

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE EPOPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des procédés

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences appliquées

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté Par :

GENDOUCI Brahim

Réalisation d'un prototype pour
valorisation des déchets ménages

Soutenu publiquement le :

Devant le jury composé de :

Mr CHENNOUF Nasreddine	Professeur (UKM Ouargla)	Président
Mr LATI Moukhtar	MCA (UKM Ouargla)	Examineur
Mr MENOUCHE Djamel	MCB (UKM Ouargla)	Encadreur

Année Universitaire : 2020/2021

Dédicace

Je dédie ce travail à

Mes parents,

Merci pour votre amour, votre affection, vos encouragements, vos sacrifices... que Dieu vous garde.

A mes frères

A ma soeurs

A ma famille A mes cousins et cousines A mon encadreur Ms djamel Menouche Pour terminer je remercie mes amies pour leurs aident et leurs soutiens durent la réalisation de ce travaille.

Bonne chance à vous aussi pour la soutenance de votre mémoire.

À toute personne qui m'aime À toute personne que j'aime

À tous ceux qui cherchent le savoir



Remerciements

Au premier temps, Nous remercions dieu tout puissant qui nous a donné le courage et la volonté et de nous avoir bénie jusqu'à la réalisation de ce travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Je tiens à exprimer ma gratitude et ses remerciements au l'encadreur 'Mr MENOUCHE DJAMEL ' Pour toute l'aide à la fois en termes de fourniture des conférences et des leçons et de nous fournir des informations utiles et d'autres.

Je tiens à remercier vivement les membres de jury qui nous honore en jugeant notre mémoire fin d'étude

Et tous les amis qui me soutenu Et aussi un grand merci à tous les enseignants au cours de ces années d'études.

Un dernier recours et je remercie Mr HATHAT

AZZEDDINE,

Merci beaucoup

Résumé :

L'objectif de ce travail ces a donnée une solution technique, consiste à réaliser un prototype pour valoriser les déchets ménagés par la méthode de bio-séchage, Les matière final sera des matières solides combustibles «Carburant» pouvant être stocké pour une utilisation future pour produire de l'énergie (chaleur, électricité.....etc.).

Après l'étape de la réalisation de prototype, nous faisons deux expériences

1. Test a vide pour tester l'isolation thermique dans la chambre du réacteur, l'efficacité des instruments du mesures et de contrôle
2. Test avec déchets pour observer les changements de température et humidité causé par les microorganismes mesophilic

Mots clés : Prototype, déchet, bio-séchage, micro-organismes mésophiles, produisent de l'énergie.

ملخص:

الهدف من هذا العمل الذي قدم حلاً تقنيًا ، يتمثل في تنفيذ نموذج أولي لتثمين النفايات المنزلية بطريقة التجفيف الحيوي ، وستكون المادة النهائية عبارة عن مواد صلبة قابلة للاحتراق "وقود" يمكن تخزينها لاستخدامها في المستقبل من أجل إنتاج الطاقة (حرارة ، كهرباء ... إلخ) .

بعد مرحلة إنتاج النموذج الأولي ، أجرينا تجربتين

1. اختبار العزل الحراري في غرفة المفاعل وهي فارغة, وإختبار كفاءة أدوات القياس والتحكم.
2. اختبار النفايات لملاحظة التغيرات في درجة الحرارة والرطوبة التي تسببها الكائنات الحية الدقيقة متوسطة الحجم.

الكلمات المفتاحية: النموذج الأولي ، والنفايات ، والتجفيف الحيوي ، والكائنات الحية الدقيقة متوسطة الحجم ، وإنتاج الطاقة.

Abstract :

The objective of this work these gave a technical solution, consists in carrying out a prototype to valorize the household waste by the method of bio-drying, The final material will be solid combustible materials "Fuel" which can be stored for a future use for produce energy (heat, electricity etc.).

After the prototype production stage, we did two experiments

1. Vacuum test to test the thermal insulation in the reactor chamber, the efficiency of measurement and control instruments
2. Waste test to observe changes in temperature and humidity caused by mesophilic microorganisms

Key words: Prototype, waste , bio-drying , mesophilic microorganisms, produce energy.

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Dimensionnement du réacteur de bio-séchage à isolation thermique	19
Tableau 2: Compositions de déchet.	23
Tableau 3 : Résultats de test a vide.	27
Tableau 4 : Résultat avec déchets Jour 09/06/2021.	29
Tableau 5 :Résultats avec déchets jour 10/06/2021	31

Liste des Figures :

Figure 1 : Pression de vapeur saturante de l'eau dans l'air d'après la température.....	14	
Figure 2 :Taux de croissance de différents organismes. ^[32]	15	
Figure 3 : courbes de vitesse de séchage.	17	
Figure 4 : Réacteur de bio-séchage à isolation thermique.	18	
Figure 5 : Conduit d'air isolé thermiquement.	18	
Figure 7 : Resistance thermique.	19	
Figure 8 : Réacteur de bio-séchage à isolation thermique.	19	
Figure 6 : Ventilateur (TT100)	19	
Figure 9 : Support des déchets	Figure 10 : Plaque perforé.....	20
Figure 11 : Plaque perforée	Figure 12 : Cheminée	20
Figure 13 : Armoire électrique		20
Figure 14 : capteur d'humidité et température d'air de sortie		21
Figure 15 :capteur d'humidité et température d'air d'entrée		21
Figure 16 : Capteur d'humidité de sol SEN0308.		21
Figure 17 : Capteur de température de sol AX6675.		21
Figure 18 :Anémomètre		21
Figure 19 : Emplacement des capteurs eu milieu		21
Figure 20 : System arduino(Arduino MEGA2560).....		22
Figure 21 : Sketch de capteur d'humidité(SEN0308).....		22
Figure 22 :Sketch de capteur de température(MAX6675).		22
Figure 23 : Thermostat(STC100A).....		23
Figure 27 : Test d'humidité (autoclave ir35).....		24
Figure 24 : Tranches des déchets		24
Figure 25 : Déchets utilisée.....		24
Figure 26 : Déchets a été coupé.		24
Figure 28 : Déchet placer sue le support de déchet.		25
Figure 29 : courbe (vitesse d'air).		27
Figure 30 :Courbe d'humidité.		28
Figure 31 : Courbe de température		28
Figure 32 : Courbe humidité avec déchets.		29
Figure 33 : Courbe de température avec déchets		30
Figure 34 : Courbe de température de 10/06/2021.....		31
Figure 35:Courbe d'humidité(%)		32
Figure 36 :Courbe la vitesse d'air pendant tous le procédé de bio séchage(m/s).....		32

Abréviations :

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés

DM : Déchets Ménages

P.E.D : Pays En Développement

OM : Ordures Ménagers

CSR : Les Combustibles Solides de Récupération

V : Vitesse d'Air.

V_m : Vitesse Moyen d'air.

P : Débet d'air.

P_m : Débet Moyen d'air.

Te : Température a l'entrée

Ts : Température a la sortie

T_m : Température eu milieu

He : Humidité a l'entrée

Hs : Humidité a la sortie

H_m : Humidité eu milieu

S : Surface de conduit

Table des matières

Introduction :	1
Chapitre I : Recherche bibliographique	2
Introduction :	2
I.1 Définition du terme « déchet » :	2
I.1.1 Définition économique :	2
I.1.2 Définition environnementale et systémique "déchet" :	2
I.1 .3. Définition sociologique de "déchet" :	3
I.1.4. Définition juridique :	3
I. 2 Définition d'un déchet ménager :	3
I.3 Les caractéristiques des déchets :	3
I.3.1 La densité :	3
I.3 .2 Le degré d'humidité.	3
I.3 .3 Le pouvoir calorifique	4
I.3 .4 Le rapport des teneurs en carbone et azote	4
I.4 Classification des déchets selon leur nature :	4
I.4 .1 Classification basé sur l'état physique :	4
I.4.1.1 Déchets solides :	4
I.4 .1.2 Boues :	4
I.4 .1.3Déchets liquides ou pâteux :	4
I.4 .1.4Déchets gazeux :	4
I.4 .2 Classification basée sur l'état chimique :	4
I.4 .2.1 Déchets basiques :	4
I.4 .2.2 Déchets acides :	4
I.4 .2.3 Sels résiduaire :	4
I.4 .2.4 Déchets organiques :	4
I.4 .2.5 Déchets polymériques :	5
I.4 .2.6 Déchets minéraux :	5
I.4 .3 Classification des déchets selon leur origine :	5
I.4 .3.1 Déchets agricoles :	5
I.4 .3.2 Déchets ménagers et assimilés :	5
I.4 .3.3 Déchets hospitaliers et d'activités de soins :	5
I.4 .4 Classification des ordures ménagères :	6
I.4.4.1 Déchets biodégradables :	6
I.4 .4.2 Déchets non biodégradable :	6

I.4 .5 Classification des déchets selon leur toxicité :	6
I.4 .5.1 Déchets dangereux :	6
I.4 .5.2 Déchets inertes :	6
I.4 .5.3 Déchets non dangereux :	6
I.5 Les impacts des déchets sur l'environnement et la santé publique :	6
I.5.1 Impact des déchets sur l'environnement :	6
I.5.1.1 La pollution de l'eau :	7
I.5.1.2 La pollution de l'air :	7
I.5.1.3 La pollution du sol :	7
I.5.1.4 Détérioration des paysages :	7
I.5.1.5 Sur les chaînes alimentaires :	8
I.5.2 Impact Sur la santé publique :	8
Chapitre II: Gestion des déchets.....	1
Introduction :	9
II.1 Les méthodes de la gestion des déchets :	9
II.1.1 Producteur de déchets :	9
II.1.2 La collecte :	9
II.1.2.1 La collecte par apport volontaire (AV) :	9
II.1.2.2 La collecte porte à porte (PAP) :	10
II.1.3 Le tri :	10
II.1.4 Le transport :	10
II.1.5 Traitement et valorisation des déchets :	10
II.1.5.1 Valorisation de matière :	11
II.1.5.2 La valorisation énergétique :	11
Chapitre III : Procédé de bio-séchage	9
Introduction :	14
III.1 Généralité sur la Bio-séchage	14
III.2 Réaction des biodégradations :	16
III.3 Bio séchage vs séchage thermique :	16
Chapitre IV : Matériel et méthode de travail	18
IV. Prototype de Réacteur de bio-séchage à isolation thermique :	18
IV.1 Conduit d'air isolé thermiquement :	18
IV.2 Réacteur de bio-séchage à isolation thermique :	19
IV .3 Instruments de la mesure :	21
IV.4 Instruments de contrôle :	22

IV.5 Les déchets utilisés :	23
Chapitre V : Résultats et discussions	22
V.2 Etude sur la phase mésophile :	29
V.2 .1 Résultats de test avec déchets :	29
V.2 .2 Résultats avec déchets:	30
Conclusion générale	30

Introduction générale

Introduction générale

Introduction :

La question de la gestion des déchets ménagers et assimilés (DMA) est de plus en plus présente dans les problématiques environnementales actuelles .Le monde est confronté à un autre défi, celui de l'épuisement rapide des ressources en combustibles fossiles, ce qui conduit à une recherche extensive de ressources énergétiques renouvelables. Les insuffisances ont induit le problème de santé publique qui ne cesse de s'aggraver ; une baisse des moyens humains et matériels affectés à la préservation de la qualité de l'environnement ; une saturation des décharges ; une baisse des coûts d'élimination à la suite de la mise en décharges sauvages et une augmentation du ratio par tête des déchets produits.

Aux vues des prévisions catastrophiques annoncées, quelles solutions doit-on adopter pour assurer la pérennité des ressources et la préservation de l'environnement tout en répondant à l'explosion de la demande énergétique? Outre la rationalisation de la consommation qui s'avère indispensable, de nombreuses solutions techniques sont à l'étude actuellement.

L'objectif de ce travail est de donner une solution technique, consiste à réaliser un prototype pour valoriser les déchets ménagés par la méthode de bio-séchage, Les matières finales seront des matières solides combustibles «Carburant» pouvant être stockées pour une utilisation future pour produire de l'énergie (chaleur, électricité.....etc.).

