

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
X•⊙V•εX •K||ε C•A:|A :||A•X - X:⊙εO÷t -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محمد أولحاج
- البويرة -

FACULTE DES SCIENCES ET DES SCIENCES APPLIQUEE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

N° d'ordre :/Master/2023.

Série :/GM/2023

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du Diplôme de Master en Génie Mécanique
Option : Énergétique

Thème :

**Etude et simulation d'un système de
climatisation en utilisant les panneaux
solaires**

Présenté par :

Mouloudj samira

Évalue-le 21/09/2023

Par le jury composé :

- **Président :** M^r. DAHMANE Merzak Université Bouira
- **Encadreur :** Pr. MAHFOUD Brahim Université Bouira
- **Examineurs :** M^r. LAOUARI Azdine Université Bouira



نموذج التصريح الشرفي الخاص بالالتزام بقواعد النزاهة العلمية لإنجاز بحث.

انا الممضي اسفله،

السيد(ة) السيد
الصفة: طالب، استاذ، باحث
الحامل(ة) لبطاقة التعريف الوطنية:
المسجل(ة) بكلية / معهد
والمكلف(ة) بإنجاز اعمال بحث(مذكرة، التخرج، مذكرة ماستر، مذكرة ماجستير، اطروحة دكتوراه).
عنوانها:
Etude et simulation d'un système
de climatisation par les panneaux solaires
تحت إشراف الأستاذ(ة):
MAHFOUDH Brahim
أصرح بشرفي اني ألتزم بمراعاة المعايير العلمية والمنهجية الاخلاقيات المهنية والنزاهة الاكاديمية المطلوبة
في انجاز البحث المذكور أعلاه.

التاريخ: 25/10/2023

توقيع المعني(ة)

رأي هيئة مراقبة السرقة العلمية:

Turnitin

%

19

النسبة:

الامضاء:

رئيس قسم الهندسة الميكانيكية
أ. عزوق محمد أولهاج

Remerciement

« Le grand merci pour le bon Dieu »

Nous rendons avant tout grâce à Dieu tout Puissant qui nous a aidés à surmonter les difficultés que nous avons rencontrées tout au long de notre travail.

Nous remercions très sincèrement notre promoteur Professeur : **MAHFOUD Brahim** pour la qualité de son encadrement, son expérience, son temps, ses encouragements et ses conseils, qui nous ont permis de mener à bien ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont à tous nos professeurs qui ont contribué dans notre formation universitaire.

J'adresse mes remerciements les plus sincères à mes parents, à mon grand frère Abd El ghani et ma grande sœur Saida qui ont toujours là pour me guider

A mon ami Adel je tiens à te remercier chaleureusement pour ton amitié sincère et ton soutien inestimable, à Gigi, dont le soutien moral et l'écoute ont été une bouffée d'air frais pendant les périodes les plus stressantes

M.S

Dédicace

A mes proches, qui m'ont soutenu(e) tout au long de ce parcours académique, avec amour, encouragement et compréhension. Votre présence a été ma source d'inspiration et de motivation.

À mes professeurs et encadrant, dont la guidance précieuse, les conseils avisés et l'expertise ont enrichi ce travail.

À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire, je vous adresse ma profonde gratitude.

Ce mémoire est dédié à la persévérance, à la passion pour la connaissance, et à l'espoir d'un avenir meilleur.

M.S

Résumé

La climatisation photovoltaïque est une technologie qui utilise l'énergie solaire pour alimenter les systèmes de climatisation ce qui permet de réduire la consommation d'énergie les émissions de gaz à effet de serre et d'augmenter l'indépendance énergétique. C'est une solution écologique et économique pour le refroidissement des espaces.

Abstract

In a nutshell, photovoltaic air-conditioning is a technology that uses solar energy to power air-conditioning systems, thereby reducing energy, consumption and greenhouse gas emissions, and increasing energy independent; it is an ecological and economical solution for space cooling.

Arab

التكييف الشمسي بالطاقة الشمسية هو تقنية تستخدم الطاقة الشمسية لتشغيل أنظمة التكييف، مما يساعد في تقليل استهلاك الطاقة وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري وزيادة الاعتماد على الطاقة. إنها حلاً بيئياً واقتصادياً لتبريد الأماكن

SOMMAIRE

<i>LISTE DES FIGURES.....</i>	<i>5</i>
I. INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : GENERALITES ET REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
I.1. INTRODUCTION	2
I.2. SYSTEMES DE CLIMATISATION CONVENTIONNELS	3
I.3 LES ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UN KIT PHOTOVOLTAÏQUE	6
I.3.1 FONCTIONNEMENT D'UN KIT SOLAIRE	7
I. 3.2 AMELIORATION DE KIT SOLAIRE.....	10
CHAPITRE II : CALCUL DES APPORTS THERMIQUE.....	16
II.1. INTRODUCTION	17
II.2. CONFIGURATION DU SYSTEME DE CLIMATISATION	17
II.3 APPORTS THERMIQUE	18
II.3 .1 LES ETAPES DE L'ETUDE	18
CALCUL DES APPORTS CALORIFIQUE :.....	21
II.3 CALCUL DES APPORTS DE CHALEUR PAR RAYONNEMENT SOLAIRE A TRAVERS LES PAROIS.....	23
II.4CALCUL DES APPORTS DE CHALEUR PAR RAYONNEMENT SOLAIRE A TRAVERS LES PAROIS	25
II.5 CHARGER THERMIQUE PAR RENOUVELLEMENT D'AIR ET INFILTRATION	27
II.6 CHARGER THERMIQUE PAR RENOUVELLEMENT D'AIR ET INFILTRATION	31
II.7 LES CHARGES THERMIQUES TOTALES.....	33
II.8 CONCLUSION	34
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	35
III.1. INTRODUCTION	36
III.2. PRESENTATION DE LOGICIEL SOLKANE	36
III. 3. ETAPE 01 : CALCUL DE LA PUISSANCE ELECTRIQUE.....	36
III. 4. ETAPE 02 : LA SURFACE NECESSAIRE DE PANNEAU SOLAIRE UTILISE	42
III .3 ETAPE 03 : CALCUL DE LA PUISSANCE ELECTRIQUE NECESSAIRE	43
III.4ETAPE 04 : LA SURFACE NECESSAIRE DE PANNEAU SOLAIRE UTILISER.....	50
III.5 CONCLUSION	52
CONCLUSION GENERALE	53
CONCLUSION GENERALE	54
BIBLIOGRAPHIES	55

Liste des figures

Figure 1 : Le modèle mural.	5
Figure 2 : Le modèle mural.	6
Figure 3 : Les éléments constitutifs d'un kit photovoltaïque.	7
Figure 4 : Installation en autoconsommation photovoltaïque	8
Figure 5 : onduleur de chaîne	11
Figure 6 : Micro onduleur.	12
Figure 7 : coffret de protection micro onduleur.	13
Figure 8 : système de contrôle des batteries d'accumulateurs.	14
Figure 9 : les supports de fixation .	14
Figure 10: Schéma de principe du système de climatisation solaire	18
Figure 11 : Salle de réunion.	18
Figure 12 : machine frigorifique simple	37
Figure 13 : Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE	39
Figure 14 : Le diagramme p-h machine avec simple fonctionnement	40
Figure 15 : Le diagramme T-S de la machine à simple fonctionnement	41
Figure 16 : Les résultats obtenus d'après logiciel	42
Figure 17 : schéma du système avec l'intégration du panneau solaire dans le circuit de fluide frigorigène	43
Figure 18 : Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE	46
Figure 19 : Le diagramme p-h après l'intégration de panneau solaire dans le circuit de la machine	47
Figure 20 : diagramme T-S de la machine après l'intégration de panneau solaire dans le circuit de fluide frigorigène	48
Figure 21 : Les résultats obtenus d'après logiciel	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coefficient global de transmission « K »	21
Tableau 2 : Le fonctionnement avant l'intégration des panneaux solaire	51
Tableau 3 : les résultats après l'intégration des panneaux solaire	52

Abbreviation

Symbol	Definition
A_s	apport calorifique sensible
A_l	apport calorifique latent
APO	Apport des les parois opaques
APO totale	Apport des parois opaques totales
Q_{sRr} totale	Apporte de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois totales
T_c	Température de condensation
T_f	Température d'évaporation
Q_f	Puissance frigorifique
η_{is}	Rendement isentropique
APO (en W)	désigne les apports calorifiques à travers les parois opaques aériennes,
AV (en W)	désigne les apports calorifiques à travers les parois vitrées
AINFS	Apports dus aux infiltrations d'air

Nomenclature

Symbols	Definition	Unite (SI)
K	Coefficient de transmission	W/m^2c°
R	Résistance thermique	W/m^2c°
e	épaisseur	m
λ	Conductivity thermique	W/mC^0
h_i	Coefficient de convection	W/m^2c°
h_e	Coefficient de convection	W/m^2c°
$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	Résistance supéreficielle	m^2c°/W
S_{int}	Surfaces interne	m^2
$k_{été}$	Coefficient de transmission global	W/m^2c°
APO	Apport paroi opaque	W
α	Coefficient d'absorption de la paroi	-
F	Facture de rayonnement solaire	-
R_m	Rayonnement solaire absorbé sur la surface de mur	W/m^2
Q _{rm}	Quantité de chaleur traversant le vitrage	W
w_e	Teneur en eau de l'air extérieur de base	$\frac{g}{Kg}$ de l'air sec
w_i	Teneur en eau de l'air extérieur de base	$\frac{g}{Kg}$ de l'air sec
Q_{sr}	Gains sensible par rayonnement d'air	W
q_v	Débit d'air sans fumeur	$\frac{\frac{m^2}{h}}{person}$
Q_{lr}	Gains latente par renevlement d'air	$\frac{\frac{m^2}{h}}{person}$
Q_{srv}	Quantité de chaleur traversant le vitrage	W
g	Facteur de réduction est fonction de mode de protection	
R_v	Intensité de rayement	w/m^2
Q_T	La somme des toutes les charge externe et interne	-
Q_s	Charge sensible	-
Q_l	Charge latente	-
T	Température	c°
h	L'enthalpie	KJ/Kg
S	L'entropie	KJ/Kg
P	Pression	Bar
$\dot{\omega}$	Puissance isentropique	KW
$\dot{\omega}$	Puissance réelle	KW
\dot{m}	Le débit massique	Kg/s
η_{vol}	Le rendement volumétrique	%
COP	Coefficient de Performance	-
DT	Déférence de la température	C°
E _T	Energie totale	KWh

Introduction générale

I. Introduction générale

La climatisation, un symbole du confort dans l'ère moderne, s'est imposée comme une nécessité incontestable dans notre monde en perpétuelle évolution. Telle une émanation de la créativité humaine, elle a radicalement remodelé nos espaces de vie et de travail, propulsant notre qualité de vie et décuplant notre productivité. Cependant, l'acquisition de ce confort n'est pas exempte de conséquences. Les systèmes conventionnels de climatisation, souvent alimentés par les ressources fossiles qui ont longtemps été le socle de notre civilisation, participent activement aux dérèglements climatiques et à la production des gaz à effet de serre, catalysant le changement climatique.

Pourtant, au cœur de ces défis pressants, émerge une lueur d'espoir. Les panneaux solaires photovoltaïques, tel un éclair de génie dans l'obscurité de nos dilemmes énergétiques, se profilent comme une solution à part entière. Ils captent la douce énergie du soleil, la façonnent en une électricité immaculée, offrant ainsi une alternative à la fois pragmatique et respectueuse de notre planète. Cette technologie porte en elle la promesse de modérer la gloutonnerie énergétique inhérente à la climatisation, tout en atténuant son impact sur notre environnement.

Dans ce contexte, nous avons lancé une initiative novatrice centrée sur un système de climatisation solaire alimenté par des panneaux photovoltaïques. Ce document se divise en trois chapitres :

1. Généralités et revue bibliographique.
2. Schéma de principe, modèle mathématique et calculs thermiques.
3. Simulation et résultats.

