

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
المركز الجامعي لعين تموشنت
Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d'Ain-Temouchent
Institut de Technologie
Département de Génie Mécanique



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE
Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Mécanique Energétique
Thème

La valorisation des déchets par l'incinération

Présenté Par :

- 1) Mlle. SELSELT ATTOU GHIZLANE IKRAM
- 2) MR. YOUSFI MOHAMMED EL HABIB

Devant les jurys composés de :

Dr SARI HASSOUN ZAKARIA

Président

Dr GUENDOZ BOUHLAL

Examineur

Dr BENZAAD BOURASSIA

Encadreur

Année universitaire 2018/2019

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de ma mère

Mon père,

Mes frères et sœurs,

Mes amis

Ikram

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de ma grand-mère

Mes chers parents,

Mes frères et sœurs,

Mes ami(e)s : Asma, Ghilas et Sid

Ahmed

Habib

Remerciement

« Nous rendrons grâce à Allah, Le Tout Puissant qui nous a donné longue vie et nous a permis de finir ce travail. Paix et salut sur notre Prophète SAW, notre guide. Que ce travail soit utile pour nous dans cette vie et dans l'au-delà Amin. »

On tient à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur, Dr BENSaad BOURASSIA d'avoir accepté de nous accompagner dans ce travail, pour sa patience, pour le temps qu'elle a toujours su nous accorder malgré ses nombreuses occupations et la lourde tâche qui lui est réservé au CUAT.

Nos remerciements se tournent envers Mr BEN AMR ABDE ELAZIZ pour son aide et sa patience qui nous a été d'une importance capitale lors de ce travail.

Nous ne finirons notre liste de remerciements sans les adresser à ses enseignants qui d'une manière ou d'une autre nous ont aidé dont le Pr NEHARI.DRISS, Pr OUDED, Dr GUENDOOUZ, Dr SARI, Dr BELHANINI, Dr BENZENINE, Dr BELHAMIANI, Dr BLOUFA, Dr NEHARI, Dr BOUAFIA.

Résumé

La valorisation des déchets est un assortiment des manières par lesquels on transforme un déchet matériel à un produit utilisable, ça ce qu'on appelle le recyclage concernant la valorisation de matière, autre cas montrant la valorisation énergétique dans l'objectif, de produire l'énergie électrique ou thermique, grâce à les déchets organiques (animales ou végétales), par la méthode de la méthanisation, et organiques et/ou solides par la méthode de l'incinération. Alors on peut considérer La valorisation énergétique des déchets comme une solution meilleure dans le but de gagner l'énergie et diminuer l'utilisation de l'énergie fossile (gaz naturel, pétrole).

Mots clés : valorisation, déchets, l'énergie thermique, incinération

Abstract

Evaluating waste is an assortment of ways in which a material waste is transformed into a usable product, which is called recycling for the recovery of material, other cases showing energy recovery in the objective, to produce electrical or thermal energy, using organic waste (animal or plant), by the method of mechanization, and organic and/or solid by the method of incineration. So we can consider the energy recovery of waste as a better solution in order to gain energy and reduce the use of fossil energy (natural gas, oil).

Keywords: recycling, waste, thermal energy, incineration

المخلص

تقييم و تثمين النفايات عبارة عن مجموعة من الطرق التي تحول بها نفايات المواد إلى منتج قابل للاستخدام، والذي يسمى إعادة تدوير المواد، والحالات الأخرى التي تظهر استعادة الطاقة لإنتاج الطاقة الكهربائية أو الحرارية، باستخدام النفايات العضوية (الحيوان أو النبات)، عن طريق طريقة التخمير، والمواد العضوية و/أو الصلبة عن طريق الحرق. لذا يمكننا اعتبار تثمين النفايات حلاً أفضل من أجل الحصول على الطاقة وتقليل استخدام الطاقة غير المتجددة (الغاز الطبيعي والنفط).

الكلمات المفتاحية: إعادة التدوير، النفايات، الطاقة الحرارية، الحرق

Sommaire

Introduction générale :	3
Chapitre I:Généralité sur les déchets et les modes de traitement thermique des déchets.....	5
1. Introduction :	5
2. Définition des déchets :	6
3. Les différents types des déchets :	6
3.1. Les déchets biodégradables :	6
3.2. Les déchets inertes :	6
3.3. Les déchets recyclables :	7
3.4. Les déchets ultimes :	8
3.5. Les déchets dangereux :	8
3.5.1. Déchets Toxiques en Quantités Dispersées :	8
3.5.2. Déchets Industriels Spéciaux :	8
3.5.3. Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques :	9
3.5.4. Déchets Ménagers Spéciaux :	9
4. Les déchets de la Wilaya d'Ain temouchent :	9
5. Les modes de traitement thermique des déchets :	12
5.1. Incinération :	12
5.2. Thermolyse :	13
6. Conclusion :	13
Chapitre II : Incinération	15
1. Introduction :	15
2. Définition d'incinération :	16
3. Types d'incinérateurs :	17
3.1. Incinérateur à four rotatif :	17
3.1.1. Définition :	17
3.1.2. Types de déchets traités dans un incinérateur à four rotatif :	17
3.1.3. Les principales étapes d'un four rotatif:	18
3.1.4. Caractéristiques de fours rotatifs :	18
3.2. Incinérateur à grille :	18
3.2.1. Définition :	18
3.2.2. Grille d'incinération :	19
3.2.2.1. Les types des grilles :	19
3.2.2.1.1. Grilles basculantes :	20
3.2.2.1.2. Grilles à va-et-vient :	20

3.2.2.1.3.	Grilles passantes :	20
3.2.2.1.4.	Grilles à rouleaux :	21
3.2.2.1.5.	Grilles refroidies :	21
3.3.	Incinérateurs à liquides, gaz et fumées :	21
3.3.1.	Définition :	21
3.3.2.	L'incinération des ordures ménagères :	22
3.3.2.1.	Le stockage et la préparation des déchets - l'alimentation du four :	22
3.3.2.2.	La combustion :	23
3.3.2.3.	La récupération et la valorisation de la chaleur :	23
3.3.2.4.	Le traitement des fumées :	23
3.3.2.5.	L'évacuation et le traitement des résidus d'épuration des fumées :	24
3.3.2.6.	L'évacuation et le traitement des mâchefers :	24
4.	Les phénomènes d'incinération :	24
4.1.	Le séchage :	24
4.2.	Pyrolyse :	25
4.3.	Combustion :	25
5.	Les avantages et les inconvénients de l'incération :	25
5.1.	Les avantages:	26
5.2.	Les inconvénients:	26
6.	Conclusion :	26
Chapitre III: Modélisation		28
1.	Introduction :	28
2.	Objectif de l'étude :	29
3.	Choix d'incinérateur :	29
3.1.	Modèle géométrique :	30
4.	Modèle mathématique :	30
4.1.	Bilan énergétique :	30
4.1.1.	Phase gazeuse :	31
4.1.2.	Phase solide :	31
5.	Logiciels utilisés :	31
5.1.	Valorisation énergétique de la chaleur dégagée par l'incinération :	32
6.	Conclusion :	33
Chapitre IV : Résultats et discussions		36
1.	Introduction :	36

2. Résultats :	37
3. Conclusion :	40
Conclusion Générale :	41
Liste des figures :	42
Liste des tableaux	43
Références.....	44

Abréviation

DIB : Déchets Industriels Banals.

BTP : Bâtiment et Travaux Publique.

DBEC : Déchets Banals des Entreprises du Commerce.

DTQD : Déchets Toxiques en Quantités Dispersées.

PME : Petites et Moyennes Entreprises.

DIS : Déchets Industriels Spéciaux.

DEEE : Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques.

DMS : Déchets Ménagers Spéciaux.

MNU : Médicaments Non Utilisés.

PEEFV : Produits Electroniques et Electriques en Fin de Vie.

DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux.

C.E.T: Centres d'Enfouissement Techniques

Plastiques recyclables (pet - pp - pehd) :

PET: Poly Ethylène Téréphtalate.

PEHD: Poly Ethylène Haute Densité.

PP: Poly Propylène.

PCB : Polychlorobiphényles.

Liste des symboles

C_p : chaleur massique à pression constante ($J\ kg^{-1}\ K^{-1}$)

h : coefficient de convection ($W\ m^{-1}\ K^{-1}$)

T : température ($^{\circ}C$)

ρ : masse volumique ($kg\ m^{-3}$)

Introduction générale :

Suite au développement accéléré des économies nationales, l'urbanisation est en extension continue donc la production des déchets solides, en particulier déchets municipaux, augmente constamment. Ceci cause la pollution de l'environnement et affecte la santé des populations, freinant le développement des villes et tirant le souci public dans toute la société.

Le traitement adéquat des déchets est donc une tâche d'actualité et primordiale pour la protection de l'environnement urbain. La réduction de volume et le recyclage des déchets sont les principaux buts. Les majeures et principales technologies pour le traitement de déchets sont : Technologie sanitaire d'enfouissement, l'incinération, et le compostage. Les composants combustibles dans les déchets augmentent très rapidement, ce qui rend les avantages du procédé d'incinération très évidents.

En Algérie, spécialement dans le secteur où l'économie évolue très rapide, les endroits de décharge sont très limités, les éléments et la valeur calorifique du combustible des déchets agrandir remarquablement. Par conséquent l'incinération des déchets devient une nouvelle tendance ces dernières années.

