

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE KASDI MERBAH
OUARGLA



Faculté Des Sciences Appliquées
Département De Génie Mécanique

Mémoire

Pour obtenir le Diplôme de MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et techniques

Option : Génie Mécanique

Spécialité : Énergétique

Présenté Par :

Guemmouli Mohammed Chaïb

Gohmes Abdelwahab

-Thème-

***Etude d'un système de conditionnement d'air alimenté par
une source géothermique***

Soutenu Publiquement

Le : 10 / 06 / 2018

Devant le jury :

Mr.Noureddine Cherrad

MCB

Président

UKM Ouargla

Mr.Damene Djamila

MAA

Examineur

UKM Ouargla

Mr. Derghout Zoheir

MAA

Encadreur

UKM Ouargla

Promotion 2018N° ordre :

Dédicace

Je dédie ce travail :

Ma très chère mère,

Mon cher père,

MOHAMMED CHAIB

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère,

Mon cher père,

*Toute ma famille : **GOHMES***

Et tous mes amis,

ABDELWAHAB

*A tous nos collègues de la promotion
Mécanique énergétique (2018).*

Remerciement

*Tout d'abord, nous remercions le **Dieu**, notre créateur de nous avoir donné les forces, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous aimerions exprimer tout particulièrement notre gratitude à notre encadreur Monsieur **DERGHOUT ZOHEIR**, pour ses orientations, ses encouragements, sa disponibilité, sa patience et pour sa contribution et son aide qui nous ont été indispensable pour la réalisation de ce travail.*

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières	page
Dédicace.....	III
Remerciement.....	IV
Liste des figures	V
Liste Des Tableaux.....	VII
Nomenclature.....	VIII
Introduction Générale.....	1

Chapiter 1 : Etudes et travaux antérieures

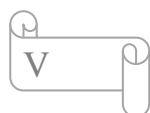
1.1. Etude Comparative des fluides utilisent dans les machines absorption....	4
1.2. Etude du système de refroidissement par absorption.	6
1.3.Étude du système de refroidissement en Algérie.....	10
1.4. Commentaire général sur les études bibliographiques.....	13

Chapiter 2 : Système de climatisation

2.1.Généralité.....	17
2.2. Climatisation.....	17
2.1.1. Fonctionnement d'un système de la climatisation traditionnelle.....	17
2.1.2.Réfrigération par compression.....	18
2.1.3. Réfrigération par absorption.....	19
2.3. La géothermie	22
2.3.1. Échangeur horizontal (L'échangeurair sol)	23
2.3.2. Pompes à chaleur géothermiques (PAC).....	24
2.3.3. Définition de l'albien	25
2.4. Le potentiel géothermique en Algérie.....	25
2.5. Le potentiel solaire en Algérie	26

Chapiter 3 : configuration et simulation du système de climatisation géothermique

3.1. Logiciels de simulation dynamique (TRNSYS).....	30
--	----



3.2.Résultats de simulation.....	33
3.2.1. La variation de l'humidité relative pendant l'année.....	33
3.2.2. La variation de température ambiante extérieure pendant l'année... ..	34
3.2.3. L'installation géothermique.....	34
3.2.3.1. Description du système	34
3.2.4.. Description du rôle des composants de l'installation	35
3.2.4.1. Données météorologiques-Type 109.....	35
3.2.4.2. Puits géothermique 557d	35
3.2.4.3 Tank (réservoir de stockage).....	36
3.2.4.4. Pompe.....	36
3.2.4. 5. Machine à absorption -TYPE « 107 ».....	36
3.2.4.6. Construction de la maison.....	36
3.2.5. Les types TRNSYS utilisés dans le projet	37
3.2.3. La variations des besoins énergétiques annuelle	38
3.2.4. Etude de la performance de la machine frigorifique a absorption	39
3.2.4.1. Variation du coefficient de performance.....	39
3.2.5.La variation de la capacité nominale.....	40
3.2.6. Utilisation d'une source d'appoint (capteur solaire).....	40
3.2.6.1. Capteur solaire	41
3.2.7. Variation de la température du puits géothermique.....	42
3.2.8. La variation de la température a la sortie du capteur solaire	43
3.2.9. Variation du coefficient de performance	44
3.2.10.La variation de la capacité nominale.....	45
Concluison Générale	46
Recommandations.....	47

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1.1	Schéma du système de refroidissement et de chauffage solaire assisté par le sol pour un immeuble de bureaux de trois étages	8
Figure 1.2	Zones climatiques en Algérie	13
Figure 1.3	Réfrigération par absorption pour les bâtiments avec l'aide de l'énergie géothermique	14
Figure 2.1	Cycle a compression de vapeur	18
Figure 2.2	Cycle d'absorption à simple effet	20
Figure 2.3	Cycle d'une machine à absorption à double effet	21
Figure 2.4	l'énergie absorbée par la terre.	22
Figure 2.5	Schéma de principe d'un puits canadien	23
Figure 2.6	Schéma de principe de pompe à chaleur géothermique	24
Figure 2.7	Les possibilités réelles de cette source demeurent malheureusement inconnues	26
Figure 2.8	Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de juillet	27
Figure 3.1	Interface du logiciel TRNBuild	31
Figure 3.2	La variation d'humidité relative durant une année à Ouargla	34
Figure 3.3	La variation de température durant une année à Ouargla.	35
Figure 3.4	Les composants de l'installation géothermique.	36
Figure 3.5	Besoins de chauffage et climatisation.	39

Figure 3.6	Variation du COP d'une machine a absorption.	40
Figure 3.7	fraction de la capacité nominale	41
Figure 3.8	Les composants de l'installation (géothermique-solaire)	39
Figure 3.9	Variation la température du puits géothermique	43
Figure 3.10	variation la température du capteur solaire	44
Figure 3.11	variation du cop machine à absorption.	45
Figure 3.12	fraction de la capacité nominale	46

Liste des tableaux

N°	TITRE	Page
Tableau 1.1	variation du coefficient de performance et l'efficacité énergétique dans la comparaison entre LiCl-H ₂ O et LiBr-H ₂ O	5
Tableau 2.1	Le potentiel solaire en Algérie.	26
Tableau 3.1	Tableau récapitulatif de quelques logiciels utilisés dans la simulation thermique dynamique du bâtiment	32
Tableau 4.1	Paramètres puits géothermique vertical	37
Tableau 4.2	Les types TRNSYS	35
Tableau 4.3	Paramètres du capteur solaire plan	42

Nomenclature

Nomenclature	Désignation
SRS	système de refroidissement solaire.
GHX	Geothermal Heat Exchanger.
RST	réservoir de stockage géothermique.
SEH	système d'énergie hybride.
RCHS	renewable cooling and heating system.
SCS	Solar Cooling System.
IDEC	indirect-directe vaporative cooling.
PEMFC	proton exchange membrane fuel cell.
LiCl/H₂O	Le chlorure de lithium est utilisé dans les cycles frigorifiques (H ₂ O/LiCl) des machines à absorption.
QE	la chaleur extraite à l'évaporateur
WC	le travail fournit par le compresseur
QG	quantité de chaleur cédée par le générateur.
PAC	pompe a chaleur
T	température
T_g	température du générateur
T_c	température du condenseur
T_a	température de l'absorbeur
T_e	température de l'évaporateur
LiBr	Symbole chimique du bromure de lithium
Tep	tonne d'équivalent pétrole
GN	gaz naturelle
CVC	chauffage, ventilation et la climatisation

CV	compression de vapeur
TRNSYS	TRaNsient SYstems Simulation
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
COP	coefficient du performance
TESS	Thermal Energy Systems Specialists
CFC	chlorofluorocarbones
HFC	hydrofluorcarbone
HCFC	hydro chlorofluorocarbure

Introduction générale

Introduction Générale

À l'échelle mondiale, le changement climatique est un enjeu environnemental majeur. La production du froid s'appuie aujourd'hui essentiellement sur des techniques classiques de compression et de détente de gaz comme les chlorofluorocarbones (CFC), les hydrofluorocarbones (HFC) et les hydro chlorofluorocarbones (HCFC), ces derniers, sont malheureusement provoquent l'effet de serre, qui contribuent au réchauffement climatique. C'est pourquoi, actuellement, des projets de production d'énergie à partir des sources renouvelables et propres sont stimulés par la majorité des gouvernements du monde entier.

