

République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana



Faculté des Sciences et de la Technologie Département de la Technologie

Mémoire du fin d'étude pour l'obtention du diplôme de

Master

En

« Filière : Génie Mécanique »

« Spécialité : Energétique »

Thème :

**Amélioration de la production d'un distillateur solaire avec
chambre de condensation refroidie par l'effet thermoélectrique**

Réalisé par

- **MEKKI Amin**
- **DAMENE Wail**

Encadré par

Dr. KERFAH Rabah

Co-Encadré par

YAHIA MAHAMMED Khaled

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu, nous tenons à remercier vivement tous qui, de près ou de loin ont participé à la rédaction de ce document.

Dédicace

Nous dédions ce travail à nos familles.

Résumé :

La distillation solaire joue un rôle très important dans la vie mais le rendement du distillateur simple est très faible. Le but de cette étude est d'essayer d'améliorer le rendement en ajoutant une chambre de condensation refroidie par deux plaques Peltiers. Dans ce travail on a fait une réalisation. Au début on a réalisé : le distillateur par les éléments suivants : Polystyrène, Verre de 4 mm, silicone thermoplastique, réservoir d'eau, une plaque de cuivre, les plaques Peltiers, des ventilateurs de processeur pc, tuyauterie, fer galvanisé pour l'absorbeur, peinture noire mate pour l'absorbeur pour absorber le maximum possible de la chaleur.

Dans la rédaction on a fait une étude bibliographique sur les distillateurs solaires, une étude expérimentale et dans le 3^{ème} chapitre on a mis les résultats et enfin on a pris une conclusion générale.

On a pris les résultats de deux jours du mois d'octobre (07 et 10 octobre 2020).

On a trouvé que les résultats d'un distillateur avec une chambre de condensation refroidie par le Peltier sont mieux que les résultats sans Peltier.

On a conclu que pour améliorer notre distillateur il faut ajouter plus du temps au Peltier pour avoir un très bon résultat.

Abstract :

Solar distillation plays a very important role in life, the efficiency of the simple solar still is very low. The aim of this study is to try to improve its efficiency using a condensing chamber cooled by two Peltier plates.

In this work we made a realisation. At the beginning we realized: the still by the following elements: Polystyrene, 4 mm glass, thermoplastic silicone, water tank, a copper plate, Peltiers plates, pc processor fans, piping, galvanized iron for the absorber , matte black paint for the absorber to absorb the maximum possible heat.

In the drafting we made a bibliographical study on solar stills, an experimental study and in the 3rd chapter we put the results and finally we took a general conclusion.

We took the results of two days in October (07 and 10 October 2020).

We found that the results of a still with a Peltier-cooled condensing chamber are better than results without a Peltier.

We concluded that to improve our still, we need to add more time to the Peltier to have very good results.

الملخص:

يلعب التقطير الشمسي دورًا مهمًا جدًا في الحياة ولكن كفاءة المقطر الشمسي البسيط منخفضة جدًا. الهدف من هذه الدراسة هو محاولة تحسين كفاءته بإضافة حجرة تكثيف مبردة بواسطة لوحين بلتير (Peltier). في هذا العمل قمنا بإنجاز مقطر شمسي. في البداية ركبنا المقطر الشمسي من العناصر التالي التالية: بوليسترين ، زجاج 4 مم ، سيليكون لدن بالحرارة ، خزان مياه ، لوح نحاسي ، ألواح بلتير *Peltier* ، مراوح معالج الكمبيوتر ، أنابيب ، حديد للممتص ، طلاء أسود غير لامع للممتص لامتصاص أقصى حرارة ممكنة.

في كتابة المذكرة قمنا بعمل دراسة ببليوغرافية عن المقطرت الشمسية ، دراسة تجريبية وفي الفصل الثالث وضعنا النتائج وأخيرًا توصلنا إلى استنتاج عام.

أخذنا نتائج يومين من شهر أكتوبر (07 و 10 أكتوبر 2020).

وجدنا أن نتائج غرفة التكثيف المبردة بلتير (*Peltier*) أفضل من النتائج بدون بلتير (*Peltier*)

خلصنا إلى أنه لتحسين ما لدينا ، نحتاج إلى إضافة المزيد من الوقت إلى بلتير (*Peltier*) لتحقيق نتائج جيدة للغاية.

Sommaire

Introduction générale	1
I.2 L'eau en Algérie :	5
I.2.1 Les ressources en eau de l'Algérie :	5
I.2.1.a Les principaux bassins fluviaux en Algérie :	6
I.2.1.b Ressources non-traditionnels :	7
I.2.1.c Réutilisation des eaux usées :	7
I.3/ La distillation solaire :	7
I.3.1 Historique :	7
I.3.2/ Les différents types de distillateurs solaires :	8
I.3.2.A/ Le distillateur solaire plan à effet de serre :	8
I.3.2.B Distillateur solaire à multiples effets :	9
I.3.2.B .a Distillateur solaire à deux effets :	10
I.3.2.C Le distillateur solaire incliné à mèche	10
I.3.2.D Distillateur à concentration :	11
I.4 Synthèse bibliographique sur distillateur solaire avec condensation séparée :	11
A. Distillateur solaire avec condenseur séparé :	11
I.5 Effet thermoélectrique (effet Peltier) :	13
I.5.1 Définition :	13
I.5.2 Applications de l'effet Peltier : modules ou cellules de Peltier	14
I.6 Utilisation de l'effet Peltier dans la distillation solaire :	14
Chapitre II : Etude expérimentale	17
II.1 Introduction	17
II.2 Présentation générale du lieu d'expérimentation (KhemisMiliana).....	17
II.3 Conception du distillateur solaire avec chambre decondensation	17
II.3.1 Description du bancd'essais :	17
II.3.1.1 Le distillateur:.....	19
II.3.1.1.1 L'absorbeur:.....	20
II.3.1.1.2 Couverture verrière(verre).....	20
II.3.1.1.3 L'isolationthermique:.....	21
II.3.1.1.4 La chambre de condensation:	21
II.3.1.2 Les accessoiresd'alimentation	21
II.3.1.2.1 Réservoir d'alimentation en eausaumâtre:.....	22
II.3.1.2.2. Deux cuves pour la récupération dudistillat:	22

II.4. Expériences :	23
II.4.1 Les paramètres mesurés	23
II.4.1.1 Mesure de température	23
II.4.1.1.1 Emplacement des thermocouples	24
II.4.1.2 Mesure du flux global:	25
II.4.1.4 Mesure de la quantité d'eau distillée:	25
II.5 Paramètres de fonctionnement d'un distillateur solaire:	25
II.5.1 Le rendement le débit de distillat ou la production:	25
II.5.2 L'efficacité:	26
II.5.3 La performance:	26
Chapitre III: Résultats et discussion	28
III.1 Introduction	28
III.2 La production de l'évaporateur en fonction du temps	28
III.3 La production de la chambre en fonction du temps	29
III.4 La production horaire en fonction du temps	30
III.5 Rayonnement en fonction du temps	31
III.6 La variation de la température ambiante en fonction du temps	32
III.7 La variation de la température du vitre extérieur	33
III.8 La variation de la température du vitre intérieur	34
III.9 La variation de la température d'air humide en fonction du temps	35
III.10 La variation de la température de saumure	36
III.11 La variation de la température de l'absorbeur en fonction du temps	37
III.12 La variation de la température d'aire humide dans la chambre de condensation	38
III.13 La variation de la température de la plaque en fonction du temps	39
Conclusion générale	41
Références	43

Liste des figures:

Figure I.1 Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques). [3]	6
Figure I.2 Distillateur solaire plan à effet de serre. [12].....	9
Figure I.3 diagramme schématique d'un distillateur solaire avec deux effets. [14].....	10
Figure I.4 Distillateur solaire incliné à mèche. [12].....	11
Figure I.5 Concentrateur cylindro-parabolique. [13].....	11
Figure I.6 Distillateur solaire avec condenseur séparé. [14].....	12
Figure I.7 Distillateur solaire à cascade avec réflecteur set condenseur externe. [14]	13
Figure I.8 Schéma d'une cellule à effet Peltier. [15].....	13
Figure I.9 Distillateur à effet peltier. [16].....	15
Figure II.1 Le banc d'essai du système de distillation.....	17
Figure II.2 Le dessin 3d en solidworks du banc d'essais	18
Figure II.3 Le dessin 3d en solidworks du banc d'essais (face frontale)	18
Figure II.4 Le dessin 3d en solidworks du banc d'essais (face arrière)	19
Figure II.5 le distillateur solaire avec chambre de condensation.....	19
Figure II.6 Dessin d'absorbeur sur Solidworks	20
Figure II.7 Une Plaque à effet Peltier	21
Figure II.8 réservoir d'eau saumâtre	22
Figure II.9 Dessin du réservoir sur Solidworks	22
Figure II.10 HYDRA FLUKE SERIES II.....	23
Figure II.11 Pyranomètre de type PYRANOMETRE TYPE CMP 11	25
Figure III.1 Production de l'évaporateur en fonction du temps.....	28
Figure III.2 Production de la chambre en fonction du temps	29
Figure III.3 Production horaire en fonction du temps.....	30
Figure III.4 Rayonnement en fonction du temps	31
Figure III.5 Température ambiante en fonction du temps	32
Figure III.6 Température de vitre extérieur en fonction du temps.....	33
Figure III.7 Température du vitre intérieur en fonction d temps	34
Figure III.8 Température d'air humide dans le distillateur en fonction du temps.....	35
Figure III.9 Température de saumure en fonction du temps.....	36
Figure III.10 Température de l'absorbeur en fonction du temps	37
Figure III.11 Température d'air humide de la chambre de condensation en fonction du temps	38
Figure III.12 Température de la plaque en fonction du temps.....	39

Liste des Tableaux

Tableau II.1 Emplacement des thermocouples	24
--	----

Nomenclature

Rg	L'efficacité globale.
Q _{ev}	Quantité de chaleur utilisée pour l'évaporation par unité de temps.
A _g	Superficie du capteur (aire de la vitre).
I _g	Énergie solaire globale incidente par mètre carré (m ²) sur une surface horizontale, pendant un jour.
L _v	Chaleur latente de vaporisation.
N _d	Le débit du distillat
FPB	facteur de performance brut.
FPH	facteur de performance horaire.

Introduction générale

Introduction générale

Divers rapports ont été rédigés par des organisations des Nations Unies décrivant problème grave de pénurie d'eau et problème de quantité d'eau [des millions de personnes meurent à cause de la consommation des eaux polluées. De plus, l'eau couvre plus de 70% de la surface de notre planète, mais seulement 3% de cette quantité est de l'eau fraîche dans les rivières, les lacs ou souterrain, et cette quantité limitée doit être traitée pour être potable.

Le monde connaît aujourd'hui une croissance démographique rapide, la croissance rapide de l'industrie et de l'agriculture, et la qualité de vie élevée, ont augmenté le besoin d'eau potable. Le dessalement des océans et des mers est la solution attractive pour ce problème. Mais puisque le dessalement est énergivore cela créera un autre problème, ce qui est les combustibles fossiles. Mais les scientifiques ont trouvé une solution prometteuse. C'est la distillation solaire.

Dans cette étude on va essayer d'améliorer la production du distillat en utilisant un distillateur solaire avec chambre de condensation refroidie avec deux plaques Peltier.

Chapitre I :

Etude bibliographique

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1 L'eau au monde :

I.1.1 L'eau sous différentes formes

L'eau couvre environ 70% de la planète, c'est-à-dire environ 1.4 milliards de km³. C'est pour cela qu'on donne souvent à la Terre le nom de planète bleue.

Dans toute cette eau, 97.2% est de l'eau salée et seulement 2.8% est de l'eau douce.

Les 2.8 % d'eau douce se répartissent de la façon suivante :

- 2.15% de glace polaire
- 0.63% d'eaux souterraines
- 0.02% d'eaux de surface (lacs, fleuves, rivières...)
- 0.001% d'eau atmosphérique

La majorité de l'eau douce est sous forme de glace polaire qui est inutilisable. Il ne reste donc qu'environ 1/4 de l'eau douce pour que tous les habitants de la planète puissent assouvir leurs besoins, c'est donc très peu. Heureusement, cette eau se renouvelle assez rapidement : cela prend en moyenne 16 jours pour une rivière et 17 ans pour un lac. Cependant, il faut veiller à maintenir cette eau douce propre pour que la pollution ne détruise pas cette très petite partie d'eau utilisable par les hommes. [1]

I.1.2 Répartition de l'utilisation de l'eau

Utilisation des prélèvements mondiaux en eau :

Agriculture : 70 %

Industries : 20 %

Consommation domestique : 10%

L'agriculture consomme énormément d'eau à cause de l'irrigation des plantations qu'elle doit assurer. Au cours du 20^{ème} siècle, l'irrigation des terres cultivées a été multipliée par 5. Depuis 1960, les agriculteurs ont augmenté de 60 % le prélèvement d'eau pour leurs terres.

L'irrigation est nécessaire pour avoir de bons rendements dans l'agriculture et pour pouvoir ainsi nourrir la population. Elle est évidemment plus importante dans les pays arides ou semi-arides où les précipitations sont peu abondantes. Ainsi, la plupart des pays en voie de développement utilisent 90 % de leur eau douce pour irriguer leurs terres alors que les pays industrialisés n'en utilisent que 40 %. De plus, ces pays en voie de développement subissent souvent une forte croissance démographique, ce qui entraîne une augmentation des cultures et donc de l'eau utilisée pour irriguer ces cultures. A titre d'exemple, l'Asie à elle seule monopolise plus des 2/3 des terres irriguées, car la culture du riz a été intensifiée pour faire face à l'augmentation de population.

Mais les systèmes d'irrigation ne donnent souvent pas les résultats escomptés car une grande partie de l'eau s'évapore au lieu d'alimenter les plantes, sans compter les fuites et d'autres pertes encore. De plus, les eaux de surface et les eaux souterraines peuvent être contaminées par une irrigation massive car l'eau provenant de l'irrigation et non utilisée par les plantes transporte, entre autres, avec elle des produits chimiques destinés aux cultures.

L'utilisation de techniques modernes devra donc se généraliser car ces techniques permettent de réduire la consommation d'eau.

Chapitre I: étude bibliographique

Les industries utilisent 20 % de l'eau douce pour toutes leurs activités. Cela représente quand même une grande fraction et elles pourraient la diminuer en essayant de développer des technologies utilisant moins d'eau ou en utilisant une eau de qualité moindre pour les usages ne nécessitant pas de l'eau potable.