Chapitre I : Généralités et revue bibliographique

I.1. Introduction

La charge de refroidissement et la consommation d'énergie des systèmes de climatisation dans les bâtiments ou les véhicules sont en phase avec l'intensité du rayonnement solaire. Le refroidissement solaire est donc prometteur. De nombreux chercheurs ont développé des technologies de refroidissement solaire en utilisant des refroidisseurs par absorption ou adsorption [2,5], ou des refroidisseurs à éjecteur [9,11] entraînés par l'énergie solaire thermique. Le collecteur utilisé pour entraîner les refroidisseurs par absorption, adsorption ou éjecteur nécessite une efficacité de conversion d'énergie élevée à haute température. Habituellement, on utilise des collecteurs à tube sous vide ou des collecteurs à miroirs paraboliques. Le coût du collecteur ainsi que du refroidisseur thermique est élevé et rend le refroidissement solaire non économique. Récemment, de nombreuses recherches se sont penchées sur le refroidissement solaire utilisant un refroidisseur à compression par évaporation entraîné par un système solaire photovoltaïque, étant donné que le coût des systèmes solaires PV diminue très rapidement. Hartmann et al. [4] ont comparé théoriquement le refroidissement solaire thermique et photovoltaïque pour un petit bureau à Fribourg et Madrid, et ont constaté que le système PV connecté au réseau avait un coût inférieur en termes d'économies d'énergie primaire. Des résultats similaires ont été obtenus par Réf. [16]. Les deux [4] et [16] ont supposé que le système PV utilisé dans le refroidissement solaire était de type connecté au réseau, ce qui n'a pas de stockage d'énergie (batterie). Dans ces systèmes de refroidissement solaire, le réseau électrique fournira de l'électricité pour le refroidissement lorsque l'énergie solaire n'est pas disponible. Dans les applications hors réseau, le climatiseur solaire doit être alimenté par un système PV autonome. La conception d'un système de refroidissement solaire autonome est compliquée en raison de la possibilité de perte de puissance pendant les périodes de faible rayonnement solaire. Un exemple typique est le réfrigérateur solaire. L'électricité est produite par des panneaux photovoltaïques pour alimenter le réfrigérateur basé sur le cycle de compression par évaporation à travers une batterie, un régulateur de charge [3,13,17,18] et un onduleur [14,15]. Axaopoulos et Theodoridis [1] ont conçu une machine à glaçons alimentée par des panneaux solaires photovoltaïques qui fonctionne sans l'utilisation de batteries et peut être utilisée dans des applications vraiment autonomes dans des zones reculées. Le réfrigérateur est équipé de quatre compresseurs. Le fonctionnement des compresseurs par les panneaux PV est assuré par l'utilisation d'un régulateur, qui fournit le démarrage, le suivi de puissance maximale et la gestion de puissance pour les quatre compresseurs du système. La

climatisation solaire est différente du réfrigérateur solaire en termes de capacité de refroidissement et de profil de charge. Le réfrigérateur est toujours bien isolé, et la charge de refroidissement ne peut être augmentée que lorsqu'il est ouvert subitement ou fréquemment. L'effet de la masse thermique joue un rôle significatif dans la stabilisation de la température du réfrigérateur. De plus, la puissance de refroidissement est généralement faible pour le réfrigérateur. Pour la climatisation, la charge de refroidissement est généralement importante, de plusieurs kW, et peut varier en fonction de l'intensité du rayonnement solaire et de la température extérieure. La filtration de l'air ou les déplacements de personnes vers ou depuis l'espace climatisé affectent également la charge de refroidissement. De plus, le rayonnement solaire peut fluctuer. Tout cela rend la conception d'un système de refroidissement solaire beaucoup plus compliquée. Huang et al. [12] ont développé un climatiseur solaire autonome alimenté directement par l'énergie solaire PV. Un climatiseur d'une puissance de 200 W en CA a été alimenté directement par un module solaire PV de 430 Wc. Aucune alimentation réseau n'est connectée. Pour stabiliser le fonctionnement du compresseur et réduire le coût de la batterie, une petite batterie de 24 V/12 Ah a été utilisée. Un onduleur est utilisé pour convertir la puissance PV en puissance CA pour alimenter le climatiseur. La batterie peut fournir de l'électricité pendant moins d'une heure pendant les périodes de faible rayonnement solaire. Par conséquent, le système de refroidissement peut souffrir d'une perte de puissance. Dans l'étude actuelle, six climatiseurs solaires sont conçus et testés. Les résultats des essais sur le terrain sont analysés pour étudier l'effet des paramètres de conception sur les performances du système.

I.2. Systèmes de climatisation conventionnels

À l'heure des incitations à la rénovation énergétique des logements, la question du confort thermique en toute saison, en hiver comme en été, prévaut pour beaucoup de particuliers en quête de la meilleure solution. Cette recherche incite donc à pousser la réflexion sur l'installation d'une climatisation chez soi, pour faire face aux pics de chaleur en saison estivale. Dotée de multiples fonctionnalités, la climatisation peut prendre de nombreuses formes. Depuis quelques années, les évolutions de ses technologies lui permettent à la fois de rafraîchir la maison, mais aussi de la chauffer en hiver, pour certains modèles. Elle se présente ainsi sous différentes formes : mobile ou fixe, monobloc ou split ou encore dans le cadre d'une installation centralisée. IZI by EDF vous guide, pour identifier le modèle

correspondant le mieux à vos besoins. Plusieurs éléments sont à prendre en compte pour choisir la climatisation de sa maison. Parmi les différents critères à prendre en compte, la question de l'efficacité énergétique et d'une consommation raisonnée en électricité seront parmi les plus importants. Vous devez aussi réfléchir à ce que vous recherchez exactement pour votre confort. Une solution d'appoint ou durable ? Utilisable ponctuellement ou tout au long de l'année ? Enfin, une autre question doit également être posée sur votre installation : une pièce en particulier ou l'ensemble de votre logement ?

Dès lors, pour une seule pièce, un système avec un seul bloc suffit. Au-delà, une version avec plusieurs modules s'impose. C'est d'autant plus vrai si vous voulez aussi chauffer en hiver. Dans ce cas nous parlons de climatisation réversible, composées de différents modules appelés split, et se déclinant en plusieurs modèles. Il bénéficie globalement d'un bon rapport qualité/prix.

Dans le cas d'une utilisation occasionnelle, le climatiseur mobile est alors plus recherché.

Le climatiseur mobile ou monobloc pour une pièce de la maison. Le climatiseur monobloc est assez courant. Il est facilement accessible dans les magasins de bricolage et ne coûte que quelques centaines d'euros. Ce modèle est déplaçable sur roulettes. Il vous suffit de le diriger dans les différentes pièces de votre logement, en fonction de vos besoins. À noter qu'il nécessite le passage d'une gaine par une ouverture. Vous placez l'évacuation dans l'entrebâillement d'un ouvrant, porte ou fenêtre. Compact, il est adapté aux petits volumes de 10 à 30 m².

Le climatiseur monobloc possède cependant quelques inconvénients majeurs tels que son efficacité très limitée, et sa forte propension à consommer de l'électricité pour son fonctionnement. De plus, ce type d'appareil peut être très bruyant.

La climatisation réversible, pour le chauffage et le rafraîchissement. Considérée comme la solution la plus optimale pour la production de froid durant la saison estivale, la climatisation réversible a également beaucoup évolué pour apporter du confort en toute saison. Ainsi, son fonctionnement réversible permet de passer du chaud au froid et donc de vous assurer une fonction chauffage optimale, tout au long de l'hiver. À l'inverse du climatiseur monobloc, la clim réversible (autrement appelée pompe à chaleur air/air) est composée d'au moins deux éléments : un groupe extérieur comprenant notamment le compresseur nécessaire à son fonctionnement, et une unité intérieure, disponible sous différentes formes :

- Le split mural

Le modèle mural est le système le plus répandu. Il est fixé sur le mur et s'installe en hauteur. Son encombrement est réduit tout en restant assez esthétique. Selon les modèles, différentes options permettent, par exemple, de filtrer l'air ou encore de diffuser l'air chaud ou froid de façon douce, pour éviter la sensation de courant d'air.



Figure 1 : Le modèle mural.

- La console de climatisation

La console se pose sur une paroi ou au sol. La console est particulièrement adaptée dans le cas d'un remplacement d'anciens radiateurs électriques grâce à son format similaire, pour des performances énergétiques bien plus poussées.

- La climatisation gagnable

Les bouches de ventilation se trouvent en haut des murs de vos différentes pièces et sont très discrètes. Cette installation est adaptée dans le cas d'un projet de construction neuve. En effet, dans le cas d'une rénovation de logement, ce chantier peut s'avérer complexe et très onéreux.

- La climatisation cassette

La cassette (encastrée dans un faux-plafond) est réservée aux salles de 3 m de haut minimum. En dessous, les personnes ressentiront le souffle, ce qui sera source d'inconfort. Ses émetteurs couvrent 60 à 70 m² de surface. Tout comme pour la solution gagnable, il s'agit d'une climatisation centralisée.



Figure 2 : Le modèle mural.

La particularité de la climatisation réversible est bien, à l'inverse du climatiseur monobloc, la possibilité d'équiper, pour le rafraîchissement ou le chauffage, plusieurs pièces de votre maison. Il s'agit alors d'une installation dite "multi split". L'unité extérieure alimente plusieurs unités intérieures, plafonniers ou muraux dans l'habitation. En mode intégré, ce dispositif se cache dans un plancher ou un plafond.

- **Avantages et inconvénients du climatiseur monobloc**

Le climatiseur mobile intéresse avant tout pour son accessibilité d'un point de vue financier. En effet, cet investissement ne représente que quelques centaines d'euros et ne nécessite pas l'intervention d'un professionnel. Il suffit de le brancher sur une prise électrique pour l'activité.

Malheureusement, son bas prix peut faire oublier ses défauts, tels que son aspect énergivore et son efficacité très limitée pour rafraîchir votre logement. Vous ne pouvez agir que dans une seule pièce de la maison à la fois, tout en laissant la chaleur venant de l'extérieur entrer dans cette même pièce, en passant la gaine d'évacuation par votre fenêtre entrouverte. Son recours ne peut donc être lié qu'à un usage ponctuel.

I.3 Les éléments constitutifs d'un kit photovoltaïque

Pour produire son électricité, il est nécessaire d'avoir un kit solaire d'auto consommation.

Les éléments constitutifs d'un **kit photovoltaïque**

1. Les fixations panneau solaire
2. L'équipement "convertisseur d'électricité" : l'onduleur solaire et le micro-onduleur.
3. Le branchement panneau solaire, le matériel solaire souvent oublié
4. Batterie



Figure 3 : Les éléments constitutifs d'un kit photovoltaïque.

I.3.1 Fonctionnement d'un pack énergétique solaire

Un kit d'alimentation solaire représente une solution innovante pour générer de l'électricité en exploitant la puissance du soleil. Au cœur de ce système se trouve un module photovoltaïque solaire doté de cellule de conversion solaire composée de silicium, une substance aux propriétés étonnantes. Ces cellules photovoltaïques ont la capacité de capturer l'énergie solaire et de la convertir en courant continu, transformant ainsi la lumière du soleil en une source d'électricité propre et durable.

Cependant, la magie ne s'arrête pas là. Pour que cette électricité puisse être utilisée de manière pratique dans nos maisons et nos entreprises, un composant essentiel appelé onduleur entre en jeu. L'onduleur est un dispositif intelligent qui joue un rôle crucial en convertissant le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif, le type d'électricité que nous utilisons couramment pour alimenter nos appareils électroménagers, nos éclairages et nos dispositifs électroniques.

En somme, grâce à cette technologie, un kit solaire exploite efficacement l'énergie solaire en la transformant en une source d'électricité prête à être consommée. Cette solution propre et renouvelable permet de Diminuer notre reliance aux sources d'énergie éphémères tout en contribuant à la préservation de l'environnement.

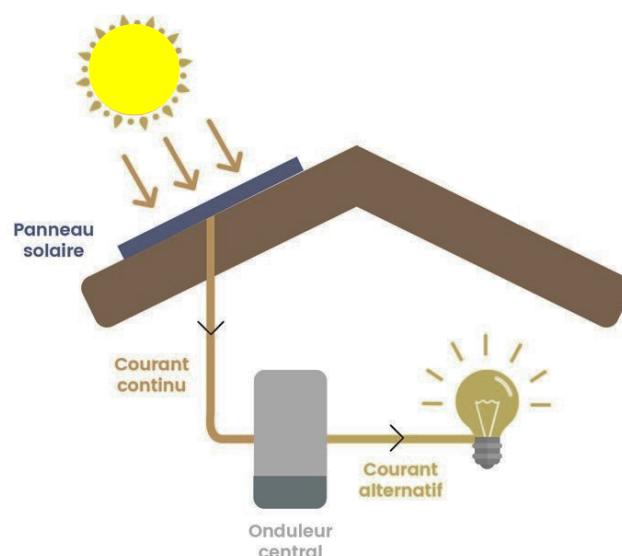


Figure 4 : Installation en autoconsommation photovoltaïque

- Installation autoconsommation insuffisante

Dans le contexte d'une autoconsommation énergétique, il est important de noter que vous restez constamment connecté(e) au réseau électrique. La question qui se pose est la suivante : comment fonctionne le processus de production et de consommation d'électricité dans ce contexte ? Dans une installation en autoconsommation, un kit solaire joue un rôle central en fournissant directement de l'électricité à votre domicile. Cela veut dire que vos équipements électriques utilisent le courant électrique oscillant généré par l'onduleur électrique du kit solaire. Pour mieux comprendre ce concept, prenons un exemple concret.

Imaginons qu'il soit 18h, et que vous soyez en train d'utiliser votre four pour cuire un gâteau tout en regardant la télévision. En plus de cela, divers appareils restent en permanence branchés (comme la box Internet et le réfrigérateur), et quelques ampoules sont allumées. Dans l'ensemble, votre consommation totale d'électricité atteint 5 kWh à ce moment précis. Cependant, à ce moment précis, votre kit solaire ne génère que 2 kWh d'électricité.

Dans ce scénario, vous commencez par utiliser les 2 kWh de la puissance délivrée par votre kit, ensuite, puis vous complétez votre consommation avec 3 kWh provenant du réseau électrique. Pour tout dire, vous tirez de l'électricité issue du réseau de distribution dans les situations suivantes :

- Quand votre consommation excède la production de votre installation photovoltaïque ;
- Pendant la nuit, lorsque le soleil n'est pas disponible pour produire de l'électricité ;
- Lors de journées caractérisées par un mauvais temps, lorsque la production solaire est limitée.

C'est pourquoi il est essentiel de maintenir un abonnement actif avec votre fournisseur d'électricité, même si vous investissez dans une installation en autoconsommation. En résumé, cette approche vous permet de maximiser l'utilisation de l'électricité solaire lorsque c'est possible, tout en ayant recours au réseau électrique conventionnel lorsque cela est nécessaire. J'espère que cela clarifie la situation.

- Installation autoconsommation en excès

À présent, examinons la situation inverse. Que se produit-il lorsque vous générez une quantité d'électricité excédant vos besoins ? La réponse à cette question est assez simple : vous alimentez gratuitement le réseau avec l'énergie excédentaire produite. En effet, contrairement à un dispositif solaire mis en place par un expert agréé RGE, un ensemble solaire pour

l'autoconsommation ne vous permet pas de vendre l'excédent d'électricité à un tarif de 0,10 € par kWh.

En résumé, un kit solaire en auto-alimentation avec injection gratuite du l'excédent présente plusieurs avantages :

- Vous réduisez votre dépendance à l'électricité du réseau conventionnel ;
- Vous réalisez des économies sur votre facture d'électricité ;
- Vous contribuez à la préservation de l'environnement en générant et en utilisant de l'électricité écologique;

Si vous aspirez à dépasser la mesure et à atteindre une totale autonomie grâce à votre installation photovoltaïque, explorons cette possibilité.