Les machines à absorption qui alimentés par l'énergie thermique à basse niveau de température, cette énergie thermique récupérée à partir des différents systèmes thermiques comme l'énergie solaire et l'énergie géothermique ...etc. Elles utilisent de couple de fluide (frigorigène et absorbant) contribuent à la préservation de l'environnement et ne provoquent pas l'érosion de la couche d'ozone, comme NH₃/H₂O et LiBr/H₂O qui restent les plus utilisés dans les systèmes par absorption et la recherche de fluides alternatifs est toujours un sujet de préoccupation.

En Algérie entre 2000 et 2015, la consommation finale du secteur a progressé annuellement de 7 %/an. Ce sont l'électricité, le gaz naturel, le GPL, le gasoil et le charbon qui ont contribué à cette évolution avec des pourcentages respectifs de 7.75% ; 8.33% ; 3.06 % ; 6.81%, -7.44% Une forte demande d'électricité est à prévoir en raison des perspectives de développement de ce secteur. En ce qui concerne l'analyse de la consommation d'électricité par usages, l'éclairage et le froid totalisent 90%. Le chauffage et la cuisson représentent 60% de GN. [1].

Les systèmes de chauffage, ventilation et la climatisation font partie des principales demandes d'énergie dans le secteur du bâtiment à l'échelle mondiale.

Introduction générale

L'amélioration de l'efficacité énergétique de ces systèmes est un objectif essentiel pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et la transition vers des sources d'énergie renouvelable [2].

Le secteur du bâtiment qui représente à lui seul environ 40% de la consommation totale d'énergie dans le monde. Et est responsable de plus de 30% des émissions de gaz à effet de serre pour assurer le confort thermique des bâtiments [3].et Environ 15% de l'électricité produite dans le monde est utilisée dans la réfrigération et la climatisation [4].

Aujourd'hui, la grande majorité des systèmes de climatisation et de conditionnement d'air emploient les systèmes conventionnels de réfrigération par compression. Tel que les analyse indiquent que rien qu'en 2014, plus de 100 millions d'unités de compression à vapeur ont été vendues dans le monde .et ceci augmentent de volume des émissions de gaz à effet de serre. Si vous savez que 2,7 kg de CO₂ est produit, brûler par litre de carburant diesel [4].

Dans des lieux comme l'Algérie, les équipements de réfrigération et de climatisation représentent entre 28 et 44% de la consommation globale d'électricité. Dans les régions du Sahara algérien, jusqu'à 50% de toute l'électricité est utilisée pour la climatisation. [5].

L'Algérie est considérée parmi les pays riches en eaux thermo minérales. On dénombre plus de 240 sources géothermiques. L'utilisation de l'énergie géothermique est encore limitée, d'autant plus que le gaz naturel et le carburant sont disponibles à des prix relativement bas. À mesure que le marché fluctue et que les risques environnementaux augmentent, l'intérêt pour les applications de l'énergie géothermique augmente. En outre, l'utilisation de ces applications d'énergie dans la réfrigération et la climatisation (système de réfrigération à absorption), encore un sujet important pour de nombreux chercheurs [5].

Introduction générale

Ce travail est composé de trois chapitres. Le premier chapitre montre une revue de la littérature sur les études numériques des systèmes de climatisation qui diffèrent source d'énergie et surtout les cycles frigorifiques absorption. Le chapitre 2 donne un aperçu du principe dynamique de l'absorption de la climatisation, et des généralités sur l'énergie géothermique.

Dans le troisième chapitre nous abordons le modèle de l'installation de climatisation avec la présentions des différents composant de l'installation soit la machine frigorifique elle-même ou les sources d'énergie utilise pour la simulation dynamique de l'installation de climatisations à absorption à l'aide de logiciel de simulation TRNSYS.

Dans le quatrième chapitre, des résultats et des commentaires sur les paramètres de simulation et ses influences sur l'efficacité du système ont été faite

El à la fin du mémoire, une conclusion sur le travail abordé et des recommandations tirées de ce mémoire.

.

Chapitre 1 :

Etudes et travaux antérieures

1.1. Etude Comparative des fluides utilisés dans les machines à absorption

Asfand et al . 2016[6] ont proposé d'utiliser de nouveaux mélanges de fluides de travail pour les systèmes de refroidissement par absorption afin de faire face aux limitations et aux problèmes associés aux mélanges de fluides frigorigènes conventionnels. Dans cette étude, l'eau / (LiBr + LiI + LiNO₃ + LiCl) avec des compositions massiques en sels de 60,16%, 9,55%, 18,54% et 11,75%, respectivement, et de l'eau / (LiNO₃ + KNO₃ + NaNO₃) avec des compositions de masse dans des sels de 53%, 28% et 19%, respectivement, ont été étudiés pour des systèmes de refroidissement par absorption d'air à haute température. Les résultats montrent qu'une augmentation de 25% du taux d'absorption peut être obtenue en utilisant de l'eau / (LiBr + LiI + LiNO₃ + LiCl) par rapport LiBr / H₂O dans des conditions thermiques de refroidissement à l'air. En outre, un taux d'absorption atteignant 0,00523 kg / m² est atteint lorsque le mélange de fluide de travail eau / (LiNO₃ + KNO₃ + NaNO₃) est utilisé dans l'absorbeur à base de membrane de la troisième étape d'un cycle de refroidissement par absorption à triple effet. En outre, le pourcentage de perte de charge dans le cas de eau / (LiNO₃ + KNO₃ + NaNO₃) mélange de fluide de travail est significativement plus faible que LiBr / H₂O

Patel et al 2017.[7] ont fait Une analyse thermodynamique du système de refroidissement par absorption de vapeur à simple effet LiCl-H₂O d'une capacité de 1 TR. On trouve que la destruction énergétique maximale dans le système se produit dans l'absorbeur et le générateur alors que la pompe et le détendeur ont le plus bas. Une comparaison de performance entre le système d'absorption (LiCl-H₂O) et (LiBr-H₂O) est également évaluée dans des conditions opératoires identiques. Il est trouvé que les performances de la paire de travail (LiCl-H₂O) sont thermodynamiquement meilleures que celles du système de refroidissement à absorption de vapeur (LiBr-H₂O).