La consommation domestique ne comprend que 10 % de l'utilisation mondiale en eau douce mais elle est très inégalement répartie. Pour te faire une idée :

USA : 300 litres par jour et par habitant

Europe : 100 à 200 litres par jour et par habitant

Pays du tiers-Monde : quelques litres à une dizaine de litres par jour et par habitant

I.1.3 Répartition inégale de l'eau dans le monde

L'eau est très inégalement répartie sur notre planète. Actuellement, 1.1 milliards de personnes n'ont toujours pas accès à l'eau salubre (= eau propre) et un tiers de la population mondiale est privée d'eau potable, c'est-à-dire celle que l'on peut consommer.

Neuf pays détiennent 60 % des ressources naturelles renouvelables d'eau douce du monde : le Canada, la Chine, la Colombie, le Pérou, le Brésil, la Russie, les Etats-Unis, l'Indonésie et l'Inde.

Environ 80 pays, c'est-à-dire 40 % de la population souffrent de pénurie d'eau. Parmi eux, certains pays n'ont quasi pas de ressources en eau : le Koweït, Bahrein, Malte, Gaza, les Emirats Arabes Unis, Singapour, la Jordanie, la Lybie.

En chiffres, cela donne selon UNESCO :

- 2.4 milliards de personnes sont privées de systèmes d'assainissement de base.
- 450 millions de personnes dans 29 pays sont confrontées à des problèmes de pénurie d'eau régulière.
- 15000 personnes dont 6000 enfants meurent chaque jour de maladies liées au manque d'eau potable. (10 personnes/minute dont 4 enfants)

Le climat est un élément clé au point de vue des ressources en eau qu'un pays peut se procurer. En effet, plus le climat est sec, moins les ressources en eau seront abondantes et au plus l'irrigation sera importante. De plus, des précipitations assez régulières sont plus faciles à gérer que des précipitations avec de fortes variations saisonnières.

Le problème d'accès à une eau de qualité n'est pas uniquement présent dans les pays arides, il est également bien réel dans les pays où il pleut beaucoup et où les équipements d'assainissement ne sont pas suffisants. [1]

I.1.4 L'or bleu : une richesse provoquant des conflits ?

L'eau devient de plus en plus rare et est, dès lors, de plus en plus convoitée. Elle constitue un enjeu politique et économique important. Si, dans les années à venir, la répartition de la ressource et sa gestion ne s'améliorent pas, le manque d'eau pourrait devenir une préoccupation importante pour les 2/3 de la population.

Deux préoccupations essentielles apparaissent quand on analyse la répartition de la ressource. D'une part, la plupart des pays les plus touchés par le manque d'eau sont des pays en voie de développement qui ne savent généralement pas faire face aux contraintes financières d'une gestion correcte de l'eau (de la production à l'assainissement). Pour certains pays, la pénurie d'eau constitue donc un frein au développement. D'autre part, les conflits risquent de se multiplier. Dans les pays où l'eau est une denrée rare, il faudra établir la répartition la plus judicieuse entre l'eau

réservée à l'agriculture et celle utilisée par les habitants. Des conflits pour l'eau à la frontière entre deux pays risquent également de devenir problématiques. L'ONU estime que 300 rivières transfrontalières peuvent constituer un enjeu conflictuel dans un avenir proche. [1]

A titre d'exemple, le proche et Moyen-Orient est considéré comme une zone à grands risques car les tensions sont déjà très importantes et les problèmes de manque d'eau devraient se faire sentir à brève échéance. Ainsi, le Nil peut également être source de discorde : il est en effet entouré par l'Egypte, le Soudan et l'Ethiopie et la région aride ne peut développer d'agriculture sans ce fleuve. Il y a encore beaucoup de cas similaires dans d'autres régions du monde. [1]

I.2 L'eau en Algérie :

I.2.1 Les ressources en eau de l'Algérie :

L'Algérie est l'un des plus grands pays d'Afrique avec une superficie de 2 381 741 kilomètres carrés sur les 30 millions de km² du continent africain, soit près du 1/12 de la surface totale de l'Afrique.

Les ressources en eau renouvelables de l'Algérie sont estimées à 19 milliards de mètres cubes par an, soit environ 450 mètres cubes par habitant et par an. C'est moins que les 500 mètres cubes par habitant recommandés chaque année et reconnus comme le seuil de pénurie d'eau indiquant une crise d'eau Les ressources en eau sont très inégales. [2]

L'Algérie compte 17 bassins-versants (Fig. 1). Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants. L'utilisation de l'eau est liée aux activités économiques. La connaissance des ressources en eau est la condition nécessaire pour une bonne gestion. Les instruments de gestion sont un outil indispensable pour l'organisation des institutions juridiques, économiques et administratives de ladite gestion. [2]

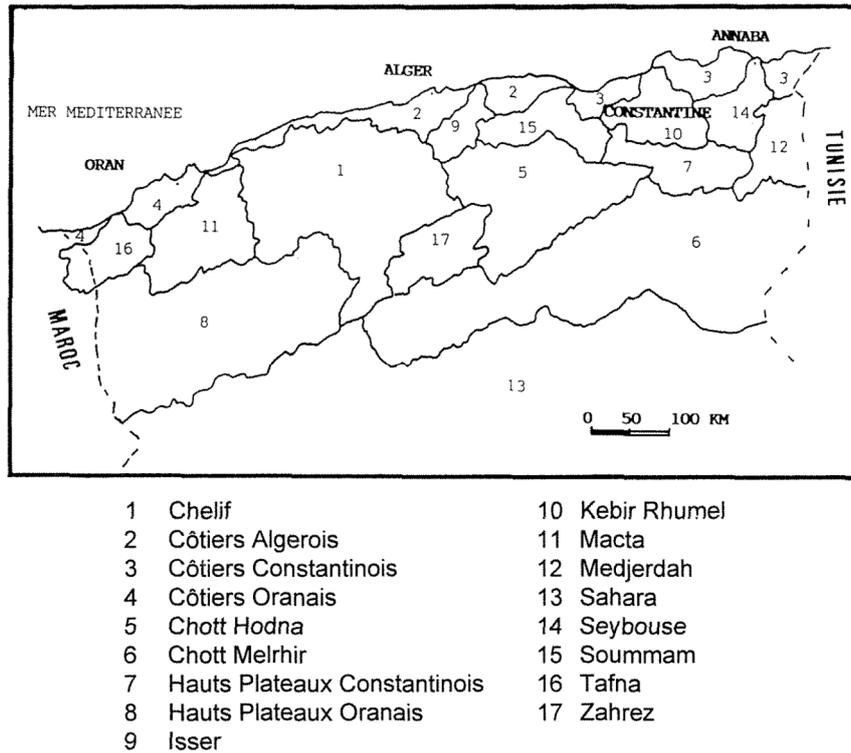


Figure I.1 Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques). [3]

I.2.1.a Les principaux bassins fluviaux en Algérie :

Les eaux souterraines (bassins/sources principaux ; disponibilité depuis 1950) sont estimées à 7,6 milliards de mètres cubes, mais la demande est beaucoup plus élevée dans le nord du pays. Les aquifères importants du Sahara répondent à 96 % de la demande d'eau du sud.

Les bassins d'eau souterraine de la région montagneuse du nord sont peu profonds et exploités à l'aide de puits et de sources. Alors que ces aquifères sont normalement refeed à un taux de 1,9 milliard de mètres cubes par an, les prélèvements d'eau totale sont estimés à 2,4 milliards de mètres cubes par an. La principale raison du déficit est le manque de gestion efficace des eaux souterraines associée à un manque de connaissance de la ressource, à un nombre élevé de puits illégaux et à un manque de coordination entre les autorités de l'eau.

Les eaux souterraines du sud sont essentiellement des eaux fossiles avec une très faible capacité de régénération. Les ressources en eau sont situées dans deux bassins d'eau qui se chevauchent, le composé final et l'entrelacement continental, qui forment le système de couche d'eau dans le nord-ouest du Sahara transfrontière. Le bassin de bateau final (100-400 mètres de profondeur) et le bassin continental entrelacé (1.000-1.500 mètres) contiennent d'énormes réserves allant de 30.000 à 40.000 milliards de mètres cubes. L'eau est extraite des aquifères profonds principalement à l'aide de puits profonds, tandis que l'eau est extraite des bassins peu profonds à l'aide du système traditionnel de fagara. [1]

I.2.1.b Ressources non-traditionnels :

(Dessalement, réutilisation des eaux usées, récolte de l'eau de pluie) comparent le pieu et la demande avec un déficit actuel en eau de 1,3 milliard de mètres cubes. La croissance démographique prévue signifie certainement que ce déficit augmentera, ce qui nécessite la mise en œuvre d'une nouvelle stratégie de dessalement de l'eau de mer et la réutilisation des eaux usées.

I.2.1.c Réutilisation des eaux usées :

La réutilisation des eaux usées traitées est devenue une priorité dans la nouvelle politique de l'eau, ce qui a entraîné la réparation d'anciennes usines et la construction de nouvelles installations. L'objectif est de construire 239 stations de traitement des eaux usées d'une capacité totale de 1,2 milliard de mètres cubes par an d'eau purifiée pour l'irrigation, préservant ainsi les ressources en eau traditionnelles et augmentant la production agricole.

I.3/ La distillation solaire :

La distillation (ou dessalement) par énergie solaire des eaux salées ou usées est utilisée pour produire et approvisionner en eau potable de petites communautés dans des régions isolées et ensoleillées où l'eau douce est insuffisante et/ou de mauvaise qualité.

L'approche élémentaire de la distillation solaire est l'analogie faite avec le cycle hydrologique naturel. En effet, l'homme a reproduit en un petit modèle ce cycle naturel qu'on appelle le distillateur solaire et qui consiste en :

- La production de la vapeur d'eau à partir d'une solution salée, chauffée par énergiesolaire via un absorbeur ;
- Le transport de cette vapeur par convection vers un condenseur transparent (vitre en verre ou couverture en plastique) où elle est condensée ;
- La collecte des gouttelettes condensées à l'aide de gouttières et le stockage de cette eau pour de futures utilisations.

Il y'a plusieurs modèles de distillateurs solaires qui utilisent ce procédé. Ils peuvent être différents en forme et en matériaux, mais tous utilisent le même principe et servent aux mêmes fonctions.

I.3.1 Historique :

La distillation solaire a été utilisée depuis plusieurs siècles où :

En **1551**, les premiers appareils pour distiller l'eau salée ont été conçus par les alchimistes arabes ; c'est une certitude rapportée par Mouchot [4].

En **1862**, le chimiste français Lavoisier a utilisé de larges lentilles en verre pour concentrer les rayons solaires afin de distiller l'eau contenue dans des flacons [5].

En **1872**, fabrication du premier distillateur solaire conventionnel de 5.000 m² de surface à Las-Salinas dans le nord du Chili par l'ingénieur suédois Carlos

Chapitre I: etude bibliographique

Wilson. A cause du problème d'accumulation rapide des sels dans le bassin, la nécessité d'un nettoyage régulier du distillateur a donné une fin de fonctionnement de ce dernier en 1910 [6].

En **1920**, Kaush a utilisé des réflecteurs métalliques pour concentrer les rayons solaires [6].

Au début des années 30, Trivino avait proposé un distillateur incliné, et en **1938** Abbot a utilisé des réflecteurs cylindriques paraboliques pour concentrer les rayons solaires acheminés dans des tubes contenant de l'eau [7].

En **1945**, invention d'un nouveau distillateur solaire type sphérique, où un grand nombre de ce modèle a été utilisé pendant la 2^{ème} guerre mondiale.

En **1952** l'université de Californie a commencé des investigations dont le but est d'étudier les effets de certains paramètres affectant le rendement tels que la géométrie et les différents matériaux d'isolation [8].

En **1953** Cyril Goméla a développé en Algérie une dizaine de types de distillateurs solaires qui ont été ensuite testés et commercialisés à travers l'Afrique du nord, le Sénégal et l'Australie [9].

En **1960** trois grandes stations de distillateurs solaires ont été construites en Tunisie.

En **1962** le groupe d'énergie solaire de l'Agence Tunisienne de l'Energie Atomique, a étudié activement la distillation solaire.

Entre **1963** et **1967** le CSIRO d'Australie (Common Wealth Scientific and Industrial Research Organization) a construit et testé plus de 8 distillateurs dans le but d'améliorer l'efficacité par l'étude de l'effet de certains paramètres [10].

En **1969** Cooper a proposé une simulation pour étudier les performances d'un distillateur solaire à effet de serre [11].

I.3.2/ Les différents types de distillateurs solaires :

I.3.2.A/ Le distillateur solaire plan à effet de serre :

C'est le distillateur le plus utilisé dans le monde. Il est constitué d'un absorbeur sous forme de bassin horizontal peint en noir (pour absorber le maximum de la radiation solaire) et rempli d'eau salée ou usée. Le tout est couvert d'une vitre transparente en verre (ou en plastique), inclinée d'un certain angle pour transmettre le maximum de la radiation solaire et faciliter l'écoulement des gouttelettes vers une gouttière placée en bas de la vitre. De là, l'eau condensée qui est une eau pure passe au stockage. Pour minimiser les pertes d'énergie de l'absorbeur, un isolant thermique couvre le bas du distillateur. (Fig1.2)[12]

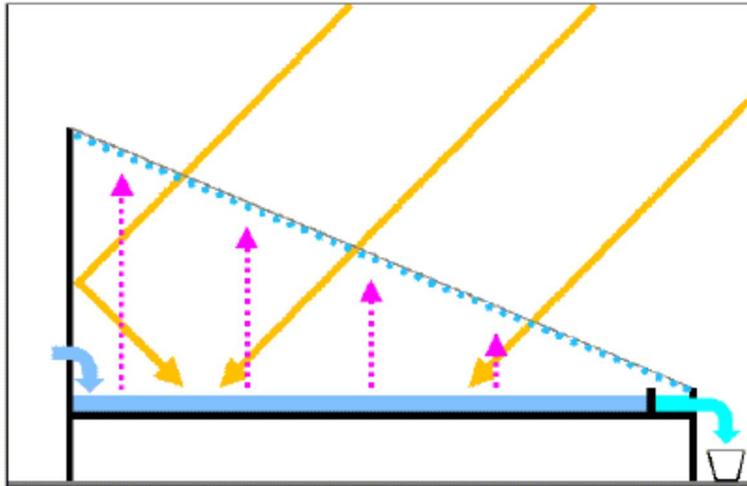


Figure I.1 Distillateur solaire plan à effet de serre. [12]

En opération, l'énergie solaire qui est transmise par la couverture va être absorbée par la plaque noire. La chaleur absorbée va passer par conduction de l'absorbeur à la solution salée.

