



**République Algérienne Démocratique et
Populaire**



**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**

**Université Abou Bekr Belkaid –
Tlemcen Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique et Electronique**

Filière : Génie Industriel

**Projet de Fin d'Etudes Master : Génie
Industriel**

Intitulé :



**Etude de la faisabilité de création d'une entreprise
de traitement d'un déchet : lampes usées**

Réalisé par :

Boulmerka Ismail & Kati Nour Elhouda

Jury :

Président	Meghelli-Gaouar Nihed	MCB	Université de Tlemcen
Examineur	Meroufel Bahia	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	Zenasni Mohamed Amine	MCA	Université de Tlemcen

2019 /2020

Remerciement

En premier, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir appris ce que nous ne savions pas, de nous avoir donné la santé et tout ce dont nous avons besoin pour réaliser le projet de fin d'études.

Deuxièmement, nous voudrions tout d'abord adresser toute nos gratitudee à l'encadreur de ce mémoire, *Mr. BENAÏSSA Houcine* (رحمه الله), professeur de chimie (Génie des procédés) à l'université de Tlemcen pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions.

Ensuite nous tenons à remercier *Mr. ZENASNI Mohamed Amine*, Maitre de conférences A (chimie, Génie des procédés) à la Faculté de Technologie, Université de Tlemcen en tant que deuxième encadreur de ce mémoire après le décès du Pr. Benaïssa Houcine pour l'acceptation de nous diriger et de nous guider dans notre travail ainsi de nous aider à trouver des solutions pour avancer.

Nous adressons toutes nos gratitudee à l'enseignante *Mr. MEGHELLI-GAOUAR Nihed*, professeur à la faculté de Technologie Université de Tlemcen pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier *Mme MEROUFEL Bahia* Maitre de conférences A à la faculté de Technologie Université de Tlemcen, pour le temps qu'elle a consacré pour évaluer ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement au bon déroulement de ce projet de fin d'études et au développement de cet humble travail.

Enfin, nous remercions tous les membres du corps professoral de notre institution Université Abu Bakr Belkaid et en particulier la Faculté de technologie pour le travail formidable qu'elle accomplit pour créer les meilleures conditions pour la conduite de nos études.

DÉDICACE

Nous dédions ce modeste mémoire à :

Nos chers parents : *Que nulle dédicace ne puisse exprimer ce que nous leurs devons, pour tous leurs sacrifices, leur bienveillance, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de nos études. Que ce travail soit témoignage de notre profond amour et notre grande reconnaissance « Que Dieu vous garde ».*

Nos chères sœurs et nos chers frères : *pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, Nous leur dédie ce modeste travail en témoignage de notre grand amour et notre gratitude infinie.*

Toutes nos Familles : *à tous les familles BOULMERKA, KATI pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible.*

Tous nos amis : *Pour leur aide et leur soutien moral durant l'élaboration du travail de fin d'études.*

إهداء

إلى أستاذنا الكريم بن عيسى حسين رحمه الله
نحن نشكرك أستاذنا على كل المجهودات التي قدمتها لنا في مشوارنا الدراسي
فكنت نعمة الأستاذ بمعنى الكلمة والأب الثاني لنا كما كنت دائما تقول
أستاذي ستبقى ذكراك راسخة في أذهاننا ولا ننساك أبدا
فبفضل الله سبحانه وتعالى ثم بفضلك قمنا بإنشاء هذا المشروع وإنهاءه فشكرا لك
أستاذنا على وقوفك بجانبنا ومساندتنا في هذا الطريق الطويل فأنت قدوتنا ومثالنا
الأعلى في الإخلاص في العمل وحب العلم
فنتمنى أن يتغمدك الله برحمته الواسعة وأن يسكنك فسيح جناته وأن يجعل قبرك
روضة من رياض الجنة



Résumé

Notre projet est de créer une entreprise nationale de recyclage des lampes usagées en Algérie. Pour mener à bien ce projet, nous nous sommes appuyés sur plusieurs études, dont : l'étude stratégique, l'étude technique et l'étude financière.

L'objectif de la création de cette société est de protéger la santé humaine et l'environnement des dangers des lampes car il existe des types de lampes contenant des substances dangereuses telles que le mercure, qui peuvent entraîner la mort d'une personne si elle inhale ces composés chimiques, ainsi que d'exploiter ces déchets et de contribuer à l'économie de l'Algérie.

Les mots clés :

Entreprise nationale, lampes usées, recyclage des lampes

Abstract

Our project is to create a national company of recycling of used lamps in Algeria. To carry out this project, we relied on several studies, including: strategic study, technical study and financial study.

The objective of the creation of this company is to protect human health and the environment from the dangers of lamps because there are types of lamps containing dangerous substances such as mercury, which can lead to the death of a person if he inhales these chemical compounds, as well as to exploit these wastes and contribute to the economy of Algeria.

Keywords:

National company, used lamps, lamp recycling

الملخص

مشروعنا هو انشاء شركة وطنية لإعادة تدوير المصابيح المستعملة في الجزائر وللقيام بهذا المشروع اعتمدنا على عدة دراسات منها: الدراسة الاستراتيجية، الدراسة التقنية ودراسة المالية. والهدف من انشاء هذه الشركة هو حماية صحة الانسان والبيئة من أخطار المصابيح لأن هناك انواع من المصابيح تحتوي على مواد خطرة كالزئبق، قد تؤدي الى موت شخص في حال استنشاقه لهذه المركبات الكيميائية، وكذلك أيضا لاستغلال هذه النفايات والمساهمة في اقتصاد الجزائر.

الكلمات المفتاحية:

الشركة الوطنية، مصابيح المستعملة، إعادة تدوير المصابيح

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 01 : Généralité sur les déchets	4
1.1.Introduction	5
1.2.Définition d'un déchet	6
1.3.Définition d'un déchet ménager et assimilé	6
1.4.Classification des déchets	7
1.4.1. Distinction en fonction de la nature	7
1.4.1.1.Rejets liquides	7
1.4.1.2.Émissions gazeuses	8
1.4.1.3.Déchets solides	8
1.4.2. Distinction en fonction de l'impact sur l'environnement.....	9
1.4.2.1.Déchets inertes	9
1.4.2.2.Déchets organiques.....	9
1.4.2.3.Déchets dangereux	10
1.4.3. Distinction selon l'origine des déchets	10
1.5.Sources des déchets	10
1.5.1. Déchets agricoles	10
1.5.2. Déchets solides ménagers	11
1.5.3. Déchets industriels	12
1.5.4. Impact des déchets	12
1.5.4.1.Impact de déchets sur l'environnement	12
1.5.4.2.Impact de déchets sur l'homme	14
1.6.Gestion des déchets	15
1.7.Conclusion	16
Références bibliographiques.....	17
2. Chapitre 02 : Etude de quelques lampes	18
2.1.Introduction	19
2.2.Définition	19
2.3.Type des lampes d'éclairage	19
2.3.1. Lampe à incandescence.....	19
2.3.1.1.Lampe à incandescence classique	19
2.3.1.1.1. Définition	19

2.3.1.1.2.	Fonctionnement	20
2.3.1.1.3.	Constituants de lampe à incandescence classique	20
2.3.1.1.4.	Formes et code des diverses formes de lampe	21
2.3.1.1.5.	Utilisation courantes	22
2.3.1.1.6.	Avantages et inconvénients de lampe à incandescence classique	22
2.3.1.2.	Lampe incandescence à halogène.....	22
2.3.1.2.1.	Définition	22
2.3.1.2.2.	Fonctionnement	22
2.3.1.2.3.	Constituants de lampe halogène	22
2.3.1.2.4.	Formes et code des diverses formes de lampe	23
2.3.1.2.5.	Utilisation courantes	24
2.3.1.2.6.	Avantages et inconvénients de lampe halogène	24
2.3.2.	Lampe LED	24
2.3.2.1.	Définition.....	24
2.3.2.2.	Fonctionnement	25
2.3.2.3.	Constituants de lampe LED	25
2.3.2.4.	Utilisation courantes	26
2.3.2.5.	Avantages et inconvénients de lampe LED	26
2.3.3.	Lampe à décharge	26
2.3.3.1.	Définition.....	26
2.3.3.2.	Lampes à décharge basse pression	26
2.3.3.2.1.	Lampe tube fluorescente	26
2.3.3.2.1.1.	Définition	26
2.3.3.2.1.2.	Fonctionnement	26
2.3.3.2.1.3.	Constituants de lampes tube fluorescente	27
2.3.3.2.1.4.	Utilisations courantes	27
2.3.3.2.1.5.	Avantages et inconvénients de lampes tube fluorescente	28
2.3.3.2.2.	Lampe de fluocompacte	28
2.3.3.2.2.1.	Définition	28
2.3.3.2.2.2.	Fonctionnement	28
2.3.3.2.2.3.	Constituants de lampes fluocompacte	28
2.3.3.2.2.4.	Utilisations	29

2.3.3.2.2.5. Avantages et inconvénients de lampes fluocompacte	29
2.3.3.2.3. Lampe à induction	29
2.3.3.2.3.1. Définition	29
2.3.3.2.3.2. Fonctionnement	30
2.3.3.2.3.3. Constituants de lampes à induction	30
2.3.3.2.3.4. Utilisations courantes	31
2.3.3.2.3.5. Avantages et inconvénients de lampes à induction	32
2.3.3.2.4. Lampe à vapeur de sodium basse pression	32
2.3.3.2.4.1. Définition	32
2.3.3.2.4.2. Fonctionnement	33
2.3.3.2.4.3. Constituants de lampes à vapeur de sodium basse pression	33
2.3.3.2.4.4. Utilisations courantes	33
2.3.3.2.4.5. Avantages et inconvénients de lampes à vapeur basse pression	33
2.3.3.3. Lampes à décharge haute pression	34
2.3.3.3.1. Lampes à l'halogénure métallique	34
2.3.3.3.1.1. Définition	34
2.3.3.3.1.2. Fonctionnement	35
2.3.3.3.1.3. Constituants de lampes à l'halogénure métallique	35
2.3.3.3.1.4. Formes et code des diverses formes de lampes	36
2.3.3.3.1.5. Utilisations courantes	36
2.3.3.3.1.6. Avantages et inconvénients	36
2.3.3.3.2. Lampes à vapeur de sodium haute pression	36
2.3.3.3.2.1. Définition	36
2.3.3.3.2.2. Fonctionnement	37
2.3.3.3.2.3. Constituants de lampes à vapeur de sodium haute pression	38
2.3.3.3.2.4. Formes et code des diverses formes de lampes	38
2.3.3.3.2.5. Utilisations courantes	39
2.3.3.3.2.6. Avantages et inconvénients	39
2.3.3.3.3. Lampes à vapeur de mercure	39
2.3.3.3.3.1. Définition	39
2.3.3.3.3.2. Fonctionnement	40
2.3.3.3.3.3. Constituants de lampes à vapeur de mercure	40
2.3.3.3.3.4. Utilisations courantes	40
2.3.3.3.3.5. Avantages et inconvénients de lampes à vapeur de mercure	40

2.4.Impact des lampes usées sur l’homme et l’environnement	41
2.4.1. Sur l'homme	41
2.4.2. Sur l'environnement	41
2.5.Traitement des lampes usagées	41
2.6.Conclusion	42
Références bibliographiques.....	43
3. Chapitre 03 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde	45
3.1.Introduction	46
3.2.Traitement et recyclage des lampes usagées internationales.....	46
3.2.1. Traitement et recyclage en Afrique	46
3.2.1.1.Traitement et recyclage au Maroc	46
3.2.1.1.1. Définition	46
3.2.1.1.2. Recyclage des lampes	47
3.2.1.2.Traitement et recyclage en Afrique du Sud	47
3.2.1.2.1. Définition	47
3.2.1.2.2. Recyclage des lampes	48
3.2.1.2.3. Installation de recyclage de poudre luminophore LPX.....	49
3.2.2. Traitement et recyclage en Europe	49
3.2.2.1.Traitement et recyclage en France	49
3.2.2.1.1. Définition	49
3.2.2.1.2. Recyclage des lampes	49
3.2.3. Traitement et recyclage des lampes au nord-américain	53
3.2.3.1.Traitement et recyclage au Canada	53
3.2.3.1.1. Définition	53
3.2.3.1.2. Etapes du recyclage des lampes	53
3.3.Traitement et recyclage des lampes usagées en Algérie	56
3.4.Conclusion	56
Références bibliographiques.....	57
4. Chapitre 04 : Création d’entreprise pour recyclage des lampes en Algérie	59
4.1.Introduction	60
4.2.Définition.....	60
4.3.Sensibilisation.....	60

4.4.Etude stratégie	61
4.4.1. Définition de la méthode AHP	61
4.4.2. Principe de la méthode	61
4.4.3. Application de la méthode	61
4.5.Forme juridique	65
4.6.Etude technique	65
4.6.1. Collecte	65
4.6.2. Tri manuel	65
4.6.3. Equipements utilisés	65
4.6.4. Etapes de recyclage	66
4.6.4.1.Ampoules LED	66
4.6.4.2.Autres types des lampes usagées	67
4.7.Etude financière	69
4.8.Client	69
4.9.Réalisation d'une application de communication	70
4.9.1. Base de données	70
4.9.2. Conception de SysML de notre application	71
4.9.2.1.Définition de SysML	71
4.9.2.2.Diagramme de cas d'utilisation	71
4.9.2.3.Diagramme de séquence	72
4.9.2.4.Diagramme de définition de bloc	73
4.9.3. Diagramme de classe	73
4.9.4. Application	74
4.9.4.1.Explication de l'application	75
4.10. Conclusion	78
Références bibliographiques.....	79
Conclusion générale	80

Liste des figures

Figure 1.1 : Contenu d'une poubelle	6
Figure 1.2 : Rejets liquides	7
Figure 1.3 : Déchets gazeux	8
Figure 1.4 : Déchets solides	8
Figure 1.5 : Déchets inertes	9
Figure 1.6 : Déchets organiques	9
Figure 1.7 : Déchets dangereux	10
Figure 1.8 : Déchets agricoles	11
Figure 1.9 : Déchets industriels	12
Figure 1.10 : Pollution de l'air.....	13
Figure 1.11 : Pollution des eaux continentale	13
Figure 1.12 : Pollution des eaux océaniques	14
Figure 1.13 : Pollution du sol	14
Figure 1.14 : pollution air sur l'homme	15
Figure 1.15 : Gestion des déchets industriels	15
Figure 2.1 : Lampe à incandescence	20
Figure 2.2 : Schéma détermine les constituants de lampe classique	20
Figure 2.3 : les formes de lampe classique.	21
Figure 2.4 : lampe halogène	22
Figure 2.5 : Schéma qui déterminer les constituant de lampe halogène.....	23
Figure 2.6 : les formes de lampe halogène	23
Figure 2.7 : lampe LED.....	25
Figure 2.8 : Schéma qui déterminer les constituant de lampe LED.....	25
Figure 2.9 : lampe tube fluorescent.....	26
Figure 2.10 : schéma détermine le fonctionnement de tube fluorescent.....	27
Figure 2.11 : schéma détermine les constituants de tube fluorescent.....	27
Figure 2.12 : lampe fluocompacte.....	28
Figure 2.13 : schéma détermine les constituants de lampe fluocompacte	29
Figure 2.14 : Lampe à induction	30
Figure 2.15 : Lampe à induction interne	31

Figure 2.16 : Lampe à induction externe ..	31
Figure 2.17 : lampe à vapeur sodium basse pression.....	32
Figure 2.18 : lampe à vapeur sodium basse pression	33
Figure 2.19 : lampe halogénure métallique.	34
Figure 2.20 : les schémas déterminent les constituants de lampe halogénure métallique	35
Figure 2.21 : les formes de lampes halogénure métallique	36
Figure 2.22 : les lampes à vapeur de sodium haute pression	37
Figure 2.23 : les schémas déterminent les constituants de lampe à vapeur de sodium haute pression... ..	38
Figure 2.24 : les forme de lampe SHP	38
Figure 2.25 : lampe à vapeur mercure haute pression	39
Figure 2.26 : schéma détermine les constituants de lampe à vapeur de sodium Haute Pression	40
Figure 2.27 : Symbole de la poubelle barrée	41
Figure 2.28 : Lampes concernées pour le recyclage	42
Figure 3.1 : l'usine LOGIPRO	46
Figure 3.2 : Processus de recyclage	47
Figure 3.3 : le recycleur MP8000	48
Figure 3.4 : Processus de traitement des tubes.....	50
Figure 3.5 : Processus de traitement des lampes	51
Figure 3.6 : l'usine ARTEMISE	52
Figure 3.7 : l'usine LUMIVER	53
Figure 3.8 : l'usine RLF	55
Figure 4.1 : le meilleur site	64
Figure 4.2 : les composants de lampe LED	67
Figure 4.3 : le double séparateur	68
Figure 4.4 : l'unité MPC 4000.....	68
Figure 4.5 : Aimant de levage électrique	68
Figure 4.6 : machine séparateur courant Foucault	69
Figure 4.7 : le MCD de notre application.....	70
Figure 4.8 : le logiciel dia.....	71
Figure 4.9 : diagramme de cas d'utilisation de notre application.....	72
Figure 4.10 : diagramme de séquence de notre application.....	72
Figure 4.11 : diagramme de définition de bloc de notre application.....	73

Figure 4.12 : logiciel drawio.....	73
Figure 4.13 : logiciel looping...	74
Figure 4.14 : diagramme de classe de notre application.....	74
Figure 4.15 : Expliquer l'interface de conception dans app inventor.....	74
Figure 4.16 : Expliquer l'interface de programmation dans App inventor	75
Figure 4.17 : Ouvrez l'application.....	75
Figure 4.18 : cliquez sur le bouton partenariat.....	76
Figure 4.19 : les informations arrivent sur Firebase.....	76
Figure 4.20 : la page Connaître l'entreprise.....	77
Figure 4.21 : la page Facebook l'entreprise.....	77
Figure 4.22 : Cliquez sur le bouton annonce	78

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : code des diverses formes de lampe	21
Tableau 2.2 : code des diverses formes de lampe.....	24
Tableau 2.3 : code des diverses formes de lampes.....	36
Tableau 2.4 : code des diverses formes de lampe SHP.....	39
Tableau 4.1 : la matrice originale.....	62
Tableau 4.2 : Ajustement de la matrice originale... ..	62
Tableau 4.3 : la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des clients	63
Tableau 4.4 : Ajustement de la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des clients	63
Tableau 4.5 : la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des grossistes	63
Tableau 4.6 : Ajustement de la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des grossistes	64
Tableau 4.7 : la matrice finale	64
Tableau 4.8 : les matérielles utilisées et leurs caractéristiques.....	66
Tableau 4.9 : l'évaluation du projet	69

Liste des abréviations

3RV-E	Réduction à la source, Réemploi, Recyclage, Valorisation, Elimination
AHP	Analyse Hiérarchique des Procédés
APOCE	Association de Protection et Orientation du Consommateur et son Environnement
Artémise	Aube Recyclage et Traitement d'Eléments Mercuriels Issus de Source d'Eclairage
BIR	Bureau International de la Récupération et du Recyclage
°C	Degré Celsius
CH₂ Br₂	Di-Bromo Méthyle
CH₃Br	Bromo Méthyle
CO₂	Dioxyde de carbone
DEEE	Déchets Equipement Electrique et Electronique
DH	Dirham Marocain
DIB	Déchets Industriel Banal
DIS	Déchets Industriels Spéciaux
DM	Déchets Municipaux
ENRLB	Entreprise Nationale de Recyclage des Lampes BENAISSA
E-Waste Africa	Electronic Waste Africa (Déchets Electroniques Afrique)
H	Heurs
IRC	Indice de Rendu des Couleurs
JORADP	Journal Officiel De République Algérienne Démocratique Populaire
KHz	Kilohertz
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light-Emitting Diode (Diode électroluminescente)
Logipro	Logistique Process
MCD	Modèle Conceptuel de Données
MH	Metal Halide (halogénure métallique)
MHz	Mégahertz
MLD	Modèle de données logiques
OM	Ordure Ménagères
OSRAM	OSmium und wolFRAM (Osmium et Wolfram)
RLF	Recyclage des Lampes Fluorescent
SAPINO	Sté D'Aménagement Du Parc Industriel De Nouaceur
SARL	Société à responsabilité limitée
SBP	Sodium Basse Pression
SHP	Sodium Haute Pression
SO₂	Dioxyde de Soufre
SysML	System Modeling Language

Introduction générale

Introduction générale

Depuis quelques années nous remarquons, que la qualité de l'air et de la terre se détériore en raison de certains paramètres, dont notamment la pollution et l'accroissement du nombre de déchets. C'est pour cela qu'actuellement, de nombreux pays cherchent des alternatives pour pallier à ce problème. C'est ainsi, qu'apparaît la notion de développement durable, avec par exemple sur le plan énergétique, l'apparition des éoliennes ou de la géothermie. Cependant l'aspect du développement durable que nous avons choisi d'étudier est le recyclage, la valorisation des déchets et leur réutilisation.