Plan de travail sera comme celui :

1. Chapitre I : recherche bibliographique relative aux déchets.
2. Chapitre II: Gestion des déchets
3. Chapitre III: procédés de bio-séchage et prototype
4. Chapitre IV: matières et méthode de travail
5. Chapitre V: Résultat et discussions
6. Conclusion générales

Chapitre I : Recherche bibliographique

Introduction :

Conscient des enjeux que l'environnement représente pour un développement durable, l'Etat algérien adopte depuis une dizaine d'années, des stratégies pour la préservation de l'environnement dans différents secteurs tels que la préservation de l'eau, forêts, la protection des écosystèmes sensibles (littoral, steppe, Sahara), la dépollution industrielle, la gestion des déchets, la protection des espèces naturels et des espèces animales, etc. ^[1].

L'Algérie souffre du problème de la gestion des déchets ménagers à cause de l'augmentation de nombre des habitats et leurs consommations d'une part, et la mauvaise organisation et planification des villes d'autre part. La catégorie de déchets ménagers n'est pas la plus dangereuse, mais c'est la plus abondante, et chacun de nous est concerné. Elle augmente suivant la croissance de la population et selon son mode de consommation. Cette situation d'augmentation permanente fait de la gestion des déchets ménagers un sujet d'actualité qui ne peut attendre, car chaque jour, chaque algérien produit en moyenne 0.98 kg de déchet. En 2010, 10 million de tonnes de déchets ménagers et assimilés avaient été produit par la population algérienne ^[2], 13.5 million en 2013^[3].

I.1 Définition du terme « déchet » :

On distingue une conception subjective, et une conception objective de la définition du déchet. Selon la conception subjective, un bien ne peut devenir un déchet que si son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser ; mais tant que ce bien n'a pas quitté la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue, cette personne peut à tout moment changer d'avis. Si le bien a été déposé sur la voie publique ou dans une poubelle, son propriétaire peut avoir, clairement, signifie la volonté d'abandonner tout droit de propriété sur ce bien. En fait, ce qui est déposé sur la voie publique appartient au propriétaire de la voie publique, c'est-à-dire à la municipalité.

Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien. Les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition objective. Ainsi, le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique ^[4].

I.1.1 Définition économique :

Un déchet est une matière ou un objet dont la valeur économique est nul ou négative, Pour son détenteur, a un moment et dans un lieu donné, donc, pour s'en débarrasser, le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui-même le travail ^[5].des autres ».

I.1.2 Définition environnementale et systémique "déchet" :

En bonne logique, il faut englober sous le terme « **déchet** » tous les déchets solides, liquides, et gazeux, mais cet amalgame n'est pas commode, Il faut en effet distinguer d'une part les déchets qui sont dilués dans un fluide destiné à les évacuer et

d'autre part les déchets qui sont solides ou bien qui sont confinés dans récipient parce qu'ils sont liquides ou boueux ^[5].

I.1 .3. Définition sociologique de "déchet" :

Les déchets est le témoin de la culture et de ses valeurs. Il est le révélateur du niveau social des populations et de l'espace dans lequel elles évoluent (zones rurales ou urbaines, habitat collectif ou individuel). Il est aussi le reflet d'une dépréciation économique ou sociologique à un moment donné ^[6].

I.1.4. Définition juridique :

On distingue une conception subjective et une conception objective de la définition juridique du déchet. Selon la conception subjective, un bien devient un déchet lorsque son propriétaire a la volonté de s'en débarrasser. Il demeure lui appartenir tant qu'il n'a pas quitté la propriété de cette personne ou l'espace qu'elle loue. Ce bien devient une propriété de la municipalité lorsqu'il est déposé sur la voie publique ou dans une poubelle, car par cet acte son propriétaire peut avoir clairement signifié sa volonté d'en abandonner tout droit de propriété. Selon la conception objective, un déchet est un bien dont la gestion doit être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien : les biens recyclables qui sont des matières premières secondaires entrent dans cette définition objective. Ainsi, le détenteur d'un bien est soumis à la réglementation et il ne peut se décharger de ses responsabilités envers la gestion de ce déchet sous prétexte de sa valeur économique. ^[4]

I. 2 Définition d'un déchet ménager :

Selon la loi N° 01-19 des 12 décembre 2001, est considéré comme déchet ménager et assimilé tout déchet issu 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 ^[7].

I.3 Les caractéristiques des déchets :

On caractérise les déchets par quatre paramètres essentiels : la densité, le degré d'humidité, le pouvoir calorifique, le rapport des teneurs en carbone et azote (C/N).

I.3.1 La densité :

La connaissance de la densité est d'une grande importance pour le choix des moyens de collecte et de stockage. Toutefois comme les déchets sont compressibles, la densité n'a un sens que si on définit les conditions dans lesquelles on la détermine. C'est pourquoi on peut avoir une densité en poubelle, une densité en benne, une densité en décharge, une densité en fosse, etc. La densité en poubelle est mesurée en remplissant les ordures fraîches dans un récipient de capacité connue sans tassement

I.3 .2 Le degré d'humidité.

Les ordures renferment une suffisante quantité d'eau variant en fonction des saisons et le milieu environnemental. Cette eau a une grande influence sur la rapidité de la décomposition des matières qu'elles renferment et sur le pouvoir calorifique des déchets.

I.3 .3 Le pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est défini comme la quantité de chaleur dégagée par la combustion de l'unité de poids en ordures brutes. Il s'exprime en millithermie par kilogramme d'ordures (mth/Kg).

I.3 .4 Le rapport des teneurs en carbone et azote

Le rapport C/N a été choisi comme critère de qualité des produits obtenus par le compostage des déchets. Il est d'une grande importance pour le traitement biologique des déchets, car l'évolution des déchets en fermentation peut être suivie par la détermination régulière de ce rapport.

I.4 Classification des déchets selon leur nature :

I.4 .1 Classification basé sur l'état physique :

I.4.1.1 Déchets solides :

Ce sont les ordures ménagères (OM), les déchets de métaux, les déchets inertes (cendre, scories, laitiers,... etc.) déchets de caoutchouc, plastiques, bois.

I.4 .1.2 Boues :

boues de station d'épuration des eaux urbains ou industrielles, boue d'origine diverses (hydrocarbures, de peintures, de traitement de surfaces...)

I.4 .1.3 Déchets liquides ou pâteux :

Goudrons, huiles usagées, solutions résiduelles divers... etc.

I.4 .1.4 Déchets gazeux :

Le biogaz de décharges (méthane), les gaz à effet de serre (dioxyde de carbone,... etc.).

I.4 .2 Classification basée sur l'état chimique :

Cette classification comprend :

I.4 .2.1 Déchets basiques :

Soudes de potasse résiduelles, liqueurs ammoniacales, et chaux résiduelle (boues de carbonates).

I.4 .2.2 Déchets acides :

Solutions résiduelles, acides divers (HCL, H₂SO₄, HNO₃, acides organiques... etc.) et les acides à l'état gazeux.

I.4 .2.3 Sels résiduelles :

Sulfate de calcium carbonate de calcium, sulfate ferreux,... etc. Métaux : Ferraille, carcasses de véhicules, déchets de métaux précieux, câbles... etc.

I.4 .2.4 Déchets organiques :

Solvants usés, huiles usagées, boues d'hydrocarbures, liqueurs résiduelles phénols,... etc.

I.4 .2.5 Déchets polymériques :

Déchets de caoutchouc et le plastique (PVC, PS, PE, polyuréthane,... etc.

I.4 .2.6 Déchets minéraux :

Déchets siliceux, déchets de silicates (schiste, déchets de verre, cendre de centrale thermique ...etc.), déchets de calcaire (déchets de marbre, carbonate de calcium, résiduaire de sucreries),

I.4 .3 Classification des déchets selon leur origine :

I.4 .3.1 Déchets agricoles :

Les déchets agricoles correspondent aux déchets d'élevage, des cultures et de l'industrie agroalimentaire ^[8], les activités agricoles génèrent principalement 05 types de déchets ^[9] :

1. Les sacs ou bidons vides d'engrais, d'herbicides, de pesticides.
2. Les produits phytosanitaires non utilisables correspondant au stock de produits périmés.
3. Les résidus liés aux activités d'élevage.
4. Les films agricoles.
5. Les déchets verts (pailles, pelouses...).

I.4 .3.2 Déchets ménagers et assimilés :

Correspondant à ceux produit par l'activité domestique des ménages, les déchets assimilés sont issus des commerces, de l'artisanat, des bureaux et des industries (verre, papiers, emballage, métaux ...etc.). Ils sont collectés par les municipalités ^[8]. Il existe :

I.4.3.2.1 Déchets ménagers spéciaux (DMS) :

Ce sont des déchets toxiques ou dangereux produits en faible quantité par les ménages (Solvant, peintures, les huiles minérales) et ne peuvent pas être éliminés.

I.4 .3.2.2 Déchets industriels :

a) Déchets industriels banals (DIB)

Ce sont des déchets non dangereux ^[9], assimilables aux ordures ménagères (OM) et relevant de même traitement ^[8], tels que les emballages, le papier carton, les matériaux à base de bois, les plastiques,etc.).

b) Déchets industriels spéciaux (DIS) :

Contenant des éléments nocifs en grandes quantités, ils présentent de grands risques pour l'homme et son environnement et doivent être éliminés avec des précautions particulières ^[10]. Ils contiennent des éléments polluants nécessitant des traitements spéciaux : huiles usagées, matière de vidange, déchets de soins, déchets de PCB, diverses épaves ^[8].

I.4 .3.3 Déchets hospitaliers et d'activités de soins :

On désigne sous ce terme, les déchets en provenance des hôpitaux, cliniques, établissements de soins, laboratoires et services vétérinaires. Ces établissements produisent des déchets domestiques (cantines, jardins, administration) et des déchets divers ne présentant pas de risques (plâtre). Mais ils génèrent aussi des déchets à risque : objet coupant et tranchant,

Piles et batteries, films radiologiques, emballages, textiles, cultures biologiques de laboratoire, déchets anatomiques et cadavres d'animaux de laboratoire, objet contenant du sang ou des solvants ^[11].

I.4 .4 Classification des ordures ménagères :

Selon leur nature, les ordures ménagères peuvent être classées en deux catégories ^[12] : déchets dégradables (biodégradables) et les déchets non dégradables (non biodégradables).

I.4.4.1 Déchets biodégradables :

Ce sont les déchets pour lesquels les facteurs abiotiques assurent seuls leur décomposition ; dans le cas où la décomposition est assurée par les micro-organismes (bactéries ou champignons), on parle des déchets biodégradables. Exemple la matière organique.

I.4 .4.2 Déchets non biodégradable :

Ce sont les déchets qui proviennent surtout des nouvelles techniques industrielles, résistent à la décomposition, et se décomposent difficilement. Exemple les sachets et autres plastiques.

I.4 .5 Classification des déchets selon leur toxicité :

I.4 .5.1 Déchets dangereux :

Les déchets dangereux sont des matières destinées à l'élimination qui est gérés et éliminés de manière inadaptée, peuvent nuire à l'homme ou à l'environnement en raison de leur caractère toxique, corrosif, explosif, combustible ... etc. ^[11].

I.4 .5.2 Déchets inertes :

Ce sont des déchets qui ne subissent aucune modification en cas de stockage, ne se décomposent pas, ne se brûlent pas et ne produisent aucune réaction physique ou chimique, ne sont pas biodégradables et ne détériorent pas d'autres matières avec lesquelles ils entrent en contact, d'une manière susceptible de nuire à la santé humaine et d'entraîner une pollution de l'environnement.

I.4 .5.3 Déchets non dangereux :

Ce sont des déchets qui ne sont ni dangereux, ni inertes, ils comprennent notamment des déchets municipaux (déchets des ménages, de nettoyage municipaux, d'entretien des espaces verts et les déchets de l'assainissement individuel ou collectif), et les déchets industriels banales.