Température (°C)	LiCl-H ₂ O		LiBr-H ₂ O	
	COP	ε	COP	ε
TE=8 ,TG=75 , TC=35, TA=40	0.74	0.313	0.70	0.295
TE=10,TG=90,TC=45, TA=40	0.76	0.22	0.74	0.21
TE=7,TG=68, TC=30, TA=32	0.81	0.42	0.80	0.41
TE=8,TG=85, TC=42, TA=40	0.83	0.2664	0.70	0.254

Tableau :1.1 variation du coefficient de performance et l'efficacité énergétique dans la comparaison entre LiCl-H₂O et LiBr-H₂O

[7].

Ismail et Mahmoud. 1994[8] ont fait deux installations pour à mettre l'air et l'eau en contact direct. De la chaleur est rejetée par évaporation d'une pellicule d'eau dans l'air s'écoulant dans une tour de refroidissement, et la chaleur est transférée de l'air dans l'eau s'écoulant dans un humidificateur On peut intégrer l'humidificateur dans une installation de conditionnement d'air d'été avec un produit hygroscopique régénéré par la chaleur (système de refroidissement).

ils ont utilisé un module mathématique pour un humidificateur servant de base pour la comparaison de sept installations de conditionnement d'air proposées chacune de ces installations comporte un humidificateur et soit un déshumidificateur chimique, soit un refroidisseur d'eau On choisit des groupes commerciaux et leurs données techniques sont utilisées pour évaluer les

performances des installations On étudie les performances de chaque installation et on détermine la température d'air à la sortie pour une valeur spécifique de taux d'humidité d'air à la sortie et une valeur variable de taux d'humidité de l'air ambiant, Dans le but de comparer, ont détermine la consommation d'énergie par unité de chute de température d'air, et la compare pour toutes les installations.

1.2. Etude du système de refroidissement par absorption.

Fon et Lee .2014 [9] ont proposé un système de refroidissement hybride et renouvelable (SRHR) pour l'utilisation de sources solaires et terrestres. Sur la base de l'absorption solaire, les résultats de simulation dynamique du système SRHR ont montré qu'ils peuvent fournir 43,8%, 53,3% et 68,0% d'énergie primaire par rapport au système d'énergie géothermique, système de refroidissement par absorption solaire et système de climatisation à compression de vapeur, respectivement, cela démontre l'importance de l'hybridation solaire et la source géothermique de la terre, ainsi qu'une solide stratégie de refroidissement renouvelable pour la climatisation durable et la construction écologique.

Fong et al .2017 [10] ont utilisé un système mixte solaire et géothermique qui a été appliqué à un immeuble de bureaux de trois étages dans un climat subtropical. L'énergie solaire était utilisée pour le refroidissement par un système à absorption tandis que l'énergie géothermique était utilisée par un radiateur à haute température pour un système de chauffage. En effectuant un système de simulation dynamique en utilisant TRNSYS, La performance à l'année de (SRHR) a été évaluée. (SRHR) a démontré son efficacité à répondre à la forte demande de froid pour la construction dans les climats chauds et humides, avec des économies d'énergie annuelles de 44,4% par rapport au système conventionnel.

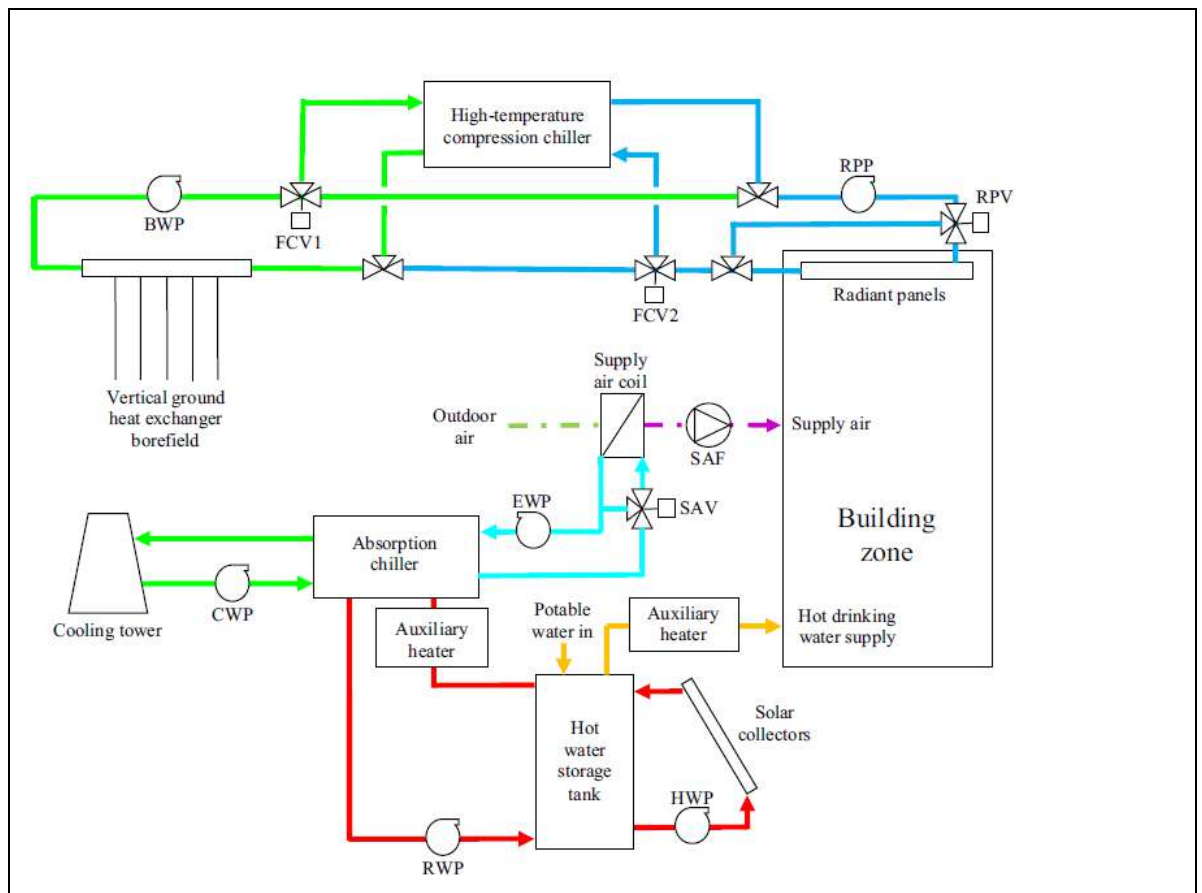


Figure1.1 : Schéma du système de refroidissement et de chauffage solaire assisté par le sol pour un immeuble de bureaux de trois étages [10].

Acuña et al . 2017 [11] ont mené une étude du système de refroidissement solaire (SRS) avec échangeur de chaleur (GHX). L'analyse (SRS) a été réalisée et un modèle mathématique a été développé, soutenu par des données expérimentales GHX. Premièrement, la capacité de refroidissement (SRS) a été calculée pour une construction de 420 m³. Les résultats ont montré que la capacité de 12,30 kW de SRS serait nécessaire pour répondre aux besoins de charge de refroidissement maximum pendant l'été. La gamme de 1 kW PV a été considérée pour aider SRS. Avec la construction (GHX), le modèle de température du sol a été validé pour estimer la température de l'eau produite à diverses profondeurs de (GHX). La partie solaire répond entre 10-23% de la demande d'énergie lorsque le condenseur est refroidi par l'air. Cependant, lorsque (GHX) est exécuté à partir de 1, 2, 4 et 10 m, les fractions solaires sont augmentées.