L'incinération des déchets n'est pas une procédé de décharge mais en plus un processus technologique. Les incinérateurs actuels, malgré leur simplicité de conception, sont très complexes. Le centre de l'incinérateur est la chambre de combustion où les déchets sont brûlés. Plusieurs formes de déchets par exemple : les déchets médicaux, dangereux et radioactifs peuvent être brûlés.

Chapitre I:

**Généralité sur les déchets et les modes de
traitement thermique des déchets**

Chapitre I:Généralité sur les déchets et les modes de traitement thermique des déchets

1. Introduction
2. Définition des déchets
3. Les différents types des déchets
4. Les déchets à la Wilaya d'Ain t'émouchent
5. Les modes de traitement thermique des déchets
6. Conclusion

1. Introduction :

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 désordres 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.

Dans le premier chapitre, nous avons souligné une brève définition sur les déchets et nous avons mentionné les différents types des déchets, ainsi que les déchets de la wilaya d'Ain temouchent et enfin les différents modes de traitement thermique des déchets et une petite conclusion.

2. Définition des déchets :

Un déchet peut être défini de différentes manières selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine et l'état des déchets. D'après la loi N° 01-19 du 12/12/ 2001 article 3 du journal officiel de la république algérienne N° 77en 2001, le déchet est défini comme suit : « Tout résidu un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a obligation de se défaire ou de l'éliminer. La diversité des produits de consommation excède maintenant la biodiversité ».

3. Les différents types des déchets :

Les déchets peuvent être classés selon leur origine (agricoles, municipaux, industriels, des activités de soins) ou selon la typologie comme ci-dessous (compostables ou biodégradables, inertes, recyclables, ultimes ou dangereux).

3.1. Les déchets biodégradables :

Ils correspondent aux :

- Déchets de jardin qui sont produits par les collectivités, les sociétés privées d'entretien des espaces verts et les particuliers
- Déchets alimentaires ou « eaux grasses » qui sont issus essentiellement des métiers de la restauration et de l'industrie agro-alimentaire
- Déchets de maison qui sont produits par les particuliers.[11]

3.2. Les déchets inertes :

Les déchets inertes sont des déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique, chimique ou biologique de nature à nuire à l'environnement. Ils ne sont pas biodégradables et ne se détériorent pas au contact d'autres matières.

Ils proviennent principalement des filières du bâtiment et des travaux publics.

Dans le secteur du bâtiment, on distingue les déchets issus des activités de construction, de rénovation, de démolition (béton, briques, tuiles, céramiques, carrelage...)

ainsi que des activités liées à la réalisation et à l'entretien d'ouvrages publics (routes, ponts, réseaux...). Dans le secteur des travaux publics, les déchets inertes correspondent principalement à des déchets minéraux issus de la démolition d'ouvrages d'art et de génie civil mais également à des cailloux et de la terre.

On peut aussi ajouter les déchets liés aux activités routières (enrobés goudronnés, bitumineux, aimantés, avec ou sans métaux lourds...) et aux travaux de voirie (déblais de tranchées, de bordures de trottoirs, de pavés...).[11]

3.3. Les déchets recyclables :

Un déchet recyclable est un matériau que l'on peut techniquement recycler. Pour qu'un déchet soit recyclé, il faut qu'il soit récupéré dans le cadre d'une collecte de tri sélectif. Un objet recyclable n'est donc pas forcément recyclé.

Il existe plusieurs catégories d'objets recyclables pouvant servir à fabriquer de nouveaux produits :

- Les déchets ménagers et assimilés sont surtout produits par les ménages, les commerçants, les artisans, les entreprises, les industries, etc... Il s'agit de produits non dangereux ni polluants tels que : le verre, les métaux, les papiers, les plastiques ou encore les matières organiques... Ces déchets sont récoltés et triés par les particuliers dans des conteneurs spécifiques à chaque type de déchet (conteneurs bleu, jaune, vert et gris).
- Les DIB (Déchets Industriels Banals) correspondent quant à eux aux déchets des entreprises du BTP non dangereux. Ils sont aussi appelés "déchets assimilés aux déchets ménagers"
- Les DBEC (Déchets Banals des Entreprises du Commerce) sont également assimilables aux déchets ménagers par leur caractère non toxique. Ils proviennent des filières industrielles, commerciales, artisanales ou de services et dont les producteurs ne sont pas les ménages. Ils comprennent des produits et déchets connexes à la filière bois, des déchets communs aux entreprises (emballages, déchets de bureaux, papiers, cartons, etc...) et de déchets spécifiques à une activité (chutes, déchets de fabrication, etc...). [11]

3.4. Les déchets ultimes :

Un déchet ultime est défini comme n'étant plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques appartenant au processus de valorisation du déchet ou de réduction de son caractère polluant ou dangereux. La notion de déchet ultime n'est pas fonction de ses caractéristiques physico-chimiques mais plutôt du système de collecte et de traitement auquel il appartient. [11]

3.5. Les déchets dangereux :

Un déchet dangereux présente une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : explosif, comburant, inflammable, irritant, nocif, toxique, cancérigène, infectieux, corrosif, mutagène, ect...Les catégories de déchets dangereux sont :

3.5.1. Déchets Toxiques en Quantités Dispersées :

Les DTQD produits en petites quantités par les ménages, les commerçants ou les PME qui sont chargés de les faire éliminer ou valoriser dans les installations classées pour la protection de l'environnement. On distingue deux sortes de DTQD :

- Solides : déchets banals souillés, piles, batteries usagées, résidus de peinture.
- Liquides : produits de coiffure, lessives et détergents, eau de javel, aérosols, huiles de vidange, liquides de frein, de refroidissement, huiles de coupe, solvants, encres, révélateurs et fixateurs photos.

Les piles et batteries usagées peuvent être rapportées auprès de tout vendeur de piles, mais aussi dans certains lieux publics qui disposent parfois de conteneurs spécifiques pour cette collecte. L'intérêt de la valorisation des piles et des accumulateurs réside dans la réutilisation de métaux comme le zinc, le plomb, le nickel, le cadmium, [11]

3.5.2. Déchets Industriels Spéciaux :

Les DIS correspondent aux déchets produits par les entreprises ainsi que les déchets spéciaux produits par les hôpitaux, les laboratoires et les agriculteurs. On peut les classer en trois catégories :

- Les déchets organiques : solvants, hydrocarbures, boues, ...

- Les déchets minéraux liquides et semi liquides : bains de traitement de surface, acides, ...
- Les déchets minéraux solides : cendres, mâchefers, laitiers, [11]

3.5.3. Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques :

Les DEEE sont composés de téléphones portables, de télévisions, d'ordinateurs et de tout appareil électroménager. [11]

3.5.4. Déchets Ménagers Spéciaux :

Les DMS sont séparés des déchets ménagers à cause de leur caractère toxique nuisible pour l'homme. Ils peuvent être assimilés aux DTQD car ils comprennent des produits tels que : aérosols, acides, ammoniac, métaux lourds, piles, les médicaments non utilisés (MNU), les produits électroniques et électriques en fin de vie (PEEFV), les produits phytosanitaires, ... En ce qui concerne les DMS, il est à noter l'existence de quelques organismes spécialisés dans leur récolte :

- Piles et batteries usagées : Batribox
- Médicaments : Cyclamed
- Huiles usagées : PEEFV. [11]

4. Les déchets de la Wilaya d'Ain temouchent :

Au moins quatre établissements hospitaliers dans la wilaya d'Ain-Temouchent seront dotés bientôt d'incinérateurs modernes pour le traitement et la destruction des déchets d'activités de soins à risques infectieux (DASRI), apprend-on auprès d'une bonne source. Ces incinérateurs modernes sont d'une capacité de traitement allant jusqu'à 50 kg/heure. Selon notre source, le coût de cet investissement avoisinerait les 400 millions de dinars

Le personnel en charge de la gestion de ces appareils recevra une formation qualifiante particulièrement dans le tri et la séparation des déchets en utilisant des sachets multicolores. Considérés comme un procédé très sûr d'élimination des DASRI, ces équipements traiteront l'ensemble des déchets hospitaliers rejetés par les établissements de santé. L'acquisition de ces incinérateurs haut de gamme a été décidée suite à un besoin pressant ressenti par les structures de santé de la région qui étaient dotées d'appareils

Chapitre I: Généralité sur les déchets et les modes de traitement thermique des déchets

désuets datant de plus de 20 ans, désormais inefficaces. Ces incinérateurs constitueront un véritable soulagement pour ces structures sanitaires publiques et probablement aussi

Pour les partenaires privés, officines et cabinets, du moins pour ceux qui se manifesteront, souvent embarrassés par les déchets de soins, le stock de seringues et de produits périmés. D'une manière générale, les déchets d'activités de soins sont nocifs pour la santé de la personne, mais ceux véhiculant des agents infectieux ou des substances toxiques le sont bien plus.

