIQUE N°03.
- **Agence nationale des déchets (2020).** Rapport sur l'état de la gestion des déchets en Algérie.
- **Alica nabila** Revue Impact Du Processus De Généralisation De L'emploi Des Tic Sur Le Management
- **Baldé, CP, Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann,P. The Global E-waste Monitor – 2017,** Université des Nations Unies (UNU), Union internationale des télécommunications (UIT) et Association internationale des déchets solides (ISWA), Bonn/Genève/Vienne.
- **Bruno Villalba, 2003.** Mille et un mots et abréviation de l'environnement et du développement durable
- **Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination**
- **D. DIENG et al. 2017** Int. J. Biol. Chem. Sci. 11(5): 2393-2407, 2017
- **Davis, J.-M. &Garb, Y. 2016** «Cycles des déchets et valorisation: le système israélo-palestinien de traitement des déchets électroniques», Techniques&Culture no65-66 «Réparer le monde. Reste, excès, innovation»
- **DENOISEUX, Delphine. 2009** L'exportation de déchets dangereux de l'Union européenne vers l'Afrique Le cas du Probo Koala
- **Directive 2002/96 / C**
- **EcoInfo (2012),** *Impacts écologiques des TIC : Les faces cachées de l'immatérialité*, Les Ulis: EDP Sciences.
- **Forti V., Baldé C.P., Kuehr R., Bel G. The Global E-waste Monitor 2020:** Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam.

Références bibliographiques

- **IBRAHIMA RABO MAINASSARA Rachid (2017).** Etude sur la gestion des déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) à Ouagadougou, Burkina Faso
- **HAMOUDA K. (2018)** Développement d'un système d'information et d'aide à la décision pour l'élaboration d'un programme de recyclage d'équipements électroniques en Algérie. Cas des micro-ordinateurs. P 142
- **Hamouda K., Adjroudi R.. 2014.** "Gestion des déchets électroniques dans le monde et en Algérie".in Proceedings of the 2014 ICIEM (The Third International Conference on Industrial Engineering and Manufacturing), Batna (Algeria), May 2014.
- **Hugo le picard, 2018** "Gestion des déchets de production d'électricité en afrique : l'incinération au service de la ville durable ? "
- **La loi N° 01-19 du 12 décembre 2001** , Journal Officiel Algérie.
- **MOMO TECHOUNG Stephen Leonel, (2015).** Déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E) au Cameroun : proposition d'un système de gestion efficient dans la ville de Yaoundé, 35-55p.
- **Mor Mbodji (2021).** Etude des impacts environnementaux et sanitaires des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) au Sénégal : cas de la ville de Dakar. Chimie analytique. Université de Lyon; Université Cheikh Anta Diop (Dakar).
- **Office Fédéral de l'Environnement (2010).** Fiche sur les appareils électriques et électroniques
- **Organisation mondiale de la Santé 2021** : Initiative de l'OMS sur les déchets d'équipements électriques et électroniques et la santé des enfants
- **Oyuna Tsydenova (2011)** Chemical hazards associated with treatment of waste electrical and electronic equipment
- **Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement (PROE) (2011).** Déchets électroniques dans le Pacifique : stratégie régionale et plan d'action. Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement, Apia, Samoa.
- www.futura-sciences.com
- www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/les-dechets-electroniques-un-danger-encore-trop-souvent-ignore
- <https://eco-attitudes-energies.com/dechets-electroniques-comment-les-traiter>
- <https://fr.zhujiworld.com/dz/1377448-wilaya-de-tizi-ouzou>

Lien du Questionnaire

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfUsIEhi-AVqtggLR3miHtCsZM5GEoM352J1hRwZhm9zs4kXw/viewform?usp=pp_url

Annexes

Annexe 01 :

DIRECTIVE 2002/96/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

La présente directive a pour objectif prioritaire la prévention en ce qui concerne les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et, en outre, leur réutilisation, leur recyclage et les autres formes de valorisation de ces déchets, de manière à réduire la quantité de déchets à éliminer. Elle vise aussi à améliorer les performances environnementales de tous les opérateurs concernés au cours du cycle de vie des équipements électriques et électroniques, tels que les producteurs, les distributeurs et les consommateurs, et en particulier les opérateurs qui sont directement concernés par le traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques.

Annexe 02 :

Au Ghana, la décharge d'Agbogbloshie, située dans la banlieue d'Accra, connue pour être une destination légale et illégale pour les déchets d'équipements électriques, la plus grande décharge de déchets électroniques d'Afrique. C'est un dépotoir géant, où sont déversés ordinateurs, télévisions ou autre matériel informatique en provenance des pays développés, est souvent présenté comme « la poubelle électronique de l'Europe ».

