



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département Génie mécanique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Mécanique Energétique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :

Zeriguet Boualam & Abdelaoui Kouider

Le : mercredi 12 juin 2024

Etude d'un cuiseur solaire

Jury :

Pr.	MOUMMI Nouredine	Pr	Université de Biskra	Président
Dr.	FITES Djamel	MAB	Université de Biskra	Examineur
Dr.	HAMDI Omar	MAB	Université de Biskra	Rapporteur

A decorative border with intricate black floral and scrollwork patterns on a white background, framing the central text.

REMERCIEMENT

TOUIT D'ABORD, NOUS REMERCIONS DIEU, NOTRE CRÉATEUR, QUI NOUS A DONNÉ LA FORCE D'ACCOMPLIR CETTE ŒUVRE.

NOUS SOMMES ÉGALEMENT HONORÉS DE REMERCIER LA DIRECTION DU DÉPARTEMENT DE MÉCANIQUE ET NOTRE ENCADREUR DR HAMDI OMAR, POUR AVOIR FACILITÉ LE PROCESSUS DE SÉLECTION DE LA THÉMATIQUE, AINSI QUE POUR LA BONNE ORGANISATION, LA COORDINATION, LE SUIVI, AINSI QUE SON AIDE ET SES ENCOURAGEMENTS CONSTANTS. À NOUS. NOUS TENONS À REMERCIER LES EXAMINATEURS D'AVOIR ACCEPTÉ DE LIRE ET D'ÉVALUER NOTRE MÉMOIRE. ENFIN, NOUS REMERCIONS TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ À LA RÉALISATION DE CE MÉMOIRE. NOUS N'OUBLIONS PAS NOS PARENTS POUR LEUR CONTRIBUTION, LEUR SOUTIEN ET LEUR PATIENCE. ET À TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ DIRECTEMENT OU INDIRECTEMENT À LA RÉALISATION DE CE PROJET.

MERCI À TOUS

DÉDICACE

Au nom de Dieu le clément et le Miséricordieux

À mes chers parents, qui ont été mes modèles et mon soutien constant, je vous remercie du fond du cœur pour votre amour et vos sacrifices.

À mes frères et sœurs, qui ont été mon aide et mon soutien, merci pour vos encouragements continus et votre soutien illimité.

À mes distingués professeurs, qui m'ont éclairé le chemin de la connaissance avec la lumière de leurs connaissances et m'ont guidé avec leur sagesse et leur expérience.

À mes collègues et amis, qui ont partagé mon parcours d'études avec tous ses défis et réalisations, et qui ont été à mes côtés à chaque instant.

À tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, quelle que soit la taille de leur contribution.

Merci à tous. Sans votre soutien et vos encouragements, je n'aurais pas pu réaliser cet exploit.

Zeriguet Boualam

DÉDICACE

Ce travail modeste est dédié :

A nos parents : Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de nos études. Aucune dédicace ne pourrait exprimer nos respects, nos considérations et nos profonds sentiments envers eux. Nous prions le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de nous. A nos frères.

A tous nos professeurs : Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner nos profonds respects et nos loyale considération. A tous nos amis et nos collègues Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, nous vous disons merci.

Abdelaoui Kouider

Listedes figures

Chapitre I

Figure (I- 1) Rayonnement solaire	6
Figure (I-2) Schéma de principe d'un cuiseur de type boîte	9
Figure (I-3) Photographie d'un cuiseur solaire de type concentrateur parabololoïde	10
Figure (I-4) Un modèle de cuiseur solaire à panneaux.....	11

Chapitre II

Figure (II- 1) Schéma représentant les éléments constituant le modèle du cuiseur solaire étudié	16
Figure (II-2) Evolution des températures mesurées sur chaque partie du cuiseur lors du test du 17/06/2008	16
Figure (II- 3) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale sans réflecteurs additionnels au mois de Décembre	17
Figure (II-4) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée sans réflecteurs additionnels au mois de Décembre.....	17
Figure (II- 5) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale avec un réflecteur additionnel principal	18
Figure (II- 6) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée avec un réflecteur additionnel principal	18
Figure (II- 7) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale avec deux réflecteurs additionnels au mois de Septembre	18
Figure (II- 8) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée avec deux réflecteurs additionnels au mois de Septembre	18
Figure (II- 9) Cuiseur solaire boîte sans réflecteur [1].	19
Figure (II- 10) Cuiseur solaire boîte avec réflecteur [3].....	19

Figure (II- 11) Cartographie des températures de l'absorbeur du cuiseur boîte réalisé, sans l'ajout de réflecteur additionnel, obtenue par ciel clair pour un jour type -A- de la saison hivernale, -B- de la saison estivale.	20
Figure (II- 12) Cartographie des températures de l'absorbeur du cuiseur boîte réalisé, avec l'ajout d'un réflecteur additionnel, obtenue par ciel clair pour un jour type -A- de la saison hivernale, -B- de la saison estivale.	20
Figure (II- 13) Schéma descriptif du boîtier du cuiseur avec la disposition de la plaque chauffante.	21
Figure (II- 14) Vue représentant le prototype cuiseur solaire à double exposition sur banc d'essai expérimental, 'URER/MS', Adrar	21
Figure (II- 15) chauffage d'un litre d'eau avec le concentrateur réalisé [5].	22
Figure (II- 16) Température au foyer (sans régulateur).	24
Figure (II- 17) Température au foyer en fonction de l'angle (avec régulateur)	24
Figure (II- 18) Evolution de la température de la surface focale le long des journées des tests.	24
Figure (II- 19) Températures dans les marmites de trois cuiseurs solaires à vide.	25
Figure (II- 20) Températures dans les chambres de cuisson (Serre) de trois cuiseurs solaires.	25
Figure (II- 21) Températures dans les marmites de trois cuiseurs solaires chargés de riz et d'eau.	26

Chapitre III

Figure (III- 1) Le réflecteur réalisé.	30
Figure (III- 2) Le récepteur	31
Figure (III- 3) Le support.	32
Figure (III- 4) Le système pour suite manuel.	33
Figure (III- 5) Appareil de mesure de la température et de l'humidité de l'air	33
Figure (III- 6) Appareil de mesure de la température.	34
Figure (III- 7) Appareil de mesure de rayonnement solaire (le pyranomètre).	34
Figure (III- 8) Appareil de mesure de la vitesse du vent	35
Figure (III- 9) L'emplacement du thermocouple	36
Figure (III- 10) Vue générale du cuiseur réaliser	37

Chapitre IV

Figure (IV- 1) Evolution du rayonnement solaire et de la température ambiante le long de la journée du 06/05/2024.....	41
Figure (IV- 2) Evolution du rayonnement solaire et de la température de l'eau le long de journée du 06/05/2024.....	42
Figure (IV- 3) Evolution du rayonnement solaire et de la température au foyer le long de journée du 06/05/2024.....	42
Figure (IV- 4) Evolution du vitesse du vent et des températures long de journée du 24/04/2024.....	43
Figure (IV- 5) Evolution de la vitesse du vent et du rayonnement solaire le long de journée du 24/04/2024.....	44
Figure (IV- 6) Evolution du rayonnement solaire et de la température ambiant le long de journée du 21/05/2024.....	45
Figure (IV- 7) Evolution du rayonnement solaire et de la température de l'eau le long de journée du 21/05/2024.....	46
Figure (IV- 8) Evolution du rayonnement solaire et de la température du foyer le long de journée du 21/05/2024.....	46
Figure (IV- 9) Evolution de la vitesse du vent et de rayonnement solaire le long de journée du 21/05/2024.....	47
Figure (IV- 10) Evolution de la vitesse du vent et de le la température ambiante le long de la journée du 21/05/2024.....	48
Figure (IV- 11) Evolution de la vitesse du vent et de le la température de l'eau long de journée du 21/05/2024.....	49
Figure (IV- 12) Evolution de la vitesse du vent et de la température au foyer pendant la journée du 21/05/2024.....	50
Figure (IV- 13) Evolution de la température du cuiseur pendant des journées de test.	50
Figure (IV- 14) Test de cuisinier (préparation des œufs).	51

Liste tableau

Tableau (III-1) Spécifications du réflecteur.....	30
--	-----------

Sommaire

Remerciements

Dédicace 1

Dédicace 2

Liste des figures

Liste des tableaux Nomenclature

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire	3
1. Introduction :	3
2. L'énergie solaire :	3
3. Les avantages de l'énergie solaire:	3
3.1. Renouvelable :	3
3.2. Écologique:	3
3.3. Réduction des factures d'énergie :	3
3.4. Autonomie énergétique :	4
3.5. Adaptabilité :	4
3.6. Coût de maintenance réduit :	4
3.7. Création d'emplois :	4
3.8. Stabilité des prix :	4
4. Le soleil :	4
4.1. Température :	5
4.2. Composition chimique :	5
4.3. Densité :	5
4.4. Rayonnement :	5
4.5. Champs magnétiques :	5
4.6. Rotation :	5

4.7. Taille :	5
5. Rayonnement solaire :	6
5.1. Rayonnement direct :	6
5.2. Rayonnement diffus :	6
5.3. Rayonnement global :	6
6. Définition du cuiseur solaire :	6
7. Historique du cuiseur solaire :	7
8. Type de cuiseur solaire :	9
8.1. Cuiseurs solaires à boîte :	9
8.2. Cuiseurs solaires paraboliques :	10
8.3. Cuiseur solaire à panneaux :	10
9. Conclusion :	11
Références :	12
Chapitre II : Études antérieures sur les cuiseurs solaires :	16
1. Introduction :	16
2. Le cuiseur boîte :	16
3. Cuiseur solaire parabolique :	22
4. Cuiseurs solaires panneaux :	25
5. Conclusion :	26
Références :	27
Chapitre III : Réalisation du cuiseur solaire parabolique :	29
1. Introduction :	29
2. Description du dispositif expérimental :	29
2.1. Reflector :	29
2.2. Récepteur :	Error! Bookmark not defined.
2.3. Support :	31
2.4. Système de poursuite manuel :	32
3. Instrumentations de mesure :	33
3.1. Mesure de la température :	33
3.2. Mesure du rayonnement solaire :	34
3.3. Mesure de la vitesse du vent :	35
4. Conditions expérimentales :	35
4.1. Réglage du cuiseur :	36
4.2. Emplacement du thermocouple :	36
4.3. Problèmes rencontrés :	37
5. Conclusion :	38

Chapitre IV : Résultats et discussion :	41
1. Introduction :	41
2. Evaluation de la température du foyer en fonction du temps et durayonnement solaire : 41	
3. Résultats d'une journée nuageuse :	41
4. Résultats d'une journée venteuse :	43
5. Résultats par temps doux:	45
6. Résumé des résultats:	51
.6.1 Résultats d'une journée nuageuse :	51
6.2. Résultats d'une journée venteuse :	51
6.3. Résultats par ciel clair et temps doux :	51
7. Conclusion :	52
Conclusion générale	55

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'énergie solaire est l'une des sources d'énergie renouvelables les plus importantes, offrant une solution durable à de nombreux défis environnementaux et économiques auxquels le monde est confronté aujourd'hui. En Algérie, en raison de l'abondance de l'ensoleillement et de sa disponibilité tout au long de l'année, l'énergie solaire apparaît comme une option intéressante pour répondre aux besoins énergétiques croissants, notamment dans les zones désertiques où le rayonnement solaire est fort.

Cette étude vise à évaluer les performances du cuiseur solaire parabolique, qui repose sur la technologie de concentration de la lumière solaire à l'aide d'un réflecteur parabolique pour convertir l'énergie solaire en énergie thermique pouvant être utilisée pour la cuisson. Un accent particulier sera mis sur la région de Biskra qui se caractérise par des conditions climatiques adaptées qui en font un endroit idéal pour tester l'efficacité de ce type de cuiseur solaire.

L'étude comprend une analyse des performances du cuiseur solaire à travers un ensemble d'expériences sur le terrain qui ont été réalisées dans la région de Biskra. La température maximale que la cuisinière peut atteindre sera mesurée, ainsi qu'une évaluation du temps de cuisson et de l'efficacité énergétique. L'efficacité et l'adéquation du cuiseur solaire équivalent à une utilisation dans les conditions locales seront également déterminées.

Outre l'aspect technique, cette technologie devrait contribuer à réduire la dépendance aux combustibles fossiles, à réduire les émissions de carbone, à améliorer la qualité de l'air, ainsi qu'à fournir une alternative saine et économique à la cuisine, améliorant ainsi la qualité de vie des résidents locaux.

De ce point de vue, la question principale de cette étude se pose : Quelle est l'efficacité et l'efficacité du cuiseur solaire dans la région de Biskra?

Gr ce à cette étude, nous espérons apporter une contribution scientifique qui contribuera à améliorer l'utilisation de l'énergie solaire en Algérie, à soutenir les efforts de développement durable dans le pays et à obtenir les avantages environnementaux et économiques souhaités.

Chapitre I : Généralités

sur

l'énergie solaire

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

1. Introduction :

Les énergies renouvelables sont des sources d'énergie inépuisables, car leur utilisation ne diminue pas leur disponibilité à l'échelle humaine. L'énergie solaire, produite par le rayonnement solaire dans toutes les directions, est l'une des formes les plus abondantes d'énergie renouvelable.

En Algérie, le gisement solaire est important en raison de son ensoleillement tout au long de l'année, ce qui en fait un lieu propice au développement de l'énergie solaire.