La deuxième opportunité fournie par un kit photovoltaïque est l'autonomie complète. Dans ce scénario, vous ne dépendez plus de l'approvisionnement électrique. Plusieurs raisons peuvent justifier cette décision :

- Vous résidez dans un endroit isolé, rendant difficile ou coûteux le raccordement au réseau ;
- Vous avez délibérément choisi de vous affranchir du réseau électrique ;
- Et ainsi de suite.

Maintenant, comment s'opère cette indépendance énergétique ? C'est très simple. Votre système solaire génère de l'électricité pendant la journée, qui est immédiatement consommée par vos appareils électriques. L'énergie excédentaire est conservée pour usage ultérieur dans une ou plusieurs batteries. Par la suite, lorsque vous ne générez plus d'électricité, par exemple pendant la nuit, la batterie alimente votre domicile en électricité.

Cependant, il est important de noter que l'autonomie totale exige un changement radical dans votre façon de gérer l'énergie. En effet, en exploitant un système solaire indépendant, le réseau électrique ne joue plus son rôle de tampon. Par conséquent, en cas de déficit dans la production électrique, vous pourriez être dans l'incapacité d'alimenter vos appareils électriques. Pour réussir, vous devrez :

- Opter pour des appareils à faible consommation énergétique ;
- Être disposé(e) à proclamer l'utilisation de certains appareils, parfois sur plusieurs jours ;
- Repenser votre niveau de contentement ;
- Ou encore décider de se priver de certains appareils en soirée, comme le four.

Ce type de projet présente divers inconvénients majeurs. Les batteries restent coûteuses, et en investissant dans une ou plusieurs d'entre elles, vous augmentez considérablement votre coût

initial. De plus, les batteries ont une durée de vie relativement courte, généralement de 7 à 10 ans, et certaines technologies nécessitent un entretien régulier. En outre, le taux de recyclage des batteries varie en fonction de la technologie choisie (par exemple, il est d'environ 70% pour les batteries au lithium-ion). En résumé, un kit solaire autonome représente un projet onéreux et exigeant en termes de gestion de l'énergie, et il ne convient pas à tout le monde.

I. 3.2 Amélioration de kit solaire

Afin d'assurer un fonctionnement optimal et une production d'électricité efficace, il est essentiel de sélectionner votre kit solaire avec attention. Comme nous l'avons mentionné précédemment, les composants essentiels d'un tel kit sont les panneaux solaires et l'onduleur. Toutefois, d'autres éléments viennent compléter l'ensemble. Je vais vous expliquer le rôle de chacun de ces composants et vous guider dans le processus de sélection adéquate.

- Panneau solaire

Le panneau solaire constitue l'élément central de votre kit, il est donc essentiel de faire un choix réfléchi. Plusieurs critères doivent être pris en considération pour sélectionner le meilleur panneau photovoltaïque

1) La marque : Actuellement, de nombreuses marques de panneaux solaires sont disponibles sur le marché. Parmi les plus réputées, on peut citer LG, Panasonic, Sun Power, ou encore Canadian Solar. Cependant, il est légitime de se demander comment déterminer la fiabilité d'une marque.

- La puissance

La puissance des panneaux solaires représente un deuxième critère crucial. Elle offre une indication sur la quantité d'électricité produite par le panneau dans des conditions standard, également appelées conditions STC

- Les garanties

En dernier lieu, assurez-vous de vérifier les garanties disponibles.

Que vous optiez pour un kit solaire ou une installation solaire traditionnelle, vos panneaux sont couverts par la garantie linéaire de production ainsi que par la garantie produit.

La garantie linéaire de production garantit que, dans des conditions d'utilisation normales, la dégradation naturelle des panneaux solaires leur permettra de produire au moins X % de leur production initiale au bout d'une période de temps spécifiée. En règle générale, cela correspond à 80 % de leur capacité initiale après 25 ans.

La garantie produit, également connue sous le nom de garantie constructeur, vous assure une protection en cas de dysfonctionnement de votre panneau solaire.

- L'onduleur

Comme mentionné précédemment, l'onduleur joue un rôle essentiel en convertissant le courant continu produit par vos panneaux solaires en courant alternatif. Pour être plus précis, il existe deux types d'onduleurs. : Les onduleurs de chaîne et les micro-onduleurs

Les onduleurs de chaîne (ou “string” en anglais)



Figure 5 : onduleur de chaîne

Un onduleur de chaîne est un boîtier, généralement de la taille d'une petite armoire de toilette.

Dans ce type d'installation, les panneaux solaires sont connectés en série entre eux, puis sont reliés à l'onduleur.

Cela veut dire que Si l'un de vos panneaux solaires est partiellement couvert d'ombre. Vos autres panneaux solaires voient leur production baisser.

Il est possible de contourner ce problème en ajoutant des optimiseurs, qui rendent chaque panneau indépendant.

Vous devez donc ajouter au prix de votre kit le prix d'un optimiseur par panneau.

Enfin, un onduleur de chaîne doit généralement être changé tous les 8 à 12 ans.

- Les micro-onduleurs



Figure 6 : Micro onduleur.

Dans ce cas, un micro-onduleur gère un à deux panneaux solaires individuellement.

Le nombre de micro-onduleurs dépend en effet du nombre de panneaux solaires installés.

L'avantage réside dans le fait que vos panneaux sont complètement indépendants les uns des autres.

En d'autres termes, si l'un des panneaux subit une perte de production ou cesse de fonctionner, les autres panneaux continuent de produire de manière normale.

Un autre avantage majeur est que les micro-onduleurs sont assortis d'une garantie de 20 ans !

Cependant, opter pour des micro-onduleurs au lieu d'un onduleur de chaîne a un coût supplémentaire.

Il faut prévoir environ un surcoût d'environ 20 % par rapport à un onduleur de chaîne.

- Les câbles

Pour connecter les divers composants de votre kit solaire, des câbles sont nécessaires, généralement inclus dans le kit.

Cependant, si pour une raison quelconque vous devez les sélectionner vous-même, soyez attentif !

Le diamètre du câble est crucial : il doit être choisi en fonction de l'intensité du courant et de la distance que le courant doit parcourir.

Un câble de dimension insuffisante peut entraîner des risques d'incendie.

Des câbles de qualité médiocre ou des connexions mal effectuées peuvent également causer d'importantes pertes d'énergie

- Coffret de protection



Figure 7 : coffret de protection micro onduleur.

Comme son nom l'indique, un coffret de protection assure la sécurité électrique de votre installation solaire en la protégeant.

Pour être plus précis, il permet de désolidariser l'installation solaire du reste de votre système électrique en cas de problème.

Généralement, il est également inclus dans le kit.

Le type de coffret de protection dépend du choix d'onduleurs :

- Dans le cas d'un onduleur de chaîne, un coffret de protection AC/DC est sélectionné ;
- Pour les micro-onduleurs, un coffret AC est utilisé.

.

Système de contrôle des batteries d'accumulateurs



Figure 8 : système de contrôle des batteries d'accumulateurs.

Ce système, abrégé BMS pour Battery Management System, garantit que les quantités d'électricité injectée et prélevée correspondent à la capacité de la batterie.

Ceci prévient tout dommage aux batteries et garantit le bon fonctionnement du kit.

Il est donc nécessaire uniquement si votre kit inclut au moins une batterie.

- Support de fixation

Divers types de supports de fixation sont disponibles, adaptés à l'endroit où vous prévoyez d'installer votre kit :

- Au niveau du sol ou sur un toit plat.
- Sur un toit en pente.
- Sur vos murs, servant de protection solaire ou de claustra.



Figure 9 : les supports de fixation.

En règle générale, le support de fixation n'est PAS inclus dans le kit.

Kit panneaux solaires

Obtenez une offre avec les meilleures marques de panneaux solaires et d'onduleurs

Chapitre II : Calcul des apports thermique

II.1. Introduction

La première chose à faire dans notre projet c'est le calcul de bilan thermique de climatisation pour le but de trouver la puissance frigorifique nécessaire pour le refroidissement on prendre un exemple d'une salle de réunion t au niveau de BOUIRA ville.

La deuxième étape de notre étude et de trouver une nouvelle technique de refroidissement qui peut adapter avec la puissance frigorifique nécessaire de climatisation et bien sûr économique que les autres systèmes.

Troisième étape l'alimentation du système de climatisation provient d'un système solaire PV autonome.

II.2. Configuration du système de climatisation

L'alimentation du dispositif de climatisation provient d'un système solaire PV autonome. Il nécessite une alimentation électrique stable au compresseur pour un fonctionnement fluide sous une radiation solaire variable. Une petite batterie, appelée batterie tampon, est donc utilisée. Elle agit comme un tampon pour stabiliser le fonctionnement du compresseur. Un condensateur est connecté à la batterie afin de supprimer la puissance de démarrage du compresseur. Un contrôleur basé sur un microprocesseur, avec des mesures de courant de charge/décharge, de tension de batterie, d'irradiation solaire, etc. [7], est utilisé pour contrôler la charge/décharge de la batterie et l'enregistrement des données. Le schéma est présenté à la Figure 1. Le système actuel n'utilise pas la commande MPPT (suivi du point de puissance maximum) pour suivre la puissance maximale du module PV. Au lieu de cela, la conception du système PV est basée sur le nMPPO (fonctionnement près du point de puissance maximum) [6], qui correspond aux performances des modules PV solaires avec la tension de la batterie. Cela évite les pertes d'énergie du MPPT, réduit les coûts tout en maintenant une grande fiabilité. Le climatiseur est utilisé pour répondre à la charge de refroidissement d'une salle à basse consommation d'énergie (ZEH-2, Fig. 2) qui sert de salle de réunion pour 12 personnes. L'espace intérieur de la salle à basse consommation d'énergie mesure 7 m de long, 4 m de large, 3 m de haut, avec une surface au sol de 28 m². Plusieurs conceptions passives sont utilisées dans la construction de la maison à basse consommation d'énergie pour réduire la pénétration de chaleur, notamment une isolation des murs intérieurs à l'aide de panneaux d'isolation sous vide de 10 mm laminés avec un matériau en fibres de 25

mm, des pare-soleil ventilés sur les murs extérieurs et des fenêtres à faible émissivité avec un cadre en plastique [8,10]. Notre volume thermique est une salle de réunion au niveau de Bouira ville (L'altitude : 525 m, latitude : 36.28, longitude : 3.98)

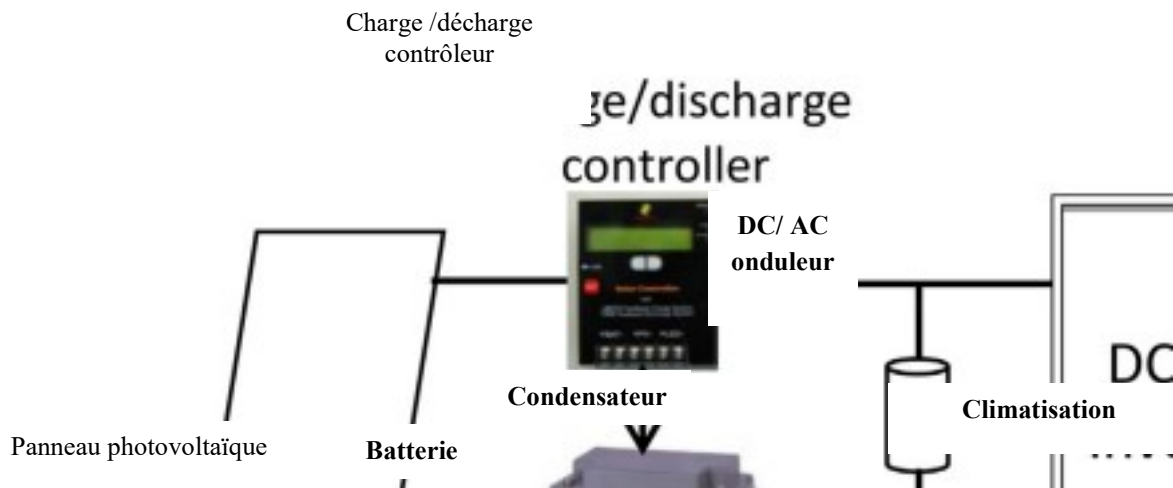


Figure 10:Schéma de principe du système de climatisation solaire



Figure 11 : Salle de réunion.

