

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences appliquées

Département de Génie des Procédés

Mémoire fin d'études

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Présenté Par :

Melouah Oumaima Ines

Kachi Safa

Effet de miroir sur le rendement du distillateur solaire

Thème :

Soutenu publiquement le:12/06/2023

Devant le jury composé de:

CHENNOUF Nasreddine

Pr (UKM Ouargla)

Président

SELAMI Med Hassen

Pr (UKM Ouargla)

Examineur

CHERRAYE Ridha

MCB (UKM Ouargla)

Encadreur

Année Universitaire: 2022/2023

Remerciements

Au terme de ce travail nous remercions notre DIEU, notre Créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à notifier un remerciement spécial à tous nos enseignants du département de Génie des Procédés qui ont contribué à notre formation de master, en particulier, notre encadreur pédagogique :

Mr: Ridha cherray

Pour avoir accepté de m'encadrer; pour ses conseils, ses orientations et ses encouragements.

Je tiens aussi à remercier les membres du jury :

Mr.: Sellami Med Hassene

Mr.: Chennouf Nasreddine

Nous remercierons également Messieurs : Houti Ahmed le technicien du laboratoire physique

Enfin nos remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement à la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Je tien en tout premier lieu à remercier ALLAH
le tout puissant qui me donne la puissance et la
patience pour présenter ce travail*

*Je dédie ce travail à mes chers parents pour qui
je ne trouve pas les mots justes et sincères pour
m'exprimer leur soutien dans tous les aspects.*

*Mes frères et sœurset mes famillesSurtout mes
oncles qui m'ont soutenu dans mes études.*

*A tous mes ami(e) A tous les étudiantsSurtout
qui m'a aidé dans les travaux pratiques*

Chaoubi Nacre Eddine

Becheneb Amel

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de
bonheur et de santé et de réussite.*



IN'ES



Dédicace

Je dédie mon diplôme à celui qui appris à donner et à celui

Dont je porte le nom avec fierté (mon père bien-aimé).

*À la mer amour et au pouls qui habite dans mes veines, et
à celle dont la supplication était le secret de mon succès, ma
trèschère bien-aimée (ma tendre mère).*

Et à ceux qui ont allumé des bougies espoir dans les moments

*De mon parcours, mes frères et sœurs (Marwa, Abd Raouf,
Ayoub, Belkasem, Anfal, Rayhan, Nihal, Rahaf).*

*À la religion, mes tantes, oncles, tantes, oncles, neveux,
cousinset cousines ont soutenu dans mes moments difficiles.*

A l'âme de ma pure grand-mère, que Dieu ait pitié elle.

A ceux dont les temps sont bons, accompagnés de mes amis

(Soundousse, Hebet Allah, chaïma, Khawla)



SAFA

المخلص :

تتناول هذه الرسالة دراسة حول استخدام التقطير الشمسي لتحلية المياه المالحة. الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تعزيز كفاءة وإنتاجية المقطر الشمسي عن طريق إضافة مرايا. تستخدم هذه المرايا لتركيز الإشعاع الشمسي على سطح التبخر، مما يزيد من درجة الحرارة ويسهل تبخر الماء. توضح النتائج المستنتجة في هذه الدراسة أن إضافة المرايا إلى المقطرات الشمسية لها تأثير كبير على إنتاج الماء المقطر. تم ملاحظة تحسينات ملحوظة بنسبة 54.08% مقارنة بالمقطر الشمسي بدون مرايا. توفر هذه الطريقة عدة مزايا، بما في ذلك حلاً صديقاً للبيئة وفعالاً من حيث التكلفة لتحلية المياه، باستخدام مصدر للطاقة المتجدد والمجاني. تؤكد هذه النتائج فعالية المرايا في تحسين أداء المحولات الشمسية.

كلمات مفتاحية: التقطير الشمسي. مرآة. العاكس. إنتاج.

Abstract:

This dissertation presents on the use of solar distillation for desalination of brackish water. The main objective of this research is to enhance the efficiency and production of the solar distiller by incorporating mirrors. These mirrors are used to concentrate solar radiation onto the evaporation surface, increasing the temperature and facilitating water evaporation. The results obtained in this study demonstrate that the addition of mirrors to solar distillers has a significant impact on distilled water production. Remarkable improvements of 54.08% compared to the mirror less solar distiller have been observed. This approach offers several advantages, including an environmentally-friendly and cost-effective solution for water desalination, utilizing a renewable and free energy source. These results confirm the effectiveness of mirrors in optimizing the performance of solar distillers.

Keywords: Solar Distillation. Mirror. Reflector. Production.

Résumé :

Ce mémoire présente une étude sur l'utilisation de la distillation solaire pour le dessalement de l'eau saumâtre. L'objectif principal de cette recherche est d'améliorer l'efficacité et la production du distillateur solaire en introduisant des miroirs. Ces miroirs sont utilisés pour concentrer la lumière solaire sur la surface d'évaporation, augmentant ainsi la température et favorisant l'évaporation de l'eau. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que l'ajout de miroirs aux distillateurs solaires a un impact significatif sur la production d'eau distillée. Des améliorations remarquables de 54,08% par rapport au distillateur solaire sans miroir ont été observées. Cette approche présente plusieurs avantages, notamment une solution écologique et économique pour le dessalement de l'eau, en utilisant une source d'énergie renouvelable et gratuite. Ces résultats confirment l'efficacité des miroirs dans l'optimisation des performances des distillateurs solaires.

Mots clé: Distillation Solaire. Miroir. Réflecteur. Production.

LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE SIMPLE.....	2
FIGURE I.2: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE A PENTE UNIQUE.....	4
FIGURE I.3: PRESENTATION LE PRINCIPE ET L'EXEMPLE D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE A DOUBLE PENTE.....	4
FIGURE I.4 : DISTILLATEUR SOLAIRE INCLINE A TERRE-EAU.....	5
FIGURE I.5: DISTILLATEUR SOLAIRE INCLINE A SPHERIQUE A BALAYAGE.....	6
FIGURE I.6: DISTILLATEUR SOLAIRE INCLINE A MULTIPLES ETAGE.....	7
FIGURE I.7.: DISTILLATEUR SOLAIRE INCLINE A FILM CAPILLAIRE.....	8
FIGURE I.8 : LES MODES THERMIQUES DU DISTILLATEUR SOLAIRE.....	9
FIGURE I.9: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN ABSORBEUR DE DISTILLATEUR SOLAIRE.....	11
FIGURE I.10 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN EFFET LE MIROIR DANS DISTILLATEUR SOLAIRE.....	13
FIGURE III.1 : DIMENSION DU DISTILLATEUR SOLAIRE.....	18
FIGURE III.2: DIMENSION DU DISTILLATEUR UTILISE DANS L'EXPERIENCE.....	18
FIGURE III.3: APPAREILLE DE MESURE DE RAYONNEMENT SOLAIRE MODELE SMP11.....	19
FIGURE III.4: APPAREILLE DE MESURE DE DEFERENT TEMPERATURE MESUREE.....	19
FIGURE III.5 : UNE EPROUVETTE GRADUEE.....	20
FIGURE III.6: APPAREILLE DE MESURE DE TEMPERATURE AMBIANTE ET LA VITESSE DE VENT.....	20
FIGURE III.7 : L'EMPLACEMENT DES THERMOCOUPLES A L'INTERIEUR DU DISTILLATEUR.....	21
FIGURE III.8 : LES RESULTATS DE VOLUME OBTENU DANS CALIBRAGE.....	22
FIGURE III.9 : LE MIROIR INSTALLE SUR LE DISTILLATEUR SOLAIRE.....	23
FIGURE IV.1 : LE RAYONNEMENT SOLAIRE ET TEMPERATURE AMBIANTE EN FONCTION DU TEMPS DE JOURNEE.....	24
FIGURE IV.2. LA VITESSE DE VENT EN FONCTION DU TEMPS DE LA JOURNEE.....	25
FIGURE IV.3. : LES TEMPERATURE D'EVAPORATION DANS LES CINQ DISTILLATEURS EN FONCTION DU TEMPS LOCAL.....	26
FIGURE IV.4. : D'EVAPORATION DANS LES CINQ DISTILLATEURS EN FONCTION DU TEMPS LOCAL.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURE IV.5. : LES DIFFERENCES ENTRE LES TEMPERATURES DE VERRES ET D'ABSORBEURS DANS LES CINQ DISTILLATEUR EN FONCTION DE TEMPS LOCAL.....	28
FIGURE IV.6: LA PRODUCTION HORAIRE DES CINQ DISTILLATEURS EN FONCTION DU TEMPS LOCAL.....	29
FIGURE IV.7.: LE CUMUL D'EAU DISTILLEE PRODUITE PAR LES CINQ DISTILLATEURS DURANT LES HEURES DE LA JOURNEE.....	30
FIGURE IV.8.: AMELIORATION DE PRODUCTION CUMUL DURANT LES HEURES DE LA JOURNEE.....	32

LISTE DESTABLEAUX

TABLEAU IV-1: QUALITE D'EAU AVANT ET APRES L'EXPERIENCE.....	33
---------------------------------------------------------------------	-----------

Sommaire

LISTE DES FIGURES.....	VI
LISTE DES TABLEAUX.....	VII
SOMMAIRE	1
INTRODUCTION GENERALE.....	1
I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE DU DISTILLATEUR SOLAIRE.....	2
I.1 INTRODUCTION	2
I.2 PRINCIPE	2
I.3 TYPE DES DISTILLATIONS	3
I.3.1 Distillateur à simple effet	3
I.3.2 Distillateurs à multiples effets	6
I.4 PARAMÈTRES INFLUANT SUR LA PRODUCTION ET LES PERFORMANCES D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE.....	8
I.4.1 Les paramètres climatiques.....	8
I.4.2 Les paramètres de fonctionnement.....	10
I.5 UTILISATION MIROIR DANS SYSTÈME SOLAIRE	11
I.6 ETUDE ANTÉRIEURE SUR L'EFFET LE MIROIR SUR LA PRODUCTIVITÉ	12
I.6.1 Effet le miroir	12
I.7 CONCLUSION	13
II. DESCRIPTION DU DISTILLATEUR SOLAIRE ET DES MIROIRS UTILISÉS DANS L'ÉTUDE.....	14
II.1 INTRODUCTION	14
II.2 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUE DU DISTILLATEUR SOLAIRE	14
II.2.1 Le rendement	14
II.2.2 Efficacité globale	14
II.2.3 L'efficacité interne.....	14
II.2.4 La performance	15
II.3 TYPES DE MIROIRS UTILISÉS ET LEUR CONFIGURATION	15
II.4 CONCLUSION	16
III MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE DE DISTILLATEUR SOLAIRE SIMPLE.....	17

.III.1	INTRODUCTION	17
III.2.	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU LIEU D'EXPÉRIMENTATION (OUARGLA)	17
.III.3	CONCEPTION DU DISTILLATEUR SOLAIRE	17
III.3.1.	Couverture verrière (verre)	17
III.3.2.	Bac absorbant (plaque noire)	17
.III.3.3	Isolation thermique	18
.III.3.4	Couverture extérieure	18
III.3.5.	Cuve de récupération du distillat	18
.III.3.6	Tuyauterie	18
III.4.	DIMENSION DU DISTILLATEUR	18
.III.5	LES GRANDEURS MESURÉES PENDANT LES EXPÉRIENCES.....	19
III.6.	LES ÉTAPES DE PRÉPARATION DES EXPÉRIENCES (CALIBRAGE).....	21
III.7.	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU DISTILLATEUR SIMPLE EFFET AVEC MIROIR :	22
III.8.	PROTOCOLE EXPÉRIMENTALE	22
IV.	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	24
IV.1.	INTRODUCTION	24
IV.2.	RÉSULTAT ET DISCUSSION.....	24
IV.2.1.	Intensité solaire et la température ambiante	24
IV.2.2.	Vitesse de vent	25
IV.2.3.	Température d'absorbeur.....	25
IV.2.4.	Température de condenseur	27
IV.2.5.	La différence entre la température d'évaporation et condensation	28
IV.2.6.	Production horaire	29
IV.2.7.	Production cumulée.....	30
IV.2.8.	Amélioration de miroir	31
IV.3.	LA QUALITÉ D'EAU AVANT ET APRÈS L'EXPÉRIENCE.....	32
	CONCLUSION GENERALE	34
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	36

INTRODUCTION GENERALE

La pénurie mondiale d'eau douce est devenue un problème majeur en raison de l'expansion industrielle et de l'augmentation rapide de la population, ce qui entraîne une demande croissante en eau pour l'industrie et l'agriculture. Pour faire face à ces problèmes et garantir un approvisionnement en eau potable durable, le dessalement de l'eau saumâtre ou de l'eau de mer par distillation solaire est une solution prometteuse, en particulier dans les régions arides ou semi-arides[1].

La distillation solaire est un sujet de recherche majeur dans de nombreux laboratoires à travers le monde. Bien que les chercheurs utilisent différentes techniques, leur objectif commun est d'améliorer la productivité des distillateurs solaire[2]

La région d'Ouargla en Algérie, confrontée à une pénurie d'eau potable, bénéficie d'un fort potentiel en énergie solaire avec des températures ambiantes élevées et une exposition solaire quotidienne prolongée. Ces conditions sont propices à la mise en œuvre de la distillation solaire[3].

L'ajout de miroirs sur les distillateurs solaires, en variant leur position, peut augmenter le transfert de chaleur en réfléchissant les rayonnements solaires sur l'absorbant. L'eau non traitée absorbe alors la chaleur, atteignant progressivement des températures élevées. La chaleur provoque l'évaporation de l'eau, laissant les contaminants derrière, puis sa condensation en vapeur. Cette approche vise à améliorer l'efficacité des distillateurs solaires[4].