Cette chaleur va faire augmenter la température de la solution et lorsqu'elle atteint la température de saturation, l'évaporation commence. La vapeur ainsi produite va se condenser lorsqu'elle sera en contact avec la vitre (car la température de la couverture est inférieure à celle de la vapeur).

Delà, le condensat passera dans le récipient via une gouttière. Parmi les inconvénients majeurs du distillateur solaire plan à effet de serre qu'on trouve dans la littérature, on peut citer :

- La surface horizontale du capteur plan (excepté pour les régions près de l'équateur) intercepte moins de radiation solaire que les surfaces inclinées.
- La grande capacité thermique de la solution salée qui se trouve sur la surface de l'absorbeur plan (valeur élevée de la chaleur spécifique de l'eau).
- Sur une longue période d'utilisation, il y'a une prolifération d'algues à l'intérieur du bassin.

Pour remédier à ces problèmes et augmenter le rendement du distillateur solaire, il a fallu :

- Incliner la surface de l'absorbeur pour recevoir le maximum de radiation solaire et faciliter aussi son nettoyage.
- Placer la vitre parallèle à la plaque, ce qui minimisera les pertes dues à la réflexion.
- Diminuer la capacité thermique de la solution utilisée pour pouvoir l'évaporer rapidement

Pour cela, un autre type de distillateurs solaires a été développé : c'est le distillateur solaire incliné.[12]

I.3.2.B Distillateur solaire à multiples effets :

Ce procédé est basé sur le principe de l'évaporation, sous pression réduite, d'une partie de l'eau de mer préchauffée à une température variant entre 70 et 80 °C. L'évaporation de l'eau a lieu sur une surface d'échange. La vapeur ainsi produite dans le premier effet est condensée pour produire de l'eau douce dans le deuxième effet, où règne une pression inférieure, ainsi la chaleur de condensation qu'elle cède permet d'évaporer une partie de l'eau de mer contenue dans le deuxième

effet et ainsi de suite. La multiplication du nombre d'effets est un paramètre de réduction de la consommation. [13]

I.3.2.B .a Distillateur solaire à deux effets :

Dans un distillateur solaire conventionnel à simple effet, la surface intérieure de la couverture en verre n'est disposée que pour la condensation et la différence de température à travers l'épaisseur de la vitre est très faible. Par conséquent, le taux de condensation est faible. Ceci rend le distillateur inefficace et c'est ainsi que le taux de condensation peut être augmenté en fournissant un condenseur supplémentaire. Du fait que la fourniture d'une surface supplémentaire de condensation permet l'augmentation de la capacité thermique de la zone d'évaporation, qui est due à l'augmentation de la chaleur latente de condensation utilisée par l'eau dans le bassin supérieur au niveau de la zone considérée.

Fath a étudié la performance d'une unité de distillation solaire à double effets, dans laquelle la vapeur venant à partir du premier effet (1^{er} bassin) est purgée dans le second effet (second bassin) puisque le second effet de la couverture à ailettes à une surface extérieure pour la maintenir au niveau de la température ambiante, et une surface intérieure réfléchissante pour minimiser les pertes par rayonnement. La productivité journalière observée est de 10.7kg/m²/j, et ce pour les conditions climatiques de la ville de Dhahran, en Arabie Saoudite. [14]

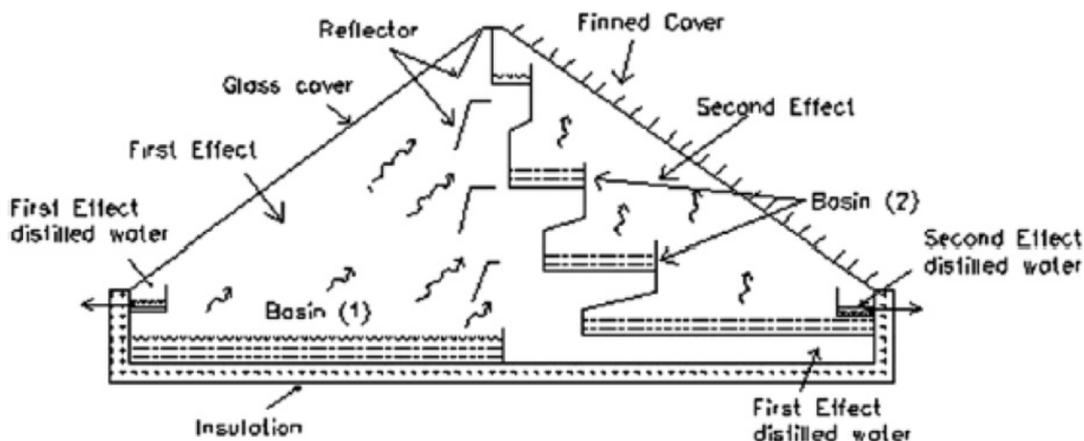


Figure I.2 Diagramme schématique d'un distillateur solaire avec deux effets. [14]

I.3.2.C Le distillateur solaire incliné à mèche

Il est constitué d'une plaque absorbante recouverte d'une matière poreuse noire, fermée par une vitre transparente (parallèle à l'absorbeur) et d'un isolant thermique sous l'absorbeur pour minimiser les pertes de chaleur. (Fig1.3)

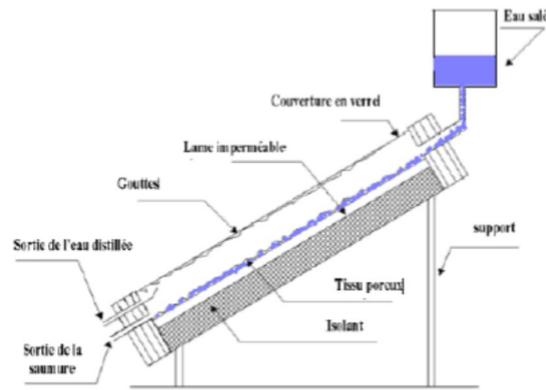


Figure I.3 Distillateur solaire incliné à mèche. [12]

En pratique, la solution salée qui est pompée en haut du distillateur, descend lentement le long de la surface poreuse noire. L'énergie solaire qui est transmise par la vitre et absorbée par la surface noire, passe à la solution par conduction. Lorsque la solution qui est en mouvement, atteint la température de saturation, l'évaporation commence. Cette vapeur sera condensée et collecter de la même manière que celle du capteur plan. La solution concentrée restante qui arrive en bas du distillateur sera jetée ou utilisée pour d'autres fins. [12]

I.3.2.D Distillateur à concentration :

Les distillateurs solaires à concentration fonctionnent selon le principe de la concentration et de la réflexion des rayons solaire. Ils utilisent une surface réfléchissante dont la forme permet de concentrer en un même point la réverbération de l'énergie [13]. Par exemple : Le concentrateur cylindro-parabolique. (Fig1.4)



Figure I.4 Concentrateur cylindro-parabolique. [13]

I.4 Synthèse bibliographique sur distillateur solaire avec condensation séparée :

A. Distillateur solaire avec condenseur séparé :

Une étude de modélisation a été réalisée sur la performance d'un autre type de distillateur solaire passif, muni d'un condenseur séparé. Le système dispose d'un bassin (1) dans la chambre

d'évaporation et deux autres bassins (2 et 3) dans la chambre de condensation, en plus d'une couverture en verre placée au-dessus du bassin d'évaporation et une couverture de condensation opaque sur le bassin (3).

La partie supérieure de la couverture de condensation a été protégée du rayonnement solaire pour garder la couverture relativement humide.

La vapeur d'eau du premier effet se condense sous la couverture en verre tandis que le reste s'écoule dans le condenseur, par purge et diffusion, et ensuite se condense en double dans le bassin (2) par récupération. Les résultats obtenus montrent que la productivité du distillat de ce type de distillateur solaire est de 62% plus élevée que celle issue d'un distillateur solaire conventionnel classique. [14]

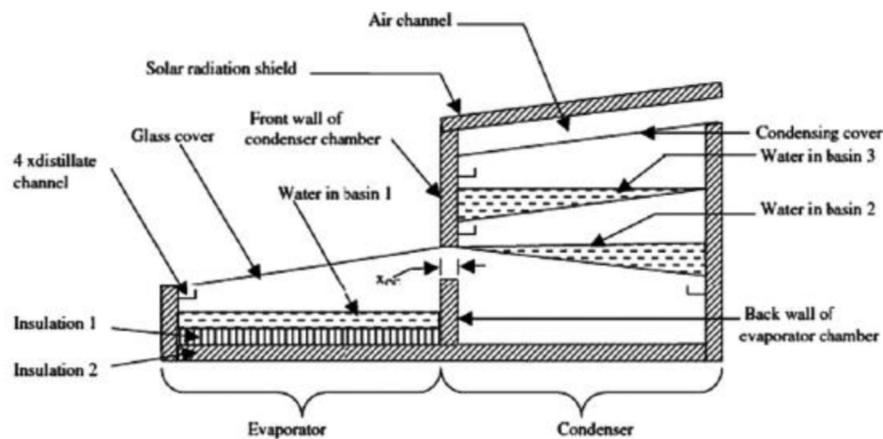


Figure I.5 Distillateur solaire avec condenseur séparé. [14]

B. Distillateur solaire à cascade avec réflecteurs et condenseur externe :

Une étude expérimentale d'un solaire à gradins avec des réflecteurs (internes et externes) et un condenseur externe a été conduite par El-Samadony et al. Dans leur étude, la largeur du plateau est égale à la largeur du pas (100 mm). Une comparaison entre le solaire photovoltaïque modifié et le sol solaire a été réalisée pour évaluer la performance du système de dessalement développé dans les mêmes conditions climatiques.

Un ventilateur d'aspiration a été relié à l'arrière étagé du dessus du dos pour retirer la vapeur d'eau et la transmet dans un condenseur. Le diagramme schématique du capteur solaire à gradins avec réflecteurs et condenseur externe est montré à la Fig.1.7. Ils ont indiqué que l'intégration d'un condenseur externe à un gradin améliorerait encore sa productivité. Au cours des expérimentations, la productivité de l'étape avec condenseur était d'environ 66% supérieure à celle de l'appareil classique. De plus, les résultats ont montré que l'installation de réflecteurs intérieurs et extérieurs (haut et bas) conduit à une augmentation de la température du verre (environ 9 ° C par rapport à la température conventionnelle) et augmente ainsi la résistance à la condensation. En outre, la température de l'eau salée de l'étape encore était plus élevée que celle de la conventionnelle encore d'environ 16 ° C. Donc, lorsque les deux réflecteurs et le condenseur externe ont été utilisés, la productivité de l'eau de l'étagement est augmentée d'environ 165% par rapport à la température conventionnelle [14].

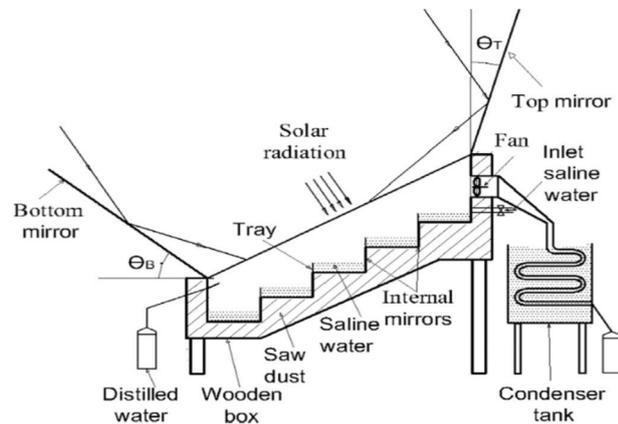


Figure I.6 Distillateur solaire à cascade avec réflecteur set condenseur externe. [14]

I.5 Effet thermoélectrique (effet Peltier) :

I.5.1 Définition :

L'effet Peltier correspond à un phénomène physique qualifié d'effet thermoélectrique. Il se manifeste par un déplacement d'énergie sous forme de chaleur induite par la présence d'un courant électrique.

Ce phénomène a été découvert en 1834 par le physicien français Jean-Charles Peltier. Après avoir relié les extrémités d'un fil de bismuth à un accumulateur par l'intermédiaire de deux fils de cuivre, il a en effet constaté que l'une des jonctions cuivre/bismuth s'échauffait et que l'autre se refroidissait.

Plus généralement, l'effet Peltier se manifeste lorsque l'on soumet deux types de conducteurs à une tension continue. Le sens du déplacement de la chaleur est fonction du sens de circulation du courant dans les conducteurs, ce qui assure la réversibilité du système. L'effet Peltier se présente en fait comme l'inverse de l'effet Seebeck. [15]

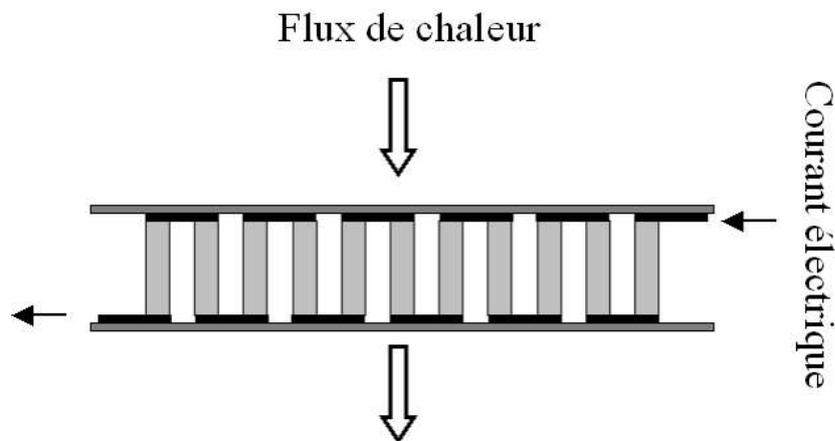


Figure I.7 Schéma d'une cellule à effet Peltier. [15]

I.5.2 Applications de l'effet Peltier : modules ou cellules de Peltier

L'effet Peltier est exploité au cœur de ce que l'on nomme « les modules ou cellules Peltier ». Un courant continu circule dans une succession de semi-conducteurs reliés entre eux. L'ensemble est pris en sandwich entre deux plaques d'un matériau conducteur de chaleur. L'une de ces plaques se charge positivement et s'échauffe. L'autre se charge négativement et refroidit.