2. L'énergie solaire :

L'énergie solaire est l'énergie provenant du soleil et utilisée pour générer de l'électricité, chauffer l'eau ou l'air. Le rayonnement du soleil est converti en énergie utilisable en utilisant des cellules solaires appelées photovoltaïques. L'efficacité de l'énergie solaire dépend de plusieurs facteurs tels que le type de cellule solaire utilisée et l'angle d'orientation des panneaux solaires vers le soleil [1].

L'utilisation de l'énergie solaire présente de nombreux avantages économiques et environnementaux, car elle est une source d'énergie propre et ne produit pas d'émissions de gaz à effet de serre. De plus, elle contribue à réduire la dépendance aux combustibles fossiles et à atteindre l'indépendance énergétique [2].

3. Les avantages de l'énergie solaire:

L'énergie solaire présente de nombreux avantages, notamment :

3.1. Renouvelable :

Le soleil est une source d'énergie renouvelable, ce qui signifie qu'elle est inépuisable à l'échelle humaine.

3.2. Écologique:

La production d'énergie solaire ne produit pas de gaz à effet de serre ni de polluants atmosphériques, contribuant ainsi à réduire l'impact sur l'environnement et le changement climatique.

3.3. Réduction des factures d'énergie :

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

L'installation de panneaux solaires peut réduire les factures d'électricité, car l'énergie solaire peut être utilisée pour alimenter les appareils électriques d'une maison ou d'une entreprise.

3.4. Autonomie énergétique :

En produisant leur propre énergie solaire, les particuliers et les entreprises peuvent devenir plus autonomes sur le plan énergétique et moins dépendants des fournisseurs d'énergie traditionnels.

3.5. Adaptabilité :

Les systèmes solaires peuvent être installés dans de nombreuses régions, même éloignées des réseaux électriques, ce qui les rend adaptés à une large gamme d'applications.

3.6. Coût de maintenance réduit :

Les systèmes solaires se caractérisent généralement par un coût de maintenance réduit, car ils nécessitent peu d'entretien après leur installation.

3.7. Création d'emplois :

Le secteur de l'énergie solaire crée de nombreux emplois, de la conception à l'installation en passant par la maintenance des systèmes solaires.

3.8. Stabilité des prix :

Contrairement aux énergies fossiles, dont les prix peuvent fluctuer en fonction de l'offre et de la demande, l'énergie solaire offre une certaine stabilité des prix, car le soleil est une ressource gratuite et abondante.

Ces avantages font de l'énergie solaire une option attrayante pour répondre aux besoins énergétiques actuels tout en réduisant l'impact environnemental [3].

4. Le soleil :

Le soleil est la source principale de toute forme d'énergie existante sur le globe terrestre, ceci est vrai autant pour les énergies conventionnelles d'origine fossile, comme les hydrocarbures qui sont la résultante de la photosynthèse ; que pour les énergies non conventionnelles dites renouvelables, citant l'énergie solaire, l'énergie éolienne, la biomasse ainsi que l'énergie géothermique [4].

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

Le Soleil est une énorme sphère de plasma composée principalement d'hydrogène (environ 74%) et d'hélium (environ 24%), avec de petites quantités d'éléments plus lourds. Ses propriétés physiques et chimiques sont fascinantes :

4.1. Température :

La température de surface du soleil est d'environ 5500 degrés Celsius, tandis que la température au cœur peut atteindre jusqu'à 15 millions de degrés Celsius en raison des réactions de fusion nucléaire.

4.2. Composition chimique :

Comme mentionné, le soleil est principalement composé d'hydrogène et d'hélium. Les réactions nucléaires se produisent dans son noyau où l'hydrogène est fusionné en hélium, libérant une énorme quantité d'énergie sous forme de lumière et de chaleur.

4.3. Densité :

La densité du soleil varie à travers différentes zones de son intérieur. Près de la surface, la densité est d'environ 1,4 fois celle de l'eau, mais elle augmente considérablement vers le centre.

4.4. Rayonnement :

Le soleil émet une large gamme de rayonnement électromagnétique, y compris de la lumière visible, des rayons ultraviolets, des rayons X et des rayons gamma. C'est cette émission constante d'énergie qui permet à la vie sur Terre de prospérer.

4.5. Champs magnétiques :

Le soleil possède des champs magnétiques puissants qui peuvent provoquer des phénomènes tels que les taches solaires, les éruptions solaires et les tempêtes magnétiques.

4.6. Rotation :

Le soleil ne tourne pas uniformément sur son axe en raison de sa nature gazeuse. Il tourne différemment selon les latitudes, avec une rotation plus rapide à l'équateur qu'aux pôles.

4.7. Taille :

Le soleil est énorme, environ 109 fois le diamètre de la Terre et 330 000 fois sa masse. Il représente plus de 99% de la masse totale du système solaire.

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

Ces propriétés physiques et chimiques du soleil en font une source d'étude importante pour les astronomes et les scientifiques, et elles jouent un rôle crucial dans de nombreux aspects de notre système solaire, y compris le climat terrestre et les phénomènes météorologiques spatiaux[5].

5. Rayonnement solaire :

5.1. Rayonnement direct :

Le rayonnement direct du soleil est la lumière qui parvient directement de la source sans être déviée ou diffusée par l'atmosphère, généralement sous un ciel clair.

5.2. Rayonnement diffus

Le rayonnement diffus est émis par des obstacles tels que les nuages, le sol et les bâtiments, et il provient de toutes les directions. Sa part dans le rayonnement global du soleil peut être significative, atteignant jusqu'à 50% selon l'endroit sur terre. Le rayonnement total sur terre, y compris rayonnement diffus, varie au cours de l'année en fonction de la position géographique et les saisons.

5.3. Rayonnement global

Le rayonnement global est la somme des rayonnements diffus et directs du soleil[6].

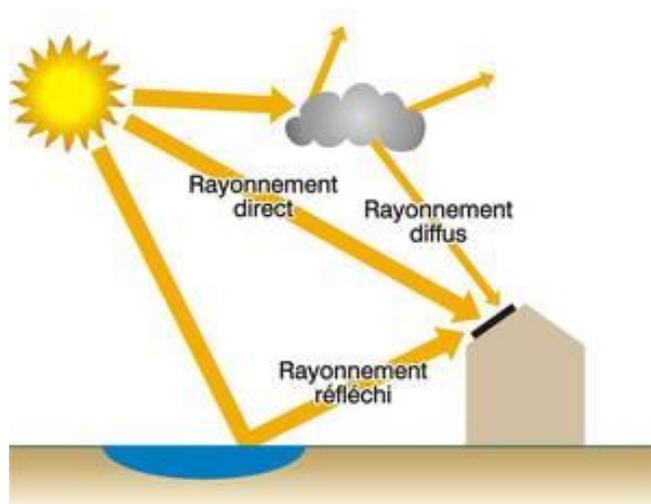


Figure (I-1) Rayonnement solaire[7]

6. Définition du cuiseur solaire :

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

Un cuiseur solaire est un dispositif qui utilise l'énergie solaire pour chauffer et cuire des aliments, en convertissant la lumière du soleil en chaleur. Contrairement aux cuisinières traditionnelles qui nécessitent du bois, du charbon, du gaz ou de l'électricité, les cuiseurs solaires utilisent une source d'énergie renouvelable et propre, ce qui les rend écologiques et économiques[8].

Les cuiseurs solaires peuvent prendre différentes formes, mais la plupart sont constitués d'une boîte isolée recouverte d'un matériau transparent, comme du verre ou du plastique, qui laisse entrer la lumière solaire tout en emprisonnant la chaleur à l'intérieur. Certains modèles utilisent des miroirs pour concentrer la lumière solaire sur un point focal, augmentant ainsi la température à l'intérieur du cuiseur, les cuiseurs solaires sont particulièrement populaires dans les régions ensoleillées où l'accès à l'électricité est limité ou coûteux. Ils sont utilisés pour cuire une variété d'aliments, allant des céréales et des légumes aux viandes et aux desserts. En plus d'être une solution pratique pour la cuisson des aliments, les cuiseurs solaires contribuent à réduire la déforestation causée par la collecte de bois de chauffage et à limiter les émissions de gaz à effet de serre associées aux combustibles fossiles[9].

7. Historique du cuiseur solaire :

La cuisson solaire est loin d'être moderne. En effet le cuiseur solaire a été pour la première fois inventé par le chercheur Suisse Horace-Bénédict de Saussure en 1767 ; Il a réussi à cuire des fruits dans un boîtier vitré.

Par la suite le physicien français Augustin Bernard Mouchot, a décrit un cuiseur solaire dans son livre "La Chaleur Solaire" édité à Paris, en 1869 puis il invente le premier cuiseur solaire parabolique en 1877. W.Adams, un officier de l'armée britannique, a conçu un cuiseur solaire en Inde en 1878 consistant en un four octogonal, entouré de miroirs en verre pour concentrer la lumière du soleil et la diriger vers le four.

Adams a rapporté qu'il a préparé dans son cuiseur les rations de sept soldats en deux heures, au mois de janvier.

En 1894, un restaurant en Chine servait déjà des aliments cuits totalement dans un cuiseur solaire. Cependant, l'idée du développement des cuiseurs solaires fut par la suite assez vite abandonnée, principalement pour des raisons d'encombrements et de faibles rendements.

Dans les années cinquante du siècle passé et par nécessité, il y a eu une reprise d'intérêt pour la cuisson solaire, surtout en Inde et en Chine.

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

En Inde, le développement de la cuisson solaire a persisté pendant une longue période ; la construction de cuiseurs solaires y était même subventionnée par l'état pendant un certain temps.

Après la crise du pétrole des années 70, les pays industrialisés se sont intéressés de nouveau à la cuisson solaire et ont intensifié les investigations fondamentales pour l'amélioration et le développement effectif de ce mode de cuisson. En 1980, un mouvement s'est formé aux Etats Unis autour de Barbara Kerr qui est un pionnier de la cuisson solaire en Arizona et qui a développé un kit facilitant aux gens la construction de leur propre cuiseur solaire.

Ce mouvement s'est soldé par la création de l'organisation internationale 'Solar Cookers International (SCI)' qui est devenu un forum pour les promoteurs de la cuisson solaire dans le monde.

Actuellement, la cuisson solaire est très répandue à travers le monde, surtout dans les régions isolées, pauvres et en voie de développement où plusieurs organisations internationales entretiennent des programmes d'aide et de promotion de la cuisson solaire au profit des populations locales. Plusieurs modèles de cuiseurs solaires ont été construits et distribués dans le monde rural à travers la planète. En Afrique et dans la région subsaharienne, la vulgarisation de la cuisson solaire est soutenue par plusieurs organisations gouvernementales et non gouvernementales pour la lutte contre la déforestation et afin de répondre aux besoins des populations des régions dépourvues des ressources énergétiques conventionnelles comme le Tchad, le Mali, le Niger, le Burkina-Faso et autres... En Algérie, la cuisson solaire est toujours méconnue par le grand public ; en 2004 l'URER/MS lance un projet qui a permis d'introduire cette activité en milieu saharien et de s'inscrire dans le répertoire international des promoteurs de la cuisson solaire ('International Directory of Solar Cooking Promoters').

Beaucoup d'efforts restent à fournir et un projet de grande envergure est nécessaire pour développer et vulgariser cette application qui peut être très bénéfique au niveau des régions isolées. En effet, le cuiseur solaire ne constitue pas une solution de substitution à la cuisinière conventionnelle qui fonctionne au bois, au gaz ou à l'électricité.

Mais tout simplement l'utilisation d'un cuiseur solaire, dans notre vie quotidienne, nous fait découvrir une autre façon de préparer la nourriture moyennant une forme d'énergie qui respecte l'environnement et assure un développement durable. Cette forme d'énergie n'est issue ni d'une mine, ni d'une raffinerie ou encore d'une centrale nucléaire. Elle est gratuite et disponible en tout lieu. Certes, la cuisson solaire est lente et ne peut être pratiquée à tout

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

moment surtout par ciel couvert ou à la tombée de la nuit, mais elle offre une alternative non polluante à l'utilisation des énergies fossiles. En effet, un cuiseur solaire utilisé peut éviter une grande quantité de gaz à effet de serre [10].

8. Type de cuiseur solaire

8.1. Cuiseurs solaires à boîte

Les cuiseurs solaires à boîte sont des dispositifs de cuisson écologiques qui exploitent l'énergie solaire pour chauffer les aliments[11].

Ils se composent généralement d'une boîte isolée, souvent en métal ou en carton, dotée d'un couvercle transparent en verre ou en plastique pour permettre à la lumière solaire d'entrer[12].

À l'intérieur de la boîte, un réflecteur concentre la lumière solaire vers un absorbeur de chaleur, généralement peint en noir, qui transforme la lumière en chaleur[11].

Les aliments sont placés dans des récipients à l'intérieur de la boîte et cuisent lentement grâce à l'accumulation de la chaleur[12].

Les cuiseurs solaires à boîte sont une alternative durable et respectueuse de l'environnement aux méthodes de cuisson traditionnelles, car ils ne nécessitent pas de combustibles fossiles et ne produisent pas de gaz à effet de serre lors de leur utilisation[13].

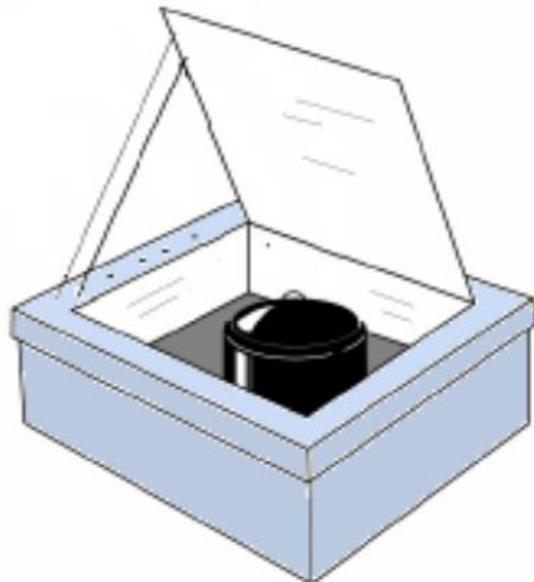


Figure (I-2) Schéma de principe d'un cuiseur de type boîte[14].