Ce mémoire de recherche se concentre principalement sur l'étude de l'effet des miroirs sur le rendement des distillateurs solaires. Il est structuré en quatre chapitres. Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur le principe de la distillation solaire, les différents types de distillateurs solaires, ainsi que les effets des paramètres géométriques, météorologiques et des miroirs sur la production des distillateurs solaires. Le deuxième chapitre décrit les caractéristiques techniques des distillateurs solaires et les types de miroirs utilisés dans le système énergétique. Le troisième chapitre présente l'étude expérimentale, décrivant le distillateur solaire utilisé et les expériences pratiques réalisées dans le cadre de cette étude. Enfin, le quatrième chapitre présente l'exploitation des résultats expérimentaux sous forme de graphiques et leur interprétation.

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE DU DISTILLATEUR SOLAIRE

I.1. Introduction

De nombreuses recherches ont été publiées dans le but de concevoir le meilleur système de dessalement solaire, y compris des tentatives théoriques et expérimentales d'amélioration des performances ; La distillation solaire est l'un des procédés permettant de distiller une eau très salée. Dans cette partie, nous avons présenté les études obtenues par les chercheurs sur plusieurs types de distillateurs solaires et les effets réels sur ceux-ci, ainsi que les utilisations des miroirs dans les systèmes solaires.

I.2. Principe

Contrairement à d'autres méthodes de distillation, les distillateurs utilisent l'énergie solaire pour distiller l'eau de manière écologique[5].

Distillation solaire d'eau saumâtre Utilisé pour produire et fournir de l'eau potable à de petites communautés isolées et ensoleillées où l'eau douce est insuffisante et de mauvaise qualité[5].

Le fonctionnement de l'appareil de distillation solaire est basé sur l'effet de serre, la distillation solaire est une technologie qui utilise le rayonnement solaire pour chauffer l'eau saumâtre Dans une boîte couverte avec un couvercle verre inclinée. La saumure dans le réservoir va chauffer ensuite L'eau s'évapore et la vapeur d'eau se condensé sur la surface intérieure du verre. Puis des gouttelettes d'eau se forment et coulent sur la surface de couvercle et tombent dans le conduite de collection[2].

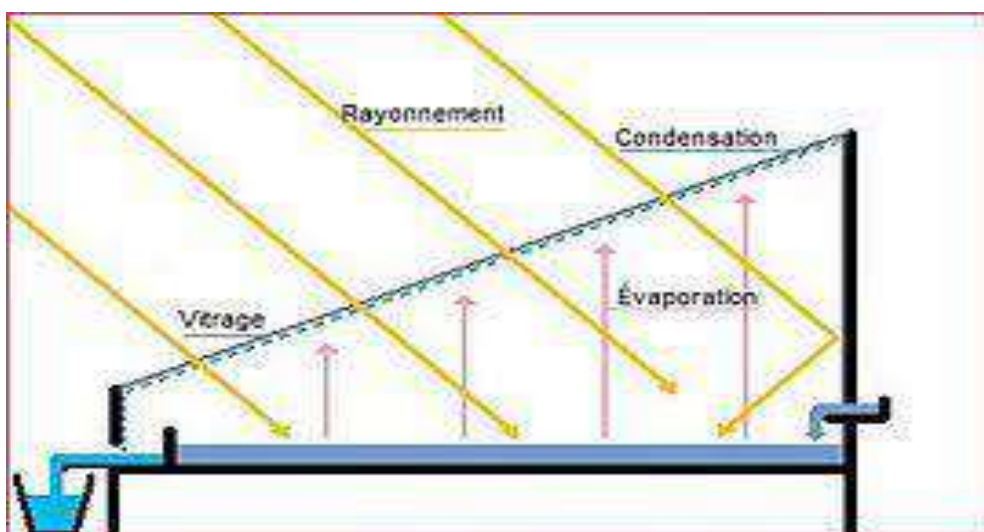


Figure I.1: principe de fonctionnement d'un distillateur solaire simple.

I.3. Type des distillations

Afin d'améliorer la productivité des distillateurs, différents types d'alambics solaires ont été étudiés, y compris des conceptions à pente unique, à effets multiples et hybrides. [6]

I.3.1. *Distillateur à simple effet*

C'est un distillateur à un seul évaporateur, le plus connu est le distillateur type bassin ; Il existe plusieurs modèles de ce type [7].

I.3.1.1. *Distillateur a pente unique*

Ce système de distillateur solaire plan à simple pente est essentiellement constitué d'une capacité étanche surmontée d'une vitre, la partie inférieure est recouverte d'un plan d'eau sous l'action de flux solaire transmis par la couverture transparente, l'eau s'échauffe et une partie de celle-ci s'évapore ; La vapeur produite se condense sur la face intérieure de la vitre et le condensât est récupère par un récepteur[8].

Abd al-jabbar khalifa a mené de nombreuses études expérimentales et numériques à pente unique pour déterminer l'effet de l'angle d'inclinaison de la couverture des panneaux solaires sur la productivité en différentes saisons et latitudes, et les résultats ont montré que pour augmenter la productivité, l'angle d'inclinaison du la couverture doit être augmentée tant que l'angle de latitude site d'essai devient grand[9].

Une Capel A, Older A, et al ,afin d'augmenter le rendement de l'énergie solaire, un tissu de jute tissé avec stockage d'énergie thermique au sable effectué sur un distillateur solaire à pente unique a été utilisé, leurs résultats ont montré que la productivité de l'eau douce dépend entièrement de facteurs tels que la masse énergétique raisonnable du matériau et la profondeur de l'eau retenue dans le bassin[10]. Nijmeh et al, ont postulé que le distillateur à un seule pente permet une amélioration de 26% avec l'utilisation de dichromate de potassium (combine avec l'eau pour former un matériau absorbant [6].

Un Caïn A, A, Khalil a mené une enquête théorique et expérimentale sur des distillateur solaires modifiés et gradués pour une augmentation supplémentaire du rendement quotidienne, il a été observé que le rendement journalier atteint 53% et 33,5% pour les distillateur solaires à pente unique[11].

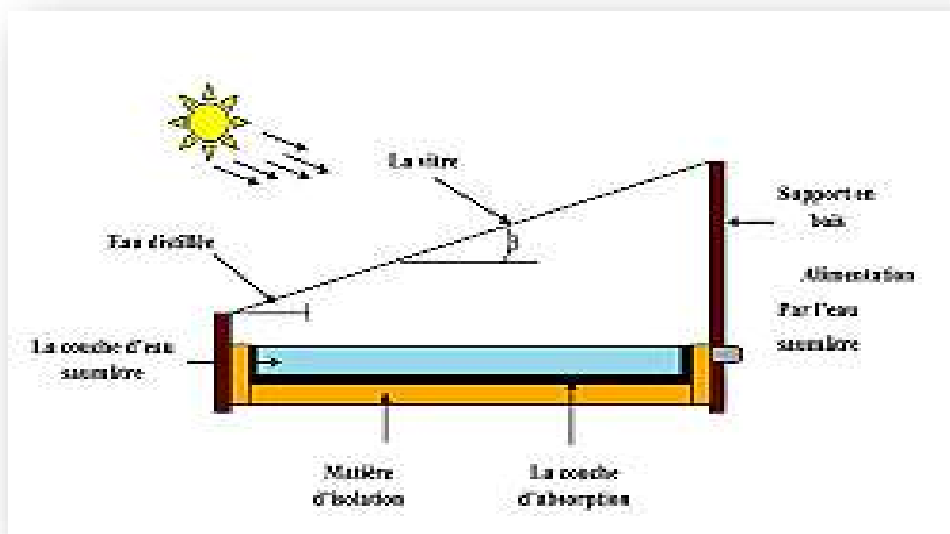


Figure 1.2: principe de fonctionnement d'un distillateur solaire à pente unique.

1.3.1.2. Distillateur à double pentes

C'est un distillateur simple mais à double couvertures verrières où chacune d'elles est inclinée d'un angle (β), son avantage est d'exposer l'un de ses côtés au soleil et l'autre à l'ombre pour accélérer et augmenter le taux de condensation [12].

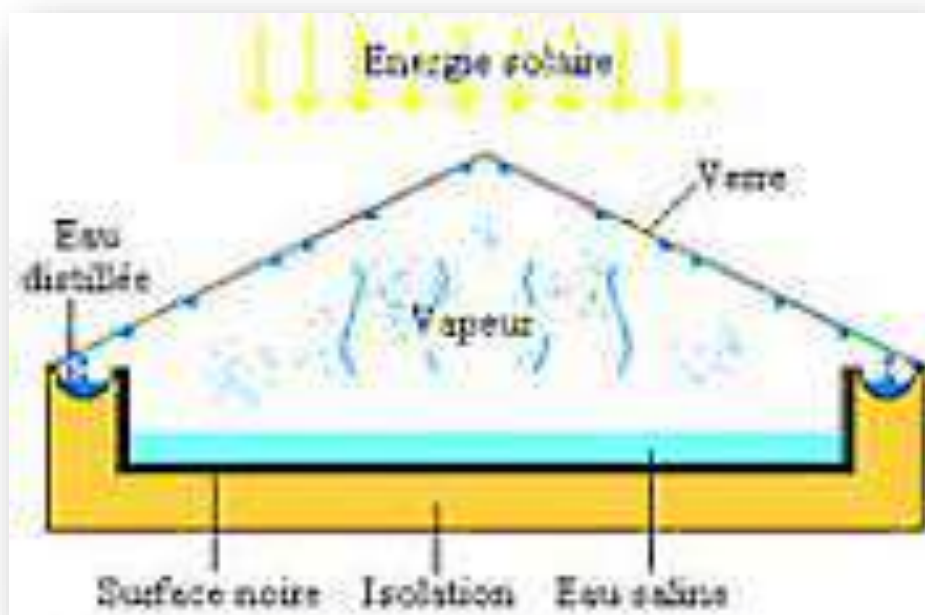


Figure 1.3: présentation le principe et l'exemple d'un distillateur solaire à double pente.

1.3.1.3. Distillateur terre-eau

L'humidité est stockée dans les terres et les zones sèches en grande quantité, cette humidité retourne dans l'atmosphère pendant la saison chaude pour compléter le cycle hydrologique; C'est pourquoi nous utilisons ce type qui ressemble à un distillat de deux milles avec la compensation du bassin noir avec de la terre [13].

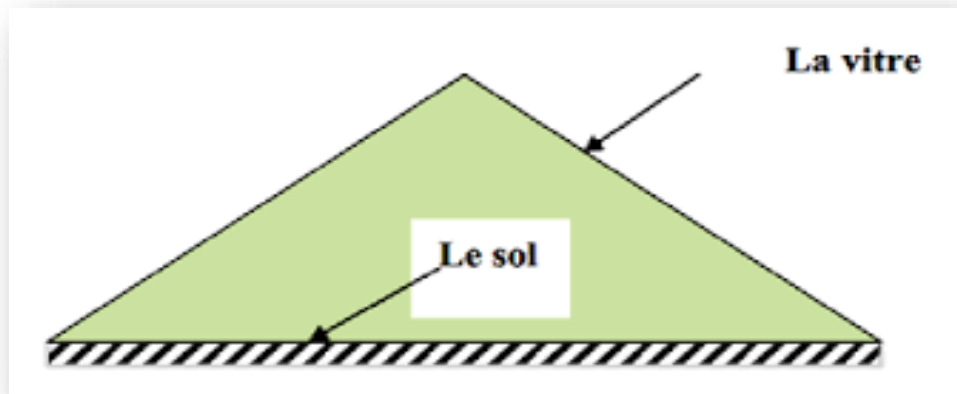


Figure 1.4: distillateur solaire incliné à terre-eau.

1.3.1.4. Distillateur sphérique à balayage

Drapé d'une matière plastique transparente repose sur des supports et se compose essentiellement de trois parties un hémisphère la partie supérieure qui transmet le rayonnement solaire d'un côté et fait office de toit récupération du distillat, la cuve horizontale en métal noir contient de l'eau qui est distillée au niveau moyen du ballon [14].

A,Chaker et G. Mengu ont mené des études et recherches notamment sur les rendements totaux et internes des trains solaires sphériques et concluent à l'effet des paramètres externes de fonctionnement notamment rayonnement et conditions météorologiques; Il en va de même de l'effet des paramètres de performances internes notamment la température de l'eau à distiller sur ces volume [15]. Sotehi.o, cheker.abla a mené des recherches et des expérimentations sur la production mensuelle et les performances des panneaux solaires sphériques passifs et actifs pour comparer la production et les performances dans les deux cas, les résultats ont montré une augmentation significative de la production du dispositif de distillation active s'élevant à 36 % ainsi, nous avons étudié l'effet de certains facteurs comme la profondeur d'eau, et les résultats ont montré que la réduction de ce paramètre a un impact significatif sur la production et les performances [16, 17].

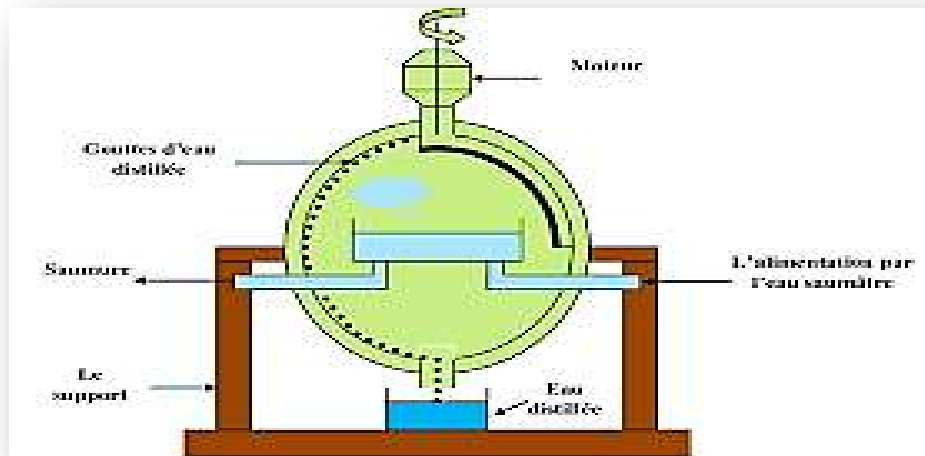


Figure I.5: distillateur solaire incliné à sphérique à balayage.