L'utilisation la plus commune de l'effet Peltier se retrouve dans les petits systèmes de réfrigération ou dans les systèmes de refroidissement pour processeurs informatiques. Les laboratoires et hôpitaux emploient également des modules Peltier pour le refroidissement d'analyses biologiques ou le transport d'organes. D'autres secteurs qui demandent à la fois précision et fiabilité – aéronautique, spatial, etc. – exploitent aussi ce phénomène. [15]

I.6 Utilisation de l'effet Peltier dans la distillation solaire :

Distillateurs conventionnels d'eau tels que ceux conçus pour distiller de l'eau en quantité ont un condenseur séparé pour transférer la plupart ou la totalité de la chaleur avec de la vapeur à l'environnement avec un ventilateur. Cela augmente la charge de travail sur les systèmes de la gestion environnementale pour éliminer cette énergie thermique et cette humidité de l'environnement. Les distillateurs domestiques traditionnels transfèrent en outre la chaleur à travers les parois (y compris le fond) du réservoir d'eau. À mesure que l'eau est distillée dans ces distillateurs contemporains, les précipités créés pendant le processus de distillation tombent au fond du réservoir. Cette couche de précipités diminue le taux de transfert de chaleur vers l'eau et diminue l'efficacité globale de ces systèmes. De plus, cette couche de précipités se cuit au fond du réservoir et nécessite des efforts coûteux et des nettoyants acides pour l'éliminer. [16]

Les réservoirs des distillateurs domestiques conventionnels sont généralement construits en acier inoxydable relativement coûteux en raison de sa conductivité thermique élevée et de sa résistance à la corrosion. La conductivité thermique élevée de l'acier inoxydable est nécessaire car la chaleur est transférée à travers les parois du réservoir vers l'eau. Une autre raison pour laquelle l'acier inoxydable est choisi pour la construction de distillateurs domestiques conventionnels est que les précipités cuits au fond du réservoir sont éliminés relativement facilement. Indépendamment des avantages de l'acier inoxydable, il augmente considérablement le coût des distillateurs à domicile. [16]

Ainsi, conformément à ce concept inventif, un besoin a été reconnu dans l'état de la technique pour un système de distillation utilisant un dispositif thermoélectrique à haute température qui fonctionne pour chauffer l'eau à son point de vapeur (vapeur) et refroidir la vapeur en une eau distillée.

L'invention de **Brian Stout** et **Robert Peebles** propose un système et un procédé de distillation ayant un dispositif à effet Peltier thermoélectrique interposé entre et en contact avec une section de chauffage s'étendant dans un réservoir d'eau et une section de condenseur. L'eau est chauffée à son point de vapeur (vapeur) et refroidie pour se condenser en une eau distillée par le même dispositif à effet Peltier qui n'a pas de pièces mobiles pour fournir une fiabilité accrue et une réduction du bruit et de la maintenance. [16]

Chapitre I: etude bibliographique

Un objet de l'invention est de proposer un appareil et un procédé de distillation comprenant un dispositif thermoélectrique à haute température ayant un dispositif à effet Peltier pour d'abord chauffer l'eau en vapeur et ensuite refroidir la vapeur en eau distillée.

Un autre objet de l'invention est de proposer un appareil et un procédé de distillation sans pièces mobiles, pour augmenter la fiabilité et réduire le bruit et la maintenance.

Un autre objet de l'invention est de proposer un appareil et un procédé de distillation permettant une augmentation du rendement en prenant l'énergie thermique extraite pendant la condensation et en la réutilisant pour le chauffage.

Un autre objet est de fournir un appareil et un procédé de distillation évaporant de l'eau par vaporisation au point d'éclair pour mettre l'énergie thermique directement dans le volume d'eau au lieu de la gaspiller à travers les parois d'un réservoir et de concentrer l'énergie thermique dans un petit volume d'eau pour réduire les besoins en énergie thermique. [16]

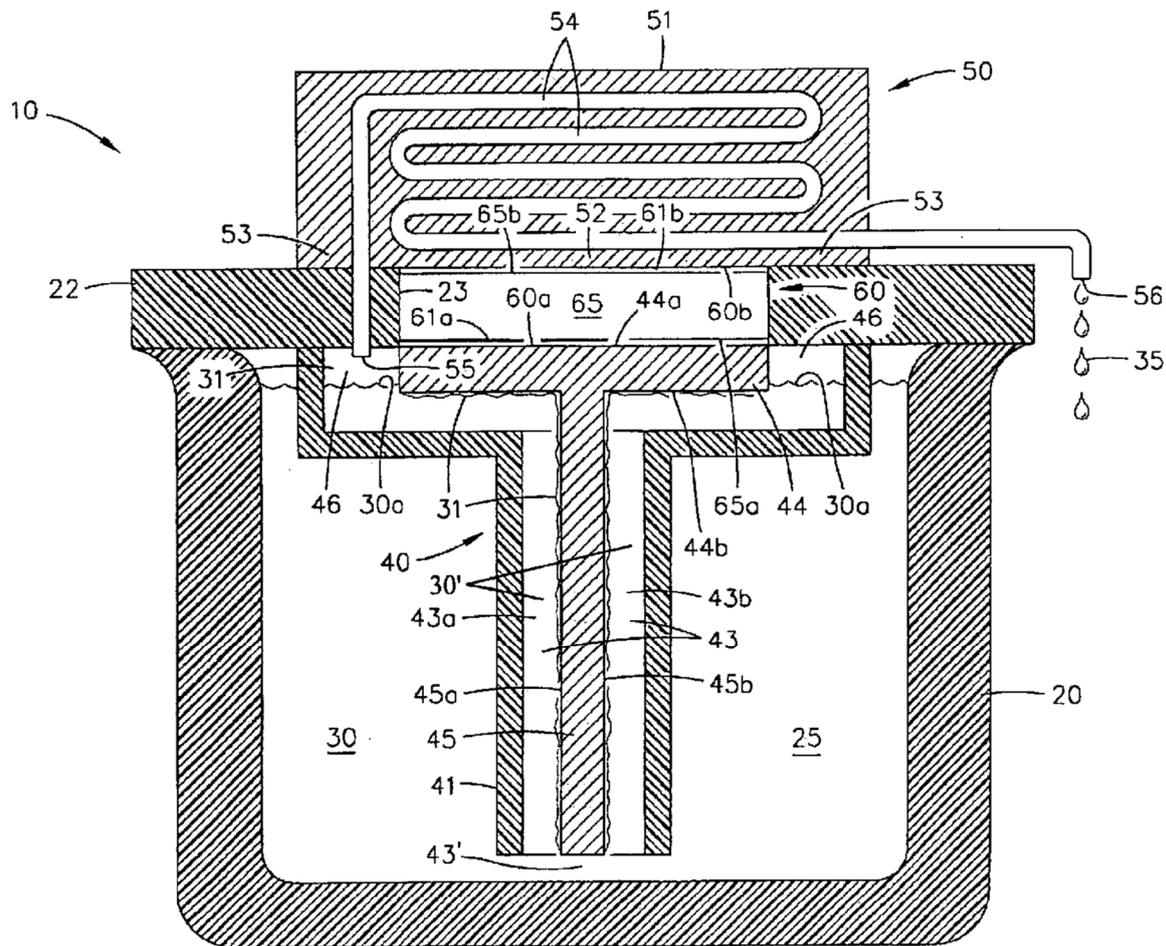


Figure I.8 Distillateur à effet peltier. [16]

Chapitre II:

Etude expérimentale

Chapitre II : Etude expérimentale

II.1 Introduction

Notre étude a pour but d'améliorer la productivité de l'eau distillée du distillateur solaire simple avec chambre de condensation. Ce travail a été effectué au laboratoire de recherche de l'Université de Khemis Miliana dans la wilaya d'Ain Defla.

II.2 Présentation générale du lieu d'expérimentation (Khemis Miliana).

La wilaya d'Ain Defla se situe au centre de l'Algérie à 145 km au sud-ouest d'Alger dans une zone relais entre l'Est et l'Ouest du pays, la ville est située dans un rétrécissement de la vallée du Chlef entre la Dahra au nord et le Djebel Doui. Khemis Miliana est une ville et commune dans la wilaya d'Ain Defla. Localisée par les coordonnées 36° 16' Nord 2° 12' Est est entre Min. 282 m – Max. 377 m d'altitude .Le climat de Khemis Miliana est chaud et sec en été et froid en hiver.[17]

II.3 Conception du distillateur solaire avec chambre de condensation

II.3.1 Description du banc d'essais :

Le système utilisé dans notre expérience (Figure – II.1) est d'une conception simple. Il s'agit d'un distillateur à effet de serre avec chambre de condensation refroidie avec l'effet thermoélectrique (Peltier), il présente l'avantage d'être facile à construire.



Figure II.1 Le banc d'essai du système de distillation

Chapitre II : Etude expérimentale

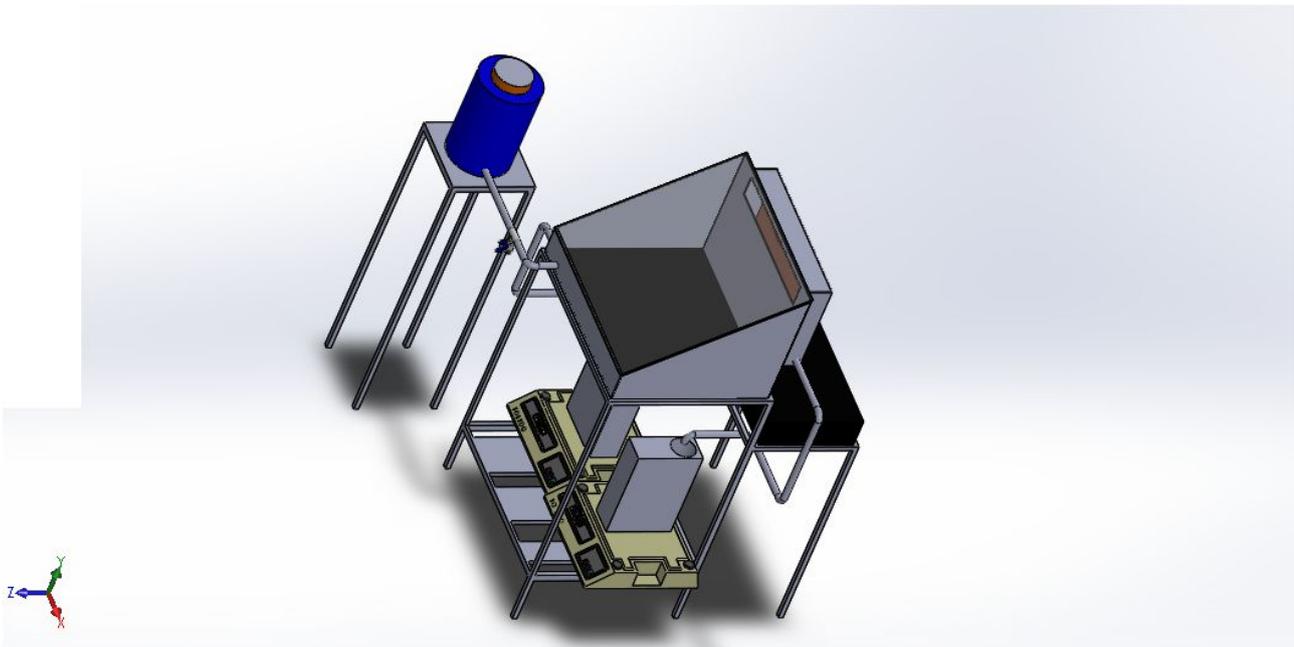


Figure II.2 Le dessin 3d en solidworks du banc d'essais

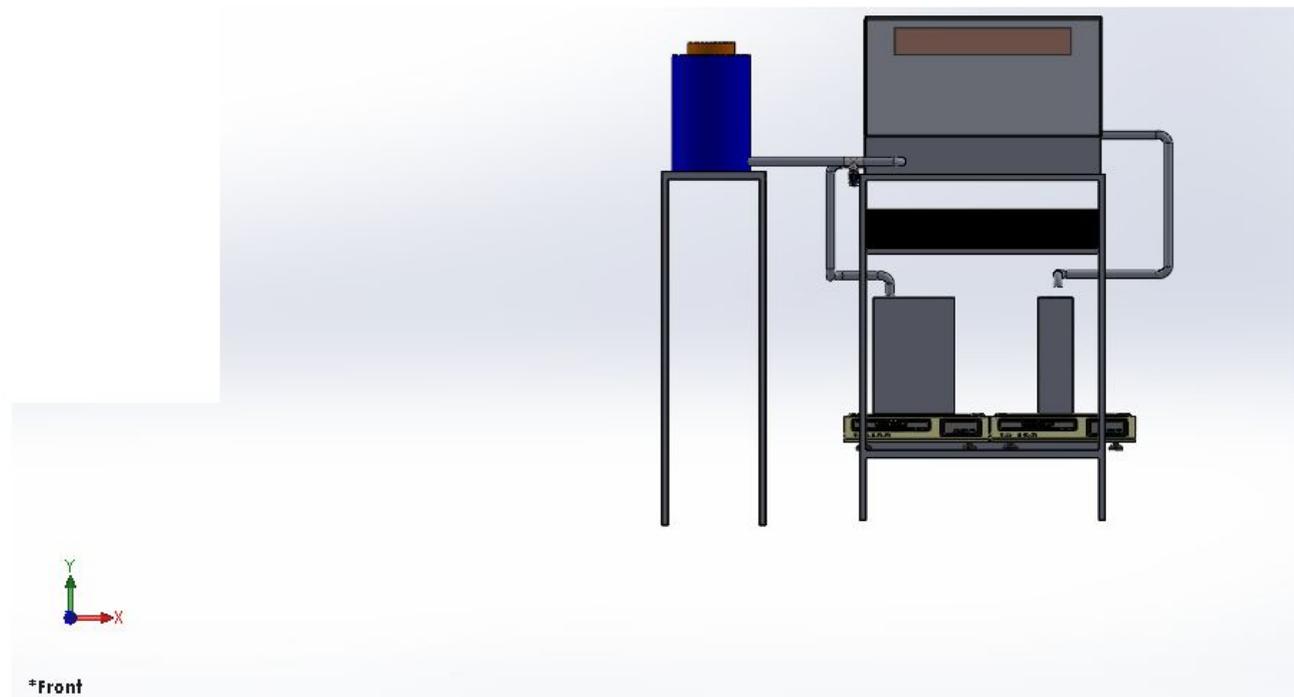


Figure II.3 Le dessin 2d en solidworks du banc d'essais (face frontale)