II.3 Apports thermique [13]

II.3 .1 Les étapes de l'étude

- ❑ Calcul de la puissance électrique nécessaire pour fournir la puissance frigorifique de refroidissement de la salle sans intégration de panneau solaire dans le circuit de système de refroidissement

- ❑ Trouver la surface nécessaire des panneaux pour produire cette puissance électrique
- ❑ Calcul de la puissance électrique nécessaire pour fournir la puissance frigorifique de refroidissement de la salle avec intégration de panneau solaire dans le circuit de système de refroidissement pour réchauffer la vapeur de fluide frigorigène
- ❑ Trouver la surface nécessaire des panneaux pour produire la nouvelle puissance électrique

Coefficient global de transmission « K » :

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} \dots\dots\dots \text{II.1}$$

Calcul des résistances thermiques (1)

Mortier : $e = 0.02m$ et $\lambda = 1.4 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.02}{1.4} = 0.014m^2C^0/W$$

Brique : $e = 0.1m$ et $\lambda = 0.65 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.1}{0.65} = 0.15m^2C^0/W$$

Lame d'air : $e = 0.05m$ et $\lambda = 0.26 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.05}{0.26} = 0.19m^2C^0/W$$

Brique : $e = 0.1m$ et $\lambda = 0.65 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.1}{0.65} = 0.15m^2C^0/W$$

Mortier : $e = 0.01m$ et $\lambda = 1.4 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{1.4}{0.01} = 0.007m^2C^0/W$$

Plâtre : $e = 0.01m$ et $\lambda = 0.35 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{\lambda}{e} = \frac{0.35}{0.01} = 0.03m^2C^0/W$$

Résistance superficielle :

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.14m^2C^0/W$$

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.69 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

Alors :

$$K = 1.45 \text{ W/m}^2 \text{ C}^0$$

Plancher haut :

Béton armé : $e = 0.15 \text{ m}$ et $\lambda = 1.75 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.15}{1.75} = 0.086 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

Résistance superficielle :

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.14 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.226 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

Alors :

$$K = 4.65 \text{ W/m}^2 \text{ C}^0$$

Plancher bas :

Béton armé : $e = 0.15 \text{ m}$ et $\lambda = 1.75 \text{ W/mC}^0$

$$R = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.15}{1.75} = 0.086 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

Résistance superficielle :

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.14 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

$$\frac{1}{K} = \sum R + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0.226 \text{ m}^2 \text{ C}^0 / \text{W}$$

$$K = 4.65 \text{ W/m}^2 \text{ C}^0$$

Portes et fenêtres : d'après le DTR C 3-4:

$$K = 6.8 \text{ W/m}^2 \text{ C}^0$$

D'après le DTR C 3-4 et d'après les calculs des résistances et le coefficient de transmission global selon les formules de transfert thermique par conduction et convection on obtient les résultats suivants :

Tableau 1 : Coefficient global de transmission « K »

Désignation	composition	e (m)	λ W/m^2C^0	R m^2C^0/W	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$ m^2C^0/W	$\frac{1}{K}$ m^2C^0/W	K W/m^2C^0
Mur	Mortier	0.02	1.4	0.014	0.14	0.69	1.45
	Brique	0.1	0.65	0.15			
	Lame d'air	0.05	0.26	0.19			
	Brique	0.1	0.65	0.15			
	Mortier	0.01	1.4	0.007			
	Plâtre	0.01	0.35	0.03			
Plancher haut	Béton armé	0.15	1.75	0.086	0.14	0.226	4.65
Plancher bas	Béton armé	15	1.75	0.086	0.14	0.226	4.65
Porte	6.8						
Fenêtre	6.8						

Calcul des apports calorifique[15] :

Les apports calorifiques doivent être déterminés selon les étapes suivantes

Calcul des apports calorifiques de chaque volume thermique :

Les apports calorifiques sensibles A_s et latentes A_l est donnée par :

$$A_s = APO + AV + AIs + AINFs \dots\dots\dots II.2$$

$$A_l = AI_l + AINFl \dots\dots\dots II.3$$

➤ Mur sud :

Calcul des apports à travers les parois opaques :

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times DTE(t) \dots\dots\dots II.4$$

Le mur sud est composé :

○ Mur :

- Surface intérieure de mur sud :

$$S_{\text{int}} = 4 \times 2.8 = 11.2 \text{ m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{\text{été}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heure t :

$$DTE = T_{\text{ex séch}} - T_{\text{int}} \dots\dots\dots \text{II.5}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13\text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{\text{mur seul}} = 1.2 \times 1.45 \times 11.2 \times 13 = 253.344\text{W}$$

○ Porte :

- Surface de la porte :

$$S_{\text{int}} = 0.92 \times 2.05 = 1.8 \text{ m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{\text{été}} = 6.8 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heure t :

$$DTE = T_{\text{ex séch}} - T_{\text{int}}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13\text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{\text{port}} = 1.2 \times 6.8 \times 1.8 \times 13 = 190.944\text{W}$$

Alors les apports par les parois opaques de mur sud :

$$APO_{\text{mur sud}}(15\text{h}) = APO_{\text{mur seul}} + APO_{\text{port}} = 253.344 + 190.944 = 444.288\text{W}$$

II.3 Calcul des apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois :

La quantité de chaleur traversant le vitrage :

$$Q_{rsm} = \alpha \times F \times S \times R_m$$

❖ α : coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement (surface blanche)

$$\alpha = 0.4$$

❖ F :facture de rayonnement solaire : selon le coefficient de transmission global

$$K_{été} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

Donc :

$$F = 0.075$$

❖ S : surface de la paroi :

$$S_{int} = 4 \times 2.8 = 11.2 \text{ m}^2$$

❖ R_m : rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur

R_m sur le mur dépend

- ☐ La latitude de l'emplacement
- ☐ L'orientation des parois du bâtiment
- ☐ L'heure définie pour les calculs (15h) de soir

Donc :

$$R_m = 207 \text{ W/m}^2$$

Alors :

$$Q_{rsm} = 0.4 \times 0.075 \times 11.2 \times 207 = 69.552 \text{ W}$$

Charger thermique par renouvellement d'air et infiltration :

Gains sensibles par renouvellement d'air :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33$$

qv : pour débit d'air neuf sans fumeur :

$$q_v = 18 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Personne}$$

Donc :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33 = 18 \times (37 - 24) \times 0.33 = 77.22 \text{ W}$$

Gains latentes par renouvellement d'air :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84$$

- We : teneur en eau de l'air extérieur de base g /KG de l'air sec
- Wi : : teneur en eau de l'air intérieur de base g /KG de l'air sec

Dans cette étude simple en considère que

$$(W_e - W_i) = \frac{2g}{kg} \text{ air sec}$$

Alors :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84 = 18 \times 2 \times 0.84 = 30 \text{ W}$$

➤ **Mur Est :**

Calcul des apports à travers les parois opaques :

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times DTE(t)$$

Le mur sud est composé :

- **Mur :**
- Surface intérieur de mur Est :

$$S_{int} = 7 \times 2.8 = 19.6 \text{ m}^2$$

Sachant que le mur Est composé de deux fenêtres (1.2X1.2)

Alors :

$$S_{int} = 19.6 - 2.88 = 16.72 \text{ m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{\text{été}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heure t :

$$DTE = T_{\text{ex séch}} - T_{\text{int}}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13\text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{\text{mur seul}} = 1.2 \times 1.45 \times 16.72 \times 13 = 378.2\text{W}$$

- Les deux fenêtres :

- Surface des fenêtres :

$$S_{\text{int}} = 2 \times (1.2 \times 1.2) = 2.88\text{m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{\text{été}} = 6.8 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heure t :

$$DTE = T_{\text{ex séch}} - T_{\text{int}}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13\text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{\text{FENETRES}} = 1.2 \times 6.8 \times 2.88 \times 13 = 305.5\text{W}$$

Alors les apports par les parois opaques de mur sud :

$$APO_{\text{mur est}}(15\text{h}) = APO_{\text{mur seul}} + APO_{\text{FENETRES}} = 378.2 + 305.5 = 683.7\text{W}$$

II.4 Calcul des apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois :

La quantité de chaleur traversant le vitrage :

$$Q_{\text{rsm}} = \alpha \times F \times S \times R_m$$

- ❖ α : coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement (surface blanche)

$$\alpha = 0.4$$

❖ F :facture de rayonnement solaire : selon le coefficient de transmission global

$$K_{\text{été}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

Donc :

$$F = 0.075$$

❖ S : surface de la paroi :

$$S_{\text{int}} = 16.72\text{m}^2$$

sur le mur dépend

- ☐ De la latitude sous laquelle le local se trouve
- ☐ De l'orientation de mur
- ☐ Le l'heure pour laquelle le calcul sera effectué (15h)

Donc :

$$R_m = 166\text{W/m}^2$$

Alors :

$$Q_{\text{rsm}} = 0.4 \times 0.075 \times 16.72 \times 166 = 83.27\text{W}$$

Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages :

La quantité de chaleur traversant le vitrage :

$$Q_{\text{SRV}} = \alpha \times g \times s \times R_V \dots\dots\dots \text{II.6}$$

- α : coefficient d'absorption des vitrages (vitrage simple)

$$\alpha = 1$$

- g : facteur de réduction est fonction du mode de protection de la fenêtre contre le rayonnement solaire (stores intérieurs à moitié baissés crème)

$$g = 0.63$$

- S : surface vitrée m^2 : $S=2.88\text{m}^2$
- R_V : intensité du rayonnement solaire sur les vitrages

$$R_v = 143 \text{ W/m}^2$$

Alors :

$$Q_{SRV} = \alpha \times g \times s \times R_v = 1 \times 0.63 \times 2.88 \times 143 = 259.46 \text{ W}$$

II.5 Charger thermique par renouvellement d'air et infiltration :

Gains sensibles par renouvellement d'air :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33 \dots\dots\dots \text{II.7}$$

q_v : pour débit d'air neuf sans fumeur :

$$q_v = 18 \text{ m}^3/\text{h}/\text{Personne}$$

Donc :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33 = 18 \times (37 - 24) \times 0.33 = 77.22 \text{ W}$$

Gains latentes par renouvellement d'air :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84 \dots\dots\dots \text{II.8}$$

Dans cette étude simple en consulaire que

$$(W_e - W_i) = \frac{2\text{g}}{\text{kg}} \text{ air sec}$$

Alors :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84 = 18 \times 2 \times 0.84 = 30 \text{ W}$$

➤ Mur nord :

Le mur nord est composé :

○ Mur :

- Surface intérieur de mur sud :

$$S_{int} = 4 \times 2.8 = 10.8 \text{ m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{été} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heure t :

$$DTE = T_{\text{ex séch}} - T_{\text{int}}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13^{\circ}\text{C}$$

Donc :

$$APO_{\text{mur seul}} = 1.2 \times 1.45 \times 10.8 \times 13 = 244.29\text{W}$$

Calcul des apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois :

La quantité de chaleur traversant le vitrage :

$$Q_{\text{rsm}} = \alpha \times F \times S \times R_m \dots \dots \dots \text{II.9}$$

- ❖ α : coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement (surface blanche)

$$\alpha = 0.4$$

- ❖ F : facteur de rayonnement solaire : selon le coefficient de transmission global

$$K_{\text{été}} = 1.45 \text{ W/m}^2\text{C}^{\circ}$$

Donc :

$$F = 0.075$$

- ❖ S : surface de la paroi :

$$S_{\text{int}} = 4 \times 2.8 = 10.8\text{m}^2$$

Rm sur le mur dépend

- ☐ De la latitude sous laquelle le local se trouve
- ☐ De l'orientation de mur
- ☐ De l'heure pour laquelle le calcul sera effectué (15h)

Donc :

$$R_m = 166\text{W/m}^2$$

Alors :

$$Q_{\text{rsm}} = 0.4 \times 0.075 \times 10.8 \times 166 = 53.78\text{W}$$

- Mur ouest :

Calcul des apports à travers les parois opaques :

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times DTE(t) \dots\dots\dots \text{II.10}$$

Le mur ouest est composé :

○ **Mur :**

- Surface intérieur de mur ouest :

$$S_{int} = 7 \times 2.8 = 19.6 \text{m}^2$$

Sachent que le mur Est composé de deux petites fenêtres (0.5X1.2)

Alors :

$$S_{int} = 19.6 - 1.2 = 18.4 \text{m}^2$$

- le coefficient de transmission global :

$$K_{été} = 1.45 \text{W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heurs t :

$$DTE = T_{ex \text{ séch}} - T_{int}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13 \text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{mur \text{ seul}} = 1.2 \times 1.45 \times 18.4 \times 13 = 416.2 \text{W}$$

○ Les deux fenêtres :

- Surface des fenêtres :

$$S_{int} = 2 \times (0.5 \times 1.2) = 1.2 \text{m}^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{été} = 6.8 \text{W/m}^2\text{C}^0$$

- La différence équivalente de température à l'heurs t :

$$DTE = T_{ex \text{ séch}} - T_{int}$$

$$DTE = 37 - 24 = 13 \text{C}^0$$

Donc :

$$APO_{FENETRES} = 1.2 \times 6.8 \times 1.2 \times 13 = 127.29W$$

Alors les apports par les parois opaques de mur sud :

$$APO_{mur\ ouest}(15h) = APO_{mur\ seul} + APO_{FENETRES} = 416.2 + 127.29 = 543.49W$$

Calcul des apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois :

La quantité de chaleur traversant le mur :

$$Q_{rsm} = \alpha \times F \times S \times R_m$$

❖ α : coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement (surface blanche)

$$\alpha = 0.4$$

❖ F :facture de rayonnement solaire : selon le coefficient de transmission global

$$K_{été} = 1.45 W/m^2C^0$$

Donc :

$$F = 0.075$$

❖ S : surface de la paroi :

$$S_{int} = 18.4m^2$$

❖ R_m : rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur

R_m sur le mur dépend

- ☐ De la latitude sous laquelle le local se trouve
- ☐ De l'orientation de mur
- ☐ Le l'heure pour laquelle le calcul sera effectué (15h)

Donc :

$$R_m = 264W/m^2$$

Alors :

$$Q_{rsm} = 0.4 \times 0.075 \times 18.4 \times 264 = 145.73W$$

Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages :

La quantité de chaleur traversant le vitrage :

$$Q_{SRV} = \alpha \times g \times s \times R_v$$

- α : coefficient d'absorption des vitrages (vitrage simple)

$$\alpha = 1$$

- g : facteur de réduction est fonction du mode de protection de la fenêtre contre le rayonnement solaire (stores intérieurs à moitié baissés crème)

$$g = 0.63$$

- S : surface vitrée m^2 : $S=1.2m^2$
- R_v : intensité du rayonnement solaire sur les vitrages

$$R_v = 227W/m^2$$

Alors :

$$Q_{SRV} = \alpha \times g \times s \times R_v = 1 \times 0.63 \times 1.2 \times 227 = 171.61W$$

II.6 Charger thermique par renouvellement d'air et infiltration :

Gains sensibles par renouvellement d'air :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33$$

q_v : pour débit d'air neuf sans fumeur :

$$q_v = 18m^3/h/Personne$$

Donc :

$$Q_{sr} = q_v \times (T_{ex} - T_{in}) \times 0.33 = 18 \times (37 - 24) \times 0.33 = 77.22W$$

Gains latentes par renouvellement d'air :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84$$

Dans cette étude simple en consulaire que

$$(W_e - W_i) = \frac{2g}{kg} \text{ air sec}$$

Alors :

$$Q_{lr} = q_v \times (W_e - W_i) \times 0.84 = 18 \times 2 \times 0.84 = 30W$$

➤ **Plancher haute (plafond sous comble ventilé) :**

Calcul des apports à travers la plancher haute :