1.3.2. Distillateurs à multiples effets

En général, le distillateur multiple contient plusieurs évaporateurs et il existe plusieurs modèles pour cela, à savoir [18] :

1.3.2.1. Distillateur solaire à multiples étages

C'est un groupe d'étages, chaque étage contient de l'eau salée le premier étage est chauffé par Grâce à l'échangeur de chaleur qui a reçu la chaleur du fluide chauffé par le capteur solaire l'eau salée s'évapore et se condense sur la surface froide opposée, la chaleur de condensation à son tour récupère la vapeur pour chauffer l'eau situé au-dessus de la surface de condensation et ainsi de suite le processus est répété jusqu'au dernier étage [19].

T-Jayasreenivasan,-Kalidasa Murugavel et al, en passant en revue les différentes méthodes que diverses recherches ont essayé d'améliorer la productivité de la distillation solaire multi-effets, ils suggèrent d'utiliser l'unité de distillation solaire multi-effets au lieu de l'effet simple, ce qui conduit à une productivité accrue en utilisant l'énergie thermique latente et en réduisant les coûts[20]. Lourdes García-Rodríguez,Carlos Gómez-Camach à étudier les termes des avantages économiques de l'utilisation de l'énergie solaire en plusieurs étapes ; il a conclu que la distillation solaire pourrait rendre l'utilisation de l'énergie solaire dans les usines de distillation à plusieurs étapes compétitives[21]. Ahmed, recherche par MI & Hariri, M & Ismail, Avec une proposition les caractéristiques d'une nouvelle distillation solaire sous vide à plusieurs étages conçue pour augmenter la productivité et améliorer l'efficacité de la

distillation solaire simple, ils ont conclu que la production quotidienne du système est de 54 à 83 % supérieure à la production conventionnelle[22].

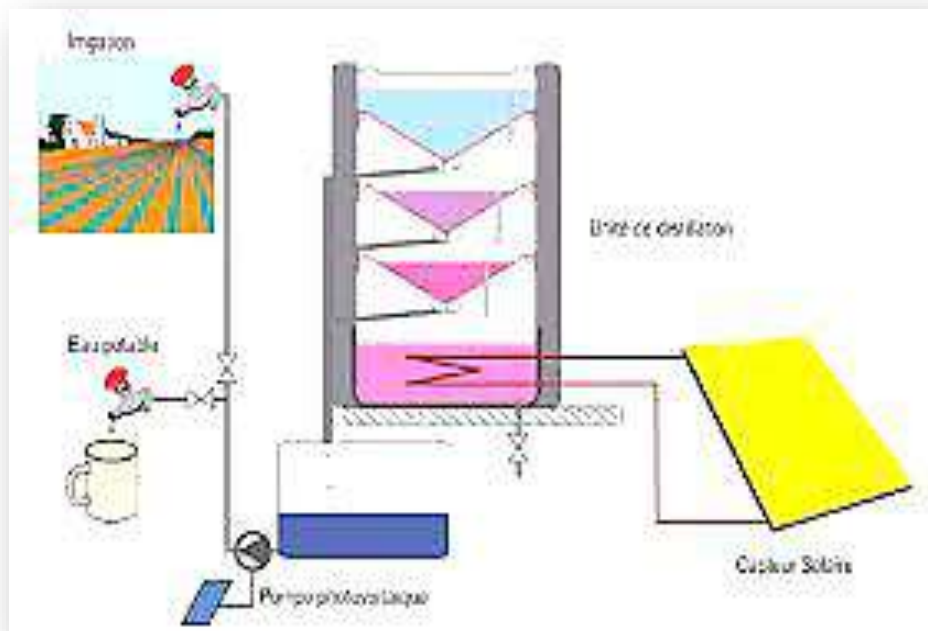


Figure 1.6: distillateur solaire incliné à multiples étage.

1.3.2.2. Distillateur solaire à film capillaire

L'appareil est formé d'une vitre et de deux plaques métalliques disposées face à face et inclinées d'un certain angle, la face avant de la première plaque est peinte en noir ; l'eau à distiller s'écoule lentement à l'aide d'un tissu sur l'autre côté, ce tissu est convenable pour former un film capillaire d'eau ceci justifie le nom donné à l'appareil (distillateur à film capillaire)[23]

Moussa Zerroukia Noureddine Settou et d'autres, ont présenté une simulation numérique d'une machine de distillation solaire à film capillaire couplée en série avec un autre distillateur solaire conventionnel, les résultats montrent que le rendement journalier du système est de 54 à 83 % supérieur à celui du système conventionnel [24].

B-Boucekima B-Gros , R-Ouahes , M-Diboun a mené des recherches sur les performances d'un distillateur solaire à film capillaire dans le sud de l'Algérie pour la distillation des eaux souterraines et pour améliorer l'efficacité d'un distillateur solaire à film capillaire utilisant l'énergie solaire et l'action capillaire, il a été constaté que l'efficacité du

solaire augmente encore avec l'augmentation de la température de l'eau saumâtre à l'entrée, ainsi qu'avec l'augmentation de l'intensité du rayonnement solaire[25].

Conduit un Sutihi-A, Améliorations théoriques du shaker au fonctionnement d'une machine de broyage de panneaux solaires capillaire, ils ont souligné que de nombreux paramètres internes et externes ont un impact significatif sur la production de l'eau distillée[26].

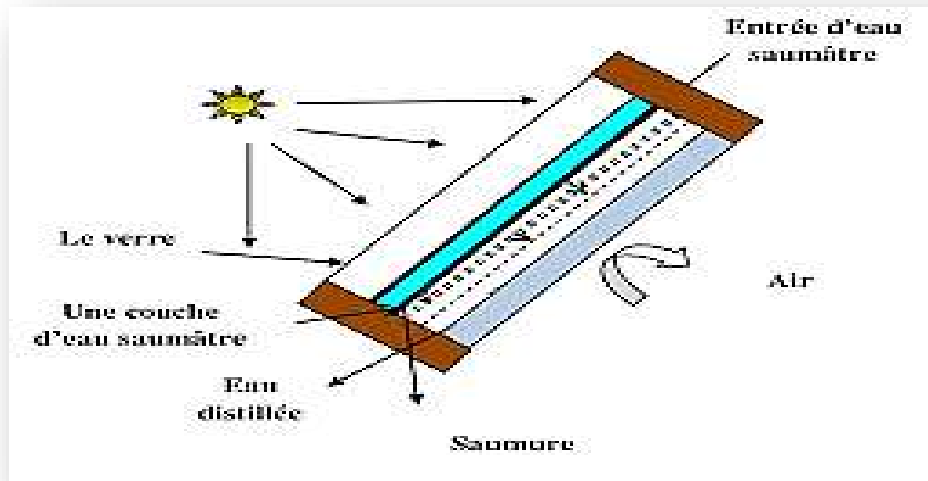


Figure I7.: distillateur solaire incliné à film capillaire.

On a plusieurs types des distillateurs solaires comme suivante :

- ✓ Distillateur solaire vertical
- ✓ Distillateur solaire à mèche
- ✓ Distillateur solaire incliné à cascades

I.4. Paramètres influant sur la production et les performances d'un distillateur solaire

I.4.1. Les paramètres climatiques

I.4.1.1. Effet le rayonnement solaire

Le rayonnement solaire est le facteur le plus important dans productivité, les résultats de nombreux chercheurs indiquent que l'énergie solaire Augmente la productivité avec un rayonnement solaire accru[6] voire la Figure

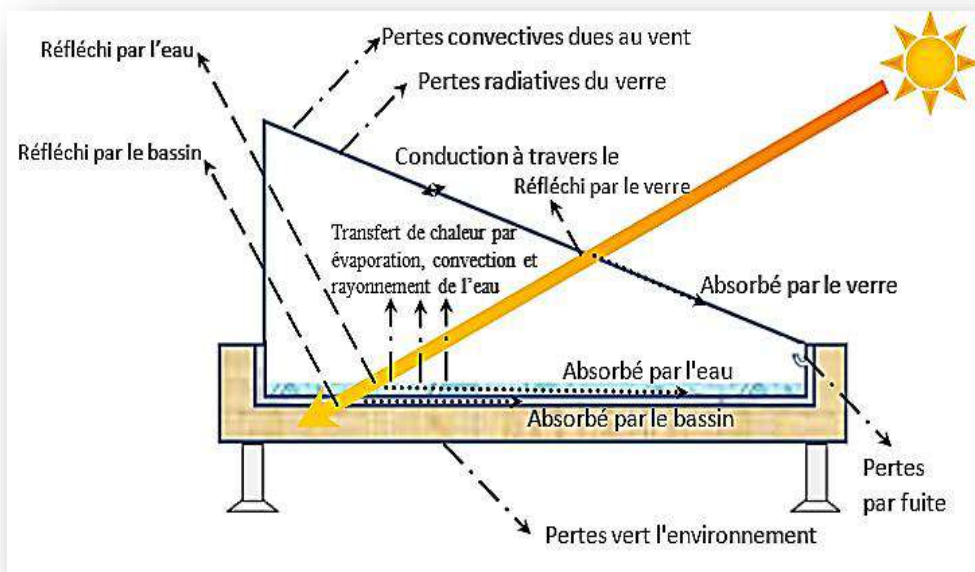


Figure I.7 : les modes thermiques du distillateur solaire.

1.4.1.2. Effet la température ambiante

De nombreux chercheurs ont étudié l'impact Températures ambiantes sur la productivité de l'énergie solaire fixe Le modèle théorique proposé par Malik et al, résultats éprouvés Légère augmentation du rendement de 3 % [7][16]. Les travaux de Henai sont confirmés et d'autres, qui indique l'augmentation de l'air ambiant Une température de 10.1 °C augmente la puissance de 8.2 % [27].

1.4.1.3. Effet humidité relative

L'air contient de la vapeur d'eau, le taux d'humidité mesure la quantité d'eau (qui varie de 0 à 100%) quand la température augmente, l'air peut contenir plus la vapeur d'eau [28].

L'humidité relative affecte directement le transport de la chaleur, leur élévation augmente le coefficient de transfert de chaleur par convection, augmente aussi le taux de transfert de chaleur (Zhang et al. 2007) par conséquent, l'air humide transmettra la chaleur du béton plus que l'air sec [29].

1.4.1.4. Effet la vitesse de vente

La vitesse du vent est directement associée à la charge forcée des panneaux de verre, il a un impact relatif sur les températures des fenêtres ce qui entraîne augmenter la différence entre l'eau salée et la température du verre de sorte qu'il contribue à augmentation du taux d'évaporation de l'eau [30].

1.4.2. Les paramètres de fonctionnement

Plusieurs études expérimentales et numériques sur les différents aspects de la conception des distillateurs solaires ont été réalisées.

1.4.2.1. Effet angle inclinaison

Le printemps et l'été ont montré que l'angle d'inclinaison optimal est de 30 degrés. En hiver, la productivité augmente lorsque l'angle d'inclinaison est élevé, ainsi que l'angle d'inclinaison augmente la récolte d'énergie solaire ; l'inclinaison et la direction de la couverture dépend de la latitude du site[31].

1.4.2.2. Effet l'épaisseur d'eau

Des études confirment que l'épaisseur de l'eau à distiller est un rôle important dans la production c'est quand l'épaisseur est faible, et vice-versa[32].

Badran a effectué ses expériences sur la pente solaire individuelle pour plusieurs facteurs affectant le distillateur ; Grâce à ses études, il a conclu que plus la profondeur de l'eau est faible, plus la productivité quotidienne est élevée[33]. Rajesh Tripathi, GN Tiwari a mené ses études relatives à l'effet de la profondeur de l'eau sur les coefficients thermiques et massiques, les résultats montrent que le coefficient de transfert de chaleur entre l'eau et la couverture de condensation dépend fortement de la profondeur [34].

1.4.2.3. Effet absorbeur

Les résultats des chercheurs montrent que le distillateur solaire avec une plaque de verre de 3 mm, le taux de production augmente de 16,5% par rapport à la couverture de verre de 6 mm[35]. Le matériau de revêtement pelvien devrait pouvoir absorber le rayonnement solaire, et devrait également être étanche, comme si ce matériau était capable de températures élevées pour éviter le distillateur séché[6].

Le rôle de sucer chinois est d'absorber la quantité globale maximale et Transférer la chaleur générée par cette absorption à la saumure, c'est pourquoi peint en noir brillant, il est obtenu par soudage et est essentiellement en fer galvanisé; L'absorbeur a un faible coefficient de conductivité thermique[36].Badran a étudié l'effet de l'utilisation de différents, tels que l'asphalte dans des distillateurs solaires à une seule pente , il est démontré qu'une augmentation significative de 29% a été obtenue en production lorsque l'asphalte a été utilisé [33].