Le « recyclage » est la création de nouvelles matières, ou le renouvellement des matières initiales, par le biais du traitement des déchets, (cela comprend le recyclage organique mais pas le recyclage énergétique). Le recyclage des produits en fin de vie passe par l'organisation de filières spécialisées permettant à toutes les entreprises et/ou tous les particuliers de permettre la récupération des déchets. Ci-dessous est représenté un schéma simplifié du processus de recyclage, qui va de la collecte à la fabrication d'un nouveau produit issu des déchets.

Il existe plusieurs catégories de recyclage, par exemple : le recyclage mécanique qui permet d'obtenir une matière homogène qui est ensuite remoulée, le recyclage organique ou compostage, fréquemment employé en agriculture, le recyclage dit « chimique », pour lequel des réactions chimiques permettent de séparer les composants.

Parmi les différents matériaux qui peuvent être recyclés, dans notre étude, c'est le recyclage des ampoules usagées. Les lampes fluo-compactes et les tubes fluorescents contiennent du mercure. Ils doivent donc absolument être triés pour préserver notre environnement, d'autant plus qu'ils se recyclent à 90% de leur poids. Quant aux lampes à LED, elles contiennent également des circuits électroniques et des métaux au même titre que les lampes fluo-compactes, ce qui nous amène aussi à les recycler. Seules les ampoules classiques et les ampoules à halogène ne sont pas nuisibles en tant que déchets. Vu le coût de leur recyclage, il n'est économiquement pas valable de les valoriser dans une filière dédiée. Il suffit donc de les déposer dans la poubelle des ordures ménagères. On distingue les modèles jetables des modèles recyclables grâce au symbole "poubelle barrée" indiquant que l'ampoule doit être collectée.

Dans notre projet nous allons étudier la faisabilité de création d'une entreprise de recyclage

Introduction générale

des lampes usagées en Algérie. Pour cela nous allons étudier en premier lieu, l'étude stratégique ou nous allons choisir un meilleur site (localisation) pour implanter notre industrie de recyclage. En deuxième partie nous allons étudier techniquement la façon de procédé au recyclage des lampes usagées. En fin en troisième partie nous allons étudier le taux de financement de cette industrie de recyclages.

Chapitre 1

Généralités sur les déchets



1.1.Introduction

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, jeteur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de Chacun : chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux. Différentes lois, regroupées et inscrites dans le code de l'environnement, fixent les objectifs à respecter pour gérer correctement les déchets :

- Prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets ;
- Organiser le transport des déchets ;
- Valoriser les déchets par réemploi, recyclage ou toute action visant à obtenir des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- Informer le public des effets pour l'environnement et la santé publique ;
- Limiter le stockage définitif aux seuls déchets résiduels, ultimes.

La protection de l'environnement devient de plus en plus une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque être humain tant sur le plan professionnel que familial. En qualité de consommateur, producteur, usager du ramassage des ordures et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Dans une vision intégrée de développement durable, la problématique des déchets ne peut pas être traitée comme un objet isolé, ni même se limiter aux seuls aspects de valorisation et d'élimination. Elle doit être placée dans une perspective holistique de gestion des risques et des ressources, qui couvre tout le cycle de vie du déchet, depuis sa génération jusqu'au traitement ultime. Elle anticipe le déchet dès le stade projet, inclut les stratégies de réduction à la source, de valorisation et d'élimination et vise à la maîtrise des flux tout au long du procédé aboutissant au déchet. On évitera dans la mesure du possible de produire des déchets à la source. Pour ce faire, on doit privilégier les procédés de production générant peu de déchets, fabriquer des biens à longue durée de vie et optimiser les emballages. On doit éviter ou limiter dans la mesure du possible le recours aux substances polluantes, dans les produits comme dans les procédés de recherche et de fabrication, afin de faciliter les étapes ultérieures du traitement et de la valorisation des déchets.

1.2. Définition d'un déchet

Les déchets sont tous les résidus d'un processus de production, de transformation ou de consommation, dont le propriétaire ou le détenteur a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.

Il existe plusieurs définitions des déchets, chacune correspondant à un objectif spécifique et dépend des acteurs impliqués et du contexte auquel on se réfère.

Un déchet est un objet en fin de vie ou une substance ayant subi une altération physique ou chimique, qui ne présente alors plus d'utilité ou est destiné à l'élimination. Le mot vient de l'ancien français *déchiét* ou *déchié*, soit « la quantité perdue dans l'usage d'un produit », ce qui en reste après son utilisation.

1.3. Définition d'un déchet ménager et assimilé

Cette catégorie de déchets solides recouvre les ordures ménagères (OM), les déchets municipaux (DM) ou urbains, les résidus urbains (déchets de nettoyage). Le terme « assimilés » désigne les déchets des entreprises industrielles, des artisans, des commerçants, des écoles, des services publics, et des hôpitaux qui présentent des caractéristiques physico-chimiques ou de toxicités équivalentes à celles des ordures ménagères.



Figure 1.1. Contenu d'une poubelle

Selon la législation algérienne relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, article 03 de la loi 01/19 du 12 décembre 2001 (JORADP), les déchets ménagers sont définis comme suit [2] :

Chapitre 1 : Généralités sur les déchets

- 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.
- Déchets encombrants : tous déchets issus de ménages qui en raison de leur caractère volumineux, ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

1.4. Classification des déchets

1.4.1. Distinction en fonction de la nature Différenciation selon la nature Une première approche distingue les déchets en fonction de leurs propriétés physiques :

- Solide
- Liquide
- Gazeux.

1.4.1.1. Rejets liquides

Un effluent liquide est un déchet liquide non traité qui résulte d'un processus industriel ou l'activité humaine rejetée dans l'environnement et toute substance liquide qui, au contact de l'eau, provoque des modifications qui altèrent ses propriétés physiques.

Il existe trois types de rejets liquides : les eaux usées domestiques, les eaux usées industrielles et les eaux de pluie.



Figure 1.2. Rejets liquides

1.4.1.2.Émissions gazeuses

Les émissions atmosphériques sont toutes les émissions de gaz, de vapeurs ou de fumées dans l'atmosphère, Vapeurs, particules liquides ou solides émises par des sources fixes et notamment Installations industrielles. Ils peuvent être des substances nocives et toxiques dans l'environnement (flore, faune et atmosphère). [1]



Figure 1.3. Déchets gazeux

1.4.1.3.Déchets solides

Les principaux types de déchets solides que nous allons examiner sont :

- Les déchets solides ménagers,
- Les déchets traités comme des déchets ménagers
- Les déchets solides industriels. [3]



Figure 1.4. Déchets solides

1.4.2. Distinction en fonction de l'impact sur l'environnement

1.4.2.1. Déchets inertes

Ils correspondent à des déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne provoquent pas de réactions physiques ou chimiques. Ils ne sont pas biodégradables et de ne pas endommager les autres matériaux avec lesquels ils entrent en contact d'une manière nuisible pour qui peuvent causer une pollution de l'environnement ou des dommages à la santé humaine. Vous correspondez à des déchets minéraux non contaminés (tuiles, céramiques, briques, béton, etc.) Ce sont les déchets industriels tels que certaines scories de haut fourneau ou plus de mousse. [4]



Figure 1.5. Déchets inertes

1.4.2.2. Déchets organiques

Ensemble des résidus ou sous-produits organiques biodégradables issus de l'activité agricole, de l'industrie agroalimentaire ou des collectivités urbaines et qui posent des problèmes de gestion à leurs détenteurs. Une fois traités, ces déchets organiques sont utilisés en agriculture. Comme des amendements organiques ou des engrais organiques. [5]



Figure 1.6. Déchets organiques

1.4.2.3. Déchets dangereux

Les déchets sont considérés comme dangereux s'ils présentent une ou plusieurs des caractéristiques suivantes propriétés suivantes : explosif, oxydant, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérigène, corrosif, infectieux, toxique pour la reproduction, mutagène, écotoxique.



Figure 1.7. Déchets dangereux

1.4.3. Distinction selon l'origine des déchets

L'encyclopédie "Les Techniques de l'ingénieur" fait une classification très détaillée Les déchets sont répartis en six groupes selon leur origine :

- Biologique
- Chimie
- Technologique
- Économie
- Écologique
- Accidentelle

1.5. Sources des déchets

Les déchets, peuvent être classés selon leurs sources en trois types :

1.5.1. Déchets agricoles

Les déchets agricoles sont des déchets produits à la suite de diverses opérations agricoles. Il comprend le fumier et autres déchets provenant des fermes, des poulaillers et des abattoirs ; récolter les déchets ; ruissellement d'engrais des champs ; les pesticides qui pénètrent dans l'eau, l'air ou les sols ; et le sel et le limon drainés des champs.



Figure 1.8. Déchets agricoles

1.5.2. Déchets solides ménagers

Ce sont des déchets jetables produits par les familles. Ces déchets peuvent être constitués à la fois de déchets non dangereux et de déchets dangereux. Les déchets non dangereux peuvent inclure des restes de nourriture, du papier, des bouteilles, etc. qui peuvent être recyclés ou compostés. Des exemples de déchets dangereux comprennent les piles et les nettoyants ménagers. Il est important que les déchets dangereux soient manipulés de manière sûre pour s'assurer qu'ils sont éliminés correctement afin qu'ils ne causent aucun dommage. Dans le cadre des déchets ménagers, il convient de distinguer les catégories suivantes, en fonction de leur nature spécifique et des destinations possibles :

➤ Déchets ménagers

Par exemple, les déchets de cuisine, les restes de nourriture, les emballages, le papier, le carton, Plastique, textile, cuir, bois, cendres...

➤ Objets encombrants

Cela comprend le mobilier, les pneus, les équipements, les débris, les gravats et les déchets de jardin...

➤ Déchets ménagers spéciaux

Exemple : pots de peinture, bouteilles avec des produits de nettoyage, etc.) [6]

➤ **Déchets traités comme des déchets ménagers**

Par exemple, les emballages, le papier, le carton, le plastique, les cendres, les déchets Le nettoyage.

1.5.3. Déchets industriels

➤ **Déchets industriels banal (DIB) ou les déchets non dangereux**

Ils proviennent du commerce, de l'artisanat, de l'industrie ou du secteur des services. Ils comprennent principalement des plastiques, du papier et du carton, des textiles, du bois non traité, des métaux, verre et matières organiques, etc...

➤ **Déchets industriels spéciaux (DIS)**

Ils comprennent les déchets dangereux autres que les déchets ménagers dangereux les déchets provenant d'activités de soins de santé qui présentent un risque d'infection. [3]



Figure 1.9. Déchets industriels

1.5.4. Impact des déchets

L'une des conséquences de notre mode de vie est la production de déchets, qui est constamment en augmentation en quantité, en complexité et même en nocivité. Ils présentent un risque important car si elles sont jetées sans précaution, elles peuvent non seulement dégrader le paysage, mais aussi affectent la santé humaine et l'environnement.

1.5.4.1. Impact de déchets sur l'environnement

De nos jours l'utilisation intensive et abusive des ressources et le rejet des déchets dans l'environnement contribuent à détériorer notre milieu. Ce changement a un impact sur la société, la santé humaine, l'économie, les espèces vivantes, la production alimentaire, le tourisme et l'écologie.

Chapitre 1 : Généralités sur les déchets

Chaque jour la pollution de notre environnement augmente, la santé humaine est de plus en plus mise en danger, mais nous nous n'en préoccupons pas. Comme l'on ne voit pas directement les conséquences de nos actes, on s'en préoccupe peu.

C'est pourquoi nous ne pourrions pas diminuer le rejet des déchets tant que l'on n'exploitera pas les ressources d'une façon intelligente et en prévenant le gaspillage inutile.

Il y a plusieurs milieux de pollution qui sont :

➤ Pollution de l'air



Figure 1.10. Pollution de l'air

➤ Pollution des eaux continentales



Figure 1.11. Pollution des eaux continentale

➤ **Pollution des eaux océaniques**



Figure 1.12. Pollution des eaux océaniques

➤ **Pollution du sol**



Figure 1.13. Pollution du sol

1.5.4.2. Impact de déchets sur l'homme

- Le dioxyde de soufre (SO_2) est un gaz irritant qui augmente les maladies respiratoires.
- La présence de polluants dans l'eau potable peut provoquer diverses maladies. Certains métaux lourds, tels que le plomb, s'accumulent dans les tissus du corps et peuvent provoquer des maladies.
Ils peuvent provoquer des malformations chez les enfants et de l'anémie chez les adultes.
- La bioaccumulation de contaminants dans la chaîne alimentaire contribue à la contamination des humains et des animaux par les aliments.



Figure 1.14. Pollution de l'air sur l'homme

1.6. Gestion des déchets

La nouvelle notion à appliquer dans la gestion des déchets est basée sur le principe connu actuellement sous l'appellation des « **3RV-E** » avec, par ordre de priorité :

- La réduction à la source ;
- Le réemploi ;
- Le recyclage ;
- La valorisation ;
- L'élimination :

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

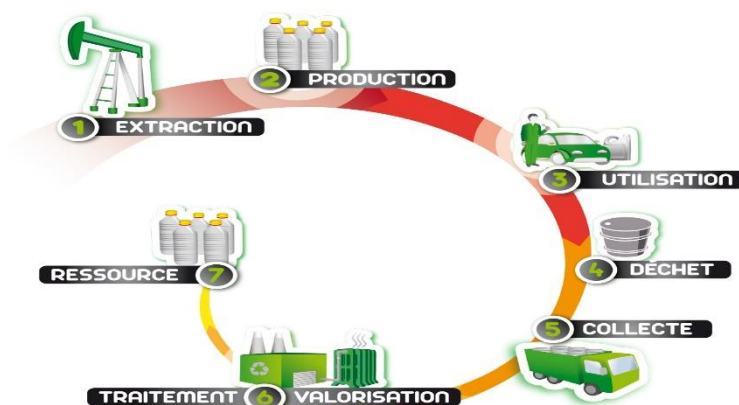


Figure 1.15. Gestion des déchets industriels

- **Réduction à la source** : Elle consiste à générer le moins de déchets lors de la fabrication, de la distribution et de l'utilisation du produit. Le citoyen peut contribuer à cette

réduction en diminuant la quantité de déchets produits par l'utilisation de produits en vrac plutôt qu'emballés, des produits durables plutôt que jetables, etc.

- **Réemploi ou réutilisation** : On définit maintenant la réutilisation ou le réemploi par « l'utilisation répétée du produit sans modification de son apparence ou de ses propriétés ». C'est une méthode qui consiste à prolonger la durée de vie d'un produit en l'utilisant plusieurs fois. Par exemple, les bouteilles consignées qui peuvent être de nouveau utilisées après nettoyage.
- **Recyclage** : La notion de recyclage consiste à réintroduire les matériaux provenant de déchets dans un cycle de production ou processus de fabrication en remplacement total ou partiel d'une matière première vierge.
- **Valorisation** : La valorisation des déchets est définie comme un mode de traitement qui consiste dans « le réemploi, le recyclage ou autre action visant à obtenir, à partir des déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ».
- **Élimination** : Toute opération ou traitement qui aboutit à des substances qui peuvent être soit restituées sans effet nocif au milieu naturel (air, eau, sol), soit réinsérées dans les circuits économiques à des fins de valorisation (cas des déchets solides). Dépollution, enlèvement, réduction du pouvoir toxique ou stockage. [2]

1.7. Conclusion

La revalorisation des déchets permet par le biais du recyclage, d'utiliser les produits à traiter en les réintroduisant dans le processus de production pour qu'ils redeviennent à nouveau des matières premières. Des études très sérieuses permettent de mesurer le retour d'expérience :

- A l'échelle mondiale le recyclage des métaux (aluminium, cuivre, fer, plomb, nickel, étain et zinc) et du papier ont permis d'économiser 551 millions de tonnes de CO₂ en 2007, soit : 1,8% des émissions mondiales de dioxyde de carbone. (Enquête dans 70 pays du Bureau International de la Récupération et du Recyclage (BIR)).
- En Europe, les déchets ont été retraités en 2007 à hauteur de 37 % et ont permis de réaliser une économie de 160 millions de tonnes de CO₂ (Enquête Ökopol, Institut pour l'écologie et la politique). [8]

Références bibliographiques

- [1]. Topanou, A. (2012). Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin) : Caractérisation et essais de valorisation par compostage (Doctoral dissertation, Aix-Marseille).
- [2]. ABDEDOU, K & BOUSSAD, S. 2015, Mémoire de master : Evaluation de la gestion des déchets ménagers dans la commune de Bouzeguène et implication pour la mise en œuvre d'un mode de gestion plus durable. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [3]. I, El hadi & H, Mokrane. 2014, Mémoire de master : Classification des déchets solides industriels au niveau de HASSI R'Mel. Université Des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf USTOMB.
- [4]. HAMZAOU, S. (2012). Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnements, et tarf commune (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).
- [5]. SOTAMENOU, Joël. 2010, Thèse de doctorat : Le compostage ; une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun. Université de Yaoundé, Cameroun.
- [6]. Damien, A. 2004, Guide du traitement des déchets. Paris : Dunod.
- [7]. Derbal, K. (2007). Digestion anaérobie des déchets solides mélangés avec les boues de station d'épuration.
- [8]. Rachida Boughriet , 25 juin 2008 , Les industriels du recyclage évaluent leur empreinte carbone, Actu-Environnement.com.

Chapitre 2

Etude de quelques Lampes



2.1.Introduction

Après l'invention de la première lampe par Thomas Edison en 1881, des lampes ont été développées et il existe aujourd'hui de nombreux types et formes de lampes, et chaque type à ses avantages et ses inconvénients. Dans ce chapitre, nous examinerons les types de lampes et leurs inconvénients et avantages.