4.1. Quantité déchet des années 2010/2012 (2011 arrêt réhabilitation) :

C.E.T SIDI BEN ADDA		C.E.T SIDI SAFI	
Communes	Quantité (t)	Communes	Quantité (t)
Ain temouchent	34 494	Beni saf	23 838
Sidi ben adda	6 795	Sidi safi	3 243
Chaabat	854	Ain kihel	422
El maleh	2 064	Ain tolba	3 280
Ouled kihel	678	El emir	2 622
Autres	2 194	Autres	3 362
Total	46401	Total	33 487

Tableau I-1: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2011[10]

Désignation	C.E.T sba(T)	C.E.T ss(T)	Total(T)
Plastique	40	20	60
p.e.t	16	05	21
Pehd	10	08	18
Aluminium	3	2.5	5.5
Cuivre	-	0.3	0.3
Film plastique	2.5	-	2.5
Papier carton	25	10	35
Metaux ferreux	25	15	40
Total(T)	121.5	60.8	182.3

Tableau I-2: Récupération durant l'année 2011[10]

C.E.T SIDI BEN ADDA		C.E.T SIDI SAFI	
Communes	Quantité (t)	Communes	Quantité (t)
Ain temouchent	20 620.12	Beni saf	18 144.53
Sidi ben adda	3 458.28	Sidi safi	2 492.31
Chaabat	1 784.68	Ain kihel	2 430.34
El maleh	1 906.85	Ain tolba	4 051.37
Ouled kihel	595.44	El emir	1 506.92
Terga	277.70		
Autres	521	Autres	581

Chapitre I:Généralité sur les déchets et les modes de traitement thermique des déchets

Total	29 164.07	Total	29 206.47
--------------	------------------	--------------	------------------

Tableau I-3: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2013[10]

Désignation	C.E.T sba(T)	C.E.T ss(T)	Total(T)
Plastique	25	18	43
p.e.t	08	09	17
Pehd	08	03	11
Aluminium	04	03	07
Cuivre	--	--	
Film plastique	03	--	03
Papier carton	30	05	35
Metaux ferreux	27	23	50
Total(T)	105	61	166

Tableau I-4: Récupération 2013[10]

Quantité déchets pour les années 2015 et 2016 :

C.E.T SIDI BEN ADDA		
Communes	Quantité (t) 2015	Quantité (t) 2016
Ain temouchent	22282,52	22090,04
Sidi ben adda	3622,56	3387,97
Chaabat	3155,02	3294,43
El maleh	2878,51	3116,08
Ouled kihel	814,82	840,45
Terga	2121,32	1717,99
Autres (moyen)	500	365
Total	35374,75	34811,96

Tableau I-5: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2015 et 2016[10]

Récupération C.E.T Sidi Ben Adda :

Désignation	Quantité en kg 2015	Quantité en kg 2016
Métaux ferreux	1220	970
PEHD	11095	1270
PEBD	49955	71070
Pet broyé	44400	00

Tableau I-6: Récupération 2015 et 2016[10]

Quantité déchets :

C.E.T SIDI SAFI		
Communes	Quantité (t) 2015	Quantité (t) 2016
Beni saf	14559.52	13991.60
Sidi safi	1901.33	1938.16
Ain tolba	3097.48	3589.97
Ain el kihel	2204.16	1977.35

El emir aek	1390.90	1060.09
oulhassa	2144.80	2309.07
Autres (moyen)	500	365
Total	25798,19	25231,24

Tableau I-7: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2015 et 2016[10]

Récupération C.E.T sidi safi 2015 /2016 :

Désignation	Quantité
Plastique (P.E.B.D)	31.769
P.E.H.D	0.969
ALLUMINIUM	0.415
CUIVRE	0.08
TOTAL	33.233

Tableau I-8: Récupération 2015 et 2016[10]

5. Les modes de traitement thermique des déchets :

5.1. Incinération :

Méthode de traitement thermique des déchets qui consiste en une combustion (technologie et température variant selon la nature du déchet) et un traitement des fumées. De cette technique résultent trois catégories de résidus : mâchefers, cendres et résidus d'épuration des fumées. La chaleur générée par l'incinération fait l'objet de valorisation énergétique (production d'électricité et de chaleur) dans la plupart des unités.

L'incinération consiste en une décomposition de la matière : oxydation, avec cinq types d'émissions :

- Eau
- Gaz: CO, CO₂, NO_X, SO₂, HCl.
- Poussière minérale (cendres).
- Métaux lourds : plomb, cuivre, mercure, cadmium, nickel, arsenic.
- Molécules organiques : carbone, composés organiques chlorés (dioxines et furannes, ...). [1]

5.2. Thermolyse :

La thermolyse est une réaction thermique en absence d'oxygène et à température modérée (entre 350 et 750°C), conduisant à une décomposition des matières organiques qui sont transformées en : un composant combustible solide qui, s'il est séparé des inertes et des métaux et ensuite lavé, refroidi et déchloré, peut être utilisé pour produire de l'énergie, un mélange gazeux, constitué d'une fraction condensable (huile : hydrocarbures lourds et eau) et d'une fraction non condensable (H₂, CH₄, CO, hydrocarbures légers), qui est ensuite valorisée énergétiquement par combustion.[2]

6. Conclusion :

Les déchets et leur gestion posent un sérieux problème d'environnement. a travers notre études nous établis les principale méthodes du traitement a travers tout le territoire de la ville. ceci explique le manque de moyen qui répondent aux exigences diverse comme l'explosion démographique, le non-respect des normes de collecte et mesure d'hygiène et finalement les décharges sauvage.

Chapitre II :

Incinération

Chapitre II : Incinération

1. Introduction
2. Définition d'incinération
3. Les types d'incinérateurs
4. Les phénomènes d'incinération
5. Les avantages et les inconvénients de l'incinération
6. Conclusion

1. Introduction :

Face à l'accumulation des déchets générés par les activités humaines et à la réfraction des ressources naturelles, il est impératif d'exploiter au maximum le potentiel d'énergie et de matière que représentent les déchets.

La valorisation de ce gisement de matériaux et de ressources énergétique devient une problématique mondiale à l'heure où les économies modernes sont confrontés au phénomène de la rareté et au déficit de l'utilisation durable des ressources.

Une partie des déchets contenus dans nos poubelles sont ni recyclables, ni compostables ou méthanisables comme les restes des repas, emballage souillés, lingettes, papier gras ou souillé.

Ils constituent une source énergétique importante dont l'exploitation limitera d'autant l'utilisation de ressources fossiles (pétrole, gaz, charbon.....) ou nucléaires. C'est ce qu'on appelle des déchets résiduels. Ces déchets peuvent faire l'objet d'un traitement par incinération avec valorisation énergétique.

Dans ce chapitre nous allons présenter une définition sur l'incinération, les différents types d'incinération, les phénomènes d'incinération, et à la fin les avantages et les inconvénients d'incinération et une petite conclusion.

2. Définition d'incinération :

Méthode de traitement thermique des déchets qui consiste en une combustion technologique et une température variant selon nature du déchet et un traitement des fumées. De cette technique résultent trois catégories de résidus : mâchefers, cendre, et résidus d'épuration des fumées. La chaleur générée par l'incinération fait l'objet de valorisation énergétique (production d'électricité et de chaleur) dans la plupart des unités.

L'incinération consiste en une décomposition de la matière : oxydation, avec cinq types d'émissions :

- Eau
- Gas : CO, CO₂, NO_x, SO₂, HCl
- poussière minérale (cendres)
- métaux lourds : plomb, cuivre, mercure, cadmium, nickel, arsenic – molécules organique : carbone, composés organiques chlorés.

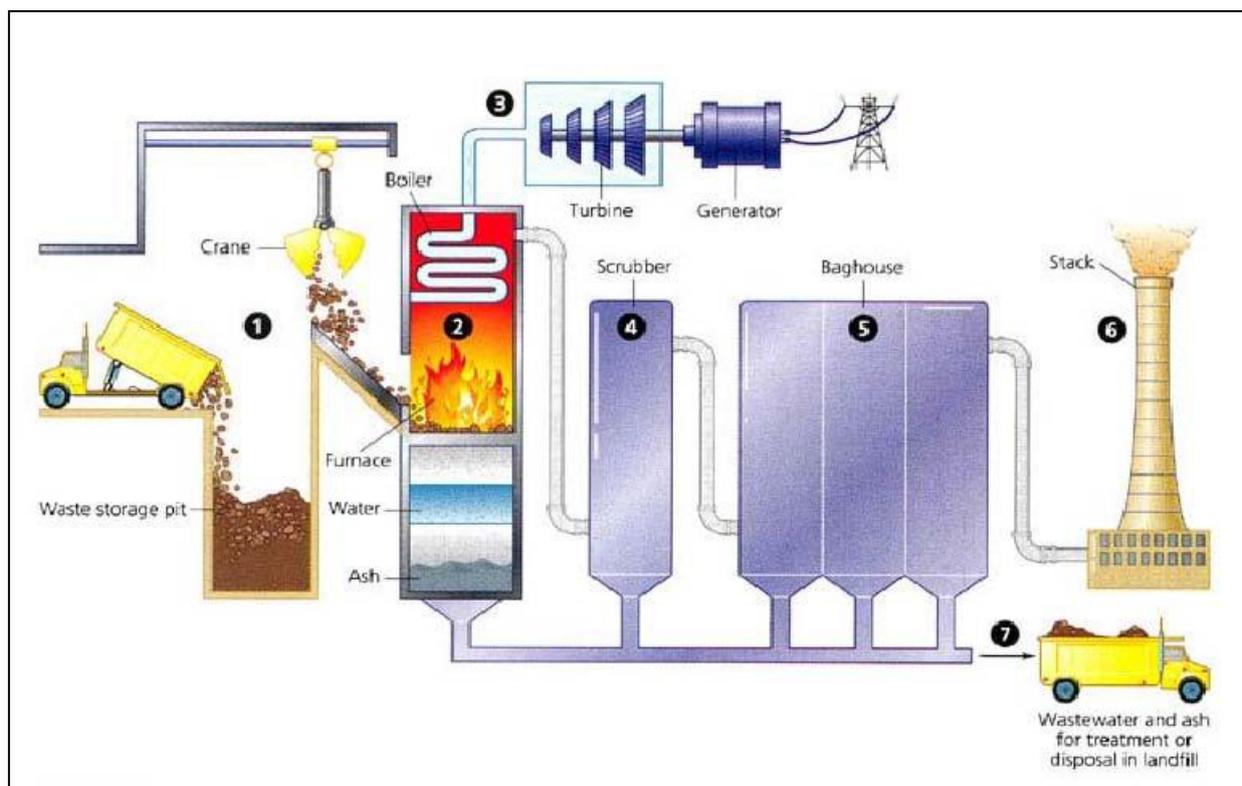


Figure II-1 : illustration d'une station d'incinération

3. Types d'incinérateurs :

Selon la capacité et le type de déchets, il existe différents types d'incinérateurs :

- Incinérateur à four rotatif.
- Incinérateurs à grilles.
- Incinérateurs à liquides, gaz et fumées.