3. Les systèmes à absorption

Brumana et Franchini . 2016 [12] ont fait une comparaison entre deux types de systèmes de refroidissement solaires et la technologie de refroidissement par évaporation dans le circuit ouvert et le système d'absorption à simple effet (LiBr-H₂O) Le modèle Trnsys a été développé pour un bâtiment résidentiel, avec des simulations pour deux sites différents : l'un dans une zone désertique sèche (Riyad, Arabie Saoudite) et l'autre sur le front de mer (Abu Dhabi, Emirats Arabes Unis). Les résultats ont montré que les refroidisseurs à absorption avaient besoin d'un système de rejet thermique très efficace pour fonctionner correctement, tandis que les systèmes DEC ont considérablement réduit les performances dans les climats humides.

Yufei Wang et al . 2017[13] ont conçu un système de réfrigération à absorption de Bromure de lithium-eau (LiBr-H₂O) à simple effet est modélisé et simulé à l'aide du logiciel de modélisation de processus Aspen Plus. La performance du cycle de réfrigération à absorption est évaluée en fonction de

deux indicateurs : le coefficient de performance (COP) et l'efficacité énergétique. A une certaine température de l'évaporateur du cycle de réfrigération à absorption, le COP du cycle augmente rapidement d'abord, puis doucement avec la température croissante de la chaleur, car une température plus élevée génère plus de vapeur de réfrigérant. En revanche, l'efficacité exégétique du cycle présente une valeur maximale car la performance du système et la réversibilité systémique augmente avec la température de la source de chaleur. Assurer une bonne adéquation entre la source de chaleur et la réfrigération par absorption peut conduire à une utilisation efficace de la chaleur résiduelle et à une diminution de la perte de dégradation de la chaleur résiduelle.

Aljubury et al . 2017 [14] ont effectué série des études en Juin, Juillet et Août 2015 au cours de l'été de Bagdad avec des normes différentes. Les résultats ont montré que l'utilisation des eaux souterraines a augmenté l'efficacité de l'unité (IDEC) jusqu'à 108% par rapport à l'efficacité du refroidissement par évaporation directe qui a enregistré 77,5%. L'utilisation de couches de couverture a réduit la densité de l'énergie solaire entrant dans les serres de 15% dans une couche à 40% dans le cas de deux couches avec une couche de la grille verte. Le système (IDEC) utilisant l'eau souterraine donne une diminution de la température de la serre d'environ 12,1 ° C à 21,6 ° C et une augmentation de l'humidité relative de 8% à 62% par rapport aux conditions environnantes.

Angrisani et al . 2017 [15] ont fait Une étude de simulation dynamique dans l'environnement TRNSYS d'un nouveau système de chauffage et de refroidissement basé sur le couplage entre une source géothermique basse ou moyenne enthalpie et une unité de traitement d'air, incluant une roue déshydratante. Pendant la saison d'été, Une étude de cas a été analysée, dans laquelle un puits géothermique à faible enthalpie (96 °C), situé à Ischia (une île proche de Naples, dans le sud de l'Italie), est utilisé pour piloter le système géothermique. Les résultats ont montré que le rendement du système proposé est considérablement influencé par le facteur d'utilisation de l'eau chaude

domestique. En fait, si l'on considère une plage de variation de ce paramètre entre 5% et 100%, l'augmentation de l'énergie primaire de 77% à 95% et la période de récupération passent de 14 ans à 1,2 an, respectivement. Les simulations ont prouvé la viabilité technique et économique du système proposé. En fait, une comparaison avec des systèmes similaires disponibles dans la littérature a montré que la disposition proposée dans ce travail se caractérise par une meilleure performance énergétique et économique, surtout dans le meilleur des cas. Enfin, une analyse de sensibilité a montré que la performance du système est principalement affectée par le débit géothermique nominal et par le coût du gaz naturel.

1.3. Étude du système de refroidissement en Algérie

Bendaikha et al . 2011 [16] ont développé un système d'énergie hybride (SEH) basé sur la technologie des piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PCMEP), utilisant du gaz naturel. L'échappement de la décharge de chaleur(PCMEP) vers le réservoir de stockage thermique (RST) de source d'énergie thermique de signal mélangé avec de l'eau (douche) Sidi Aïssa 47 ° C, RST d'eau chaude enregistrée en utilisant 47 ° C dans un fichier de ventilateur pour chauffer la cantine scolaire C Ben Salah situé A Saida (nord-ouest de l'Algérie). Le refroidissement est assuré par un système de climatisation L'étude de faisabilité montre que l'utilisation de sources géothermiques dans le nord de l'Algérie et la climatisation à basse température (PCMEP) est une solution prometteuse.

Bahriaet al 2016 . [17] ont comparé deux types du bâtiment en Algérie, le premier est la construction typique (faible masse thermique avec des valeurs U de 1,25 W / m²K, simple vitrage) et la seconde est un bâtiment à haute performance énergétique (avec des valeurs U de 0,35 W / m²K, double vitrage), ont développé une étude paramétrique à l'aide de la simulation dynamique d'un système solaire thermique pour la production d'eau chaude, de chauffage et de

refroidissement. Trois régions de l'Algérie ont été considérées pour évaluer l'effet climatique de l'intégration des systèmes solaires. Alger, Djelfa, Tamanrasset.

Les résultats montrent que les charges de construction sont significativement réduites (12%, 44% et 22% pour Alger, Djelfa et Tamanrasset respectivement). La contribution de l'énergie solaire est supérieure à 60% dans tous les cas, et la fraction solaire atteint plus de 45% lorsque les paramètres optimaux du système solaire sont sélectionnés.

Ketfi et al 2017 . [18] ont analysé de performance aux machines à absorption LiBr - H₂O dans les cinq zones climatiques différentes en Algérie. Ont été simulé des machines à absorption à simple effet de 17,6 kW et à double effet de 16 kW. Dans les zones climatiques E1 et E2, les machines à simple effet et à double effet ont fourni respectivement 37% et 91% de leur capacité nominale pour produire de l'eau réfrigérée à 7 ° C. Dans les zones climatiques chaudes E3, E4 et E5, il n'était pas possible produire de l'eau réfrigérée à 7 ° C. En augmentant la température de l'eau glacée à 12 ° C, les machines à absorption ont pu fonctionner dans les zones climatiques E3 et E4. La machine à simple effet a atteint 45% de sa capacité nominale dans la zone E3 et 33% dans la zone E4. La machine à double effet a fourni 80% de sa capacité nominale dans les deux zones climatiques. Aucun des refroidisseurs n'a pu fonctionner dans les conditions thermiques de la zone climatique E5.