2.2.Définition de lampe

Une lampe électrique est un appareil qui convertit l'énergie électrique en lumière. [1]

2.3.Type des lampes d'éclairage

Il y'a différents type de lampes d'éclairage :

- Lampes à incandescence
 - ✓ Standard
 - ✓ Halogène
- Lampe LED
- Lampes à décharge
 - A. Lampes à décharge basse pression
 - ✓ Lampes à vapeur de sodium basse pression
 - ✓ Lampes tube fluorescente
 - ✓ Lampes fluocompactes
 - ✓ Lampe induction
 - B. Lampes à décharge haute pression
 - ✓ Lampes à l'halogénure métallique
 - ✓ Lampes à vapeur de sodium haute pression
 - ✓ Lampes à vapeur de mercure

2.3.1. Lampe à incandescence

2.3.1.1.Lampe à incandescence classique

2.3.1.1.1. Définition

Elle est créée par Thomas Edison en 1879, cette lampe classique caractérisée par un filament de tungstène qui émettre la lumière, et un gaz inerte permet la protection de filament contre la détérioration. [2]



Figure 2.1 : Lampe à incandescence

2.3.1.1.2. Fonctionnement

Tungstène qui émet la lumière quand il est porté à température très élevée pour permettre le passage d'un courant électrique.

2.3.1.1.3. Constituants de lampe à incandescence

La lampe constitue d'un filament de tungstène, ampoule de verre, fil de contact au culot, fil de contact au plot, support du filament, support isolant en verre. [3]

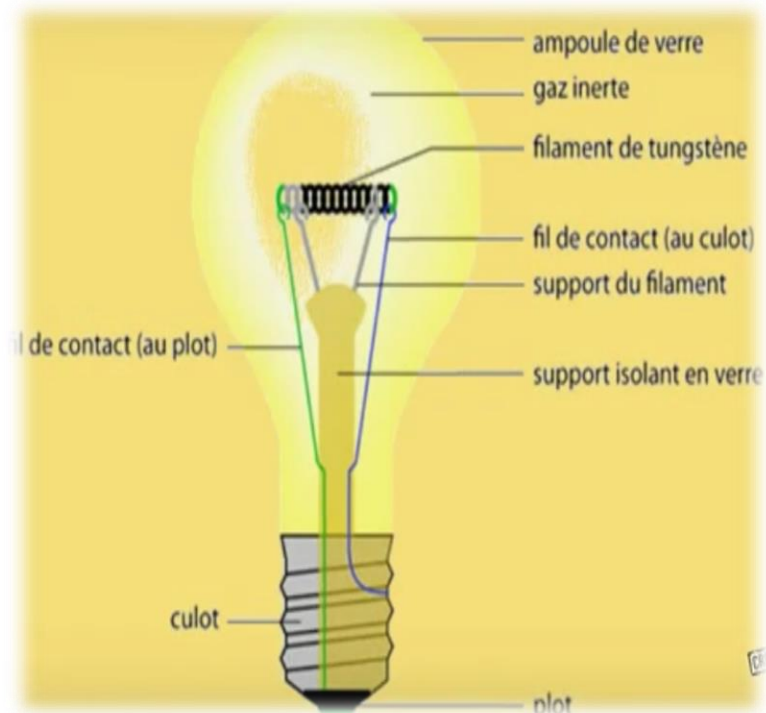


Figure 2.2 : Schéma détermine les constituants de lampe classique

2.3.1.1.4. Formes et code des diverses formes de lampe

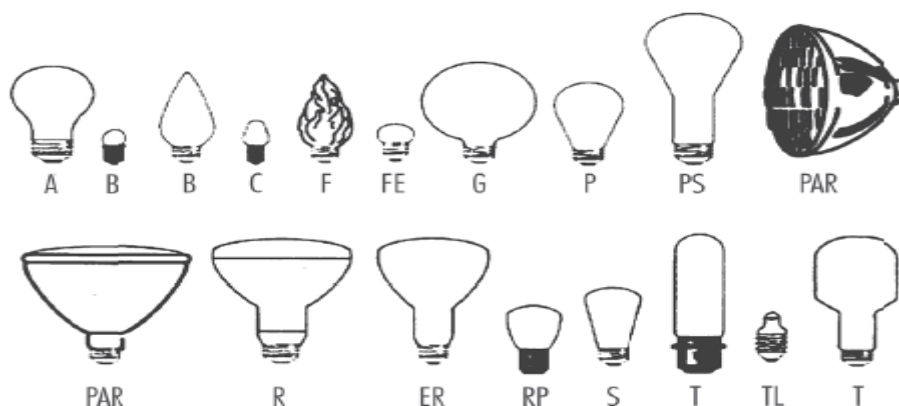


Figure 2.3 : les formes de lampe classique

Tableau 2.1 : Code des diverses formes de lampe

Code	Forme	Application
A	Arbitraire (standard)	Usage universel pour éclairage dans les habitations
B	En balle de fusil	Usage décoratif
BR	À réflecteur bombé	Sert de substitution aux lampes à incandescence de type R
C	En cône	Généralement dans les petits électroménagers
ER	À réflecteur elliptique	
F	En forme de flamme	Utiliser pour la décoration intérieure
FE		
G	En forme de globe	Eclairage ornemental et parfois éclairage diffusant
P	En forme de poire	Utiliser pour phares de tramways et de locomotives
PAR	À réflecteur parabolique aluminisé	Eclairage focalisé et utiliser dans les projecteurs à réflecteurs
PS		
R	À réflecteur	
S	Rectiligne	Pour enseignes et décoration
T	Tubulaire	Eclairage de vitrines et l'électroménager
TL		

2.3.1.1.5. Utilisations courantes

Utilisé partout pour presque toutes les applications. [1]

2.3.1.1.6. Avantages et inconvénients de lampe à incandescence classique

Avantages : Très bon rendu des couleurs, Moins chère au marché, Rapidité d'allumage. Aucun danger pour la santé et/ou l'environnement par ce qu'elle ne contient pas des constituants dangereux

Inconvénients : Rendement de lumière faible, Elle n'est pas économe, La durée de vie courte (1000h). L'efficacité lumineuse diminue progressivement au cours de temps. [3]

2.3.1.2. Lampe incandescence à halogène

2.3.1.2.1. Définition

Elle a été créée par Edward G. Zubler et Frederick [4] et ce type de lampe contient un gaz halogène (brome de méthyle (CH_3Br) ou di-brome de méthyle (CH_2Br_2) ou bien iode) pour limiter chimiquement l'évaporation de filament de tungstène. Ces ampoules produisent la lumière de la même façon que celle de lampe classique. [3]



Figure 2.4 : Lampe halogène

2.3.1.2.2. Fonctionnement :

Elle est la même que celle de lampe à incandescence classique [3]

2.3.1.2.3. Constituants de lampe halogène

Elle est constituée d'un filament de tungstène, circuit électrique, gaz halogène (brome, iode), support du filament, ampoule quartz, culot, plot. [5]

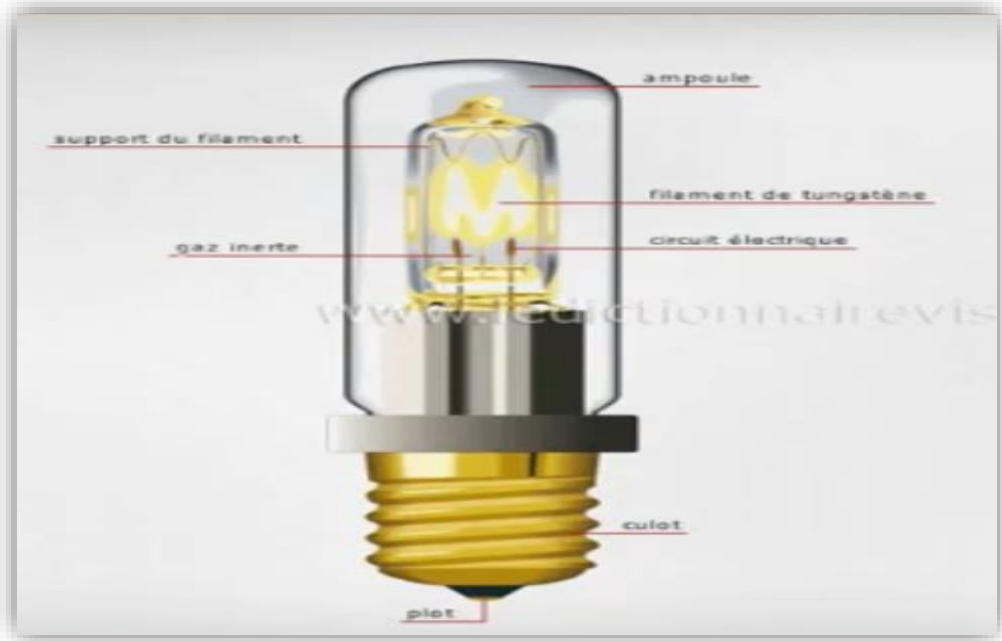


Figure 2.5. Schéma qui déterminer les constituant de lampe halogène

2.3.1.2.4. Formes et Code des diverses formes de lampes [1]

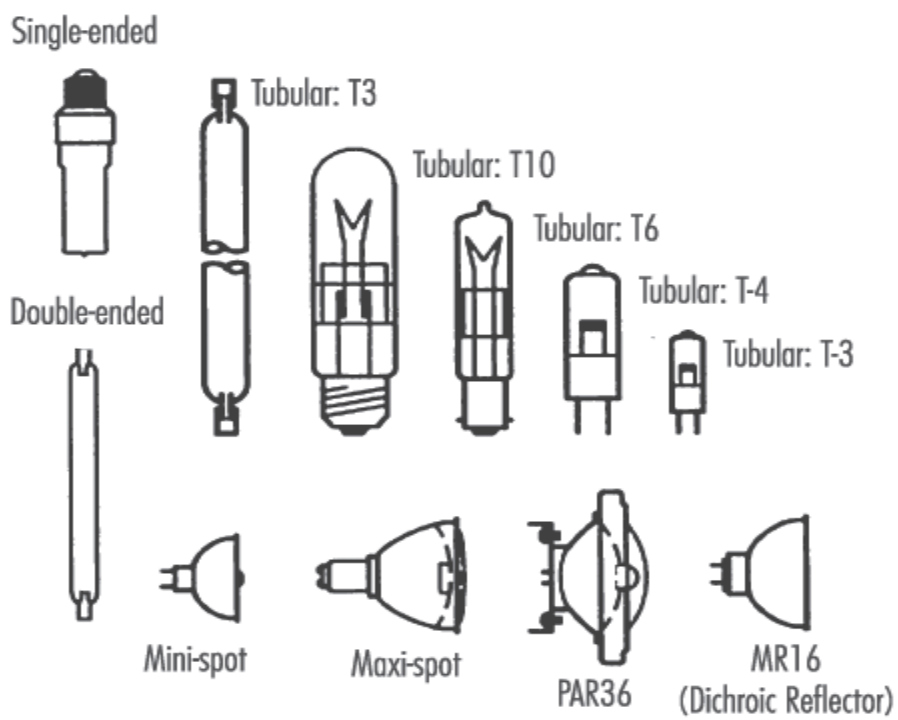


Figure 2.6 : les formes de lampe halogène

Tableau 2.2. Code des diverses formes de lampe

Code	Forme
Tubulaire : T3	Lampe halogène au tungstène, à tension secteur- culot double
Tubulaire : T10	Lampe halogène au tungstène, à tension secteur- culot simple
Tubulaire : T6	Lampe halogène au tungstène, à tension secteur- culot simple
Tubulaire : T4	Lampe halogène au tungstène, à tension secteur- sans réflecteur
Tubulaire : T-3	Lampe halogène au tungstène, à basse tension - sans réflecteur
Maxi-spot	Lampe halogène au tungstène, à basse tension - avec réflecteur
Mini-spot	Lampe halogène au tungstène, à basse tension - avec réflecteur
PAR 36	Lampe halogène au tungstène, à basse tension - à réflecteur parabolique
MR 16	Lampe halogène au tungstène, à basse tension - à réflecteur dichroïque

2.3.1.2.5. Utilisations communes

Projecteurs 8 mm (première utilisation en 1960), lampes de travail portables, production cinématographique et télévisuelle éclairage, éclairage intérieur des maisons (puissance réduite), éclairage extérieur domestique et commercial (plus grande puissance), phares de voiture [6]

2.3.1.2.6. Avantage et inconvénients de lampe halogène

Avantages : Rapidité d'allumage, Bon rendu de couleurs, L'effectivité lumineuse est supérieure que la lampe classique. Aucun risque dangereux sur l'environnement donc on peut jeter avec les ordures ménagères.

Inconvénients : Rendement de lumière peu faible que celle lampe classique, Durée de vie courte (2000h et 3000h), Elle produit beaucoup de chaleur, Elle consomme beaucoup d'énergie. Il y a un risque sanitaire mais faible parce qu'elle émet une lumière qui attaque l'œil. Elle Produit des ultraviolets. [3]

2.3.2. Lampe LED (anglais Light-Emitting Diode)

2.3.2.1. Définition

Elle est créée en 1907 par Henry Joseph Round. Ce type de lampe utilise les diodes électroluminescentes qui ils sont permet la transformation d'électricité en lumière.



Figure 2.7. Lampe LED

2.3.2.2.Fonctionnement

Les LED créent de la lumière par électroluminescence dans un matériau semi-conducteur. L'électroluminescence est le phénomène par lequel un matériau émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique ou un champ électrique - cela se produit lorsque des électrons sont envoyés à travers le matériau et remplissent les trous d'électrons. Un trou d'électrons existe lorsqu'un atome manque d'électrons (chargé négativement) et a donc une charge positive.

2.3.2.3.Constituants de lampe LED

Elle contient du culot, plaque diode électronique, protection plastique transparente, circuit imprimé, corps de lampes, système optique.



Figure 2.8. Schéma qui déterminer les constituant de lampe LED

2.3.2.4.Utilisations courantes

Les appareils électroniques, éclairage domestique.

2.3.2.5.Avantages et inconvénients de lampe LED

Avantages : Durée de la vie est très longue 50000h, Faible consommation électrique, Produire une grande variété de couleur, Rendement lumineux très bon, Il émet moins de chaleur.

Inconvénients : Prix est plus élevé, Faible rendu de couleur, LED émet de lumière bleue peuvent détériorer partiellement la rétine de l'œil, Elle est participée à la pollution lumineuse.

[3]

2.3.3. Lampe à décharge

2.3.3.1.Définition

On dit que lampe à décharge ces les lampes qui fonctionnent par décharge d'un courant électrique dans une atmosphère gazeuse. La décharge se fait au travers d'un tube à décharge qui se trouve dans une ampoule vide [1].

2.3.3.2.Lampes à décharge basse pression

2.3.3.2.1. Lampe tube fluorescente

2.3.3.2.1.1.Définition

Elle est créée en 1910 par Georges Claude [7]. Ce type de lampe produit la lumière lorsque de décharge électrique à vapeur de mercure à basse pression contenue dans un tube [1].



Figure 2.9. Lampe tube fluorescent

2.3.3.2.1.2.Fonctionnement

Elle fonctionne lorsque le starter va créer un arc électrique qui va venir chauffer les éléments interne (le mélange de gaz argon et vapeur de mercure), puis une aura une émission de radiation d'ultraviolet qui vont convertir ensuite à une lumière blanche grâce à un revêtement

fluorescent [1].

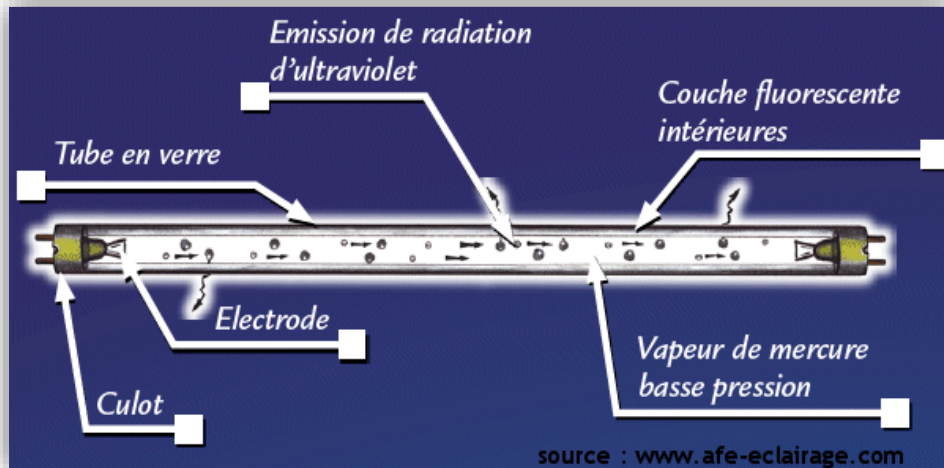


Figure 2.10. Schéma détermine le fonctionnement de tube fluorescent

2.3.3.2.1.3. Constituants de lampe tube fluorescente :

Ce type elle contient de tub en verre, culot, poudre fluorescente, atmosphère (vapeur de mercure à basse pression, gaz argon), électrode, pied (pièce en verre) [8].

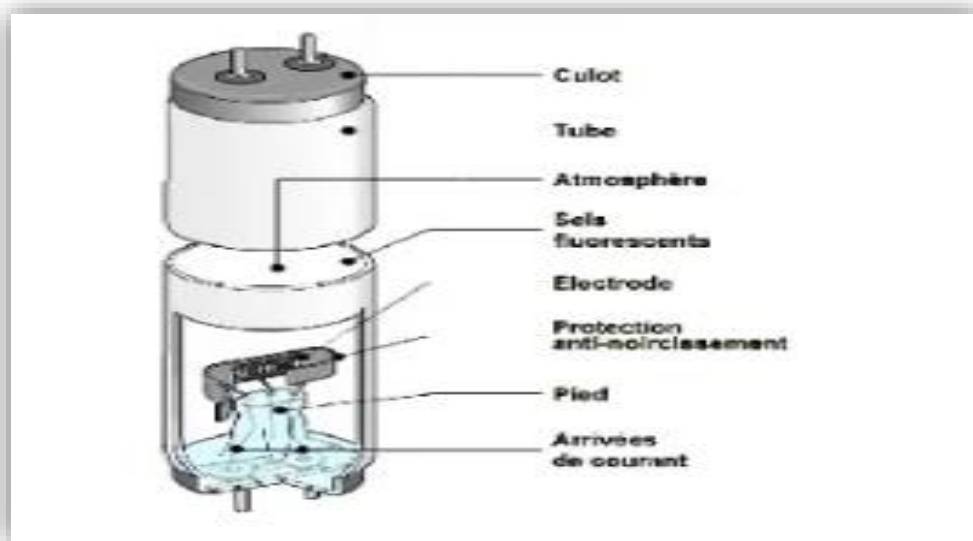


Figure 2.11. Schéma détermine les constituants de tube fluorescent

2.3.3.2.1.4. Utilisation

Lampes pour l'extérieur et l'intérieur, rétroéclairage pour les écrans LCD, éclairage décoratif et signalisation, éclairage général des grandes et petites surfaces. Non utilisé pour l'éclairage à distance en raison de la nature diffuse de la lumière [9].