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times DTE(t)$$

- Surface intérieur de la plancher :

$$S_{int} = 7 \times 4 = 28m^2$$

- le coefficient de transmission global :

$$K_{été} = 4.65 W/m^2C^0$$

- La différence équivalente de température à l'heurs t :

$$DTE = (T_{ex\ séch} - T_{int}) + 3^{\circ}C$$

$$DTE = 37 - 24 = 13 + 3C^0 = 16^{\circ}C$$

Donc :

$$APO_{PLANCHER\ HAUTE} = 1.2 \times 4.65 \times 28 \times 16 = 2499.84W$$

➤ **Plancher bas (sur terre pleine) :**

Calcul des apports à travers la plancher haute :

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times DTE(t)$$

- Surface intérieur de la plancher :

$$S_{int} = 7 \times 4 = 28m^2$$

- Le coefficient de transmission global :

$$K_{été} = 4.65 W/m^2C^0$$

- La différence équivalente de température à l'heurs t :

$$DTE = 20^{\circ}\text{C} - T_{int}$$

$$DTE = 20 - 24 = -4^{\circ}\text{C}$$

Donc :

$$APO_{\text{PLANCHER bas}} = 1.2 \times 4.65 \times 28 \times -4 = 624.96\text{W}$$

➤ **Apport de chaleur par les occupants :**

Si on suppose que le nombre des personnes dans la salle d'engrènement est 10 personne donc

Chaleur sensible dégager par les occupants :

$$Q_{OCCS} = 10 \times 65 = 650\text{W}$$

Chaleur latente dégager par les occupants :

$$Q_{OCCL} = 10 \times 37 = 370\text{W}$$

II.7 Les charges thermiques totales [14] :

Le bilan thermique total :

QT est la somme de toutes les charges externes et internes il est plus pratique de faire la somme des charges sensibles et latentes d'où :

$$Q_T = Q_S + Q_L$$

Tout d'abord des charges externes sensibles :

$$Q_S = APO_{\text{TOTAL}} + Q_{\text{rsmTOTAL}} + Q_{\text{SRVTOTAL}} + Q_{\text{OCCS}} + Q_{\text{srTOTAL}}$$

□ APO_{TOTAL} : apports par les parois opaques totales

$$\begin{aligned} APO_{\text{TOTAL}} &= APO_{\text{mur sud}}(15\text{h}) + APO_{\text{mur nord}}(15\text{h}) + APO_{\text{mur est}}(15\text{h}) \\ &\quad + APO_{\text{mur ouest}}(15\text{h}) + APO_{\text{PLANCHER HAUTE}}(15\text{h}) \\ &\quad + APO_{\text{PLANCHER BAS}}(15\text{h}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} APO_{\text{TOTAL}} &= 444.288 + 683.7 + 244.29 + 543.49 + 2499.84 + 624.96 \\ &= 5040.568\text{W} \end{aligned}$$

□ Q_{rsmTOTAL} : apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois

$$Q_{rsmTOTAL} = Q_{rsm_{sud}} + Q_{rsm_{est}} + Q_{rsm_{ouest}} + Q_{rsm_{nord}} \dots \dots \dots \text{II.10}$$

$$Q_{rsmTOTAL} = 69.55 + 83.27 + 53.78 + 145.73 = 352.33W$$

□ $Q_{SRVTOTAL}$: Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages

$$Q_{SRVTOTAL} = Q_{SRV_{est}} + Q_{SRV_{ouest}}$$

$$Q_{SRVTOTAL} = 259.46 + 171.61 = 431.07W$$

□ $Q_{srTOTAL}$: Gains sensibles par renouvellement d'air

$$Q_{srTOTAL} = 231.66W$$

□ Q_{OCCS} : Chaleur sensible dégager par les occupants

$$Q_{OCCS} = 10 \times 65 = 650W$$

Alors :

$$Q_S = APO_{TOTAL} + Q_{rsmTOTAL} + Q_{SRVTOTAL} + Q_{OCCS} + Q_{srTOTAL}$$

$$Q_S = 5040.568 + 352.33 + 431.07 + 650 = 6473.97W$$

Les charges externes latentes :

$$Q_L = Q_{lrTOTAL} + Q_{OCCL} \dots \dots \dots \text{II.11}$$

$$Q_L = 90 + 370 = 460W,$$

Donc

$$Q_T = Q_S + Q_L \dots \dots \dots \text{II.12}$$

$$Q_T = 6473.97 + 460 = 6933.97W = 6.933KW$$

II.8 Conclusion

Alors les apports thermiques totaux ou bien la puissance frigorifique nécessaire pour la climatisation est : $Q_T = 6.933KW$

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, les résultats de simulation obtenus à l'aide du logiciel de calcul seront présentés et interprétés. Deux étapes distinctes seront abordées. Tout d'abord, la puissance électrique requise pour générer la capacité de refroidissement de la salle sera calculée, sans que l'intégration de panneaux solaires dans le système de climatisation ne soit envisagée, tout en examinant d'autres propriétés pertinentes. Ensuite, dans la deuxième étape, la surface nécessaire des panneaux solaires sera déterminée, et l'énergie requise quotidiennement sera calculée.

III.2.Présentation de logiciel SOLKANE

SOLKANE réfrigérants est un puissant programme de calcul de propriétés thermo physiques, il calcule les données de substance thermodynamique et les propriétés de tous les réfrigérants SOLKANE, il contient des modules pour le calcul d'un total de 7 différents processus à un et deux cycles, de dimensionnement du réseau de tuyaux pour le réfrigérant

Il affiche les diagrammes p-h ou T-s des fluides frigorigènes et assure dans une fenêtre d'aide Windows, une information complète sur les fluides frigorigènes SOLKANE depuis les propriétés physiques jusqu'au transport et la garniture.

Le fluide frigorigène choisi dans la machine :

Le R134a : Est un hydrofluorocarbure (HFC) destiné aux applications frigorifiques domestiques commerciales et industrielles, ainsi que dans celles du conditionnement d'air, de refroidissement des liquides et des pompes à chaleur.

III. 3. Etape 01 : Calcul de la puissance électrique

La puissance frigorifique de refroidissement de la salle sans intégration de panneau solaire dans le circuit de système de refroidissement ainsi que les autres propriétés sont données comme suite :

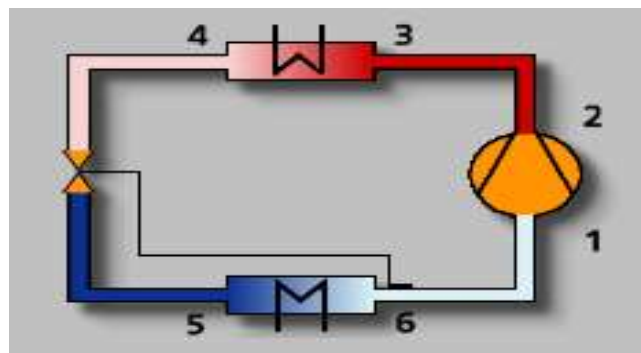


Figure 12 : machine frigorifique simple

D'après les données que nous avons utilisées dans le calcul des apports thermique et la puissance frigorifique on a :

- La température de condensation $T_c = 37^\circ\text{C}$
- On suppose la température d'évaporation $T_f = 5^\circ\text{C}$
- La puissance frigorifique $Q_f = 6.933\text{KW}$
- On suppose le rendement isentropique de compresseur $\eta_{is} = 0.85$

A partir des diagramme thermodynamique p-h et T-s et à l'aide de logiciel SOLKANE pour une meilleure précision on obtient les résultats suivants :

- L'entrée de compresseur :

$$T_1 = 5^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 3.5\text{bar}$$

$$h_1 = 401.37\text{KJ/Kg}$$

$$S_1 = 1.7241\text{KJ/KgK}$$

- Sortie de compresseur :

$$T_2 = 40.53^\circ\text{C}$$

$$P_2 = 9.37\text{bar}$$

$$h_{2s} = 421.83\text{KJ/Kg}$$

$$S_{2s} = S_1 = 1.7241\text{KJ/KgK}$$

Calcul de h_2 :

Nous avons le rendement isentropique de compresseur $\eta_{is} = 0.85$

$$\eta_{is} = \frac{\dot{\omega}_{is}}{\dot{\omega}_{reel}} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \dots\dots\dots \text{III.1}$$

Donc :

$$h_2 = \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_{is}} + h_1 = \frac{421.83 - 401.37}{0.85} + 401.37 = 425.44\text{KJ/Kg}$$

- Entrer de condenseur :

$$T_3 = 40.53^\circ\text{C}$$

$$P_3 = 9.37\text{bar}$$

$$h_3 = 421.83\text{KJ/Kg}$$

$$S_3 = S_2 = 1.7355\text{KJ/KgK}$$

- Sortie de condenseur et entrer de détenteur :

$$T_4 = 37^{\circ}\text{C}$$

$$P_4 = 9.37\text{bar}$$

$$h_4 = 252.01\text{KJ/Kg}$$

$$S_4 = 1.1757\text{KJ/KgK}$$

- Sortie de détendeur et entrer d'évaporateur :

$$T_5 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$P_5 = 3.50\text{bar}$$

$$h_5 = 252.01\text{KJ/Kg}$$

$$S_5 = 1.1869\text{KJ/KgK}$$

- Sortie d'évaporateur :

$$T_6 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$P_6 = 3.5\text{bar}$$

$$h_6 = 401.37\text{KJ/Kg}$$

$$S_6 = 1.7241\text{KJ/KgK}$$

Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE

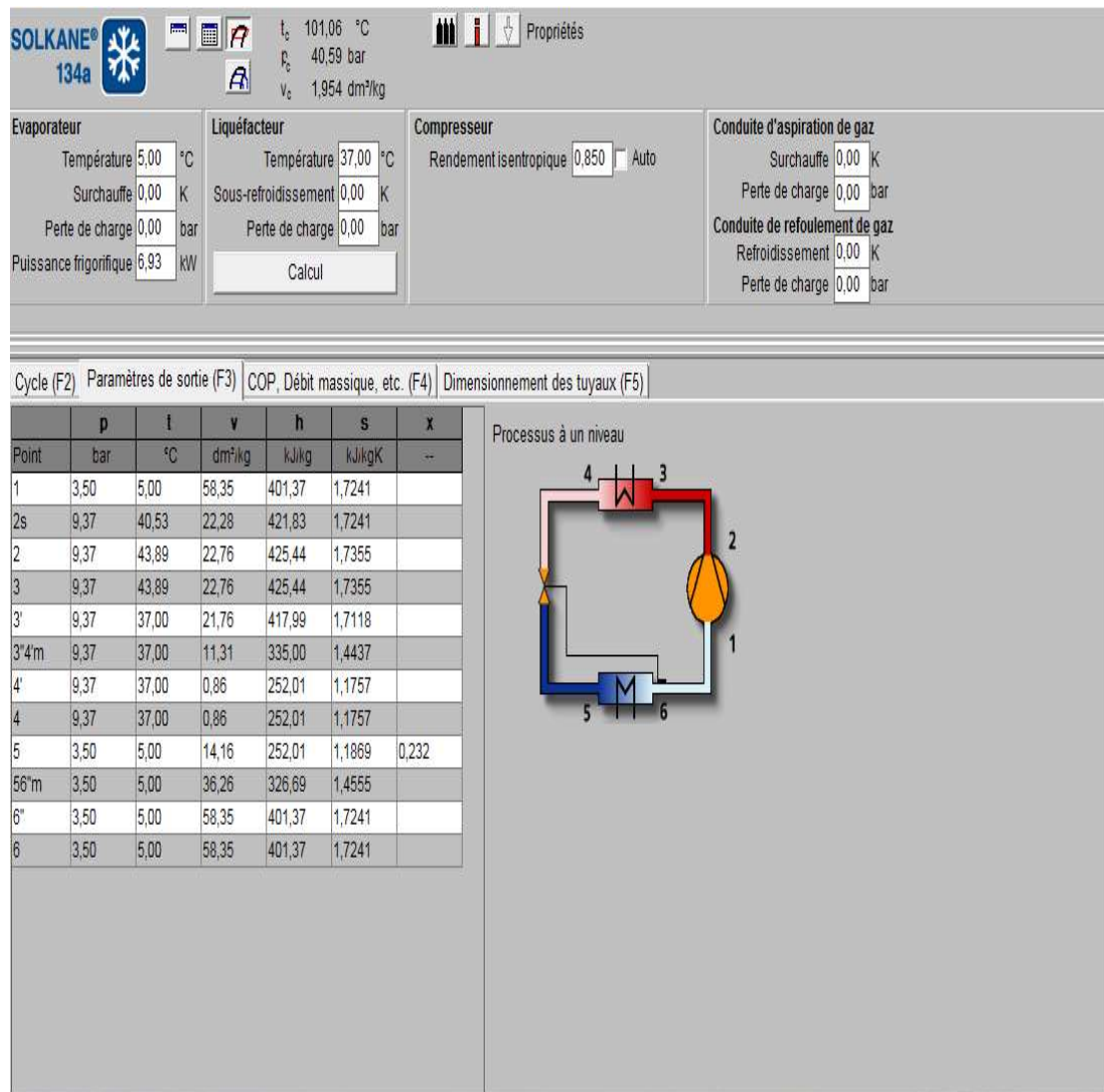


Figure 13 : Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE

Le diagramme p-h obtenue :