I.5 Les impacts des déchets sur l'environnement et la santé publique :

I.5.1 Impact des déchets sur l'environnement :

Les déchets sont à la fois un risque et une ressource, mais lorsqu'ils sont éliminés sans précautions, ils risquent de dégrader des paysages, de polluer l'environnement et d'exposer l'homme à des nuisances et des dangers dont certains peuvent être très graves. ^[13]

I.5.1.1 La pollution de l'eau :

La pollution de l'eau peut être provoquée par la dispersion des déchets ou leurs éliminations d'une façon anarchique et elle peut être à l'origine de maladies à transmission hydrique (cholera, typhoïde,...etc.). Les rejets contaminent aussi les eaux souterraines, source d'approvisionnement en eau potable, par l'infiltration des lixiviats lors du lessivage des dépôts de déchets par les eaux des pluies. La pollution des nappes phréatique et aggravée par la lente percolation dans celle-ci de nombreuses contaminations provenant de décharges industrielles ^[14].

I.5.1.2 La pollution de l'air :

On considère que l'air est pollué quant il contient des substances qui n'entrent pas dans sa composition naturelle de base et qui peuvent entraîner des nuisances plus ou moins graves ^[15].

La décomposition naturelle des déchets entraîne des sous produits et de nombreux types d'émissions tel que le méthane (CH₄), le dioxyde de carbone (CO₂), l'hydrogène (H₂), l'ammoniaque (NH₂), les chloro-fluro-carbone (CFC), la concentration de ces gaz dans l'atmosphère engendre des effets irréversibles et dangereux tel l'effet de serre, les pluies acides...etc. ^[16]

De ce point de vue, la principale source de pollutions de l'air est la combustion provoquée, accidentelle ou spontanée de dépôts de déchets à l'air libre, qui donne naissance à de grandes quantités de fumées et d'odeurs et nauséabondes ^[17].

I.5.1.3 La pollution du sol :

Les sols, vu la position qu'ils occupent dans les échanges avec les autres éléments biotopes, constituent des ensembles vulnérables et sont souvent exposés à la pollution par différentes particules toxiques, ils sont des lieux de passage de nombreux flux de matières ^[18].

À la périphérie des agglomérations, on relève de façon quasi systématique une contamination des sols au niveau des friches industrielles et de sites industriels en activité qui présentent souvent une très forte pollution due à un déversement (parfois volontaire par le passé) de divers résidus minéraux ou organiques de très forte toxicité et aux dépôts de déchets afférents ^[19].

Les retombées atmosphériques liées à l'incinération (métaux lourds, COV ...etc.), la percolation des lixiviats de décharges et l'épandage de composants ou de boues contribuent à la contamination physico-chimique et /ou microbiologique des sols ^[20].

I.5.1.4 Détérioration des paysages :

Les dépôts sauvages, les déchets abandonnés par les passants (papier, cigarettes, tickets, emballages divers,...etc.) ou les animaux, et qui résultent de la circulation automobiles sont la source de nuisances esthétiques et visuelles de notre environnement.

Beaucoup de sites touristiques demeurent moins fréquentables à cause de la dégradation de la qualité de l'environnement, surtout par les dépôts d'ordures impressionnant qui s'agglomèrent ^[21].

I.5.1.5 Sur les chaînes alimentaires :

Les déchets déposés à même le sol transmettent des polluants et substances dangereuses qui s'infiltrant par l'intermédiaire des eaux de pluies, qui les entraînent vers les profondeurs. Aussi les végétaux les absorberaient, ensuite ces produits toxiques migrent jusqu'à l'homme qui consomme ces végétaux devenus toxiques. Ce risque de migration tout au long de la chaîne alimentaire existe aussi pour les denrées animales issues de l'élevage et de la pêche (par exemple l'intoxication de Minamata 1953_1960. Plusieurs cas de contamination alimentaire ont été découverts dans la baie de Minamata au Japon, où une usine chimique déversait du mercure dans la mer ou les poissons présentaient une teneur élevée en thiométhyl-mercure, qui provoqua la mort de 48 personnes et l'invalidité de 156 autres (les pêcheurs en particulier) ^[22].

I.5.2 Impact Sur la santé publique :

Les déchets biodégradables sont les principaux responsables des maladies causées par les pollutions biologiques, et en particulier par les ordures ménagères : les animaux errants qui y trouvent leur nourriture véhiculent ensuite toutes sortes de parasites ou autres agents pathogènes qui sont les agents de transmission de maladies contagieuses Et/ou mortelles dont nous mentionnerons les plus redoutables : les maladies infectieuses transmises par les eaux et sols souillés par les urines d'animaux infectés (chiens, bovins, chevaux....) telle que la leptospirose et les hépatites virales et le choléra . ^[23]

Chapitre II: Gestion des déchets

Introduction :

La question touchant à la gestion des déchets a commencé à se poser de manière préoccupante avec le développement et la gestion de l'environnement urbain. Le volume de déchets s'amplifie de façon préoccupante. Leur caractère hétérogène et leurs effets sur la santé humaine et le développement durable rend plus complexe le choix d'une filière de traitement la mieux adaptée et la plus viable possible.

Aujourd'hui comme les villes des pays en développement en général, celles de l'Algérie font partie des villes où la problématique de la gestion de l'environnement est pertinente. La collecte des ordures ménagères constitue l'une des plus grandes difficultés que rencontrent les autorités publiques. Ces difficultés se traduisent souvent par une accumulation des ordures ménagères, la création de dépôts sauvages et incontrôlés dans les rues.

II.1 Les méthodes de la gestion des déchets :

La gestion des déchets est définie comme : La collecte, le transport, la valorisation et l'élimination des déchets et, plus largement, toute activité participant de l'organisation de la prise en charge des déchets depuis leur production jusqu'à leur traitement final, soient solides, liquides ou gazeux et chacun possède sa filière spécifique et bien sûr le type de déchets.

II.1.1 Producteur de déchets :

Toute personne dont l'activité produit des déchets (producteur initial de déchets) ou toute personne qui effectue des opérations de traitement des déchets conduisant à un changement de la nature ou de la composition de ces déchets (producteur subséquent de déchets).

II.1.2 La collecte :

La collecte est l'opération qui consiste à enlever les déchets présentés dans des récipients à cet effet pour les acheminer vers un lieu d'élimination.

La collecte traditionnelle des déchets ménagers est le système de gestion le plus fréquent dans les P.E.D. Quotidienne dans certains quartiers, elle change en fonction des dispositions mises en place par les services techniques des villes, du niveau d'organisation et de l'état des infrastructures routières. Le tri sélectif n'est que très rarement envisagé à cause de l'important investissement financier sur le plan de l'équipement, nombre de poubelles et augmentation de la fréquence de ramassage, mais aussi à cause du manque de formation et sensibilisation de la population.^[24]

II.1.2.1 La collecte par apport volontaire (AV) :

L'apport volontaire est le dépôt des déchets par les habitants en un endroit désigné par la commune et regroupent plusieurs ménages. Les containers sont déchargés, au niveau d'un site de transit, puis acheminés à la décharge par moyens lourds, ou

Chapitre II : Gestion des déchets

directement transportés à la décharge. Il est assez répandu dans les villes des pays en développement. ^[24]

II.1.2.2 La collecte porte à porte (PAP) :

mise à disposition des citoyens de véhicules passant à jours réguliers afin de ramasser selon le système de collecte de la commune certains types de déchets (poubelles de différentes couleurs...). ^[25]

II.1.3 Le tri :

Le tri permet de séparer les différents matériaux : papier, carton, journaux/magazines, briques alimentaires, plastique, aluminium, acier ^[26].

II.1.4 Le transport :

Le transport constitue l'ensemble des opérations correspondant au déplacement du garage à la première zone de collecte, et des zones de collecte au point de destination finale. Le plus souvent les véhicules de collecte effectuent le transport des ordures jusqu'au lieu de traitement ou de décharges. Le choix des véhicules de collecte est très important. Le parc des véhicules doit être suffisamment diversifié pour permettre une collecte performante compte tenu du nombre d'habitant et des voies d'accès.

Les véhicules utilisés seront donc choisis en fonction des milieux (milieu urbain et milieu rural) comme : Benne de collecte avec compression. ; Benne avec compression pour bac roulant ou pour collecte hermétique. ; Les camions classiques à ridelles et Les camions bennes. ^[27]

II.1.5 Traitement et valorisation des déchets :

La loi 01-19 du 12 décembre 2001, définit le traitement des déchets comme toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.

Cette loi qui est relativement récente met en application les principes du développement durable qui se résument dans ce cas par la responsabilité, l'équité et la prévention.

Traiter un déchet c'est lui permettre soit d'être valorisé (tri, récupération, transformations qui permettront de lui trouver une utilisation), soit d'être rejeté dans le milieu extérieur dans des conditions acceptables (déchet ultime). ^[28]

Les déchets dont la matière ne peut pas être recyclée peuvent avoir quatre destinées: les jeter, les enterrer, les brûler ou les composter ^[29]. Notons que le compostage est une valorisation de la matière organique (provenant essentiellement des restes alimentaires et des végétaux de jardins).

II.1.5.1 Valorisation de matière :

II.1.5.1.1 La valorisation matérielle (recyclage) :

Il est possible de récupérer et de réutiliser de nombreux matériaux que l'on trouve dans les déchets pour fabriquer des nouveaux produits du même type ou d'un type différent ^[29]. Il permet des économies de matière première et d'énergie tout en diminuant les frais de traitement des déchets ^[44] Recyclage du papier-carton - du verre - d'aluminium - des métaux - du plastique. - des pneus.

II.1.5.1.2 La valorisation organique :

Le compostage est un processus biologique qui se déroule en aérobie dans lequel les déchets organiques sont transformés par les organismes détritivores et décomposeurs en une substance appelée compost noire riche en matières nutritives. Le compost avant d'être commercialisé est stabilisé et hygiéniste. Constitue un engrais naturel idéal pour les espaces verts, utilisable en agriculture et en horticulture pour l'amendement des sols en éléments nutritifs. L'apport de compost est un moyen simple et naturel d'enrichir la terre en humus, qui est la base de la fertilité et de la conservation des sols. Produire et utiliser du compost, c'est participer à la réduction des déchets et protéger l'environnement en diminuant l'emploi d'engrais chimiques et en prolongeant la durée de vie des décharges.

Remarque : toutes les techniques de compostages nécessitent normalement une collecte sélective en amont.

II.1.5.2 La valorisation énergétique :

Destinée aux déchets qui ne peuvent être recyclés ou valorisés sous forme de matière, la valorisation énergétique consiste à récupérer et valoriser l'énergie produite lors du traitement des déchets par combustion ou méthanisation. L'énergie produite est utilisée sous forme de chaleur ou d'électricité. La valorisation énergétique peut être directe : le déchet est brûlé dans une installation dédiée, construite et opérée selon des critères définis afin de minimiser les impacts environnementaux et sanitaires. C'est le mode le plus utilisé actuellement pour les déchets municipaux. Elle peut aussi être différée - pour les déchets industriels de préférence - soit par la production d'un combustible solide de récupération, soit par la production d'un gaz ou d'un coke dans des procédés de gazéification ou de pyrolyse^[30].

II.1.5.2.1 L'incinération:

L'incinération est un procédé de traitement thermique des déchets avec excès d'air. Ce procédé consiste à brûler les ordures ménagères et les déchets industriels banals dans des fours adaptés à leurs caractéristiques (composition, taux d'humidité).

Elle consiste à récupérer la chaleur dégagée par la combustion des éléments combustibles contenus dans les déchets. Cette chaleur, récupérée initialement sous forme de vapeur sous pression, va ensuite être:

- soit utilisée pour alimenter un réseau de chaleur urbain ou des industriels avoisinants.
- soit introduite dans un turboalternateur produisant de l'électricité.

II.1.5.2.2 Combustibles solides de récupération CSR:

Les Combustibles solides de récupération (CSR) sont préparés à partir de déchets non dangereux solides de façon à permettre une valorisation énergétique performante en chaleur et/ou en électricité, en général en substitution d'énergie fossile.