2.3.3.2.1.5. Avantages et inconvénients lampe tube fluorescente

Avantages : Faible consommation électrique, Durée de la vie longue 20000h, Efficacité lumineuse élevé, Bon rendu de couleur, Il émet moins de chaleur [1].

Inconvénients : Pour fonctionner, il a besoin d'une armature spécifique qui comporte deux starters et un double ballast [10].

2.3.3.2.2. Lampe de fluocompacte

2.3.3.2.2.1. Définition

Elle a été produite après la crise du pétrole dans les années 70, lorsque des chercheurs ont eu l'idée de replier sur lui-même un tube fluorescent, on peut appeler aussi lampe basse consommation.



Figure 2.12. Lampe fluocompacte

2.3.3.2.2.2. Fonctionnement

Un ballast provoque une décharge électrique qui est créé un champ magnétique, après l'argon et le vapeur de mercure basse pression va créer un rayonnement ultraviolet invisible à l'œil. Ensuite la poudre fluorescente convertit les rayonnements ultraviolets par des rayonnements blanche visible à l'œil.

2.3.3.2.2.3. Constituant de lampe fluocompacte

Elle contient de tube en verre, condensateur, électrode, poudre fluorescente, filament de tungstène, gaz Argon, vapeur mercure basse pression.

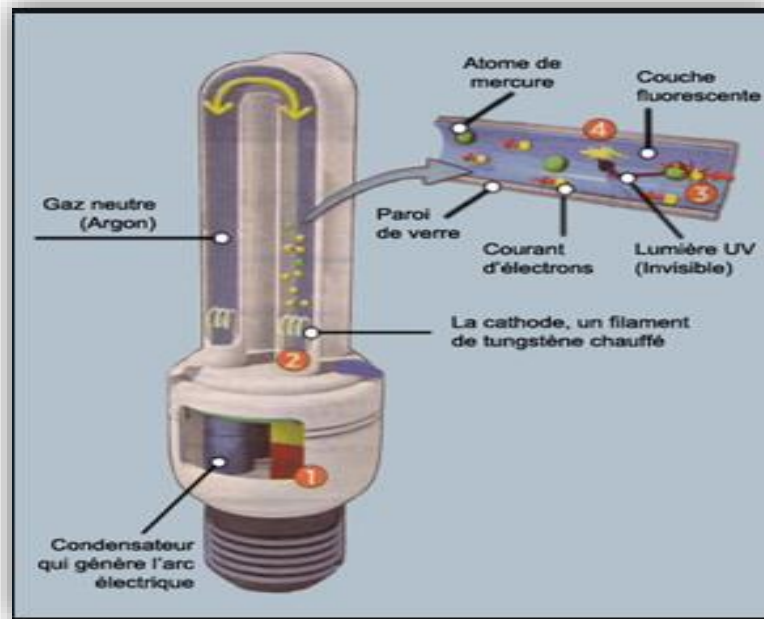


Figure 2.13. Schéma détermine les constituants de lampe fluocompacte

2.3.3.2.2.4.Utilisation

Eclairage domestique, les écoles, les usines, les centres commerciaux, ...

2.3.3.2.2.5.Avantages et les inconvénients de lampe fluocompacte

Avantages : Durée de la vie longue 12000h. Faible consommation électrique. Efficacité lumineuse élevé. Il émet moins de chaleur

Inconvénients : Faible rendu de couleur. Elle contient de composant toxique comme le mercure et poudre fluorescent (béryllium) donc on ne peut pas jetée comme les ordures ménagères. Lorsqu'elle casse, provoquer un risque d'intoxication au mercure. Elle émet de rayonnement ultraviolet. Production d'ondes électromagnétiques, donc on ne peut pas usage proche de l'utilisateur. [3]

2.3.3.2.3. Lampe à induction

2.3.3.2.3.1.Définition

La première lampe a été créée en 1991 pour les grands publics. Ce type de lampe est une lampe à vapeur mercure de basse pression comme le tube fluorescente et la lampe fluocompacte, elle est bâchée par une ampoule opale de forme ovoïde ou bien tube fermer qui est formé un cercle.



Figure 2.14. Lampe à induction

2.3.3.2.3.2.Fonctionnement

Lampe à induction interne : l'antenne génère un champ magnétique autour d'elle. Celle-ci relié au ballast générateur d'impulsions à haute fréquence (généralement 2,65 MHz), lorsqu'il est alimenté provoque une variation rapide du champ magnétique au cours du temps. Champ magnétique génère un courant électrique par induction électromagnétique. Le courant électrique dans le milieu gazeux produit une lumière ultraviolette invisible après converti en lumière visible grâce à revêtement phosphore.

Lampe à induction externe : ont placée deux ferrites autour l'ampoule en forme de tube qui sont assurent la même fonction de l'antenne dans une lampe à induction interne. Ce champ magnétique variable est généré au niveau des ferrites par l'impulsion à basse fréquence (généralement 250 kHz) qui a fourni par le ballast. Ce champ magnétique est transmis à la lampe par l'aimant qui constitue les ferrites, alors ce champ fonctionne la même que dans une lampe à induction interne. Ensuite le courant électrique produit la lumière le même que lampe fluorescente ou lampe fluocompacte.

2.3.3.2.3.3.Constituants de lampe à induction

Lampe à induction interne : Elle contient d'enveloppe en verre, revêtement de phosphore dans l'intérieur d'enveloppe, gaz inerte, bobine d'induction, ensemble inducteur, tube en verre, dissipateur de chaleur, fils pour connecter les ballasts, amalgame de mercure.

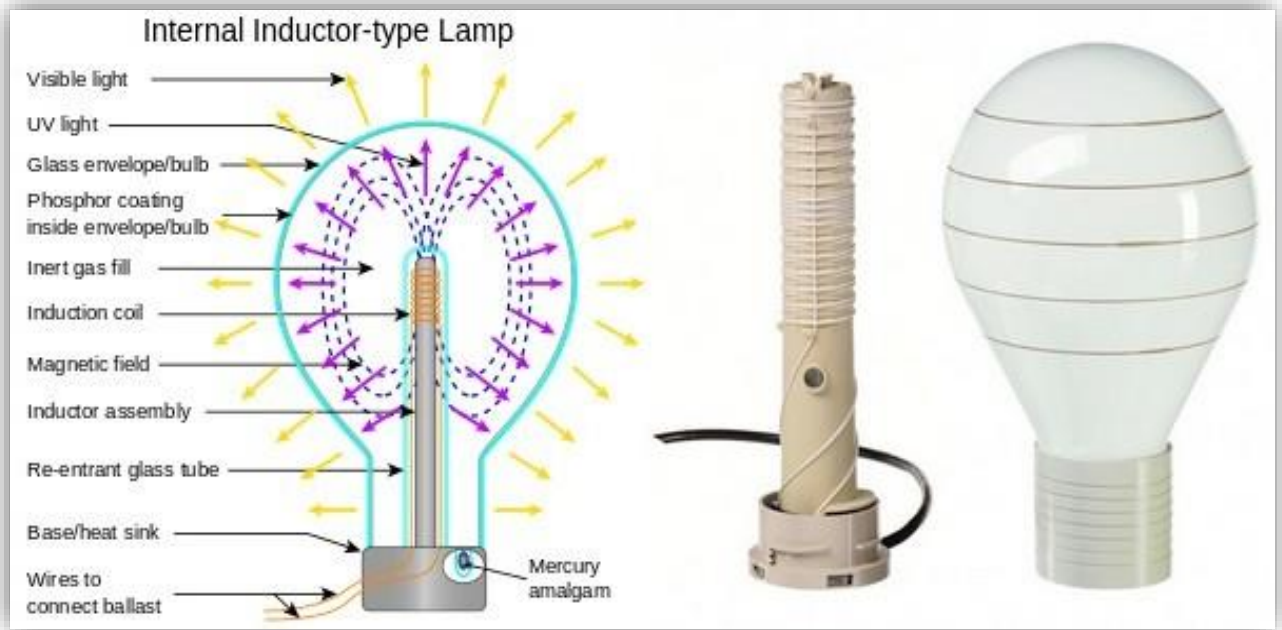


Figure 2.15. Lampe à induction interne

Lampe à induction externe : elle contient de tube en verre, revêtement de phosphore, gaz d'argon, aimant inducteur, bobine d'induction, amalgame. [11]

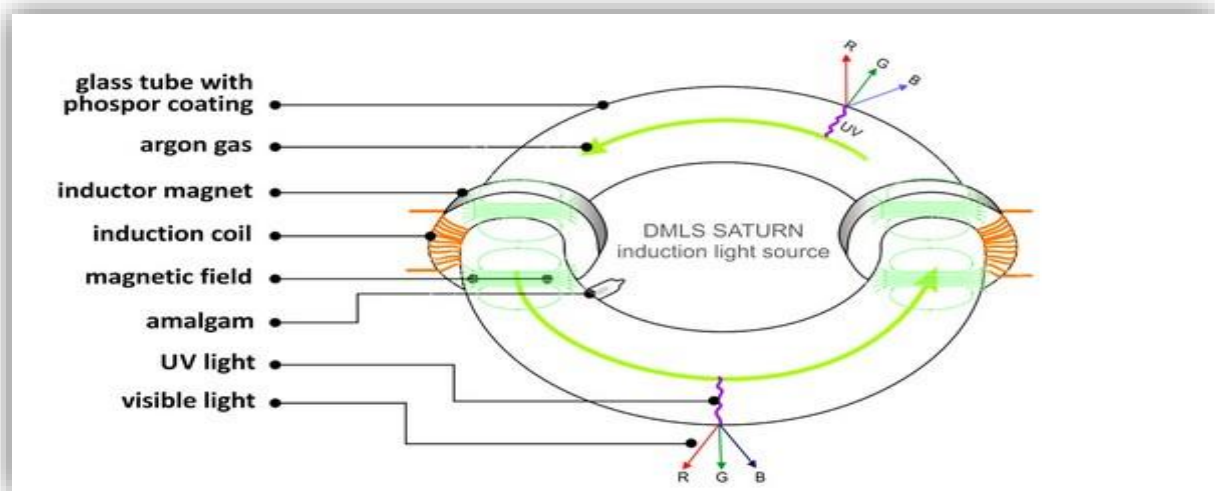


Figure 2.16. Lampe à induction externe

2.3.3.2.3.4. Utilisations courantes

Usines, ateliers, bibliothèque, salle des fêtes, grands magasins, tunnels, routes, éclairages publics, restaurants.

2.3.3.2.3.5. Avantages et les inconvénients de lampe à induction

Avantages : Durée de vie très élevée 60000h. Bonne efficacité lumineuse. Allumage instantané. Peut développer de la chaleur. Faible consommation énergétique. Bon rendu des couleurs [10].

Inconvénients : Conception volumineuse pour l'éclairage de grandes surfaces, le tube à décharge est grand que les lampes à décharge haute pression. Nouvelle et ancienne technologie : elle est nouvelle : l'achat des lampes reste cher. Elle est ancienne : la plupart des entreprises qui fabriquent les lampes utilisent une technologie de ballast vieille de 20 ans, copiée sur OSRAM et Philips. Les ballasts ont un taux de défaillance élevé. La technologie est sous-commercialisée. Les interférences radio sont un problème majeur à résoudre. L'utilisation des lampes est limitée à cause de ce problème [12].

2.3.3.2.4. Lampe à vapeur de sodium basse pression

2.3.3.2.4.1. Définition

La lampe SBP a été la première lampe à sodium à être développée. Elle est connue par sa couleur jaune monochromatique caractéristique. Elle est surtout utilisée en Europe car elle n'a pas été retenue sur d'autres marchés en raison de son IRC ou de son rendu des couleurs médiocres. Elle est parmi les lampes les plus efficaces au monde car elle utilise tout le courant qu'elle reçoit pour créer de la lumière à la couleur (fréquence) la plus sensible pour l'œil humain.



Figure 2.17. Lampe à vapeur sodium basse pression

2.3.3.2.4.2.Fonctionnement

Elle crée une lueur rouge due au gaz néon. Le gaz néon s'allume à une température plus basse. Lorsque la température augmente, le sodium commence à se vaporiser et la lampe devient d'un jaune pur [13].

2.3.3.2.4.3.Constituants de lampe à vapeur basse pression

Elle contient d'électrode, culot baïonnette, tube à arc en forme de U, réflecteur infrarouge interne, ampoule externe avec revêtement, sodium avec gaz d'amorçage (néon et argon), support. [10]

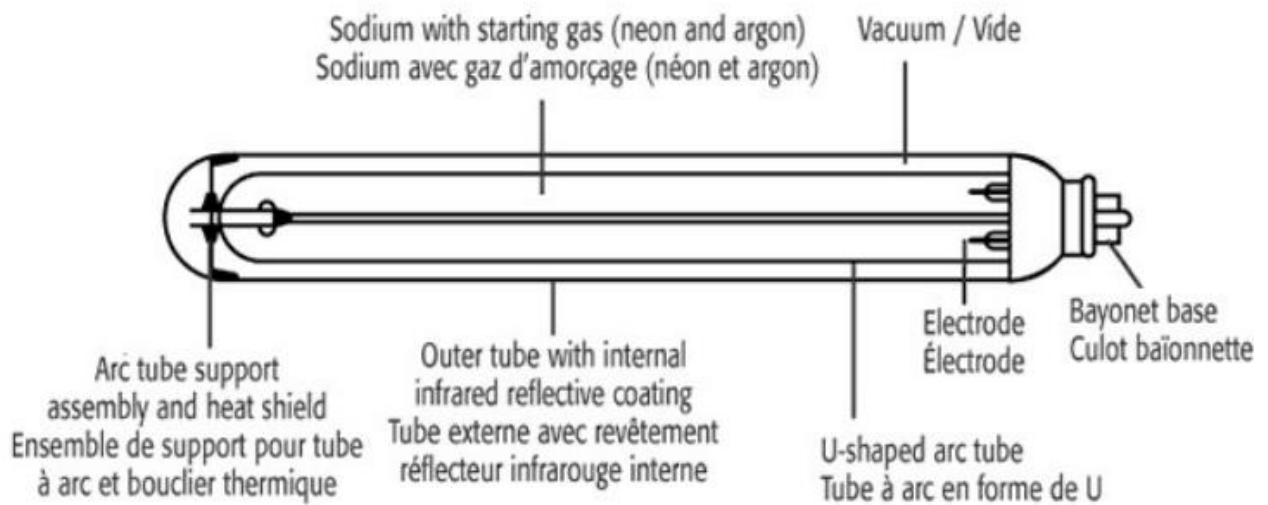


Figure 2.18. Lampe à vapeur sodium basse pression

2.3.3.2.4.4.Utilisations communes

Éclairage extérieur, éclairage de sécurité, éclairage de tunnels longs [13].

2.3.3.2.4.5.Avantages et les inconvénients de lampe à vapeur basse pression

Avantages : Durée de vie est long 18000h. Lampe très efficace. Lampe puissante pour l'utilisation de grandes surfaces. Malgré un temps de préchauffage de 5 à 10 minutes, il redémarre immédiatement en cas de panne de courant. [10]

Inconvénients : Mauvais rendu des couleurs. Le sodium est une matière dangereuse qui peut brûler lorsqu'elle est exposée à l'air (par exemple si l'ampoule est cassée dans la poubelle). [13]

2.3.3.3.Lampes à décharge haute pression

2.3.3.3.1. Lampes à l'halogénure métallique

2.3.3.3.1.1.Définition

Ce type de lampe est également connu sous le nom de lampe "MH"(metal halide) (halogénure métallique) et les halogènes utilisés sont iode et brome. Il s'agit d'une lampe à décharge haute pression, ce qui signifie qu'elle fournit la plupart de la lumière de l'arc électrique dans un petit tube à vide, et sa lumière blanche est connue pour sa bonne qualité et son efficacité. La lampe utilise de la vapeur de mercure pour créer une lumière mais inclut d'autres métaux sels d'halogénure pour améliorer la couleur.

Les différents métaux qui utiliser par une lampe aux halogénures métalliques, chacun émettant dans sa couleur caractéristique, comme par exemple :

- Dysprosium
- Yttrium
- Thulium
- Scandium
- Holmium
- Thallium [10]



Figure 2.19. Lampe halogénure métallique

2.3.3.3.1.2.Fonctionnement

Lorsque la lampe est froide, les halogénures et le mercure se condensent sur le tube de quartz. En tant que la lampe est allumée, le courant passe par l'électrode d'amorçage et saute la courte distance jusqu'à l'électrode principale ce qui est facilité par le gaz argon. Le gaz argon produit un arc électrique à basse température. Après la production de cet arc, le tube se réchauffe et le mercure est vaporisé. Les arcs électriques se battent pour passer à travers la résistance d'un gaz, mais avec le temps, de plus en plus de molécules du gaz s'ionisent. Cela facilite le passage d'une plus grande quantité de courant électrique, de sorte que l'arc devient plus large et plus chaud. Après qu'un arc de vapeur de mercure ait frappé et chauffé, les halogénures se vaporisent et se dissocient. Les atomes de métal diffusent loin de l'arc vers des zones plus froides et se recombinaient avec l'halogène avant d'endommager une partie de la silice ou des électrodes. La lampe est maintenant complètement chauffée et produit sa lumière blanche.

[14]

2.3.3.3.1.3.Constituants de lampes à l'halogénure métallique

Elle contient de tube à arc en quartz contient de vapeur de mercure et halogénure métallique et du gaz argon, ampoule en verre au borosilicaté, électrode d'amorçage, culot, électrode au tungstène, interrupteur bimétallique, résistance d'amorçage.

