

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



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energétique et Énergies renouvelables

Thème

**Réalisation d'un concentrateur solaire pour séchage de
verveine**

Devant le jury composé de :

Présenté par :

Mansouri Khaled Président
Bousibia seif eddine Examineur
Berkane Houda Examineur
Laouini abdjilil Encadreur

- HANI Elhani
- GHRISSI Messaoud

2016-2017

Remerciements

Nous remercions toute personne ayant nous a aidés de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Nous citons en particulier :

Notre encadreur monsieur **A. Laouini**, Maître de Conférences au département de génie mécanique Université ELOUED, a toujours répondu présent pour tout problème rencontré, pour ses précieux conseils et ses encouragements.

Que monsieur **B. BENHAOUA** professeur à l'Université ELOUED, trouve dans ce modeste travail, l'expression de notre profond respect

Nous remercions en particulier monsieur **Y. AOUN**, Maître de conférences au département de génie mécanique pour s'être intéressé à notre travail.

Dédicace

Au nom de l'amour qui nous éprouvons à chacune des personnes qui m'entourent et qui m'ont toujours solidement soutenu le long de ce long parcours.

A nos **chers parents** qui m'ont toujours éclairé le chemin de la vie en me tendant la main tout au long de notre années d'études « que dieu me les garde ».

A toute notre **famille**.

A tous nos **amis**.

Sommaire

Listes des figures	I
Liste des tableaux.....	III
Introduction générale	1

Chapitre I: Etude bibliographique

I.1 Introduction	2
I.2 L'énergie solaire	2
I.3. Le rayonnement solaire	3
I.3.1. Le rayonnement direct (ID)	3
I.3.2. Le rayonnement diffus(Id)	3
I.3.3. Le rayonnement global (IG)	3
I.4 Transfert de chaleur	4
I.4.1 Champ de température.....	4
I.4.2 Flux de chaleur	4
I.4.3 Les type de transfert de chaleur	5
I.4.3.1 La conduction	5
I.4.3.2 La convection	6
I.5 Le gisement solaire.....	7
I.6 Les capteurs solaire	7
I.6.1 L'énergie solaire thermique.....	7
I.6.2 Inclinaison parfait d'un capteur solaire	8
I.6.3 Captage du rayonnement solaire.....	8
I.6.4 Conversion thermique de l'énergie solaire.....	9
I.6.5 Mécanisme 2D (sans concentration).....	10
I.6.6 Mécanisme 1D (concentration sur une ligne).....	10
I.6.7 Mécanisme 0D (concentration sur un point)	11
I.7 Les application de l'énergie solaire.....	11
I.7.1 Distillation	11
b. A plusieurs étages	12
I.7.2 Froid et climatisation	13
a. Réfrigération	13
b. Climatisation	14
I.7.3 Séchage solaire	16
I.8 Conclusion.....	17

Chapitre II: Réalisation d'un concentrateur solaire

II.1 Introduction	19
II.2. Description et réalisation des composants du prototype :	19
II.2.1. Réflecteur	19
II.2.2 Le récepteur	21
II.2.3 le support	22
II.2.4 Système de poursuite manuel	22
II.2.5 Chambre de séchage	23
II.3 Instrumentations de mesure	24
II.3.1 Mesure de la température	24
II.3.1.b Multimètre	25
II.3.2 Mesure de la vitesse de vent	25
II.3.2.a Thermo-anémomètre	25
II.3.3 Mesure de poids	26
II.3.3.a Balance électrique	26
II.4 Condition expérimental	27
II.4.1 Réglage du concentrateur	27
II.4.2 Emplacement de thermomètre	27
II.5 Conclusion	28

Chapitre III: Approche expérimentale de mécanisme de séchage solaire des produits agricoles

III.1 Introduction	29
III.2 Séchage de la verveine	29
III.2.1 Généralité sur la verveine	29
III.2.1.1 Utilisation de la verveine	29
III.2.1.2 La composition chimique de la verveine	30
III.2.2 Préparation du produit	30
III.2.3 Protocole expérimentale	30
III.3 Séchage de la pomme de terre	32
III.3.1 Généralité sur la pomme de terre	32
III.3.2 Préparation du produit	33
III.3.3 Protocole expérimentale	33
III.4 Les mesure	33
III.4.1 Les mesures de la verveine	34
II.4.2 les mesure da la pomme de terre	34
III.5 Conclusion	35

Chapitre IV: Résultats et discussion

IV.1 Introduction	36
IV.2 Comparaison des courbes de séchage de la verveine pour les deux différents types de séchage a air libre et a séchoir solaire.....	36
IV.3 Influence de la vitesse de vent sur la température de récepteur et la durée de séchage.....	37
IV.3.1 l'effet de la vitesse de vent sur durée de séchage	37
IV.3.1 l'effet de la vitesse de vent sur la température de séchage	37
IV.4 Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps.....	38
IV.4.1 Le cas de la verveine.....	38
IV.4.2 Le cas de la pomme de terre	38
IV.5 Variation de la température de récepteur dans le temps	39
IV.6 Variation de la température dans la chambre de séchage et température ambiante dans le temps.....	39
IV.7 Variation de la température dans la chambre de séchage et température dans le récepteur (air chaud sortie) dans le temps	40
IV.8 Conclusion	40
Conclusion générale.....	41
La bibliographie.....	42
Résumé	.

Liste des figures

Figure I.1 :	<i>le flux de lumière solaire</i>	1
Figure I.2 :	<i>Installation d'un capteur solaire.....</i>	7
Figure I.3 :	<i>Types des capteurs solaires et le principe d'absorption des rayonnements solaires.....</i>	8
Figure I.4 :	<i>principe d'une concentration 1D.....</i>	9
Figure I.5 :	<i>Principe d'une concentration en un point.....</i>	10
Figure I.6 :	<i>Schéma de principe d'un distillateur solaire à un étage</i>	11
Figure I.7 :	<i>Vues d'un distillateur commercialisé</i>	11
Figure I.8 :	<i>Schéma du distillateur solaire DIFICAP du Pr Le Goff</i>	12
Figure I.9 :	<i>vue de Réfrigérateur solaire Coldfego.....</i>	12
Figure I.10 :	<i>Schéma du réfrigérateur photothermique des Prs Flechon et Godmel.....</i>	13
Figure I.11 :	<i>Schéma du procédé Dannies.....</i>	15
Figure I.12 :	<i>Schéma du procédé Lof.....</i>	15
Figure I.13 :	<i>Séchoir solaire direct</i>	16
Figure I.14 :	<i>Schéma explicite d'un séchoir solaire indirect</i>	17
Figure II.1 :	<i>Technique de collée les miroirs sur la surface de réfracteur.....</i>	19
Figure II.2 :	<i>Le réflecteur à l'état final.....</i>	19
Figure II.3 :	<i>Dimensions du réflecteur.....</i>	20
Figure II.4 :	<i>Le récepteur.....</i>	20
Figure II.5 :	<i>Le support.....</i>	21
Figure II.6 :	<i>Système de poursuite manuel.....</i>	21
Figure II.7 :	<i>vue général de la chambre de séchage.....</i>	22
Figure II.8 :	<i>vue générale du séchoir solaire.....</i>	22
Figure II.9 :	<i>Le thermomètre digital.....</i>	23
Figure II.10 :	<i>Le multimètre (ASTONIA M890C⁺).....</i>	24
Figure II.11 :	<i>Le thermo-anémomètre (AMPROBE TMA5).....</i>	25
Figure II.12 :	<i>La balance électrique.....</i>	25
Figure II.13 :	<i>La tache solaire.....</i>	26
Figure II.14 :	<i>Emplacement de multimètre</i>	27
Figure III.1 :	<i>quelques-uns feuilles de la verveine.....</i>	28
Figure III.2 :	<i>la verveine avant et après le séchage.....</i>	30
Figure III.3 :	<i>la verveine dans la chambre de séchage.....</i>	30

Figure III.4 :	<i>Mesure la température dans la chambre de séchage.....</i>	30
Figure III.5 :	<i>la pomme de terre.....</i>	31
Figure III.6 :	<i>La pomme de terre avant et après le séchage.....</i>	32
Figure IV.1 :	<i>Séchage a air libre</i>	37
Figure IV.2 :	<i>Séchage sur séchoir solaire.....</i>	37
Figure IV.3 :	<i>variation de la masse dans le temps par rapport la vitesse de vent.....</i>	38
Figure IV.4 :	<i>variation la température de récepteur dans le temps par rapport la vitesse de vent.....</i>	38
Figure IV.5 :	<i>Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps (la verveine).....</i>	39
Figure IV.6 :	<i>Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps (la pomme de terre).....</i>	39
Figure IV.7 :	<i>Variation de la température de récepteur dans le temps</i>	40
Figure IV.8 :	<i>Variation de la température dans la chambre de séchage et température ambiante dans le temps.....</i>	40
Figure IV.9 :	<i>Variation de la température dans la chambre de séchage et température dans le récepteur (air chaud sortie) dans le temps.....</i>	41

Liste des tableaux

Tableau II.1 :	<i>Caractéristiques géométriques du réflecteur.....</i>	20
Tableau III.1 :	<i>Les compositions chimique de la verveine (les valeurs pour 100g).....</i>	29
Tableau III.2 :	<i>les compositions chimiques de la pomme de terre (les valeurs pour 100 g).....</i>	31
Tableau III.3 :	<i>les mesures de les températures de récepteur et dans la chambre de séchage et la vitesse de vent et la masse de la verveine.....</i>	33
Tableau III.4 :	<i>les mesures de les températures de récepteur et dans la chambre de séchage et la vitesse de vent et la masse de pomme de terre.....</i>	33

Introduction générale

Introduction général

Le séchage des produits agricoles est un procédé de stabilisation et de conservation qui remonte à la plus haute antiquité. Le séchage naturel, à même le sol, sur les toits ou sur des claies est largement pratiqué dans la plupart des pays d'Afrique.

Le séchage est l'une des plus principales opérations de conservation de nombreux produits alimentaires. Il constitue souvent la dernière opération (après généralement l'opération d'évaporation) du procédé de fabrication d'un produit. C'est une opération de séparation thermique qui consiste à retirer tout ou une partie d'un liquide imprégnant un corps dit « humide » par vaporisation de ce solvant. Le produit final est un solide qualifié de « sec » même s'il contient une humidité résiduelle.