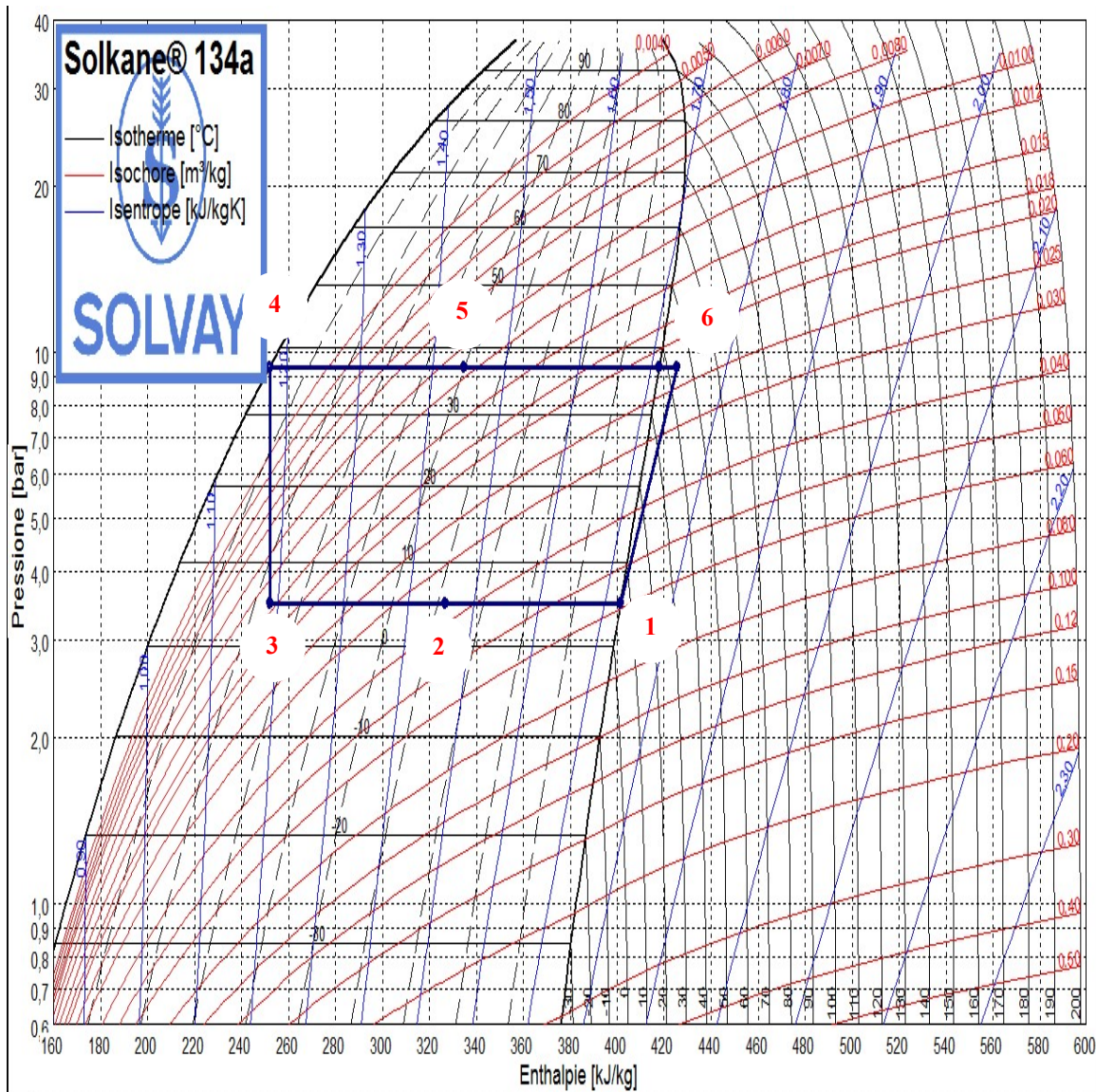


Figure 14 :Le diagramme p-h machine avec simple fonctionnement

Le diagramme T-S obtenue :

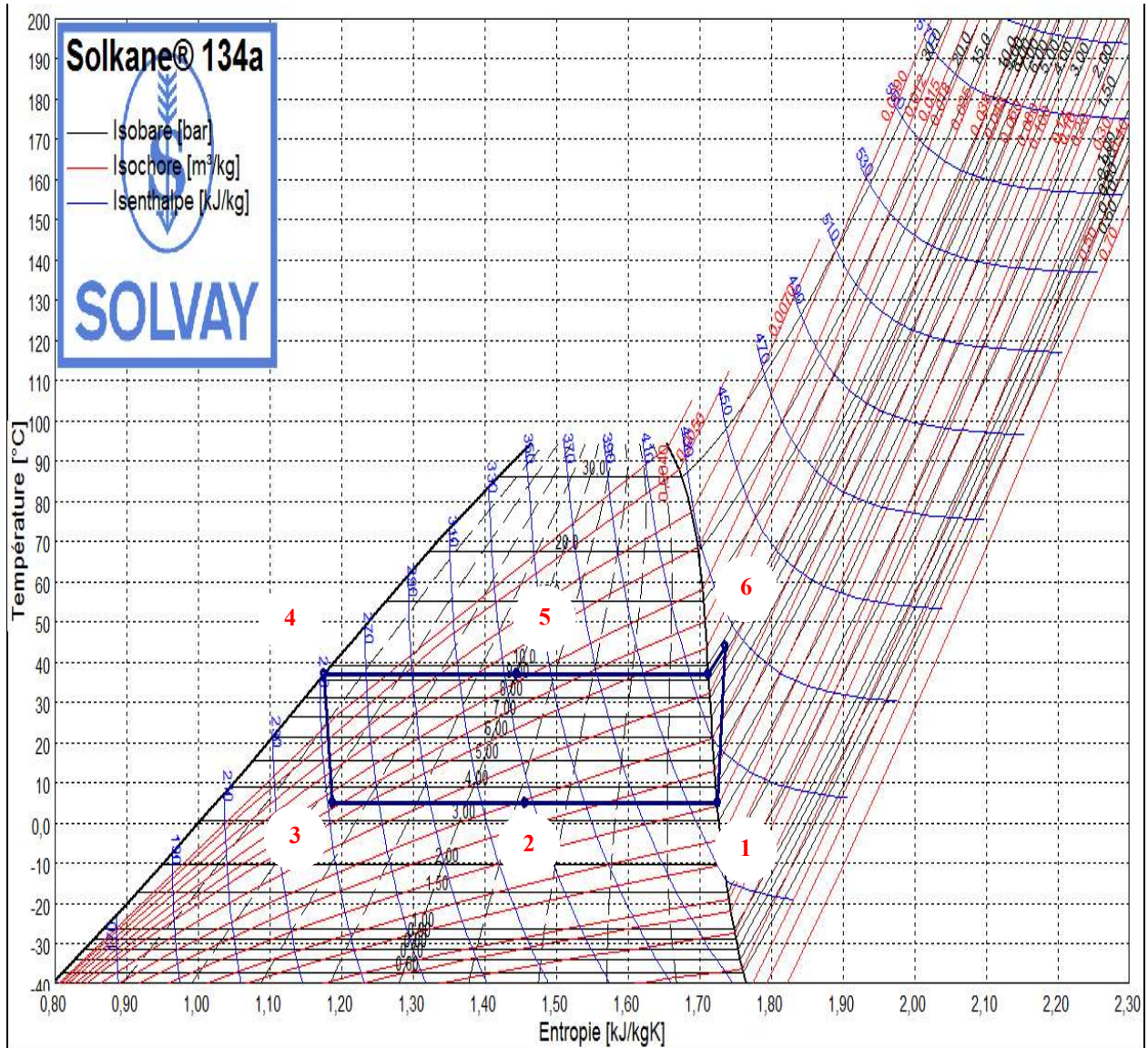


Figure 15 : Le diagramme T-S de la machine à simple fonctionnement

Calcul de débit massique de fluide frigorigène :

Nous avons La puissance frigorifique $Q_f = 6.933KW$

Alors :

$$Q_f = \dot{m} \times (h_6 - h_5)$$

Donc :

$$\dot{m} = \frac{Q_f}{(h_6 - h_5)} = \frac{6.933}{401.37 - 252.01} = 0.046417Kg/S$$

Calcul de la puissance électrique fournir par le compresseur :

$$\dot{\omega} = \dot{m} \times (h_2 - h_1) = 0.046417 \times (425.44 - 401.37) = 1.12 \text{ KW}$$

Le rapport de compression :

$$\frac{\text{la haute pression}}{\text{la basse pression}} = \frac{9.37}{3.50} = 2.68$$

Le rendement volumétrique de compression :

$$\eta_{vol} = 1 - 0.05 \times \frac{\text{la haute pression}}{\text{la basse pression}} = 0.87 = 87\%$$

Calcul de COP :

$$cop = \frac{Q_f}{\dot{\omega}} = 6.20$$

Les résultats obtenus d'après logiciel :

The screenshot shows the SOLKANE 134a software interface. At the top, it displays the refrigerant properties: $t_c = 101.06 \text{ }^\circ\text{C}$, $p_c = 40.59 \text{ bar}$, and $v_c = 1.954 \text{ dm}^3/\text{kg}$. Below this, there are four main input sections: Evaporateur, Liquéfacteur, Compresseur, and Conduite d'aspiration de gaz. Each section contains specific parameters like temperature, pressure, and power. A 'Calcul' button is present in the Liquéfacteur section. At the bottom, a table displays the results of the calculation, including COP, mass flow rate, and various pressures and powers.

Cycle (F2) Paramètres de sortie (F3) COP, Débit massique, etc. (F4) Dimensionnement des tuyaux (F5)			
Puissances Processus à un niveau			
Evaporateur	6,93 kW	Rapport de compression	2,68
Liquéfacteur	8,05 kW	Différence de pression	5,88 bar
Compresseur	1,12 kW	Débit massique	46,417 g/s
		Débit vol. (à l'aspiration)	9,75 m³/h
		Capacité volumétrique	2560 kJ/m³
Conduite d'aspiration de gaz	0,000 kW	COP	6,20
Conduite de refoulement de gaz	0,000 kW		

Figure 16 : Les résultats obtenus d'après logiciel

III. 4. Etape 02 : La surface nécessaire de panneau solaire utilisé :

- ❖ L'étape consiste à calculer la surface des panneaux solaires est de calculez l'énergie dont vous avez besoin quotidiennement avec Wh :

Tout d'abord on prendre le temps d'utilisation de notre système par exemple est 5 heures par jour et nous avons déjà trouver la puissance électrique :

$$\dot{\omega} = 1.12 \text{ KW}$$

donc l'énergie total : $E_T = 1.12 \times 5 = 5.6KWh$

- ❖ Pour le calcul de l'énergie totale, nous devons prendre en compte le ratio d'énergie perdue varie généralement entre 40 et 20%, dans ce cas, nous diviserons l'énergie totale sur 0,7.

$$E_T = \frac{5.6}{0.7} = 8KWh$$

- ❖ La troisième t de détermination de l'intensité du rayonnement solaire dans la zone où des panneaux solaires seront installés, selon la Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel Figure .La valeur d'irradiation solaire est $5kWh/m^2/jour$.
- ❖ Nous avons supposé que l'efficacité des panneaux solaires que nous utiliserons est de 22%.

Afin de calculer la surface totale des panneaux, nous effectuons le processus suivant:

(Énergie totale X rayonnement solaire) X (efficacité / 100)

$$S = 8 \times 5 \times \frac{22}{100} = 8.8m^2$$

III .3 Etape 03 : Calcul de la puissance électrique nécessaire

La puissance frigorifique de refroidissement de la salle avec intégration de panneau solaire dans le circuit de système de refroidissement pour réchauffer la vapeur de fluide frigorigène

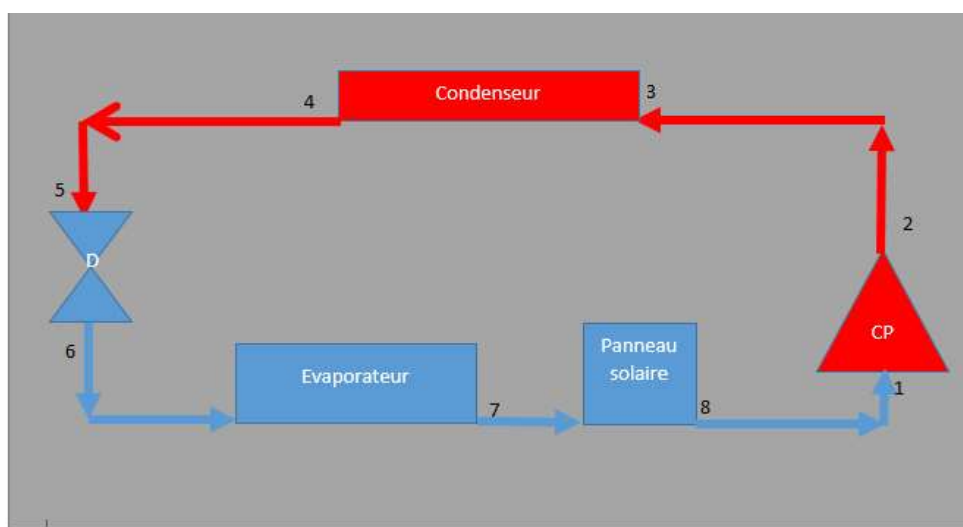


Figure 17 : schéma du système avec l'intégration du panneau solaire dans le circuit de fluide frigorigène

D'après les données que nous avons utilisées dans le calcul des apports thermique et la puissance frigorifique on a :

- La température de condensation $T_C = 37^\circ C$
- On suppose le fluide se refroidir a $\Delta T = 5^\circ C$
- On suppose la température d'évaporation $T_f = 5^\circ C$
- On suppose la vapeur surchauffer à $\Delta T = 10^\circ C$
- La puissance frigorifique $Q_f = 6.933KW$
- On suppose le rendement isentropique de compresseur $\eta_{is} = 0.85$

A partir des diagramme thermodynamique p-h et T-s et à l'aide de logiciel SOLKANE pour une meilleure précision on obtient les résultats suivants :

- L'entrée de compresseur

$$\begin{aligned}T_1 &= 15^\circ C \\P_1 &= 3.5bar \\h_1 &= 410.41KJ/Kg \\S_1 &= 1.7560KJ/KgK\end{aligned}$$

- Sortie de compresseur :

$$\begin{aligned}T_2 &= 37^\circ C \\P_2 &= 9.37bar \\h_{2S} &= 432KJ/Kg \\S_{2S} &= S_1 = 1.7560KJ/KgK\end{aligned}$$

Calcul de h_2 :

Nous avons le rendement isentropique de compresseur $\eta_{is} = 0.85$

$$\eta_{is} = \frac{\dot{\omega}_{is}}{\dot{\omega}_{reel}} = \frac{h_{2S} - h_1}{h_2 - h_1}$$