Dans ce cadre, la réglementation permet désormais les modalités de préparation des CSR. Les CSR doivent être préparés en vue de leur utilisation en tant que combustible. L'objectif consiste à tirer profit du pouvoir calorifique de certains déchets qui ne peuvent être valorisés sous forme matière, tout en assurant une maîtrise de l'impact environnemental de leur oxydation thermique au regard de leur composition chimique. Les déchets identifiés comme gisements de polluants à risques (exemples : le PVC comme précurseurs de dioxines, les accumulateurs pour le mercure) doivent donc particulièrement être surveillés et devront être extraits si nécessaire. Des critères de PCI (pouvoir calorifique inférieur), de composition chimique (mercure, halogènes) et de caractéristiques (humidité, granulométrie) doivent être respectés. La préparation des CSR ne peut s'opérer qu'après une opération indispensable de tri préliminaire des déchets en vue de la valorisation matière afin de respecter la hiérarchie des modes de traitement fixée par la directive cadre relative aux déchets. Les flux de déchets éligibles à la préparation des CSR sont les résidus de tri de déchets d'activités économiques, les résidus de tri d'ordures ménagères résiduelles, les flux de déchets industriels homogènes (composition stable) qui ne sont pas valorisables sous forme matière, qui présentent un potentiel calorifique et qui ne constituent pas une source de pollution identifiée. Les CSR sont constitués principalement de mélange de papiers, plastiques, bois, caoutchouc et textiles.

II.1.5.2.3 Les principes de la pyrolyse et gazéification

La pyrolyse et la gazéification appliquées aux déchets sont des moyens de les convertir en liquides et en gaz combustibles, ce qui ouvre un champ très vaste de possibilités de les valoriser efficacement.

La **pyrolyse** et la **gazéification** des déchets consistent à les chauffer en l'absence ou en manque d'oxygène afin que les substances générées sous l'effet de la température (solides, liquides et gazeuses) ne s'enflamment pas spontanément, ce qui donne la possibilité de les valoriser dans un second temps.

II.1.5.2.3.1 La pyrolyse :

Les déchets sont chauffés entre 350 et 650 °C en l'absence d'oxygène. Il en résulte une production d'un gaz combustible, d'un liquide (huile ou mélange d'hydrocarbures), et d'un résidu sous-produit solide (souvent désigné « coke » ou « char » ou « biochar » si les déchets sont de la biomasse) qui contient la fraction

minérale du déchet entrant, ainsi que le « carbone fixe », c'est-à-dire le carbone présent dans le déchet qui ne s'est pas transformé en gaz ou liquide. La proportion entre gaz, liquide et solide dépend de nombreux paramètres tels que la composition initiale du déchet, la température et la pression de fonctionnement, le temps de séjour, etc.

II.1.5.2.3.2 La gazéification :

Des déchets consistent à les chauffer à des températures plus importantes que la pyrolyse, c'est-à-dire comprises généralement entre 900 et 1 200°C en présence d'une faible quantité d'oxygène. En dehors de la fraction minérale du déchet et d'une petite quantité de carbone fixe non converti qui constituent le résidu solide, l'ensemble du déchet est ainsi converti en un gaz que l'on appelle gaz de synthèse (également désigné syngas ou syngaz). Quand la réaction de gazéification est réalisée à pression atmosphérique, le gaz de synthèse est en général constitué principalement de CO et H₂ et quelques pourcents de CH₄. Selon les procédés, il contient également une proportion plus ou moins importante de dioxyde de carbone (CO₂) et d'azote (N₂). Il contient généralement également une faible quantité de chaînes hydrocarbonées longues appelées goudrons, dont il est nécessaire de débarrasser le gaz pour certaines applications telles que l'utilisation en moteurs à gaz ou la conversion chimique du syngaz en méthane ou mélange d'hydrocarbures.

II.1.5.2.4 Valorisation du biogaz et gaz de synthèse :

La méthanisation consiste en la dégradation de déchets organiques fermentescibles par des bactéries dans un milieu dépourvu d'oxygène. Les déchets organiques les plus fréquents sont issus des activités agricoles, agroalimentaires et industrielles : boues de station d'épuration, bio-déchets, effluents d'élevage, résidus de cultures, etc.

Ce mécanisme biologique permet de fabriquer deux produits : le biogaz, gaz riche en méthane, et un digérer pouvant être utilisé comme fertilisant et amendement pour les cultures.

En complément de la diminution de la masse de déchets entrants et de la production d'énergie verte, la méthanisation présente de nombreux intérêts aux niveaux économique (revenus complémentaires, autonomie en chaleur, etc.), environnemental (réduction des gaz à effet de serre) et agronomique (fertilisant organique plus adapté à la culture que les déchets organiques bruts).

Chapitre III : Procédé de bio-séchage

Introduction :

La tâche principale de la gestion moderne des déchets est l'utilisation la plus efficace des caractéristiques du matériau et potentiel énergétique des déchets ainsi que leur élimination en toute sécurité.

La valorisation énergétique des déchets organiques a un impact sur la conservation des ressources naturelles, en réduisant les émissions de méthane, de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, oxydes d'azote et poussières. Cela se traduit par la préservation de l'écosystème naturel et contribue également à améliorer le niveau de vie et affectant positivement la santé des êtres humains. Offrir des solutions prometteuses au problème de la gestion des déchets organiques sont des technologies biologiques comme le séchage biologique (bio-séchage) de la matière organique.

Le séchage biologique est un processus auto-thermique dans lequel le séchage les taux sont augmentés par la chaleur biologique libérée pendant décomposition sur place de la matière organique. Par conséquent, il offre une alternative intéressante pour la gestion des déchets termes de faisabilité et de coût. Le séchage biologique conduit à l'humidité réduction tout en maintenant la valeur calorifique des déchets traités afin que les déchets humides soient transférés en solides «Carburant» pouvant être stocké pour une utilisation future.

III.1 Généralité sure la Bio-séchage

Le bio-séchage est un procédé de séchage qui utilise de l'aération forcée ainsi que de la chaleur biologique. Le procédé est très similaire au compostage aérobic, mais les buts des deux procédés sont différents. Le but du bio-séchage est d'améliorer la valeur calorifique de la biomasse, en augmentant le niveau de siccité et en limitant la dégradation biologique, source de valeur calorifique^[31].

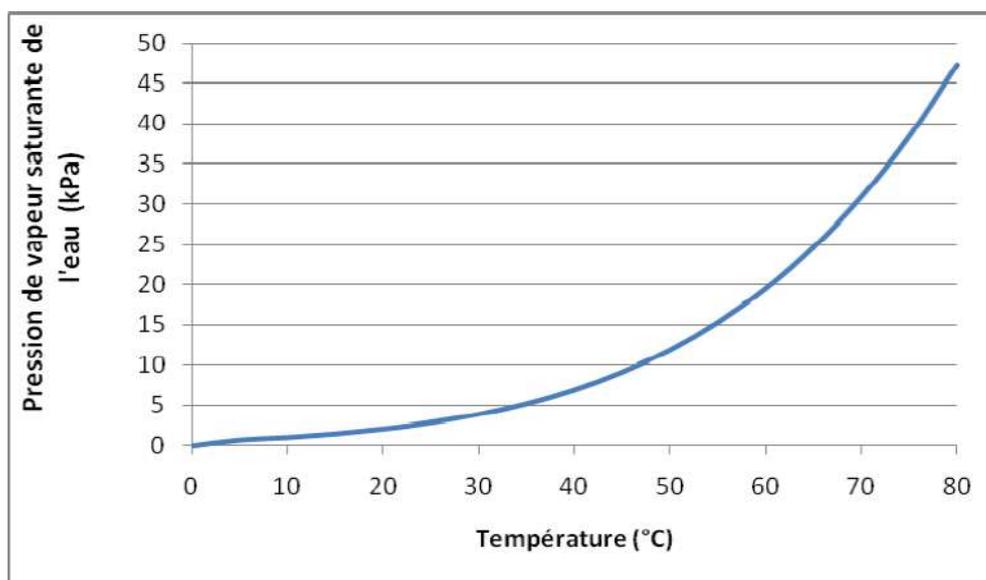


Figure 1 : Pression de vapeur saturante de l'eau dans l'air d'après la température.

Chapitre III : Procédé de bio-séchage

La température de l'air a un effet important sur le potentiel d'évaporation. Comme présenté à la figure, la quantité d'eau évaporée contenue dans l'air est exponentielle par rapport à la température. Il serait donc préférable d'atteindre une température élevée durant le bio-séchage pour maximiser l'évaporation pour une même quantité d'air. Cependant, la température dans un bio-séchoir est limitée par la génération de chaleur des organismes qui la peuplent. La boue mixte contient généralement des organismes mésophiles et thermophiles. La croissance et le taux de mortalité des différents types de microorganisme dépendent grandement de la température. Les microorganismes mésophiles ne peuvent supporter des températures supérieures à 45 °C. Quant aux microorganismes thermophiles, ceux-ci meurent à des températures supérieures à 70 °C. Ce type de bactérie a une croissance faible lorsque la température est inférieure à 40 °C; la croissance d'organismes mésophiles est donc primordiale pour atteindre des températures acceptables pour les thermophiles. Les microorganismes hyper thermophiles ne peuvent survivre à des températures inférieures à 60 °C et ne sont généralement pas présents dans la boue lorsqu'elle est chargée dans le séchoir. La température maximale du bio-séchoir est donc limitée à 70 °C par les microorganismes thermophiles.

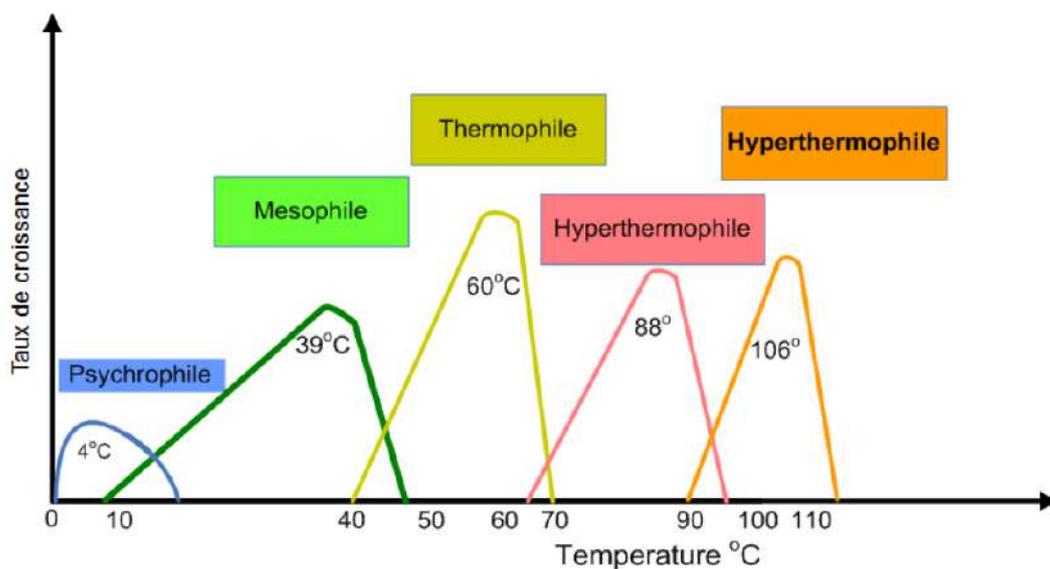


Figure 2 : Taux de croissance de différents organismes. ^[32]

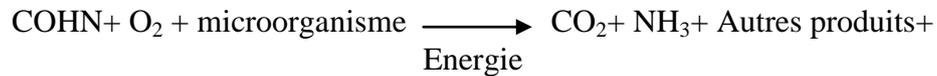
Quatre phases distinctes ont été identifiées pour le procédé de bio-séchage. Celles-ci sont liées aux phases du cycle de croissance de la population microbienne, soit : ^[33]

- 1) la période d'acclimatation, ayant une faible génération de chaleur,
- 2) la période exponentielle, caractérisée par une augmentation exponentielle de la température et du taux d'évaporation,
- 3) la période de déclin caractérisée par une diminution du taux microbien, de la température et de l'évaporation,

4) et finalement la période stable, où la génération de chaleur microbienne est presque nulle et le taux d'évaporation est fonction du débit d'air.