L'utilisation de séchoirs solaires permet d'améliorer la méthode traditionnelle de séchage des produits agricoles, au soleil et à l'air libre.

Notre travail est consacré à la réalisation d'un prototype de séchoir solaire par concentrateur parabolique, puis effectuer quelque essai sur les produits agricoles comme la verveine, la menthe et la pomme de terre.

Ce mémoire comporte quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré uniquement à la recherche bibliographique sur l'énergie solaire, transfert des chaleurs et les capteurs solaires et leur application.
- Le deuxième chapitre est réservé à la réalisation d'un concentrateur solaire et leurs composants, les instruments des mesures utilisées dans ce travail.
- Le troisième chapitre décrit les produits agricoles à sécher.
- Le quatrième chapitre comprend quelques résultats des séchages des produits agricoles comme la verveine, la menthe et la pomme de terre.

Enfin une conclusion générale que rassemble l'essentiel de cette étude.

Chapitre I :

Etude bibliographie

I.1 Introduction

L'énergie solaire peut être utilisée sous deux formes principales : la conversion photothermique qui consiste en une transformation directe du rayonnement solaire en chaleur et la conversion photovoltaïque pour la production d'électricité.

Nous userons dans le cadre de ce travail seulement la première voie de conversion.

I.2 L'énergie solaire

Ce que l'on désigne par énergie solaire est le rayonnement émis dans toutes les directions par le Soleil, l'énergie solaire provient du rayonnement du soleil et les rayons sont constitués de photons, qui nous en arrivent comme vecteurs d'énergie. Ce terme d'énergie solaire s'emploie aujourd'hui pour désigner l'électricité solaire et l'énergie thermique obtenues à partir de l'exploitation du rayonnement du soleil [5] sous ces deux formes photovoltaïque ou photothermique.

La distance séparant la terre du soleil est $r = 1,496.10^{11}$ m du Soleil, si chaque mètre carré reçoit un flux de lumière $\Phi_s = 1368 \text{ W/m}^2$, alors une sphère de rayon R dont la surface $S = 2,81. 10^{23} \text{ m}^2$ recevra une puissance P :

$$P = \Phi_s * S \quad (\text{I.1})$$

La puissance P du Soleil est donc $P = 3,84. 10^{26} \text{ W}$ pour une surface perpendiculaire à la direction Terre - Soleil [3]. Ce flux solaire est atténué lors de la traversée de l'atmosphère par absorption ou diffusion suivant la latitude du lieu et les conditions météorologiques ; au niveau du sol la puissance restante est de l'ordre de 1 kW.m^{-2} sous nos latitudes [5 ,6].



Figure I.1 : le flux de lumière solaire

Le soleil constitue une énorme source d'énergie dans laquelle nous baignons permanence, les humains ont compris depuis longtemps l'intérêt pour lui d'exploiter une telle source de lumière et de chaleur. Actuellement il existe deux voies d'utilisation de l'énergie solaire qui transforment directement le rayonnement en chaleur ou en électricité, respectivement le solaire thermique et le solaire photovoltaïque, toutefois l'exploitation de cette source énergétique est récente et se développe mais reste encore très coûteuse, l'énergie solaire fait partie des énergies renouvelables, par définition les énergies dites renouvelables sont potentiellement inépuisables, la nature peut les reconstituer assez rapidement contrairement au gaz, au charbon et au pétrole dont les réserves, constituées après des millions d'années sont limitées. L'énergie solaire, éolienne, hydraulique, géothermique et de biomasse en sont les formes les plus courantes, trois facteurs militent en faveur des énergies renouvelables : la sauvegarde de l'environnement; l'épuisement inévitable des ressources (pétrole, gaz,) limitées de la planète; les considérations économiques à l'avenir (coût) [5,7]. Les énergies renouvelables ne peuvent pas remplacer dès aujourd'hui toutes les énergies conventionnelles mais elles peuvent enrichir la gamme des énergies exploitées à l'heure actuelle.

I.3. Le rayonnement solaire [8]

L'atmosphère ne transmet pas au sol la totalité du rayonnement solaire qu'elle reçoit :

I.3.1. Le rayonnement direct (ID)

C'est celui qui traverse l'atmosphère sans subir de modifications.

I.3.2. Le rayonnement diffus (Id)

C'est la part du rayonnement solaire diffusé par les particules solides ou liquides en suspension dans l'atmosphère, il n'a pas de direction privilégiée.

I.3.3. Le rayonnement global (IG)

C'est la somme du rayonnement direct et diffus, nous exposerons dans ce qui suit les expressions et les principales caractéristiques des deux composantes du rayonnement global :

$$I_G = I_D + I_d \quad (I.2)$$

I.4 Transfert de chaleur

I.4.1 Champ de température

Les transferts d'énergie sont déterminés à partir de l'évolution dans l'espace et dans le temps de la température : $T = f(x, y, z, t)$, la valeur instantanée de la température en tout point de l'espace est un scalaire appelé champ de température, nous distinguerons deux cas : champ de température indépendant du temps : le régime est dit permanent ou stationnaire. Evolution du champ de température avec le temps : le régime est dit variable ou transitoire. [9]

I.4.2 Flux de chaleur

La chaleur s'écoule sous l'influence d'un gradient de température des hautes vers les basses températures, la quantité de chaleur transmise par unité de temps et par unité d'aire de la surface isotherme est appelée densité de flux de chaleur :

$$\Phi = \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} \quad (I.3)$$

Où S est l'aire de la surface (m^2).

On appelle flux de chaleur la quantité de chaleur transmise sur la surface S par unité de temps :

$$\Phi = \frac{dQ}{dt} \quad (I.4)$$

Il faut tout d'abord définir un système (S) par ses limites dans l'espace et il faut ensuite établir l'inventaire des différents flux de chaleur qui influent sur l'état du système et qui peuvent être :

Φ_{st} : Flux de chaleur stocké

Φ_g : Flux de chaleur généré

Φ_e : Flux de chaleur entrant

Φ_s : Flux de chaleur sortant

On applique alors le 1^{er} principe de la thermodynamique pour établir le bilan d'énergie du système (S) :

$$\Phi_e + \Phi_g = \Phi_s + \Phi_{st} \quad (I.5)$$

Il faut ensuite établir les expressions des différents flux d'énergie, en reportant ces expressions dans le bilan d'énergie, on obtient l'équation différentielle dont la résolution permet de connaître l'évolution de la température en chaque point du système [9].

I.4.3 Les type de transfert de chaleur

Le transfert de chaleur au sein d'une phase ou plus généralement entre deux phases, se fait de trois façons :

I.4.3.1 La conduction

La conduction est un processus physique de transmission de la chaleur qui s'appuie sur un milieu matériel (solide, liquide, gaz) sans mouvement de matière et qui fait passer la chaleur des zones chaudes aux zones froides à l'aide de mécanismes à l'échelle microscopique (vibrations atomiques ou moléculaires, diffusion électronique,...).

La conduction est le seul mécanisme qui permet à la chaleur d'être transmise dans un solide. Par contre si un fluide est soumis à un fort gradient thermique, la conduction devient rapidement négligeable devant la convection naturelle. La loi fondamentale de la conduction (loi de Fourier) a pour expression :

$$\vec{\Phi} = -\lambda S \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(T) \quad (\text{I.6})$$

Ou sous forme algébrique :

$$\Phi = -\lambda S \frac{dT}{dx} \quad (\text{I.7})$$

Avec :

Φ : Flux de chaleur transmis par conduction (W)

x : Variable d'espace dans la direction du flux (m)

S : Aire de la section de passage du flux de chaleur (m²)

Elle représente le gradient local de température (c'est-à-dire le taux de variation spatiale de la température au point considéré), le vecteur gradient est par définition perpendiculaire aux isothermes.

(λ) c'est le coefficient de conductivité thermique du milieu de transmission ($\text{W.m}^{-1}\text{K}^{-1}$), les conductivités thermiques des matériaux varient d'une façon considérable d'une substance à une autre de sorte que l'on distingue en général les matériaux conducteurs de la chaleur des matériaux isolants suivant l'ordre de grandeur de leur conductivité thermique, la conductivité thermique dépend également de la température et elle dépend aussi de l'état du matériau considéré (solide, liquide ou gaz) [8,9].

I.4.3.2 La convection

La convection est un processus physique de transmission de la chaleur qui s'appuie sur un milieu matériel avec mouvement de matière, on ne peut donc avoir de convection que dans les liquides et les gaz.

Le flux de chaleur transmis par convection entre une paroi à température T_1 et un fluide à température T_∞ (température mesurée loin de la paroi), peut s'écrire sous la forme :

$$\Phi = h_c S (T_1 - T_\infty) \quad (\text{I.8})$$

(Loi de Newton) où h_c est le coefficient d'échange par convection ($\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$).

Ce film est adjacent à la surface avec condition d'arrêt de l'écoulement le long de la paroi (vitesse nulle), il y a deux types de convection :

a. La convection forcée

Le mouvement du fluide est imposé par des actions mécaniques extérieures (pompes, ventilateurs, ... etc.), l'écoulement est alors laminaire ou turbulent.

b. La convection libre (ou naturelle)

Ce type de convection résulte des variations de masse volumique du fluide résultant des échanges de chaleur eux-mêmes (poussée d'Archimède sur les éléments de fluide chaud), il en résulte une convection laminaire ou turbulente [9,10].

I.5 Le gisement solaire

Le gisement solaire est une science qui propose l'étude radiométrique et météorologique de l'atmosphère. En effet, les aspects de l'environnement relèvent immédiatement de l'objet précité. Les niveaux d'énergies au sol et leurs rythmes de fluctuation saisonnière, les variations dans l'espace et dans le temps de l'humidité et de la pression atmosphérique, le régime du vent avec d'autres paramètres avec moins ressentis, reflètent le concept propre du climat. L'Algérie offre des possibilités considérables pour le développement des applications solaire et éolienne via l'exploitation du gisement solaire sous ses différentes formes selon les diverses modes de captation [11].