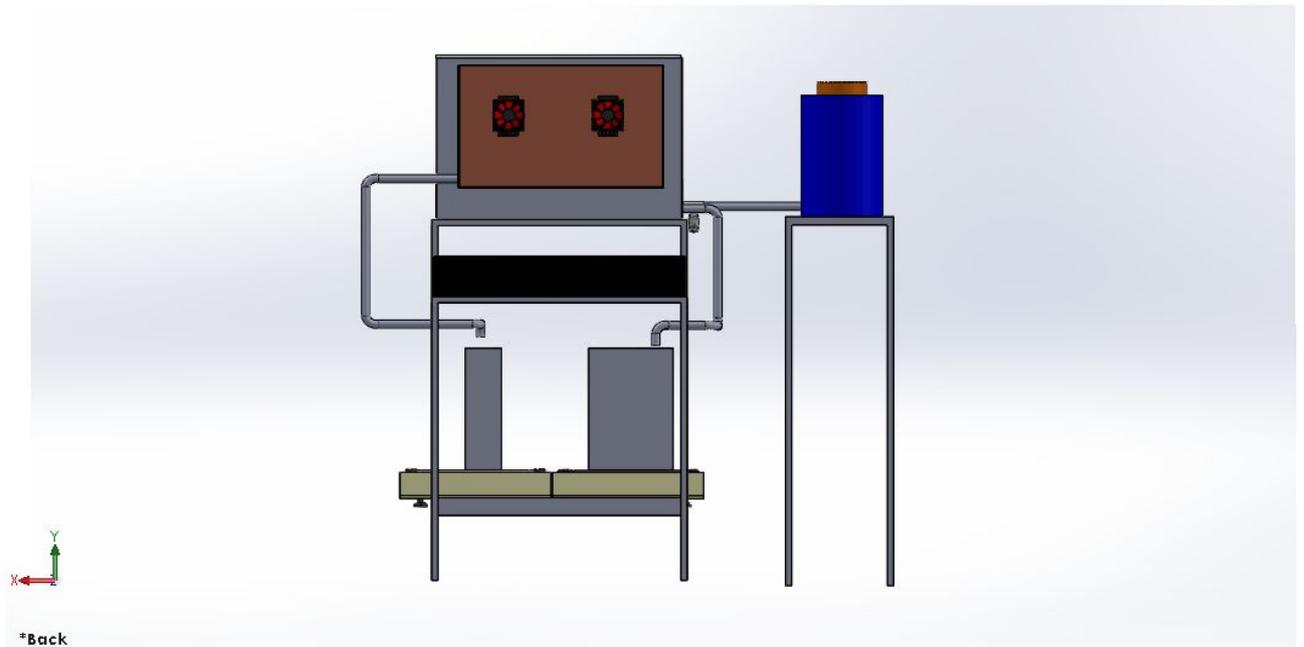


Figure II.4 Le dessin 2d en solidworks du banc d'essais (face arrière)

Les éléments principaux du banc d'essai sont les suivants:

II.3.1.1 Le distillateur:

Le distillateur utilisé dans ce projet est composée des éléments cités ci-dessous :

- Une plaque métallique peinte en noir mat servant d'absorbeur.
- Une vitre sur sa face avant (pour le capteur et le distillateur).
- Un isolant.
- Une chambre de condensation refroidie par deux plaques Peltier qui sont refroidies par deux ventilateurs du pc.



Figure II.5 le distillateur solaire avec chambre de condensation

Chapitre II : Etude expérimentale

II.3.1.1.1 L'absorbeur:

Le rôle du bac absorbant est d'absorber le maximum de rayonnement solaire global et transmettre la chaleur produite par cette absorption vers la saumure, c'est pour cette raison qu'il est peint en noir mat. Il est obtenu par soudage et est essentiellement en fer galvanisé.

L'absorbeur a un coefficient de conduction thermique faible.

Les dimensions de la surface de l'absorbeur sont :

- *Longueur* : 60cm
- *Largeur* : 50 cm
- *Hauteurs* : 5cm
- *Epaisseur* : 1.5mm
- *Superficie de la base* : 0.3m^2

La profondeur optimale de l'eau a été établie à un maximum de 3 cm. La majorité du rayonnement solaire sera absorbée dans les 2 premiers centimètres d'eau. L'eau en dessous du premier seuil de 2 cm ne recevra pas de rayonnement important et ne fera que ralentir l'évaporation.

Après une journée d'utilisation, il y aura un résidu de sel restant dans le bassin.

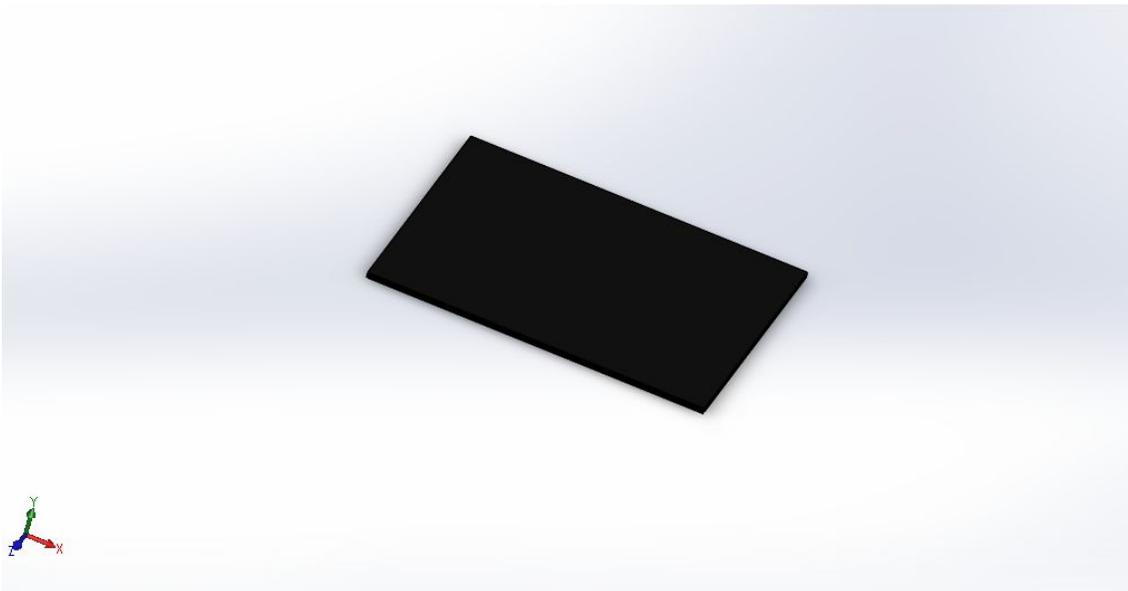


Figure II.6 Dessin d'absorbeur sur Solidworks

II.3.1.1.2 Couverture verrière (verre)

Pour sa simplicité et son bas coût, on a utilisé du verre ordinaire. Car ce type de distillateur ne nécessite pas des techniques avancées.

Les dimensions de la vitre sont :

- *Longueur* : 60 cm
- *Largeur* : 60cm
- *L'épaisseur* : 4mm

Chapitre II : Etude expérimentale

- *Superficie* : 0.36m²

On a choisi un verre ordinaire (Figure – II.5) aussi pour sa bonne conductivité thermique ; sa bonne transmission du rayonnement visible et sa mouillabilité.

Pour assurer une bonne étanchéité entre la vitre et les autres constituants du distillateur on a utilisé de la silicone thermique.

II.3.1.1.3 L'isolation thermique:

L'isolation thermique du notre distillateur est en polystyrène de 4 cm.

II.3.1.1.4 La chambre de condensation:

La construction de cet élément (Figure – II. 7) a fait partie de l'expérimentation et a eu sa part d'études et de travaux de réalisation de ce projet où on trouve une plaque Peltier. Son but est d'accéléré la condensation de la vapeur d'eau (La plaque Peltier sert à refroidir la plaque de cuivre et la vapeur se condense sur la paroi de cette dernière)

Les caractéristiques de la chambre de condensation sont :

- La plaque de cuivre de forme rectangulaire de 50 cm x 30cm x 1.5 mm
- Une plaque à effet Peltier

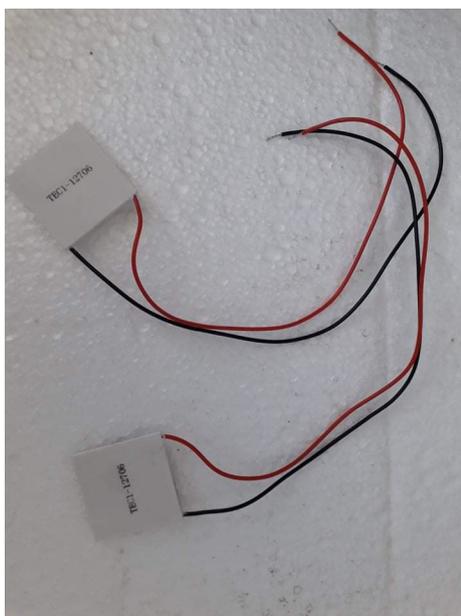


Figure II.7 Une Plaque à effet Peltier

II.3.1.2 Les accessoires d'alimentation

- Un réservoir d'alimentation en eau saumâtre
- Deux récipients pour la récupération du distillat

Chapitre II : Etude expérimentale

II.3.1.2.1 Réservoir d'alimentation en eau saumâtre:

Ce réservoir pour alimenter la cuve d'eau de l'absorbeur



Figure II.8 réservoir d'eau saumâtre

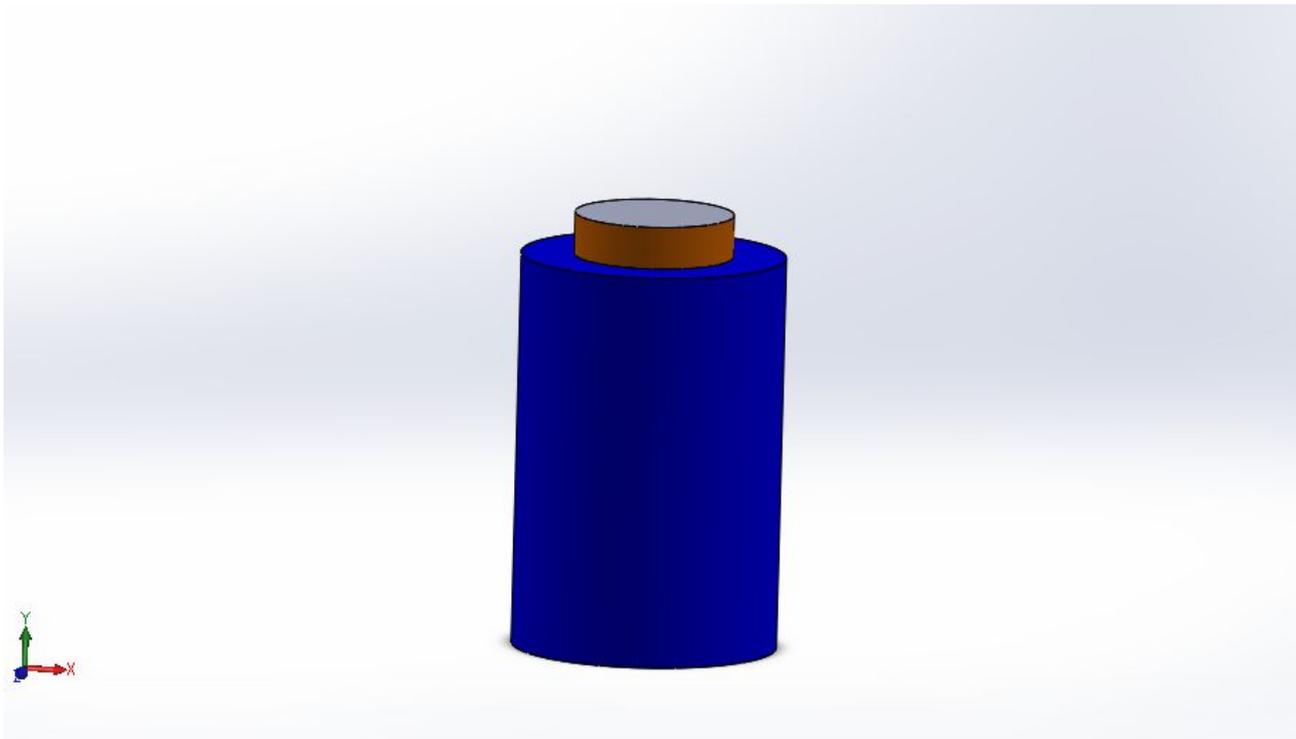


Figure II.9 Dessin du réservoir sur Solidworks

II.3.1.2.2. Deux cuves pour la récupération du distillat:

Ce sont deux récipients, l'un pour rassembler l'eau distillée au sur la vitre, et l'autre pour rassembler l'eau distillée dans la chambre de condensation. La mesure horaire de la quantité d'eau est faite grâce à une balance électronique de type KERN-PCB-

Chapitre II : Etude expérimentale

II.4. Expériences :

Les essais ont été réalisés au niveau du toit du laboratoire de recherche de l'université de Khemis Miliana situé au 3^{ème} étage.

Le distillateur captera le maximum de rayon solaire sans aucune obstruction. Le distillateur est dirigé vers le sud.

Au cours des différents essais étalés sur 1 jour du mois d'octobre, on a mesuré les grandeurs suivantes:

- Les températures des différentes parties du distillateur et la température ambiante;
- Le flux global.
- La vitesse du vent.
- La production du distillat.

II.4.1 Les paramètres mesurés :

II.4.1.1 Mesure de température :

Les différentes températures ont été mesurées par une centrale d'acquisition contenant des thermocouples. HYDRA FLUKE SERIES II (Figure – II.10)



Figure II.10 HYDRA FLUKE SERIES II

Chapitre II : Etude expérimentale

II.4.1.1.1 Emplacement des thermocouples

L'essentiel de la mesure des températures a été assuré pour 9 thermocouples de type K (Kromel_Alumel) sont implantés comme suit Tableau II.1 :

<i>N°</i>	<i>Température de :</i>	<i>Symbole</i>	<i>N°</i>	<i>Température de :</i>	<i>Symbole</i>
1	Température de l'eau	Te	7	Température de la paroi du condenseur 2	T cond 2
2	Température de la vapeur d'eau	Tv	8	Température ambiante	T amb
3	Température de la vitre extérieure	Tv ext	9	Température de la tôle	T tôle
4	Température de la vitre intérieure	Tv int			
5	Température de la paroi du condenseur 1	Tcond 1			
6	Température de la vapeur a cote du condenseur 1	Tv cond 1			

Tableau II.1 Emplacement des thermocouples

Sur la paroi du condenseur, on a mis 2 thermocouples à 2 distances

- Le premier à 15cm de la paroi Est
- Le deuxième à 35 cm de la paroi Est

Un thermocouple est aussi installé pour mesurer la vapeur à côté du condenseur.