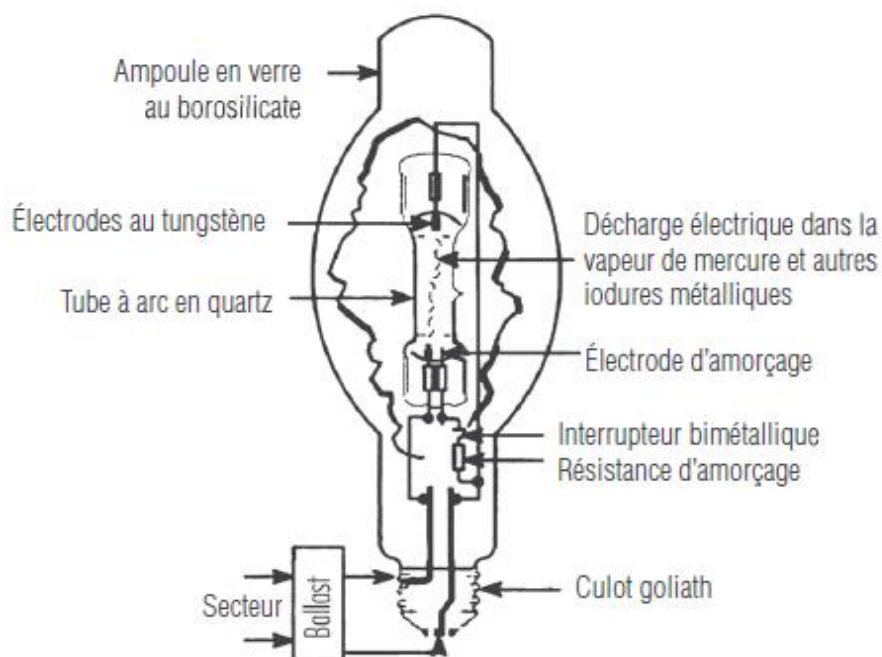


Figure 2.20. Schémas déterminent les constituants de lampe halogénure métallique

2.3.3.3.1.4. Formes et code des diverses formes de lampes

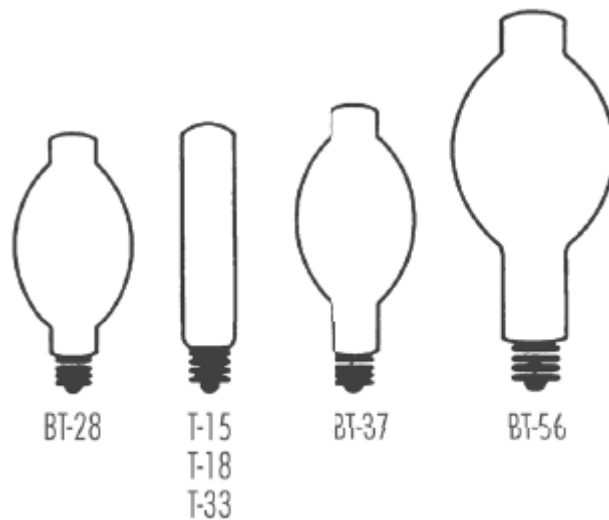


Figure 2.21. Formes de lampes halogénure métallique

Tableau 2.3. Code des diverses formes de lampes

Code	Forme
BT	Tubulaire renflée
T	Tubulaire

2.3.3.3.1.5. Utilisations courantes

Éclairage des rues, éclairage des autoroutes, éclairage des zones industrielles, éclairage des grandes zones intérieures, des stades, des terrains de sport, des centres commerciaux. [1]

2.3.3.3.1.6. Avantages et les inconvénients des lampes à l'halogénure métallique

Avantages : Durée de vie de la lampe est long (20000h). Bonne qualité de lumière. Bonne efficacité lumineuse

Lumière blanche plus pure que les lampes vapeur sodium haute pression.

Inconvénients : Coût élevé par ampoule. L'allumage n'est pas instantané. [10]

2.3.3.3.2. Lampes à vapeur de sodium haute pression

2.3.3.3.2.1. Définition

La première lampe à vapeur de sodium sous haute pression est créée en 1956, elles sont commercialisées par GENERAL ELECTRIC et PHILIPS.

Ce type des lampes est une lampe à décharge à haute pression qui est utilisées des autres

Chapitre 2 Etude de quelques lampes

composants chimiques comme mercure et xénon afin de fixer la bonne propriété électrique de l'arc et d'allumer la lampe. Habituellement est bâchée par une ampoule translucide de forme tubulaire. Certaines sont couvertes par une ampoule ovoïde opale, de même aspect que celles des lampes à vapeur de mercure haute pression. Elle émet une lumière blanche avec des teintes orangées [10]



Figure 2.22. Lampes à vapeur de sodium haute pression

2.3.3.3.2.Fonctionnement

Il existe des variantes de la lampe, mais la façon la plus courante de l'allumer est le démarrage par impulsions. Un amorceur est intégré au ballast et envoie une impulsion d'énergie à haute tension dans le tube à arc. Cette impulsion amorce un arc à travers le gaz xénon. La lampe devient bleu ciel lorsque le xénon s'allume. L'arc chauffe alors le mercure et la vapeur de mercure s'allume, donnant à la lampe une couleur bleuâtre. La lampe chauffe et le sodium est le dernier matériau à se vaporiser. La vapeur de sodium produit un arc de plus de 240 C°. Le sodium est mélangé à d'autres impuretés pour créer une lumière plus "blanche". Le mercure contribue à ajouter un spectre de lumière bleue au jaune pur du sodium. [13]

2.3.3.2.3. Constituants de lampes à vapeur de sodium haute pression

Elle contient de culot en laiton, support de fixation, getter des résidus de gaz, joint d'étanchéité monolithique, armature en acier, tube à arc en céramique contenant du sodium et mercure et xénon, ampoule extérieure en verre, vide. [10]

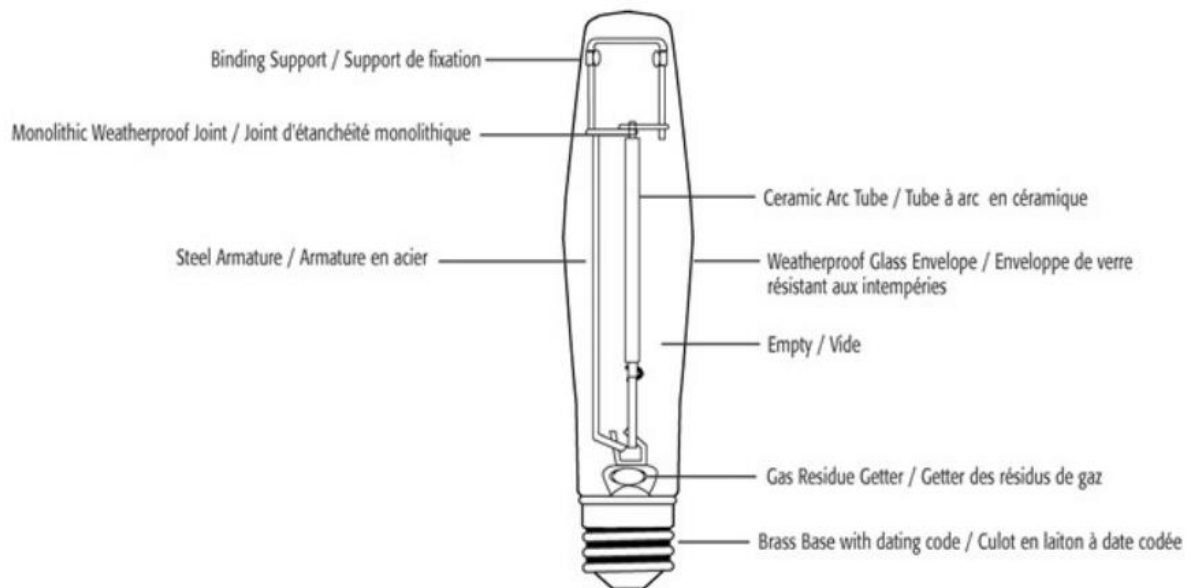


Figure 2.23. Schémas déterminent les constituants de lampe à vapeur de sodium haute pression.

2.3.3.2.4. Formes et code des diverses formes de lampes [1]

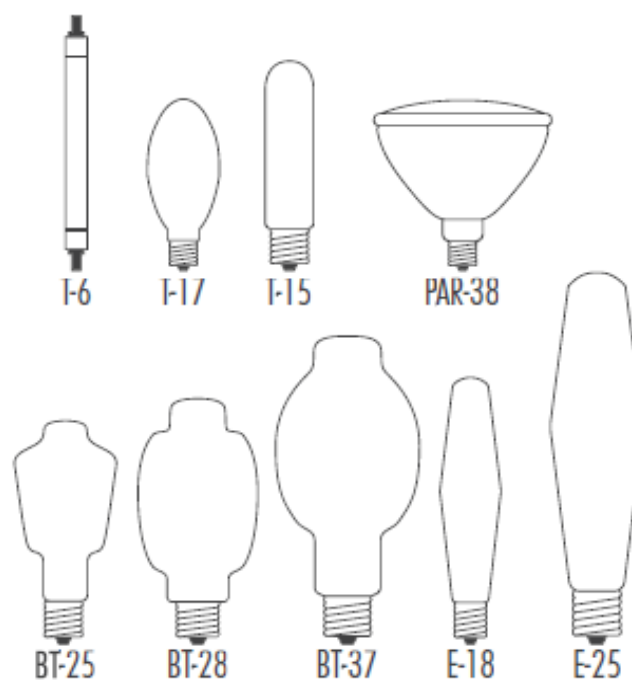


Figure 2.24. Forme de lampe SHP

Tableau 2.4. Code des diverses formes de lampe SHP

Code	Forme
B	En balle de fusil
BT	Tubulaire renflée
E	Elliptique
PAR	Réflecteur parabolique aluminisé
T	Tubulaire

2.3.3.3.2.5.Utilisations

Éclairage extérieur, éclairage municipal, éclairage des cours intérieures, éclairage des halls de grande hauteur [13]

2.3.3.3.2.6.Avantages et les inconvénients

Avantages : L'efficacité lumineuse est bonne. La durée de vie est supérieure 24000h

Inconvénients : Besoin d'éléments auxiliaires et d'impulsion pour allumer l'arc afin d'allumer la lampe. La qualité de rendu des couleurs est moins bonne. La couleur est moins blanche. [10]

2.3.3.3.3. Lampes à vapeur de mercure

2.3.3.3.3.1.Définition

Ce type des lampes est considéré comme une lampe à décharge à haute pression. Elle émet des ultraviolets qui sont convertis en lumière visible par une poudre fluorescente.



Figure 2.25 Lampe à vapeur mercure haute pression

2.3.3.3.2.Fonctionnement

Cette lampe démarre avec un petit arc entre l'électrode d'amorçage et l'électrode principale. Cet arc passe par le gaz argon qui frappe facilement, même par temps froid. Ce petit arc chauffe le tube, et pendant plusieurs minutes, le tube devient assez chaud pour vaporiser le mercure solide collé sur les côtés. Le mercure vaporisé crée une forte lumière entre les deux électrodes principales.

2.3.3.3.3.Constituants de lampes à vapeur de mercure haute pression

Elle contient de culot goliath, résistance d'amorçage, électrode amorçage, bande de molybdène, deux électrodes principale, cadre, tube à décharge en quartz contenant mercure et argon, ampoule extérieure est contenant gaz d'azote, revêtement fluorescent.

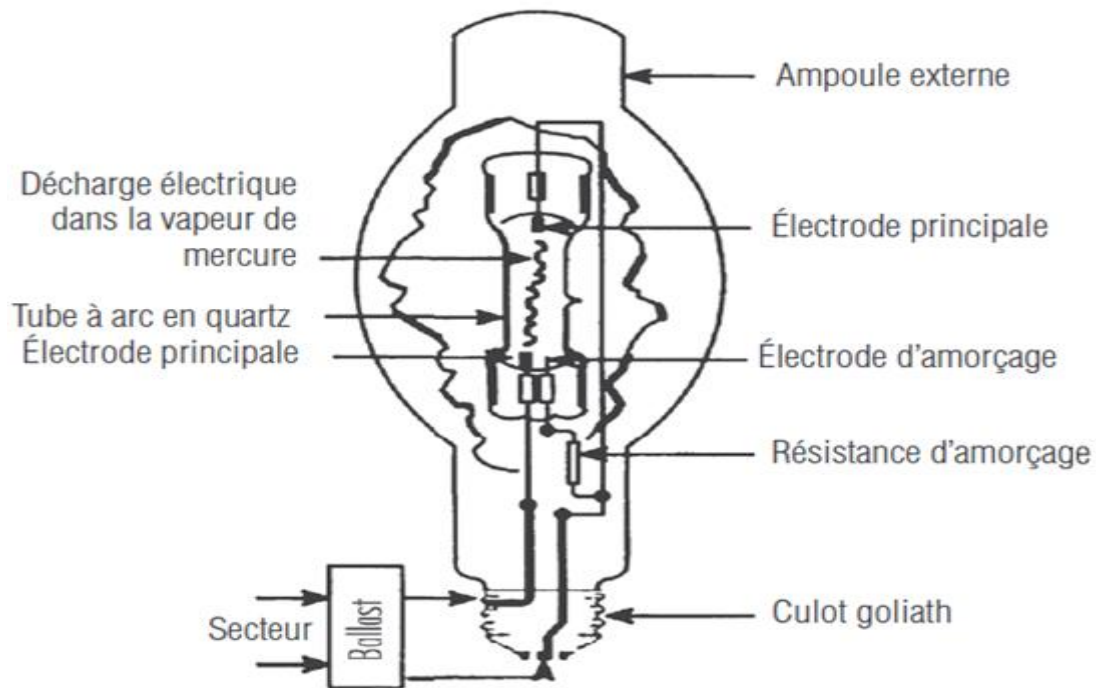


Figure 2.26. Schéma détermine les constituants de lampe à vapeur de sodium haute pression

2.3.3.3.4.Utilisations courantes

Grandes surfaces comme les magasins de détail, l'éclairage public, les zones industriels, éclairage de sécurité, les salles de sport, les parcs.

2.3.3.3.5.Avantages et inconvénients de lampes à vapeur de mercure

Avantages : la puissance nominale de 40 à 1250 watts. Le rendu des couleurs est meilleur. Durée de vie est plus long (24 000 heures ou plus).

Inconvénients : Elle contient des traces de mercure qui doivent être éliminées de manière appropriée. L'efficacité lumineuse est entre 10 et 63 par watt. La durée d'allumage et rallumage est de dix minutes. [1]

2.4. Impact des lampes usées sur l'homme et l'environnement

2.4.1. Sur l'homme

- La respiration de vapeur de mercure (méthyle mercure) provoque des effets nocifs sur les systèmes nerveux, sur les poumons et le rein.
- Le mercure peut être fatal
- Le mercure peut déformer le fœtus
- Le mercure est une substance toxique
- Le mercure être cancérogène [15]

2.4.2. Sur l'environnement

- Elles provoquent la pollution de l'environnement

2.5. Traitement des lampes usagées

Comment les reconnaître ? : Les types des lampes qui sont concernés pour le recyclage, c'est les lampes qui contiennent un symbole (poubelle barrée) parce qu'ils sont constitués des composant dangereux à la santé et l'environnement.



Figure 2.27. Symbole de la poubelle barrée

Ces types sont :

- Tube fluorescent et lampe fluocompacte parce qu'ils contiennent de mercure donc en ne peut pas jetées avec les ordures ménagères

Chapitre 2 Etude de quelques lampes

- LED est ne contienne pas des composants dangereux mais il est constitué d'un circuit imprimé et de diode électroluminescente
- Les lampes à décharge haute pression



Figure 2.28. Lampes concernées pour le recyclage

Ces lampes usées se recyclent à plus de 90% de leur poids et en utiliser ces composant pour plusieurs choses.

Si les ampoules classiques et les ampoules halogènes peuvent être évacuées via la poubelle classique, les ampoules économiques et les tubes « néons » **contiennent du mercure : ils font donc partie des déchets dangereux. Il faut les déposer dans des lieux de collecte spécifique.** [16]

2.6.Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre une généralité sur les lampes, et nous avons étudié les différents types et formes des lampes et leurs avantages et inconvénients, et aussi l'impact de ces lampes sur l'environnement et l'homme.

Références bibliographiques

- [1]. Comwell, M. G. (2005). Guide de référence de l'éclairage, page 45,53-54, 58, 46,85-102,120-123, 131,113-117.
- [2]. Brian Clegg, 2001, Light years, Wiley, p. 205-20.
- [3]. Pelletier, N. 2011. Retrait des ampoules à incandescence du marché au Canada d'ici 2012: analyse des alternatives et recommandations (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke.), page 10-33.
- [4]. Edward G. Zsibler, Chagrin Falls, and Frederick A. Mosby, Cleveland, Ohio, assignors to General Electric Company, a corporation of New York. Method of manufacture of iodine cycle incandescent lamps. Patent no 2883571 du 8 décembre 1964 .
- [5]. QA INTERNATIONAL, 2020, Tube fluorescent, Québec Amérique .
- [6]. Catalogues des fabricants, 1998-1999 : OSRAM, PHILIPS, THORN, GENERAL ELECTRIC, SYLVANIA.
- [7]. Baillot, R., & Claude, G. (2010). Le Génie fourvoyé: créateur de l'Air Liquide, du tube au néon, de l'énergie thermique des mers. EDP Sciences, Paris.
- [8]. Ismail SADKY. 2014, L'éclairage-cours sur les différents lampes.
- [9]. M. Whelan & Rick DeLair. 2011, Lampe fluorescent. Edison Tech Center.
- [10]. Pr. Peer Eric Moldvar, Sources artificielles de lumière, École Polytechnique de Montréal, page 72,188-194,17-119,140-169,124-135.
- [11]. ROAUX, E. (2005). La lampe à induction. REE. Revue de l'électricité et de l'électronique, (3), 69-73.
- [12]. M. Whelan & Rick DeLair & Dr Victor Roberts, 2011, Lampes à induction, Edison Tech Center.

[13]. M.Whelan & Rick DeLair,2011, Lampe au sodium, Edison Tech Center.

[14]. M.Whelan, 2012, Lampes aux halogénures métalliques, Edison Tech Center.

[15]. Pascal ANDUJAR & Pascal ANDUJAR & Alexis DESCATHA et auteur correspondant:
Lynda Bensefa-Colas, 2011, Intoxication au mercure, Groupe Hospitalier Cochin Saint-
Vincent-de-Paul.

[16]. Groupe institut national de recherche et de sécurité, 2008, La filière des lampes usagées
Aide au repérage des risque dans les points de collecte et les entreprise de collecte et de
recyclage, Edition INRS ED, Page6.

Chapitre 3

Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde



3.1.Introduction :

Le projet mondial de sensibilisation sur le recyclage des lampes est un projet rendu possible grâce à un accord de coopération entre l'Association de l'éclairage et Mercury Recycler et l'Agence américaine de protection de l'environnement pour le recyclage des lampes. [1]

Les lampes fluorescentes contenant toutes du mercure, Sont largement utilisées par les entreprises, les établissements publics et des bâtiments de tous types, Mais de nombreux pays dans le monde et les sociétés de production ne recyclent pas et elles ne jettent pas les lampes usagées. Il y a peu de pays intéressés par ce domaine. [2]

Pour cela, nous avons réalisé une étude sur le recyclage des lampes dans le monde.

3.2.Traitement et recyclage des lampes usagées internationales

3.2.1. Traitement et recyclage en Afrique

3.2.1.1.Traitement et recyclage au Maroc

3.2.1.1.1. Définition

La première fois le Maroc trouve des solutions pour trier et valoriser les lampes mercurielles (tube fluorescent, fluorescent...).

L'entreprise *Logipro* c'est la première unité pilote de collecte et de recyclage des lampes au Maroc qui as commencé son projet au première trimestre 2018 (janvier/ février) dans le parc industriel *SAPINO* à Casablanca. Pour ce projet l'entreprise a signé un partenariat avec le groupe *Artémise*, leader français du recyclage des sources lumineuses mercurielles.

Au Maroc la consommation des lampes est de 40 millions d'unité vendues chaque année, donc pour cette raison « l'objectif de cette entreprise est de traiter et broyer 1000 tonne de déchet par an, et de trier et broyer les déchets au Maroc pour pouvoir les exportés en France pour traitement » est annoncé par Nasreddine Yahiaoui. Cette unité a investi 2,2 millions d'euros donc plus de 24 millions DH. Tous les équipements et installation seront fournis par le partenaire Artémise. Elle démarre 21 salariés qualifiés.



Figure 3.1. Usine LOGIPRO

3.2.1.1.2. Recyclage des lampes

D'abord elle suit les phases de collecte et de transport lorsque les déchets sont arrivés à l'usine, elle commence la phase tri qui se fait manuel avec des agents qualifiés et des bacs dédiés, ces lampes sont transportées vers un tapis séparateur pour séparer les composants.