I.6 Les capteurs solaire

La conversion de l'énergie solaire en chaleur thermique à moyenne et à haute température est obtenue par des techniques différentes en fonction des besoins. Elle peut fournir directement à l'industrie, une partie de ses besoins en chaleur, elle peut aussi être transformée en énergie électrique pour l'alimentation des réseaux. La conversion à moyenne et à haute température a recours à une technologie plus élaborée, par l'idée de concentrer les rayonnements solaires pour augmenter l'intensité de flux solaire au moyen de capteurs optiques plus élaborés appelés concentrateurs solaires.

I.6.1 L'énergie solaire thermique

Le solaire thermique actif permet de récupérer la chaleur du rayonnement solaire au sein d'un fluide, parfois de l'air, le plus souvent de l'eau, par la mise en œuvre de capteurs solaires. Ces techniques peuvent assurer la production d'eau chaude sanitaire ou d'eau distillée, le chauffage des piscines et des habitations ainsi que le séchage de céréales, par exemple.

Il existe plusieurs types des capteurs solaires dont nous allons évoquer les principaux. Un capteur solaire est composé des éléments suivants :

- Le corps opaque qui absorbe le rayonnement solaire en s'échauffant.
- Un isolant thermique pour les faces non exposées au soleil.
- Une couverture transparente (face avant, exposée au rayonnement) qui assure l'effet de serre.
- Subsidiairement un coffrage étanche à l'eau et un système de support mécanique de l'ensemble.

La position optimale (inclinaison) d'un capteur assure un bon rendement et moins des pertes thermiques.

I.6.2 Inclinaison parfait d'un capteur solaire

Les capteurs solaires peuvent être installés au sol, contre le côté d'un édifice ou sur la toiture. Idéalement, ils devraient être orientés vers le sud, à l'écart des zones ombragées, et devraient présenter un angle d'inclinaison qui permette que la surface du capteur soit perpendiculaire aux rayons solaires et ainsi exposés au maximum de lumière solaire. Le calcul de l'angle d'inclinaison se fait en soustrayant la déclinaison du soleil de la latitude géographique de l'emplacement du système de chauffage solaire. En général, il s'agit de la latitude de l'emplacement plus ou moins 10 à 15 degrés. En hiver (position hivernale), lorsque la trajectoire du soleil est basse dans le ciel, il faut employer un angle d'inclinaison plus élevé (la latitude plus 10 à 15 degrés). Par contre, il est recommandé d'employer un angle d'inclinaison moins élevé (la latitude moins 10 à 15 degrés) durant les mois d'été lorsque le soleil est plus haut dans le ciel (position estivale). Toutefois, l'angle n'est pas d'une telle importance qu'on ne puisse le varier de 10 degrés.

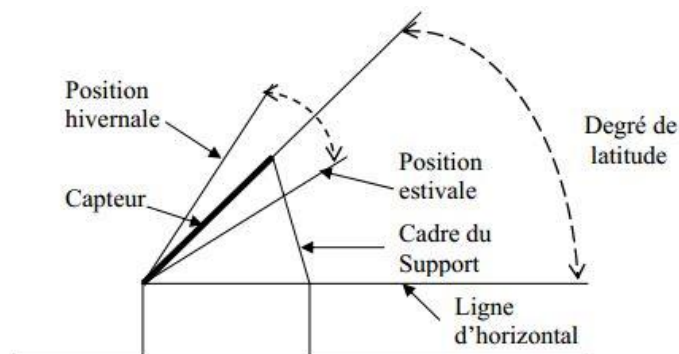


Figure I.2 : *Installation d'un capteur solaire.*

I.6.3 Captage du rayonnement solaire

On peut capter directement le rayonnement solaire au moyen des panneaux plans (capteurs plans) réceptifs, convenablement équipés dénommés isolateurs, au lieu de faire la captation directe on peut la faire à l'aide des concentrateurs, connus par le nom de capteurs solaires à concentration. Ces deux types de capteurs réagissent réciproquement avec les radiations solaires. Le capteur plan est considéré comme un simple absorbeur des rayons solaires provenant de toutes les directions. Le rayonnement solaire est non

seulement absorbé du ciel mais aussi de tout le milieu. Cela veut dire qu'un capteur plan est relativement insensible aux conditions du ciel. D'autre part, la réalisation d'un capteur solaire plan ne demande pas une conception compliquée. Cependant, la conception d'un collecteur avec effet de concentration, qui fait appel à des techniques plus au moins complexes, dont le principe consiste à focaliser le flux solaire incident sur un absorbeur de surface plus petite que la surface d'ouverture du collecteur, afin d'augmenter la concentration du rayonnement au niveau de l'absorbeur. A l'encontre des capteurs plans qui utilisent le rayonnement diffus provenant du ciel et du sol, les concentrateurs n'utilisent que le rayonnement direct. La figure suivante montre le principe de captation par les deux types de conversion thermique de l'énergie solaire [12].

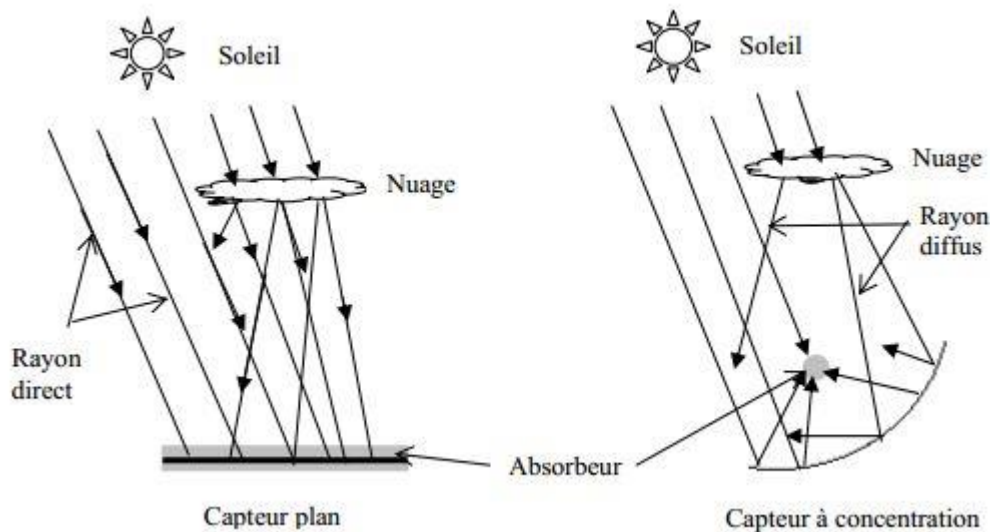


Figure I.3 : Types des capteurs solaires et le principe d'absorption des rayonnements solaires.

I.6.4 Conversion thermique de l'énergie solaire [13]

Une des manifestations les plus évidentes du rayonnement solaire est la chaleur qu'il apporte. Ce paragraphe est consacré aux dispositifs qui convertissent le rayonnement solaire en chaleur, parce que le but de recherche est justement la production de chaleur. On peut classer ces dispositifs selon le degré de concentration du rayonnement solaire qu'ils opèrent avant la transformation en chaleur.

I.6.5 Mécanisme 2D (sans concentration)

Le sigle 2D signifie "à deux dimensions". Les capteurs 2D sont en général des surfaces planes noircies (pour mieux absorber le rayonnement) et couvertes d'une vitre (pour profiter de l'effet de serre et empêcher la chaleur de la surface d'être emportée par les mouvements de l'air tels que le vent et la convection naturelle). Un fluide circule à l'intérieur de la surface absorbante pour emporter la chaleur produite. La température ne dépassant pas 80°C. Ceci n'est pas un handicap pour des applications telles que l'obtention de l'eau chaude domestique.

I.6.6 Mécanisme 1D (concentration sur une ligne)

Le thermique 1D (figure I.4) utilise comme capteur solaire à concentration de type cylindro-parabolique, contient élément tubulaire sur lequel un miroir parabolique concentre le rayonnement du soleil. Il nécessite un système d'orientation du miroir (à un degré de liberté). Ce système permet d'atteindre par la concentration du rayonnement direct une température de 200°C.

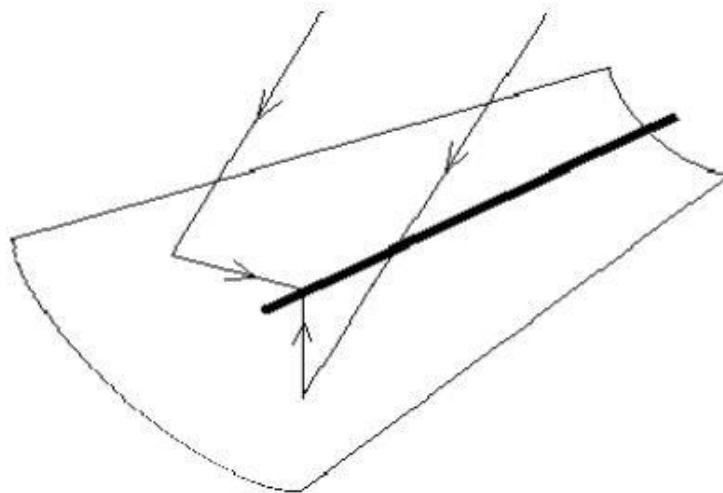


Figure I.4 : principe d'une concentration 1D.

- comme chaque fois que l'on utilise un dispositif de concentration, seul le rayonnement direct est utilisé, le rayonnement diffus ne pouvant pas être concentré.
- du fait que, comme le miroir doit être tourné vers le soleil, on doit laisser un espace inutilisé entre les miroirs pour éviter qu'ils se fassent de l'ombre, ce qui ferait chuter

de façon très importante leur rendement. Une partie de l'énergie solaire passe donc entre les miroirs et est "perdue" sur le sol.

- entre le champ solaire et le dispositif thermodynamique, il peut y avoir perte de chaleur.

I.6.7 Mécanisme 0D (concentration sur un point)

Le thermique 0D (figure I.5) semble le plus intéressant. Il utilise comme capteur un élément de petite dimension sur lequel le rayonnement solaire est concentré par un ensemble de miroirs paraboliques (héliostats). Les héliostats doivent être munis d'un dispositif d'orientation à deux degrés de libertés. Une. Ce système permet d'obtenir une température de 1500°C (fluctuante, ce qui fatigue les matériaux du capteur).