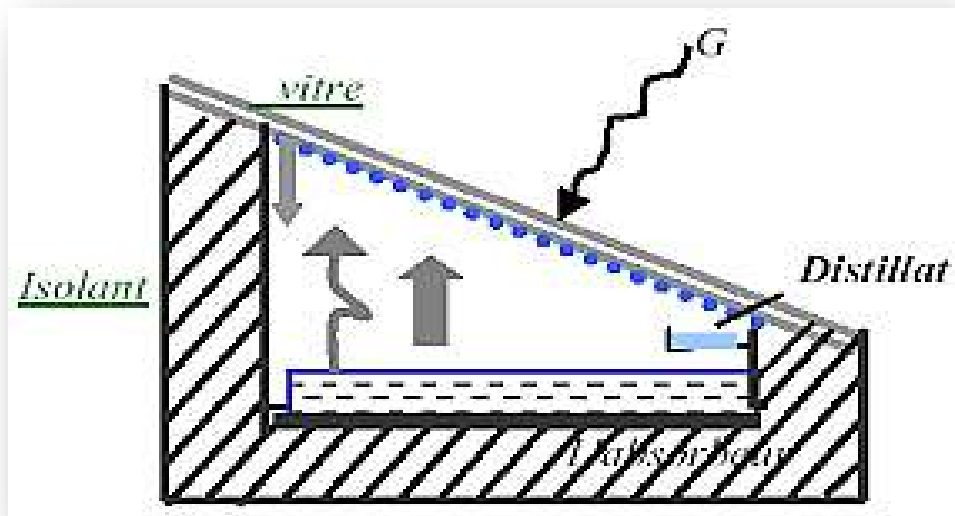


Figure I.8: principe de fonctionnement d'un absorbeur de distillateur solaire.

I.5. Utilisation miroir dans système solaire

Dans les temps anciens, l'homme utilisait l'énergie du soleil comme source primaire dans de nombreux domaines qui facilitaient son mode de vie. La quantité d'énergie solaire tombant sur un corps à la surface de la terre dépend de plusieurs facteurs qui contrôlent son pourcentage, par exemple, l'heure de son incident, la saison, la distance ou la proximité de l'endroit par rapport à l'équateur et les conditions météorologiques[37, 38].

Le physicien suisse Horace Benedict de Saussure a été le premier à prouver qu'il était possible de cuisiner à l'énergie solaire au 18^{ème} siècle ; Ce four solaire convertit la lumière en chaleur puis dirige une partie du rayonnement solaire grâce à des réflecteurs sur un support métallique lorsqu'il est exposé à le soleil et transmet son énergie thermique à la nourriture par conduction, ce phénomène est voisin de l'effet de serre qu'on peut observer dans l'atmosphère terrestre[38, 39].

Harold-o, Régis-e ont développé approche innovante de refroidissement sec et de production d'eau pour centrale électro solaire thermodynamique à cycle de Rankine, en utilisant dans leur étude deux générations de miroirs utilisés dans les centrales solaires à concentration[40].

Mousavi M, Zulekha et al ont étudié et simulé un système solaire thermique pour des réflecteurs cylindriques paraboliques, afin de chauffer l'eau par ce capteur[41].

I.6. Etude antérieure sur l'effet le miroir sur la productivité

I.6.1. Effet le miroir

De nombreuses études ont confirmé l'impact direct des miroirs sur la productivité des distillateurs solaires. Comme Mulyanef et d'autres ont utilisé des miroirs au-dessus de la couverture avec une inclinaison de 30 degrés comme performance expérimentale dans la région de l'Indonésie, et les résultats ont montré que le réflecteur affecte la température du bassin en augmentant, et donc il aide à augmenter la récolte quotidienne de 16,8 pour cent [42].(voir la figure)

Dans d'autres études, il a constaté keche, Ali, et al que la productivité du distillateur avec les miroirs est 46% plus grande que celle du témoin distillé[43].

Ravindra et d'autres l'ont expérimenté, mais avec différentes profondeurs d'eau dans le bassin, il a été conclu que l'effet optimal était pour le réflecteur à 60 degrés, ce qui a contribué à augmenter la productivité de 24,2 % [44].ZM. Omara et d'autres confirment que l'ajout de réflecteurs avec divers alambics solaires a un effet significatif sur l'augmentation du rayonnement solaire tombant directement sur la base des alambics [45].

Majd Al-Hajj Al-Tayeb. Abdullah a suivi ses études avec le même objectif que de nombreux chercheurs où les effets de la hauteur de la couche de sable et du type de sable sur les performances du TSS ont été étudiés avec des réflecteurs internes ,les résultats expérimentaux ont montré que la couche sableuse (étangs de stockage) améliore la production de solides dissous, l'augmentation maximale de rendement cumulé pour les matériaux TSS de sable à réflexion interne a été atteinte à des surfaces de sable et de sable noir de 1 cm ; Dans ce cas, l'eau dure est boostée de 105% par rapport au CSS[46].

Comme Abdullah, F.A. Essa, et al ils ont fait tourner la ceinture de jute noire verticalement et horizontalement à l'intérieur de l'appareil de distillation pour étudier l'effet du glissement des fils de la ceinture de filaments sur les performances du RWSS avec l'utilisation de miroirs externes et internes, il a été constaté que le distillat d'eau douce du RWSS était supérieur à celui obtenu du distillateur conventionnel ; De plus, la productivité en eau douce du RWSS était supérieure à celle du distillateur solaire conventionnel (CSS) de 300 % avec réflecteur [47].

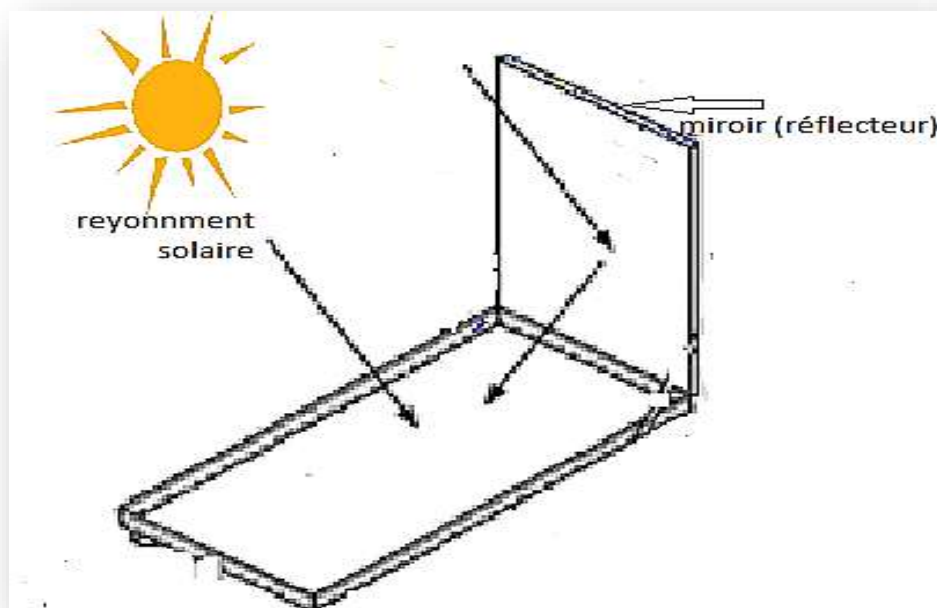


Figure I.9 : principe de fonctionnement d'un effet le miroir dans distillateur solaire.

I.7. Conclusion

Cette étude met en évidence les facteurs affectant les performances du distillat Solaire. Parmi les facteurs les plus importants figurent les facteurs météorologiques, ainsi que les paramètres de conception et d'exploitation. L'énergie solaire continue d'être concernée par ces critères en particulier.

En général, assurez-vous que la production d'énergie solaire est directement liée au rayonnement solaire et à la température ambiante en fonction des facteurs climatiques.

L'ajout de miroirs augmente la production quotidienne, ce qui est confirmé par la majorité, car on peut dire que lorsque le niveau d'eau dans le bassin diminue, la production augmente, et lorsque le coefficient de transfert thermique diminue par évaporation, la production diminue. L'utilisation de réflecteurs est très importante dans les systèmes solaires, qui font encore l'objet d'études et de recherches dans différents domaines et avec différents angles d'inclinaison du réflecteur.

II. Description du distillateur solaire et des miroirs utilisés dans l'étude

II.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous avons étudié les caractéristiques techniques des distillateurs solaires utilisés, ainsi que les types de miroirs utilisés et leurs propriétés physiques.

II.2. Caractéristiques technique du distillateur solaire

Plusieurs quantités ont été identifiées pour caractériser ces distilleries de production d'eau. Il y a une distinction constante [17] : il représente dans le rendement ainsi que l'efficacité et l'efficience internes ainsi que la performance mondiale

II.2.1. Le rendement

C'est la quantité d'eau produite par unité de surface noire par jour. Le seul et important inconvénient de cette norme est qu'elle ne mentionne pas l'énergie solaire qui atteint le distillateur[48]. La production journalière d'un distillateur solaire s'exprime dans la relation suivante

$$\eta = \frac{m_d}{G} h_{evp}$$

h_{evp} : Enthalpie d'évaporation

II.2.2. Efficacité globale

Est Le rapport entre la quantité de chaleur utilisée pour évaporation par énergie globale[49], et calculée dans la relation suivante :

$$\eta_g = \frac{Q_{evp}}{G \cdot S} = \frac{m_d}{G \cdot S} L_v$$

II.2.3. L'efficacité interne

Il est le rapport de la chaleur utilisée pour l'évaporation Énergie réellement absorbée par unité de temps et par unité de saumure temps, [50]calculé selon la formule suivante :

$$\eta_i = \frac{Q_{evp}}{Q_{eau}} = \frac{m_d}{a_t \cdot G \cdot S} L_v$$

Pour une intensité globale G , l'expression Q_{evp} devient

$$Q_{evp} = (\tau_v a_e + \tau_v \tau_e a_f) \cdot G \cdot S$$

Chapitre II . Description du distillateur solaire et des miroirs utilisés

Q_{eau} : Flux thermique effectivement reçu par la masse d'eau

Si en pose que.

$$a_t = \tau_v a_e + \tau_v \tau_e a_f$$

Donc

$$\eta = \frac{\eta_g}{a_t}$$

τ_v : Coefficient de transmission de la vitre ;

τ_e : Coefficient de transmission de l'eau ;

a_e : Coefficient d'absorption de l'eau ;

a_f : Coefficient d'absorption du fond du distillateur ;

a_t : Coefficient d'absorption fictif du distillateur ;

Le coefficient a_t dépend de l'angle d'incidence du rayonnement incident par rapport à la vitre.

II.2.4. La performance

Pour caractériser le distillateur d'une manière plus absolue, nous avons des facteurs de performance bruts (F.P.B) et horaires (F.B.H) sont à définir [50] :

$$FPH = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout d'une heure}}{\text{quantité d'énergie entrée au bout d'une heure}}$$

$$FPB = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout de 24 heures}}{\text{Quantité d'énergie entrée au bout de 24 heures}}$$

A un instant donné de la journée, le facteur de performance FP est donné par la relation :

$$FP = \frac{m_d}{a_t \cdot G.S}$$

II.3. Types de miroirs utilisés et leur configuration

Dans les systèmes solaires, plusieurs types de miroirs sont utilisés dans les différentes études menées par les chercheurs, dont les miroirs concaves aux propriétés physiques, et les miroirs convexes, ces derniers étant exclus de nos travaux[51].

Chapitre II . Description du distillateur solaire et des miroirs utilisés

Nous nous sommes concentrés sur le type de miroir le plus important, la soi-disant planaire, et on sait qu'il est le plus largement utilisé dans la plupart des études.

Les miroirs plans sont définis comme des miroirs avec des surfaces planes dans lesquelles il n'y a pas de courbures ou de concavités, et ce sont des réflexions inversées virtuelles avec des dimensions égales aux dimensions du corps réel[52].

Nous l'avons utilisé pour augmenter l'effet du rayonnement solaire tombant sur l'absorbeur ; des matériaux sombres tels que la peinture doivent être utilisés pour couvrir le dos afin d'empêcher toute lumière réfléchie de fuir autour du miroir.

II.4. Conclusion

Afin d'améliorer la distillation solaire et d'augmenter la productivité quotidienne de l'eau distillée, nous avons étudié dans ce chapitre les caractéristiques techniques de la distillation solaire représentées dans la production, l'efficacité et les performances du dispositif de distillation, sur lesquelles de nombreux chercheurs se sont concentrés et qui constituaient une station d'intérêt. Pour la plupart d'entre eux grâce à leur étude minutieuse de la conception, qui a aidé à atteindre l'expression correcte Avec des équations qui nous permettent de calculer à la fois l'efficacité interne et totale du distillateur, ainsi que le rendement et les performances du distillateur solaire. Puis nous avons abordé l'étude des miroirs, qui sont le centre de notre intérêt et de notre étude. De nombreux miroirs de toutes sortes ont fait l'objet de multiples études dans le système solaire en raison de leur impact distinctif sur le système. Dans notre travail, nous avons attribué l'utilisation des miroirs plans à leur effet direct par la réflexion de la plupart des rayons solaires sur eux sous un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence sur le distillateur solaire, ce qui nous a permis d'obtenir les meilleurs résultats avec des proportions très acceptable

III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude expérimentale sur effet de miroirs sur la production de distillateur solaire. Nous sommes utilisées 4 distillateurs solaires type de pente unique, construites avec des matériaux locaux; au mars et quelque jour de mois mai, nous avons mené notre expérience et enregistré les résultats de 7 facteurs d'influence à l'aide de différents outils de mesure.

III.2. Présentation générale du lieu d'expérimentation (Ouargla)

Les expériences ont été réalisées au moins mars et quelque jour de mois mai avec condition climatique font que la ville d'Ouargla (latitude 31°57 nord, longitude est 5°21 et altitude 141 m) en le sud d'Algérie, au niveau du laboratoire de développement des énergies nouvelles et renouvelables dans les zones arides sahariennes (LENREZA), Université Kasdi Merbah Ouargla.