Chapitre II : Etude expérimentale

II.4.1.2 Mesure du flux global:

Le flux global est mesuré à l'aide d'un pyranomètre de type PYRANOMETRE TYPE CMP 11 (Figure II.11)



Figure II.11 Pyranomètre de type PYRANOMETRE TYPE CMP 11

II.4.1.4 Mesure de la quantité d'eau distillée:

Les balances sous les récipients nous permettent de mesurer la quantité d'eau distillée.

II.5 Paramètres de fonctionnement d'un distillateur solaire:

Un distillateur solaire est caractérisé essentiellement par les grandeurs suivantes :

II.5.1 Le rendement le débit de distillat ou la production:

C'est la quantité d'eau produite par unité de surface de plan noir et par jour. L'inconvénient majeur de ce critère est qu'il ne fait pas mention de l'énergie solaire incidente qui arrive sur le distillateur

$$N_d = \frac{q_{ev}}{L_v} \quad II.1$$

q_{ev} : Quantité de chaleur utilisée pour l'évaporation par unité de temps.

L_v : Chaleur latente de vaporisation

Chapitre II : Etude expérimentale

II.5.2 L'efficacité:

L'efficacité globale est définie par le rapport de la quantité d'énergie évaporée par mètre carré, à la quantité de l'énergie globale incidente par mètre carré sur une surface horizontale. Elle est donnée par la relation suivante

$$r_g = \frac{q_{ev}}{I_g \times A_g} = \frac{m_d \times L_v}{I_g \times A_g} \quad \dots II.2$$

q_{ev} : Quantité de chaleur utilisée pour l'évaporation par unité de temps.

A_g : Superficie du capteur (aire de la vitre).

I_g : Énergie solaire globale incidente par mètre carré (m^2) sur une surface horizontale, pendant un jour.

L_v : Chaleur latente de vaporisation.

N_d : Le débit du distillat

II.5.3 La performance:

On notera que Satcunanathan and Hansen, [32] ont défini un facteur de performance brut

(F.P.B) et un facteur de performance horaire (F.P.H) qui permet de caractériser d'une manière plus absolue le distillateur, leurs expressions respectives sont :

$$FPB = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout de 24h}}{\text{Quantité d'énergie entrée au bout de 24}} \quad \dots II.3$$

$$FPH = \frac{\text{Quantité d'eau produite au bout d'une heure}}{\text{Quantité d'énergie entrée au bout d'une heure}} \quad \dots II.4$$

Ces facteurs traduisent le rapport des quantités d'eau distillée produites par le distillateur sur l'énergie reçue par le distillateur.

Chapitre II:

Résultats et discussion

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1 Introduction

L'expérimentation nous a permis d'avoir plusieurs résultats que nous avons disposés sous forme de courbes.

III.2 La production de l'évaporateur en fonction du temps

La courbe Figure III.1, illustre respectivement la production cumulée d'eau distillée au cours de deux jours du mois d'octobre a atteint approximativement 2700 g/m^2 pour les deux jours (7 et 10 octobre 2020)

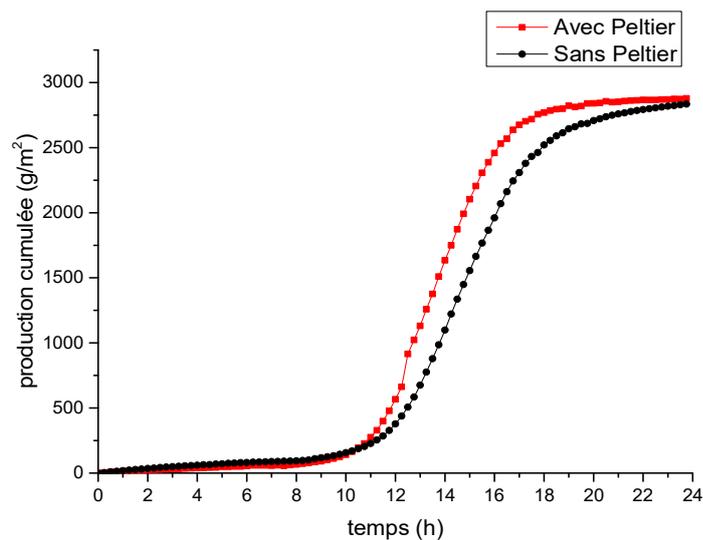


Figure III.1 Production de l'évaporateur en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.3 La production de la chambre en fonction du temps

Cette courbe Figure III.2 montre que la production cumulée de la chambre sans Peltier était nulle (0 g/m^2), mais avec le Peltier elle atteint un maximum de 74 g/m^2

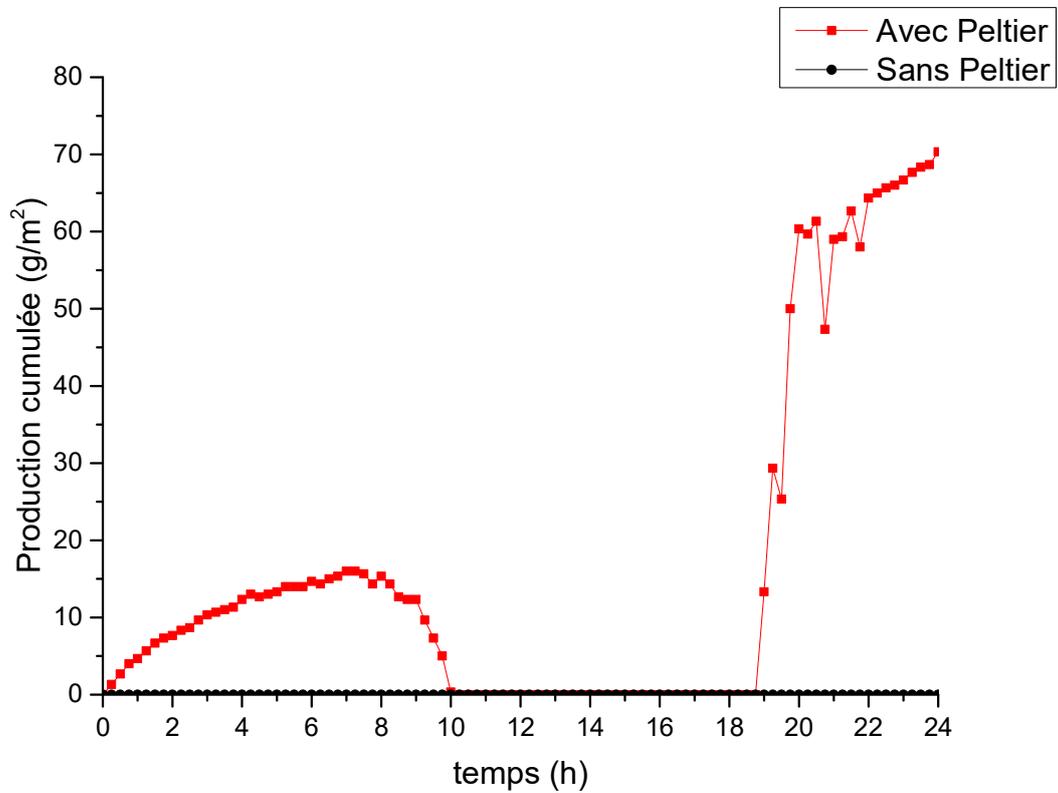


Figure III.2 Production de la chambre en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.4 La production horaire en fonction du temps

La courbe suivante Figure III.3 montre que la production horaire sans Peltier est plus intense de 12.00 à 2.00 et elle est presque nulle avec Peltier.

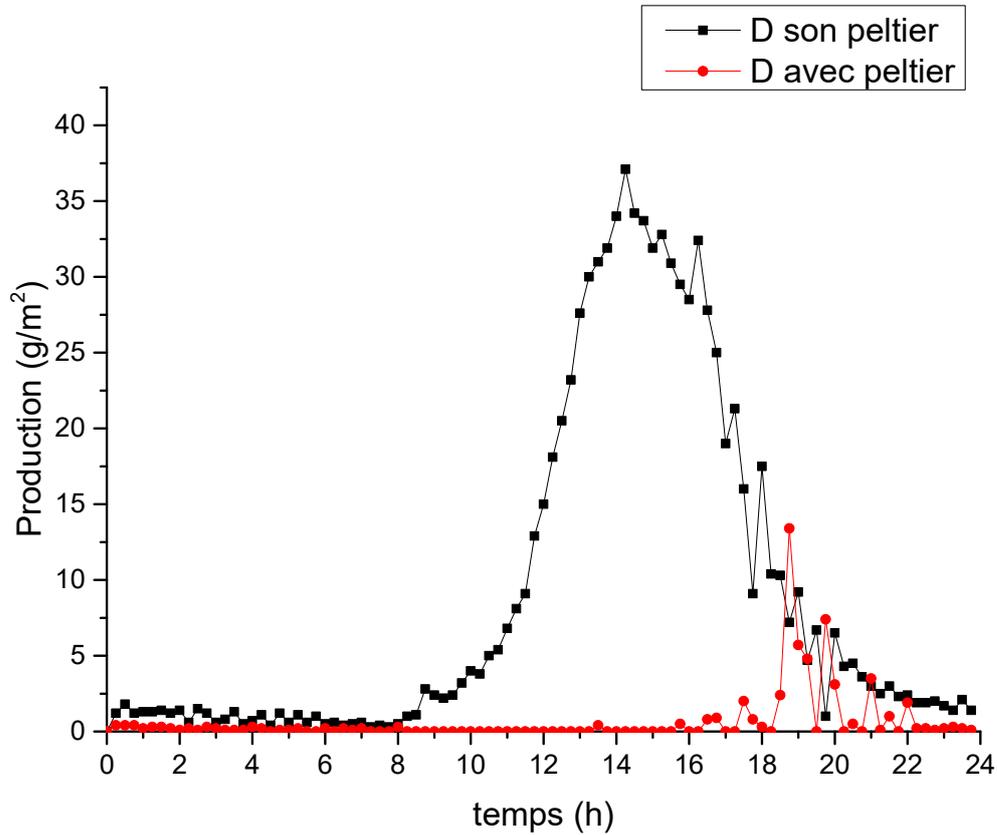


Figure III.3 Production horaire en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.5 Rayonnement en fonction du temps

On peut voir sur la figure III.4 la variation du rayonnement solaire reçu par une surface. Il est plus intense de 12 :30 à 14 :30 tandis qu'il est moins intense à la fin de la journée, puisque, la durée d'insolation est plus longue pendant la période estivale. La figure 3 montre que les journées des expériences ont été claires

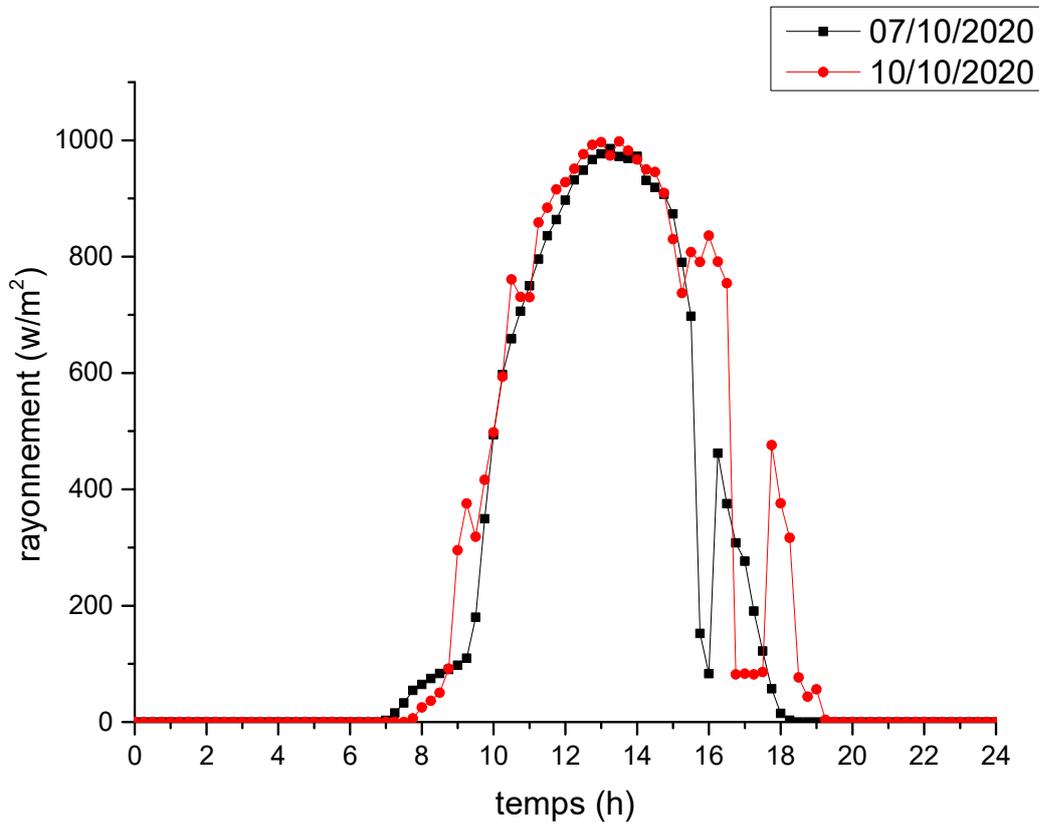


Figure III.4 Rayonnement en fonction du temps

III.6 La variation de la température ambiante en fonction du temps

La figure III.5 présente la variation de température ambiante en fonction du temps. On remarque qu'elle est presque la même dans les deux journées parce qu'on est dans la même saison (l'automne), et qu'elle atteint sa valeur maximale entre 12 heures et 14 heures.