3.1. Incinérateur à four rotatif :

3.1.1. Définition :

L'incinérateur à four rotatif est fabriqué avec une chambre de combustion rotative qui maintient les déchets en mouvement, ce qui lui permet de se vaporiser pour faciliter la combustion.

3.1.2. Types de déchets traités dans un incinérateur à four rotatif :

- Déchets dangereux et PCB.
- déchets médicaux, clinique ou hospitaliers comme les «sacs de déchets rouges», les déchets infectieux, déchets opératoires, aiguilles de seringues, gants médicaux et tubes, compresses et bandages, boîtes de dépôts, restes médicaux, scalpels, déchets infectieux et pathologiques, restes de plasma sanguin, chiffons, déchets de laboratoire, pipettes en verre, des échantillons en plastique, matériel de culture des outils en acier, etc.
- Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux: issus d'activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.
- Les déchets chimiques et les pesticides.
- Les boues, déchets d'élevage, déchets industriels, déchets pétrochimique, les déchets d'huile, etc.

3.1.3. Les principales étapes d'un four rotatif:

- La partie de combustion
- La partie de récupération d'énergie
- La partie de traitement de gaz et de fumée

3.1.4. Caractéristiques de fours rotatifs :

- Les déchets tournent dans ce type de four, permettant le mélange avec de l'air
- Température de fonctionnement de 800 - 1400 degré Celsius
- Haute résistance aux températures élevées
- Peut gérer liquide, boue, solide, gaz en grandes quantités
- Peut gérer des lots comme des barils et permet une plus grande flexibilité que les modes contenu. [5]

3.2. Incinérateur à grille :

3.2.1. Définition :

Les incinérateurs à grille sont largement appliqués pour l'incinération des déchets urbains mélangés. D'autres déchets couramment traités dans des incinérateurs à grilles, souvent comme des ajouts aux déchets solides urbains, comprennent : des déchets non dangereux marchands et industriels, les boues d'épuration et certains déchets hospitalier.

Les incinérateurs à grilles ont généralement les composants suivants :

- distributeur de déchets
- grille d'incinération
- déchargeur de mâchefer
- système de canalisation d'air d'incinération
- chambre d'incinération
- brûleurs auxiliaires

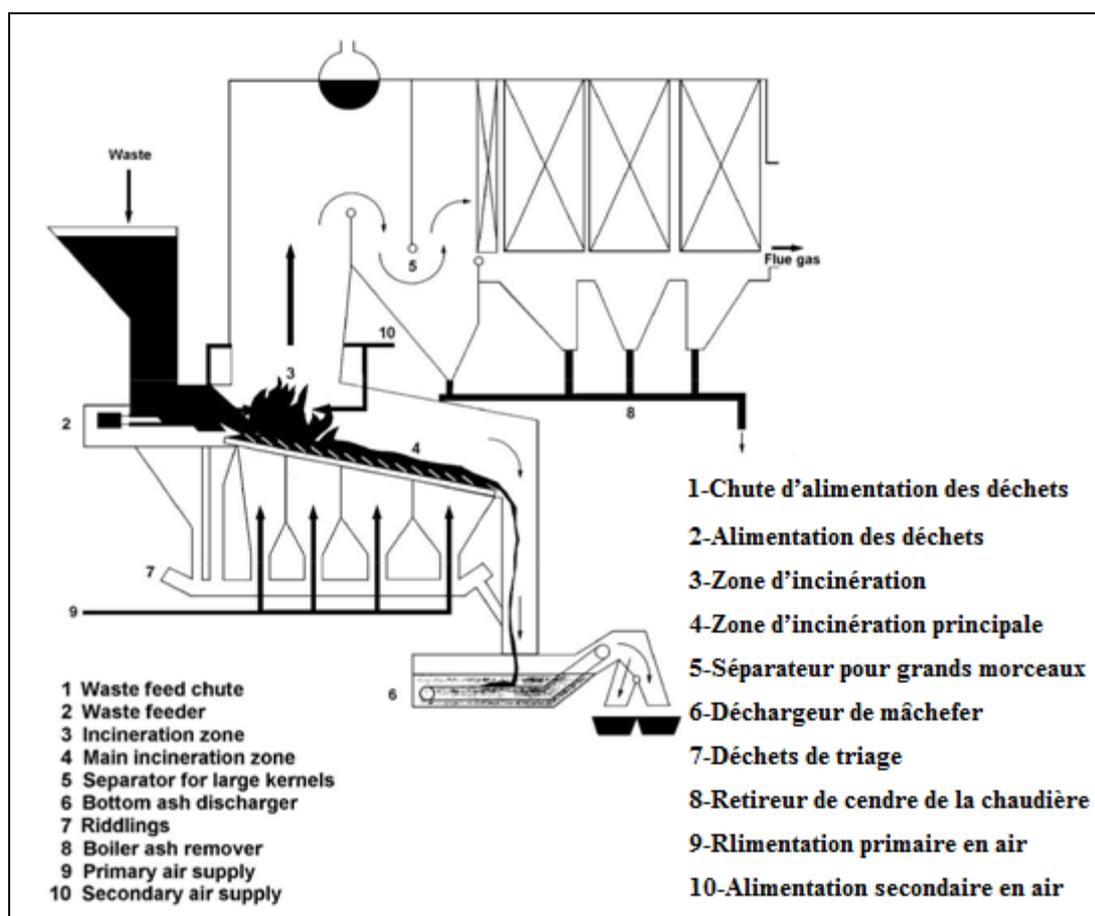


Figure II-2 : présente un exemple d'un incinérateur à grille avec une chaudière à recyclage de chaleur

3.2.2. Grille d'incinération :

La grille d'incinération accomplit les fonctions suivantes :

- transport des matériaux qui seront incinérés dans le four
- chauffe et desserrage des matériaux à être incinérés

Positionnement de la zone d'incinération principale dans la chambre d'incinération, si possible en combinaison avec les mesures de contrôle de performance du four.

L'objectif de la grille d'incinération est une bonne distribution de l'air d'incinération dans le four, selon les besoins de la combustion.

3.2.2.1. Les types des grilles :

On peut distinguer différents systèmes de grilles selon la manière dont les déchets sont transportés à travers les différentes zones dans la chambre de combustion :

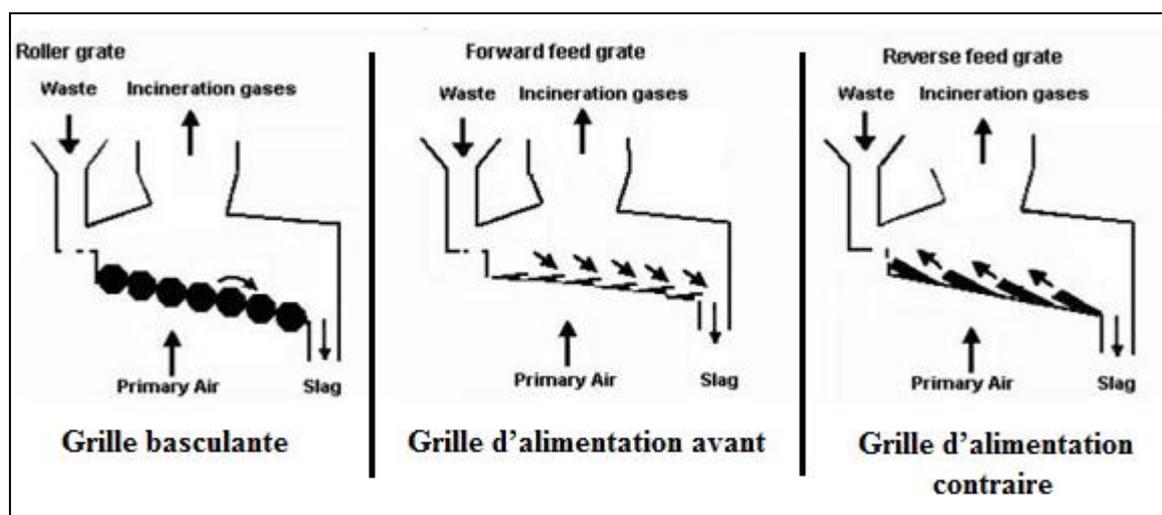


Figure II-3 : Différents types de grilles

3.2.2.1.1. Grilles basculantes :

Les sections de grilles sont placées en travers de la largeur du four. Des rangées intermédiaires pivotent mécaniquement ou basculent pour produire un mouvement vertical de haut en bas, avançant et agitant les déchets.