8.2. Cuiseurs solaires paraboliques

Un cuiseur solaire parabolique est un dispositif de cuisson qui utilise une grande parabole réfléchissante pour concentrer la lumière solaire en un point focal, où les aliments sont placés pour cuire[15].

La forme parabolique du réflecteur permet de concentrer la lumière sur un petit point, augmentant ainsi considérablement la température atteinte par rapport à d'autres types de cuiseurs solaires[16].

Ces cuiseurs solaires sont particulièrement efficaces pour la cuisson rapide des aliments et peuvent atteindre des températures élevées[15].

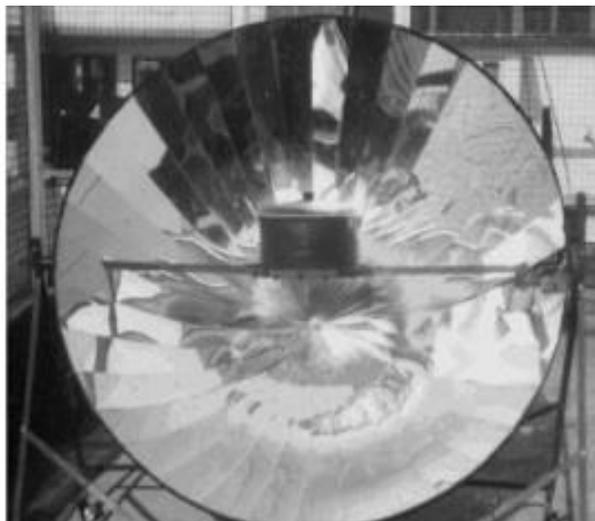


Figure (I-3) Photographie d'un cuiseur solaire de type concentrateur parabolique [17]

8.3. Cuiseur solaire à panneaux :

Un cuiseur solaire à panneaux est un type de cuiseur solaire qui utilise des panneaux réfléchissants pour concentrer la lumière solaire vers un point de cuisson[18].

Ces panneaux sont souvent réglables pour suivre le mouvement du soleil et maximiser l'exposition aux rayons solaires. Les aliments sont placés dans un réceptacle au point focal des panneaux, où la chaleur concentrée permet de cuire les aliments lentement mais efficacement [19].

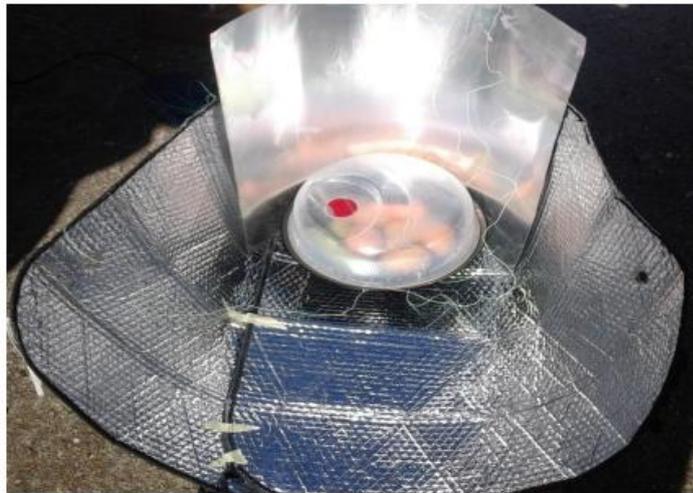


Figure (I-4) Un modèle de cuiseur solaire à panneaux [20]

9. Conclusion

En conclusion, le cuiseur solaire offre une alternative écologique et économique à la cuisine traditionnelle. Grâce à l'utilisation de l'énergie solaire, il permet de cuisiner des aliments de manière propre et sans émissions nocives. Il existe plusieurs types de cuiseurs solaires, tels que les cuiseurs à concentration, les cuiseurs à boîte et les cuiseurs paraboliques, chacun ayant ses propres avantages et inconvénients en fonction des besoins et des conditions d'utilisation. Globalement, le cuiseur solaire représente une solution durable pour la cuisine, offrant une manière respectueuse de l'environnement de préparer les repas.

Références

- [1]:Perez, R., et al. (2014). A review of solar energy: Markets, economics and policies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 356-370.
- [2]:Luque, A., &Hegedus, S. (Eds.). (2011). *Handbook of photovoltaic science and engineering* (2nd ed.). Wiley.
- [3]:Energie solaire : avantages et inconvénients - <https://www.ecologie.gouv.fr/energie-solaire-avantages-et-inconvenients>(2024/03/18 15:21)
- [4]:Takfarinas, A., & Slimane, B. B. (2016). Robotisation d'un concentrateur solaire parabolique à base d'arduino (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [5]: Green, S. F., & Jones, M. H. (April 13, 2015). *An Introduction to the Sun and Stars*. In *Sun and Stars*. Cambridge: Cambridge - Open University.
- [6]:Khenoufa, A. O., & Lachibi, B. (2018). Étude d'un cuiseur solaire. Mémoire de fin d'étude, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued, Algérie
- [7]: <https://energieplus-lesite.be/theories/climat8/ensoleillement-d8/>(2024/03/23 5:41)
- [8]:Lachiver, P. M., & Maury, C. (2019). *Le Cuiseur Solaire: Comment faire facilement cuire vos aliments sans électricité ni gaz*. Editions FeniXX.
- [9]:Rabhi, A. (2006). *L'encyclopédie du jardinage solaire et de l'habitat écologique*. Editions de Terran.
- [10]:Hermime, N. (2013). Contribution à l'étude du comportement thermique d'un cuiseur solaire boîte installer dans le Nord de l'Algérie (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou).
- [11]: Ates, S., et al. (2018). Solar cooking technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 3583-3595.
- [12]: Duffy, B., Smith, J., Johnson, K., & Lee, R. (2020). Design and performance analysis of a novel solar box cooker for domestic cooking applications. *Solar Energy*, 196, 140-154
- [13]: Shrestha, S., Adhikari, R., & Sharma, A. (2019). A review on solar cookers with and without heat storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109256

Chapitre I : Généralités sur l'énergie solaire

- [14]: Rezzag, S., & Dine, F. Z. (2020). Développement d'une carte de commande d'un système de poursuite solaire pour un cuiseur boîte (Doctoral dissertation, جامعة غرداية).
- [15]: Kumar, R., Sharma, V., & Singh, P. (2017). Performance evaluation of solar parabolic cooker for cooking application. In 2017 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA) (pp. 716-720). IEEE.
- [16]: Alharbi, M. R. (2016). Solar parabolic cooker for cooking application: design, fabrication, and testing. International Journal of Photoenergy, 2016, Article ID 2586793, 7 pages.
- [17]: Djeghaba, A., & Bougoffa, E. Étude expérimentale d'un cuiseur solaire à faible coût pour les applications domestiques (Doctoral dissertation).
- [18]: Calderón-Pérez, J. A., Santos, J., Santos, E., & Ruiz, V. (2014). Performance of a solar box cooker with compound parabolic concentrator reflectors. Energy Conversion and Management, 88, 1043-1050.
- [19]: Chauhan, R. S., Choudhary, R. P., & Choudhary, P. (2017). Design, development and performance evaluation of a novel solar box cooker using compound parabolic concentrator. Solar Energy, 143, 56-67
- [20]: Kherous, N., & Hamzaoui, J. (2015). Etude et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou)..

Chapitre II :

Etude bibliographique

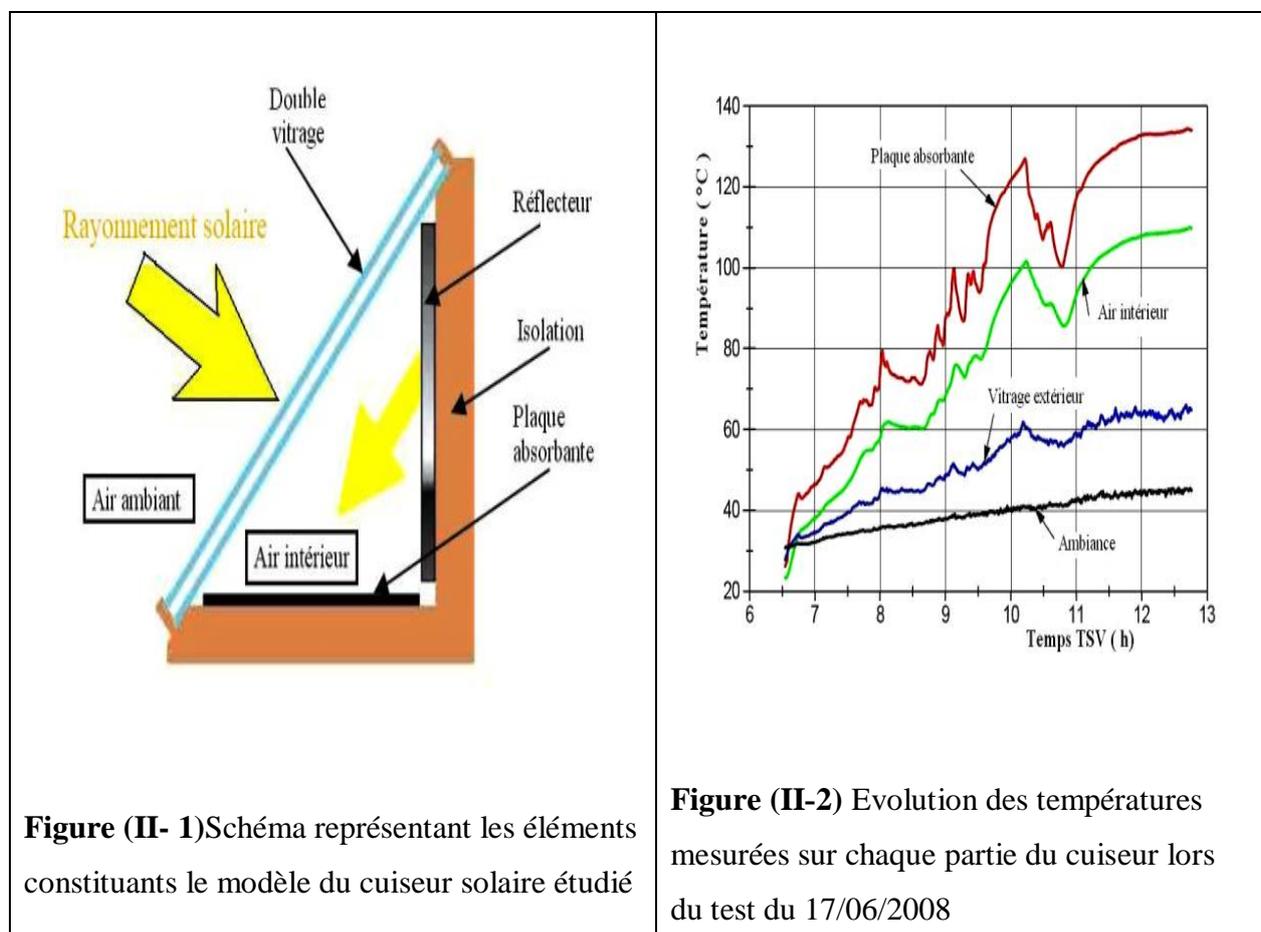
Chapitre II : Études antérieures sur les cuiseurs solaires :

1. Introduction :

Ce chapitre est consacré à une étude bibliographique sur les systèmes de cuiseurs solaires et leurs applications. Des études numériques et expérimentales ont été réalisées au niveau national et mondial dans le but d'améliorer la performance et l'efficacité de ces systèmes.

2. Le cuiseur boîte:

Harmim et al [1]; ont mené une étude expérimentale et par simulation de l'effet d'une plaque absorbante à ailettes sur les performances des cuiseurs solaires. Ils ont conçu un modèle en forme de caisson avec un panneau absorbant horizontal et une couverture transparente inclinée pour une exposition solaire optimale. La plaque d'absorption en aluminium noir est recouverte d'un double vitrage transparent. Le couvercle transparent est doté d'un cadre en métal facile à ouvrir. Un réflecteur plan vertical est placé pour augmenter l'absorption solaire. Les dimensions comprennent une surface absorbante de 50 cm x 60 cm, une épaisseur d'isolation de 70 mm et une inclinaison du verre de 45°.



Chapitre II : Etude bibliographique

- * Les résultats expérimentaux obtenus ne sont pas loin des résultats de simulation
- * Les résultats de simulation et d'expérimentation démontrent que la température de stagnation de l'air intérieur du cuiseur équipé d'une plaque absorbante à ailettes est toujours supérieure à celle du cuiseur solaire équipé d'une plaque absorbante ordinaire. Ceci réduit considérablement la durée de cuisson

Yettou Fatiha et al[2]; ont comparé deux types de cuiseurs solaires boîte. Le premier type a une ouverture horizontale alors que le second a une ouverture inclinée. Ils ont réalisé une simulation optique virtuelle de la répartition des rayons solaires sur la surface d'absorption de chaque type.

- Ensuite, un ou plusieurs réflecteurs sont ajoutés pour chaque type pour augmenter la quantité d'énergie solaire concentrée sur la surface absorbante.