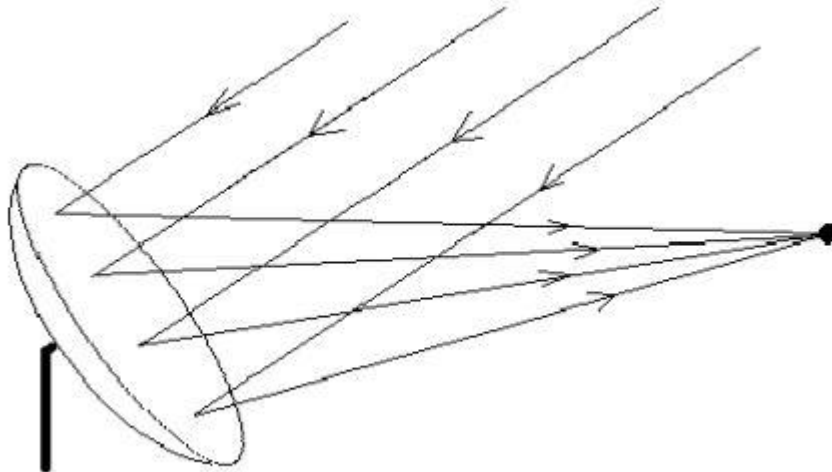


Figure I.5 : Principe d'une concentration en un point.

I.7 Les application de l'énergie solaire

I.7.1 Distillation

a. A un étage

C'est le plus simple et le plus répandu, on en trouvera une schématisation sur la figure (I.6)

L'eau placée dans un bac noirci dispose au fond d'un capteur solaire s'échauffe par absorption du rayonnement solaire traversant la vitre. Cet échauffement provoque une évaporation superficielle, la vapeur d'eau produite venant ensuite se condenser sur la vitre

plus froide. Il suffit alors de récupérer l'eau distillée ruisselant sur la face interne de la vitre à l'aide d'un système de gouttières placées de chaque côté de la vitre.

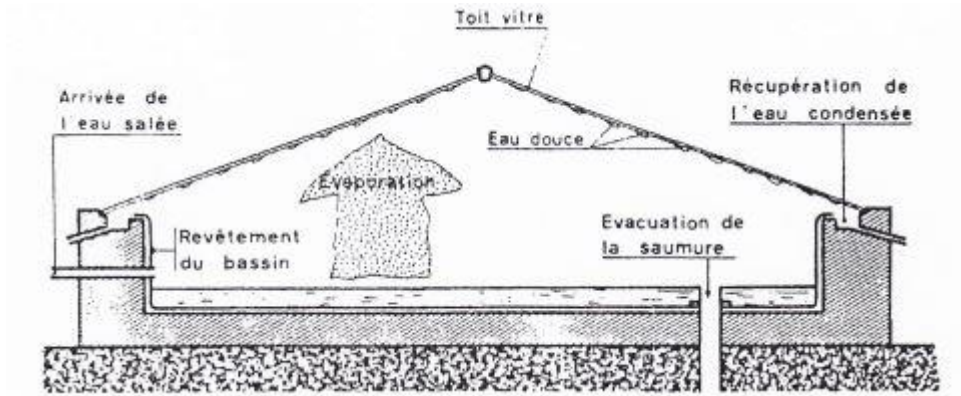


Figure I.6 : Schéma de principe d'un distillateur solaire à un étage



Figure I.7 : Vues d'un distillateur commercialisé [14]

b. A plusieurs étages

Pour augmenter le rendement des distillateurs solaires, le Pr Le Goff a imaginé un distillateur à plusieurs étages où la chaleur libérée par la condensation est récupérée dans un 2^{ème} étage pour servir à évaporer une masse d'eau supplémentaire.

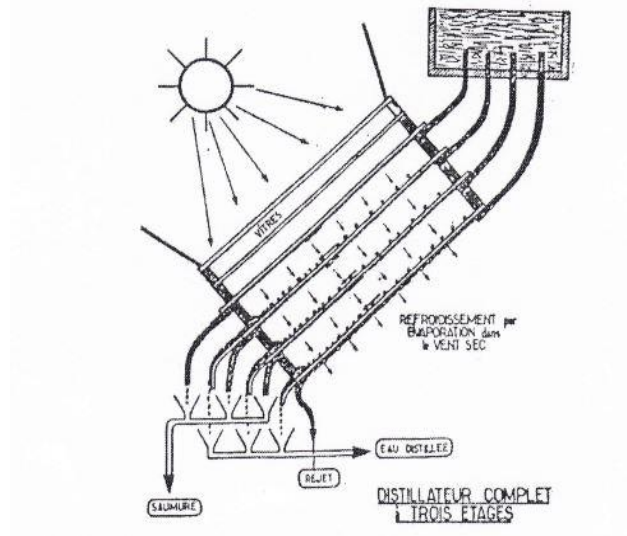


Figure I.8 : Schéma du distillateur solaire DIFICAP du Pr Le Goff

I.7.2 Froid et climatisation

a. Réfrigération

L'énergie solaire peut être utilisée pour produire du froid par deux voies :

- photoélectrique : on utilise l'électricité produite par des panneaux photovoltaïque pour alimenter un groupe frigorifique à compression ou des éléments Peltier.
- Thermique : on utilise la chaleur récupérée dans un capteur solaire pour produire du froid par sorption.

Des réfrigérateurs fonctionnent sur ce principe opérationnels comme celui de Flechon et Godmel dont on trouvera le schéma sur la figure (I.10)



Figure I.9 : vue de Réfrigérateur solaire Coldfego

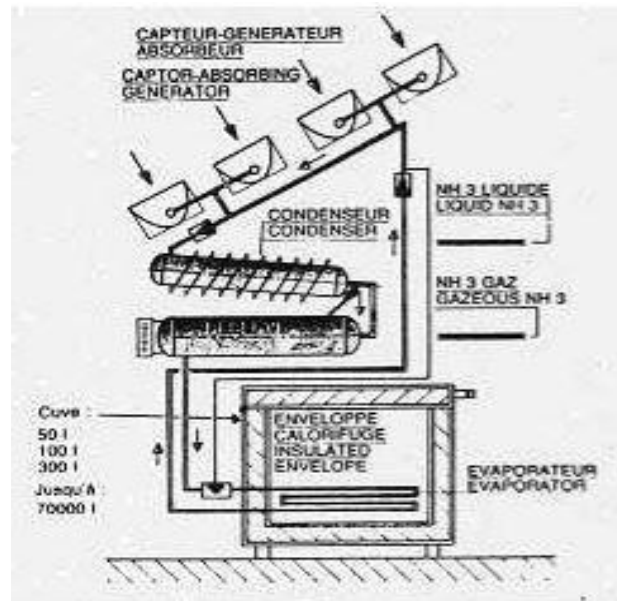


Figure I.10 : Schéma du réfrigérateur photothermique des Prs Flechon et Godmel

Son fonctionnement repose sur l'utilisation d'un couple absorbant/fluide frigorigène. La substance absorbante reste dans le capteur solaire. Dans la journée, l'élévation de sa température dans le capteur provoque l'évaporation du fluide frigorigène qui se condense dans un condenseur placé dans l'air ambiant à l'extérieur de l'enceinte à réfrigérer. Il est ensuite stocké dans un réservoir.

Pendant la phase nocturne le composé absorbant se refroidit et devient

<<à vide >> de fluide frigorigène. Celui-ci s'évapore donc dans l'évaporateur placé à l'intérieur du caisson isolé à refroidir pour être réabsorbé par le composé absorbant.

Le cycle peut alors se répéter le jour suivant. La production de froid s'effectuant la nuit, il faut prévoir stockage du froid produit pour limiter l'élévation de température de l'enceinte réfrigérée dans la journée. Ce stockage s'effectue généralement par un volume d'eau glycolée placée dans l'enceinte.

Le facteur limitant la diffusion de ces réfrigérateurs reste un coût élevé.

b. Climatisation

Nous présenterons ici le principe de deux systèmes reposant sur des cycles intermittents d'absorption/désorption d'eau dans un solide hygroscopique (gel de silice).

Le système conçu par Dannies (Figure I.12) ne comporte aucun mécanisme et ne fait appel qu'aux mouvements de l'air par convection naturelle. Les murs Est et Ouest du

bâtiment contiennent les éléments absorbants au travers desquels l'air circule selon le processus suivant :

- Le matin le Soleil chauffe le mur Est : le mélange d'air et de vapeur d'eau réchauffe et plus léger monte dans le mur Est et en sort à sa partie supérieure. Il en résulte une aspiration correspondante d'air par les orifices supérieurs du mur Ouest dans lequel l'air passe sur l'absorbant régénéré la veille et s'y dessèche. Un dispositif d'évaporation d'eau placé au pied du mur permet alors de provoquer la déshydratation de l'absorbant qu'il renferme.
- L'après-midi, le soleil chauffe le mur Ouest et la circulation d'air s'inverse.

Ce système expérimenté au Libéria et en Lybie a permis de maintenir les locaux à une température de 5 à 15°C au-dessous de l'ambiance extérieure, avec une humidité relative comprise entre 65 et 75%.

Un autre système destiné à la déshumidification de l'air en zone humide a été mis au point par Lof aux Etats-Unis (Figure I.13.). L'air à déshumidifier passe à travers une pluie de solution de glycol concentrée et s'y dessèche. La chaleur latente de condensation et la chaleur d'absorption sont éliminées dans un échangeur à eau : à la sortie l'air déshumidifié est à la même température qu'à l'entrée.

Le glycol dilué par son échange avec l'air humide est envoyé dans un régénérateur où il tombe en gouttelettes à travers un courant ascendant d'air sec réchauffé dans un capteur solaire à air.

Ces systèmes restent toutefois au stade faible diffusion et semblent difficilement adaptables à l'habitat individuel. Leur avenir se situe plutôt dans une intégration à une centrale de climatisation en vue de réduire la consommation énergétique.