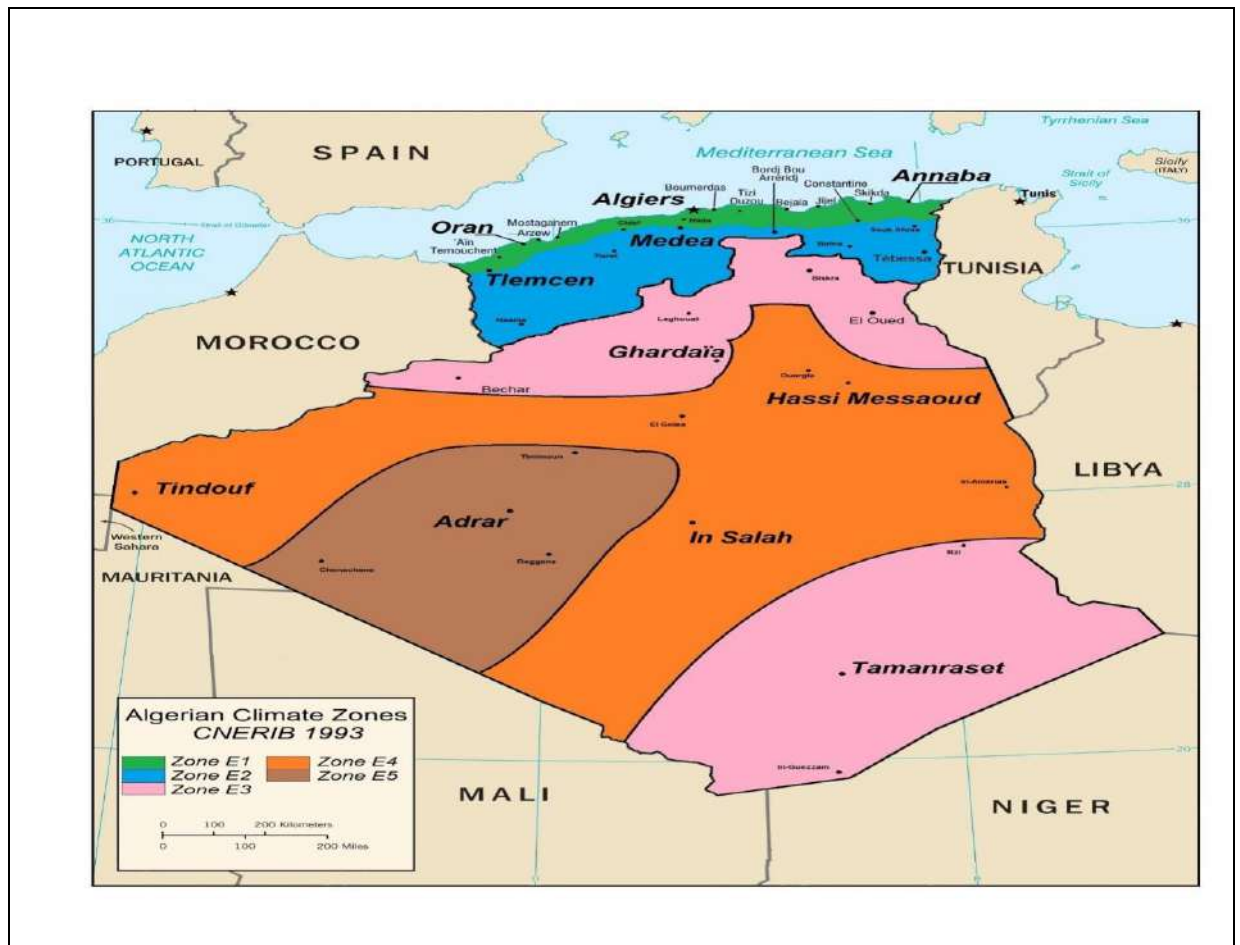


Figure .1.2 : Zones climatiques en Algérie [18].

Salhi et al 2018 [5] ont proposé une simulation pour développement d'un cycle absorption-compression pour la climatisation utilisant des sources de chaleur disponibles en Algérie. La température des ressources qui ont été utilisés entre 60 et 94 ° C. (LiBr-H₂O) et (LiCl-H₂O) à machine absorption ont été utilisés les fluides R1234yf, R1234ze (E) et R1233zd (E) à compression de vapeur. Les résultats montrent une diminution enregistrée (51,36 - 54,16%) de la consommation d'électricité a été documentée en comparaison avec les cycles conventionnels. et le coefficient de performance (COP) pour toutes les combinaisons utilisées se situaient entre (0,432-0,659). Performance améliorée a été noté dans les systèmes qui ont utilisé (LiBr-H₂O / R1234yf). Economiquement, l'utilisation de l'énergie géothermique est plus efficacité financièrement par rapport à l'utilisation de l'énergie solaire dans la profondeur des puits moins de 16 m.

Yilmaz . 2017 [19] a étudié L'effet de la température de l'eau géothermique sur les coûts annuels de refroidissement et les périodes de récupération sont étudiés. Une source géothermique liquide à une température de 100 ° C avec un débit massique de 100 kg / s est considérée pour la ville d'Izmir en Turquie. Le coefficient de performance (COP) du cycle d'absorption ammoniac-eau est de 0,441. Le nombre de degrés-jours pour la saison de refroidissement est calculé à 1791 ° C et la charge de refroidissement est calculée à 12,870 ,000 kWh par la méthode DJ (degrés-jours). Le revenu annuel potentiel du refroidissement géothermique est estimé à 76280.29DA /an avec des périodes de récupération simples et actualisées de 5,684 et 8,816 ans. Le refroidissement géothermique procure un avantage monétaire annuel de 19438.22DA / an sur toute la durée de vie du système grâce à l'analyse du coût du cycle de vie. Ainsi, le coût de refroidissement du produit unitaire est calculé à 1.51 DA / kWh, respectivement.

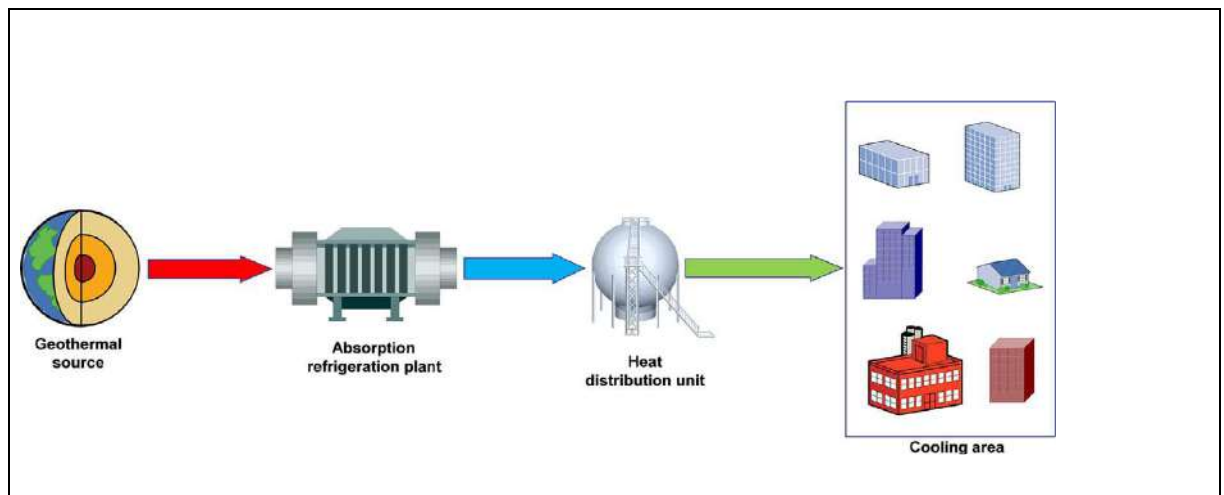


Figure1.3 : réfrigération par absorption pour les bâtiments avec l'aide de l'énergie géothermique [19].