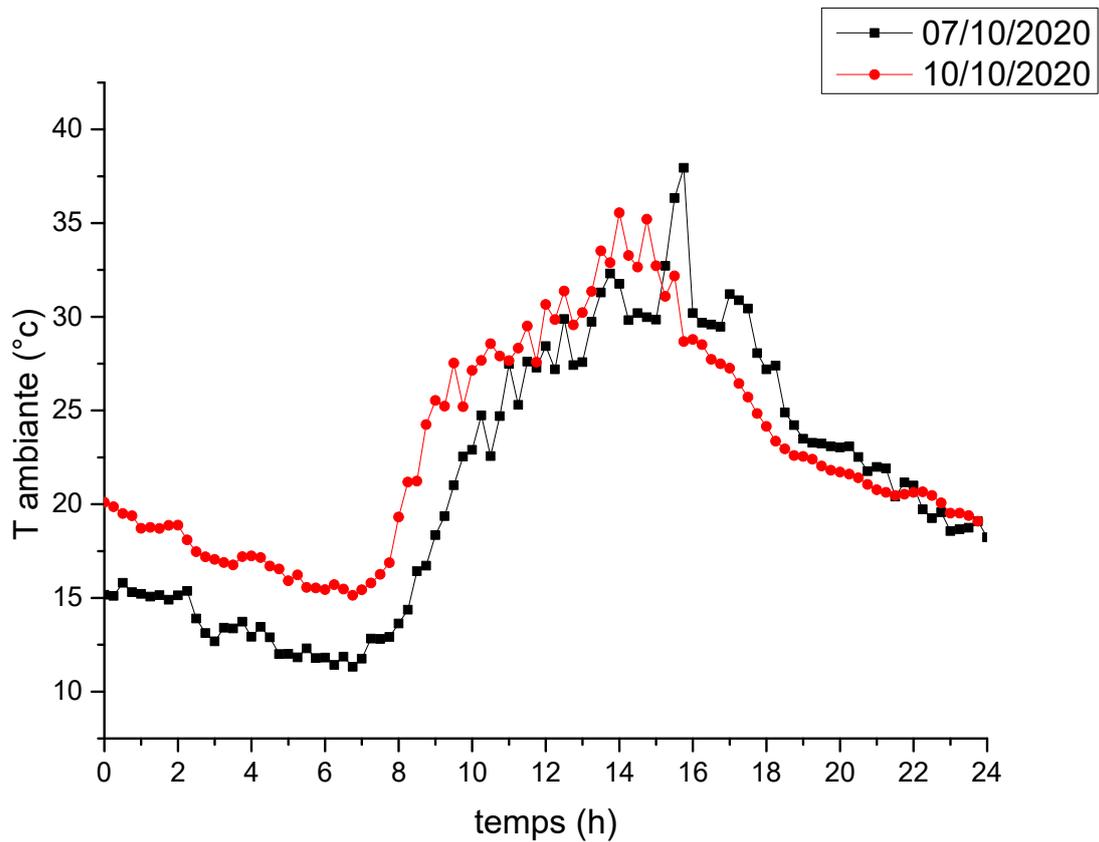


Figure III.5 Température ambiante en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.7 La variation de la température du vitre extérieur

La figure III.6 montre la température du vitre extérieur, durant les deux journées était inférieure à 20 °C au début du jour. On voit qu'elle atteint un maximum du 60 °C à l'heure de pointe entre 12 :00 heure à 14:30. À la fin du jour la température du vitre extérieur tombe à 20 °C.

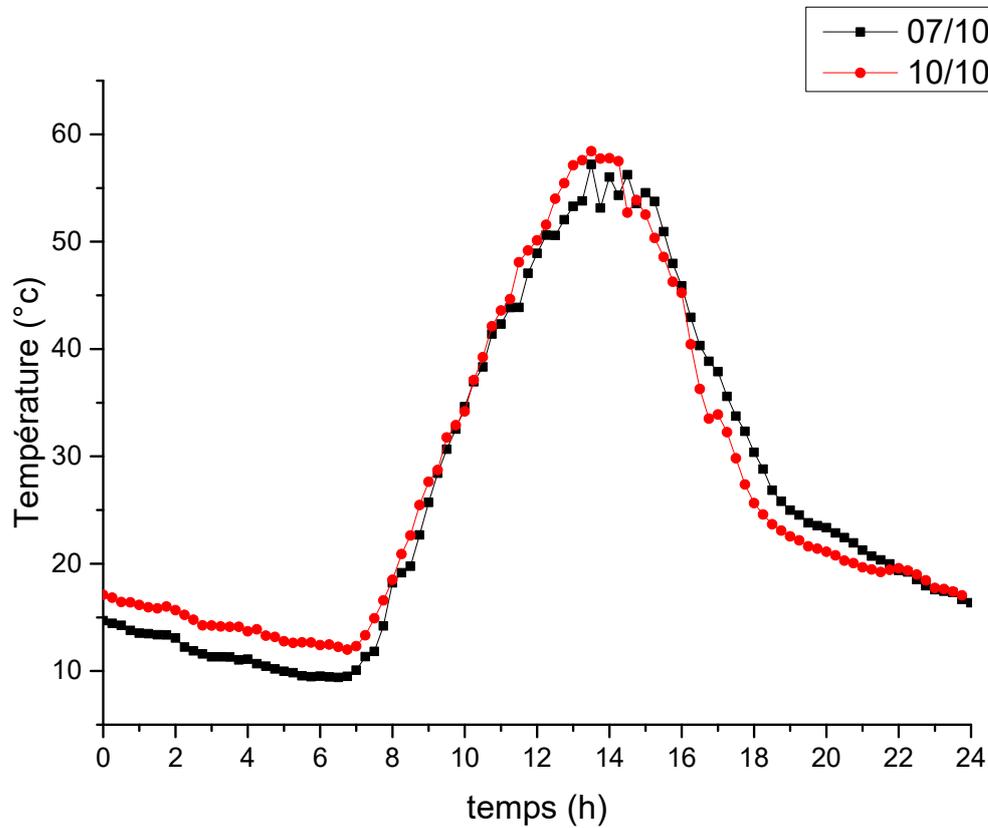


Figure III.6 Température de vitre extérieur en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.8 La variation de la température du vitre intérieur

La figure III.7 montre la température du vitre intérieur, était inférieure à 20 °C car l'énergie solaire était basse au début du jour. On voit qu'elle atteint un maximum du 64 °C à l'heure de pointe entre 12 :00 heure à 15:30. À la fin du jour la température du vitre intérieur se diminue à 20 °C car le soleil s'est couché.

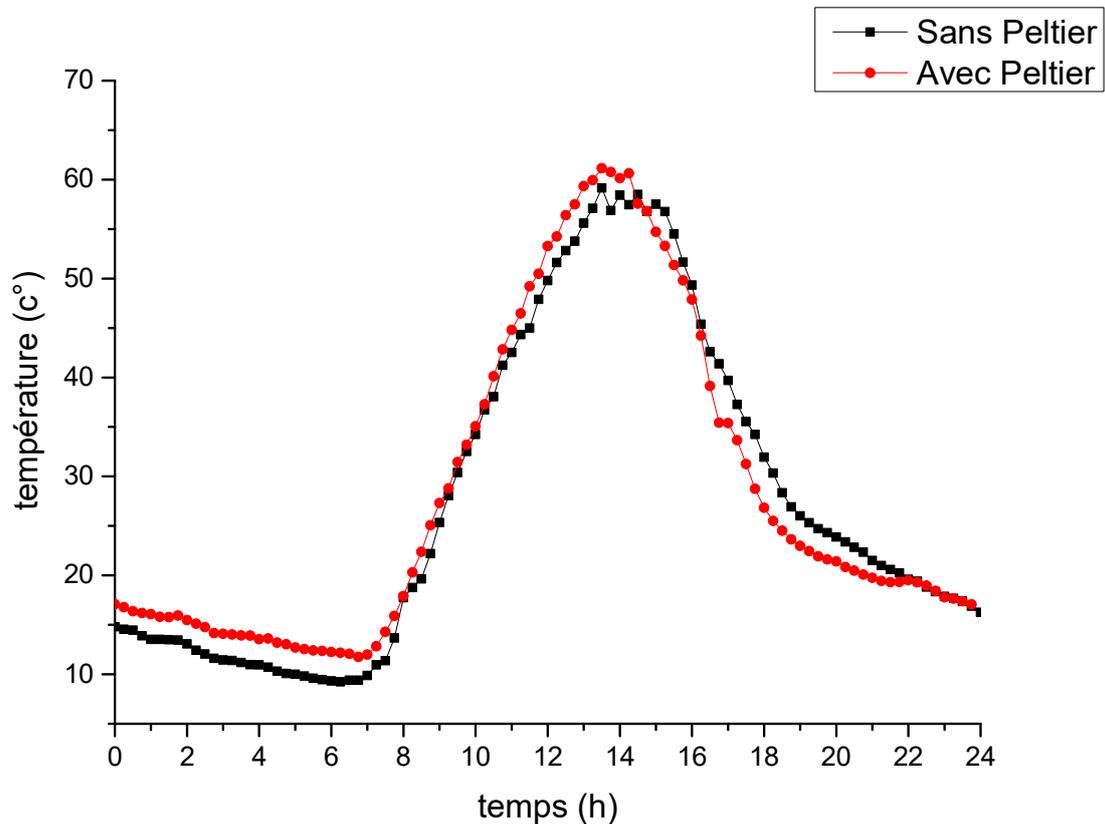


Figure III.7 Température du vitre intérieur en fonction d temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.9 La variation de la température d'air humide en fonction du temps

La figure III.8 représente la courbe de la température d'air humide en fonction du temps. Cette température augmente de 10:30 à 14:30 pour atteindre son maximum de 70 °C et se rediminue jusqu'il atteindre 20 °C parce que l'ombre l'a atteint.

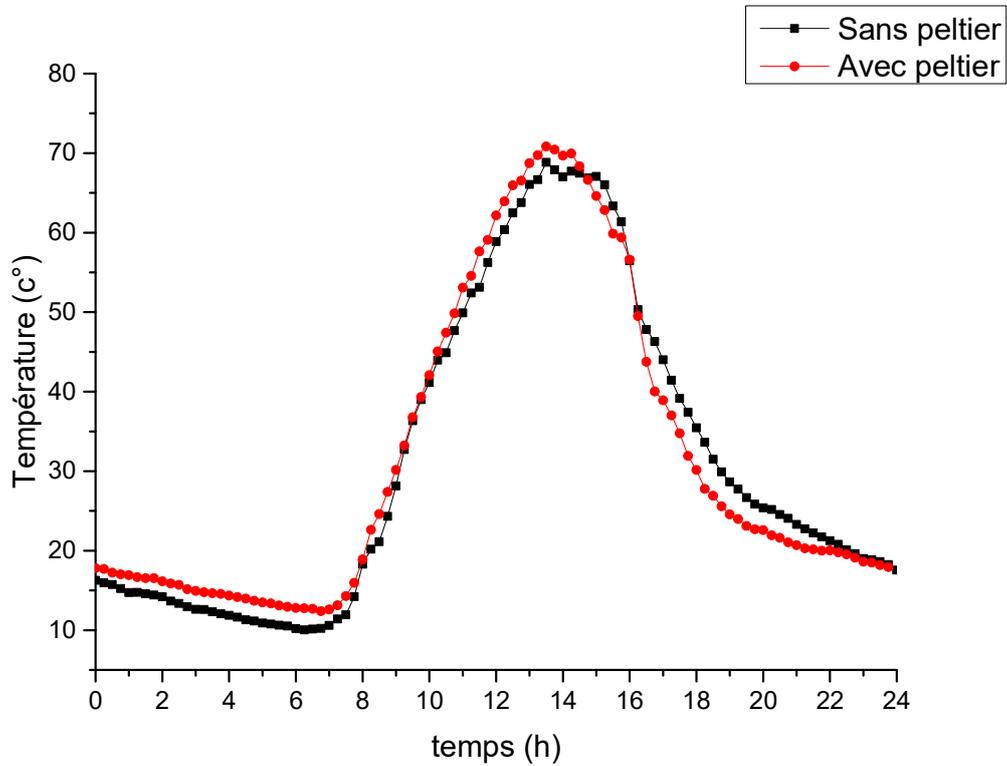


Figure III.8 Température d'air humide dans le distillateur en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.10 La variation de la température de saumure

La figure III.9 représente la température de saumure. On remarque la température de saumure augmente à l'heure du pointe pour atteindre 65 °C parce que l'absorbeur absorbe beaucoup de chaleur et la transfère au saumure par convection. Elle se diminue après l'heure du pointe jusqu'à la fin du jour où elle atteint 22 °C.

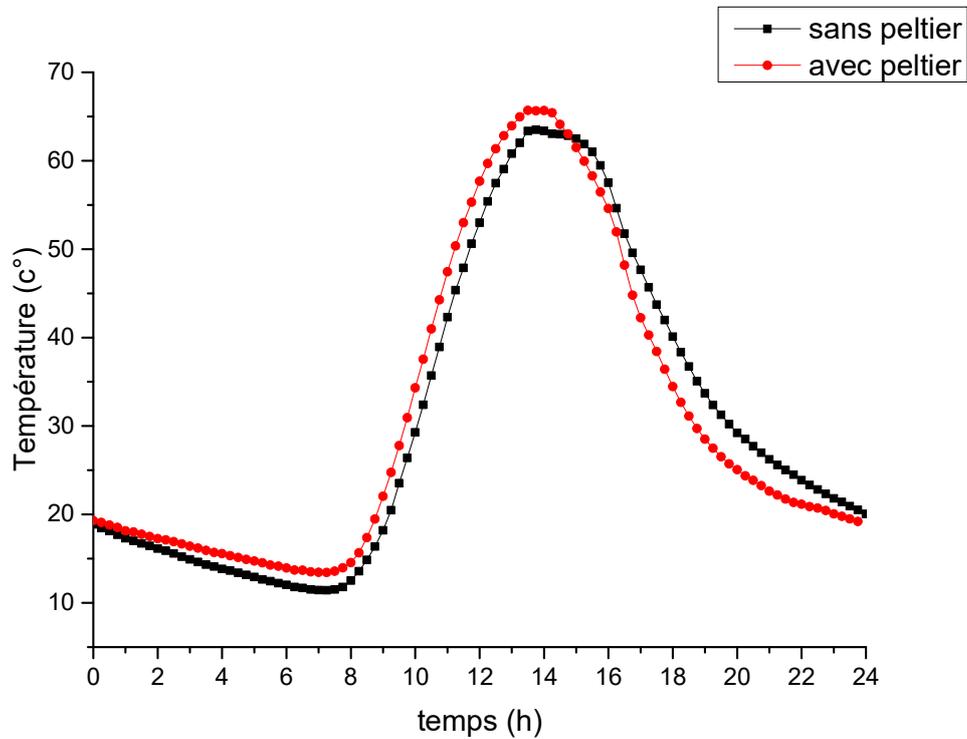


Figure III.9 Température de saumure en fonction du temps

III.11 La variation de la température de l'absorbeur en fonction du temps

La courbe suivante (figure III.10) représente la variation de la température de l'absorbeur en fonction du temps. Cette température atteint une valeur maximale de 68 °C, ceci s'explique par le coefficient d'absorption assez élevé de la peinture noire.