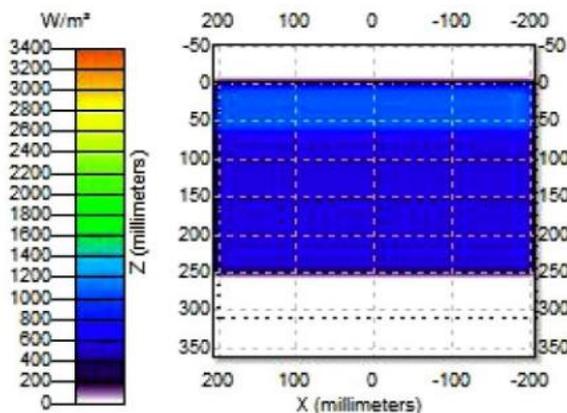


Figure (II- 2) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale sans réflecteurs additionnels au mois de Décembre

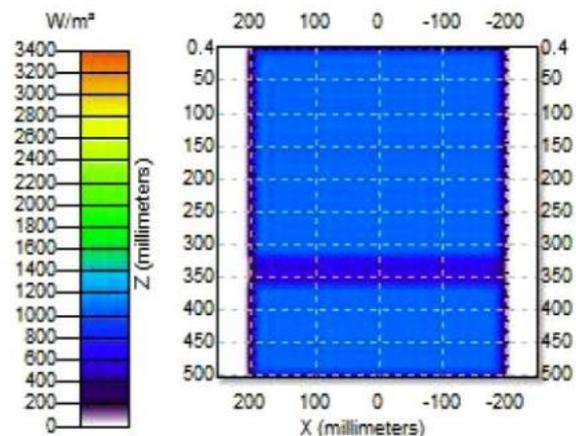


Figure (II-4) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée sans réflecteurs additionnels au mois de Décembre

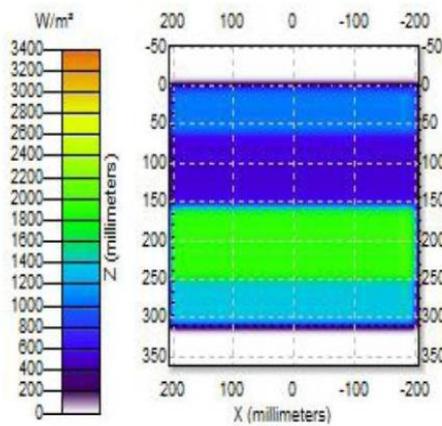


Figure (II- 3) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale avec un réflecteur additionnel principal

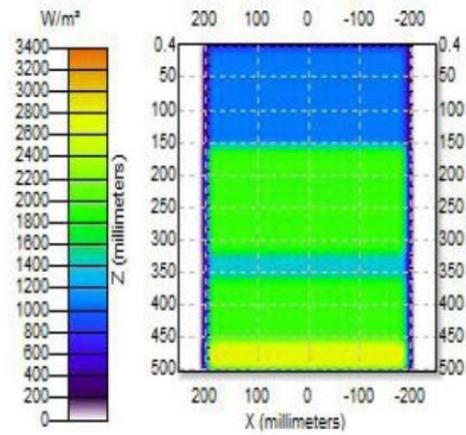


Figure (II- 4) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée avec un réflecteur additionnel principal

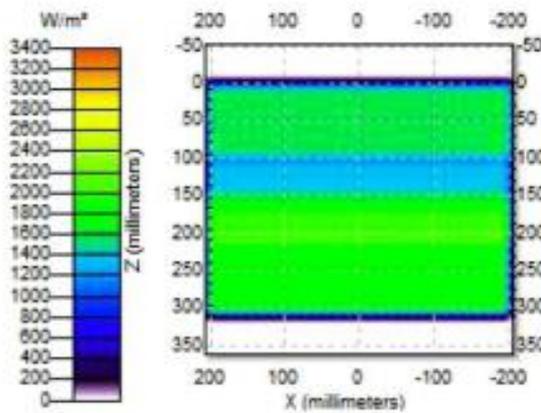


Figure (II- 5) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture horizontale avec deux réflecteurs additionnels au mois de Septembre

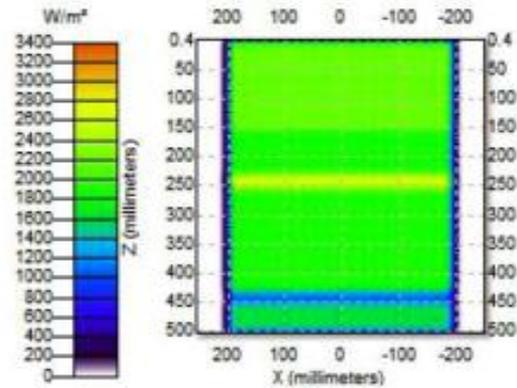


Figure (II- 6) Résultats de simulation du cuiseur à surface d'ouverture inclinée avec deux réflecteurs additionnels au mois de Septembre

* Les résultats ont montré que le type à ouverture inclinée est meilleur, car sa conception réduit l'effet d'ombre sur la surface d'absorption et permet donc de capter plus d'énergie solaire.

Chapitre II : Etude bibliographique

* Lorsque deux réflecteurs ont été ajoutés à chaque type, ils couvraient la majeure partie de la surface d'absorption et doubleraient le facteur de concentration en hiver, et le tripleraient en été

* Cette étude a donc permis de montrer par simulation optique que le cuiseur solaire à ouverture inclinée avec deux réflecteurs additionnels est le plus performant, notamment pour la cuisson toute l'année.

Le travail de F. Yettou et al[3]; consiste à cartographier le rayonnement concentré et les températures atteintes par un cuiseur boîte à surface réceptrice inclinée réalisé à l'Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables sur l'ensemble du territoire Algérien. Une simulation optique du rayonnement concentré est effectuée pour les 48 wilayas de l'Algérie, les résultats sont ensuite convertis en températures par application de la loi de Stefan-Boltzmann. Les cartes sont générées pour le cuiseur sans et avec réflecteur, pour connaître l'effet du réflecteur sur le comportement du cuiseur et établir une éventuelle comparaison en différentes saisons de l'année.

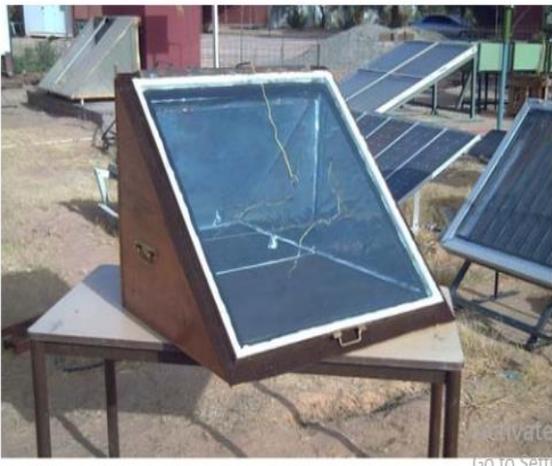
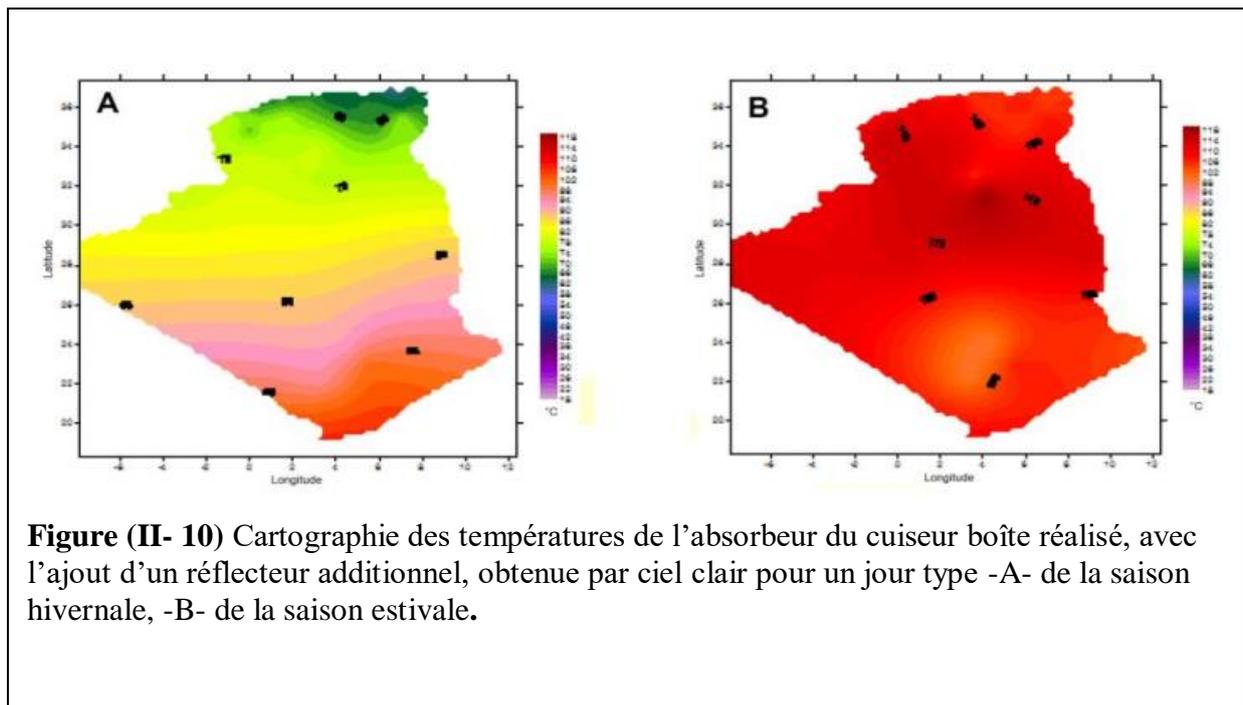
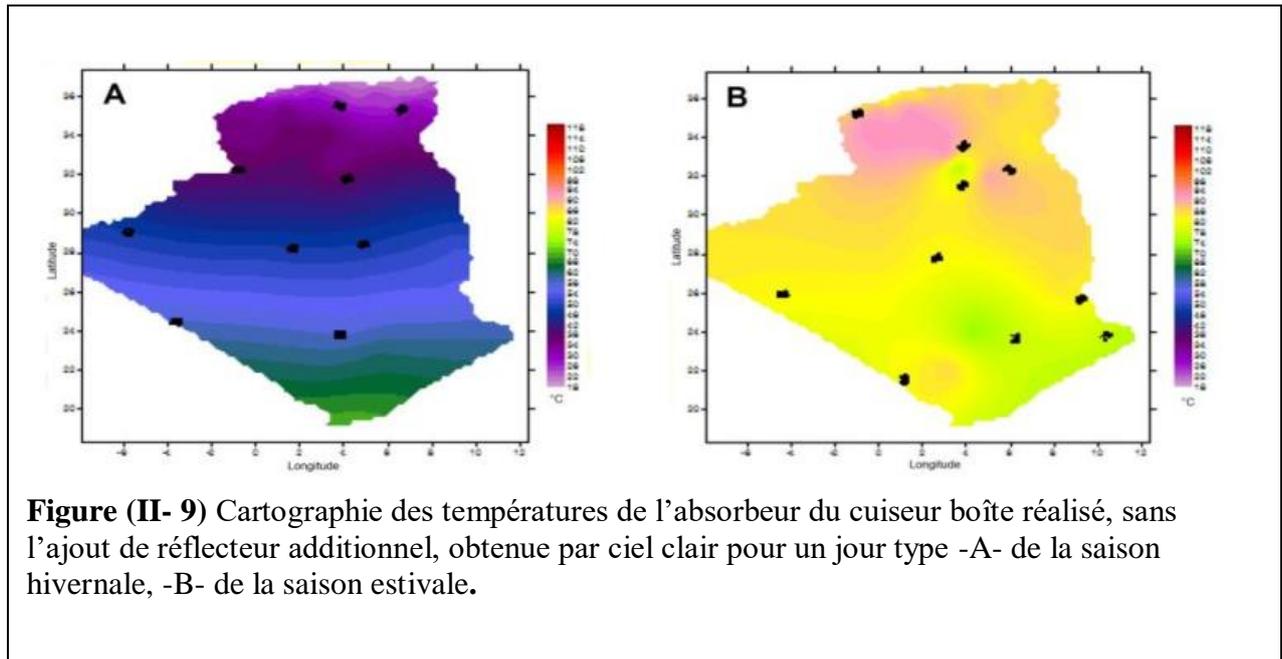


Figure (II- 7) Cuiseur solaire boîte sans réflecteur [1].



Figure (II- 8) Cuiseur solaire boîte avec réflecteur [3].