1.4. Commentaire général sur les études bibliographiques

On déduit dans cette étude bibliographique que plusieurs recherches sur des systèmes de climatisation soit des systèmes à compression mécanique ou des

systèmes a absorption utilisés des sources renouvelables comme source d'activation soit énergie solaire ou géothermique ont été faite,

-la recherche des fluides frigorigènes dans les machines absorption toujours en la domaine nombreux chercheurs.

-on trouve que le système a absorption le plus utilisés sont des systèmes hybrides avec des systèmes a compression mécanique.

- possibilité d'appliquer le système a absorption dans les zones chaudes en Algérie.

A la lumière de cette étude bibliographique, notre travail englobe deux caractéristiques, la première est d'utiliser un système de climatisation thermique a absorption qui utilise de l'énergie renouvelable, et la deuxième c'est de jumeler de source d'énergie renouvelable pour alimenter un seul système de refroidissement afin d'améliorer l'efficacité du système a absorption.

Chapitre 2 :

Systeme de climatisation

2.1. Généralité

L'équipement de climatisation basé sur le cycle de compression de vapeur (CV) consomme près de 30% de l'énergie finale dans le monde [20]. L'utilisation des machines à absorption considère une bonne solution alternative, surtout ces dernières, sont classées en machines à simple, à double ou à triple effet. Les machines de Bromure de lithium-eau (LiBr-H₂O) à simple effet sont caractérisées par l'utilisation d'un seul générateur et sont activées à des températures entre 70 °C à 95 °C. Le climat à Ouargla se caractérise par une chaleur élevée pendant 6 mois par sa chaleur. Pour cette raison, il est nécessaire d'utiliser la climatisation pendant cette période. Une révision générale du principe de la climatisation par absorption et est présentée dans ce chapitre fonctionnement la machines à absorption a simple et double effet .et les potentiels solaires et géothermiques en Algérie.

2.2. Climatisation

La climatisation est définie comme étant l'action de maîtriser de façon volontaire La température et/ou l'humidité d'un volume d'air afin de satisfaire le confort thermique des utilisateurs. Cela implique donc le chauffage et/ou le refroidissement de la masse d'air d'un local tout au long de l'année. A l'usage le terme climatisation indique plus spécifiquement le fait de refroidir un local pendant la période estivale jusqu'à obtenir une température de Consigne (et éventuellement une humidité relative) définie [21].

2.1.1. Fonctionnement d'un système de la climatisation traditionnelle

La climatisation résidentielle varie en fonction de facteurs locaux comme la disponibilité de sources d'énergie, le climat, le prix de l'installation, les circonstances socio-économiques et l'existence d'un personnel spécialisé dans l'installation et la maintenance. Elle dépend aussi de facteurs inhérents à

l'application et comprennent le type de logement, les caractéristiques de construction et les codes du bâtiment. En conséquence, de nombreux systèmes différents sont choisis pour fournir des combinaisons de chauffage, de refroidissement, humidification, déshumidification, et de purification. [22].

2.1.2. Réfrigération par compression

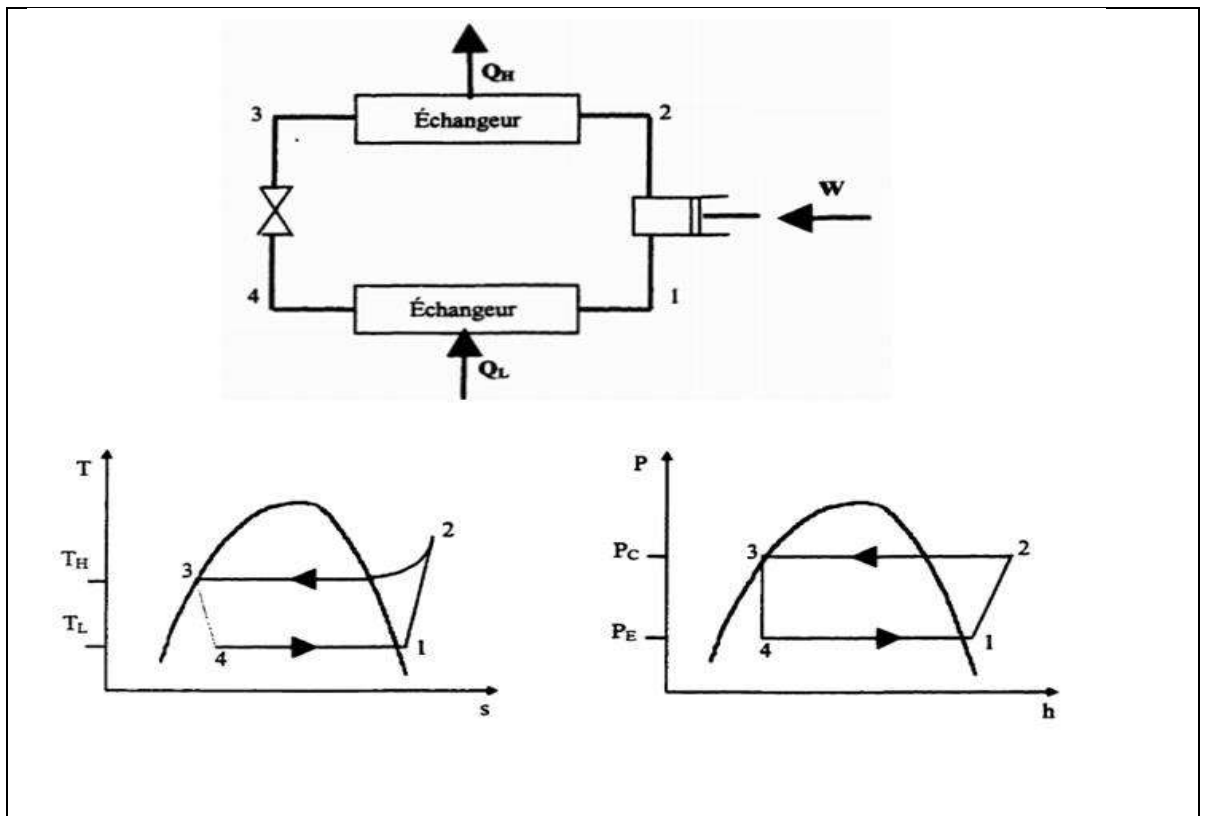


Figure 2.1: cycle à compression de vapeur [23].

Sur les figures ci-dessus le cycle de réfrigération à compression de vapeur est schématisé par quatre évolutions. Tout d'abord au point 1, le réfrigérant, à l'état de vapeur surchauffée, est aspiré par un compresseur. Le travail du compresseur amène cette vapeur à haute pression et haute température, le point 2. Ensuite la vapeur est mise en contact thermique avec un milieu légèrement plus froid, le puits, et y cède son énergie en se condensant complètement jusqu'au point 3. Idéalement le changement de phase d'une substance pure se fait à pression constante, d'où l'évolution sur une même ligne horizontale sur le diagramme P-h. Entre le point 3 et 4, le réfrigérant subit une chute de

pression isenthalpique, ce qui fait apparaître un mélange liquide-vapeur au point 4. Finalement, le mélange est en contact thermique avec un milieu légèrement plus chaud, la source. Ce dernier cède son énergie au réfrigérant qui s'évapore complètement, encore à pression constante, jusqu'au point 1 et le cycle recommence. [23].