III.3. Conception du distillateur solaire

Dans nos expériences ont utilisé 4 distillateurs solaires ont une conception très simple ; Il s'agit de distillateurs solaires simples à pente unique à effet de serre, qui présentent l'avantage d'être facile à construire, car ses composantes sont disponibles dans tous les marchés du monde. Les distillateurs similaires avec même condition pour tester effet de miroir d'un distillateur solaire.

III.3.1. Couverture verrière (verre)

Le verre ordinaire a été utilisé pour sa simplicité et son faible coût, qui est couramment disponible sur le marché mondial .Il est bon pour le transfert de chaleur et sa transparence permet le passage du maximum de rayonnement solaire tombant ; Pour assurer une bonne étanchéité entre la vitre et les autres constituants du distillateur on a utilisé de la silicone.

Il est incliné par rapport à l'horizon d'un angle de 30°.

III.3.2. Bac absorbant (plaque noire)

Considéré comme la partie principale du distillateur solaire en raison de son importance, il s'agit d'un bassin métallique en acier galvanisé. Il se caractérise par l'absorption de la plus

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

grande quantité de rayonnement solaire incident ainsi La chaleur résultant de cette absorption est transférée à la saumure pour entraîner l'évaporation. Il est peint en noir matte.

III.3.3. Isolation thermique

Généralement, l'isolation thermique du distillateur est en laine de verre ou en polystyrène expansé. L'épaisseur varie de 3 à 6cm pour une bonne transmission. Il faut que les produits utilisés résistent aux températures de fonctionnement.

III.3.4. Couverture extérieure

Le coffre du distillateur renferme les différents éléments actifs, il devra donc assure une protection efficace aux agents atmosphériques. Le coffre du distillateur est réalisé en bois.

III.3.5. Cuve de récupération du distillat

Pour la récupération du distillat on a utilisé une éprouvette graduée.

III.3.6. Tuyauterie

Au niveau du couvercle en bois de l'appareil de distillation, un canal avec un tube en plastique y est relié pour transporter de temps en temps l'eau distillée hors de l'appareil de siège.

III.4. Dimension du distillateur

Les dimensions du distillateur solaire sont utilisées dans les expériences présentées au tableau suivant :

Figure III.1 : dimension du distillateur solaire.

Les dimensions	Hauteur en mètre	La longueur en mètre	Largeur en mètre	Epaisseurs en mètre
Bac Absorbant	0.05	0.6	0.4	0.004
Couverture en verre	/	0.713	0.423	0.004
Isolation thermique	/	0.6	0.4	0.03

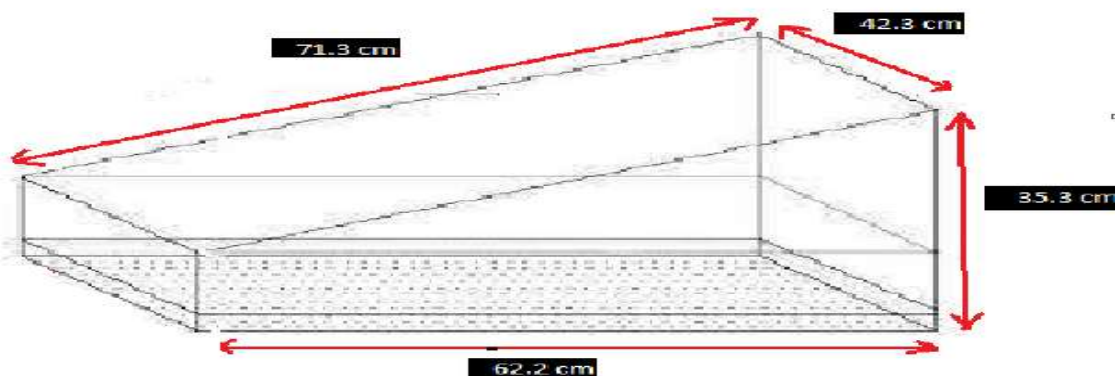


Figure III.2: dimension du distillateur utilisé dans l'expérience

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

III.5. Les grandeurs mesurées pendant les expériences

D'après notre expérience, nous prenons les mesures nécessaires toutes les heures, de neuf heures du matin à cinq heures du soir. Elle consiste à mesurer les grandeurs suivantes :

Rayonnement solaire global est mesuré en (W/m^2) à l'aide d'un pyranomètre marque Kipp&Zonen modèle SMP11 cette dernière installée avec le lecteur de valeur obtenue, ce dernier de la marque SOLRAD

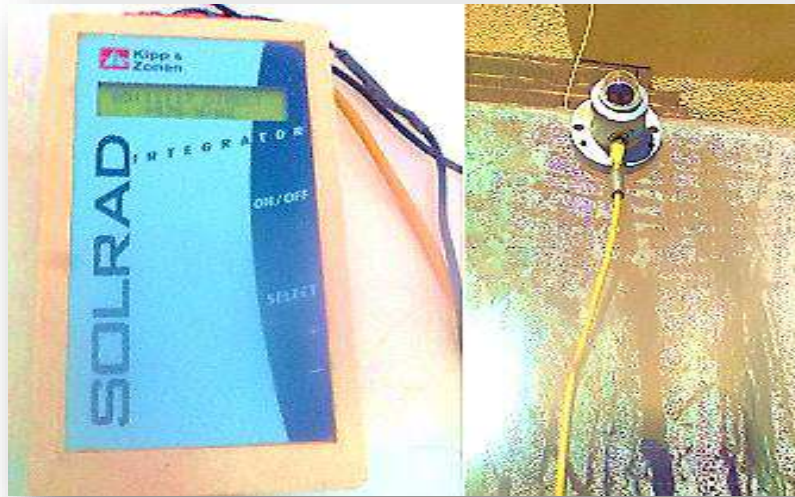


Figure III.3: appaerille de mesure de rayonnement solaire modèle SMP11.

Différentes températures verre de couverture, absorbeur, eau distillée en $^{\circ}\text{C}$ en mesurée par Thermocouples type-K avec une plage de 0 à 99,9 $^{\circ}\text{C}$ avec une précision de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ un thermomètre digital a été utilisé pour afficher leurs valeurs



Figure III.4: appaerille de mesure de différentes température mesurée.

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

Débit horaire du distillat en (ml/h.m²) mesurée par une éprouvette graduée



Figure III.5 : une éprouvette graduée

La température ambiante en °C et la vitesse de vent en m/s sont mesurées avec un Anémomètre marque de LINI-T UT361.



Figure III.6: appareil de mesure de température ambiante et la vitesse de vent.

Il existe d'autres paramètres tels que :

- l'humidité
- la pression atmosphérique
- la salinité

Il est arbitraire car leur effet sur la distillation est négligeable.

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

III.5 L'emplacement des thermocouples

La mesure des températures essentielles par des thermocouples sont de type (K), fixés soigneusement à l'aide de silicone, sur les parties du distillateur nous ramène à mesurer comme suit :

- A. Température de la face extérieure de la vitre (T1).
- B. Température de l'eau saumâtre à l'intérieur du bassin (T2).
- C. Température de l'eau distillée (T3).

Le schéma suivant montre les composantes du système et l'emplacement des thermocouples.

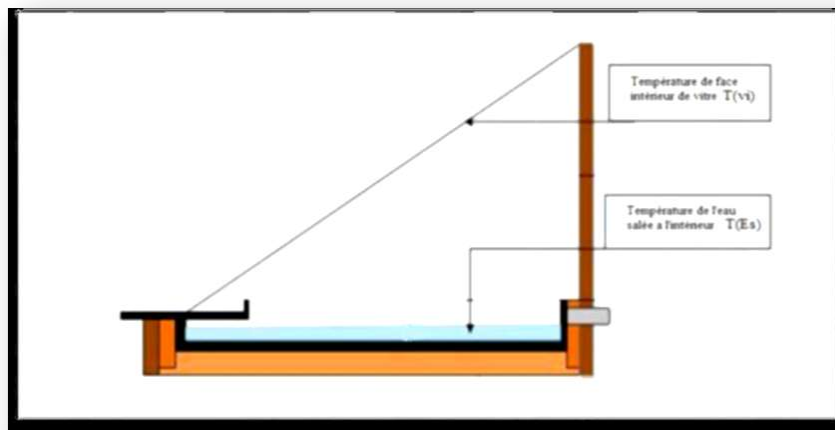


Figure III.7 : l'emplacement des thermocouples à l'intérieur du distillateur.

III.6. Les étapes de préparation des expériences (calibrage)

Pour obtenir un bon résultat, nous avons effectué le calibrage mars 2023 en suivant les étapes ci-dessous.

Comme étape de base, nous nettoyons le bassin de distillation solaire et le verre et fermons les endroits qui pourraient nous causer une erreur dans le système.

Ensuite, mettez l'eau salée dans les distillateurs, nous avons besoin du même niveau d'eau.

Enfin, scellez bien les distillateurs solaires pour éviter les fuites de chaleur.

Cet étalonnage a pour but de déterminer où se trouve le défaut et de le réparer, ainsi que de nous faire savoir qu'ils fonctionnent correctement.

Enfin nous avons constaté qu'il y avait des fuites qui entraînaient la vidange rapide des distillateurs solaire dans 2 distillateurs avec le témoin.

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

- nous avons répété le processus avec la réparation des fuites

Nous avons pris les résultats obtenus et les avons représentés dans la courbe suivant :

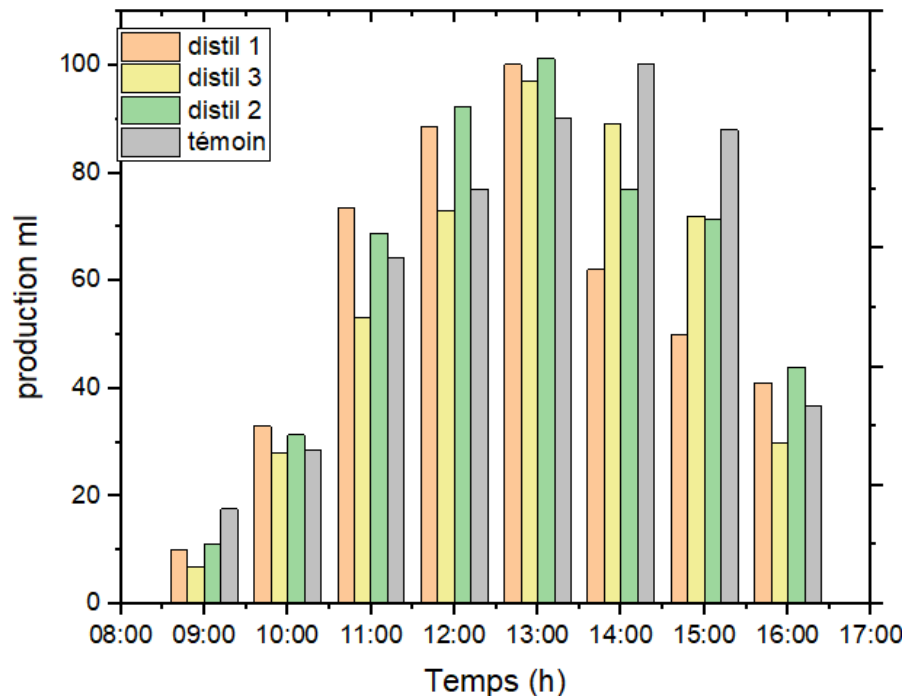


Figure III.8 : les résultats de volume obtenu dans calibrage.

III.7. Principe de fonctionnement du distillateur simple effet avec miroir :

Tout d'abord, le rayonnement solaire tombe sur le couvercle en verre distillateur, solaire. Le rayonnement supplémentaire est réfléchi par le miroir sur le bassin.

Ensuite, l'eau du bassin absorbe une partie du rayonnement incident, puis elle atteint la plaque d'absorption, où celle-ci est transformée en chaleur, la température de la plaque absorbante augmente et la transfère par convection à la surface de l'eau salée, puis l'eau se réchauffe, la température de cette dernière va s'élever ce qui provoque son évaporation.

La vapeur monte en raison de sa faible densité, atteignant la face interne du couvercle, où se condense.

III.8. Protocole expérimentale

Nous avons réalisé cette expérience dans mars 2023 au niveau du laboratoire (LENREZA), nous avons utilisé cinq distillateurs solaires, pour effectuer des tests expérimentaux, avec les mêmes caractéristiques et dimensions, dirigés vers le sud avec un angle d'inclinaison de 30 degrés.

Chapitre III. Méthodologie expérimentale de distillateur solaire simple

Ajouter un bol d'eau de 2 litres et 400 ml de manière à ce qu'il soit à 1 cm de profondeur à l'intérieur du bassin.

Au coucher du soleil, on ferme les distillateurs solaires avec le couvercle en verre hermétiquement avec de la silicone, puis on installe les miroirs, un à droite, le deuxième à l'arrière, et l'autre à gauche, quatrième distillateur on installe dans les trois directions, en utilisant uniquement du ruban adhésif.

Durant chaque heure, nous allons mesurer les paramètres suivants :

- ✓ Température ambiante,
- ✓ Le rayonnement solaire global,
- ✓ La vitesse de vent,
- ✓ Les différentes températures des distillateurs solaires
- ✓ La production de distillat devant être horaire.



Figure III.9: le miroir installé sur le distillateur solaire.

IV. Résultats et discussion

IV.1. Introduction

L'objectif principal de ce travail était d'étudier l'effet des miroirs sur le rendement de la distillation solaire de l'eau à partir amélioré les vapeurs d'eau pour obtenir une grande quantité d'eau potable.