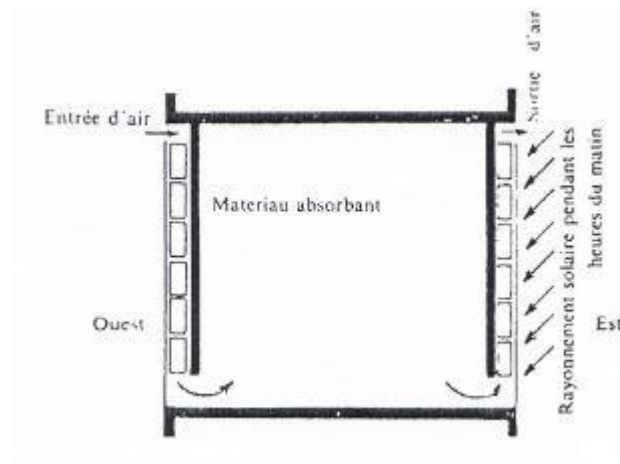


Figure I.11 : Schéma du procédé Dannies

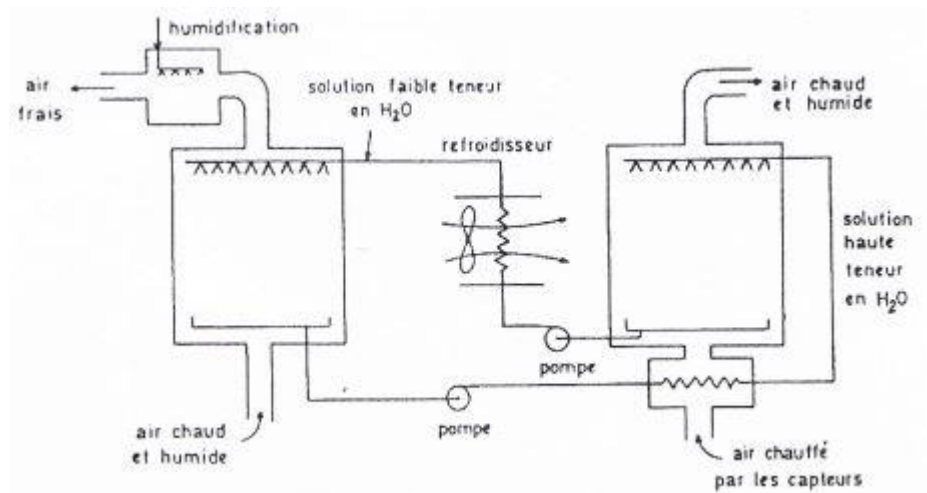


Figure I.12 : Schéma du procédé Lof

I.7.3 Séchage solaire

Le séchage est un procédé d'extraction d'eau d'un solide, d'un semi-solide ou d'un liquide par évaporation. Cette opération nécessite une source de chaleur. Plusieurs techniques sont possibles pour sécher et conserver les récoltes : le séchage sur champ au soleil, les cabines de déshydratation, l'ensilage pour les fourrages et le séchage en grange.

Les séchoirs solaires sont classés généralement, selon le mode de chauffage ou le mode de leur fonctionnement [15] en plusieurs catégories :

- Les séchoirs solaires directs.
- Les séchoirs solaires indirects.

a. Les séchoirs solaires directs

Les rayons solaires frappent directement les produits. Le séchoir solaire direct se compose d'une seule pièce qui fait office à la fois de chambre de séchage et de collecteur solaire. Le fond de la chambre de séchage est peint en noir pour augmenter la capacité d'absorption de chaleur, une feuille de plastique ou polyéthylène transparent sert généralement de toit mais on peut également utiliser d'autres matériaux plus chers comme le verre ou les plastiques spéciaux (polyéthylènes agricoles). Néanmoins l'interaction directe rayonnement solaire – produit engendre la dégradation de la qualité du produit et la destruction des nutriments [16].

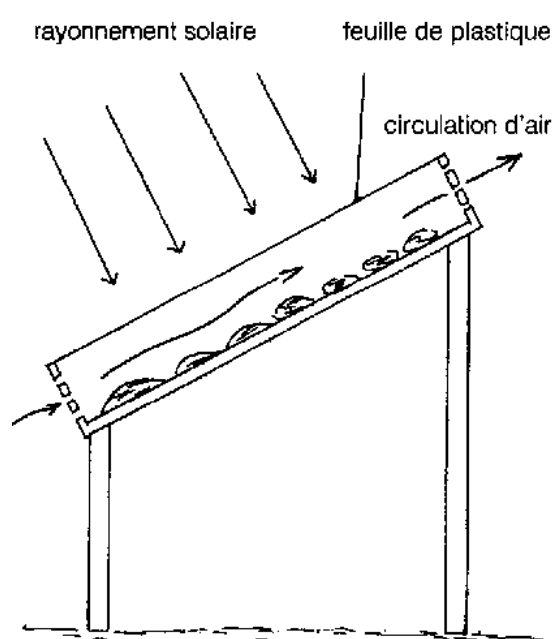


Figure I.13 : Séchoir solaire direct [17]

b. Les séchoirs solaires indirects

Le séchoir indirect se compose de deux parties : un collecteur qui convertit le rayonnement solaire en chaleur et une chambre de séchage qui contient le produit (Fig.I.14). L'air chaud monte par convection naturelle jusqu'à la chambre de séchage. La durée de séchage est très variable selon les conditions climatiques.

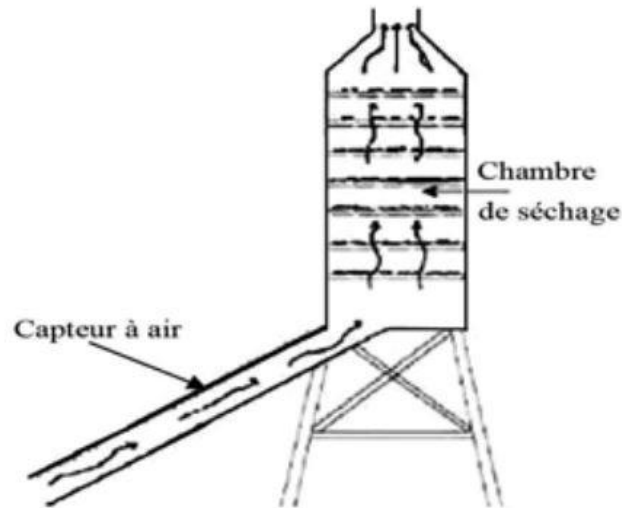


Figure I.14 : *Schéma explicite d'un séchoir solaire indirect*

I.8 Conclusion

L'énergie solaire photothermique est encore à ses débuts. Beaucoup d'études se font à son sujet, elles sont encourageantes, y compris pour le séchoir solaire

Les applications des solaires thermiques basses températures sont assez nombreuses et concourent à la satisfaction de très nombreux besoins dans le domaine de l'agriculture, de la santé et de l'amélioration de la qualité de la vie.

Chapitre II :

**Réalisation d'un
concentrateur solaire**

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes étapes de réalisation du concentrateur solaire parabolique.

Notre expérience a été réalisée au niveau du hall Technique de l'Université Hamma Lakhdar de El oued, Le concentrateur été placé dans un terrain au niveau de l'institut de Génie mécanique

II.2. Description et réalisation des composants du prototype :

Le choix des matériaux de l'élément composant l'appareil a été réajusté au cours de la réalisation (en fonction des caractéristiques de chaque élément). Ensuite, nous avons procédé à l'usinage des différentes pièces formant le séchoir solaire qui sont :

1. Réflecteur
2. Récepteur
3. Support
4. Système de poursuite manuel
5. La chambre de séchage

II.2.1. Réflecteur

Cet élément focalise l'énergie solaire en son foyer.

Le réflecteur formé par des quelques-uns miroirs de 5 cm de longueur et 5 cm de largeur collé par silicone qui couvrent la surface intérieure du réflecteur (Figure II.1), Les miroirs doivent avoir leurs côtés brillant face au soleil. La parabole repose sur un support mobile qui facilite son déplacement en plus du dispositif de poursuite manuel fonctionnant à l'aide de deux axes.

Les caractéristiques géométriques du réflecteur parabolique sont schématisées sur la (Figure II.3), et décrites dans le (Tableau II.1).

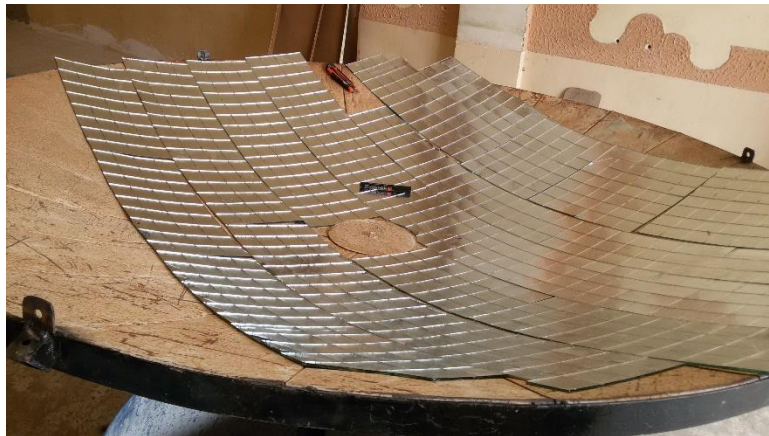


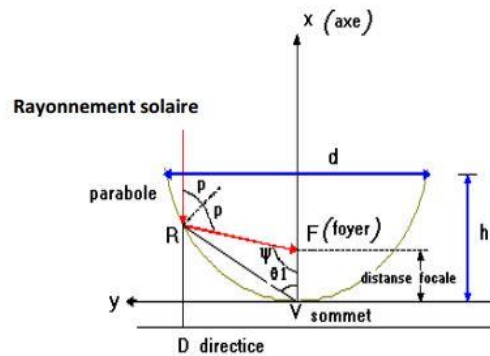
Figure II.1 : *Technique de collée les miroirs sur la surface de réfracteur*



Figure II.2 : *Le réflecteur à l'état final*

Tableau II.1 : Caractéristiques géométriques du réflecteur

Diamètre de la parabole	$d=1.81$ m
Taille de la parabole	$h=0.26$ m
L'angle d'ouverture	$\Psi_p=59.7^\circ$
Distance focale	$f=0.78$ m
Surface d'ouverture	$A_a=2.57$ m ²

**Figure II.3 :** Dimensions du réflecteur.

II.2.2 Le récepteur

Le métal récepteur doit avoir une bonne conductivité, nous avons choisi le fer (dont la conductivité thermique est de l'ordre de 80 W/k.m^2), c'est un tube de 17 cm de diamètre extérieur et 15 cm de longueur, il est muni deux trous le premier trou pour entre l'air et le deuxième pour sorte l'air chaud, contiennent intérieur a des obstacles pour laisser l'air de rester plus longtemps pour le bien chauffée. L'absorbeur recouvert d'une mince couche de peinture noire pour diminuer la réflexion des rayons solaires, est situé à la zone focale de la parabole.