3.2.2.1.2. Grilles à va-et-vient :

De nombreux dispositifs modernes (pour les déchets urbains) utilisent des grilles à va-et-vient. La qualité de brûlage atteinte est généralement bonne.

Il y a essentiellement deux types principaux de grilles à va-et-vient :

- Les grilles à va-et-vient inversé : Les barres des grilles oscillent d'avant en arrière dans la direction opposée au flux des déchets. La grille est inclinée de l'extrémité de la fin de l'alimentation à la fin de l'évacuation des cendres et est composée grille fixes et mobiles.
- Grille poussoir avant : Les barres de la grille oscillent horizontalement et poussent les déchets dans la direction de l'évacuation des cendres.

3.2.2.1.3. Grilles passantes :

Ceci consiste en un convoyeur à courroie continu ou des liens entrelacés qui bougent sur toute la longueur du four. Le potentiel réduit pour agiter les déchets (ils sont

uniquement mélangés quant ils sont transférés d'une courroie à une autre) signifie qu'il est rarement utilisé dans les installations modernes.

3.2.2.1.4. Grilles à rouleaux :

Ceci consiste en un rouleau perforé qui traverse la largeur de la zone de la grille. Plusieurs rouleaux sont installés en séries et une action de mélange se produit à leur passage quand le matériau tombe hors des rouleaux.

3.2.2.1.5. Grilles refroidies :

La plupart des grilles sont refroidies, la plupart du temps avec de l'air. Dans certains cas un media de refroidissement liquide (généralement de l'eau) passe à l'intérieur de la grille.

Le flux du media de refroidissement va des zones les plus froides pour aller progressivement vers les plus chaudes afin de maximiser le transfert de chaleur. La chaleur absorbée par le media de refroidissement peut être transféré pour être utilisé dans le processus ou pour une alimentation externe. [6]

3.3. Incinérateurs à liquides, gaz et fumées :

3.3.1. Définition :

C'est un four avec une chambre à combustion statique pour la destruction thermique de fumées, gaz, et liquides dangereux. Ce système n'est pas approprié pour l'incinération de déchets solides. Dans cette chambre de combustion statique, seuls les déchets liquides et gazeux sont autorisés. [7]



Figure II-4 : Incinérateur à fumée. [7]

3.3.2. L'incinération des ordures ménagères :

Le processus d'incinération comprend les phases de stockage et de préparation des déchets pour alimentation du four, combustion, récupération et valorisation de la chaleur, traitement des fumées et évacuation et traitement des mâchefers :

3.3.2.1. Le stockage et la préparation des déchets - l'alimentation du four :

Les véhicules de collecte déchargent les déchets dans une fosse. Un grappin assure la répartition homogène des déchets et alimente le four. Les déchets sont déversés dans la trémie d'alimentation, puis dans la chambre de combustion, par gravité ou à l'aide d'un poussoir.

3.3.2.2. La combustion :

Le cycle de combustion est d'environ une heure et se décompose en trois phases :

- séchage
- combustion
- extinction/évacuation des résidus solides (mâchefers).

La chambre de combustion comprend en général une grille qui assure l'avancement et le brassage des déchets. Les gaz du four sont brûlés totalement dans la chambre de postcombustion. Il existe différents types de four d'incinération : à grille, à rouleaux, oscillant, fixe ou à lit fluidisé.

3.3.2.3. La récupération et la valorisation de la chaleur :

La température des fumées est abaissée de 1000 °C à la sortie du four à 400 °C, par passage dans une chaudière. La vapeur produite au niveau de la chaudière peut ensuite faire l'objet d'une :

- valorisation thermique, par alimentation d'un réseau de chauffage urbain ou distribution à des entreprises et/ou établissements publics (rendement jusqu'à 90 %) ;
- valorisation thermique et électrique (cogénération) (rendement jusqu'à 80 %) ;
- valorisation électrique, par transformation en électricité à l'aide d'un turboalternateur (rendement jusqu'à 35 %).

3.3.2.4. Le traitement des fumées :

À la sortie de la chaudière, les fumées contiennent des polluants qu'il faut capter : poussières, gaz acides, métaux lourds et dioxines. Une installation de traitement de fumées comporte plusieurs modules :

- le dépoussiérage, par électro filtre et/ou filtre à manches ;
- la neutralisation des gaz acides, par voie sèche, semi-humide ou humide ;
- le traitement des dioxines et furanes, par adsorption sur charbon actif par exemple ou par réduction sélective catalytique ;

- le traitement des oxydes d'azote, par réduction sélective, soit catalytique, soit non catalytique.

3.3.2.5. L'évacuation et le traitement des résidus d'épuration des fumées :

Les résidus d'épuration des fumées d'incinération de déchets comprennent :

- les cendres volantes ;
- les résidus de neutralisation des fumées ;
- les gâteaux de filtration des eaux de lavage des fumées ;
- les cendres sous chaudière.

L'incinération d'une tonne d'ordures ménagères génère entre 15 et 40 kg de résidus selon le type de traitement des fumées.

Les résidus sont collectés et évacués du site pour élimination.

3.3.2.6. L'évacuation et le traitement des mâchefers :

Le traitement des mâchefers comprend des opérations de manutention, de stockage temporaire, de traitement, de maturation, dans le but d'élaborer un produit valorisable en technique routière, pouvant se substituer à des granulats naturels de carrière. Les mâchefers utilisés aujourd'hui en remplacement de granulats naturels n'entraînent pas d'impact environnemental significatif.

Sur une production annuelle de mâchefers d'incinération d'ordures ménagères estimée à trois millions de tonnes, environ 70 % sont traités sur des installations de maturation. Les 30 % restants sont soit valorisés, soit éliminés en installation de stockage de déchets non dangereux. [8]

4. Les phénomènes d'incinération :

4.1. Le séchage :

Le séchage est une opération unitaire qui a pour but d'éliminer par vaporisation l'eau qui imprègne un produit (liquide ou solide) afin de le transformer en produit solide sec dont l'humidité résiduelle est très faible.

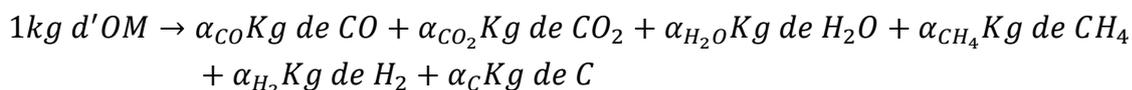
4.2. Pyrolyse :

La pyrolyse, ou thermolyse, est la décomposition chimique d'un composé organique par une augmentation importante de sa température pour obtenir d'autres produits (gaz et matière) qu'il ne contenait pas. L'opération est réalisée en l'absence d'oxygène ou en atmosphère pauvre en oxygène pour éviter l'oxydation et la combustion (l'opération ne produit donc pas de flamme). Il s'agit du premier stade de transformation thermique après la déshydratation.

Elle permet généralement d'obtenir un solide carboné, une huile et un gaz. Elle débute à un niveau de température relativement bas (à partir de 200°C) et se poursuit jusqu'à 1000°C environ. [9]

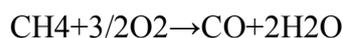
La pyrolyse des ordures ménagées produit un mélange de gaz volatils et du carbone résiduel suivant : Monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO₂), vapeur d'eau (H₂O), méthane (CH₄), hydrogène (H₂)

La pyrolyse de l'ordure ménagère produit un mélange de gaz et du carbone résiduel suivant l'équation :



4.3. Combustion :

La combustion est une réaction exothermique d'oxydoréduction. Les espèces gazeuses combustible issues de la pyrolyse et du craquage des goudrons, essentiellement l'hydrogène (H₂), méthane (CH₄), monoxyde de carbone (CO) peuvent être oxydées par l'oxygène de l'air suivant les réactions :



5. Les avantages et les inconvénients de l'incinération :

5.1. Les avantages:

Les procédés d'incinération se développent pour cinq raisons principales :

- Elle permet la production d'énergie verte
- Elle engendre une économie importante d'énergies fossiles (pétrole, gaz etc.)
- Elle réduit le volume des déchets de 90%
- Elle détruit les virus et microbes de nos déchets lors de la combustion
- Elle participe à la réduction des émissions de gaz à effet de serre

5.2. Les inconvénients:

- l'incinération contribue à l'émission de polluants dans l'atmosphère, dont les quantités sont limitées par la mise en place d'un système de traitement des fumées ;
- l'incinération génère des déchets classés dangereux (résidus d'épuration des fumées) à éliminer dans des installations de stockage de déchets dangereux ;
- l'incinération génère des mâchefers qui sont les résidus solides obtenus après combustion. Les mâchefers sont des déchets non dangereux qu'il est possible de valoriser en remblai ou sous-couche routière [4].

6. Conclusion :

On conclut que l'incinération consiste à récupérer la chaleur dégagée par la combustion des éléments combustibles contenus dans les déchets elle assure la gestion complète de la vaste gamme de déchets générés par la société et vise à traiter les déchets de manière à en réduire le volume et les dangers, tout en récupérant ou en détruisant les substances potentiellement nuisibles.