Dans l'expérience expérimentale, nous avons exposé les courbes d'intensité rayonnement solaire en (W/m^2) et la température ambiante en ($^{\circ}\text{C}$) et la vitesse de vente en (m/s) et la température de l'absorbeur et de verre couvercle en ($^{\circ}\text{C}$) puis, la différence entre la température d'absorbeur et le verre en ($^{\circ}\text{C}$) et la production horaire et cumulé en ml/h en fonction des temps.

Enfin, nous avons fait une discussion des résultats qui correspondent toutes les courbes existantes dans toutes les expériences réalisées.

IV.2. Résultat et Discussion

Les résultats sont présentés sous forme de graphes comme de suite.

IV.2.1. Intensité solaire et la température ambiante

La figure montre la variation du rayonnement solaire et de la température ambiante en fonction du temps durant mars 2023.

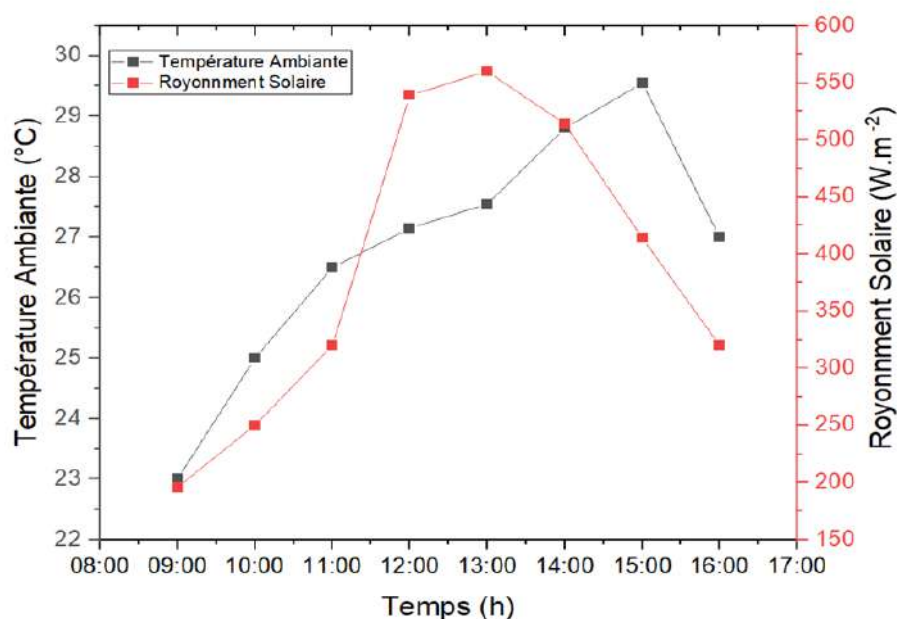


Figure IV.1: le rayonnement solaire et température ambiante en fonction du temps de journée.

On note que l'intensité du rayonnement solaire premières heures du matin à 9:00 était 196 W/m^2 commence à augmenter progressivement avec le temps jusqu'à atteindre une valeur maximale de 560 W/m^2 à 13h00, à midi, cette valeur commence diminuer jusqu'à la valeur minimale 320 W/m^2 à 16:00 h.

D'autre part, la température ambiante et avons constaté une hausse jusqu'à atteindre une valeur maximale de 29.55°C à 15h00 puis la température commence à diminuer après cet heure jusqu'à ce qu'atteindre une valeur de 27°C à 16h00.

A partir des courbes de la température ambiante et de l'intensité du soleil, on peut observer la relation entre les deux paramètres, c'est-à-dire que la température ambiante augmente avec l'augmentation de l'intensité du soleil, et vice versa.

IV.2.2. Vitesse de vent

La figure montre la variation de vitesse de vent en fonction du temps durant mars 2023

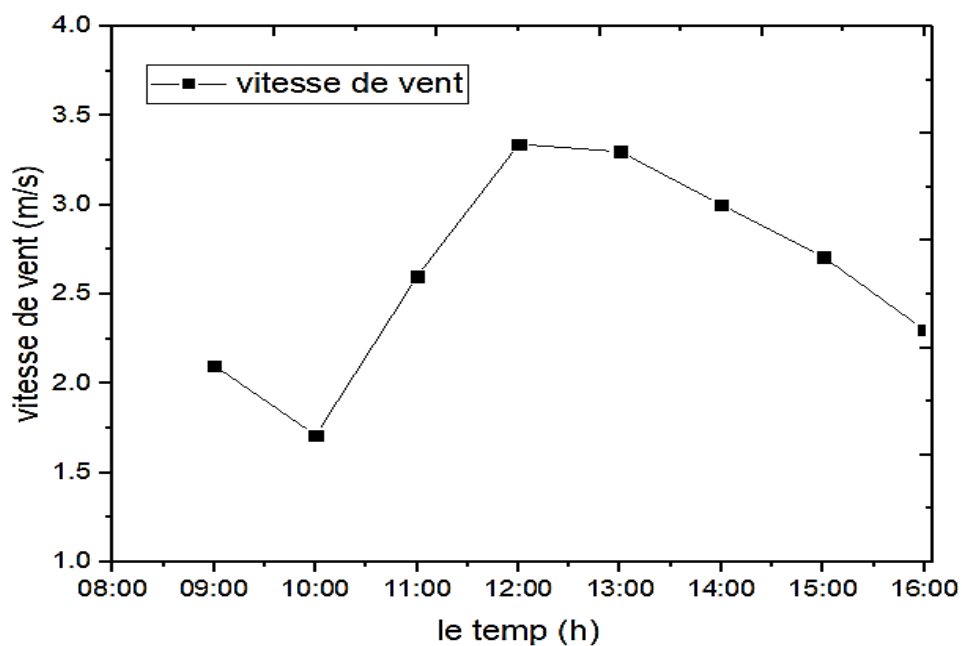
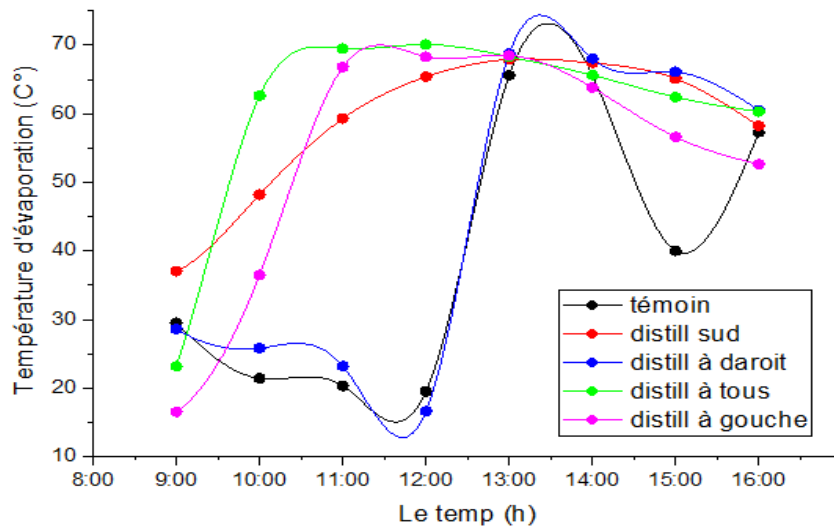


Figure IV2. la vitesse de vent en fonction du temps de la journée.

D'après la figure l'on note que la vitesse de vent maximale 3.3 m/s , 3.4 m/s à midi (12 h00→13 h00), qui provoqué le refroidissement de la face extérieure de la vitre qui est liée à la vitesse du vent par le coefficient d'échange par convection.

IV.2.3. Température d'absorbeur

Montre la variation de température d'absorbeur de 4 positions des miroirs en fonction du temps en durant le mars 2023.



FigureIV3. : les température d'évaporation dans les cinq distillateurs en fonction du temps local.

D'après la figure on remarque que la température de l'absorbeur, il augmente avec le temps jusqu'à qu'il prend la une valeur maximale à midi, ensuite elle diminue en fonction de l'horaire car en effet l'intensité de rayonnement solaire évolue de la même manière.

Pour le miroir du tous les côtés de distillateurs solaires, augmente jusqu'à qu'il prend la une valeur maximale 70.1 C° à 12h00 puis il diminue jus 'qua la valeur 60.3 C° à 16 h00

le miroir du côté sud et le miroir du côté gauche et côté droit, augmente jusqu'à qu'il prend la une valeur maximale 67.9 C° , 68.5 C° , 68.8 C° , à 13h00 puis il diminue jus 'qua la valeur 58.2C° , 52.6 C° , 60.5 C° , à 16 h00 respectivement.

Quant au distillateur solaire témoin, on remarque qu'il a augmenté jusqu'à atteindre la valeur maximale 65.6 C° à midi (13h00), après quoi il a progressivement diminué jusqu'à atteindre la valeur minimale 57.3C° à 16h00.

Nous expliquons la nette différence de température d'absorption due à une différence de quantité de chaleur résultant de la réflexion sur la base d'absorption du distillateur solaire.

Le distillateur solaire miroir du tous les côtés est considéré comme le meilleur en termes de production car la quantité de chaleur supplémentaire réfléchié sur le dispositif d'absorption était la plus importante possible par rapport aux distillateurs solaire de miroir à gauche et sud.

Quant au distillateur solaire à droite, il était presque similaire au témoin en termes de quantité de chaleur absorbée, et cela est dû à la réflexion, qui n'était valable qu'après midi.

A travers les observations mentionnées, nous concluons que le miroir a un effet direct sur la base d'absorption des distillateurs solaires.

IV.2.4. Température de condenseur

Montre la variation de température de condenseur de 4 positions des miroirs en fonction du temps durant mars 2023.

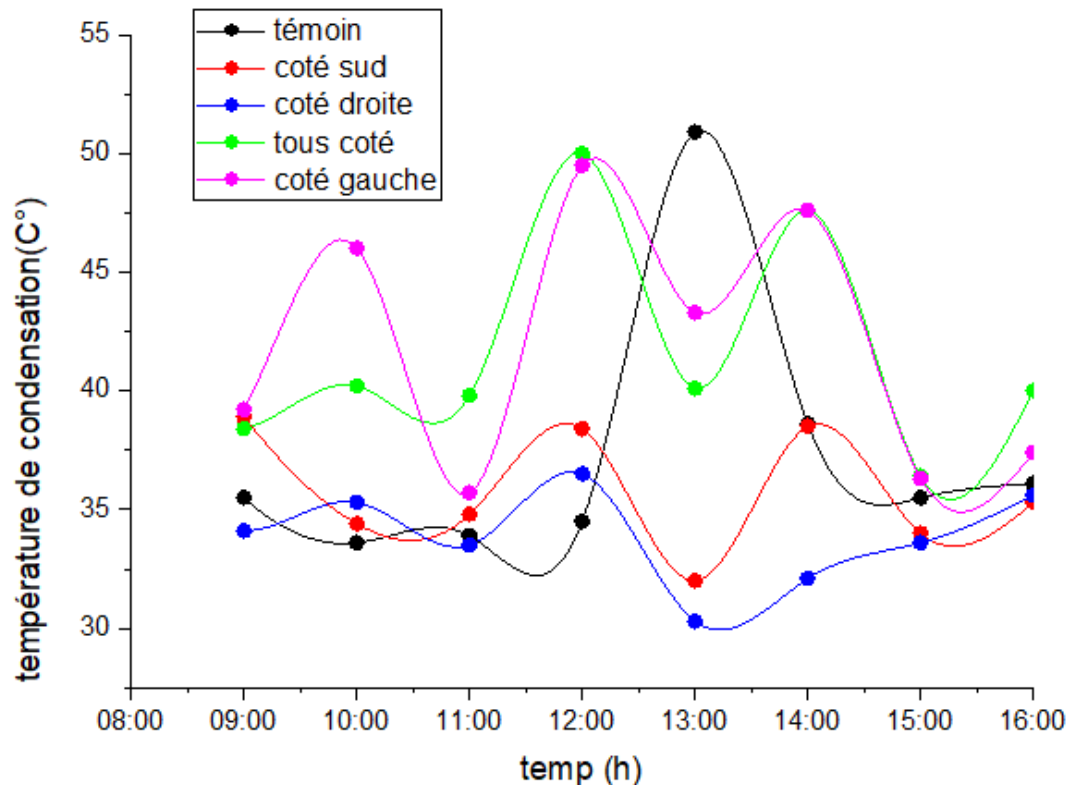


Figure IV.2 : Température de condensation dans les cinq distillateurs en fonction du temps local.

D'après la, des 5 distillateurs solaire on remarque que la température du condenseur augmente avec le temps jusqu'à prend une valeur maximale à 12h00, ensuite elle diminue.

Pour les distillateurs qui ont culminé à 12h ; ils sont le miroir du tous côtés de distillateur solaire avec une valeur de 50 C°, puis de miroir du côté gauche de distillateur valeur 49.5 C°, ensuite le miroir du côté droite de distillateur avec une valeur 36.5 C°.

Quant au témoin encore, il augmente également pour atteindre la valeur maximale, mais à l'heure 13h00(50.9 C°), puis diminue jusqu'à prend la valeur (36.1 C°).

Nous expliquons les différences dans les valeurs de condensation entre les distillateurs avec des miroirs et témoin, bien que les valeurs de température ambiante appliquées aux mêmes distillateurs solaire, confirment que la température de surface d'évaporation a un effet sur la température de condensation.

IV.2.5. La différence entre la température d'évaporation et condensation

A partir des données précédentes, on peut calculer les différences entre ($T_a - T_v$) pour chaque heure en fonction du temps durant mars 2023.