Pour caractériser l'efficacité d'une machine frigorifique, on considère le

Coefficient de performance frigorifique.

$$COP = \frac{QE}{WC} \dots\dots\dots 2.1$$

Avec :

QE : la chaleur extraite à l'évaporateur

WC : le travail fournit par le compresseur

2.1.3. Réfrigération par absorption

Comme les systèmes de réfrigération par compression, les systèmes par absorption sont constitués d'un condenseur, d'une vanne de détente et d'un évaporateur. Toutefois, les systèmes de réfrigération par absorption utilisant un couple réfrigérant/liquide absorbant, et une source de chaleur qui remplace la consommation électrique du compresseur mécanique.

La machine à absorption est principalement constituée d'un absorbeur et d'un générateur. Dans l'absorbeur on trouve le liquide qui absorbe la vapeur du réfrigérant à la sortie de l'évaporateur. Une fois que le fluide réfrigérant est absorbé, le mélange est pompé vers le générateur où, au moyen d'une alimentation de chaleur, le réfrigérant est séparé à nouveau de l'absorbant, mais cette fois à haute pression. Le réfrigérant est envoyé à un condenseur où il libère la chaleur acquise dans le générateur. En sortant du condenseur, le fluide

réfrigérant passe à travers une vanne de détente où il perd de la pression et passe ensuite à travers de l'évaporateur. Dans l'évaporateur, l'effet de refroidissement est produit en gagnant de la chaleur de l'espace à refroidir. Cette chaleur provoque l'évaporation du fluide réfrigérant, qui est absorbé à nouveau par le fluide dans l'absorbeur redémarrant le cycle. Dans ce procédé, l'utilisation d'énergie électrique est réduite au minimum. C'est ce qui est son attrait principal. Les fluides couramment utilisés dans les systèmes de réfrigération par absorption sont : du bromure de lithium comme absorbant et de l'eau comme réfrigérante (LiBr-H₂O), dans les applications de climatisation ou, de l'eau comme absorbante et de l'ammoniac comme réfrigérant (H₂O-NH₃), dans les procédés de réfrigération industrielle. [24]

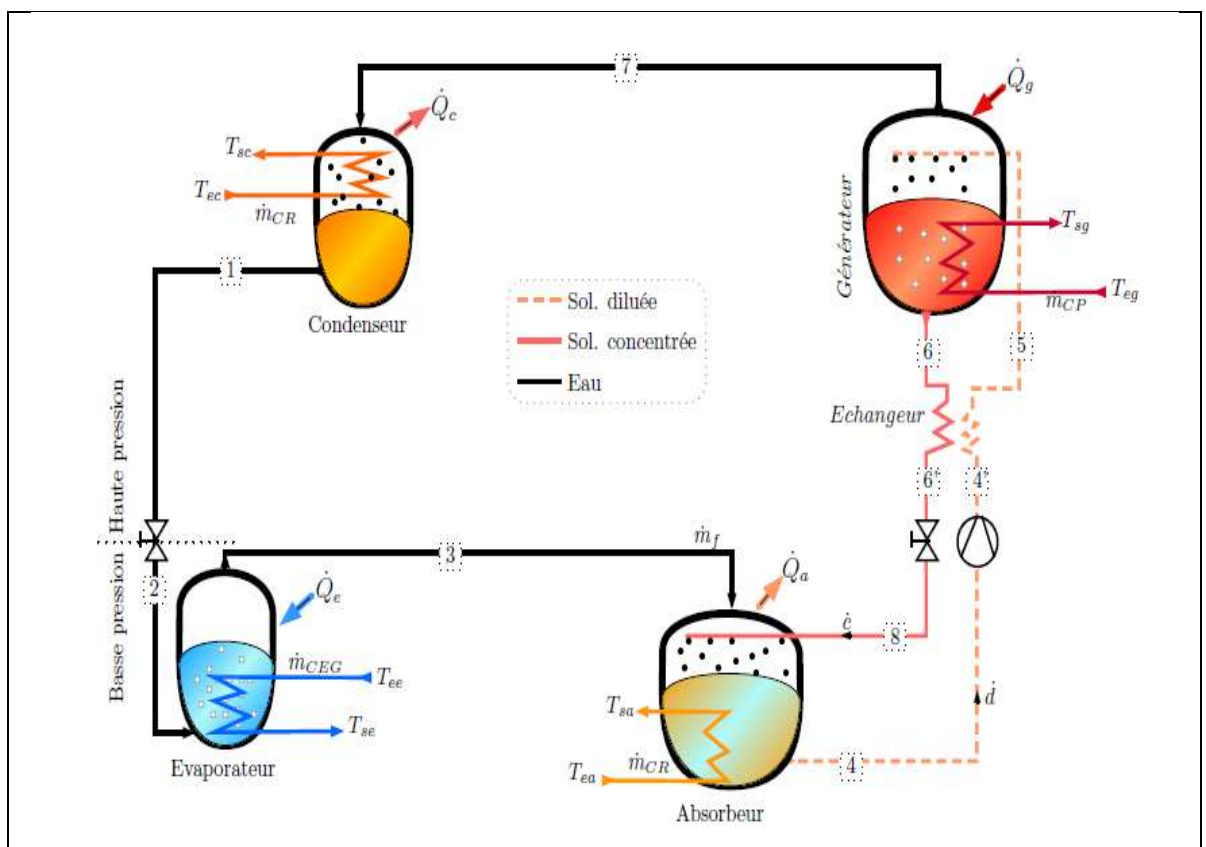


Figure 2.2: Cycle d'absorption à simple effet [25].

$$cop = \frac{QE}{QG} \dots\dots\dots 2.2$$

Dans les cycles de (LiBr-H₂O), les machines à simple effet sont activées à des températures entre 70 °C à 95 °C et le COP nominal atteint des valeurs typiques de 0.6 à 0.8. Les cycles NH₃-H₂O ont des valeurs de COP légèrement inférieures à ceux de (LiBr-H₂O). et la température d'activation entre 125 °C à 170 °C [26].

Les machines à absorption à double effet qui se caractérisent par la présence de deux générateurs et absorbeurs. Ce type de machines nécessite des températures d'eau chaude ou de vapeur d'eau plus élevées. Leur fonctionnement consiste à faire circuler de l'eau ou de la vapeur à une température plus élevée pour le premier générateur. Puis, l'eau sortant du premier générateur passe à travers un second générateur. Dans ce type de machines, le coefficient de performance est plus élevé et peut aller de 0.9 à 1.5. Les systèmes à double effet (LiBr-H₂O) fonctionnent à des températures comprises entre 120 °C à 160 °C [26], tandis que les systèmes de (NH₃-H₂O) fonctionnent à des températures plus 155 °C.