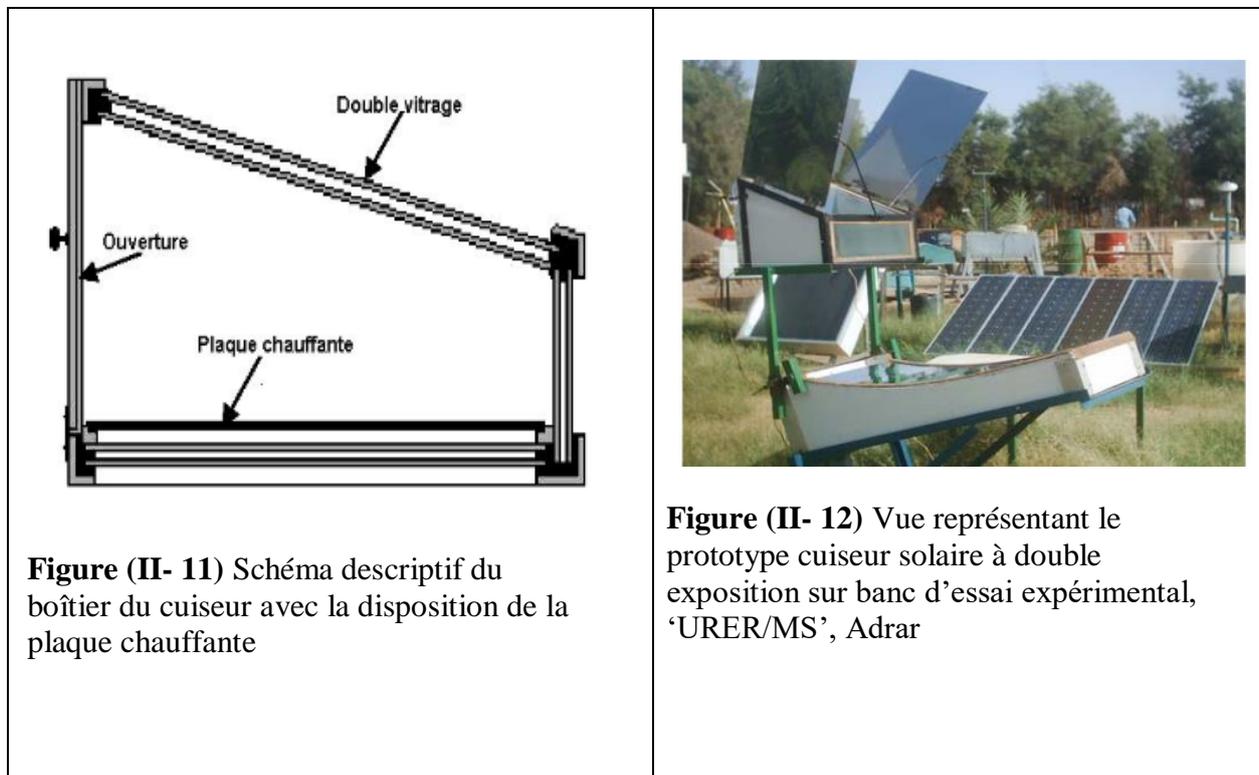


- Comme résultat, l'ajout du réflecteur permet d'améliorer les performances optiques et par conséquent thermiques du cuiseur notamment en période hivernale. Les températures enregistrées sont comprises entre 60.2 °C et 65.8 °C pour les sites ayant une latitude supérieure à 36° N, et entre 68.5 °C et 73.6 °C pour des sites de latitude comprise entre 34 et 36° N, les températures estimées sont supérieures à 76 ° au Sud

Chapitre II : Etude bibliographique

du pays. Au printemps comme en automne, la concentration est aussi importante, ce qui permet la cuisson durant toute l'année.

A Harmimet al [4]; Ont conçu et développé un système de cuisson solaire composé de deux parties : un réflecteur en forme de branche parabolique et un caisson contenant une plaque chauffante. Le réflecteur est orienté pour diriger le rayonnement solaire vers un point focal linéaire situé au niveau du logement. Cette configuration permet une double exposition de la plaque chauffante : sa surface supérieure est directement irradiée par le rayonnement solaire incident sur une surface horizontale, tandis que sa surface inférieure est irradiée par la tache focale formée par le réflecteur parabolique



Les résultats les plus importants obtenus dans cette étude sont

* La température de l'air à l'intérieur du caisson a dépassé 120°C en moins d'une heure lors du test sous vide.

* La température de l'air à l'intérieur du récipient vide a dépassé 120°C en moins de 30 minutes. - La température du poêle a dépassé 120°C en moins de 15 minutes lors d'un autre test.

Chapitre II : Etude bibliographique

La température maximale atteinte par la plaque chauffante lors des tests était de 173°C après 70 minutes d'exposition au soleil.

- * Il peut cuire avec succès de nombreux aliments tels que le poulet, la viande et le pain.
- * Le temps de cuisson a été amélioré par rapport au précédent cuiseur solaire de type boîte

3. cuiseur solaire parabolique:

Kherous, N. et al [5], Ont conçu un cuiseur solaire parabolique avec un réflecteur en aluminium, et leur étude a porté sur un condenseur parabolique, qui leur a permis de connaître le fonctionnement de ce système et de prédire la température atteinte au niveau de la surface collectrice du récepteur.



Figure (II- 13) chauffage d'un litre d'eau avec le concentrateur réalisé [5].

Expériences et résultats obtenus :

- * Un litre d'eau a été placé dans le récepteur et l'eau a bouilli après 17 minutes.
- * Deux œufs et des légumes ont été placés dans le récepteur et les températures ont été mesurées à différents endroits toutes les 30 secondes, où des températures dépassant les 100°C ont été enregistrées au niveau du foyer du miroir.

Chapitre II : Etude bibliographique

* Répétition de l'expérience 2 mais dans des conditions nuageuses et avec des vents violents, ce qui a conduit à ne pas dépasser 60°C.

* Répétition de l'expérience 2 par un jour ensoleillé mais inconfortable à cause des vents, ce qui a abouti à des températures dépassant les 130°C et cuisson des aliments après 90 minutes.

Enfin, ils ont montré que cette température au niveau de l'absorbeur dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants sont :

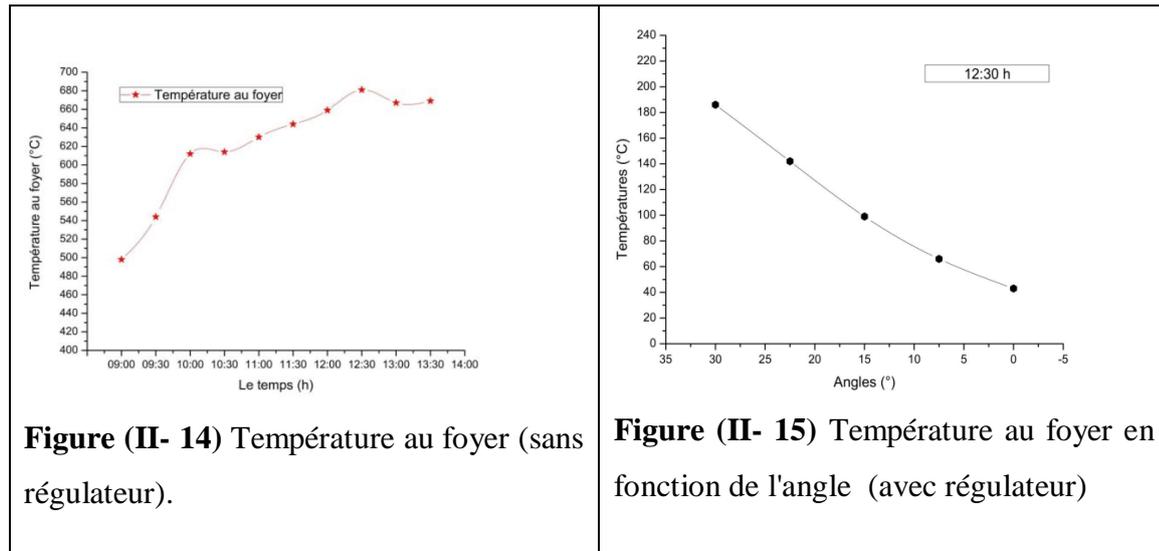
- * Variation de l'éclairage solaire, qui varie au cours de la journée et tout au long de l'année.
- * Géométrie du réflecteur (diamètre, focale, angle d'ouverture).
- * La nature du matériau réfléchissant du réflecteur (argent, aluminium, etc.).
- * La nature du récepteur (acier, cuivre...), sa géométrie (cylindrique, conique...) et ses dimensions.
- * Sélectivité de la surface absorbante

Khennoufa, A. et al [6], Ont créé un cuiseur solaire parabolique et un nouveau système de contrôle pour ajuster la température au niveau du récepteur. Les résultats de l'étude pilote ont montré que cette technologie est efficace, facile à mettre en œuvre et à utiliser, et qu'elle permet de préparer des aliments à différentes températures.

- La température maximale enregistrée au niveau du récepteur sans utilisation du régulateur était de 681 degrés Celsius à 12h30.

Avec l'utilisation du régulateur, la température variait entre 43 et 186 degrés Celsius en fonction de l'angle d'ouverture.

Un contrôle efficace de la température au niveau du récepteur a été réalisé, permettant une diversité des températures nécessaires pour la cuisson.



Aoues k et al [7]; ont étudié expérimentalement les performances d'un concentrateur solaire parabolique (CSP) conçu, fabriqué et testé à l'Université de Biskra. Le CSP a une surface de réflexion totale de 2,57 m², une distance focale de 0,78 m et une surface focale de 0,18 m². La surface réfléchissante est recouverte d'une centaine de petits morceaux de miroirs réguliers qui réfléchissent le rayonnement solaire direct.

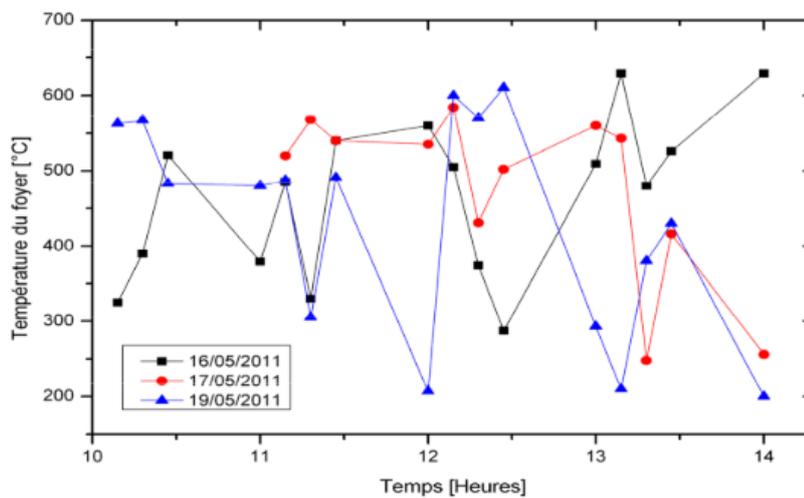


Figure (II- 16) Evolution de la température de la surface focale le long des journées des tests.

Comme résultats, ils ont pu arriver à des températures de la surface focale de 629, 584 et 610°C pendant des jours de test différents. Les valeurs maximales du rayonnement solaire sont enregistrées à midi et variaient entre 880 et 969 w/m², avec des températures ambiantes comprises entre 25 et 28°C.

4. Cuiseurs solaires panneaux

Pankaj K. Gupta et al [8]; Ont développé et testé un cuiseur solaire de type panneau réfléchissant à faible coût. Comparaison de deux modèles de plaques de cuisson avec un cuiseur encastré, a montré que l'autocuiseur à panneaux affichait des températures plus basses dans les marmites que dans les cuiseurs encastrés.

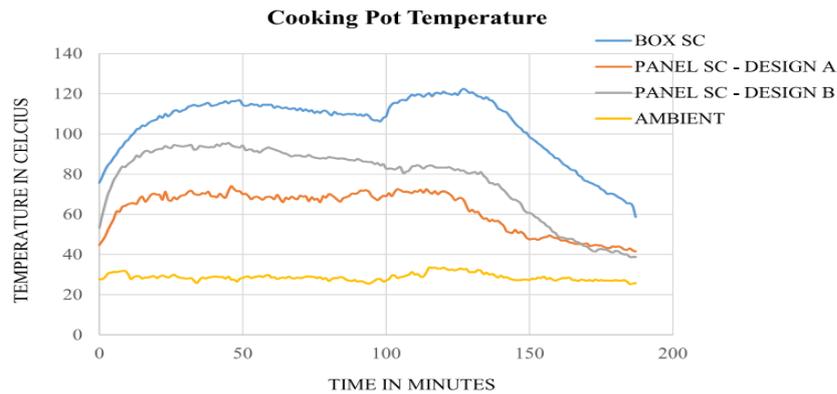


Figure (II- 17) Températures dans les marmites de trois cuiseurs solaires à vide.

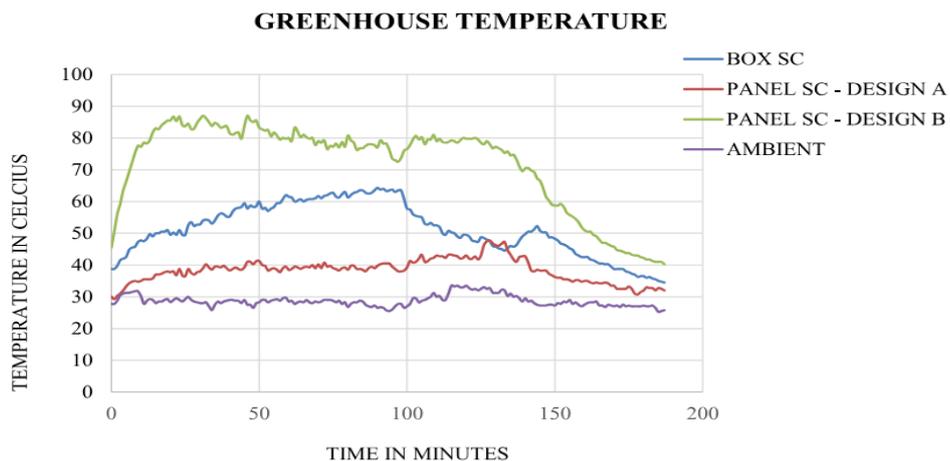


Figure (II- 18) Températures dans les chambres de cuisson (Serre) de trois cuiseurs solaires.