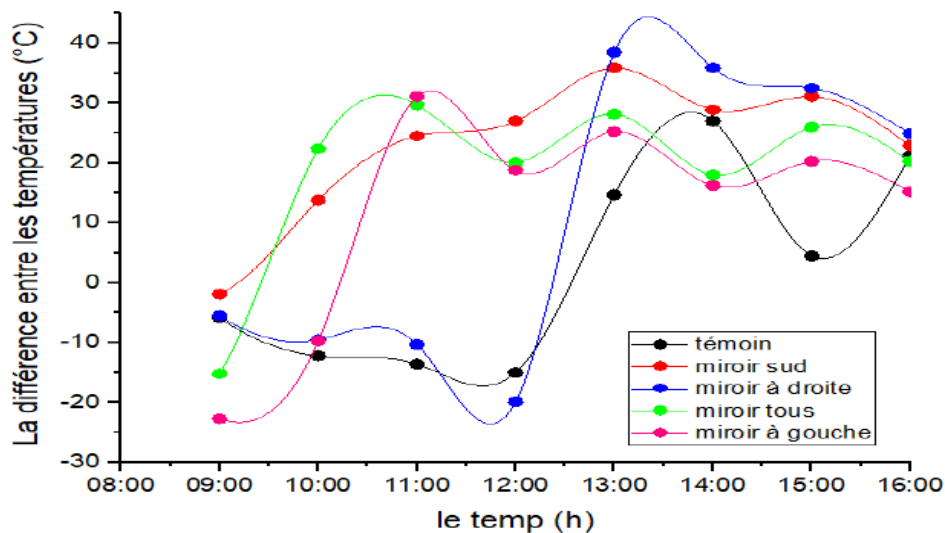


Figure IV.5. : les différences entre les températures de verres et d'absorbeurs dans les cinq distillateurs en fonction de temps local

La courbe montre une augmentation et une diminution fluctuantes de la différence entre la température du condenseur et de l'absorbeur avec l'heure de la journée

On constate que la différence entre la température de surface d'évaporation et la surface de condensation est grande à 13h00 pour le miroir du côté sud de distillateur (35.9°C) et le avec miroir du côté droite de distillateur solaire, la valeur est (38.5°C).

Pour le miroir du côté gauche et le miroir tous les côtés de distillateur, on remarque que le ΔT est très importante à 11h00 et les valeurs sont 31.1°C et 29.7°C respectivement ; Cela s'accompagne d'une petite quantité de production.

A 13h00 la valeur de ΔT est grande, pour distillateur solaire témoin (27°C)

On note les valeurs négatives du distillateur solaire témoin et le distillateur de miroir du côté à droite, en partant première heure d'expérience jusqu'à 12h00 à midi.

De même pour les autres distillateurs solaires, mais uniquement dans la première heure de l'expérience.

Nous expliquons le manque de production (miroir du côté gauche et des tous côtés) de distillateur solaire, même si le ΔT était grand à l'heure 11h00, dû à la présence d'une fuite dans distillateur solaire ou l'erreur de mesure du thermocouple.

Nous expliquons la valeur ΔT négative dans les premières heures de l'expérience en raison de la température de l'eau inférieure à celle de la couverture de condensation en raison du faible l'intensité de rayonnement solaire entrant, car elle était évaluée à 196w/h

Mais la valeur de ΔT était négative dans les 4 premières heures au distillateur solaire témoin et le miroir du côté à droite, pour la même raison que pour les autres distillateurs solaires, mais la continuité de ceci est due au fait qu'il ne contient pas de miroirs qui aident à améliorer le processus d'évaporation et de transfert de chaleur dus à la réflexion du rayonnement solaire que l'absorbeur reçoit au maximum et qui le transfert à l'eau, cela contribue au réchauffement de l'eau à l'intérieur du bassin ; C'est pour le témoin.

Quant à l'autre distillateur, nous expliquons que le miroir n'a pas donné l'effet approprié comme les autres distillateurs, car le soleil ne lui faisait face qu'à midi, lorsque l'effet notable a commencé sur les performances de distillateur solaire.

D'après les faits bien connus dans le domaine de la distillation solaire, nous concluons que la quantité de production de distillateur solaire est plus élevée chaque fois que ΔT est aussi grand que possible.

De même, en ce qui concerne la position du miroir, nous concluons que chaque fois que le miroir fait face au soleil, meilleures sont les performances de distillateur solaire, et cela est confirmé par les observations du miroir sur le côté droit de distillateur solaire.

IV.2.6. Production horaire

Montre la variation de production horaire de 4 positions des miroirs en fonction du temps en Mars 2023.

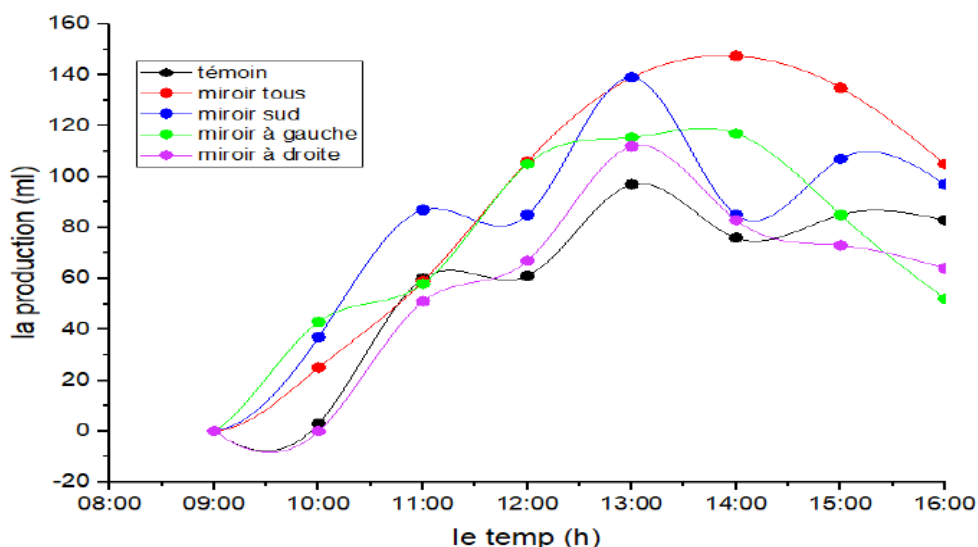


Figure IV.3: la production horaire des cinq distillateurs en fonction du temps local.

D'après le en observé l'augmentation production des 5 distillateurs solaire au cours de la journée quand l'intensité solaire augmente.

Le distillateur solaire témoin et distillateur solaire (le miroir du côté droite) et (miroir du côté sud), il augmentant jusqu'à la valeur maximale à 13h00 (97ml/h) (112ml/h) (139ml/h) respectivement.

La valeur maximale de distillateur solaire (le miroir du côté gauche) et le distillateur solaire (le miroir du tous les côtés) est (117ml/h) (139ml/h) à 14h00 respectivement.

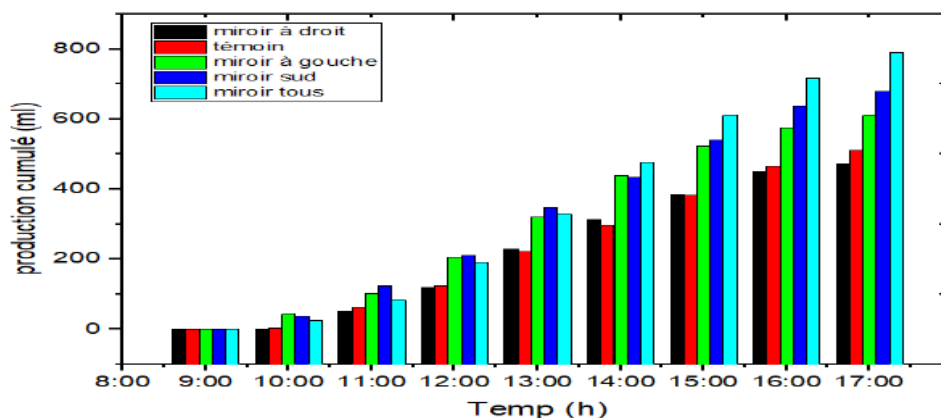
La productivité de tous les distillateurs solaire avec les miroirs augmente progressivement jusqu'à atteindre la valeur maximale à midi. Nous expliquons cela que le rayonnement solaire réfléchi sur le bassin d'absorption a atteint son maximum, ce qui a entraîné une augmentation de la température de l'eau et du taux d'évaporation à l'intérieur du distillateur, et donc le ΔT horaire est grand, c'est-à-dire positif.

Grâce à l'ensemble d'observations susmentionné concernant la température d'évaporation et de condensation et la différence entre elles, nous concluons que les miroirs sont le principal facteur de création de la différence pour le ΔT horaire, ce qui contribue à améliorer le coefficient de transfert de chaleur, donc améliore la productivité quotidienne du distillateur solaire.

D'autre part, l'augmentation de la productivité quotidienne est due à l'augmentation des taux de transfert de chaleur, à mesure que la profondeur de l'eau à l'intérieur du bassin diminue, ce qui offre un espace suffisant pour le processus de condensation.

IV.2.7. Production cumulée

Montre la variation de production cumulée de 4 positions des miroirs en fonction du temps en Mars 2023.



FigureIV7.: le cumul d'eau distillée produite par les quatre distillateurs durant les heures de la journée.

A travers la figure on constate une augmentation continue de la productivité quotidienne en termes de temps.

Nous remarquons que la meilleure production quotidienne a été obtenue lors de l'ajout de miroirs de tous les côtés de distillateur solaire, car la valeur a atteint 716,5 ml.

Puis il est suivi par distillateur solaire à miroirs sud d'une valeur de 637 ml ; Quant aux distillateurs de gauche, la productivité était en valeur 575,5ml.

On constate que la productivité journalière du bon distillateur solaire à miroir droite était très proche de celle du témoin ; avec une valeur 450 ml pour distillateur solaire à miroir droite et 465ml pour témoin.

Nous expliquons la valeur de la productivité élevée pour le distillateur solaire avec des miroirs de tous les côtés car la différence de température était supérieure au ΔT dans le reste du distillateur solaire.

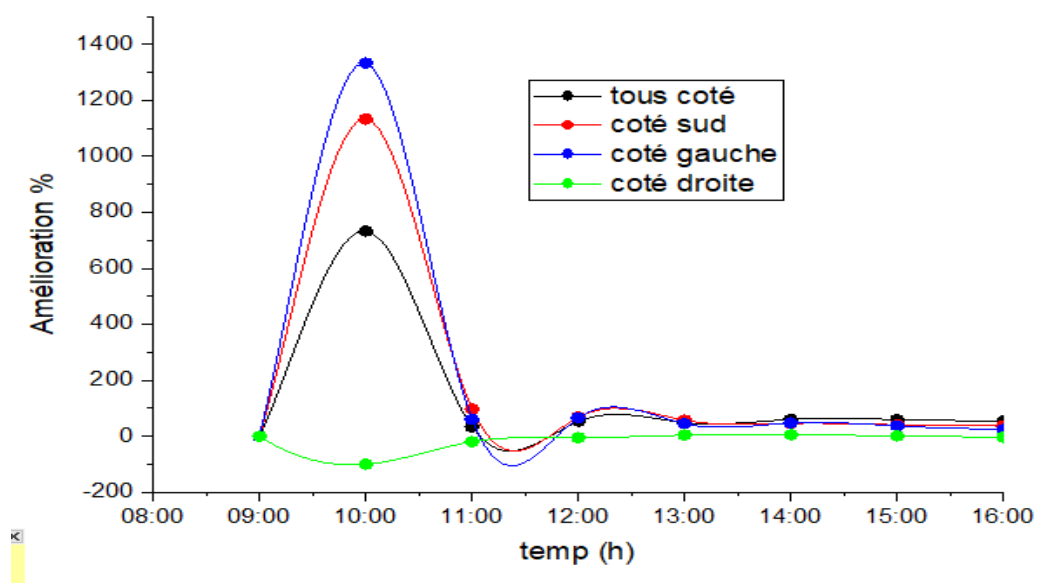
Cela est dû à l'effet direct des miroirs sur la base du distillateur solaire, qui a conduit à une augmentation de la quantité de chaleur à l'intérieur de l'eau, qui à son tour a conduit à une amélioration du processus d'évaporation.