III.2 Réaction des biodégradations :

La réaction globale générale des biodégradations



III.3 Bio séchage vs séchage thermique :

Il existe un autre concept appelé séchage thermique, où le séchage conventionnel la technologie du prélèvement d'eau est mise en œuvre pour le séchage des déchets. la température maximale admissible du matériau est limitée par la résistance à la température du composants.

Cela se fait dans des situations où il est important d'empêcher le changement qualitatif des propriétés mécaniques ou chimiques du substrat. Le Bio séchage est différent de séchage thermique en ce que, ici la dépendance de la production biologique de chaleur à partir la teneur en eau dans les surfaces du matériau conduit à des différences significatives dans la séchage. La différence fondamentale entre le séchage thermique et le séchage biologique est illustré à la Figure3.

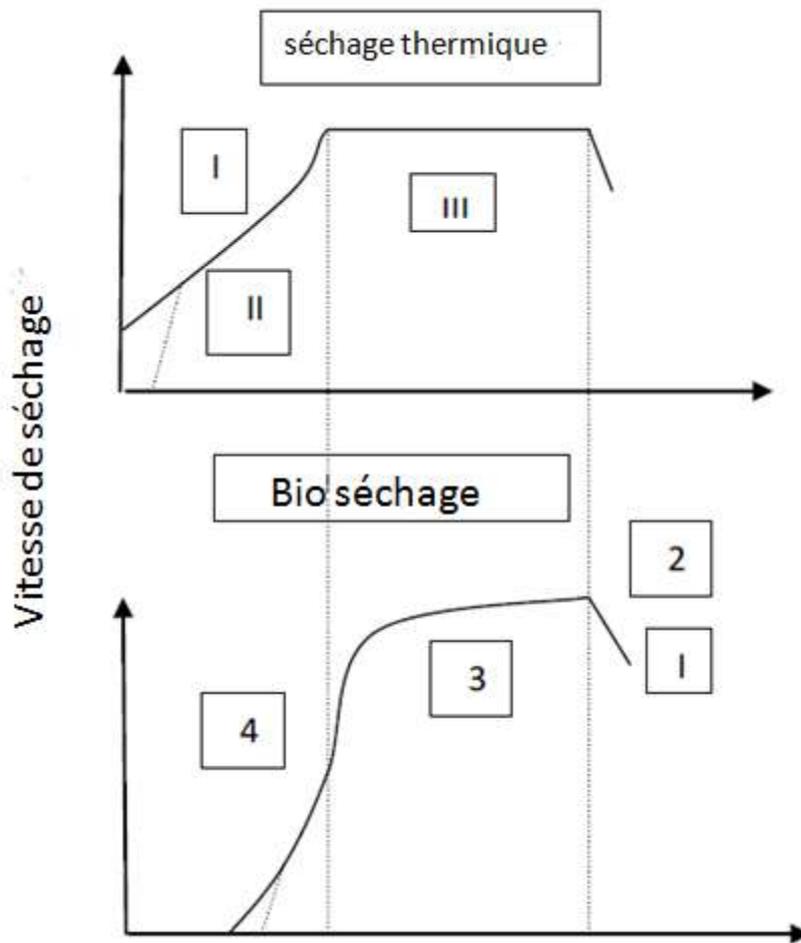


Figure 3 : courbes de vitesse de séchage.

Le processus de séchage thermique est divisé en trois sections ^[34] Lors du premier séchage section, chauffer le matériau évapore l'eau de la surface à vitesse constante. La teneur en eau augmente linéairement, tant que l'eau des pores et les capillaires du matériau s'écoulent vers l'extérieur vers la surface. Dans la deuxième phase il n'y a plus assez d'eau à la surface, donc la surface d'évaporation est déplacée dans le matériau à l'intérieur. À ce stade, le transfert de chaleur la résistance du matériau est augmentée et par conséquent la vitesse de séchage diminue. Cette section se termine avec un matériau non hygroscopique avec le séchage complet. Dans le cas de l'hygroscopie matériaux, la dernière section de fermeture existe jusqu'à ce que l'équilibre de sorption soit atteint entre le matériau et l'air de séchage

Le principe de bio séchage est que la majeure partie de la production de chaleur a lieu en présence de l'eau en surface, c'est-à-dire dans la zone de la première section de séchage. La réduction du biologique l'activité due à la limitation accrue de l'eau des micro-organismes conduit à une baisse de la vitesse de séchage. Une fois les surfaces séchées, il y a pratiquement un arrêt de la chaleur production. La chaleur dans le matériau ne peut être utilisée pour le séchage qu'à partir de ce point. Cela donne lieu à la deuxième section de séchage ^[35].

Chapitre IV : Matériel et méthode de travail

IV. Prototypé de Réacteur de bio-séchage à isolation thermique :

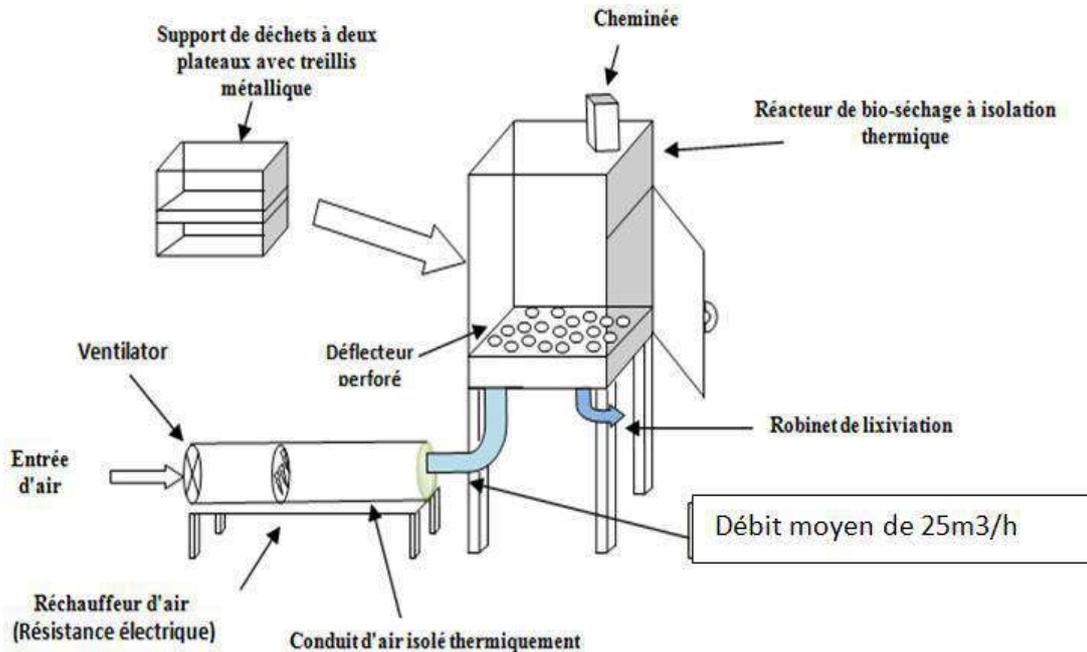


Figure 4 : Réacteur de bio-séchage à isolation thermique.

Pour notre étude on a réalisé un bio-séchage réacteur assisté thermique Il se compose de deux parties sont :

- 1-Conduit d'air isolé thermiquement.
- 2-Réacteur de bio-séchage à isolation thermique.

IV.1 Conduit d'air isolé thermiquement :

Une conduit circulaire calorifugé de longueur 165cm de et épaisseur 10cm de fabriqué sur commande type de isolation thermique fibre de fer, contient un ventilateur (TT100) centrifuge de puissance de 187m³/h et une résistance thermique pour chauffer l'air.



Figure 5 : Conduit d'air isolé thermiquement.



Figure 6 : Ventilateur (TT100) .



Figure 7 : Resistance thermique.

IV.2 Réacteur de bio-séchage à isolation thermique :

Un chambre rectangulaire à isolation thermique (panneaux sandwichs isolante par polyuréthane continu entre deux parements métallique, épaisseur de 30mm et un conductivité thermique de $0,022W/mC^{\circ}$) avec un Support de déchets à deux plateaux de treillis métallique à 0.5-0,4cm, un plaque perforé à 1,4 cm entre les pores , robinet de lixiviation d’eaux et une cheminée avec une sortie circulaire de diamètre de 10cm .



Figure 8 : Réacteur de bio-séchage à isolation thermique.

Réacteur de bio-séchage à isolation thermique	Dimensions	Volume	volume%
Réacteur de bio-séchage	400mm*400mm*925mm	148 litres	100 %
Espace au dessus	200mm*400mm*400mm	32 litres	21.62 %
Chambre de séchage avec porte	600mm*400mm*400mm	96 litres	64.86 %
Espace au dessous de la plaque perforée	125mm*400mm*400mm	20 litres	13.51 %

Tableau 1 : Dimensionnement du réacteur de bio-séchage à isolation thermique



Figure 9 : Support des déchets



Figure 10 : Robinet de lixiviation



Figure 11 : Plaque perforée



Figure 12 : Cheminée

Pour contrôler la vitesse de ventilation et alimenter la résistance on a un système électrique qui contient un régulateur de vitesse pour contrôler le débit d'air, un disjoncteur pour couper la tension et un surcircuit électrique pour alimenter la résistance.

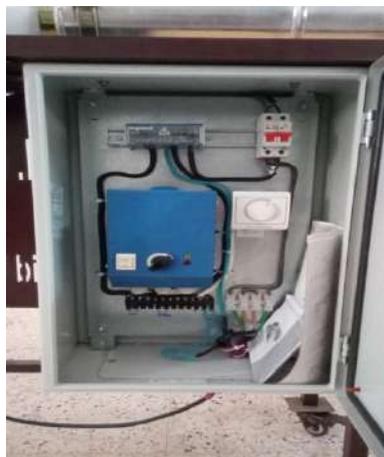


Figure 13 : Armoire électrique

IV .3 Instruments de la mesure :

Pour capturer la température et l'humidité dans l'entrée, ou milieu des déchets, de la sortie de réacteur et la vitesse d'air on a placé des capteurs :



Figure 15 : capteur d'humidité et température d'air d'entrée



Figure 14 : capteur d'humidité et température d'air de sortie



Figure 16 : Capteur d'humidité de sol SEN0308.



Figure 17 : Capteur de température de sol



Figure 18 : Anémomètre .



Figure 19 : Emplacement des capteurs eu milieu .

Chapitre IV : Matériel et méthode de travail

Les capteurs d'humidité et température de sole sont placés dans au milieu des déchets (6cm de hauteur et 10 eu centre) pour capturer le changement de température et humidité pendant la réaction, il sont contrôlés par un Arduino (MEGA 2560),pour afficher les résultats on 'a utilisée le logiciel Arduino IDE .

IV.4 Instruments de contrôle :

Arduino : Arduino est une plate-forme de prototypage électronique open source basée sur du matériel et des logiciels flexibles et faciles à utiliser (Arduino.cc). Sur le site officiel, il est défini comme «un outil permettant de créer des ordinateurs capables de détecter et de contrôler davantage le monde physique qu'un ordinateur de bureau». Arduino a été développé à l'origine comme une aide à l'enseignement aux étudiants, mais a ensuite été développé commercialement par Massimo Banzi et David Cuatrecasas en 2005. Sa facilité d'utilisation et sa durabilité en font un énorme succès auprès des étudiants, des artistes et des designers. [36]



Figure 20 : System arduino(Arduino MEGA2560).

```
barhomthermocouple | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help
barhomthermocouple
#include "MAX6675.h"
int thermoSO = 4;
int thermoCS = 5;
int thermoSCK = 6;

MAX6675 thermocouple(thermoSCK, thermoCS, thermoSO);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("MAX6675 test");
  // wait for MAX chip to stabilize
  delay(500);
}

void loop() {
  // Basic readout test, just print the current temp
  Serial.print("C = ");
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  Serial.print("F = ");
  Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());
  delay(1000);
}
```

Figure 22 : Sketch de capteur de température(MAX6675).

```
percentage | Arduino 1.8.15
File Edit Sketch Tools Help
percentage
const int dry = 620;
const int wet = 91;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  int sensorval = analogRead(A0);
  int percentagehumidity = map(sensorval, wet, dry, 100, 0);
  Serial.print(percentagehumidity);
  Serial.println("%");
  delay(100);
}
```

Figure 21 : Sketch de capteur d'humidité(SEN0308).