**Figure II.4 :** Le récepteur

II.2.3 le support

Le support est un élément qui porte le dispositif. Il est procédé en cornières soudées à l'arc électrique pour diminuer le poids et faciliter la mobilité et le stockage.



Figure II.5 : *Le support*

II.2.4 Système de poursuite manuel

Le concentrateur parabolique demande un système de poursuite du mouvement du soleil pour gagner le maximum de flux solaire. Nous avons choisi un mécanisme de poursuite très simple se fondant sur un (vérins et un axe rotatif) pour tourner le concentrateur solaire à la situation du soleil à tout moment.



Figure II.6 : *Système de poursuite manuel*

II.2.5 Chambre de séchage

Est une boîte en bois ses dimensions 77 cm de longueur et 60 cm de largeur et 40 cm de hauteur, rassembler la chaleur en venant de le récepteur par de ventilateur, son tiroir de maillage métallique pour placer la produit à sécher, elle est muni des trous de 2 cm de diamètre pour permettre la sortie d'air humide. La chambre recouverte d'une vitre pour la clarté de la vision et le suivi de l'état de produit sécher.



Figure II.7 : *vue général de la chambre de séchage*



Figure II.8 : *vue générale du séchoir solaire*

II.3 Instrumentations de mesure

II.3.1 Mesure de la température

Nous avons utilisé un thermomètre digital pour mesurer la température ambiante et la température dans la chambre de séchage et un multimètre pour mesurer la température du récepteur.

II.3.1.a Thermomètre

Le thermomètre digital utilise dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Plage de température : $-50\text{ C}^{\circ} \sim +300\text{ C}^{\circ}$.
- Environnement d'utilisation : $-20\text{ C}^{\circ} \sim +80\text{ C}^{\circ}$.
- Erreur : $\pm 1\text{ C}^{\circ}$.
- Lecture : 0.1 C° .
- Alimentation : (DC 1.5 v).

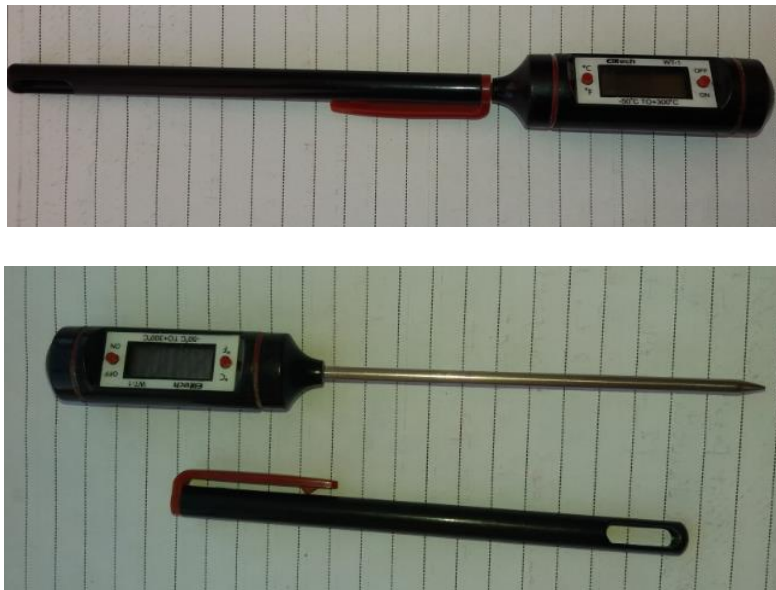


Figure II.9 : *Le thermomètre digital*

II.3.1.b Multimètre

Nous avons utilisé un multimètre (ASTONIA M890C⁺) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Model : ASTONIA M890C⁺.
- Plage de température : -40 C° ~ 1000 C°.



Figure II.10 : *Le multimètre (ASTONIA M890C⁺)*

II.3.2 Mesure de la vitesse de vent

Nous avons utilisé un thermo-anémomètre pour mesurer la vitesse de vent.

II.3.2.a Thermo-anémomètre

Le thermo-anémomètre (AMPROBE TMA5) dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Model (AMPROBE TMA5)
- Plage de vitesse 0.8 Km/h à 72 Km/h.



Figure II.11 : *Le thermo-anémomètre (AMPROBE TMA5)*

II.3.3 Mesure de poids

Nous avons utilisé une balance électrique pour mesurer le poids de matière sécher.

II.3.3.a Balance électrique

La balance électrique dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Plage de mesure : jusqu'à 30Kg
- Erreur : $\pm 5g$



Figure II.12 : *La balance électrique*

II.4 Condition expérimental

Le marché idéal du concentrateur est quand le rayonnement solaire soit parallèle à son axe du foyer. Nous avons durée où ce que notre expérience soit dans un milieu à ciel clair, dans effet d'ombres.

II.4.1 Réglage du concentrateur

Le concentrateur est guidé face au soleil. A participation d'un mécanisme de poursuite manuel commandé. Il est redirigé vers la situation du soleil depuis son lever. Les rayons solaires sont réfléchis au foyer du paraboloïde formant ainsi la tache solaire qui devrait apparaître en face avant de récepteur.



Figure II.13 : *La tache solaire*

II.4.2 Emplacement de thermomètre

Pour mesurer la température atteinte sur les surfaces du concentrateur, un multimètre est placé sur la surface du concentrateur.



Figure II.14 : *Emplacement de multimètre*

II.5 Conclusion

L'ensemble des expériences effectuées sur le séchoir solaire donné nous ont permis d'obtenir des valeurs élevées permettant de sécher les matériaux agricoles.

Chapitre III :

**Approche expérimentale de
mécanisme de séchage
solaire des produits agricoles**

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présenterons les différentes étapes pour séchage les produits agricole (la verveine et la pomme de terre comme exemple en notre expérience) par le séchoir solaire.

III.2 Séchage de la verveine

III.2.1 Généralité sur la verveine

Les verveines sont des plantes de la famille des Verbénacée. Ce sont des plantes aromatiques ou ornementales. Les différentes espèces sont classées au moins dans trois genres différents.

- a- Verbena
- b- Aloysia
- c- Glandularia



Figure III.1 : *quelques-uns feuilles de la verveine*

III.2.1.1 Utilisation de la verveine

Des verveines sont utilisées en cosmétique. D'autres sont consommées en infusions digestives - sous forme de tisane, parfois additionnées de menthe. Toutefois, toutes les plantes nommées « verveines » sont comestibles et toutes n'ont pas les mêmes vertus.

III.2.1.2 La composition chimique de la verveine [18]

Tableau III.1 : Les compositions chimiques de la verveine (les valeurs pour 100g)

Eau	g	78.65
Energie	kcal	70
Protéine	g	3.75
Total lipide	g	0.94
Carbohydrate,	g	14.89
Fibre	g	8
Calcium, Ca	mg	243
Fer, Fe	mg	5.08
Magnesium,	mg	80
Phosphor, P	mg	73
Potassium, K	mg	569
Sodium, Na	mg	31
Zinc, Zn	mg	1.11
Vitamin B-6	mg	0.129
Vitamin A, IU	IU	4248
Vitamin C	mg	31.8

III.2.2 Préparation du produit

La verveine a été achetée fraîche du marché local et choisis des plantes de grandes feuilles et des tiges minces.

Une fois lavée manuellement avec de l'eau fraîche pour éliminer les impuretés, la boue, les résidus d'insecticides, et autres contaminations ; désarmement des feuilles des plantes sur leurs tiges puis étalées sur le tiroir.

III.2.3 Protocole expérimental

La verveine achetée, lavée puis désarmement des feuilles des plantes sur leurs tiges est étalées sur le tiroir de la chambre de séchage (500g dans le tiroir). La perte de poids du produit au niveau du tiroir est suivie du début de l'expérience jusqu'à la fin c'est à dire de 10:30h jusqu'à 12:30h, En pesant le produit toutes dix minutes à l'aide d'une balance électrique (incertitude $\pm 5g$), L'opération de séchage est considérée achevée lorsqu'on arrive à l'humidité relative d'équilibre du produit.

Les mesures de température ambiante et de récepteur et la température dans la chambre de séchage et la vitesse de vent toutes dix minutes, A la fin de l'opération de

séchage, Les échantillons secs sont laissés se refroidir à la température ambiante puis scellés dans des sacs en plastique.



Figure III.2 : *la verveine avant et après le séchage*



Figure III.3 : *la verveine dans la chambre de séchage*



Figure III.4 : *Mesure la température dans la chambre de séchage*

III.3 Séchage de la pomme de terre

III.3.1 Généralité sur la pomme de terre

La pomme de terre est une plante herbacée, de la famille des Solanacées. Elle est cultivée essentiellement, pour ses tubercules souterrains, charnus, jaunes, roses, rouges, violets ou presque noirs ; de formes différentes ; sphériques, longs, ovales, aplatis, en rognon.

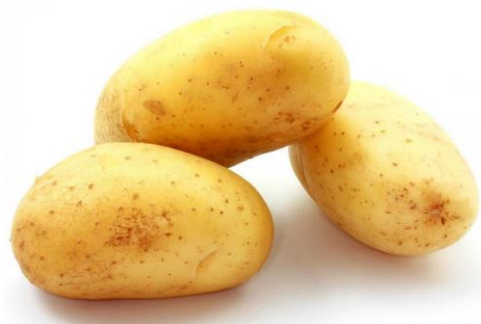


Figure III.5 : la pomme de terre

III.3.1.2 La composition chimique de la pomme de terre [18]

Tableau III.2 : les compositions chimique de la pomme de terre (les valeurs pour 100g)

Eau	g	79.25
Energie	kcal	77
Protéine	g	2.05
Total lipide	g	0.09
Carbohydrate,	g	17.49
Fibre	g	2.1
Sucre	g	0.82
Calcium, Ca	mg	12
Fer, Fe	mg	0.81
Magnesium,	mg	23
Phosphor, P	mg	57
Potassium, K	mg	425
Sodium, Na	mg	6
Zinc, Zn	mg	0.30
Vitamin C	mg	19.7
Vitamin B-6	mg	0.298
Vitamin B-12	µg	0.00
Vitamin A, IU	IU	2
Vitamin E	mg	0.01

III.3.2 Préparation du produit

La pomme de terre a été achetée fraîche du marché local et choisie d'une façon homogène pièce par pièce en utilisant trois critères qui sont la dimension (taille moyenne), le degré de maturation (ni crue ni trop mur), et la morphologie externe (surface saine sans fissure). Une fois lavée manuellement avec de l'eau fraîche pour éliminer les impuretés, la boue, les résidus d'insecticides, et autres contaminations ; elle est découpée en rondelles de 1 cm d'épaisseur puis étaler sur le tiroir.