Chapitre III:

Modélisation

Chapitre III: Modélisation

1. Introduction
2. Objectif d'étude
3. Choix d'incinérateur
4. Modèle mathématique
5. Logiciels utilisés
6. Conclusion

1. Introduction :

Les processus d'incinération peuvent aussi fournir un moyen pour permettre le recyclage de l'énergie, de la teneur en minéraux et/ou éléments chimiques des déchets. Le secteur de l'incinération a connu un développement technologique rapide au cours des 10-15 dernières années. Beaucoup de ce changement a été motivé par une législation spécifique à l'industrie et ceci a réduit en particulier les émissions dans l'air des installations individuelles. Le développement de processus continuel est en cours, avec le secteur développant maintenant des techniques qui limitent les coûts, tout en gardant ou en améliorant la performance environnementale.

Dans cette étude nous nous intéressons à l'analyse des phénomènes thermiques lors de l'incinération des déchets ménagers et assimilés. Notre objectif principal est d'explorer par le biais de la simulation numérique les différentes étapes de l'opération d'incinération des déchets.

2. Objectif de l'étude :

Nous nous intéressons essentiellement à la valorisation énergétique des déchets par incinération. En effet, l'énergie thermique produite lors de la combustion des déchets est utilisée par une chaudière de récupération pour la production de la vapeur permettant d'entraîner une turbine à vapeur. Un alternateur entraîné par la turbine à vapeur produira l'énergie électrique par la suite.

Notre objectif est d'explorer le processus d'incinération des déchets dans un incinérateur à grille et d'estimer l'énergie thermique récupérée.

3. Choix d'incinérateur :

Le type d'incinérateur le plus adapté à l'incinération des déchets ménagers et assimilés est l'incinérateur à grille.

Les dimensions de l'incinérateur choisi sont présentées sur le tableau :

Tableau III-1 : Les dimensions de l'incinérateur choisi

Longueur	14 m
Largeur	4.3 m
Hauteur	20.5 m
Longueur de la grille	12.15 m
Largeur de la grille	3.53 m
Débit de déchets	11 t/h

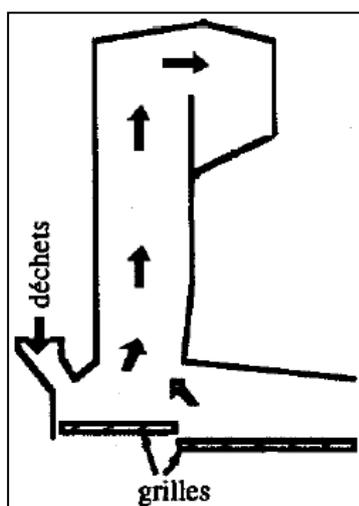


Figure III-1: La géométrie de l'incinérateur

3.1. Modèle géométrique :

Afin de simplifier les calculs et de faciliter la validation expérimentale, nous avons choisi de passer par la similitude ; nos calculs se feront sur un incinérateur représenté par un cylindre de 30 cm de diamètre et 15cm d'hauteur avec une grille fixe de porosité égale à 0,5.

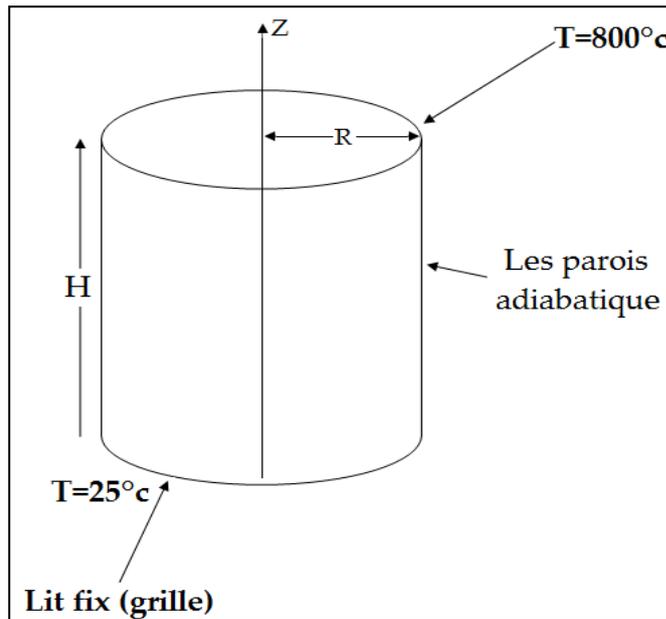


Figure III-2: Modèle géométrique

4. Modèle mathématique :

Un modèle mathématique est une traduction d'une observation dans le but de lui appliquer les outils, les techniques et les théories mathématiques. Les différentes étapes de l'incinération sont représentées ici par des modèles mathématiques décrivant l'évolution des réactions produites.

4.1. Bilan énergétique :

Nous supposons plusieurs hypothèses simplificatrices pour la caractérisation du bilan énergétique :

- le flux des gaz est unidirectionnel suivant l'axe des Z
- et le régime stationnaire
- et les parois d'incinérateurs sont adiabatiques,

- comme on suppose que les DM sont des particules sphériques avec un diamètre de 0,03m.

4.1.1. Phase gazeuse :

L'équation de la phase gazeuse est présentée sous la forme suivante :

$$\rho_g \cdot V_z \cdot C_{pg} \frac{\partial T_g}{\partial z} = a_g \cdot h(T_g - T_s) \dots \dots \dots (1)$$

4.1.2. Phase solide :

L'équation de la phase solide est présentée sous la forme suivante :

$$-\frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda_{\text{eff}} \frac{\partial T_s}{\partial z} \right) = a_g \cdot h(T_g - T_s) - V_{\text{pyro}}(1 - \alpha_c) \Delta_r h_{\text{pyro}} \dots \dots \dots (2)$$

5. Logiciels utilisés :

La discrétisation des équations (1) et (2) est faite par la méthode des éléments finies avec un pas de 0.01m ($\Delta z = 0,01\text{m}$), ceci permet d'obtenir un système d'équation sous la forme $\mathbf{A} \cdot \mathbf{T} = \mathbf{B}$, la résolution de ce système d'équations est faite par logiciel Matlab.

Les conditions aux limites :

- $T_g(z=0) = T_s(z=0) = 25^\circ\text{C}$
- $T(z=0,15) = 800^\circ\text{C}$
- $V_g(Z=0) = 0,4\text{m/s}$

Les paramètres caractéristiques du lit et des déchets ménagers utilisés pour nos calculs sont :

5.1. Valorisation énergétique de la chaleur dégagée par incinération :

L'exploitation de l'énergie thermique dégagée par l'incinération des ordures ménagées se fait à travers un cycle de cogénération où on utilise une chaudière de récupération et une turbine à vapeur comme moteur thermique. Pour cela on a choisi deux cycles de turbine à vapeur, le cycle de Rankine avec surchauffe (Hirn) et le cycle de Rankine avec surchauffe et resurchauffe

Les calculs des paramètres des deux cycles choisis et le dessin de leur diagrammes thermodynamique est fait par le calculateur ThermoOptim qui est un progiciel qui permet de calculer aisément des cycles thermodynamiques, des plus simples aux plus complexes.

Le cycle 1 est un cycle de Rankine avec surchauffe, il est présenté sur le diagramme T-S comme nous montre la figure ci-dessous :

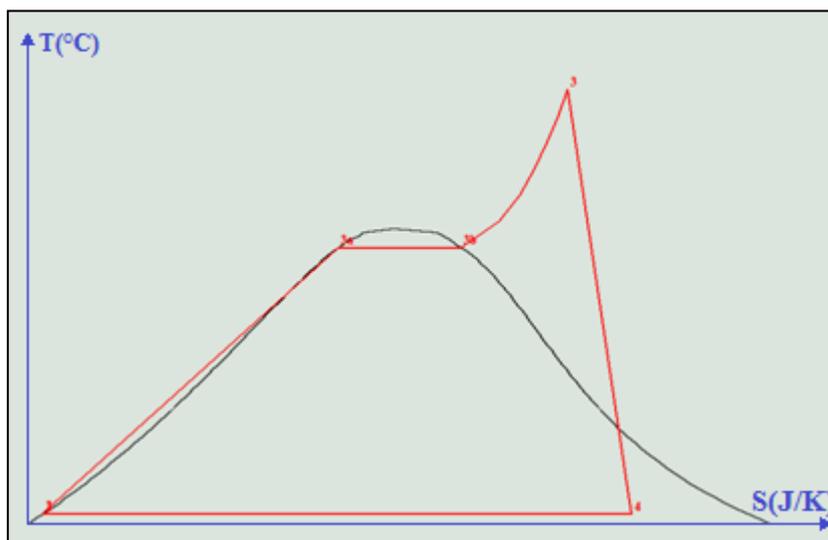


Figure III-3: Diagramme T-S du cycle T-S de Rankine

Les paramètres des différents points du cycle sont :

Tableau III-4 : Les paramètres des différents points du cycle 1.