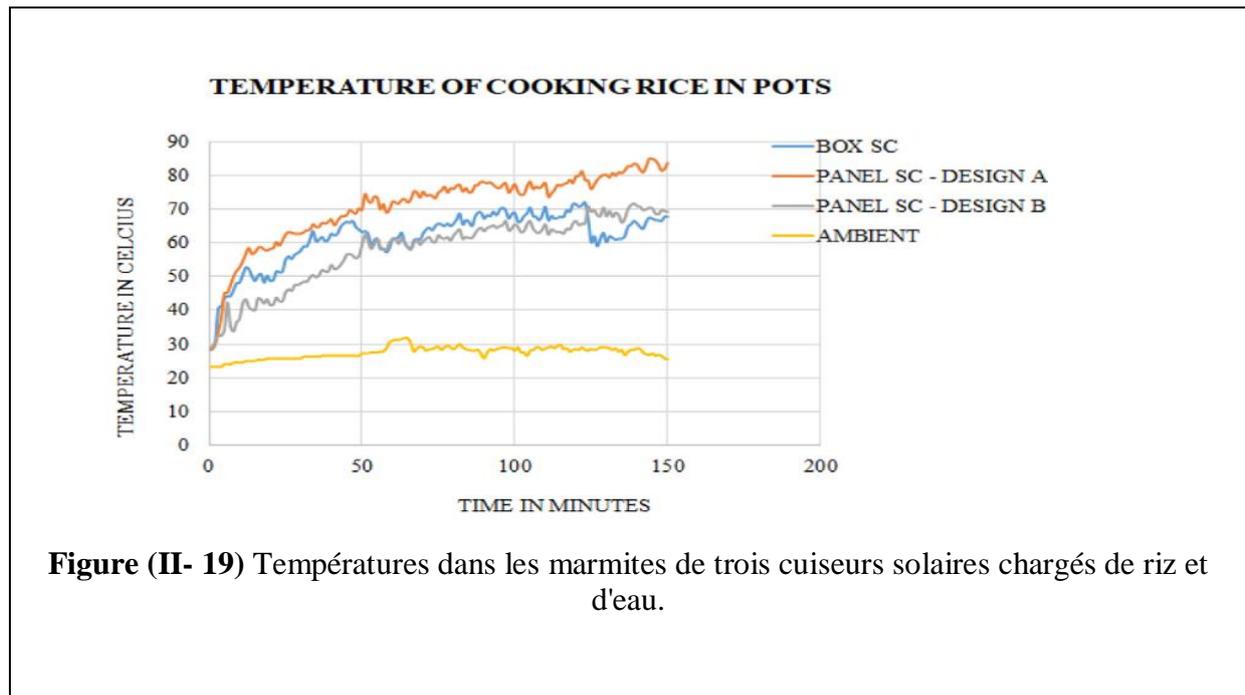


Figure (II- 19) Températures dans les marmites de trois cuiseurs solaires chargés de riz et d'eau.

- Cette étude a montré que le cuiseur solaire à panneaux peut être fabriqué à faible coût et répondre aux besoins de cuisson en utilisant l'énergie solaire. Bien que les températures dans les casseroles de cuisson étaient plus basses dans le cuiseur à panneaux par rapport au cuiseur traditionnel de type boîte, des modifications peuvent améliorer les performances du cuiseur à panneaux et le rendre compétitif.

5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons appris que le meilleur cuiseur solaire dépend des besoins et des préférences spécifiques. Voici quelques types courants :

Cuiseurs solaires paraboliques : Ces cuiseurs utilisent un réflecteur parabolique pour concentrer le rayonnement solaire sur un récipient de cuisson. Ils peuvent atteindre rapidement des températures élevées et conviennent à la cuisson d'une variété d'aliments.

Cuiseurs solaires en boîte : Ces cuiseurs utilisent une boîte isolée avec un couvercle transparent pour emprisonner le rayonnement solaire et la chaleur. Ils sont parfaits pour la cuisson lente et la pâtisserie

Cuiseurs solaires à panneaux : Ces cuiseurs utilisent des panneaux réfléchissants pour diriger le rayonnement solaire sur une marmite. Ils sont simples et peu coûteux mais peuvent ne pas atteindre des températures aussi élevées que les autres types.

Références

- [1]:Harmim, A., Belhamel, M., & Boukar, M. (2009). Contribution à l'amélioration des performances d'un cuiseur solaire boîte. *Journal of Renewable Energies*, 12(3), 419-432.
- [2]:Yettou, F., Gama, A., Azoui, B., & Malek, A. (2012). Etude comparative entre deux types de cuiseurs solaires boîtes en milieu aride. *Revue des Energies Renouvelables*, 'SIENR, 12, 233-245.
- [3]:Yettou, F., Azoui, B., Malek, A., Gama, A., &Panwar, N. L. (2014). Estimation et cartographie des températures d'un cuiseur solaire boîte avec et sans réflecteur en Algérie. *Rev. des Energies Renouvelables.*, SIENR, 14, 11-18.
- [4]:Harmim, A., Belhamel, M., & Boukar, M. (2008). Développement et expérimentation d'un cuiseur solaire à double exposition. *Journal of Renewable Energies*, 11(3), 371-377.
- [5]:Kherous, N., & Hamzaoui, J. (2015). Etude et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou).
- [6]:Khenoufa, A. O., & Lachibi, B. (2018). Étude d'un cuiseur solaire. Mémoire de fin d'étude, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued, Algérie
- [7]:Aoues, K., Moumami, N., Zellouf, M., & Benchabane, A. Dimensionnement, conception et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique.
- [8]:Gupta, P. K., Misal, A., & Agrawal, S. (2021). Development of low-cost reflective panel solar cooker. *Materials Today:Proceedings*, 45, 3010-3013

Chapitre III:
Réalisation du
cuisseur solaire parabolique

Chapitre III : Réalisation du cuiseur solaire parabolique

1. Introduction :

Le cuiseur solaire est aujourd'hui l'une des solutions les plus respectueuses de l'environnement. Il s'agit d'un appareil qui convertit les rayons lumineux du soleil en chaleur. Dans ce chapitre, nous montrerons les différentes étapes de la réalisation de notre cuiseur solaire.

2. Description du dispositif expérimental :

Les composantes de notre prototype (cuiseur solaire de type parabolique) sont :

- Réflecteur;
- Receptor;
- Support;
- Système de poursuite Manuel ;

2.1. Réflecteur:

Le réflecteur est constitué d'une antenne parabolique couverte de petits miroirs recouvrant la surface intérieure. Il est recommandé que les miroirs aient des côtés lumineux face au soleil. Le plat était fixé au sol sur un support solide figure III.1.



Figure (III- 1) Le réflecteur réalisé.

Les caractéristiques géométriques du réflecteur

Tableau (III-1) Spécifications du réflecteur.

Longueur	$L=0.065$ m
Largeur	$l=0.06$ m
Taille	$h=0.055$ m
Distance focale	$F=0.3776$ m

2.2. Le récepteur:

L'appareil est en métal et a une forme triangulaire, ce qui permet de placer une poêle ou tout autre ustensile qu'on souhaite utiliser pour cuisiner. Notre récepteur est une simple casserole en aluminium de bonne conductivité thermique, fine et noircie afin d'augmenter sa capacité à absorber le rayonnement solaire, sur laquelle il a également fallu placer un couvercle pour réduire les pertes dues à la convection et à l'évaporation de l'eau.



Figure (III- 2) Le récepteur

2.3. Support

Un support est un élément qui maintient l'appareil. Il est en fer et constitue un élément important de la conception du cuiseur solaire Figure (III-3).



Figure (III- 3) Le support.

2.4. Système de poursuite manuel :

Le concentrateur parabolique nécessite un système de suivi du mouvement solaire pour maximiser le flux solaire. Nous avons choisi un mécanisme de suivi très simple, basé sur des



cylindres et un axe rotatif, pour guider à tout moment le récepteur vers la position du soleil.

Figure (III- 4) Le système pour suite manuel.

3. Instrumentations de mesure

3.1. Mesure de la température

3.1.1 Température ambiante (Ta)

Nous avons utilisé un appareil pour mesurer la température ambiante et l'humidité de l'air



Figure (III- 5) Appareil de mesure de la température et de l'humidité de l'air

3.1.2. Température du cuiseur

Nous avons utilisé une sonde à affichage digital pour mesurer la température.



Figure (III- 6) Appareil de mesure de la température

3.2. Mesure du rayonnement solaire

Nous avons utilisé l'appareil illustré dans la figure III-7 pour mesurer le rayonnement solaire.



Figure (III- 7) Appareil de mesure de rayonnement solaire (le pyranomètre)

3.3. Mesure de la vitesse du vent :

Nous avons utilisé pour mesurer la vitesse du vent l'appareil illustré sur la Figure III-8, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ❖ Mesure la vitesse du vent entre 0,9 et 40 m/s
- ❖ Résiste à une vitesse du vent jusqu'à 60 m/s
- ❖ Convient pour une utilisation entre -40°C et +85°C



Figure (III- 8) Appareil de mesure de la vitesse du vent

4. Conditions expérimentales :

Le fonctionnement idéal du cuiseur solaire se produit lorsque le rayonnement solaire est parallèle à son axe focal. Nous avons choisi une période de test où notre appareil était dans un environnement avec trois climats différents (un jour doux, un jour nuageux et un jour venteux).

Chapitre III : Réalisation du cuiseur solaire parabolique

4.1. Réglage du cuiseur :

Le four est placé face au soleil et est dirigé à la main pour suivre le mouvement du soleil. Le rayonnement solaire est réfléchi vers le point focal de la parabole pour atteindre la température souhaitée plus élevée que possible.

4.2. Emplacement du thermocouple :

Pour mesurer la température atteinte sur les surfaces du cuiseur, un thermocouple est placé sur la surface du cuiseur (au foyer)



Vue générale du prototype du cuiseur solaire parabolique avant le début de l'expérience figure III-10



Figure (III- 10) Vue générale du cuiseur réaliser

4.3. Problèmes rencontrés

Les difficultés rencontrées lors de la création du prototype du cuiseur solaire parabolique peuvent être résumées comme suit :

- ❖ Manque d'appareils de mesure, ce qui nous a obligés à emprunter des appareils à des collègues
- ❖ Le défi de mesurer la température, car sa valeur varie rapidement sous l'effet de la vitesse du vent.

Chapitre III : Réalisation du cuiseur solaire parabolique

- ❖ Pendant la période des essais, les conditions climatiques n'étaient pas favorables (vent et nuages). Malgré ces conditions, on a pu réaliser la plupart d'expériences qui nous ont permis d'obtenir les résultats que nous présenterons dans le chapitre suivant.

5. Conclusion :

Dans cette section, nous avons décrit le cuiseur solaire parabolique que nous avons construit au cours de notre projet. Avec ce cuiseur, nous avons pu atteindre une température de plus de 248°C sur le cuiseur. Cependant, les conditions météorologiques défavorables de ces dernières semaines nous ont empêchés d'effectuer de nombreuses mesures à différents moments de la journée. Dans le prochain chapitre, nous présenterons les résultats de nos travaux.

Chapitre IV : Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussion :

1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous discuterons et analyserons les résultats de performance de notre cuiseur solaire parabolique et l'impact de la vitesse du vent et du rayonnement solaire sur celui-ci pendant les jours d'avril et mai et pour des périodes d'essai s'étendant de 11h00 à 15h00.

2. Evaluation de la température du foyer en fonction du temps et du rayonnement solaire :

La température a été mesurée à l'aide d'un thermocouple à affichage numérique et les résultats de température ont été enregistrés toutes les 30 minutes. La température du cuiseur au début de l'expérience était égale à la température ambiante.

3. Résultats d'une journée nuageuse :

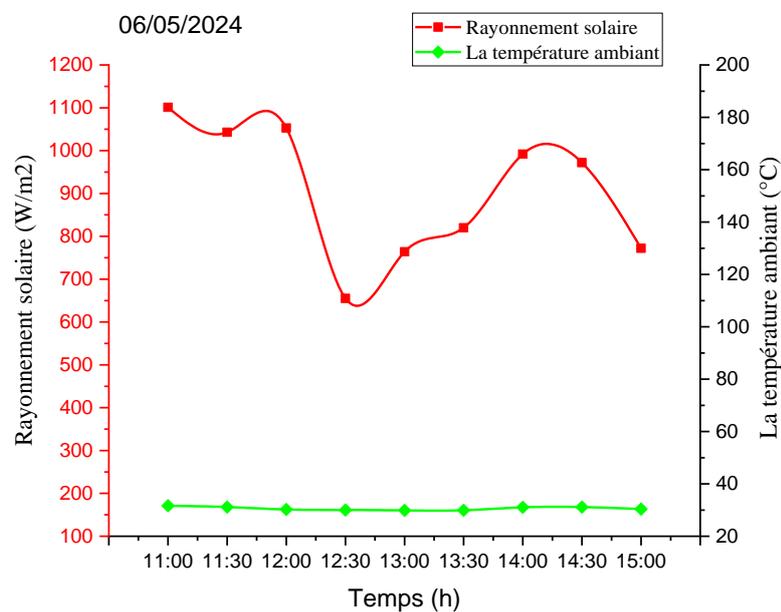


Figure (IV- 1) Evolution du rayonnement solaire et de la température ambiante le long de la journée du 06/05/2024