III.3.3 Protocol expérimentale

La pomme de terre achetée, lavée puis coupée en tranches de 1cm d'épaisseur est étalée sur le tiroir de la chambre de séchage (1Kg dans le tiroir) La perte de poids du produit au niveau de le tiroir est suivie du début de l'expérience jusqu'à la fin c'est à dire de 10h jusqu'à 14h ; en pesant le produit toutes 30 minutes à l'aide d'une balance électrique (incertitude $\pm 5g$) L'opération de séchage est considérée achevée lorsqu'on arrive à l'humidité relative d'équilibre du produit.

Les mesures de température ambiante et de récepteur et la température dans la chambre de séchage et la vitesse de vent toutes 30 minutes, à la fin de l'opération de séchage les échantillons secs sont laissés se refroidir à la température ambiante puis scellées dans des sacs en plastique.



Figure III.6 : La pomme de terre avant et après le séchage

III.4 Les mesure

Les températures ont été mesurées à l'aide d'un multimètre à affichage numérique et thermomètre .la vitesse de vent ont été mesurées par le thermo-anémomètre et la masse du produit à sécher ont est mesurées à l'aide d'un balance électrique Le relevé de les résultats et la se fait toutes les 10 minutes pour la verveine et 30 minutes pour la pomme de terre.

III.4.1 Les mesures de la verveine

Tableau III.3 : les mesures de les températures de récepteur et dans la chambre de séchage et la vitesse de vent et la masse de la verveine.

(Journée du 26/04/2017)

Temps (h : min)	La masse de verveine (g)	T_{ambiante} (C°)	$T_{\text{recepteur}}$ (C°)	T_{chambre} (C°)	Vitesse de vent (m/s)
10:30	500	23	23	23	4
10:40	430	25	635	41	4
10:50	390	25	670	53	4
11:00	320	26	690	59	2
11:10	280	27	670	66.5	2
11:20	210	27	680	67	2
11:30	150	29	688	70	2
11:40	105	29	650	69	2
11:50	90	31	763	69	2
12:00	85	32	700	71	1
12:10	80	32	730	76	1
12:20	80	35	765	80	1
12:30	80	35	766	84	1

II.4.2 les mesure da la pomme de terre

Tableau III.4 : les mesures de les températures de récepteur et dans la chambre de séchage et la vitesse de vent et la masse de pomme de terre.

(Journée du 16/05/2017)

Temps (h : min)	masse de pomme de terre (g)	T_{ambiante} (C°)	$T_{\text{recepteur}}$ (C°)	T_{chambre} (C°)	Vitesse de vent (m/s)
10:00	1000	25	25	25	4
10:30	900	25	612	41	4
11:00	780	27	655	53	4
11:30	600	27	678	59	4
12:00	535	29	690	67	4
12:30	440	29	695	70	4
13:00	370	31	710	73	4
13:30	290	30	705	75	5
14:00	255	31	700	79	5

III.5 Conclusion

L'humidité de plusieurs facteurs qui contribuent à la corruption des produits agricoles comme légumineuse, les noix et la verveine. Pour éliminer ce problème nous avons dû penser à la solution, le séchage solaire est une des principales techniques de préservation des produits agricoles et alimentaires. C'est par ailleurs un procédé qui intervient dans la fabrication de nombreux produits agricoles, comme la verveine et la pomme de terre.

Chapitre IV :

Résultats et discussions

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons étudier d'une façon théorique la température qui atteint la surface d'ouverture de le récepteur et dans la chambre de séchage et le teneur d'eau dans le produit à sécher (verveine et pomme de terre), ainsi que l'influence de certains paramètres sur sa variation.

Après nous validons nos calculs par des valeurs mesurés pendant un intervalle de temps s'étalant de 10.30 h à 12 h30 durant les journées du 26 et 27 et 28 Avril 2017.

IV.2 Comparaison des courbes de séchage de la verveine pour les deux différents types de séchage a air libre et a séchoir solaire

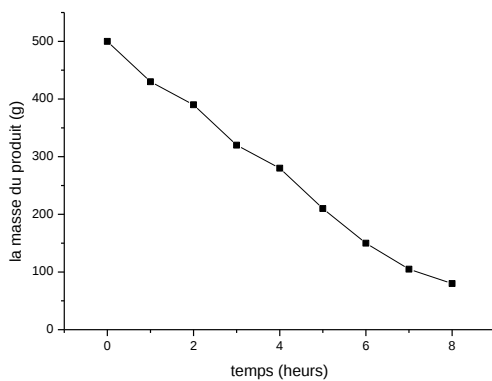


Figure IV.1 : Séchage a air libre.

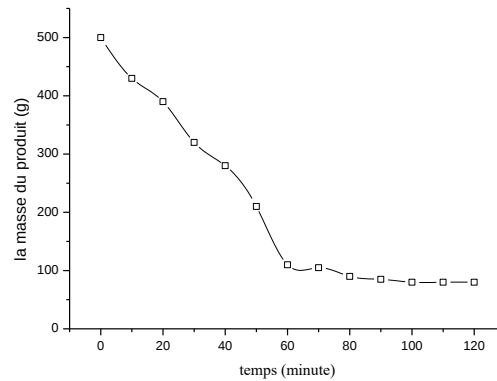


Figure IV.2 : Séchage sur séchoir solaire.

Sur les figures IV.1 et IV.2, Nous pouvons remarquer une différence dans la durée du séchage, dans le cas libre a pris 8 heures pour atteindre l'humidité relative d'équilibre du produit (80 grammes), alors que dans le cas d'un séchoir solaire a pris 120 minutes.

IV.3 Influence de la vitesse de vent sur la température de récepteur et la durée de séchage

IV.3.1 l'effet de la vitesse de vent sur durée de séchage

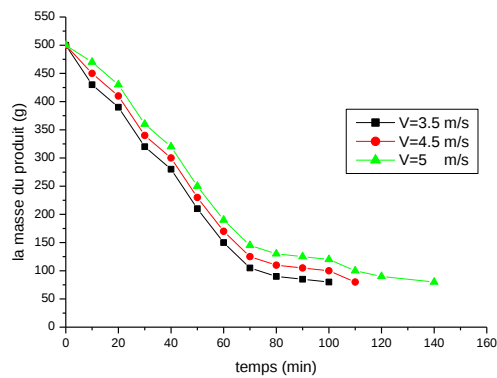


Figure IV.3 : variation de la masse dans le temps par rapport la vitesse de vent.

Sur la figure IV.3, Nous pouvons observer l'effet de la vitesse du vent sur la durée du séchage, où le processus de séchage est terminé lorsque le poids de 80 g pendant les périodes de variation de 100 minutes à la vitesse du vent $V=3.5\text{m/s}$, 110 minutes à la vitesse de vent $V=4.5\text{ m/s}$ et en 140 minutes à $V=5\text{ m/s}$.

IV.3.1 l'effet de la vitesse de vent sur la température de séchage

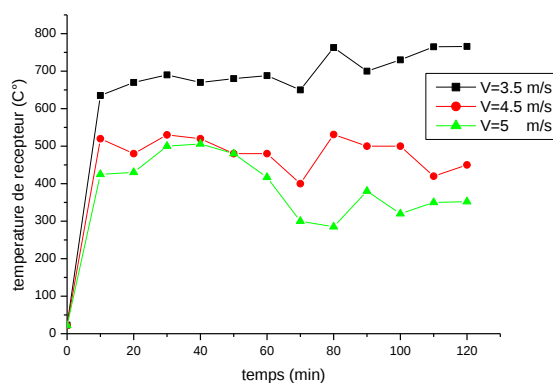


Figure IV.4 : variation la température de récepteur dans le temps par rapport la vitesse de vent

Sur la figure IV.4, Nous pouvons remarquer l'effet de la vitesse du vent sur la température de récepteur effet inverse, Lorsque la vitesse du vent $V=3.5$ m/s la température de récepteur atteint la valeur $T=766$ C°, la vitesse de vent $V=4.5$ m/s la température atteint la valeur $T=530$ C°, et en $V=5$ m/s $T=506$ C°

IV.4 Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps

IV.4.1 Le cas de la verveine

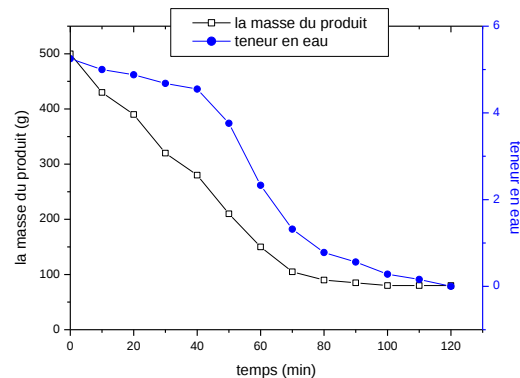


Figure IV.5 : Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps
(la verveine)

La figure IV.5, On observe une diminution relative entre la masse et teneur en eau, Lorsque la quantité est passée de 5,25 à ne pas exister, et une diminution de la masse également de 500 grammes à 80 grammes en 120 minutes.

IV.4.2 Le cas de la pomme de terre

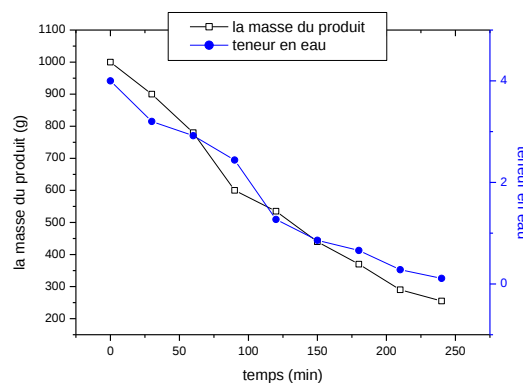


Figure IV.6 : Variation de la masse de produit et teneur en eau dans le temps
(la pomme de terre)

La figure IV.6, On observe une diminution relative entre la masse et teneur en eau, Lorsque la quantité est passée de 4 à ne pas exister, et une diminution de la masse également de 1000 grammes à 80 grammes en 250 minutes.