Après le broyage de verre on découle à la séparation fine des métaux ferreux (aluminium, laiton, ...), ensuite le mercure est froidi. Enfin les produits qui sont traités destinés à l'industrie pharmaceutique, réintroduit à la conception industrielle spécialisé dans les lampes et luminaire. [3]

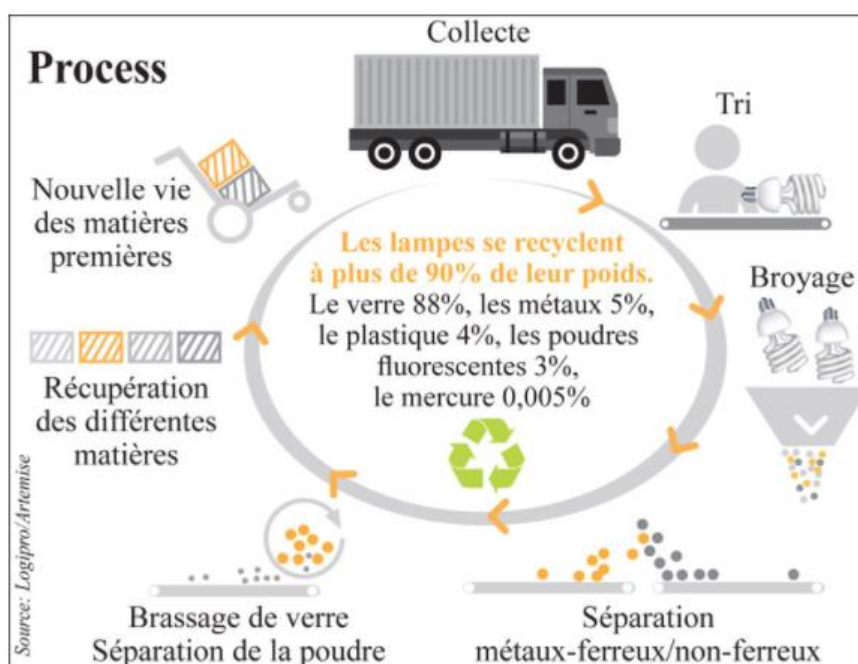


Figure 3.2. Processus de recyclage

3.2.1.2. Traitement et recyclage en Afrique du Sud

3.2.1.2.1. Définition

E-Waste Africa est la première usine africaine de recyclage des lampes qui a été créée en 2014 en Afrique du sud. Il a commandé leur matériel qui consiste en un recycleur de lampes MP8000 qui a été installé et mis en service en juillet 2014 par la société **BALCAN** du Royaume-Uni ou elle avait remporté le prix de l'innovation de la Reine pour sa technologie de recyclage. Cette entreprise offre plusieurs options pour l'élimination des déchets de lampe électriques et électroniques aux entreprises, aux institutions gouvernementales et aux organismes parapublics : stockage sur site, collecte, broyage et "recyclage des lampes", le cœur de leur activité. Cette offre répond à quatre besoins essentiels de leurs clients qui sont :

- Réduire les déchets dangereux en décharge

Chapitre 3 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde

- Conforme à la loi
- Capable de s'adapter à l'interdiction de la mise en décharge de toutes les ampoules
- L'éthique environnementale [4]



Figure 3.3. Recycleur MP8000

3.2.1.2.2. Recyclage des lampes

Aujourd'hui, certains anciens systèmes de recyclage peuvent être gravement endommagés par les lampes au mercure, et les raccords en plastique et les composants intérieurs ne réduisent pas leur taille pendant le broyage. Par conséquent, les systèmes alternatifs impliquent souvent d'opérateur pour briser le verre avec un marteau, sous le capot, pour séparer les composants des lampes. Et pour cette raison E-Waste Africa a choisi l'unité MP qui permet le travail léger de ces types et de nombreux autres types de lampes.

Le système de recyclage des lampes fluorescentes qui est utilisé E-Waste Africa sépare facilement le verre de la base en plastique, avant le nettoyage de verre de la poudre fluorescente contenant du mercure. Cette poudre est particulièrement difficile à enlever en raison du système de dosage du fabricant de revêtement de verre, mais le recycleur de lampes MP E-Waste Africa réalise un vitrage transparent, et ce système permet de traiter plus de 5000 tubes linéaires entiers par heure.

Les culots de lampe récupérés lors du recyclage contiennent des minéraux tels que

l'aluminium et le laiton, ainsi que du plastique et de petites quantités de verre. Ils sont généralement liés entre eux et il est difficile de séparer les métaux purs. E-Waste Africa a développé un processus dans lequel les embouts sont broyés pour libérer les métaux les uns des autres, après ça les métaux sont séparés les uns des autres par un séparateur vibrant de métaux en fonction de leur densité.

3.2.1.2.3. Installation de recyclage de poudre luminophore LPX

L'usine de recyclage des poudres luminophores LPX utilise un procédé chimique breveté pour produire des métaux de terres rares de valeur, tels que l'oxyde d'yttrium et l'oxyde d'europium, à partir des résidus fins (poudres luminophores) générés par un système de recyclage des lampes. Le procédé chimique fait appel à des procédés hydro métallurgiques et d'extraction par solvant pour produire des oxydes de métaux de terres rares de grande pureté.

En outre, le mercure présent dans les poudres est capturé et converti en sulfure de mercure naturel et non toxique. Ainsi, non seulement le processus permet de traiter le résidu toxique, mais il permet également de produire des produits chimiques précieux.

Le procédé automatisé LPX a été développé en collaboration avec l'université du KwaZulu-Natal, notre usine pilote étant pleinement opérationnelle. [5]

3.2.2. Traitement et recyclage des lampes en Europe

3.2.2.1. Traitement et recyclage en France

3.2.2.1.1. Définition

En France, il existe une organisation appelée Ecosystème, spécialisée dans le recyclage des lampes contenant l'image de poubelle barrée que l'on voit sur la lampe et / ou sur l'emballage. Ecosystème c'est une éco-organisme à but non lucratif agréé par les pouvoirs publics pour la collecte, la dépollution et le recyclage des déchets équipement électrique et électronique (DEEE) ménager comme (TV, lampe, machine à laver, ...), DEEE professionnel comme (les équipements médicaux, les équipements chantier, ...). [6]

3.2.2.1.2. Recyclage des lampes

A. **Collecte** : Pour cette phase les consommateurs rapportent leur lampes usées au réseau de point de collecte mis en place écosystème, il existe plusieurs points de collecte (Distributeur grand public, Déchèteries participante, Distributeur professionnel) ce service gratuit, et aussi faire la collecte par des prestataires (prestataire de collecte de déchets et prestataire de maintenance et d'installation) ce service payant, lorsque les conteneurs sont

pleins les point de collecte fait un appel à écosystème pour l'enlèvement. Les conteneurs sont acheminés et stocker dans le centre de regroupement, ensuite ils sont transportés vers le centre de traitement. [7]

B. **Traitement de tube** : Pour faire le traitement des tubes, il faut passe sur sept étapes :

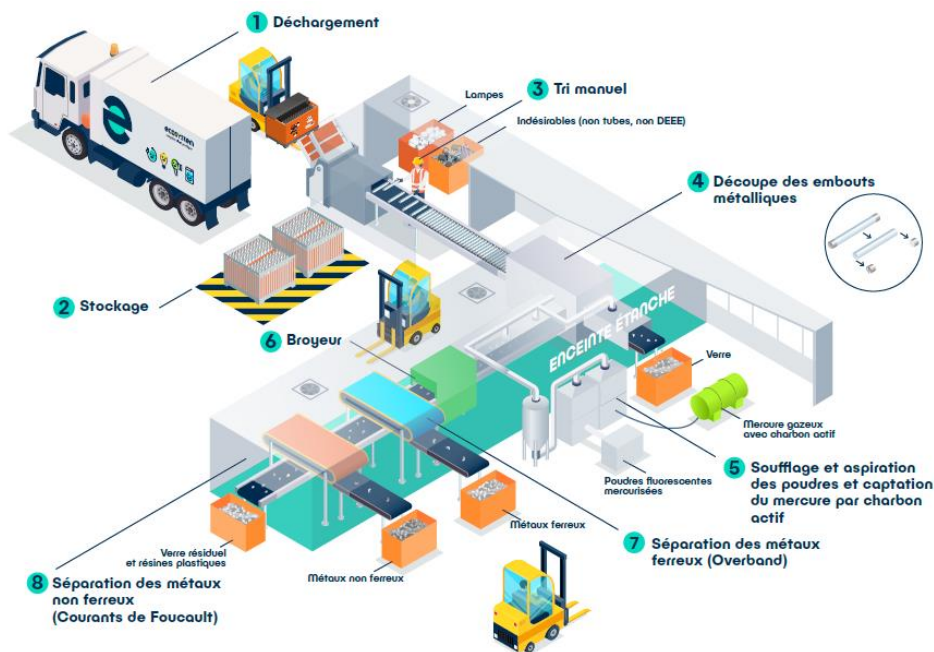


Figure 3.4. Processus de traitement des tubes

- (1) **Déchargement et stockage** : d'abord les tubes sont déchargés avec précaution, ensuite sont stockés au cours d'attente le traitement. Au début du traitement, les tubes passent à l'étape de tri manuel par un convoyeur.
- (2) **Tri manuel** : les tubes sont triés par des opérateurs sur des tables convenables, et cette technique permet d'éliminer les autres types de lampes. Cette zone contient d'un système de renouvellement d'air pour protéger les opérateurs.
- (3) **Découpe des embouts métalliques** : la découpe des embouts permet de faciliter l'accès aux poudres fluorescentes et/ou au mercure contenus à l'intérieur des tubes. Cette découpe permet de récupérer le verre sans impureté et de séparer les autres fractions.
- (4) **Soufflage et aspiration des poudres et captation du mercure par charbon actif** : après le découpage des embouts, les poudres fluorescentes mécurisées sont soufflées et aspirées dans les filtres à charbon pour capturer le mercure.
- (5) **Broyeur** : les embouts sont broyés à travers un broyeur qui les arrache en petites morceaux plus faciles à trier par les installations suivantes.
- (6) **Séparation des métaux ferreux** : cette étape permet d'extraire les fractions de métaux ferreux.

(7) **Séparation des métaux non ferreux** : on fait la séparation des métaux non ferreux à l'aide de champs magnétiques.

C. **Traitement des lampes** : Pour faire le traitement des lampes, on doit passer par sept étapes :

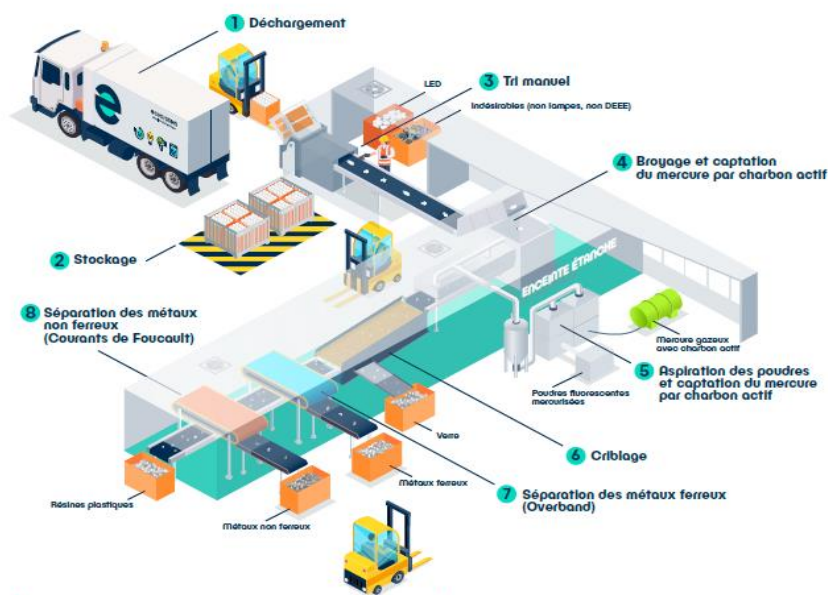


Figure 3.5. Processus de traitement des lampes

(1) Premièrement, les deux premières étapes de traitement des lampes sont les mêmes que les deux premières étapes de traitement des tubes.

(2) **Broyage et captation du mercure par charbon actif** : les lampes passent à travers un broyeur sous atmosphère confinée. Le système de confinement permet capter et d'extraire le vapeur de mercure à l'aide de charbon actif.

(3) **Aspiration des poudres fluorescentes et captation de mercure** : les poudres contenues dans les lampes sont aspirées et le mercure restant est capturé par le charbon actif.

(4) **Criblage** : cette étape permet de séparer différents éléments en fonction de la granulométrie. Ainsi, le verre, qui contient des particules plus petites, est séparé des autres fractions.

(5) Dernièrement, les deux étapes dernières de traitement des lampes sont les mêmes que les deux dernières étapes de traitement des tubes. [8]

D. **Centres de traitement** : il y a deux centres *Artémise* et *LUMIVER*

➤ **Artémise (Aube Recyclage et Traitement d'Éléments Mercuriels Issus de Source d'Éclairage)** : est une usine de traitement implantée à Vulaines créée en août 2011. Cette

Chapitre 3 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde

société activée principalement au traitement de source lumineuse. La création a été motivée par leur volonté de garder l'activité de recyclage des sources lumineuse sur le sol français. [9]. Artémise à recycle 2300 tonnes en 2016 et 2500 tonnes en 2017 sachant que la consommation des lampes en France est à 122 millions d'unité [3]. Dans l'année 2018 elle réalise un chiffre d'affaire de 2070600,00 €. [10].

Les processus de recyclage qui sont suivent par Artémise :

Pour la phase collecte les consommateurs rapportent leur lampe usée au réseau de point de collecte mis en place l'éco-organisme Recyclum. Les conteneurs sont acheminés et stockés dans le centre de regroupement, ensuite ils sont transportés vers les centres de recyclage. [7]

Lorsque arrive les conteneurs sont pousse et enregistrer dans l'extranet, puis effectue le tri manuel par des opérateurs qualifiés afin d'éliminer les lampes à filament (classique, halogène) ou autre produit qui ne sont pas démantelés par Artémise, donc ils sont renvoyés à des filières spécifique. [11]

Après les tubes sont découpé et les ampoules sont broyées, ils sont acheminés vers le tapi séparateur qui permet de séparer le verre, la poudre fluorescente mercurisée et les métaux ferreux et non ferreux. Ensuite on fait brassage de verre. [11]

Selon Jean-Marie Bailly le président de l'entreprise toute les machines de traitement sont équipées de système d'aspiration et de filtre captant les vapeurs de mercure et un contrôleur permanent mesure le taux de mercure en rejet. [3]



Figure 3.6. Usine ARTEMISE

- **Lumiver** : est une société à responsabilité limitée, qui a été activé depuis 21ans. [12] Elle est spécialisée dans la collecte, traitement et valorisation de déchet électrique et électronique (équipement informatique, lampes et tube, matériel grand public, dispositifs

Chapitre 3 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde

médicaux, outils d'électricité électronique, instruments de surveillance et contrôle, gros & petits appareil ménager, jouet et équipement de sport et de loisirs, distributeur automatique, matériel d'éclairage), et dans la collecte, traitement et regroupement (de piles, accumulateurs et batteries, cartouche & toners, bombe aérosols, emballage souillés, extincteur, détecteur incendies et radiographies), et aussi dans la prise en charge (bouteilles de gaz, transformateur) [13]. Cette entreprise a réalisé un chiffre d'affaire 121900.00 € en 2015, le nombre d'employés varie entre 10 et 19 employés et le gérant de cette entreprise est Frederic DUTRIEZ. [12]



Figure 3.7. Usine LUMIVER

3.2.3. Traitement et recyclage des lampes au nord-américain

3.2.3.1. Traitement et recyclage des lampes au Canada

3.2.3.1.1. Définition

Le gouvernement fédéral canadien a interdit la fabrication et l'importation au Canada de produit contenant du mercure sauf les produits qui ils n'existent pas des solutions de rechange sur les plan technique ou économique comme les lampes.

Le ministre de l'environnement et du changement climatique élabore une stratégie nationale sur l'élimination sûre et écologique des lampes contenant du mercure, en coopération avec les gouvernements provinciaux et territoriaux, ainsi que d'autres administrations canadiennes responsables de l'environnement.

3.2.3.1.2. Etapes du recyclage des lampes

- (1) **Collecte** : le collecte des lampes se faire par plusieurs des organisations public, privés et les organisations sans but lucratif, et après ils transportent vers les centres de traitement.

Chapitre 3 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde

- (2) **Concassage des lampes** : les lampes sont concassées pour faciliter le stockage et le transport par un appareil de concassage qui est monté sur le rebord d'un baril en acier standard de 205 L. Cet appareil a contenu un système de filtration pour capter le mercure ou le mercure est capturé dans un baril avec les fractions des lampes. Cependant, cela ne signifie pas que le mercure ne peut pas rejeter dans l'air, mais plutôt lorsque des pièces telles que le filtre sont changées ou lorsque le baril rempli est fermé.
- (3) **Transport** : pendant le transport les lampes peuvent se brisées lorsque les conteneurs ne sont pas bien emballés, ce qui provoquer un dégagement de mercure, et pour réduire les rejets il faut transportés dans des conteneurs durables et scelles, et aussi il faut bien fixés les conteneurs pendant le transport.
- (4) **Traitement des lampes** : les centres de traitement des lampes utilisent des machines spécialement pour concasser les lampes et séparer leur composant (verre, métal (embouts), plastique, poudre phosphore (fluorescent)) afin de réduire au minimum les rejets de mercure.

La plupart de mercure se trouve dans la poudre fluorescente, qui est séparé par un traitement ou élimination supplémentaire. Les vapeurs de mercure sont captés par des filtres au charbon, qui doit être traités comme des déchets dangereux lorsqu'ils sont remplacés.

Canada compte neuf installations de traitement des lampes agréées localement qui sont périodiquement contrôlées pour assurer un fonctionnement sûr. Les entreprises de traitement n'ont pas indiqué, qu'ils avaient traité les composants des lampes pour éliminer toute possibilité de contamination au mercure après le traitement.

- (5) **Recyclage et élimination** : le mercure capté par le traitement des lampes qui est envoyé pour l'élimination ou le stockage à long terme pour éviter que le mercure ne soit rejeté dans l'environnement. Au Canada il existe deux centres d'élimination du mercure, mais lorsque la plupart de mercure se trouve dans la poudre fluorescente, il est envoyé les poudres à des centres aux Etats-Unis pour récupérer le mercure sous forme pure. Les autres composants des lampes peuvent être recyclés comme les métaux sont des composants le plus facile pour recycler ou éliminer comme le verre n'est pas recyclé parce que la technique est difficile et plus coûteuse. [14]

De toutes les entreprises spécialisées dans le recyclage des lampes au Canada, nous avons choisi **RLF** car c'est la seule entreprise sur laquelle nous avons trouvé des informations.

La société de Recyclage des Lampes Fluorescent A à Z (RLF) est une entreprise leader de

Chapitre 3 : Traitement et recyclage des lampes usagées dans le monde

recyclage des lampes fluorescent depuis plus de 20 ans. Cette entreprise utilise un procédé de traitement exclusif pour recycler les lampes contenant du mercure, qui combine d'importantes économies de ressources avec un haut degré d'efficacité opérationnelle. Le résultat obtenu est une solution économique et respectueuse de l'environnement pour l'élimination des tubes fluorescents et des lampes à haute densité.