Pour stabilisée la température d'air entrée on a placée un thermostat (STC 100A) contrôlée la résistance.



Figure 23 : Thermostat(STC100A)

IV.5 Les déchets utilisés :

Légumes environ 60 % en volume ; fruits environ 20 % en volume ; et autres (papier, couche.....etc.) environ 20 % en volume. ^[37]

type	Nom	Poids (kg)	Volume (%)
légumes	chou-fleur	0.553	60
	Pomme de terre	0.432	
	Haricot	0.234	
	Betteraves et carottes	0.157	
fruits	Banana	0.476	20
	Melon	0.227	
autres	Papier	0.087	20
	Couches	0.015	
Total		2.181	100

Tableau 2: Compositions de déchet.

Un mélange de ces déchets a été coupé en Tranches d'environ 0.7 à 01 cm pour ne pas descendre du support des déchets.



Figure 25 : Déchets utilisée.



Figure 24 : Tranches des déchets



Figure 26 : Déchets a été coupé.

Après les déchets a été coupée et mélangée on a faire un test d'humidité par étuve (autoclave ir35), la quantité utilisée 5.032g, l'humidité initial du déchet 79,4%.



Figure 27 : Test d'humidité (autoclave ir35).

Chapitre IV : Matériel et méthode de travail

Après le test d'humidité on a placée le déchet préparée dans le support de déchet à un seul étage de volume (20x32x12) cm.



Figure 28 : Déchet placer sue le support de déchet.

Chapitre V : Résultats et discussions

Chapitre V: Resultants et discussions

V.1 Les résultats de test à vide :

Temp	V air m/s	H ae%	Tae °C	Has%	Tas °C	T m °C	H m%
14H30	0.75	10	41.3	19.3	36.9	40.25	2
14H40	0.75	10	42.9	20.8	38.5	40.75	2
14H45	0.74	10	41.8	20.4	38.7	40.50	2
14H50	0.78	10	42.8	20.5	38.3	40.70	2
14H55	0.76	10	40.5	20.2	38.5	40.75	2
15H00	0.78	10	40.1	20.1	38.5	40.10	2
15H10	0.79	10	40.2	20.0	38.5	40.50	2
15H20	0.81	10	41.3	19.6	38.9	41.0	2
15H30	0.80	10	41.5	19.7	39.0	41.0	2
15H35	0.81	10	40.5	19.9	38.6	41.25	2
15H40	0.81	10	42.3	19.3	39.2	41.0	2
15H45	0.82	10	41.7	19.9	38.5	41.0	2

Tableau 3 : Résultats de test a vide.

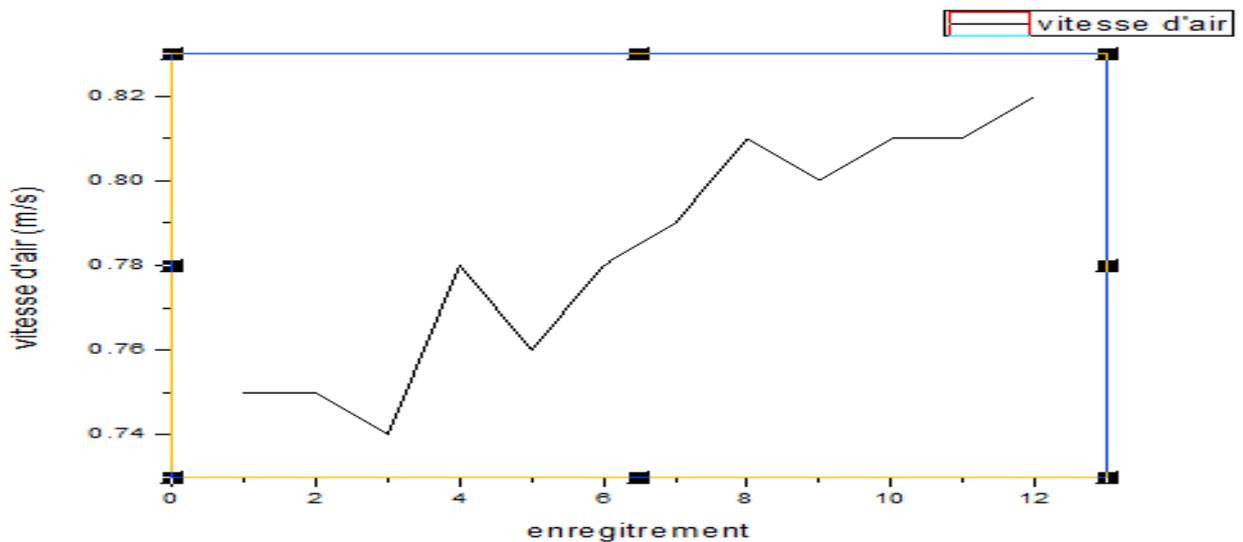


Figure 29 : courbe (vitesse d'air).

La ventilateur marche on vitesse max, on note que la vitesse augmente et variée entre 0,74 et 0,82m/s, le diamètre de la cheminée est 10cm on peut calcules le débit moyen maximale on m³/h

On a $P \approx 24m^3/h$

$$v_m = \sum_i v_i$$

$$s = r^2 \pi$$

$$p = \frac{v_m}{s}$$

Chapitre V: Resultants et discussions

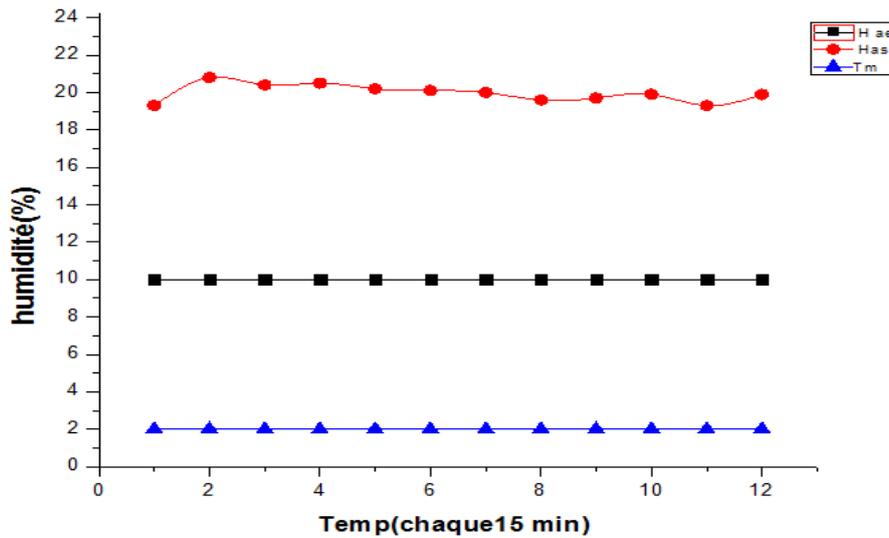


Figure 30 : Courbe d'humidité.

A partir La courbe d'humidité on note que l'humidité et stable dans l'entrée, sortie et eu milieu.

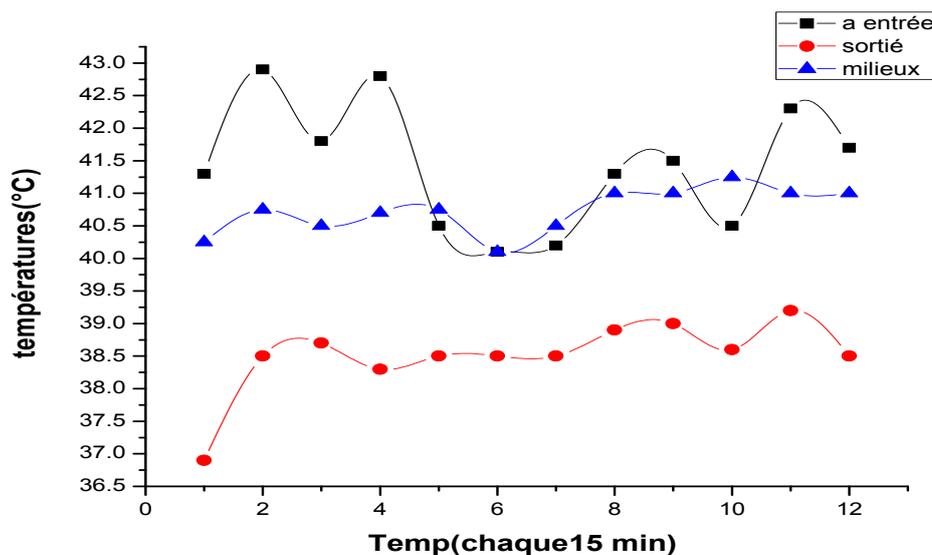


Figure 31 : Courbe de température

Remarque : On a fixé le thermostat à température de 40°C.

A partir de courbe de température on note que la température eu milieu est presque stable c'est a dure notre système est adiabatique. la température d'entée et eu milieu presque les même et la température de sortie est un peu moins que la température d'entrée c'est a dure on à une perte de charge, une différence de 1°C.

Chapitre V: Resultants et discussions

V.2 Etude sure la phase mésophilic :

V.2 .1 Résultats de test avec déchets :

Jour 09/06/2021 avec un débit moyen d'air de $p=25\text{m}^3/\text{h}$ et on a fixé le thermostat a 34c° pour garder une température moyen entrée dans le système.

TIME	V air m/s	H e%	Te °C	Hs%	Ts °C	Tm°C	Hm%
16H15	0.85	20	35	35.4	30.3	27,00	19
16H30	0.84	19	36.1	34.7	30.4	27,00	19
16H35	0.86	17	35.8	33.6	30.8	26,00	19
16H40	0.88	17	33.9	33.7	30.6	25.40	18
16H45	0.89	19	34.8	33.8	30.4	24.74	18
16H50	0.90	17	33.8	33.7	30.5	24.5	18
16H55	0.91	20	35	33.4	30.5	23.5	18
17H00	0.91	17	36.1	33.4	30.5	23.5	18
17H05	0.93	17	35.5	32.7	30.8	23.5	18
17H10	0.92	19	33.3	32.9	30.5	22.5	18
17H15	0.93	19	33.9	32.8	30.5	22.5	19
17H20	0.97	17	35.1	32.3	30.6	22.25	19
17H25	0.94	16	35.2	30.8	31.4	22	19
17H30	0.90	16	33.9	30.8	30.7	21.5	18
17H35	0.94	15	34.1	20.8	30.5	21.25	18
17H40	0.94	16	34.5	30.7	30.2	21.25	18
17H45	0.93	15	33.2	30.1	30.3	20.5	18

Tableau 4 : Résultat avec déchets Jour 09/06/2021.