IV.5 Variation de la température de récepteur dans le temps

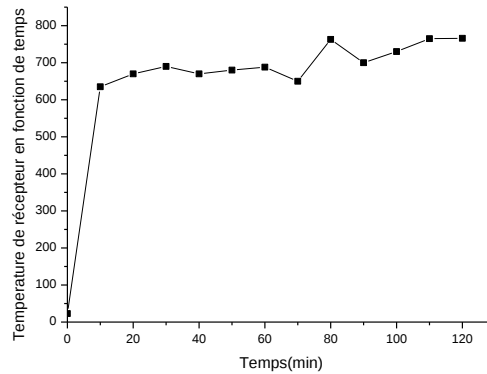


Figure IV.7 : Variation de la température de récepteur dans le temps

La figure IV.7, Nous pouvons observer l'évolution de la température a atteint la valeur de $T=635\text{ C}^\circ$ dans un courte durée 10 minutes, Et la suite d'une faible augmentation a même atteint $T=766\text{ C}^\circ$.

IV.6 Variation de la température dans la chambre de séchage et température ambiante dans le temps

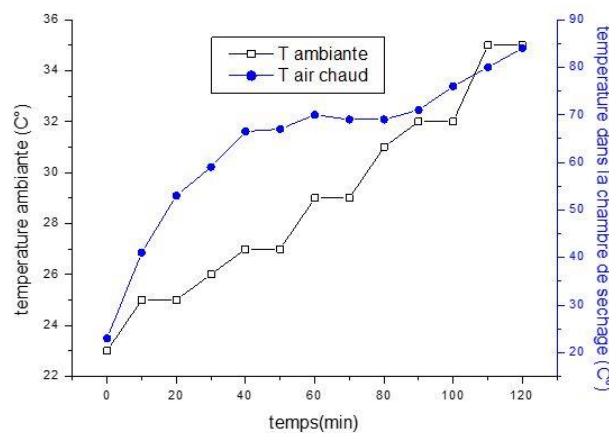


Figure IV.8 : Variation de la température dans la chambre de séchage et température ambiante dans le temps

On peut remarquer sur la figure IV.8 une augmentation relative de la température, saluant la température a atteint la chambre de séchage à 84 degrés après 120 minutes lorsque la température ambiante allant de 23 degrés à 35 degrés.

IV.7 Variation de la température dans la chambre de séchage et température dans le récepteur (air chaud sortie) dans le temps

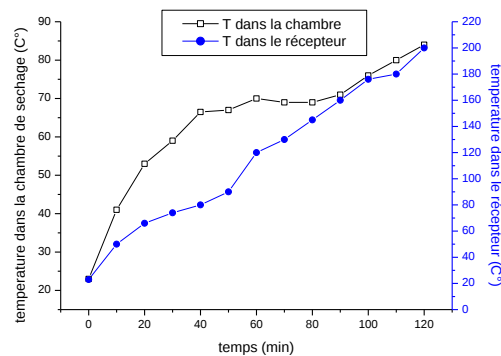


Figure IV.9 : Variation de la température dans la chambre de séchage et température dans le récepteur (air chaud sortie) dans le temps.

Dans la figure IV.9, Nous pouvons observer une augmentation de la température dans la chambre de séchage et dans le récepteur à des degrés divers, pour atteindre la température de la chambre de 23 à 84 degrés et dans le récepteur de 23 à 200 C°, cette différence est due à plusieurs facteurs :

- Longueur du tube entre le récepteur et la chambre de séchage.
- Des fuites en le tube et dans la chambre de séchage.

IV.8 Conclusion

Le séchage par séchoir solaire prend beaucoup moins que le temps de séchage à air libre.

L'influence des paramètres de l'air (température et vitesse de vent) sur la durée de séchage a été étudiée et a permis de déterminer que l'influence de la température ambiante sur la durée de séchage est moins importante par rapport la vitesse de vent.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude que nous avons réalisée sur le prototype du concentrateur parabolique, nous a permis de connaître le fonctionnement de ce système, de prévoir la température que nous pouvons atteindre à l'ouverture du récepteur.

Nous avons montré qu'elle dépend de plusieurs facteurs dans les plus importants sont la variation de l'éclairement solaire, la géométrie du réflecteur, la nature et les dimensions de l'absorbeur et les qualités optiques de sa surface réfléchissante.

L'utilisation de ce séchoir solaire pour le séchage de la verveine et la pomme de terre avec l'air chaud au niveau de récepteur vers la chambre de séchage, Le rendement du concentrateur devenant nul après un certain temps de chauffage, il faut procéder au changement du contenu du récepteur, ce qui nous permet de conclure que ce type de modèle ne peut être utilisé de façon continue toute la journée. Le temps d'utilisation de ce modèle dépend de la nature de l'application qu'on veut réaliser.

Les applications possible de ce système est pour la stérilisation d'instruments médicaux ou pour la cuisine solaire.

L'expérience est à considérer largement positive en ce qui concerne la compréhension du modèle et la connaissance de la méthode de construction des capteurs solaires paraboliques à moyenne température.

La bibliographie

- [1] A.Boutriaa, "Effet des paramètres de fonctionnement sur les performances d'un distillateur solaire", magister en physique(2009) p1
- [2] N.Baba Ahmed, S.Ainad Tabet ET B.Belhacene"Stydy on the energetic parameters in A photothermic sensor with black polymeric film" rev sci.fond.app, vol.2.N°.1(2010)1-11
- [3] A. Bonnier, Ph.d "Le soleil démystifié», vol.74, pp : 8, 9, 15, 36, 39.
- [4] J. Maratrey," Le soleil ", Club d'astronomie Quasar, février 2006, vol.17, pp : 7, 10,11.
- [5] F. Dubois," La terre dans l'univers, la vie et l'évolution du vivant", vol.9, pp : 2, 4,7.
- [6] N. Poize," le gisement solaire", Rhônealpennergie-environnement-CNFPT-février 2007, vol.15, pp : 3, 4, 5, 9.
- [7] E. Gouzien, "L'énergie solaire -comment exploiter au mieux l'énergie solaire ?", vol.32, p9, pp : 10,11.
- [8] D.Wilgenbus," L'énergie solaire», La main à la pâte, société française de physique, vol.14, pp : 7, 9.
- [9] A.Ricaud," Gisement solaire et transferts énergétiques", master énergies renouvelables université de Cergy-pontoise, jan 2011, vol.79, pp ; 66, 67, 69, 71.
- [10] D. Marchio et p. Reboux," Introduction aux transferts thermique", vol.40, pp : 11, 12, 21.
- [11] Cherref . Khelif et Kamel. Hadri Y-attaf, Gisement solaire du site d'Adrar pour l'an 2000, ENERSOLE'01-ADRAR- ALGERIE, pp 255-272. 2001
- [12] GURRAICHE DJEMAA, Simulation et prédiction de la radiation solaire directe absorbée par un champ de capteurs cylindro-parabolique. Thèse de magister, Batna 2002.
- [13] JACQUES DESAUTEL, les capteurs héliothermiques, Edition EDISUD 1978.
- [14] <http://watercone.com/product.html>
- [15] M. Daguinet, 'Les Séchoirs Solaires : Théorie et Pratique', UNESCO, Paris, 1985.
- [16] A. Madhlope, S.A. Jones, and J.D. Kalenga Saka, 2001. A solar air heater with composite absorber systems for food dehydration. Renewable Energy, 27, 27-37.
- [17] <http://www.nzdl.org>
- [18] <https://ndb.nal.usda.gov>

Titre du mémoire : REALISATION D'UN CONCENTRATEUR SOALIRE POUR SECHAGE DE VERVEINE.
Auteur : 1-HANI Elhani 2-GHRISSI Messaoud.

Mots clés : énergie solaire, séchage solaire, verveine, point focal.

Résumé :

Le travail effectué porte sur séchage de la verveine en utilisant un concentrateur solaire parabolique orienté à l'aide d'un système de poursuite manuel du soleil. L'expérience a été effectuée sur un prototype de concentration de 1.8 m de diamètre et un récepteur en fer, de 17 cm de diamètre et 15 cm de longueur, situé au plan focal de la parabole destinée à collecter l'énergie solaire concentrée.

On a étudié expérimentalement l'influence de la température ambiante et la vitesse de vent sur la durée de séchage et la température de récepteur.

Ce modèle de concentration conduit à des niveaux de températures compris entre 300C° et 800C°.

Report title: REALIZATION OF A SOLAR CONCENTRATOR FOR VERVIN DRYING.

Keywords: solar energy, solar drying, vervin, focal point.

Abstract:

The work carried out concerns the drying of the verbena using a parabolic solar concentrator oriented by means of a system of manual tracking of the sun. The experiment was carried out on a prototype with a concentration of 1.8 m in diameter and an iron receiver, 17 cm in diameter and 15 cm in length, located at the focal plane of the parabola for collecting concentrated solar energy.

The influence of ambient temperature and wind speed on the drying time and the receiver temperature were studied experimentally.

This concentration model leads to temperature levels between 300C ° and 800C °.

عنوان المذكرة: إنشاء مركز شمسي من أجل تجفيف التيزانة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة الشمسية، التجفيف الشمسي، التيزانة، النقطة البؤرية.

الملخص:

العمل المنجز يتضمن تجفيف التيزانة باستعمال مركز شمسي مكافئ موجه يدويا. التجربة تمت باستعمال نموذج تركيز (عاكس) قطره 1.8 متر ولاقط حديدي قطره 17 سم وطوله 15 سم يقع في المنطقة البؤرية للمكافئ لالتقاط الطاقة الشمسية المجمعة.

درسنا تجريبيا تأثير درجة حرارة الجو وسرعة الريح على مدة التجفيف ودرجة حرارة اللاقط الحديدي.

هذا النوع من التركيز يقودنا الى درجات حرارة تتراوح ما بين 300 درجة مئوية الى 800 درجة مئوية.