Annexe 03 : Effets de quelques composants toxiques sur la santé et l'environnement

Substances	Présence actuelle dans les DEEE	Effets sur la santé publique	Effets sur l'environnement
Retardateurs de flammes bromés	- cartes à circuit imprimé - câbles - boîtiers plastiques - téléphones portables	Bien que moins étudiés que les dérivés chlorés polycycliques, leur toxicité en est vraisemblablement proche. Ils sont ainsi soupçonnés d'avoir des propriétés de perturbations endocriniennes, neurotoxiques et toxiques pour la reproduction.	- une pollution atmosphérique due aux gaz tels le cadmium, le plomb, mercure etc ; - pollution de l'eau et du sol ; - réduction à la longue de la biodiversité ; - pollution esthétique due à l'encombrement des D3E sur les décharges et au bord des voies ; - diminution de la couche d'ozone, contribuant ainsi activement à l'augmentation de l'effet de serre due aux composés organo-halogènes chlorofluorocarbures, halons (CFC)
Cadmium et ses composés	- batteries rechargeables des ordinateurs - tubes cathodiques - composants des cartes à circuit imprimé	La toxicité dépend notamment de la solubilité des composés. Certains sont classés toxiques (inhalation et ingestion), cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (fertilité et développement). Après inhalation, des effets toxiques peuvent s'observer sur les reins et les os (déminéralisation) ainsi que des cancers bronchiques et prostatiques.	
Plomb et ses composés inorganiques	- composants du verre des tubes cathodiques des moniteurs - cônes des tubes cathodiques - soudures et verres fluorescents	Les composés du plomb sont nocifs par inhalation et par ingestion, s'accumulant dans l'organisme et toxiques pour la reproduction (fertilité et développement). Ces composés exercent leurs effets sur le sang, le système nerveux et les reins. Des effets cancérogènes sont également suspectés.	
Nickel et ses composés		Certains composés du nickel sont classés comme allergisants pour la peau et cancérogènes par inhalation. Les effets dépendent en partie de leur solubilité. Ils entraînent des allergies de la peau, des rhinites et des asthmes. Des cancers des sinus et de bronches sont également décrits dans certaines utilisations.	
Mercures et ses composés inorganiques	- accumulateurs - dispositifs lumineux des écrans plats - lampes fluorescentes	Le mercure est classé comme toxique par inhalation, il s'accumule dans l'organisme. Les effets liés à une exposition répétée portent essentiellement sur le système nerveux.	
Béryllium et ses composés	- cartes mères - moniteurs - commutateurs - connecteurs de cartes à circuit imprimé	Ils sont classés très toxiques par inhalation et toxiques par ingestion, irritants pour la peau, les yeux et les voies respiratoires et allergisants cutanés. Enfin ils sont classés cancérogènes par inhalation. Même à très faibles concentrations ils peuvent provoquer des atteintes graves des bronches et des poumons d'origine allergique et/ou irritative (béryllose). Risque d'hypokaliémie.	

Annexe 04 : Symbole de la poubelle barré sur les DEEEs



Mémoire master 02

Bonjour,

Je suis étudiante en master 02 écologie spécialité protection des écosystèmes à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.

J'effectue mon mémoire de fin d'études sur les déchets électroniques et leurs impacts sur l'environnement, vous trouverez ci-dessous et sur les pages suivantes un questionnaire auquel vous êtes invités à répondre, le temps estimé pour y répondre ne devrait pas dépasser les 4 minutes.

Je tiens à préciser qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses. Ce questionnaire a pour but seul de mieux comprendre l'utilisation d'appareils électroniques et leur gestion en fin de vie.

Les réponses fournies seront traitées de façon confidentielle et anonyme et seront utilisées dans le cadre d'une recherche universitaire. Votre collaboration est très importante pour la réussite de mon projet de mémoire et la finalisation de mon master.

*Obligatoire

Section 01 : Caractéristiques sociodémographiques.

1. Êtes-vous un Homme ou une Femme ? *

Une seule réponse possible.

☐ Femme

☐ homme

2. A quelle tranche d'âge appartenez-vous?

Une seule réponse possible.

☐ Entre 18ans et 24ans

☐ Entre 25ans et 35ans

☐ Entre 35ans et 50ans

3. Quelle est votre catégorie socioprofessionnelle?

Une seule réponse possible.

- ☐ Employé
- ☐ Etudiant.
- ☐ Retraité
- ☐ Sans emploi

4. Ou habitez-vous ?

Section 02 : Utilisation d'appareils électroniques

5. Les appareils électroniques sont ils indispensable à votre quotidiens ?

Une seule réponse possible.