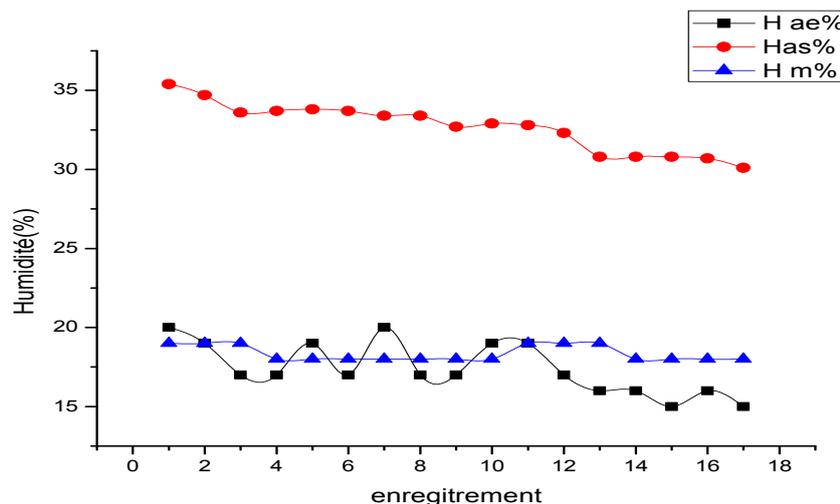


Figure 32 : Courbe humidité avec déchets.

A partir ces résultat et courbe d'humidité avec déchet, on observe que la humidité a diminue partiellement on peut intimer que la réaction des microorganismes mésophilic à commencer.

Chapitre V: Resultants et discussions

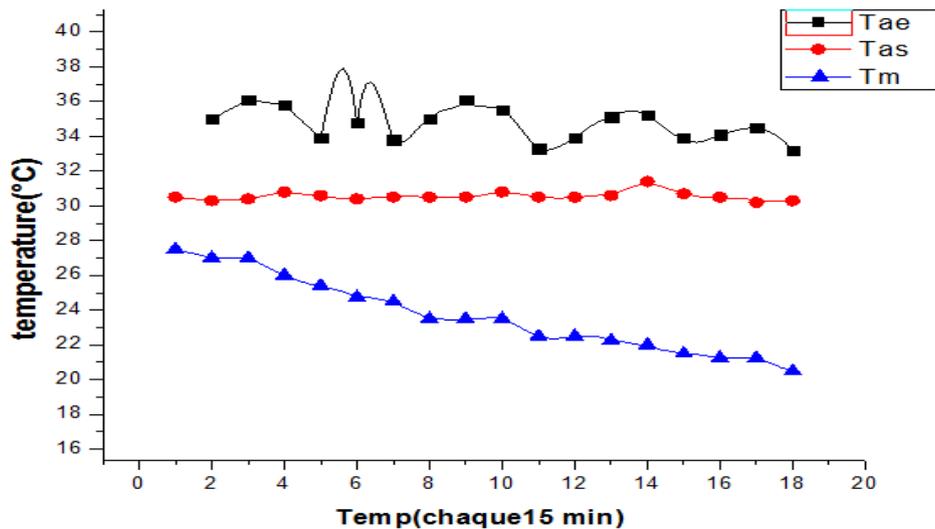


Figure 33 : Courbe de température avec déchets

Le courbe de température montre que

- la température de entrée presque est réglée par le thermostat a 34°C
- la température de sortie est stable avec un légèrement augmentation.
- La température eu milieu diminue parce que la sonde du capteur de température humide et avec la ventilation la température diminue.

V.2 .2 Résultats avec déchets:

TIME	V air m/s	H ae%	Tae °C	Has%	Tas °C	T m °C	H m%
8 H30	0.92	12	35.2	26.4	31.4	20.5	14
8 H45	0.93	12	34.1	26.3	31.2	21	14
9 H00	0.92	12	34	25.5	31.1	20.5	14
9 H15	0.94	12	34.2	26.6	31	20.75	14
9 H30	0.95	10	35.8	25.8	31.4	20.5	14
9 H45	0.93	12	33.2	25.7	31.3	20.75	14
10 H00	0.93	11	34	25.6	31	20.5	14
10 H15	0.94	11	33.3	25.2	31.1	20.5	13
10 H30	0.93	10	33.9	24.9	30.8	19.5	13
10 H45	0.95	11	35.1	23.9	31.3	20	13
11 H00	0.96	11	35.2	23.5	31.1	19.75	13
11 H15	0.93	11	34.3	24.4	30.8	20.5	13
11 H30	0.95	10	33.6	24.8	31.1	20.25	13
11 H45	0.97	10	34.9	24.9	31.0	20.0	12
12 H00	0.97	11	33.5	25.2	30.8	20.0	12
12 H15	0.97	10	34.1	24.9	31.0	20.0	12
12 H30	0.96	11	33.9	24.7	31	20.25	12
12H45	0.97	11	35.3	24.4	31.1	20	12
13H00	0.95	10	33.5	24.5	31.1	20	12
13 H15	0.97	10	34.5	24.6	30.6	20.25	11

Chapitre V: Resultants et discussions

13 H30	0.96	10	35.1	24.7	31.2	20.25	11
13 H45	0.95	10	34.2	24.6	30.9	20.25	11
14 H00	0.95	11	33.7	24.1	30.9	20	11
14 H15	0.95	11	34,6	24	31	19,5	11
14 H30	0.96	11	33.8	24.1	31.1	20	11
14H45	0.97	11	35	24.2	30.9	20	11
15 H00	0.98	11	36.1	24.4	30.8	20	11
15 H15	0.95	10	35.5	24.5	31.1	20.1	11
15H30	0.94	11	33.3	24.3	31.4	20.2	11
15H45	0.95	10	33.9	24.2	31.5	20.1	11
16 H00	0.93	11	33.5	24.1	31.3	20.4	10
16H15	0.96	11	34.5	24.3	31.2	2025	10
16H30	0.95	10	35.1	23.4	31.1	19,00	10
16H45	0.96	10	35.8	23.2	31.4	19.25	10
17H00	0.55	11	33.4	23.6	31	20.25	11
17H15	0.55	11	35.4	23,9	31	21,00	11
17H30	0,56	11	33,9	23.8	30.9	20,25	11
17H45	0,56	11	34,1	23,5	31,1	20,25	11

Tableau 5 :Résultats avec déchets jour 10/06/2021

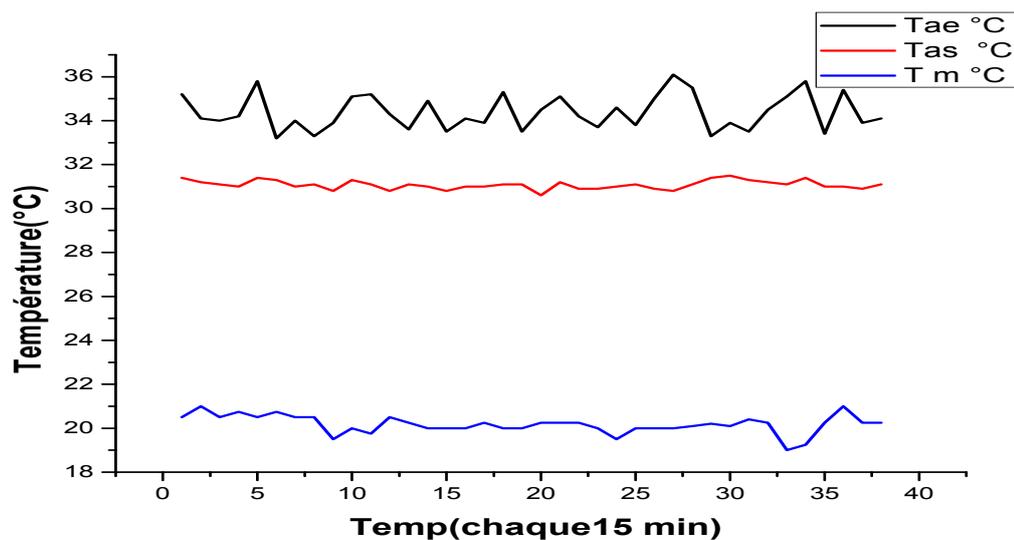


Figure 34 : Courbe de température de 10/06/2021.

Dans cette figure on observe que les températures (Tae, Tas, Tm) sont presque stables avec une légère augmentation, c'est a dire on a un procès de biodégradation émis une quantité de chaleur à l'intérieur du réacteur.

A partir ses résultats, on conclue que la réaction des microorganismes mesophilic est en cours de fonctionnement.

Chapitre V: Resultants et discussions

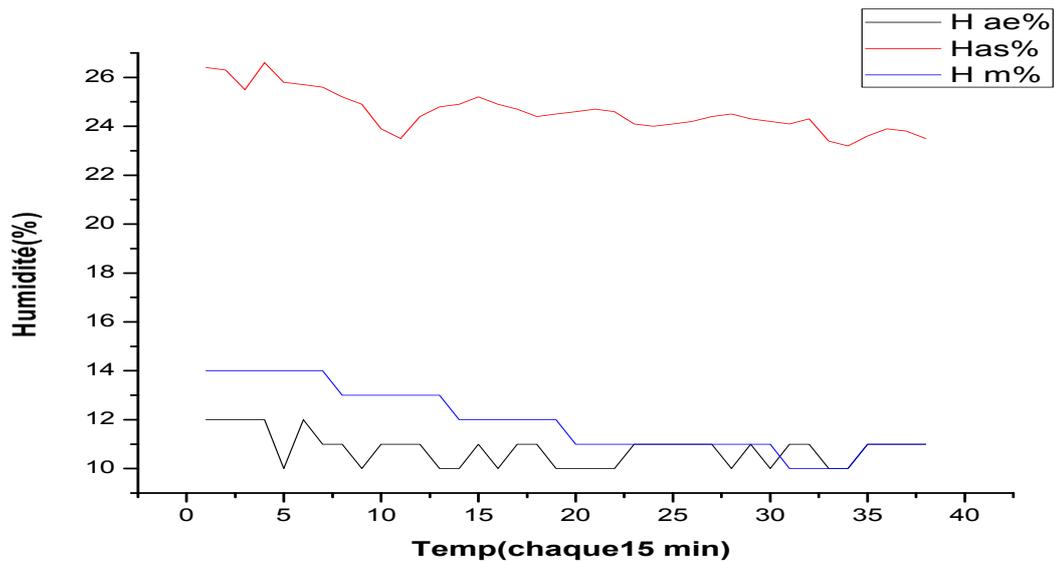


Figure 35: Courbe d'humidité(%).

A partir du courbe d'humidité on note que :

- ✓ l'humidité d'entrée et presque stable (12-10 %).
- ✓ l'humidité eu milieu diminue pendant la réaction jusqu'à ce que est égale avec l'humidité d'entrée.
- ✓ l'humidité de sortie (Has) et plus grande que l'humidité de sortie (H ae) et l'humidité eu milieu, c'est-à-dire les déchets placée sure la support dégage la vapeur pendant la réaction de microorganismes mesophilic pour ça on a Has plus grand.

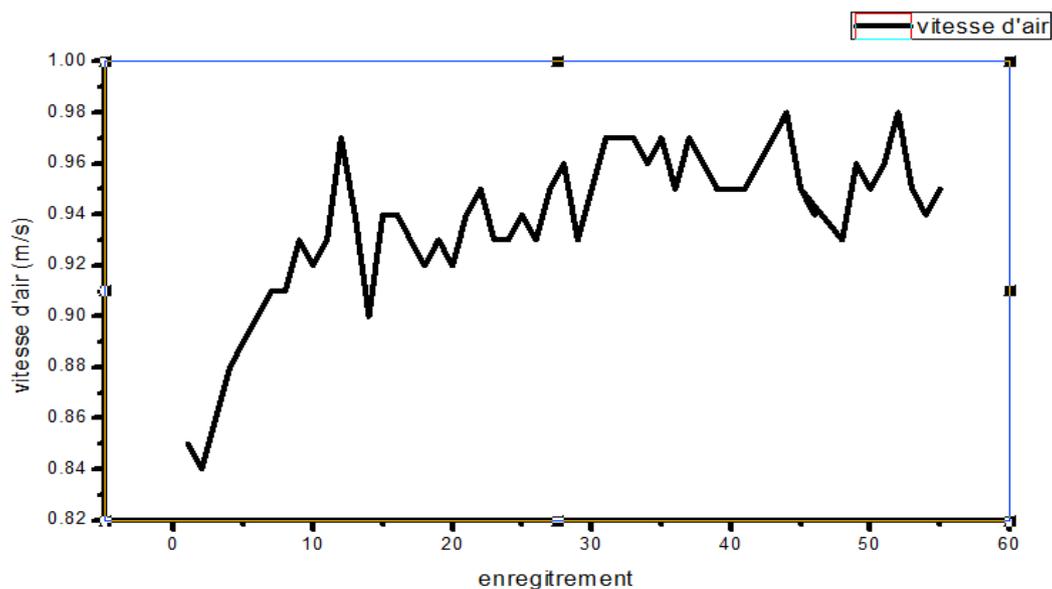


Figure 36 : Courbe la vitesse d'air pendant tous le procédé de bio séchage(m/s).