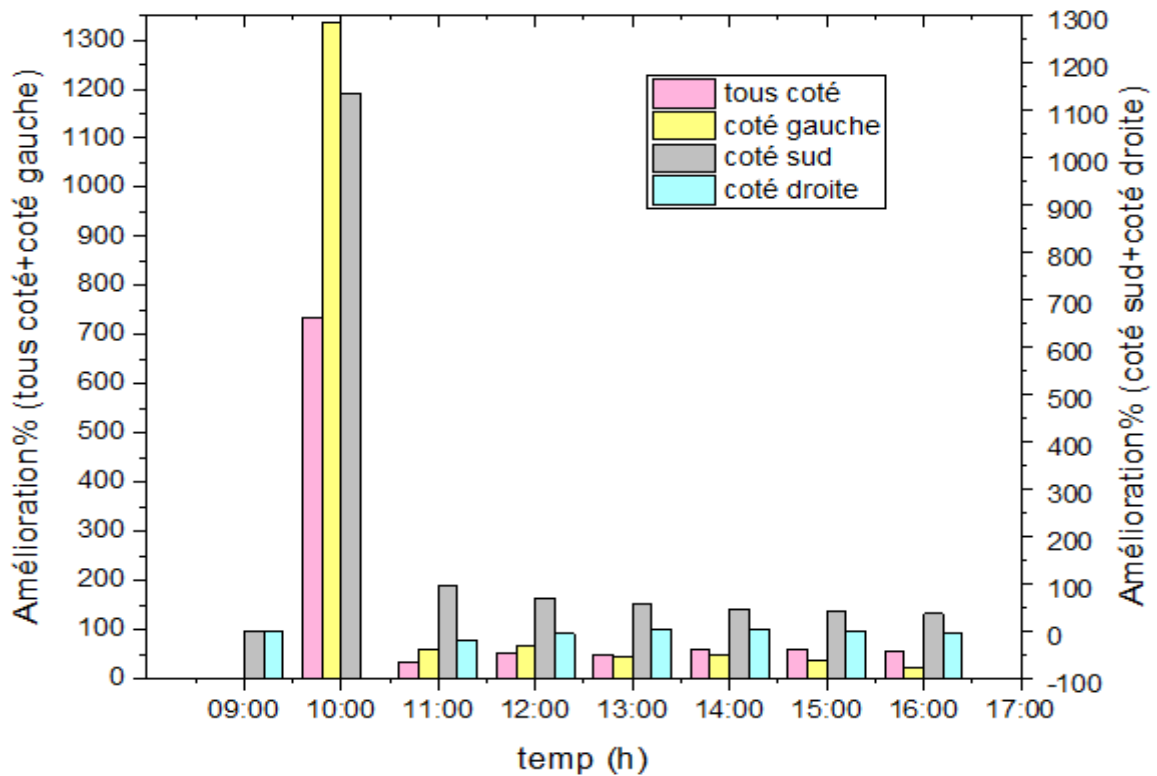
Nous concluons que les miroirs affectent indirectement le processus d'évaporation, ce qui conduit à la meilleure performance et productivité possible.

L'ajout d'un miroir sur les côtés de distillateur solaire est indispensable pour poursuivre les études afin de résoudre le problème posé.

IV.2.8. Amélioration de miroir

Montre la variation l'amélioration de distillateur en fonction du temps en Mars 2023.





FigureIV8.: amélioration de production cumul durant les heures de la journée.

Les résultats obtenus montrent que les rendements du distillateur solaire avec des miroirs sont améliorés d'environ :

- 54.08 % pour le distillateur solaire (miroir de tous les côtés).
- 36.99 % pour le distillateur solaire (miroir sud)
- 19.78 % pour le distillateur solaire (miroir sur la gauche)
- -3.22 % pour le distillateur solaire (miroir à droite)

Sur la base des résultats ci-dessus, nous expliquons la valeur d'amélioration négative pour les miroirs de droite, car le distillat était trompeur et la température du verre était élevée.

IV.3. La qualité d'eau avant et après l'expérience

D'après les mesures obtenues avant et après la distillation sur la qualité d'eau, mentionné dans le tableau suivant :

Tableau IV-1: qualité d'eau avant et après l'expérience.

La qualité d'eau	ph	Conductivité $\mu\text{s/cm}$
L'eau distillée(en générale)	7.5	0
L'eau robinier	6.89	3.05
L'eau distillée par miroir	6.69	0.15

On observe clairement l'efficacité de la distillation solaire sur la qualité excellente d'eau, qu'il réponde à l'exigence de la potabilité d'eau demandé par les normes nationale et internationales

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a exploré l'impact de l'utilisation de miroirs dans le processus de distillation solaire. L'objectif principal de cette étude était de déterminer dans quelle mesure les miroirs pouvaient améliorer l'efficacité et la productivité des distillateurs solaires.

Les résultats obtenus dans cette recherche ont démontré que l'utilisation de miroirs dans les distillateurs solaires avait un effet significatif sur la production d'eau distillée. Les différentes positions des miroirs ont conduit à des améliorations variées :

- Côté gauche : augmentation de 19.78%
- Côté sud : augmentation de 36.99%
- Côté droit : diminution de 3.22%
- Tous les côtés : augmentation de 54.08%

Les miroirs ont permis de concentrer davantage les rayons solaires sur la surface de distillation, augmentant ainsi la température de l'eau et accélérant le processus d'évaporation. Cela a conduit à une production accrue d'eau distillée par unité de temps.

De plus, l'utilisation de miroirs a également permis d'optimiser l'utilisation de l'énergie solaire en réduisant les pertes thermiques et en maximisant l'absorption des rayons solaires. Cela a conduit à une amélioration globale de l'efficacité énergétique du distillateur solaire, ce qui est crucial dans les régions où les ressources en énergie sont limitées.

En conclusion, cette étude confirme l'importance des miroirs dans l'augmentation de la production des distillateurs solaires. L'intégration de miroirs dans la conception et l'implémentation des distillateurs solaires peut significativement améliorer leurs performances, en augmentant l'efficacité énergétique et en augmentant la production d'eau distillée. Ces résultats sont prometteurs pour les régions où l'accès à l'eau potable est limité et où les ressources énergétiques renouvelables sont abondantes.

Il convient de souligner que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour optimiser la conception des distillateurs solaires et évaluer leur viabilité économique à grande échelle. Cependant, cette étude pose les bases d'un développement futur dans le domaine de la distillation solaire et ouvre la voie à de nouvelles possibilités pour fournir de l'eau potable propre et sûre dans les régions arides et éloignées.

Perspectives : Les résultats prometteurs de cette étude ouvrent de nombreuses perspectives pour la recherche future dans le domaine de la distillation solaire. Voici quelques pistes à explorer :

1. Optimisation de la conception.

2. Études économiques.
3. Applications pratiques.
4. Durabilité environnementale.

En poursuivant ces perspectives de recherche, il sera possible de faire progresser davantage la distillation solaire et de développer des solutions durables pour répondre aux besoins croissants en eau potable dans le monde.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. HAMMI, Y., *Distillation solaire des eaux salées par nouvelles techniques*.
2. Foutia, Y. and M. Djelmami Hani, *AMELIORATION DES PERFORMANCES D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE AVEC NANOPARTICULE «ÉTUDE EXPERIMENTALE*. 2021, جامعة غرداية.
3. Aburideh, H., et al., *An experimental study of a solar still: Application on the sea water desalination of Fouka*. 2012. **33**: p. 475-484.
4. SDWF. *distillation de l'eau solaire*. Available from: <https://www.safewater.org/french-fact-sheets/2018/8/21/distillation-de-leau-solaire>.
5. Hichem, B., *Etude et conception d'un distillateur solaire à usage agricole*. 2012, thèse de doctorat 2012, Université des Frères Mentouri, Constantine-1.
6. AMADOU, W.I., *Amélioration des performances d'un chauffe eau solaire à concentration à€"préparation d'une phase d'industrialisation*. 2016.
7. Malik, M.A., et al., *Solar distillation (a practical study of a wide range of stills and their optimum design, construction, and performance)*. 1982.
8. Chaker, A. and N.J.è.J.I.d.T.T. Boukerzaza, Maroc, *Caractéristiques de fonctionnement d'un distillateur solaire*. 2005: p. 15-17.
9. Khalifa, A.J.N.J.E.c. and management, *On the effect of cover tilt angle of the simple solar still on its productivity in different seasons and latitudes*. 2011. **52**(1): p. 431-436.
10. Kabeel, A., et al., *Augmenting the productivity of solar still using jute cloth knitted with sand heat energy storage*. 2018. **443**: p. 122-129.
11. Kabeel, A., et al., *Theoretical and experimental parametric study of modified stepped solar still*. 2012. **289**: p. 12-20.
12. Sellami, M., *Etude et amélioration des techniques de distillation solaire dans la région Sud-Est Algérien (Ouargla)*. 2014, Thèse de Doctorat: Sciences Physiques, Physiques Energétique. Université
13. Sodha, M., et al., *Double basin solar still*. 1980. **20**(1): p. 23-32.
14. BEN HORMA, H., K. DAOUDI, and H. BERDJI, *Distillation solaire de l'eau en présence de différents types de charbon*. Université KASDI-MERBAH Ouargla.
15. ZERROUKI, M., et al., *Simulation et expérimentation d'un distillateur solaire à film capillaire dans le sud Algérien*. 2012. **4**(1): p. 12-12.
16. Nafey, A.S., et al., *Parameters affecting solar still productivity*. 2000. **41**(16): p. 1797-1809.
17. Okeke, C., S. Egarievwe, and A.J.E. Animalu, *Effects of coal and charcoal on solar-still performance*. 1990. **15**(11): p. 1071-1073.
18. ا.د.س.س.م. عواد, تحسين اداء المقطر الشمسي الهرمي باستخدام شمع البارافين. 2022. سلوم, ب.ح.ا.ع.ح.
19. ر. حيزية, دراسة تجريبية و تحليلية لتحسين أداء المقطر الشمسي البسيط في منطقة ورقلة. جامعة قاصدي سعيدة, ج. مـرباح ورقلة.
20. Rajaseenivasan, T., et al., *A review of different methods to enhance the productivity of the multi-effect solar still*. 2013. **17**: p. 248-259.
21. Garcia-Rodriguez, L. and C.J.D. Gomez-Camacho, *Conditions for economical benefits of the use of solar energy in multi-stage flash distillation*. 1999. **125**(1-3): p. 133-138.
22. Ahmed, M., M. Hrairi, and A.J.R.E. Ismail, *On the characteristics of multistage evacuated solar distillation*. 2009. **34**(6): p. 1471-1478.
23. First, O.S. and S.A. CHAKER, *Optimisation théorique du fonctionnement d'un distillateur solaire à film capillaire*.
24. Zerrouki, M., et al., *Simulation study of a capillary film solar still coupled with a conventional solar still in south Algeria*. 2014. **85**: p. 112-119.

25. Bouchekima, B., et al., *Performance study of the capillary film solar distiller*.1998. **116**(2-3): p. 185-192.
26. Bouchekima, B., et al., *Etude théorique et application pratique du distillateur solaire à film capillaire*.2000. **39**(3): p. 442-459.
27. Al-Hinai, H., et al., *Effect of climatic, design and operational parameters on the yield of a simple solar still*.2002. **43**(13): p. 1639-1650.
28. De Herde, A. and A.J.É.L.M. Liébard, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique: concevoir, édifier et aménager*.2005.
29. Zhang, J., A. Gupta, and J.J.H.t.e. Baker, *Effect of relative humidity on the prediction of natural convection heat transfer coefficients*.2007. **28**(4): p. 335-342.
30. Tabet, I. and N. Bellel, *Etude d'un distillateur solaire à cascade*.2017.
31. Cherraye, R., et al., *The effect of tilt angle on solar still productivity at different seasons in arid conditions (south Algeria)*.2022. **43**(1): p. 1847-1853.
32. Messaoudene, S., *Etude et réalisation d'un distillateur solaire avec stockage d'énergie*. 2018, UMMTO.
33. Badran, O.O.J.D., *Experimental study of the enhancement parameters on a single slope solar still productivity*. 2007. **209**(1-3): p. 136-143.
34. Tripathi, R. and G.J.D. Tiwari, *Effect of water depth on internal heat and mass transfer for active solar distillation*. 2005. **173**(2): p. 187-200.
35. Badran, O.O., M.M.J.H. Abu-Khader, and m. transfer, *Evaluating thermal performance of a single slope solar still*.2007. **43**: p. 985-995.
36. MEKKI Amin, D.W., *Amélioration de la production d'un distillateur solaire avec chambre de condensation refroidie par l'effet thermoélectrique*.2021.
37. تحسين مردود الخلايا الشمسية بواسطة العواكس المسطحة، حجاج،
38. solaire, c. *tout sur la fonctionnement du four solaire*. 2023; Available from: <https://www.cuiseur-solaire.com>.
39. SAHRAOUI, C., *Investigation expérimentale pour la réalisation d'un cuiseur solaire à réflecteur composé (CPC) avec tube sous vide*. 2021, université Ghardaia.
40. ESPARGILLIERE, H., et al., *Approche innovante de refroidissement sec et de production d'eau pour centrale électrosolaire thermodynamique à cycle de Rankine*.
41. MOUSSAOUI MOULAY, Z., H. MOUSSAOUI MOULAY, and A. BENATTILAH, *Etude et simulation d'un système solaire thermique cylindro-parabolique*. 2016, Université Ahmed Draia-ADRAR.
42. Sopian, K. and Z. Rahman. *Performance experimental study of solar still with reflector to produce fresh water and salt*. in *MATEC Web of Conferences*. 2018. EDP Sciences.
43. Khechekhouche, A. and A. Boukhari, *L'effet d'un réflecteur sur la productivité d'un distillateur solaire à simple pente*.
44. Ganashree, T., G.D. Mello, and K.J.M.T.P. DilipKumar, *Effect of reflector on performance of solar still*. 2023.
45. Omara, Z., et al., *A review of solar still performance with reflectors*. 2017. **68**: p. 638-649.
46. Hadj-Taieb, L., et al., *Improving the performance of trays solar still by using sand beds and reflectors*. 2023. **71**: p. 659-668.
47. Abdullah, A., et al., *Enhancing the solar still performance using reflectors and sliding-wick belt*.2021. **214**: p. 268-279.
48. Zayouti, E., et al. *Distillation solaire: Amélioration de la condensation de la vapeur d'eau dans les distillateurs solaires*. in *International Forum on Renewable Energies, Agadir, Maroc*. 2002.
49. خشخوش, et al., *Etude expérimentale d'un distillateur solaire plan pour une communauté saharienne*. 2016.
50. ابراهيم, et al., *L'effet de type de l'isolant sur le rendement d'un distillateur solaire*. 2022.

51. solairepedia. *solaire thermique à concentration*. 2017; Available from: http://fr.solarpedia.net/wiki/index.php?title=Solaire_thermique_à_concentration.
52. wikipédia, *miroir plan*. https://fr.wikipedia.org/wiki/Miroir_plan