Points	Pression	Température (°C)
1	0,04	29
2	Entre 100 et 320	29
3	Entre 100 et 320	542
3a	Entre 100 et 320	351,2
3b	Entre 100 et 320	351,2
4	0,04	29

Le deuxième cycle est un cycle de Rankine avec surchauffe et resurchauffe, il est présenté sur le diagramme T-S comme nous montre la figure ci-dessous :

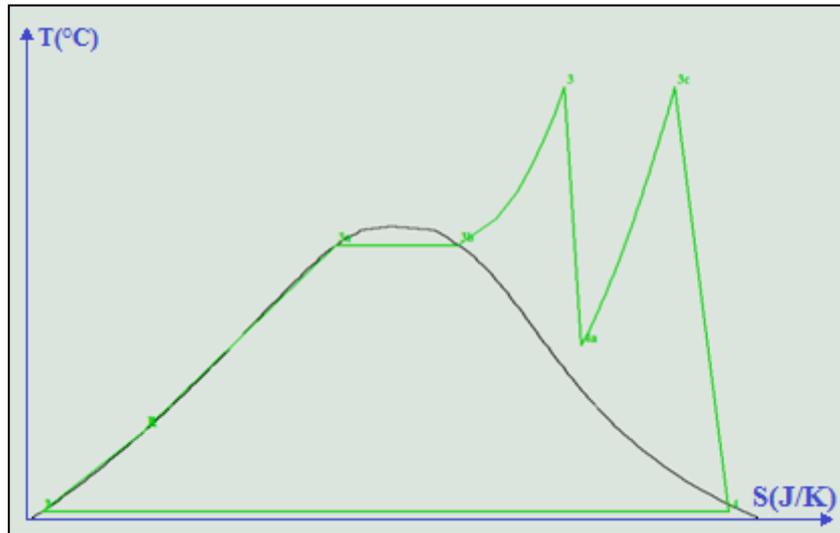


Figure III-4: Diagramme T-S cycle de Rankine avec surchauffe et resurchauffe.

Les paramètres des différents points du cycle sont :

Tableau III-4 : Les paramètres des différents points du cycle 2.

Points	Pression	Température (°C)
1	0,04	29
2	15	29
B	Entre 100 et 320	128
3a	Entre 100 et 320	351
3b	Entre 100 et 320	351
3	Entre 100 et 320	542
4a	15	230
3c	15	542
4	0,04	29

6. Conclusion :

En fait, l'incinération des déchets est l'oxydation des matériaux combustibles contenus dans les déchets. Les déchets sont généralement des matériaux hautement hétérogènes, composé essentiellement de substances organiques, de minéraux, de métaux et d'eau. Lors de l'incinération, des gaz brûlés sont générés lesquels contiendront la majorité de l'énergie combustible disponible sous forme de chaleur.

On conclu que la chaleur dégagée lors de l'incinération est très importante et qu'on peut les utiliser dans des turbines à vapeur pour plusieurs intérêts : la production de l'électricité soit, le séchage dans usines ou pour les chauffages centrales.

Chapitre IV:

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Introduction
2. Résultats
3. Conclusion

1. Introduction :

En Algérie, la quantité de déchets ménagers et assimilés augmente au cours du temps, alors il est indispensable de mettre en place une politique de récupération, trie et valorisation des déchets. Le type de valorisation choisi, recycler, incinérer, ou méthaniser, dépend de la nature des déchets. la valorisation des déchets contribue fortement au développement durable du pays.

Dans ce chapitre on va voir les résultats et les graphes de notre partie expérimentale sur Matlab et Thermoptim et les discuter.

2. Résultats :

La résolution des équations du bilan énergétique fournit les profils de température de la phase gazeuse et la phase solide.

Les figures 1 et 2 montrent les évolutions des températures du solide et du gaz à travers le lit. On conclut que la propagation de la température est progressive pour les deux phases et que les valeurs de températures pour les gaz supérieurs par rapport à celles du solide.

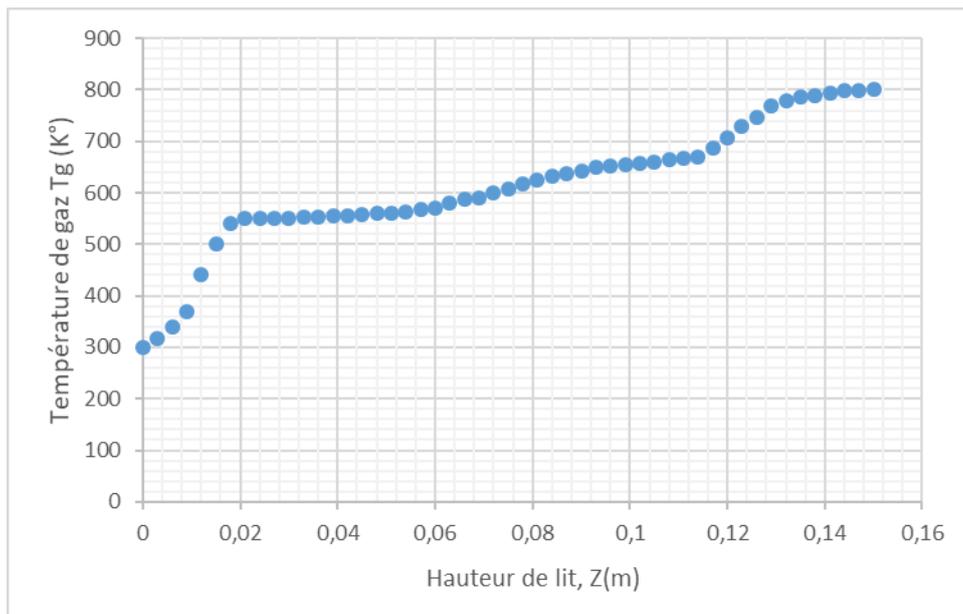


Figure IV-1 : montre la progression de la température du gaz à travers le lit.

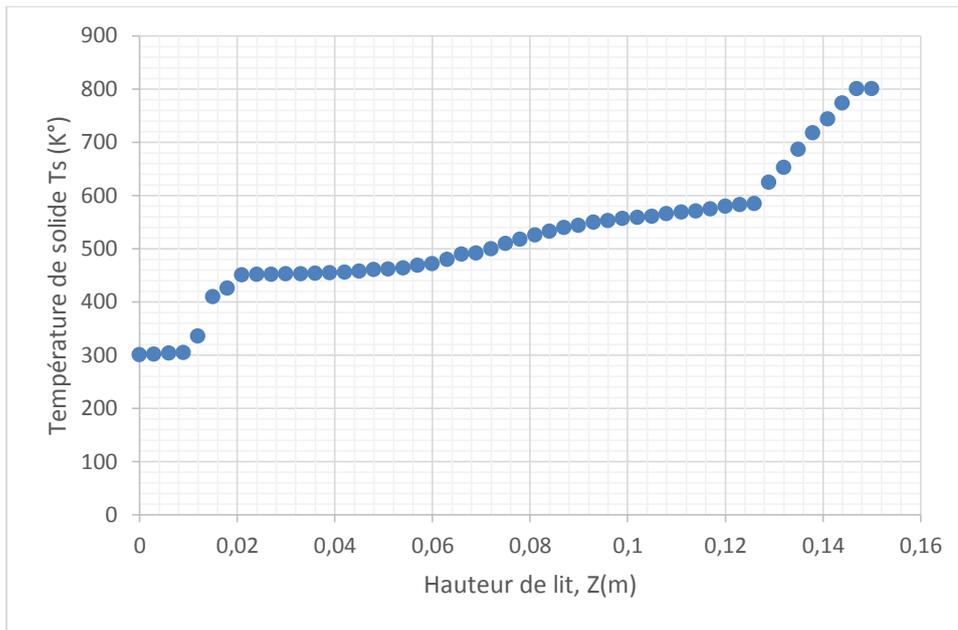


Figure IV-2 : montre la progression de la température du solide à travers le lit.

La figure 3 montrent la variation de l'enthalpie d'entrée de la turbine en fonction de la pression d'entrée, on remarque qu'il y'a une proportionnalité inverse entre l'enthalpie et la pression pour les deux cycles et que les valeurs de l'enthalpie pour le cycle 2 supérieures par rapport à celles du cycle 1.

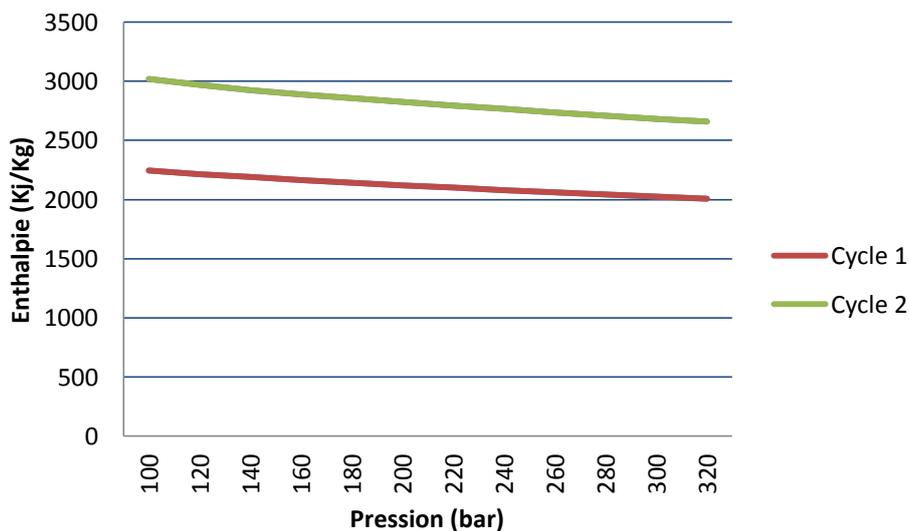


Figure IV-3 : La variation de l'enthalpie d'entrée de la turbine en fonction de pression d'entrée.

La figure 4 montre la variation de l'efficacité en fonction de la pression d'entrée de la turbine. On remarque que l'efficacité est proportionnelle avec la pression pour les deux

cycles jusqu'à une pression de 300 bar où elle atteint une valeur maximale, elle stabilise pour le cycle 1 et commence à diminuer pour le cycle 2, et que les valeurs de l'efficacité pour le cycle 2 supérieures par rapport à celles du cycle 1.