Donc :

$$h_2 = \frac{h_{2S} - h_1}{\eta_{is}} + h_1 = \frac{432 - 410.41}{0.85} + 410.41 = 435.81KJ/Kg$$

- Entrer de condenseur :

$$\begin{aligned}T_3 &= 53.67^\circ C \\P_3 &= 9.37bar \\h_3 &= 435.81KJ/Kg \\S_3 &= S_2 = 1.7677KJ/KgK\end{aligned}$$

- Sortie de condenseur :

$$T_4 = 37^{\circ}\text{C}$$

$$P_4 = 9.37\text{bar}$$

$$h_4 = 252.01\text{KJ/Kg}$$

$$S_4 = 1.1757\text{KJ/KgK}$$

- Entrer de détendeur :

$$T_4 = 32^{\circ}\text{C}$$

$$P_5 = 9.37\text{bar}$$

$$h_5 = 244.72\text{KJ/Kg}$$

$$S_5 = 1.1523\text{KJ/KgK}$$

- Sortie de détendeur et l'entrer d'évaporateur :

$$T_6 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$P_6 = 3.50\text{bar}$$

$$h_6 = 244.72\text{KJ/Kg}$$

$$S_6 = 1.1607\text{KJ/KgK}$$

- Sortie d'évaporateur et l'entrer de panneau solaire :

$$T_7 = 5^{\circ}\text{C}$$

$$P_7 = 3.5\text{bar}$$

$$h_7 = 401.37\text{KJ/Kg}$$

$$S_7 = 1.7241\text{KJ/KgK}$$

- Sortie de panneau solaire :

$$T_8 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$P_8 = 3.5\text{bar}$$

$$h_8 = 410.41\text{KJ/Kg}$$

$$S_8 = 1.7560\text{KJ/KgK}$$

Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE :

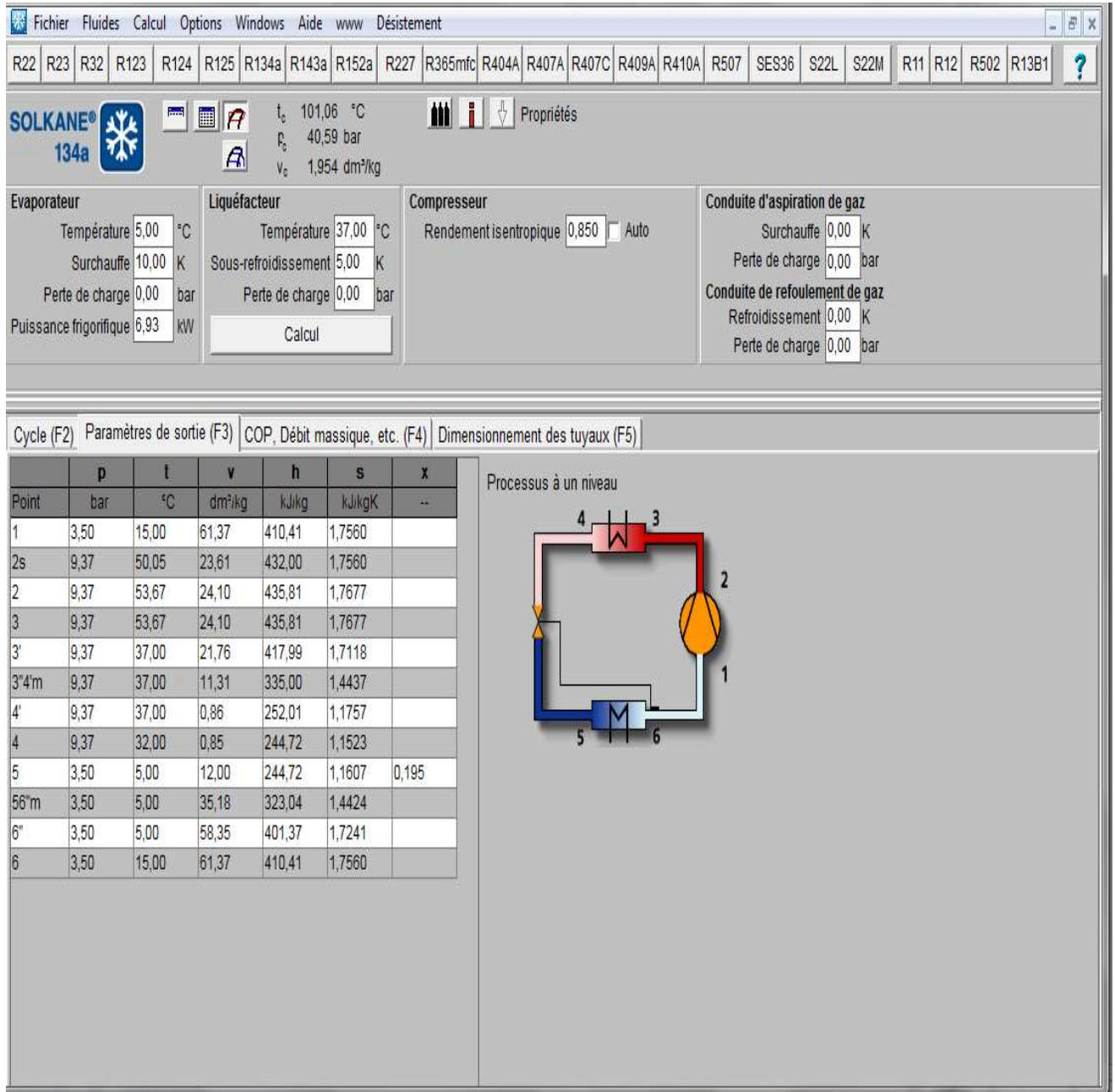


Figure 18 : Les paramètres obtenus d'après logiciel SOLKANE

Le diagramme p-h obtenue :

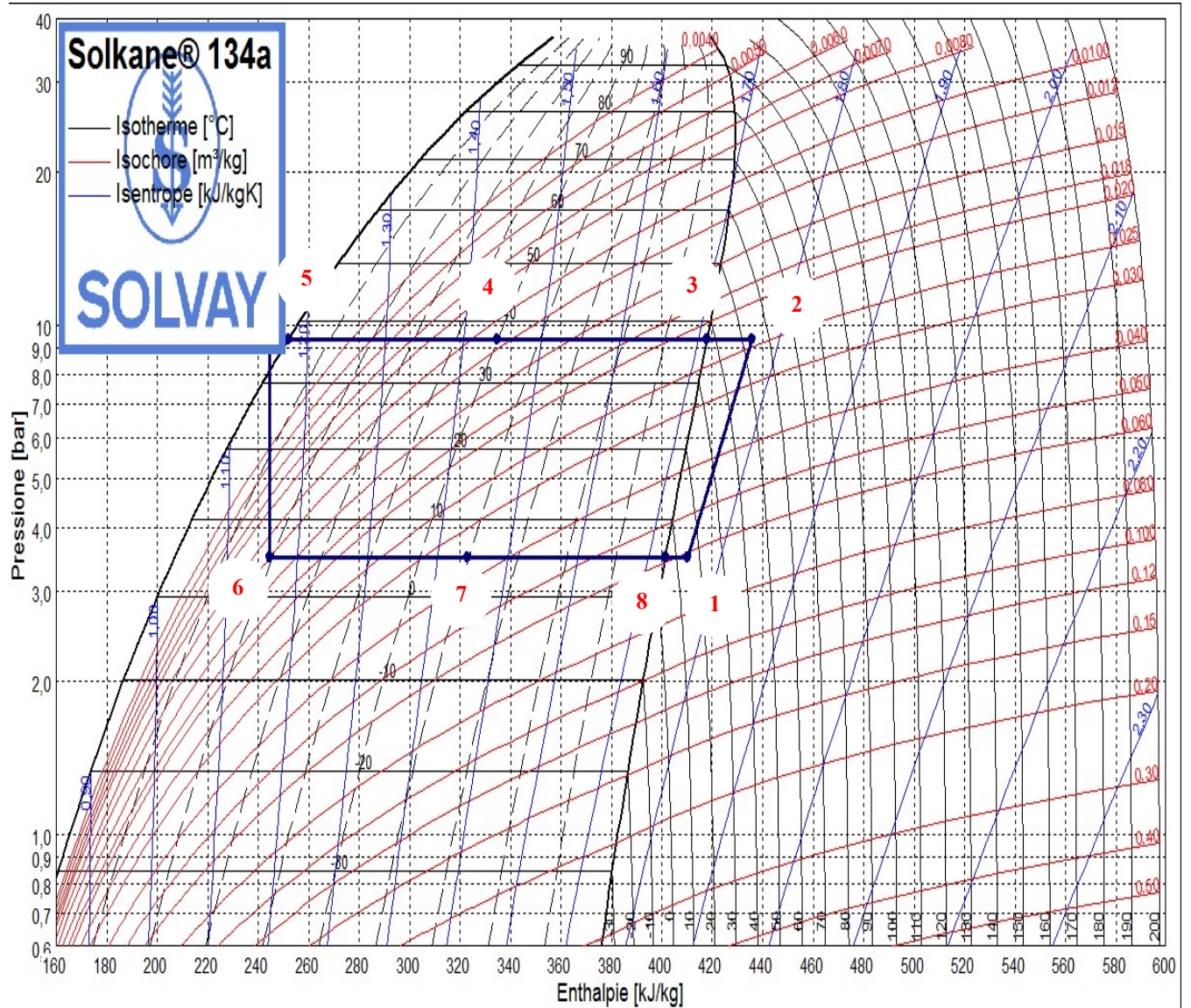


Figure 19 :Le diagramme p-h après l'intégration de panneau solaire dans le circuit de la machine

Le diagramme T-S obtenue :

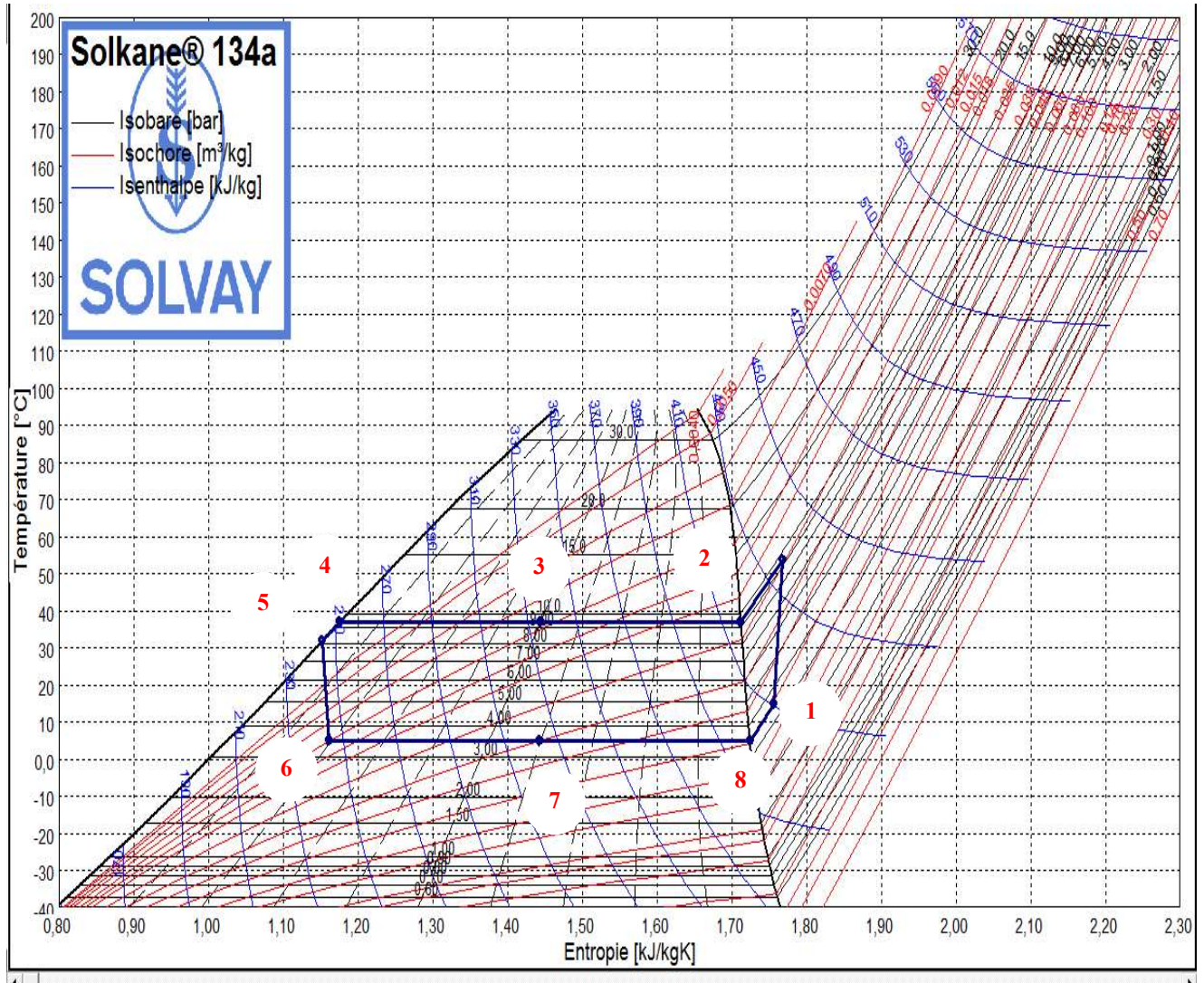


Figure 20 : diagramme T-S de la machine après l'intégration de panneau solaire dans le circuit de fluide frigorigène

Calcul de débit massique de fluide frigorigène :

Nous avons La puissance frigorifique $Q_f = 6.933KW$

Alors :

$$Q_f = \dot{m} \times (h_8 - h_6)$$

Donc :

$$\dot{m} = \frac{Q_f}{(h_6 - h_5)} = \frac{6.933}{410.41 - 244.72} = 0.0418 \text{ Kg/S}$$