Figure 3.8. Usine RLF

La société RLF utilise un système de traitement nommé « modèle 2000 », ce système vous donne l'assurance que vos lampes seront recyclées de la manière la plus sûre et la plus économique. Ce réseau d'installations leur permet d'offrir des services de recyclage des lampes bon marché partout au Canada et États-Unis. Le modèle 2000 permet de recycler par une capacité de 60.000 lampes par jour, le résultat obtenu est un processus continu et fermé pour l'élimination de tous les types de tubes fluorescents et des lampes à haute densité.

L'entreprise suit ces processus pour faire le traitement :

Premièrement, les lampes pénètrent dans le système par une chambre chargée négativement où elles sont broyées, libérant de la vapeur de mercure qui est capturée et instantanément filtrée à travers un dispositif de filtrage continu à plusieurs étapes, ensuite les composants de la lampe sont séparés par un flux de gaz, calibrés mécaniquement puis triés selon le processus en instance de brevet. L'ensemble du processus de recyclage est soumis à une pression négative. Le résidu quittant le système est constitué d'aluminium et d'autres métaux, en plus du verre de la lampe, qui sont des matériaux contenant des quantités minimales de mercure (90 à 95% de moins que les limites de toxicité et de lixiviats fixées par le ministère de l'Environnement). [15]

3.3. Traitement et recyclage des lampes usagées en Algérie

Dans cette partie, nous avons fait des recherches sur terrains et nous avons constaté qu'il n'y a pas de traitement et de recyclage des lampes utilisées en Algérie, c'est pourquoi nous avons voulu inclure des informations sur le nombre de déchets de lampes et la consommation annuelle de lampes en Algérie. Malheureusement, il n'y a aucune information à ce sujet sur Internet.

En ce qui concerne le nombre de lampes usagées, nous avons appelé l'Agence nationale des déchets, Organisation APOCE (Association de Protection et Orientation du Consommateur et son Environnement) et l'Association d'hygiène pour le développement durable dans l'état de Souk Ahras, où ils nous ont dit qu'il n'y avait pas de statistiques sur les lampes usagées. Autrement dit il n'y a pas de véritable système de recyclage en Algérie.

Concernant la consommation annuelle des lampes en Algérie, nous avons contacté le ministère du Commerce, mais malheureusement, il n'y a pas de réponse. Nous ne sommes pas arrêtés à ce point, mais nous avons continué à travailler et nous sommes allés dans les supermarchés situés à El Eulma, dans la wilaya de Sétif, mais chaque fois que nous y allons, ils nous disent que le gérant n'est pas là, et tout cela est juste pour nous éloigner.

3.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le traitement et le recyclage des lampes usagées dans le monde et déterminé comment ces pays recyclent les lampes et les techniques suivies par chaque pays.

D'après les recherches que nous avons faites en Algérie nous avons trouvé qu'il n'y a pas de traitement et recyclage des lampes usagées.

Références bibliographiques

Livre du module de formation sur le projet de sensibilisation au recyclage des lampes pour les générateurs et les manipulateurs de lampes fluorescentes et au mercure (et de ballasts) (formation requise en vertu de la règle mondiale sur les déchets). édition d'une heure.

[2]. Livre sur l'élimination et le recyclage des lampes fluorescentes de la région 2 de l'EPA
Un guide sur les relations commerciales et publiques dans le New Jersey et New York

[3]. Amin RBOUB. 26/10/2017. Edition N°:5135.

[4]. E-wasteAfrica, 2019, ABOUT E-WASTE AFRICA.

[5]. E-wasteAfrica, 2018, LAMP RECYCLING.

[6]. Ecosystem, 14 08 2020, Qui sommes-nous, Ecosystem. France.

[7]. Groupe institut national de recherche et de sécurité, 2008, La filière des lampes usagées
Aide au repérage des risque dans les points de collecte et les entreprise de collecte et de recyclage, Edition INRS ED 6043, Page9.

[8]. Jr. Catherine Monce, JANVIER 2020,Recyclon le monde : REVUE DE PRESSE.

[9]. Artemise. 28 08 2018. Qui-sommes-nous.

[10]. Societe, 04 05 2019, Artemis, SOCIETE SAS.

[11]. Olivier Laverne, 28 08 2018, Installation, Artemise.

[12]. Societe,26 06 2013, Lumiver, SOCIETE SAS.

[13]. Lumiver. 23 02 2020. Historique.

[14]. Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par la ministre de l'Environnement et du Changement climatique, 2019, Rapport de référence : Gestion de fin de vie utile

des lampes contenant du mercure au Canada, Environnement et du Changement
climatique Canada, page 4, p 22-23.

[15]. Richlyn Systems Ltd,2018, RLF Canada AàZ inc.

Chapitre 4

Création d'entreprise pour recyclage des lampes usées en Algérie



4.1.Introduction

Nous nous consacrons au recyclage des ampoules usagées, car elles sont importantes dans notre vie. Aujourd'hui, le recyclage aide à protéger la santé humaine et l'environnement contre les dangers des lampes dus à la présence des composants dangereux contenant dans des lampes. C'est pourquoi nous sommes posés la question pourquoi ne pas créer une société de recyclage de lampes en Algérie.

Dans ce chapitre, nous avons réalisé de nombreux travaux, à savoir :

Nous avons fait une étude de sélection de site d'entreprise en utilisant la méthode multicritère, exactement nous avons utilisé la méthode AHP.

Nous avons fourni une étude sur la façon de recycler les lampes usagées en détail et la technique que nous avons choisie.

Nous allons créer une application pour faciliter la communication entre l'entreprise et les fournisseurs.

4.2.Définition

ENRLB (Entreprise Nationale de Recyclage des Lampes BENAÏSSA) est la première entreprise nationale de recyclage des lampes usées en Algérie qui va être spécialisée dans le traitement de tous les types des lampes. L'objectif de notre société est de préserver la santé humaine et l'environnement des dangers des lampes usagées, valoriser les déchets (lampes usagées), contribuer au développement économique et réduire le chômage.

4.3.Sensibilisation

La culture du recyclage des lampes est inconnue chez les algériens, c'est pourquoi le peuple algérien devrait être éduqué sur cette question en termes d'objectifs, et l'un de leurs objectifs les plus importants est de protéger les personnes et l'environnement des dangers des lampes usagées.

Pour ce projet nous allons choisir quelques activités publicitaires qui sont :

- Vidéos et des annonces sur les réseaux sociaux
- Publicités en TV et Radio
- Evénements
- Affichages

4.4. Etude stratégie

Dans cette étape, nous choisissons le site approprié pour notre entreprise par rapport à des critères, et pour cette étude nous utilisons la méthode multicritère d'aide à la décision exactement la méthode *AHP* qui permet de sélectionner le meilleur site ou nous allons installer l'entreprise.

4.4.1. Définition de la méthode AHP

L'analyse hiérarchique des procédés (AHP) est une méthode multicritère d'aide à la décision considérant plusieurs critères pour sélectionner la meilleure décision, elle a été créée dans les années 1970 par Thomas Saaty. Elle a été développée pour optimiser l'allocation des ressources lorsqu'il y a plusieurs critères à considérer.

L'AHP facilite l'analyse des solutions en les structurant de façon hiérarchique selon vos critères.

4.4.2. Principe de la méthode

- Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique
- Effectuer les combinaisons binaires
- Déterminer les priorités
- Synthétiser les priorités
- Cohérence des jugements [1]

4.4.3. Application de la méthode

- **Étape 1 : Choisir le nombre de site :** Les sites qui sont : Alger, Oum El Bouaghi, Sétif
- **Étape 2 : Choisir le nombre de critères :** Les critères qui sont : nombre des clients, nombre des grossistes
- **Étape 3 : Choisir le nombre de hiérarchie**
 - ❖ **Niveau 0 c'est le but :** notre objectif qui est la sélectionner le meilleur site candidat à partir d'un ensemble des sites candidats
 - ❖ **Niveau 1 c'est les critères :** 2 critères : (nombre des clients, nombre des grossistes)
 - ❖ **Niveau 2 c'est les alternatif :** 3 sites :(Alger, Oum El Bouaghi, Sétif)
- **Étape 4 : Construire la matrice originale**

Tableau 4.1. Matrice originale

Chapitre 4 : Création d'entreprise pour recyclage des lampes usées en Algérie

	Nombre des clients	Nombre des grossistes
Nombre des clients	1	4
Nombre des grossistes	1/4	1
Somme des colonnes	5/4	5

Les valeurs de cette matrice représentent l'importance d'un critère par rapport à un autre sur une échelle de 1 et 9.

➤ Etape 5 : Ajuster la matrice originale

Tableau 4.2. Ajustement de la matrice originale

	A : Nombre des clients	B : Nombre des grossistes	Le poids (A+B)/2
Nombre des clients	$1 \cdot 4/5$	$4 \cdot 1/5$	0.8
Nombre des grossistes	$1/4 \cdot 4/5$	$1 \cdot 1/5$	0.2
Somme des colonnes	/	/	1

Objectif : Cette étape permet la normalisation de la matrice d'origine.

Pour ce faire, nous divisons chaque nombre dans la colonne de la matrice d'origine par la somme de la même colonne dans cette matrice. Une fois cette matrice aplatie, nous calculons la moyenne arithmétique des nombres de chaque ligne. Notez que chaque ligne correspond à un standard.

➤ Etape 6 : Comparaison entre les sites

Comparer les sites aux critères sur une échelle de 1 à 9 (nous répétons les mêmes étapes que la matrice d'origine mais cette fois entre sites pour chaque critère).

Comparaison entre les sites par rapport à le nombre des clients

Tableau 4.3. Matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des clients

	Alger	Oum El Bouaghi	Sétif
A : nombre des clients	/	/	/
Alger	1	3	1/6
Oum El Bouaghi	1/3	1	1/7
Sétif	6	7	1
Somme des colonnes	22/3	11	55/42

Tableau 4.4. Ajustement de la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des clients

	a : Alger	b : Oum El Bouaghi	c : Sétif	Poids (a+b+c)/3
A : nombre des clients	/	/	/	/
Alger	$1*3/22$	$3*1/11$	$1/6*42/55$	0,179
Oum El Bouaghi	$1/3*3/22$	$1*1/11$	$1/7*42/55$	0,082
Sétif	$6*3/22$	$7*1/11$	$1*42/55$	0,739
Somme des colonnes	/	/	/	1

➤ Comparaison entre les sites par rapport à le nombre des grossistes

Tableau 4.5. Matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des grossistes

	Alger	Oum El Bouaghi	Sétif
B : nombre des grossistes	/	/	/
Alger	1	3	1/5
Oum El Bouaghi	1/3	1	1/7
Sétif	5	7	1
Somme des colonnes	19/3	11	47/35

Tableau 4.6. Ajustement de la matrice originale de comparaison entre les sites par rapport à le nombre des grossistes

Chapitre 4 : Création d'entreprise pour recyclage des lampes usées en Algérie

	a : Alger	b : Oum El Bouaghi	c : Sétif	Poids (a+b+c)/3
B : nombre des grossistes	/	/	/	/
Alger	1*3/19	3*1/11	1/5*35/47	0,193
Oum El Bouaghi	1/3*3/19	1*1/11	1/7*35/47	0,083
Sétif	5*3/19	7*1/11	1*35/47	0,724
Somme des colonnes	/	/	/	1

➤ **Etape 7 : Choisir les meilleurs sites**

Dans cette étape on multiplie les poids obtenus de chaque site par rapport à chaque critère par le poids correspondant à ce critère dans la matrice normalisée. Par la suite on calcule la somme des nombres sur chaque ligne. Chaque ligne correspond à un site.

Tableau 4.7. Matrice finale

	A : nombre des clients	B : nombre des grossistes	Poids (A+B)/2	Classement
Alger	0,8*0.179	0,2*0,193	0.091	2
Oum El Bouaghi	0,8*0,082	0,2*0.083	0,0411	3
Sétif	0,8*0,739	0,2*0,724	0,368	1
Somme des colonnes	/	/	1	

Donc à partir cette méthode on a trouvé que le meilleur site pour localiser notre société est dans le site de Sétif.



Figure 4.1 Meilleur site

4.5. Forme juridique

Le modèle que nous avons choisi pour notre société est la SARL.

La SARL (Société à responsabilité limitée) est une forme juridique composée de deux à vingt associés, au capital d'au moins 100 000 dinars algériens. Ce modèle peut être géré par un ou plusieurs gérants et leurs responsabilités sont limitées.

4.6. Etude technique

Dans cette partie nous allons étudier comment se fait le recyclage des lampes usagées

4.6.1. Collecte

Recrutement des personnes pour travailler dans la collecte des déchets d'ampoules.

Il existe quatre façons de collecter ces lampes :

- **Décharge publique** : ils vont le chercher dans la décharge des déchets.
- **Porte à porte** : ils vont aux maisons, afin de collecter les lampes et bien sur ces lampes sont payantes en fonctions de leur quantité.
- **Enterprise** : ils vont aux entreprises, les écoles, les hôpitaux, etc. Nous devons avoir des bacs à ordures pour jeter les lampes en pannes.
- **Grossistes** : faire des accords avec les grands grossistes des lampes pour collecter les lampes usagées.

4.6.2. Tri manuel

Après le déchargement les lampes passent à l'étape de tri manuel qui se fait par des opérateurs pour séparer les ampoules LED et les autres types des lampes, les ampoules LED sont acheminées à l'atelier de traitement des ampoules LED et les autres lampes acheminent vers autre atelier.

4.6.3. Equipements utilisés

Nous allons démontrer le matérielle utilisée dans ce contexte de recyclage des lampes usagées avec leur caractérisation

Tableau 4.8. Matérielles utilisées et leurs caractéristiques

Matérielles	Caractéristiques
<p>Machine séparateur courant Foucault</p> 	<p>Type : Séparateur Magnétique N° de Modèle : ECS65P Certificat : ISO9001 : 2000, CE Économie d'énergie Capacité de Production : 50sets/Month Garantie : 1 an Prix : 1800000.00 DA</p>
<p>Aimant de levage électrique</p> 	<p>Catégorie : Matériel professionnel Etat : Etat neuf Capacité jusqu'à 700 Kg Prix : 95000 DA Fixe</p>
<p>L'unité MPC 4000</p> 	<p>Consommation totale en énergie : 12KW/ heure Capacité : 38 400 lampes par équipe postée de 8 heures Le filtre anti poussière nécessite une alimentation constante en air comprimé de 3,6 m3/h à 75-80psi. Prix : 92500000.00 DA</p>

4.6.4. Etapes de recyclage

Pour le recyclage des lampes usagées, il existe deux séries, une pour les ampoules LED et une pour les autres lampes.

4.6.4.1. Ampoules LED

Nous démontons manuellement les composants des lampes LED afin de préserver les systèmes optiques. Le corps de la lampe est posé dans des conteneurs pour stockage, et aussi les circuits imprimés et les diodes électroluminescentes sont stockées dans des conteneurs. Une fois les culots retirés, ils sont transportés vers le broyeur pour séparer le plastique des métaux ferreux.



Figure 4.2. Composants de lampe LED

4.6.4.2. Autres types des lampes usagées

Après le tri manuel, les acheminent vers un broyeur afin de séparer les lampes en diverses fraction verre, métaux, plastique, mercure, poudre fluorescente, et ce broyeur doit contenir un filtre à charbon active pour capter le mercure et un filtre anti poussière pour capter la poudre. Ensuite on fait la séparation des métaux ferreux et métaux non ferreux. Pour séparer les métaux ferreux on utilise un aimant, pour séparer le non ferreux on utilise un séparateur courant Foucault en fonction de leur densité.

D'abord notre société utilise l'unité MPC 4000 pour recycler les lampes usagées de tous les types et de toutes tailles.

Cette unité se compose de :

- **Broyeur** : pour broyer les lampes usagées en différentes fractions de verre, de plastique, de métaux, de mercure et de poudre fluorescente.
- **Double séparateur** : la première section divise les lampes usagées chargées dans le raccord, tandis que la deuxième section effectue la séparation finale des composants et produit un verre extrêmement propre.



Figure 4.3. Double séparateur

- **Filtre anti poussière** : ce filtre capture la poudre fluorescente d'un volume de 5 microns, puis la décharge dans un baril de 210 litres, qui est placé sur le baril. Ce filtre permet de faire fonctionner l'ensemble de l'installation sous pression négative pour qu'il n'y ait pas de fuite de poussière et de vapeur en l'atelier.
- **Filtre à charbon actif** : permet de capter le mercure contenant dans les ampoules et les tubes fluorescents.



Figure 4.4. Unité MPC 4000

- **Séparation métaux ferreux** : pour séparer les métaux ferreux on utilise un aimant.



Figure 4.5. Aimant de levage électrique

Chapitre 4 : Création d'entreprise pour recyclage des lampes usées en Algérie

- **Séparation métaux non ferreux** : pour séparer les métaux non ferreux on utilise un séparateur courant Foucault à l'aide de champ magnétique.



Figure 4.6. Machine séparateur courant Foucault

4.7. Etude financière

Dans cette partie, nous évaluerons le projet
La parcelle désignée pour la construction 50 m²

Tableau 4.9. Evaluation du projet

Désignation	Prix (DA)
Coût de Parcelle de terre	4 000 000
Coût de construction	7 000 000
Unité MPC 4000	92 500 000
Machine séparateur courant Foucault	1 800 000
Aimant de levage électrique	95 000
Somme de toute l'installation	105395 000

4.8. Client

Entreprises clientes à l'échelle nationale

- RASKALATOUT Bouinan-Blida - Algérie
- MELOUKA Travaux des Terrassements & Routiers, MTTR El oued – Algérie
- Nord Sud environnement, MTTR El oued – Algérie
- SABA GLASS, SARL Chelghoum laid-Mila – Algérie
- FADRICOPLAST, EURL Chebli-Blida – Algérie
- Belaid Recuperation El oued – Algérie

- LED Power Lampe électrique Alger-Algérie
- ENERGYDIS Alger-Algérie

4.9. Réalisation d'une application de communication

Nous avons créé une application simple pour faciliter la communication entre l'entreprise et les grands grossistes

Cette application représente le point de contact de l'entreprise avec les fournisseurs, telle qu'elle est connue pour l'entreprise en particulier

Nous avons créé cette application en utilisant *appinventor* : C'est un logiciel qui permet de programmer des applications Android et dépend des outils de glisser-déposer et contient des éléments avec des codes de programmation à travers lesquels toutes les idées peuvent être conçue et convertie en une application, et c'est l'un des programmes les plus simples pour créer une application Android.

4.9.1. Base de données :

MCD : MCD (Modèle Conceptuel de Données) est un outil majeur dans la méthode *Merise*, il est une représentation graphique permet de comprendre facilement comment les différents éléments relier entre eux, afin de décrire de façon structurée les données qui seront utilisées par le système d'information.