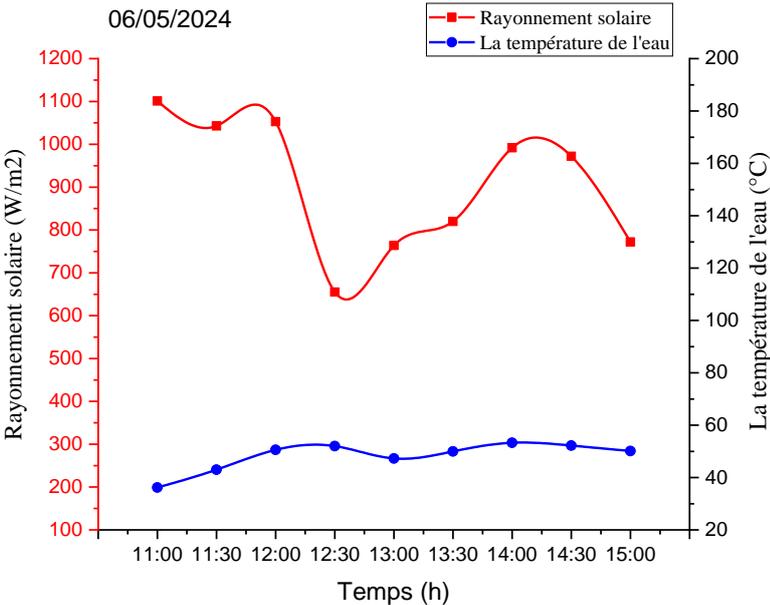


Figure (IV- 2) Evolution du rayonnement solaire et de la température de l'eau le long de journée du 06/05/2024

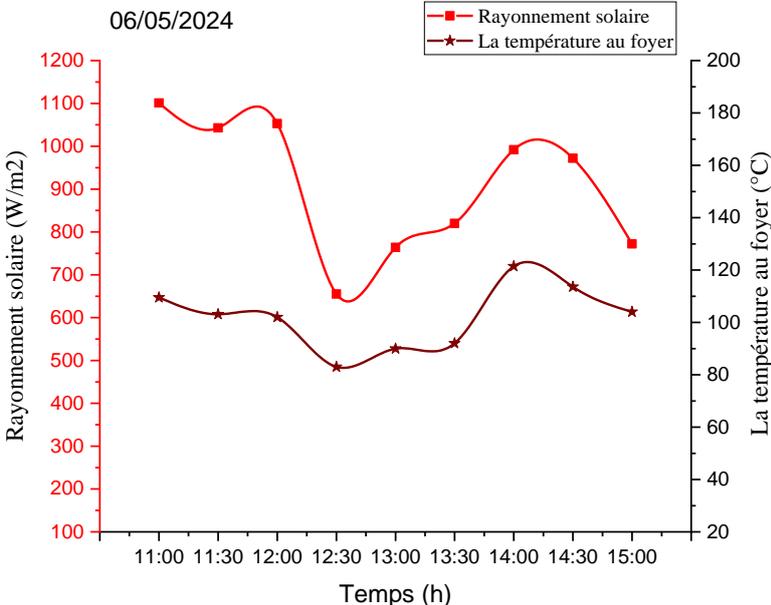


Figure (IV- 3) Evolution du rayonnement solaire et de la température au foyer le long de journée du 06/05/2024

Chapitre IV : Résultats et discussion

La figure (IV-1) ,(IV-2) et (IV-3) montre l'effet du facteur de rayonnement solaire (jour nuageux) sur les températures, en négligeant l'effet de la vitesse du vent sur l'onduleur et le cuiseur solaire. Nous avons remarqué que plus les nuages bloquent le soleil (faible quantité de rayonnement solaire), plus les performances du cuiseur solaire sont faibles, car le rayonnement solaire atteint un minimum de 655 w/m^2 à 12h00 et la température du foyer étaient de 83°C (voir la figure (IV-3)), ce qui affecte négativement le temps nécessaire pour chauffer l'eau et pourrait conduire à l'échec de l'expérience. Le rayonnement solaire affecte la température de l'eau (figure (IV-2)), mais il affecte beaucoup plus la température au foyer (figure (IV-3)) : on voit très bien la même allure des deux courbes celle du rayonnement et celle de la température. Cet impact n'apparaît pas avec la température ambiante dans la figure (IV-1).

4. Résultats d'une journée venteuse :

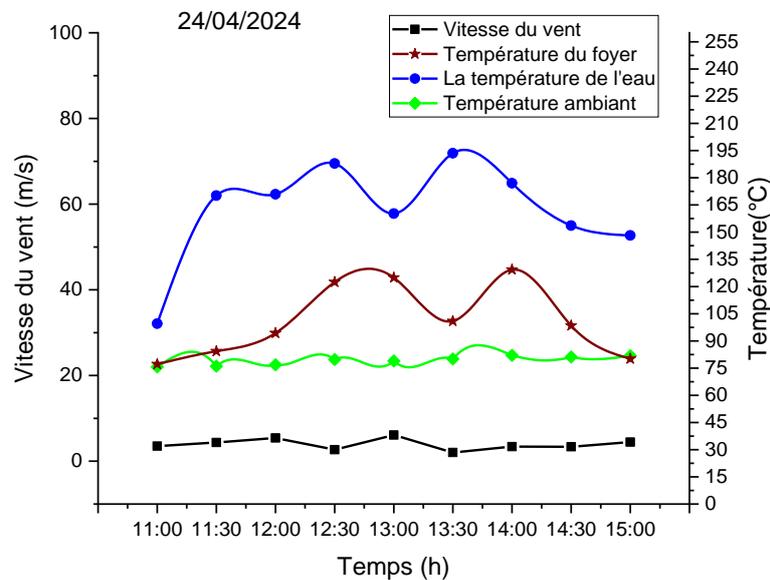


Figure (IV- 4) Evolution du vitesse du vent et des températures long de journée du 24/04/2024

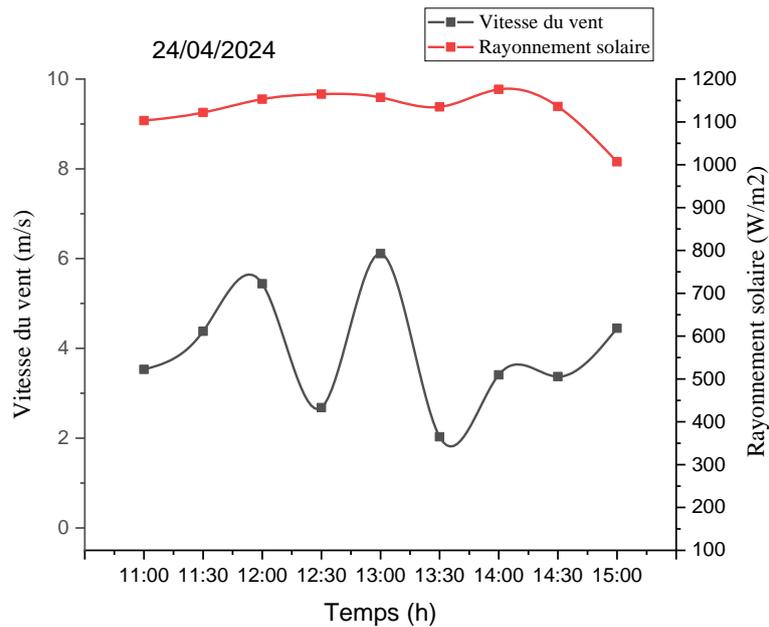


Figure (IV- 5) Evolution de la vitesse du vent et du rayonnement solaire le long de journée du 24/04/2024

La figure(IV-4) représente l'effet de la vitesse du vent sur les températures, et la figure (IV-5)représente l'évolution de la vitesse du vent et du rayonnement solaire en fonction du temps. Nous remarquons qu'à mesure que la vitesse du vent augmente, les valeurs du rayonnement solaire diminuent, à mesure que le rayonnement s'écarte de son chemin direct vers le cuiseur solaire, ce qui réduit la concentration du rayonnement collecté. À mesure que la température du cuiseur solaire diminue, le temps nécessaire pour chauffer l'eau augmente et donc l'efficacité du cuiseur solaire diminue.

De plus, la vitesse du vent affecte directement la marmite, provoquant le refroidissement de l'eau.

L'effet de la variation du rayonnement sur les températures est le même que la journée présentée précédemment.

5. Résultats par temps doux:

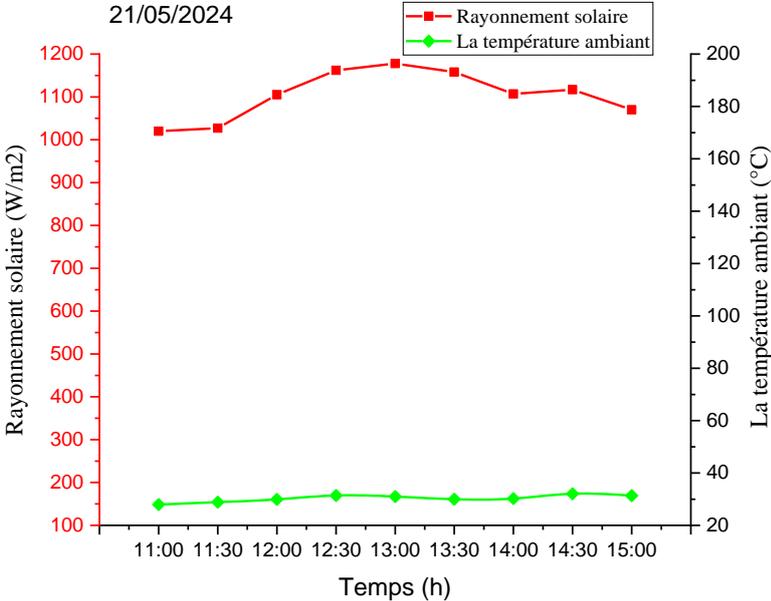


Figure (IV- 6) Evolution du rayonnement solaire et de la température ambiante le long de journée du 21/05/2024

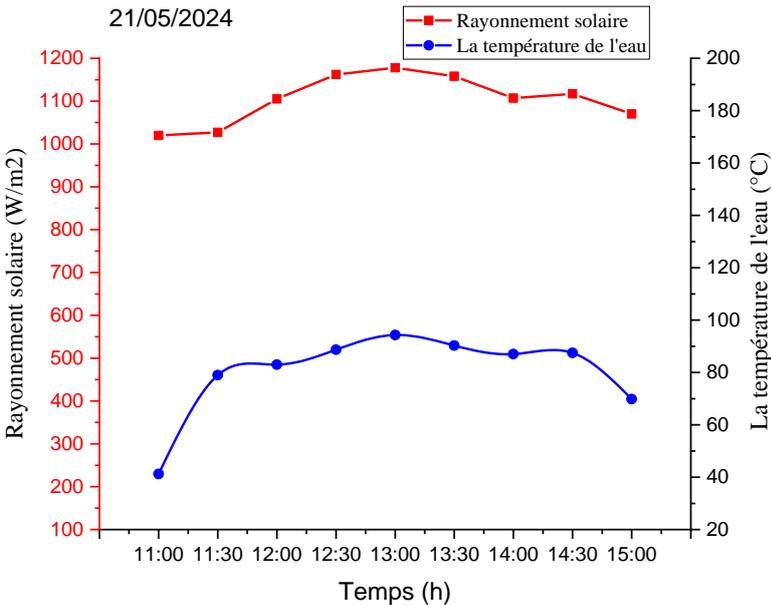


Figure (IV- 7) Evolution du rayonnement solaire et de la température de l'eau le long de journée du 21/05/2024

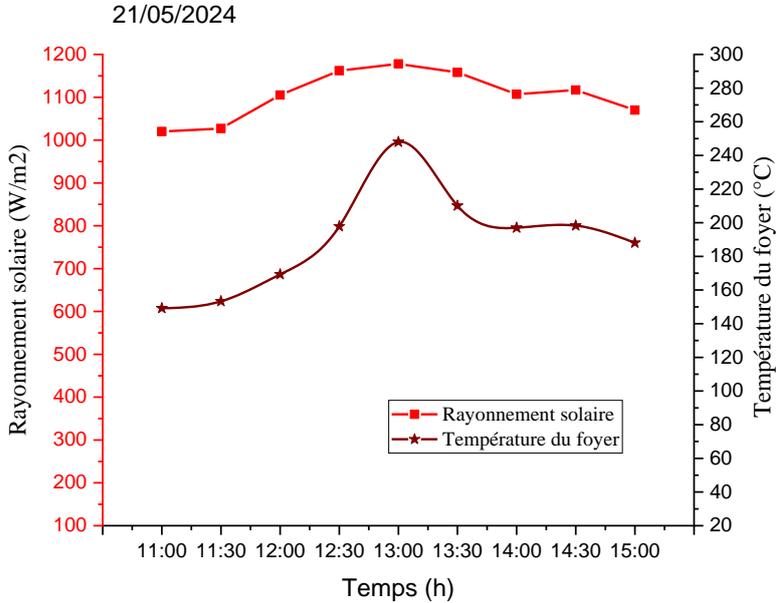


Figure (IV- 8) Evolution du rayonnement solaire et de la température du foyer le long de journée du 21/05/2024

Chapitre IV : Résultats et discussion

Les figures (IV-6) ,(IV-7)et(IV-8)représentent l'évolution du rayonnement solaire et des températures en fonction du temps. À mesure que le rayonnement solaire augmentait, la température augmentait. À 13h00, le rayonnement solaire atteignait une valeur maximale égale à 1178w/m². La température de cuiseur a également atteint sa valeur maximale, qui a atteint 248°C, et les températures de l'eau et la température ambiante ont également atteint respectivement 94,3°C et 31,01°C.