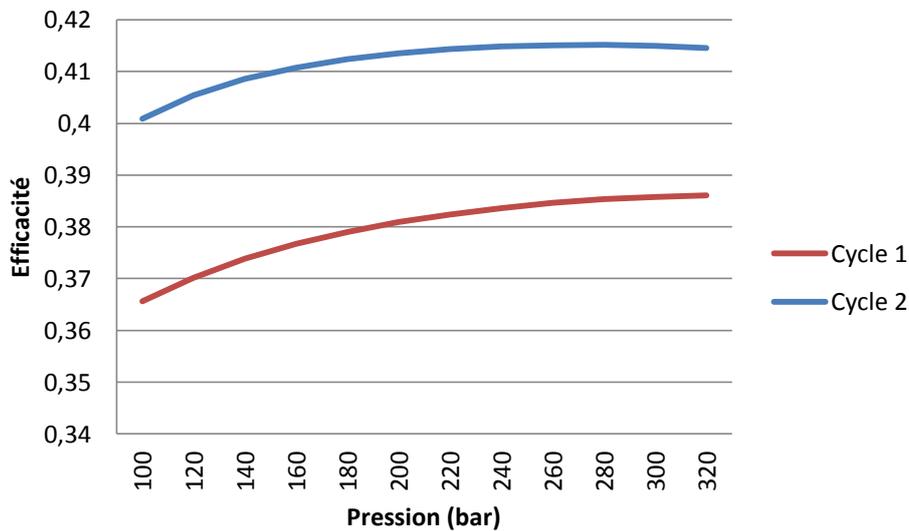


Figure IV-4 : La variation de l'efficacité en fonction de la pression d'entrée de la turbine

La figure 5 montrent la variation de l'énergie utile en fonction de la pression d'entrée de la turbine, On remarque que l'énergie utile est proportionnelle avec la pression pour le cycle 1 jusqu'à une pression de 160 bar où elle atteint une valeur maximale ensuite elle commence à diminuer, comme elle est aussi proportionnelle avec la pression pour le cycle 2 jusqu'à une pression de 280 bar où elle atteint une valeur maximale ensuite elle commence à diminuer, et que les valeurs de l'énergie utile pour le cycle 2 supérieures par rapport à celles du cycle 1 à partir du 160 bar.

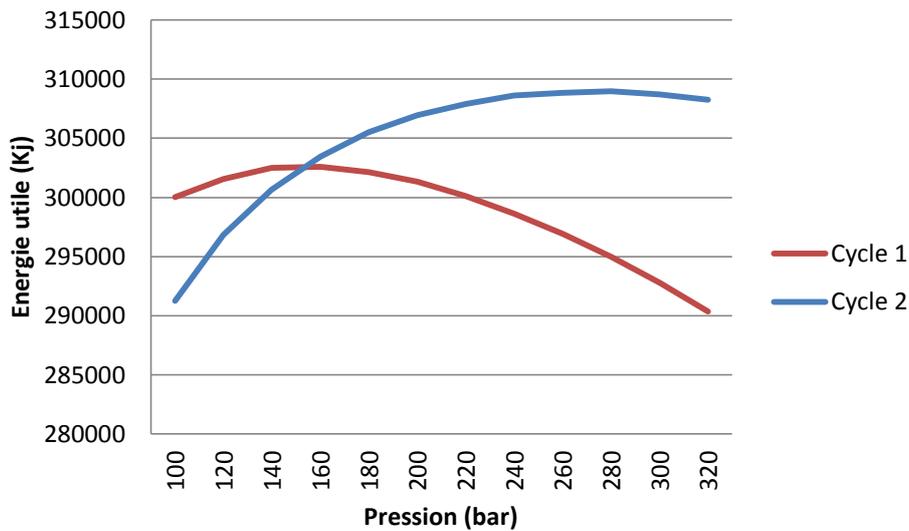


Figure IV-5 :

Les figures 3, 4, 5 montrent que le cycle 2 (Rankine avec surchauffe et resurchauffe) plus rentable que le cycle Hirn. Il y'a un gain de 3% pour le rendement et 18000 KJ pour l'énergie utile

3. Conclusion :

Finalement et après les résultats des calculs qu'on a fait, on voit que l'efficacité du cycle avec surchauffe et resurchauffe est plus grande que celle du cycle de Rankine avec surchauffe seulement et l'énergie utile est importante dans le deuxième cycle par rapport au premier.

Grâce à des déchets qui sont toujours en augmentation sans savoir les utiliser, alors il faut bien exploiter tous énergies renouvelables afin de réduire la consommation de l'énergie fossiles pour une durée plus longue.

Conclusion Générale :

L'enjeu pour l'humanité passe par la diminution et la gestion d'une meilleure consommation du potentiel des sources d'énergies fossiles disponibles sur la planète et par une réduction des émissions de CO₂. Parallèlement à l'économie des sources d'énergie, l'humanité doit prendre des dispositions pour apprendre à remplacer ces énergies par d'autres moyens.

On conclut que l'incinération consiste à récupérer la chaleur dégagée par la combustion des éléments combustibles contenus dans les déchets elle assure la gestion complète de la vaste gamme de déchets générés par la société et vise à traiter les déchets de manière à en réduire le volume et les dangers, tout en récupérant ou en détruisant les substances potentiellement nuisibles.

En fait, l'incinération des déchets est l'oxydation des matériaux combustibles contenus dans les déchets. Les déchets sont généralement des matériaux hautement hétérogènes, composé essentiellement de substances organiques, de minéraux, de métaux et d'eau. Lors de l'incinération, des gaz brûlés sont générés lesquels contiendront la majorité de l'énergie combustible disponible sous forme de chaleur.

On conclut que la chaleur dégagée lors de l'incinération est très importante et qu'on peut les utiliser dans des turbines à vapeur pour plusieurs intérêts : la production de l'électricité soit, le séchage dans usines ou pour les chauffages centrales

Liste des figures :

Figure II-1 : illustration d'une station d'incinération.	16
Figure II-2 : présente un exemple d'un incinérateur à grille avec une chaudière à recyclage de chaleur.	19
Figure II-3 : Différents types de grille.	20
Figure II-4 : Incinérateur à fumée. [7]	22
Figure III-1 : La géométrie de l'incinérateur	29
Figure III-2 : Modèle géométrique	30
Figure III-3 : Diagramme T-S du cycle T-S de Rankine	32
Figure III-4 : Diagramme T-S cycle de Rankine avec surchauffe et resurchauffe	33
Figure IV-1 : Montre la progression de la température du gaz à travers le lit	37
Figure IV-2 : Montre la progression de la température du solide à travers le lit	38
Figure IV-3 : La variation de l'enthalpie d'entrée de la turbine en fonction de pression d'entrée	38
Figure IV-4 : La variation de l'efficacité en fonction de la pression d'entrée de la turbine	38
Figure IV-5 : la variation de l'énergie utile en fonction de la pression d'entrée de la turbine	39

Liste des tableaux

Tableau I-1: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2011. [10]..	10
Tableau I-2: Récupération 2011 durant l'année 2011. [10]..	10
Tableau I-3: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2013. [10]..	10
Tableau I-4: Récupération 2013. [10]	11
Tableau I-5: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2015 et 2016. [10]	11
Tableau I-6: Récupération 2015 et 2016 [10]	11
Tableau I-7: Quantité de déchets dans quelques communes de la wilaya durant l'année 2015 et 2016 [10]	11
Tableau I-8: Récupération 2015 et 2016 [10]	12
Tableau III-1 : Les dimensions de l'incinérateur choisi	29
Tableau III-3 : Les paramètres des différents points du cycle 1.	32
Tableau III-4 : Les paramètres des différents points du cycle 2.	33

Références

- [1] https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/incineration.php4
- [2] Les Avis de l'ADEME Famille de Procédés « Thermolyse et Pyrolyse »
- [3] M. MOKRANE CHAABANE, « OPTIMISATION DE LA COMBUSTION AU SEIN D'UN INCINERATEUR DE DECHETS SOLIDES POUR REDUIRE LES EMISSIONS NOCIVES : CAS DES NO_x », MAGISTERE EN GÉNIE MÉCANIQUE Option : ENERGÉTIQUE, UNV DE BATNA
- [4] BENAMAR Abdelaziz, exposé sur «Contribution à la modélisation des moteurs thermiques à apport de chaleur externe : exploitation des ressources énergétiques renouvelables».2018
- [5] <http://www.igniss.com/fr/incin%C3%A9rateur-%C3%A0-four-rotatif>
- [6] Document de référence sur «les meilleures techniques disponibles Incinération des déchets».Commission Européenne Août 2006
- [7] Mlle. MEZOUJJI HALIMA, MR. SIDI YEKHLEF ILYES « La valorisation Energétique des Déchets» Projet de fin d'études : Pour l'obtention du diplôme de Master, Domaine : SCIENCE ET TECHNOLOGIE, Filière : Génie Mécanique, Spécialité : Génie Thermique et Energétique.
- [8] <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-energetique/dossier/lincineration/description-procedes>.
- [9] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pyrolyse>.
- [10] Entreprise publique de wilaya chargée de la gestion des CET
- [11] ELHAFIANE SIHAM Mémoire de fin d'études Gestion des déchets solides au niveau de la Commune Urbaine d'Agadir et leur impact sur le milieu naturel Le 01 Mars 2012