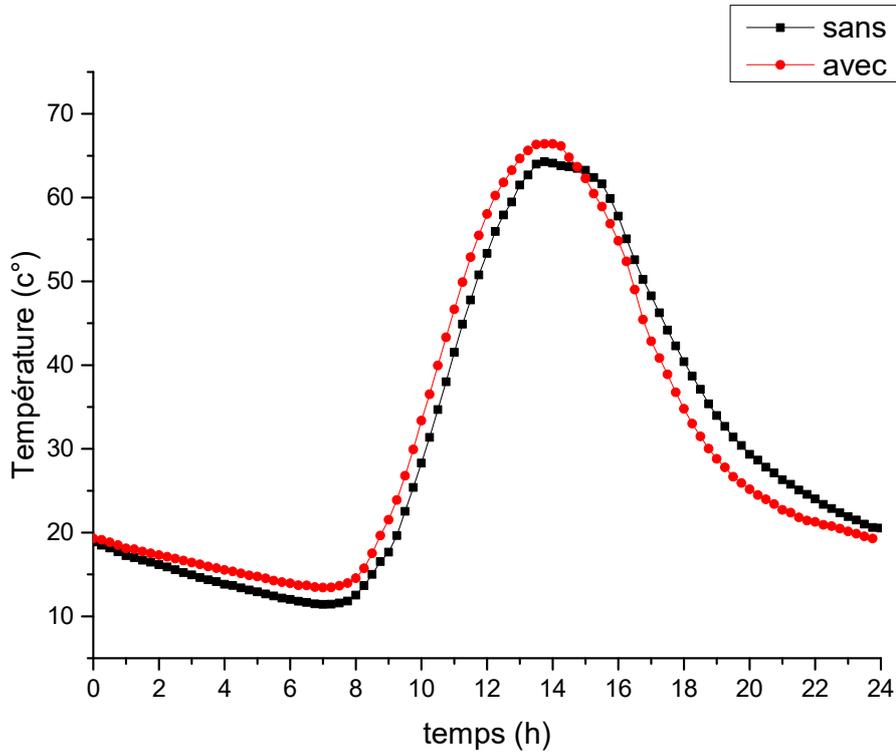


Figure III.10 Température de l'absorbeur en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.12 La variation de la température d'air humide dans la chambre de condensation

La Figure III.11 ci-dessous représente la température d'air humide dans la chambre de condensation. Cette température augmente jusqu'à 67 °C à cause de la vapeur.

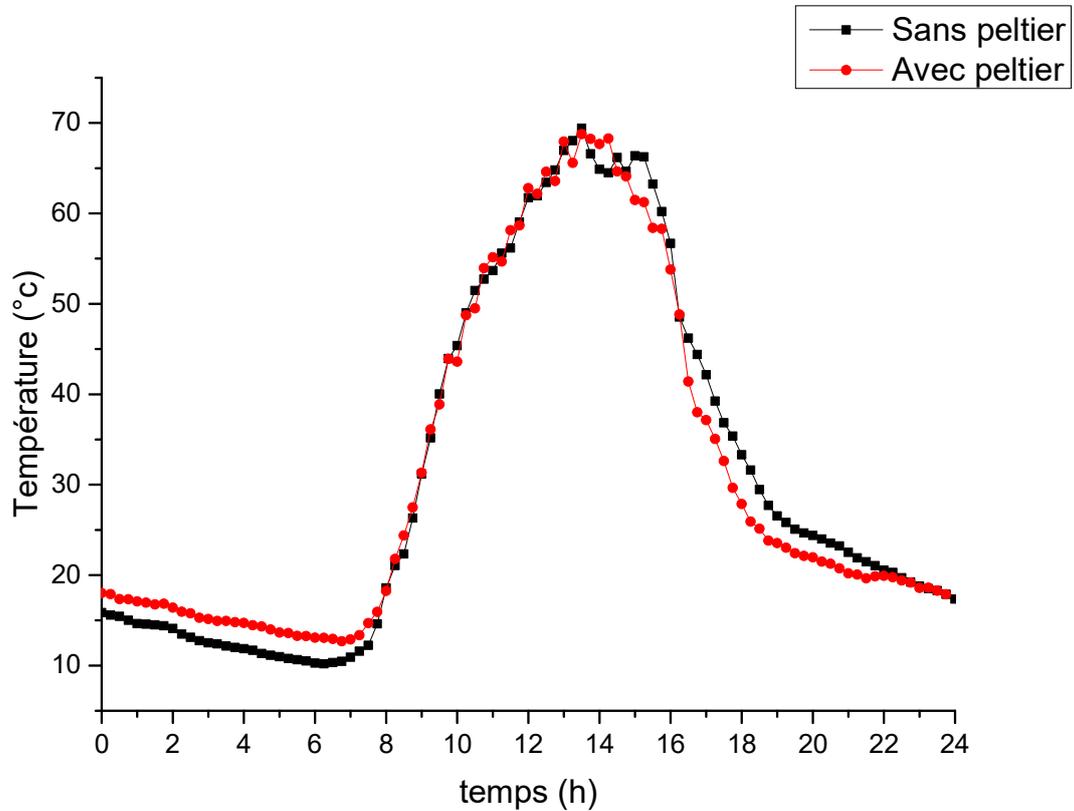


Figure III.11 Température d'air humide de la chambre de condensation en fonction du temps

Chapitre III: Résultats et discussion

III.13 La variation de la température de la plaque en fonction du temps

Dans la figure III.12 on remarque que la température de la plaque sans Peltier est presque la même avec la température de l'air humide dans la chambre de condensation, mais avec le Peltier on remarque que dans chaque 15 minutes la température de la plaque se diminue, parce que le Peltier démarre 3 minutes chaque 15 minutes et ça aide à augmenter la différence entre la température de la plaque et la température de l'air humide et cette différence augmente la condensation qui aide à améliorer la production cumulée.

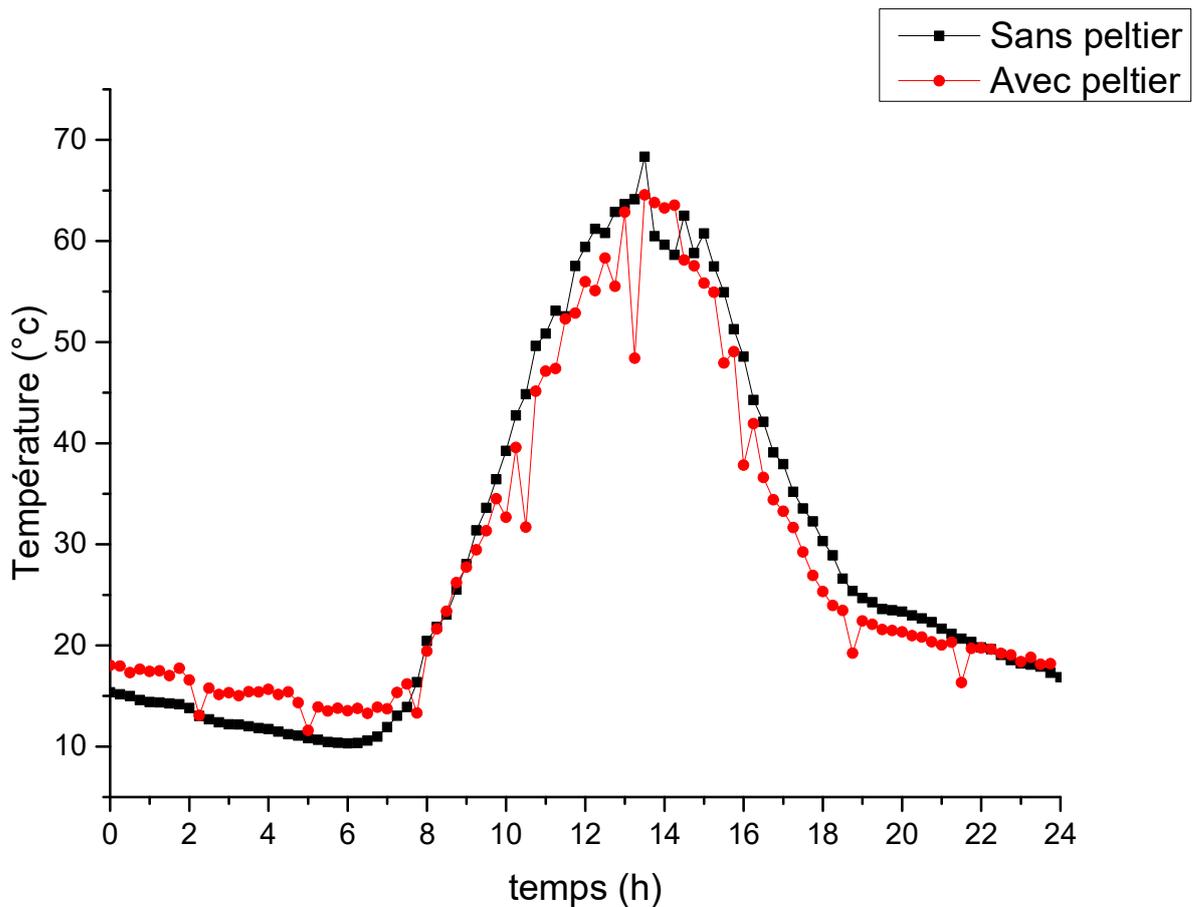


Figure III.12 Température de la plaque en fonction du temps

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans notre étude on a visé principalement d'améliorer un distillateur solaire simple en ajoutant une chambre de condensation refroidie avec deux plaques Peltier.

D'après cette étude on a trouvé que les résultats d'un distillateur avec une chambre de condensation refroidie par le Peltier sont mieux que les résultats sans Peltier.

On a conclu que pour améliorer notre distillateur il faut ajouter plus du temps au Peltier pour avoir un très bon résultat.

Références bibliographie

Références

[1]. SPGE [en ligne]. Disponible sur <<http://www.spge.be/en/l-eau-dans-le-monde.html?IDC=1300>>

[Consulté le 19 Aout 2020]

[2]. Wikipedia [en ligne]. 2020. Disponible sur <[\[Consulté le 19 Aout 2020\]](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%B1%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9_%D9%81%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1#:~:text=%D8%AA%D9%82%D8%AF%D8%B1%20%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%B1%D8%AF%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%8A%D8%A7%D9%87%20%D9%81%D9%8A%20%D8%A7%D9%84%D8%AC%D8%B2%D8%A7%D8%A6%D8%B1,%D9%88%D8%AA%D9%85%D8%AA%D8%A7%D8%B2%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%B1%D8%AF%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9%20%D8%A8%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%81%D8%A7%D9%88%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%AF%D9%8A%D8%AF.>></p></div><div data-bbox=)

[3]. A. KADI (1997) La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences Journal, 42:2, 191-197, DOI: 10.1080/02626669709492019

Fig 1. Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques).

La gestion de l'eau en Algérie

A. KADI

To cite this article: A. KADI (1997) La gestion de l'eau en Algérie, Hydrological Sciences Journal, 42:2, 191-197, DOI: 10.1080/02626669709492019

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02626669709492019>

[4]. **A. Maurel.** Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres : Et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce, Tec & Doc Lavoisier, 2006.

[5]. **A.A.S. Malik, G.N. Tiwari, A. Kumar and M.S. Sodha,** Solar Distillation, Pergamon Press, Oxford, England, 1982.

[6]. **A.A. Sfeir and G. Guarracina,** Ingénierie des Systèmes Solaires, Applications à l'Habitat, Technique et Documentation, Paris, 1981.

[7]. **M. Telks.** Solar Distiller for Life Rafts, Office of Science, USA, 1945.

[8]. **E.D. Howe and B.W. Theimat,** Twenty Years of Work on Solar Distillation at the University of California, Solar. Energy, 16 (1974) 97–195.

[9]. **L.G. Savornin**, Etude sur l'Evaporation et la Condensation de l'Eau dans les Distillateurs Solaires, Application Thermique de l'Energie Solaire dans le Domaine de la Recherche et de l'Industrie, Colloques Internationaux, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), 1961, 589–600. *Bibliographie et webgraphie* 110.

[10]. **E. Delyannis**, The patros solar distillation plant, *Sol. Energy*, 12 (1968) 113–115.

[11]. **P.I. Cooper**, Digital simulation of transient solar stills process, *Sol. Energy*, 12 (3) 313, (1969).

[12]. BOUTEBILA Hichem. Etude et conception d'un distillateur solaire à usage agricole [en ligne]. Thèse de Doctorat d'Etat En Physique Energétique. Constantine : UNIVERSITE MENTOURI CONSTANTINE FACULTE DES SCIENCES EXACTES DEPARTEMENT DE PHYSIQUE. Algérie. 2012. 160p. Disponible sur <[bu.umc.edu.dz > theses > physique > BOU6413](http://bu.umc.edu.dz/theses/physique/BOU6413)>

[13]. AMEUR Abdelhak et AIT ALLAOUA Rachid. Etude et realisation d'un distillateur solaire[en ligne]. Mémoire de fin d'étude. Tizi Ouzou : Université Mouloud MAAMERI. Algérie. 2016. 81p. Disponible sur <<https://dl.ummtto.dz/bitstream/handle/ummtto/4759/Ameur%20abdelhak%2C%20Ait%20Allaoua%20Rachid.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

[14]. HAMRAT Oussama. Influence du débit de refroidissement sur les performances d'undistillateur solaire actif avec chambre de condensation séparée, approche expérimentale[en ligne]. Mémoire de 2^{ème} année master. Ain Defla : Université de Djilali Bounaama - Khemis Miliana. Algérie. 95p. Disponible sur <<http://193.194.80.11/xmlui/bitstream/handle/123456789/1813/NEW%20NEW%20Memoire%20Hamrat%20Oussama%20%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

[15]. FUTURA SCIENCES [en ligne]. Disponible sur <<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-effet-peltier-16151/>> [Consulté le 20 Aout 2020]

[16]. Brian Stout and Robert Peebles. HIGH TEMPERATURE PELTIER EFFECT WATER DISTILLER [en ligne]. U.S Patent document No: 6 893 540 B2. 17 Mai 2005. 6 p. Disponiblesur :<https://patentimages.storage.googleapis.com/d1/36/a4/5ef344934a7edd/US6893540.pdf>

[17]. <https://fr.db-city.com/Alg%C3%A9rie--A%C3%AFn-Defla--Khemis-Miliana--Khemis-Miliana>