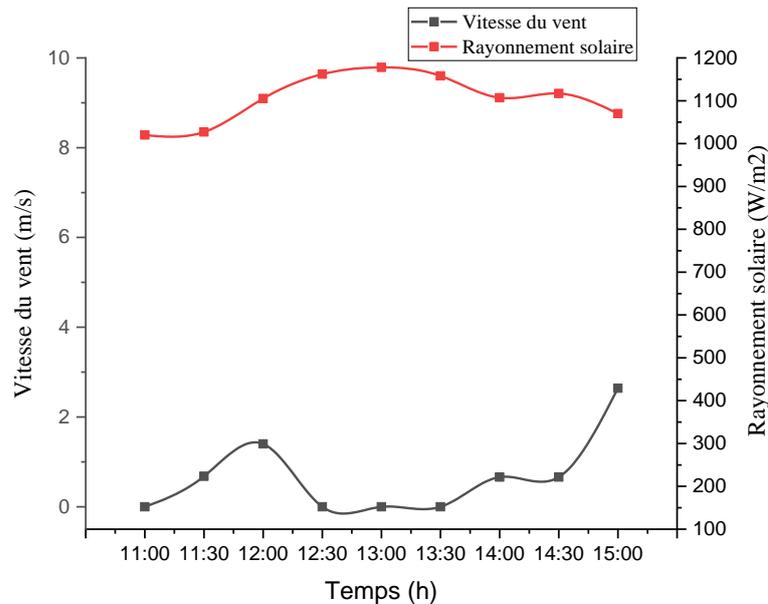


Figure (IV- 9) Evolution de la vitesse du vent et de rayonnement solaire le long de journée du 21/05/2024

La figure (IV-9) représente les changements de vitesse du vent et de rayonnement solaire en fonction du temps. À mesure que la vitesse du vent augmente, les valeurs de rayonnement solaire diminuent.

Parfois, nous remarquons une augmentation de la vitesse du vent et aucune diminution du rayonnement solaire, et cela est dû à la présence de légères rafales de vent au moment de la mesure.

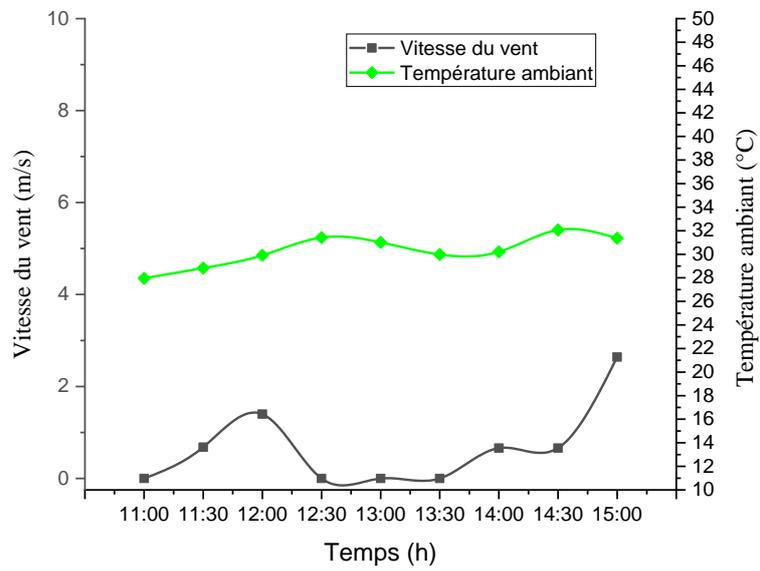


Figure (IV- 10) Evolution de la vitesse du vent et de la température ambiante le long de la journée du 21/05/2024

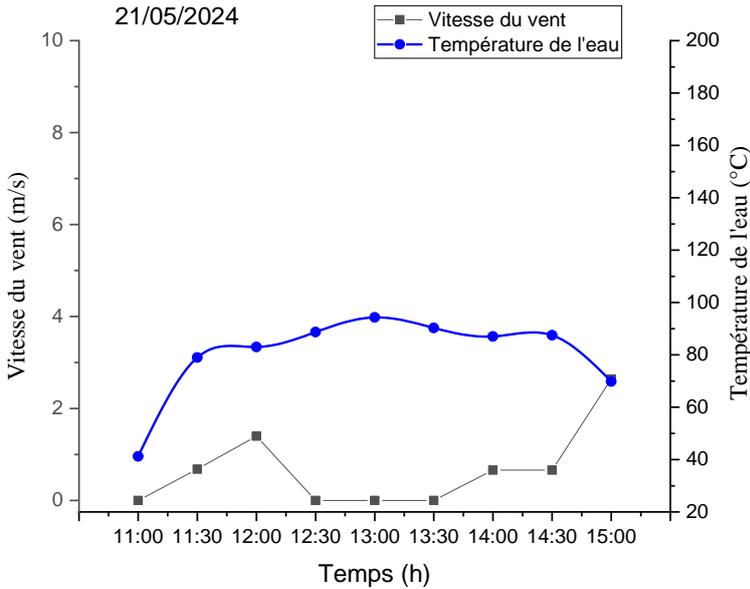


Figure (IV- 11) Evolution de la vitesse du vent et de le la température de l'eau long de journée du 21/05/2024

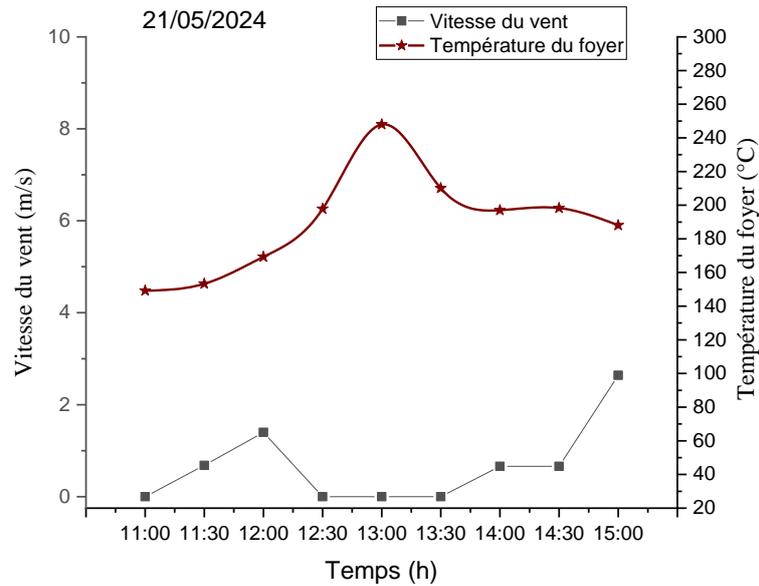


Figure (IV- 12) Evolution de la vitesse du vent et de la température au foyer pendant la journée du 21/05/2024

Les figures (IV-10) ,(IV-11)et(IV-12)représentent les changements de la vitesse du vent et des températures en fonction du temps. Nous remarquons que lorsque la vitesse du vent diminue, les 3 températures augmentent. Cela nous pousse à penser, dans le futur, comment rendre l'impact de la vitesse du vent sur les températures du foyer et celle de l'eau négligeable. Cela peut être obtenu par la réalisation d'un isolement du foyer du vent pendant la cuisson, bien sûr sans affecter la captation et laréflexion du rayonnement solaire.

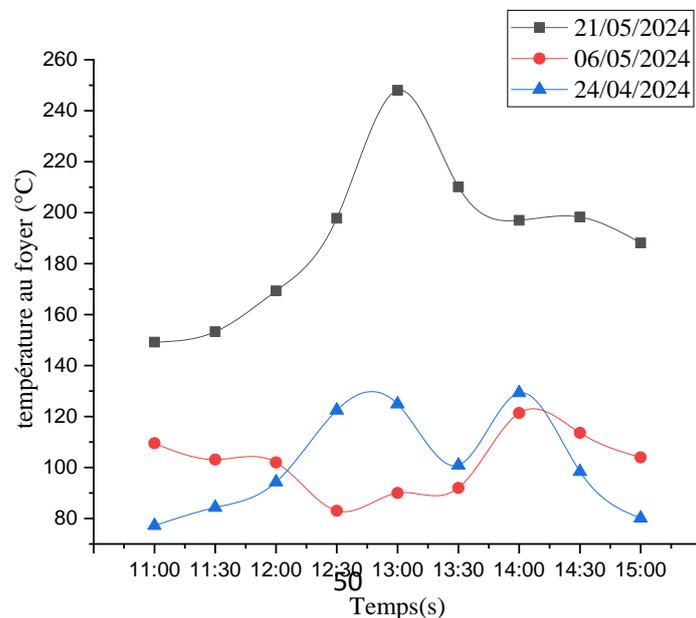


Figure (IV- 13) Evolution de la température du cuiseur pendant des journées de test.

Chapitre IV : Résultats et discussion

6. Résumé des résultats:

6.1. Résultats d'une journée nuageuse :

La température n'a pas dépassé 121°C, à cause des nuages bloquant le rayonnement solaire, nous n'avons donc pas atteint une température suffisante pour cuisiner.

6.2. Résultats d'une journée venteuse :

La température ne dépassait pas 129°C et la raison était la vitesse du vent qui refroidissait la marmite.

6.3. Résultats par ciel clair et temps doux :

Nous avons atteint une température élevée de 248°C, ce qui est un résultat encourageant. Cela est dû au ciel clair et aux vents faibles, mais cela ne suffit pas pour cuisiner. La raison en est la petite taille (diamètre) de l'assiette parabolique du cuisinier. Si elle était plus grande, les résultats seraient meilleurs.

❖ Test de cuisinier (préparation des œufs).Figure(IV-14) :



Figure (IV- 14) Test de cuisinier (préparation des œufs).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Durant la période des essais, on n'a pu cuire que 3 œufs, cela revient aux conditions climatiques : pendant plus d'une vingtaine de jours (période des essais), les conditions climatiques étaient défavorables pour notre étude (nuages pluie, vent, vent de sable,...etc). Le dernier jour était le seul, il nous a permis de découvrir les capacités de notre cuiseur (température au foyer dépasse les 240 degrés) et avons pu cuire ces trois œufs que vous venez de voir. Si les conditions climatiques étaient bonnes, peut être les résultats seraient meilleurs. Cela aussi nous montre clairement la limitation de l'utilité du cuiseur solaire et sa dépendance des conditions climatiques.

7. Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté et commenté les résultats obtenus à partir de notre étude expérimentale des performances d'un cuiseur solaire parabolique dans trois climats différents. Malgré la petite taille du cuiseur solaire, les résultats ont été encourageants par temps clair, et nous l'avons testé en préparant des œufs.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce travail était d'évaluer les performances d'un cuiseur solaire parabolique utilisant l'énergie solaire pour convertir le rayonnement solaire en chaleur utilisable pour la cuisson. Des études antérieures sur les systèmes de cuiseurs solaires et leurs différents types, tels que les cuiseurs solaires à caisson, les cuiseurs solaires paraboliques et les cuiseurs solaires à panneaux, ont été examinés. Un cuiseur solaire parabolique a été conçu et installé, composé d'un miroir parabolique pour concentrer le rayonnement solaire, d'un support pour installer le brûleur, et un récepteur pour recevoir le rayonnement solaire concentré, en plus d'un guidage manuel pour suivre le mouvement du soleil. La température, l'intensité du rayonnement solaire et la vitesse du vent ont été mesurées par une journée douce, une journée nuageuse et une journée venteuse. Les résultats ont montré qu'il est possible d'atteindre des températures allant jusqu'à 248 °C dans des conditions ensoleillées et par vent léger. Cependant, la petite taille de la parabole ne permettait pas d'atteindre des températures suffisantes pendant une période de temps convenable pour la cuisson. Par conséquent, il est recommandé d'augmenter la taille de la parabole et d'ajouter un système de suivi automatique pour suivre le rayonnement solaire afin d'améliorer l'efficacité du cuiseur solaire.

الملخص:

كان الهدف من هذا العمل هو تقييم أداء الطباخ الشمسي المكافئ. تم تصميم وتجميع طباخ شمسي مكافئ، يتكون من مرآة مكافئة لتركيز أشعة الشمس، ودعامة لحمل الطباخ، وجهاز استقبال لاستقبال الحرارة المركزة، وتم تتبع حركات الشمس يدويا. تم قياس درجة الحرارة وشدة الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح خلال فترات الاختبار. وأظهرت النتائج أنه من الممكن الوصول إلى درجات حرارة تصل إلى 248 درجة مئوية في الظروف المشمسة والرياح الخفيفة.

الكلمات المفتاحية: الطباخ الشمسي، الإشعاع الشمسي، الطاهي المكافئ.

Résumé:

Le but de ce travail était d'évaluer les performances d'un cuiseur solaire parabolique. Un cuiseur solaire parabolique a été conçu et assemblé, composé d'un miroir parabolique pour focaliser les rayons du soleil, d'un support pour maintenir le cuiseur et d'un récepteur pour recevoir la chaleur concentrée, et les mouvements du soleil ont été suivis manuellement. La température, l'intensité du rayonnement solaire et la vitesse du vent ont été mesurées pendant les périodes de test. Les résultats ont montré qu'il est possible d'atteindre des températures allant jusqu'à 248 °C dans des conditions ensoleillées et par vent léger

Mots clés : cuiseur solaire, rayonnement solaire, cuiseur parabolique.

Abstract:

The aim of this work was to evaluate the performance of a parabolic solar cooker. A parabolic solar cooker was designed and assembled, consisting of a parabolic mirror to focus the sun's rays, a support to hold the cooker, and a receiver to receive the concentrated heat, and the sun's movements were manually tracked. Temperature, solar radiation intensity, and wind speed were measured during the test periods. The results showed that it is possible to reach temperatures of up to 248 degrees Celsius in sunny conditions and light winds.

Keywords: solar cooker, solar radiation, parabolic cooker.