Chapitre V: Resultants et discussions

A partir des résultats de vitesse d'air on a :

- La vitesse moyen est $V_m=0.994\text{m/S}$.
- Le débit moyen est $P_m=28\text{ m}^3/\text{h}$.
- La courbe de vitesse montre que le ventilateur n'est pas stable et le variateur de vitesse n'est pas précise .

Conclusion générale

Conclusion

La valorisation énergétique des déchets a un impact sur la conservation des ressources naturelles (énergétique...ex) et la préservation du écosystème naturel et contribue également à améliorer le niveau de vie et affectant positivement la santé des êtres humains. Offrir des solutions prometteuses au problème de la gestion des déchets organiques sont des technologies biologiques comme le séchage biologique (bio-séchage) du matière organique.

Les résultats de bio séchage montres que :

- Le réacteur de bio séchage a une bonne isolation thermique.
- Les instruments des mesures ne donnent pas des résultats exacts comme la théorie.
- Les instruments des régulations presque exact parce que les résultats obtenue sont raisonnables.

Références bibliographiques

1. **Kehila Y.** (2014). Rapport sur la gestion des déchets solides en Algérie.
2. **Ferhi, H.** (2013). Le recyclage des déchets en Algérie. Une filière en gestation in Magrebémurgent (En ligne). (Page consultée le 14/05/2016).
3. **Bouziane A.** (2012) les ordures ménagères ne sont pas encore un business en Algérie.
4. **AINA M.P., 2006**-Expertises des centres d'enfouissements techniques de déchets urbains dans les PED : Contribution à l'élaboration d'un guide méthodologique et à sa valorisation expérimentale sur sites. Thèse, UL-EDSTS, Limoges. 236p.
5. **MAYSTRE LY., 1994**-Déchets urbains, nature et caractérisation, Lausanne., pp 01 et 02.
6. **A.D.E.M.E., 2003**-Guide des déchets en Auvergne, Ed. Délégation régionale, Clermont-Ferrand, 95p.
7. **ATOUF F., 1990**-Caractérisation du lixiviat de la décharge d'Oued Smar et estimation de son impact sur la nappe souterraine. Projet de fin d'études en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat en génie de l'environnement. ENP. 102p.
8. **AUGIER H., 2008**-Le livre noir de l'environnement, Ed. Alphée, Jean, Paul, Bernard, 601p.
9. **BAFDEL S., 2010**-Etat de gestion et de valorisation des déchets solides au sein d'une unité de production de gaz à Krechba (In Salah, Algérie), Mémoire d'Ingénieur en biologie, spécialité Ecologie Végétale et Environnement, U.M.M.T.O. 85p.
10. **BALET J.M., 2005**-Aide-mémoire : Gestion des déchets, Ed. DUNOD, Paris. 230p.
11. **BEN AMMAR S., 2006**- Les enjeux de la caractérisation de déchets ménagers pour le choix de traitements adoptés dans les PED : Résultats de la caractérisation dans le grand Tunis. Mise au point d'une méthode adoptée. Thèse de doctorat. Institut Polytechnique de Lorraine.
12. **BALOUL H., 2008**-Evaluation des émissions polluantes issues de l'incinération des déchets spéciaux au niveau de l'entreprise ECFERAL, Mémoire de Magister en Génie de l'environnement. Enp. 92p.
13. **DESACHY C., 2001**- Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique. Ed. TEC&DOC. Paris. 463p.
14. **BLIEFERT C et PERRAUD D., 2004**-Chimie de l'environnement : Air, Sol, Eau et Déchets. Ed. De Boack. 477p.
15. **BOUASSEL. R et MELLAL. A., 2006**-Contribution à une meilleure gestion des déchets ménagers et assimilés dans la commune d'Azazga (Wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie) Mémoire d'Ingénieure d'Etat en biologie Spécialité Ecologie Végétale et Environnement, U.M.M.T.O, 94p.
16. **DORBANE N., 2004**- Gestion des déchets solides urbains dans la ville de Tizi-Ouzou, thèse de magister en science économiques. U.M.M.T.O, 212p.
17. **O.M.S., 1971**-Réduction, Traitement et élimination des déchets. Ed. O.M.S Genève. 340p
18. **BRUNNER PH., 1988**-Approche globale des problèmes d'environnement liés à l'incinération d'ordures ménagères, pollution atmosphérique. 320p.
19. **D.P.S.B.TO., 2015** : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires De la wilaya de TIZI-OUZOU, annuaire statistique année 2015.p13

Références bibliographiques

20. **C.E., 2000**-Commission Européenne 2000 : Direction de l'environnement ; Guide pour la gestion des déchets en montagne office des publications officielles des communautés européennes. 75p.
21. **DESACHY C., 2001**- Les déchets : sensibilisation à une gestion écologique. Ed.TEC&DOC. Paris. 463p.
22. **CAMPAN F., 2007**- Le traitement et la gestion des déchets ménagers a la Réunion :approche géographique. Mémoire pour l'obtention du grade de Docteur del'Université de La Réunion. 272, 273p.
23. **YESSAD, N. OUASSEL, A. (2017)**. Contribution à l'étude des déchets ménagers de la ville de Béjaia par cartographie numérique. Béjaia. Université Abderrahmane MIR Béjaia,44p.
24. **CHARNAY, F. (2005)**, Compostage des déchets urbains dans les pays en développement: Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost,Thèse de doctorat, Chimie et microbiologie de l'eau, Université de Limoges, France, 228p.
25. **CHRISTELLE, Hatik. (2015)**. Proposition de scénarios de gestion raisonnée des déchets en vue de leur valorisation énergétique. Université de La Réunion, P399
26. **BOUTERFAS, I. (2017)**. Identification et Caractérisation des déchets ménagers solides de la ville de Tlemcen. Tlemcen : université Abou bakrbelkaid-tlemcen .64p
27. **HUBER, D. (2001)**. Manuel d'information sur la gestion des déchets solides urbains.165p.
28. **LEROY, JB. (1997)**. Les déchets et leur traitement : les déchets solides industriels et ménagers. Edition : Presse Universitaires de France, Paris, 3ème édit. 127 p.
29. **BERG.LR, RAVEN.P.H, HASSENZ AHL.D.M. (2009)**. Environnement. Edition : De Boeck, Bruxelles. 605-619.
30. <https://www.ademe.fr/expertises/dechets/passer-a-l'action/valorisation-energetique/>.
31. Frei KM, Cameron D, Stuart PR. Novel drying process using forced aeration through a porous biomass matrix. *Dry Technol.* 2004;22(5):1191–1215
32. **Madigan, M. a. (2006)**. *Brock Biology of Microorganisms* (éd. 6th). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
33. **Navaee-Ardeh, S. B. (2011)**. A 2-D Distributed Model of Transport Phenomena in a Porous Media Biodrying Reactor. *Drying Technology* , 29 (2), pp. 153-162.
34. **Kroll, K.** Dryer and drying process. Berlin, Heidelberg, Springer, 1978.
35. **Bartha, B.K. (2008)**. “Development of a Control Strategy for the Treatment of Biological Waste in a Dynamic Reactor”, Ph.D.Thesis, Technische Universitat Dresden, Dresden, p. 265.
36. **Monk S.** Programming Arduino: getting started with sketches. New York: McGraw-Hill, 2011
37. **A. Dominczyk , L. Krzystek & S. Ledakowicz (2014)** Biodrying of Organic Municipal Wastes and Residues from the Pulp and Paper Industry, *Drying Technology*,P 1298

Annexes

thermique. L'utilisation des panneaux sandwichs bardage pour les piscines et les chambres froides demande une étude particulière. Le panneau sandwich bardage & frigorifique représente un élément autoportant remplissant simultanément les fonctions de bardage verticale et d'isolation thermique. Il associe deux parements d'acier revêtu, au moyen d'une âme en mousse polyuréthane rigide.

DEFINITIONS / NORMES:

Identification de l'acier: Nuance S250, S280, S320, DX51D

- Profil à nervuration de faible profondeur, de type lisse n'a pas de nervuration

- Epaisseur: 0,4mm - 0,5mm - 0,6mm - 0,7mm - 0,75mm.

Âme isolante: Mousse polyuréthane rigide sans CFC (avec du N-Pentane) injectée en continu entre les deux parements métalliques.

- Masse volumique: 40 kg/m³ ± 3 kg

- Conductivité thermique : 0,022 W/m. °C

Étanchéité des rives: Les panneaux bardages & frigorifiques présentent une rive mâle et une rive femelle permettant un assemblage par emboîtement. Les nervures mâle et femelle sont fermées par une bande adhésive. Tous les panneaux bardages et frigorifiques sont munis sur la nervure femelle d'un joint d'étanchéité à l'air; leurs parements prélaqués sont protégés par un film adhésif à retirer à la pose.

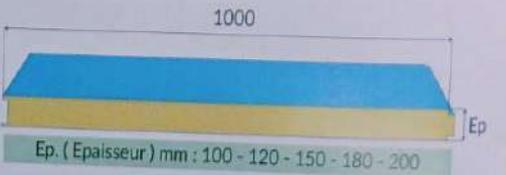
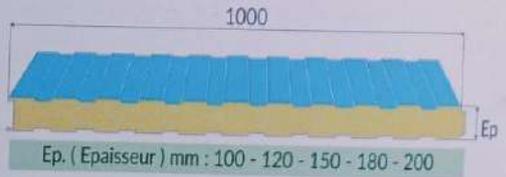
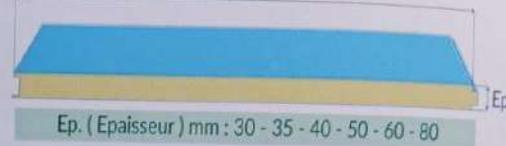
2 Tolérances sur panneaux:

- Sur épaisseur ± 3mm. - sur largeur ± 3mm -

- Sur longueur ± 5mm. - sur équerrage ± 5mm

Classement de réaction au feu: M2 standard,

(M1 sur commande)



REVETEMENT:

Parement externe: -Galvanisé ou galvanisé prélaqué polyester teinté (voir nuancier)

Parement interne : -Galvanisé ou galvanisé prélaqué polyester teinté (voir nuancier)

Figure : types des panneaux sandwichs

THYRISTOR SPEED CONTROLLERS

Speed controller
RS-1-400



- Applications**

Applied in ventilation systems for speed switching ON/OFF and speed control of the single phase power-controlled motors. Several fans can be controlled synchronously in case their total current does not exceed the maximum permissible values for the controller current.
- Design and control**

The controller casing is made of plastic. The controller is featured with high efficiency and control accuracy. Switching to the maximum speed is effected by means of regulating the control knob. Regulating starts from
- Protection**

The controller incorporate a removable thermal fuse for motor overload protection and transient filter.
- Mounting**

The controller is designed for indoor mounting into special surface mounting (MKN-3) or flush mounting (MKV-4) junction box (under separate order) or into standard round electric junction boxes.

the minimum to the maximum voltage value for the fan stable running. The minimum speed is set by means of the potentiometer at PCB.

Figure : type de contrôleur de ventilateur



Arduino IDE 1.8.15

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. This software can be used with any Arduino board.

Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

SOURCE CODE

Active development of the Arduino software is [hosted by GitHub](#). See the instructions for [building the code](#). Latest release source code archives are available [here](#). The archives are PGP-signed so they can be verified using [this](#) gpg key.

<https://www.arduino.cc/en/software>

<https://github.com/arduino/Arduino/>