On a utilisé le logiciel *looping* pour réaliser le MCD

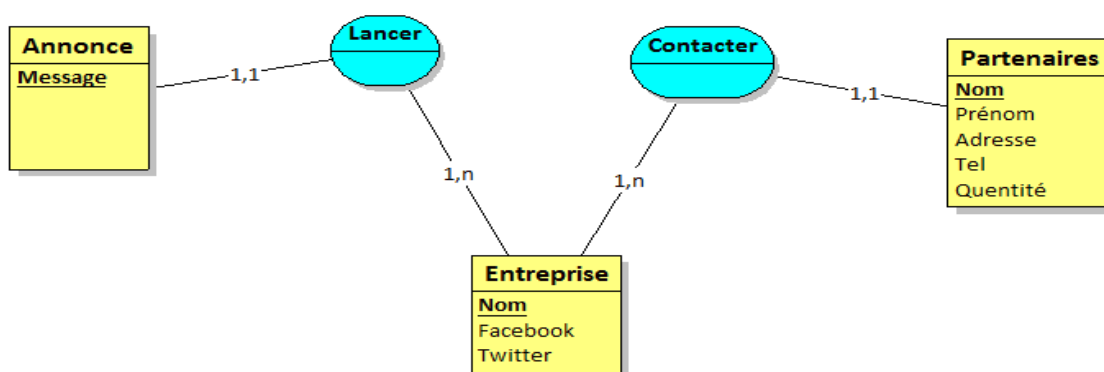


Figure 4.7. MCD de notre application

MLD : Le modèle de données logique est une étape qui permet d'introduire la structure statique d'un système d'information sans forme d'un le modèle de données relationnel, et il vise à traduire le modèle de données conceptuel selon le SGBD pour une utilisation lors du développement d'une application. [2]

Le MLD de notre application :

Entreprise (nom, Facebook, Twitter)

Partenaires (**nom**, prénom, adresse, quantité, #nom)

Annonce (**message**, #nom).

4.9.2. Conception de SysML de notre application

4.9.2.1. Définition de SysML

Le langage SysML (System Modeling Language) est une modélisation spécifique au domaine de l'ingénierie système qui permet la spécification, la vérification, la validation, la conception, l'analyse de nombre système. Ce langage est conçu autour de neuf types de diagramme. Tous sont personnalisés pour représenter les concepts particuliers du système.

4.9.2.2. Diagramme de cas d'utilisation :

Un cas d'utilisation (use case ou UC) est un ensemble de séquences d'actions qu'un système prend et qui produisent un résultat observé lié à un acteur particulier. Chaque cas d'utilisation définit un comportement attendu pour le système dans son ensemble, sans imposer une représentation de ce comportement. Il permet de décrire ce que le futur système devra faire, sans préciser comment le faire. [3]

Le cas d'utilisation doit être lié à au moins un acteur.

Pour réaliser ce diagramme nous avons utilisé le logiciel *dia*

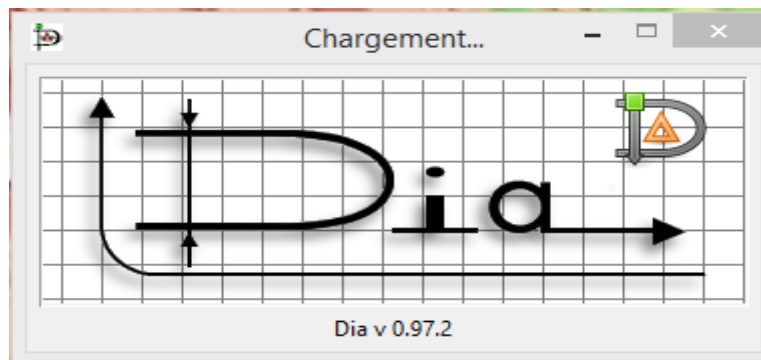


Figure 4.8. Logiciel dia

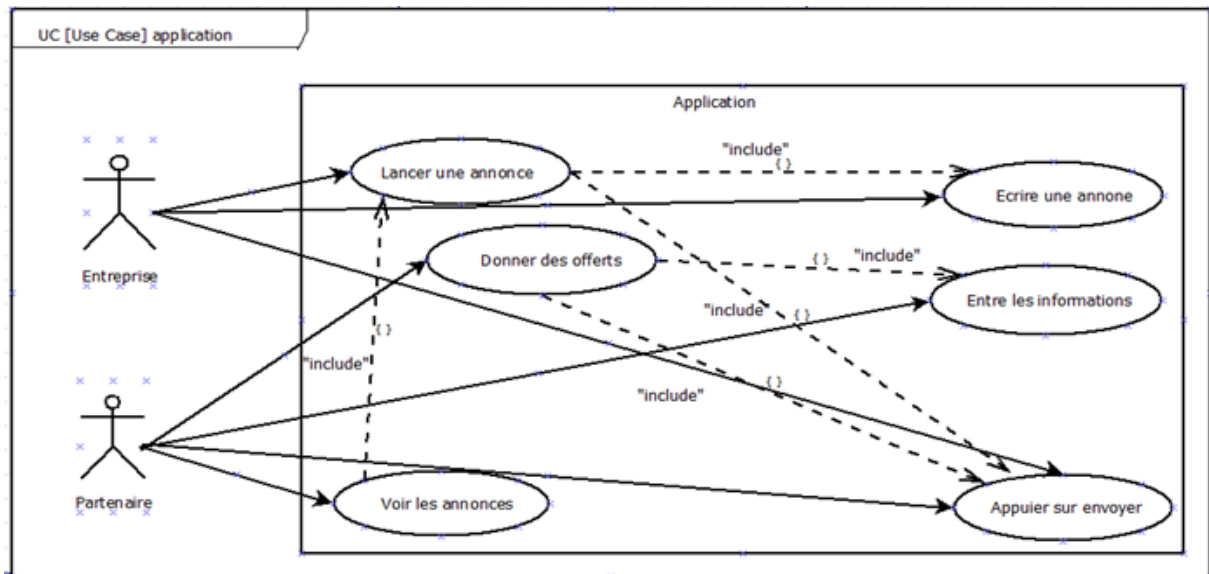


Figure 4.9. Diagramme de cas d'utilisation de notre application

4.9.2.3. Diagramme de séquence

C'est un dialogue entre le ou les acteurs et le système sous forme de messages graphiques, qui expose en détail la façon dont les opérations sont effectuées entre eux. Les objets impliqués dans l'opération sont répertoriés de gauche à droite en fonction du moment où ils prennent part dans la séquence de messages. [4]

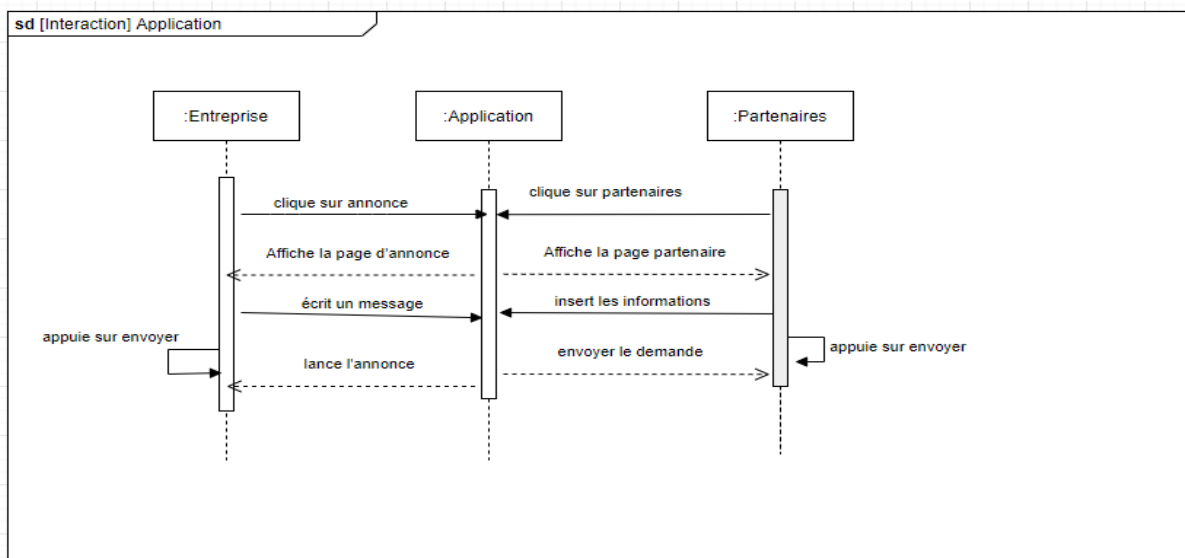


Figure 4.10. Diagramme de séquence de notre application

4.9.2.4. Diagramme de définition de bloc :

Le diagramme de définition de cluster d'un système définit l'architecture matérielle du système sous la représentation arborescente. Chacun d'eux est limité à la définition de la classe de composant principal, et constitue le bloc de base pour la modélisation de l'architecture système. [5]

Ce bloc peut représenter un système entier, un sous-système ou un composant initial.

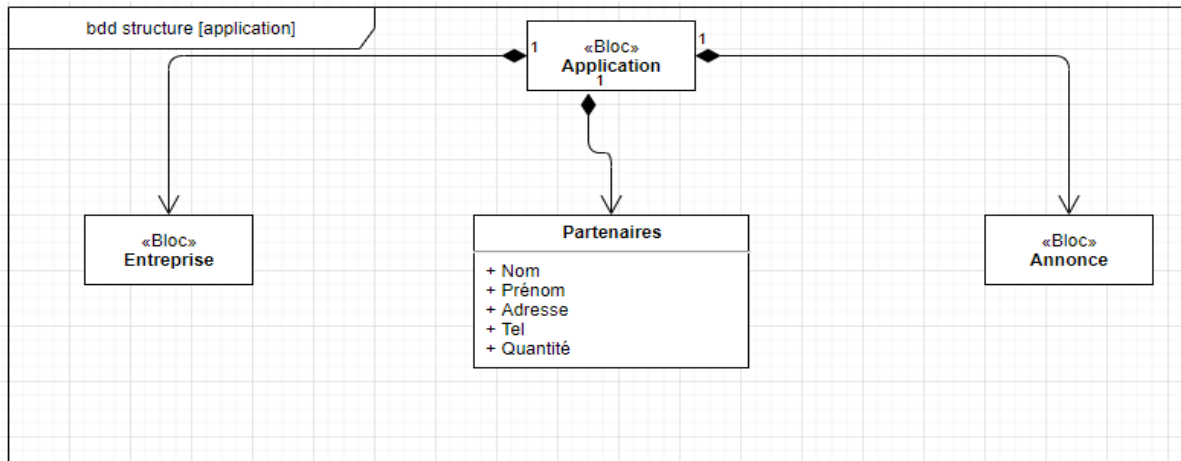


Figure 4.11. Diagramme de définition de bloc de notre application

Pour réaliser le diagramme de séquence et de bloc nous avons utilisé le logiciel *drawio*.



Figure 4.12. Logiciel drawio

4.9.3. Diagramme de classe

Le diagramme de classe est une représentation statique des éléments qui composent un système et de leurs relations, et il représente les classes intervenant dans le système. [6]

Ce diagramme est considéré comme le plus important de la modélisation orientée objet, il est le seul obligatoire lors d'une telle modélisation car il montre la structure interne d'un système et permet de fournir une représentation abstraite des objets du système qui vont interagir pour réaliser les cas d'utilisation. [7]

Pour réaliser ce diagramme nous avons utilisé le logiciel *looping*.

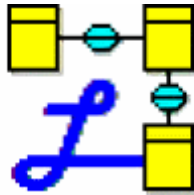


Figure 4.13. Logiciel looping

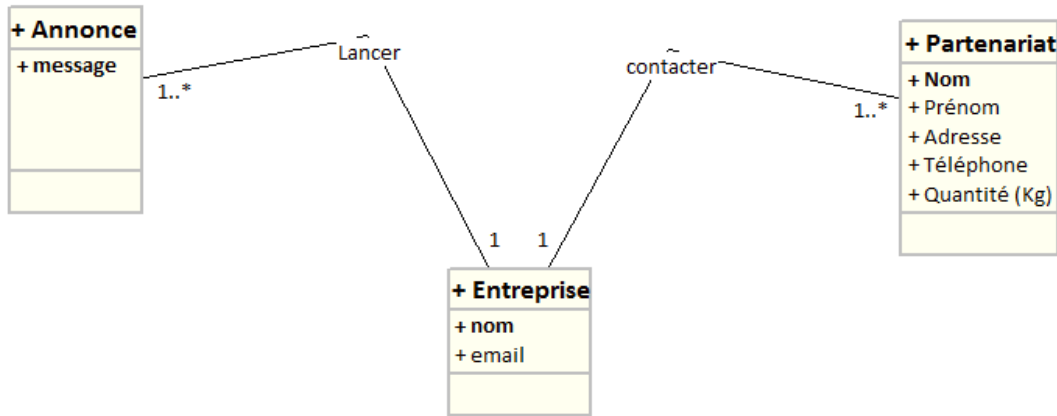


Figure 4.14. Diagramme de classe de notre application

4.9.4. Application



Figure 4.15. Expliquer l'interface de conception dans app inventor

Chapitre 4 : Création d'entreprise pour recyclage des lampes usées en Algérie



Figure 4.16. Expliquer l'interface de programmation dans App inventor

4.9.4.1. Explication de l'application

Lors de l'ouverture de l'application, il y a trois boutons : partenariat, entreprise et annonce.



Figure 4.17. Ouvrez l'application

➤ Bouton partenariat

Lorsque vous cliquez sur le bouton partenariat, nous allons sur la page qui remplit les informations, nom, prénom, adresse du magasin, numéro, la quantité des lampes utilisées en kg.



Figure 4.18. Cliquez sur le bouton partenariat

Et lorsque vous appuyez sur le bouton Envoyer, les informations arrivent sur Firebase (database) de manière organisée (Firebase: C'est une bibliothèque qui reçoit des informations).

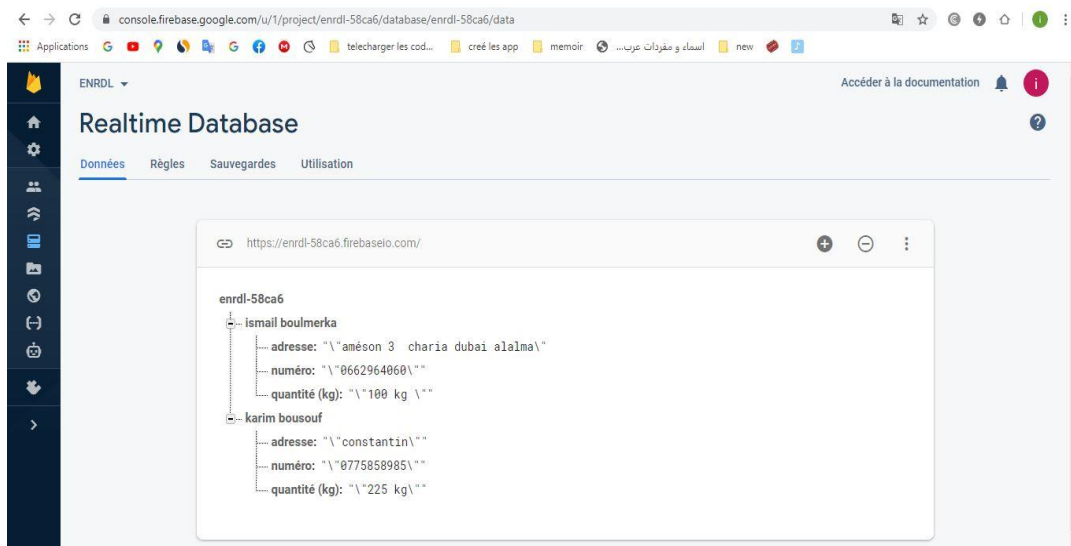


Figure 4.19. Informations arrivent sur Firebase

➤ **Bouton entreprise**

Lorsque vous cliquez sur le bouton entreprise, cela nous amène à la page Connaître l'entreprise

Et la page de l'entreprise sur Facebook et Twitter.



Figure 4.20. Page Connaître l'entreprise



Figure 4.21. Page Facebook l'entreprise

➤ **Bouton annonce**

Lorsque vous cliquez sur le bouton annonce, cela nous amène à la page d'annonces de l'entreprise

Cette application peut être utilisée s'il y a beaucoup de clients dans l'entreprise.



Figure 4.22. Cliquez sur le bouton annonce

4.10. Conclusion

Dans ce chapitre on a fait la création de l'entreprise de recyclage des lampes, et pour ce travail nous avons fait trois études qui sont l'étude stratégique, l'étude technique, l'étude financière et toutes ces études sont faites pour répondre à la question suivante : est-il faisable de créer cette entreprise ?

Donc d'après ces études on a conclu que nous avons la possibilité de la création d'une entreprise de recyclage des lampes usées en Algérie.

Références bibliographiques

- [1]. Cherrared, Marzouk, Tarik Zekiouk, and Bernard Chocat, 2011 "Application de la méthode AHP pour l'évaluation de la performance des systèmes d'assainissement urbains." Journal of decision systems, 20: 1, 103-127
- [2]. Kass Kasongo Ndjoko. 2012, Mémoire de Conception d'un système d'information pour le contrôle des structures des écoles. Institut supérieur de commerce: Kinshasa-Graduat
- [3]. Roques, P, 2011, SysML par l'exemple-Un langage de modélisation pour systèmes complexes, Editions Eyrolles, page 8,36.
- [4]. RAD Studio, 2008, Définition des diagrammes de séquence UML 1.5, CodeGear.
- [5]. Septembre 2007,OMG System Modeling Langage (OMG SysML™), V1.0, Object Management Group, Page 38.
- [6]. Houda Fekih, Leila Jemni, Stephan Merz,2004, Transformation des spécifications B en des diagrammes UML. Approches Formelles dans l'Assistance au Développement de Logiciels -AFADL'2004, Université de Franche-Comté, Besançon, France.
- [7]. Laurent AUDIBERT. 2006, Le livre "UML 2 - de l'apprentissage à la pratique. Devlopez.com. Page 22.

Conclusion générale

Conclusion générale

La prise en conscience des enjeux du développement durable par les industriels, assure la motivation nécessaire pour améliorer la gestion des déchets et la conception des réseaux logistiques inverses et s'assurer de sa performance surtout dans la gestion des processus de retours de déchets comme les lampes usagées.

Pour cette raison, notre travail est porté sur la construction d'une industrie de recyclage des lampes usagées malgré quelques difficultés que nous avons rencontrées pour y parvenir.

L'étude a montré que les lampes qui se recyclent ont des formes très variables, mais elles portent toutes le symbole "**poubelle barrée**", signifiant qu'elles ne doivent être jetées ni avec les déchets ménagers, ni dans le conteneur à verre. Ce marché doit être réalisé parce qu'il est très important pour l'environnement et l'économie de l'Algérie.

Nous avons fait une étude de sélection de site d'entreprise en utilisant la méthode multicritère, en particulier nous avons utilisé la méthode AHP. Donc à partir de cette méthode on a trouvé que le meilleur site pour localiser notre société est sur le site de Sétif.

Nous avons fourni une étude sur la façon de recycler les lampes usagées en détail et la technique que nous avons choisie. Notre société utilise l'unité MPC 4000 pour recycler les lampes usagées de tous les types et de toutes tailles.

Enfin, nous avons créé une application Android pour connecter l'entreprise aux clients et faciliter la collecte des lampes usagées.

Les éléments proposés dans cette étude, qui ont été recueillis la plupart du temps dans des circonstances très difficiles, peuvent être mis en œuvre de manière large en lien avec la réalité vécue et dépendent de la pratique et de l'ambition, d'autant plus que cela donne une bonne économie pour un pays.