Calcul de la puissance électrique fournir par le compresseur :

$$\dot{\omega} = \dot{m} \times (h_2 - h_1) = 0.0418 \times (435.81 - 410.41) = 1.06 \text{ KW}$$

Le rapport de compression :

$$\frac{\text{la haute pression}}{\text{la basse pression}} = \frac{9.37}{3.50} = 2.68$$

Le rendement volumétrique de compression :

$$\eta_{vol} = 1 - 0.05 \times \frac{\text{la haute pression}}{\text{la basse pression}} = 0.87 = 87\%$$

Calcul de COP :

$$cop = \frac{Q_f}{\dot{\omega}} = 6.52$$

Les résultats obtenus d'après logiciel :

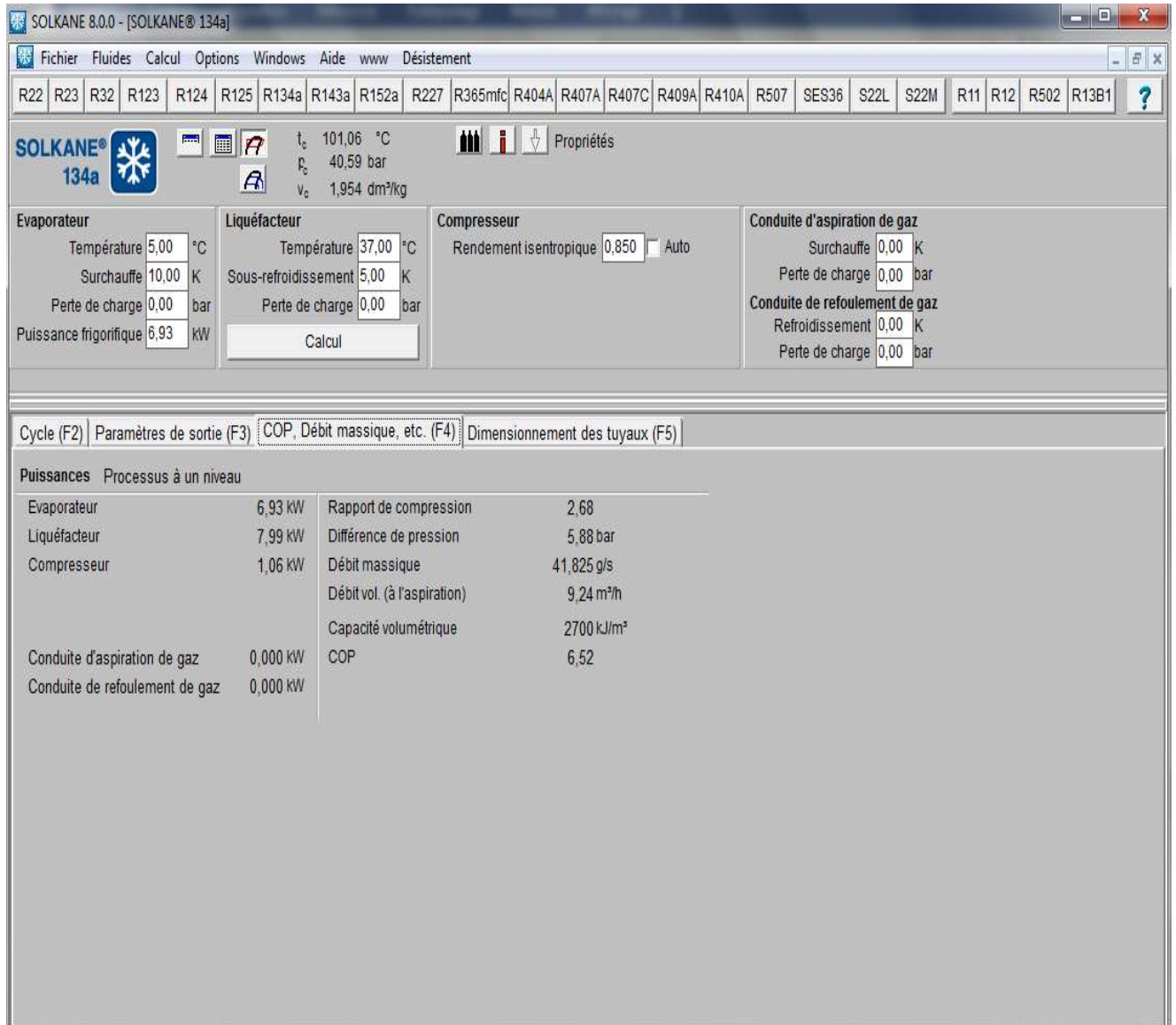


Figure 21 : Les résultats obtenus d'après logiciel

III.4 Etape 04 : La surface nécessaire de panneau solaire utiliser :

- ❖ La première étape consiste à calculer la surface des panneaux solaires est de calculez l'énergie dont vous avez besoin quotidiennement avec Wh :

Tout d'abord on prendre le temps d'utilisation de notre système par exemple est 5 heures par jour et nous avons déjà trouver la puissance électrique :

$$\dot{\omega} = 1.06 \text{ KW}$$

donc l'énergie total : $E_T = 1.06 \times 5 = 5.3 \text{ KWh}$

- ❖ Pour le calcul de l'énergie totale, nous devons prendre en compte le ratio d'énergie perdue varie généralement entre 40 et 20%, dans ce cas, nous diviserons l'énergie totale sur 0,7.

$$E_T = \frac{5.3}{0.7} = 7.57 KWh/jours$$

- ❖ La troisième étape est de détermination de l'intensité du rayonnement solaire dans la zone où des panneaux solaires seront installés, selon la Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel Figure .La valeur d'irradiation solaire est $5 m^2 jour / kWh$.
- ❖ Nous avons supposé que l'efficacité des panneaux solaires que nous utiliserons est de 22%.

Afin de calculer la surface totale des panneaux, nous effectuons le processus suivant:

(Énergie totale X rayonnement solaire) X (efficacité / 100)

$$S = 8 \times 5 \times \frac{22}{100} = 8.32 m^2$$

On résume tous les résultats dans les tableaux suivants : Machine simple

Tableau 2 : Le fonctionnement avant l'intégration des panneaux solaire

Les points	La température °C	La pression bar	L'enthalpie KJ/Kg	Isotropie KJ/KgK	La puissance électrique KW/h	Le COP	La surface de panneau nécessaire en m2
1	5	3.5	401.73	1.7241	1.12	6.20	8.8
2 _s	40.53	9.37	421.83	1.7241			
2= 3	43.89	9.37	425.44	1.7355			
4	37	9.37	252.01	1.1757			
5	5	3.5	252.01	1.1869			
6	5	3.5	401.73	1.7241			

Machine avec intégration de panneau solaire dans le circuit de fluide frigorigène :

Tableau 3 : les résultats après l'intégration des panneaux solaire

Les points	La température °C	La pression bar	L'enthalpie KJ/Kg	Isotropie KJ/KgK	La puissance électrique KW/h	Le COP	La surface de panneau nécessaire en m ²
1	15	3.5	410.41	1.7560	1.06	6.52	8.32
2_s	50.05	9.37	432	1.7560			
2= 3	53.67	9.37	435.81	1.7677			
4	37	9.37	252.01	1.1757			
5	32	9.37	244.72	1.1523			
6	5	3.5	244.72	1.1607			
7	5	3.5	401.37	1.7241			
8	15	3.5	410.41	1.7560			

III.5 Conclusion

D'après les résultats obtenus, il est clair qu'il y a un gain d'efficacité énergétique dans notre nouvelle approche de refroidissement, qui implique l'intégration de panneaux solaires dans le circuit du fluide frigorigène, par rapport à une machine frigorifique classique. En outre, il y a une réduction de la surface de panneaux solaires requise pour alimenter le système en électricité.

Plus précisément, la puissance électrique nécessaire diminue de 1,12 kW/h à 1,06 kW/h, ce qui indique une amélioration significative de l'efficacité énergétique. Le coefficient de performance (COP) augmente également, passant de 6,20 à 6,52, ce qui témoigne d'une meilleure utilisation de l'énergie électrique pour le refroidissement. De plus, la surface de panneaux solaires nécessaire diminue de 8,8 m² à 8,32 m², ce qui représente une réduction notable des besoins en surface pour la production d'électricité solaire.

Conclusion générale

Conclusion générale

La climatisation alimentée par l'énergie solaire marque une avancée majeure dans le secteur de la climatisation respectueuse de l'environnement, comme en témoigne ce mémoire. Au fil de cette étude, nous avons plongé dans les mécanismes complexes de cette technologie prometteuse et nous avons examiné en profondeur son potentiel dans la rédaction de la consommation d'énergie et de l'impact environnemental associés à la climatisation conventionnelle. Les résultats et les analyses présentés tout au long de ce mémoire attestent de la viabilité et de la pertinence de cette approche.

Dans ce contexte la conception d'un climatiseur solaire direct alimenté par un système solaire PV autonome est étudiée. Le climatiseur est alimenté directement par un module solaire PV via un onduleur. Aucune alimentation réseau n'est connectée. Afin d'équilibrer la puissance solaire PV et la puissance de charge et de réduire les coûts, une petite batterie tampon est installée. Par conséquent, le climatiseur peut subir une perte de puissance. Afin d'étudier l'effet des paramètres de conception du système sur le COP deux installations climatiseurs solaires ont été conçus et construits dans la présente étude. Il ressort des résultats des tests qu'il est clair qu'il y a un gain d'efficacité énergétique dans notre nouvelle approche de refroidissement, qui implique l'intégration de panneaux solaires dans le circuit du fluide frigorigène, par rapport à une machine frigorifique classique. En outre, il y a une réduction de la surface de panneaux solaires requise pour alimenter le système en électricité. Plus précisément, la puissance électrique nécessaire diminue de 1,12 kW/h à 1,06 kW/h, ce qui indique une amélioration significative de l'efficacité énergétique. Le coefficient de performance (COP) augmente également, passant de 6,20 à 6,52, ce qui témoigne d'une meilleure utilisation de l'énergie électrique pour le refroidissement. De plus, la surface de panneaux solaires nécessaire diminue de 8,8 m² à 8,32 m², ce qui représente une réduction notable des besoins en surface pour la production d'électricité solaire.

Bibliographies

- [1] P.J. Axaopoulos, M.P. Theodoridis, Design and experimental performance of a PV ice-maker without battery, *Sol. Energy* 83 (2009) 1360e1369.<http://doi:10.1016/j.solener.2009.03.007>.
- [2] F.J. Cabrera, A. Fernandez-García, R.M.P. Silva, M. Perez-García, Use of parabolic trough solar collectors for solar refrigeration and air-conditioning applications, *Renew. Sust. Energy Rev.* 20 (2013) 103e118.
- [3] O.M.M. El Tom, S.A. Omer, A.Z. Taha, A.A.M. Sayigh, Performance of a photovoltaic solar refrigerator in tropical climate conditions, *Renew. Energy* 1 (1991) 199e205.
- [4] N. Hartmann, C. Glueck, F.P. Schmidt, Solar cooling for small office buildings: comparison of solar thermal and photovoltaic options for two different European climates, *Renew. Energy* 36 (5) (2011) 1329e1338.
- [5] H.M. Henning, Solar assisted air conditioning of buildings e an overview, *Appl. Therm. Eng.* 27 (10) (2007) 1734e1749.
- [6] B.J. Huang, F.S. Sun, R.W. Ho, Near-maximum-power-point-operation design of photovoltaic power generation system, *Sol. Energy* 80 (8) (2006) 1003e1020.
- [7] B.J. Huang, P.C. Hsu, M.S. Wu, P.Y. Ho, System dynamic model and charging control of lead-acid battery for stand-alone solar PV system, *Sol. Energy* 84
- [8] B.J. Huang, R.H. Yen, T.F. Hou, S.W. Chang, T.L. Lin, R.H. Liu, Y.C. Lin, K.R. Lin, Y.H. Chuang, Hsu, Agun, L.T. Wu, C.T. Liu, J.F. Yeh, Design of a zero-energy house utilizing advanced material and technology, in: *Proceedings of the International Conference on Engineering Solutions for Sustainable Development*, American University in Cairo, Cairo, Egypt, April 17e18, 2010.
- [9] B.J. Huang, J.H. Wu, R.H. Yen, J.H. Wang, H.Y. Hsu, C.J. Hsia, C.W. Yen, J.M. Chang, System performance and economic analysis of solar-assisted cooling/heating system, *Sol. Energy* 85 (11) (2011) 2802e2810.
- [10] B.J. Huang, T.F. Hou, Y.H. Chuang, T.L. Lin, K.R. Lin, Y.H. Yeh, P.C. Hsu, M.Y. Yeh, Y.Y. Hsieh, C.T. Liu, J.F. Yeh, L.T. Wu, P.L. Chong, J.C. Wang, R.H. Yen, Development of zero-energy house in NTU, in: *The 4th Energy and Environmental Workshop. AEARU EEW 2012*. March 29e30, 2012, Taipei, Taiwan, 2012.

- [11] B.J. Huang, W.Z. Ton, C.C. Wu, H.W. Ko, H.S. Chang, H.Y. Hsu, J.H. Liu, J.H. Wu, R.H. Yen, Performance test of solar-assisted ejector cooling system, *Int. J. Refrig.* 39 (2014) 172e185. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2013.06.009>.
- [12] B.J. Huang, T.H. Lin, Y.T. Chen, P.C. Hsu, K. Lim, Solar PV-driven air conditioner, in: *EuroSun 2014 (Ed.)*, International Conference on Solar Energy and Buildings. September 16e19, 2014. Aix-les-Bains, France, 2014.
- [13] ABARKANE.S, D. (2018-2019). cours machine frigorifique. BOUIRA.
- [14] mabrouk, l. (2017-2018). Etude de système de climatisation par énergie solaire photovoltaïque . Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en physique énergétique et énergies renouvelables, Adrar.
- [15] RAHMANI ALI, A. R. (2018-2019). Bilan thermique d'une maison individuelle en utilisant comme isolant un matériau à changement de phase. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme du master en génie mécanique option énergétique.