- ☐ oui
- ☐ non

6. Possédez-vous un ou plusieurs appareils électroniques? *

Une seule réponse possible.

- ☐ non je ne possède aucun appareil
- ☐ oui

7. si oui , lesquels ? *

8. si oui , lesquels ? *

9. Citez les appareils que vous possédez en double ou plus

10. Quel appareil électronique utilisez vous quotidiennement ?

11. A quel rythme changez-vous de téléphone portable ?

12. Avez-vous déjà changé un appareil électronique alors qu'il fonctionne? *

Une seule réponse possible.

☐ oui

☐ non

13. Si oui lequel ?

14. et pourquoi ?

15. Quand vous achetez un nouvel appareil électronique que faites-vous de l'ancien ? *

16. Dans le cas où vous avez gardé des appareils électroniques cassés/endommagés quelle en est la raison ?

17. Que faites vous de vos piles vides ?

18. Combien d'appareils non utilisés vous disposez chez vous ? *

19. Avez vous déjà entendu parler du recyclage des déchets électroniques ?

Une seule réponse possible.

☐ oui

☐ non

20. si oui , où avez vous entendu parler ?

21. Si vous avez des appareils électroniques irréparables stockés a la maison, seriez-vous prêts à les céder à un collecteur ou une tiers personne contre une somme d'argent ou un autre objet ?

22. S'il y a une organisation qui collecte les appareils électroniques usagés et leurs accessoires, seriez-vous d'accord pour y déposer les vôtre ?

23. Êtes vous pour ou contre le recyclage des déchets électronique ?

Section 04 : Les déchets électroniques et l'environnement

24. Êtes vous soucieux de l'environnement ?

Une seule réponse possible.

☐ oui

☐ non

25. Savez vous quel est le devenir appareils inutilisables jeté à la poubelle ? *

Une seule réponse possible.

☐ oui

☐ Non

26. Selon vous, ces produits peuvent-ils nuire à la santé de l'homme et à l'environnement ?

27. Êtes vous prêt à prendre des dispositions pour à minimiser les risque que peuvent apporter ces déchets à la santé et l'environnement ?

Résumé

Les équipements électriques et électroniques rendent notre vie quotidienne pratique et heureuse. Cependant, les améliorations technologiques continues et la consommation croissante de produits de durée de vie programmée, entraînent une génération rapide de produits électroniques obsolètes qui finissent comme déchets. Un grand volume de déchets électroniques est généré chaque année. En raison de leur teneur en matières toxiques et dangereuses, les DEEE peuvent causer des problèmes à l'environnement et à la santé humaine.

Pour comprendre cette problématique des DEEE et de vulgariser ses répercussions sur l'environnement et sur la santé humaine, nous avons procédé à une enquête par questionnaire auprès de quelques citoyens de la wilaya de Tizi-Ouzou, nous nous sommes également rendu près des parties prenantes concernées par la gestion des déchets électriques et électroniques pour savoirs comment ils gèrent la situation, ce travail a pour but de d'évaluer l'état de la gestion des deee dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Les résultats obtenus indiquent :

L'inexistence d'un schéma de gestion des déchets électroniques

L'absences d'information des consommateurs sur le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE).

Le stockage comme la mise en décharge sont les principaux moyens de gestion des deee.

Enfin, nous avons proposé des perspectives et recommandations pour une meilleure prise en charge et une gestion efficace des déchets électroniques en Algérie.

Mots clés : Déchets électroniques, impacts environnemental, recyclage, matériaux dangereux, gestion des DEEE, santé.

Abstract

Electrical and electronic equipment makes our daily lives convenient and happy. However, continuous technological improvements and the increasing consumption of products with a programmed life span, lead to a rapid generation of obsolete electronic products that end up as waste. A large volume of electronic waste is generated every year. Due to its content of toxic and hazardous materials, WEEE can cause problems to the environment and human health.

To understand this problem of WEEE and to popularize its repercussions on the environment and human health, we conducted a survey by questionnaire with some citizens of the wilaya of Tizi-Ouzou, we also went near the stakeholders involved in the management of electrical and electronic waste to know how they manage the situation, this work aims to assess the state of the management of WEEE in the wilaya of Tizi-Ouzou.

The results obtained indicate :

The non-existence of an electronic waste management scheme

The absence of consumer information on the recycling of waste electrical and electronic equipment (WEEE). Storage and landfill are the main ways of managing WEEE.

Finally, we proposed recommendations for a better management of e-waste in collaboration with local authorities.

Key words: E-waste, environmental impacts, recycling, hazardous materials, WEEE management, health.