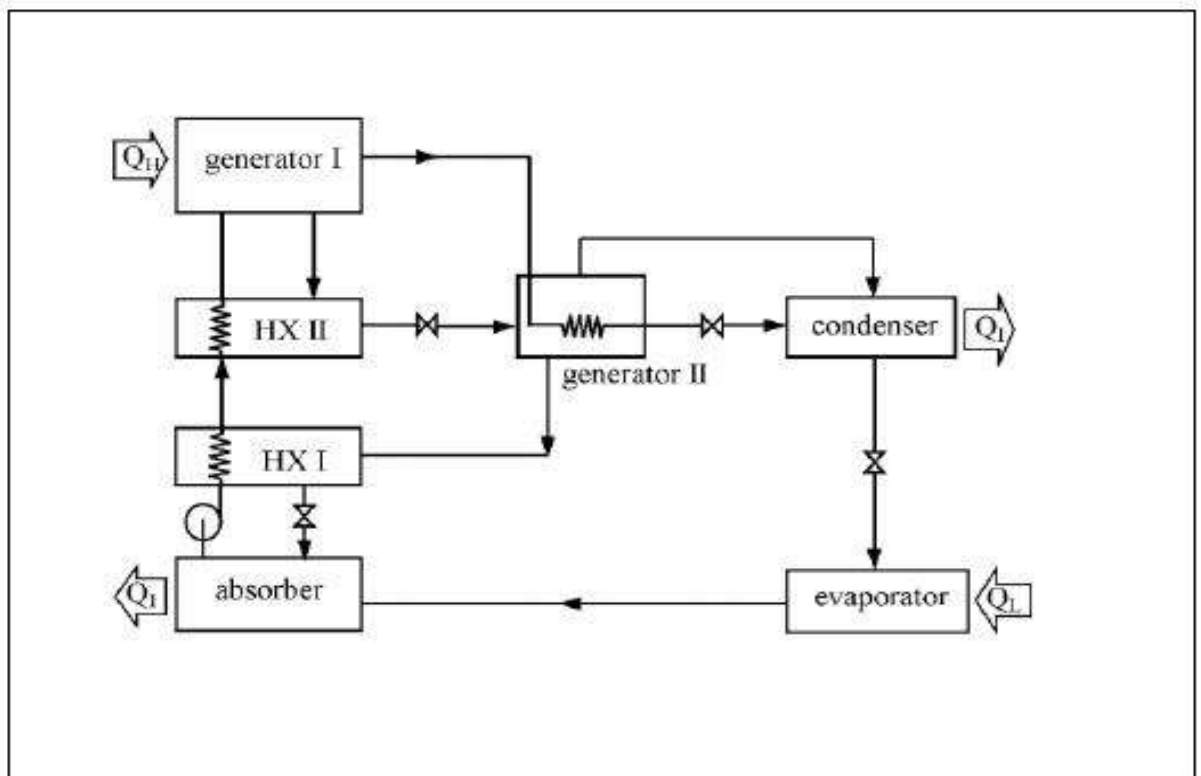


Figure 2.3: Cycle d'une machine à absorption à double effet [24].

Raheek et al 2015[27] Ont mené une étude que pour activer à l'énergie solaire un peu coût relativement (utilise le capteur solaire plan). Les systèmes de climatisation par absorption à simple effet qui travaillent de (LiBr-H₂O) sont meilleurs parce que (donner du COP acceptable et demande la température dans le générateur n'élèvé)

2.3. La géothermie

La géothermie utilise la chaleur naturelle émanant des nappes aquifères présentes dans le sol pour fournir un système durable de chauffage pour les bâtiments (habitations, commerces, etc.)

Le soleil aussi joue un rôle important dans l'alimentation des systèmes géothermiques peu profonds. En tenant compte des éventuelles pertes (par dispersion dans l'atmosphère et réflexion par les nuages et la surface de la Terre), 46 % de l'énergie solaire est absorbée par le sol. Ce qui constitue une source abondante d'énergie facile à exploiter pour répondre aux besoins énergétiques des bâtiments. [28]

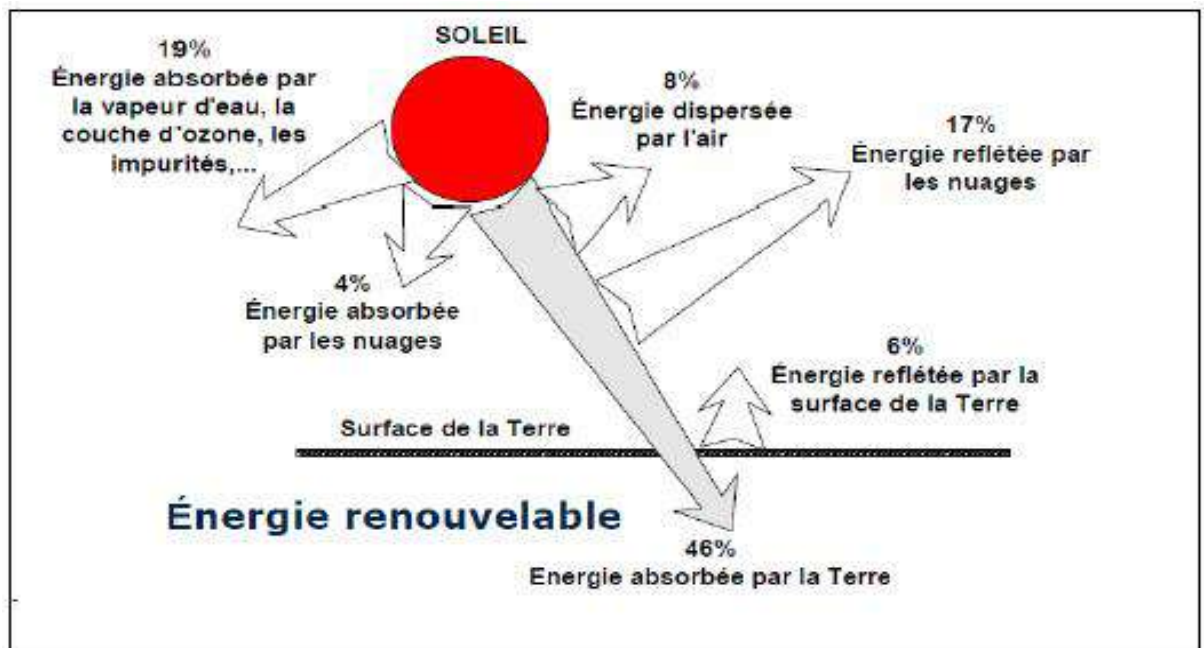


Figure2.4 : l'énergie absorbée par la terre [28].

2.3.1. Échangeur horizontal (L'échangeur air sol)

L'échangeur air-sol qui s'appelle aussi puits canadien/provençal est un système dit : géothermique, qui utilise l'énergie présente dans le sol à proximité de sa surface pour chauffer ou refroidir l'air neuf de ventilation des bâtiments.

Le principe de l'échangeur air-sol est de faire circuler l'air neuf dans un conduit enterré grâce à un ventilateur, avant de l'insuffler dans le bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au cours de son parcours souterrain, les besoins de chauffage liés au renouvellement d'air des locaux sont alors réduits et le maintien hors gel du bâtiment peut être assuré, le puits est alors dit puits canadien. En été, l'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver dans le bâtiment durant la journée à une température inférieure à celle d'extérieure, le puits est alors dit puits provençal. [29]

L'échangeur est généralement enterré entre 4 et 6 m pour le tertiaire et entre 1 et 2 m pour le résidentiel individuel. Il est assez éloigné de la dalle des bâtiments pour éviter toute fuite de chaleur de celle-ci vers le puits. Une pente régulière de 2 à 3% est mise en place afin d'évacuer les éventuels condensats. [30].

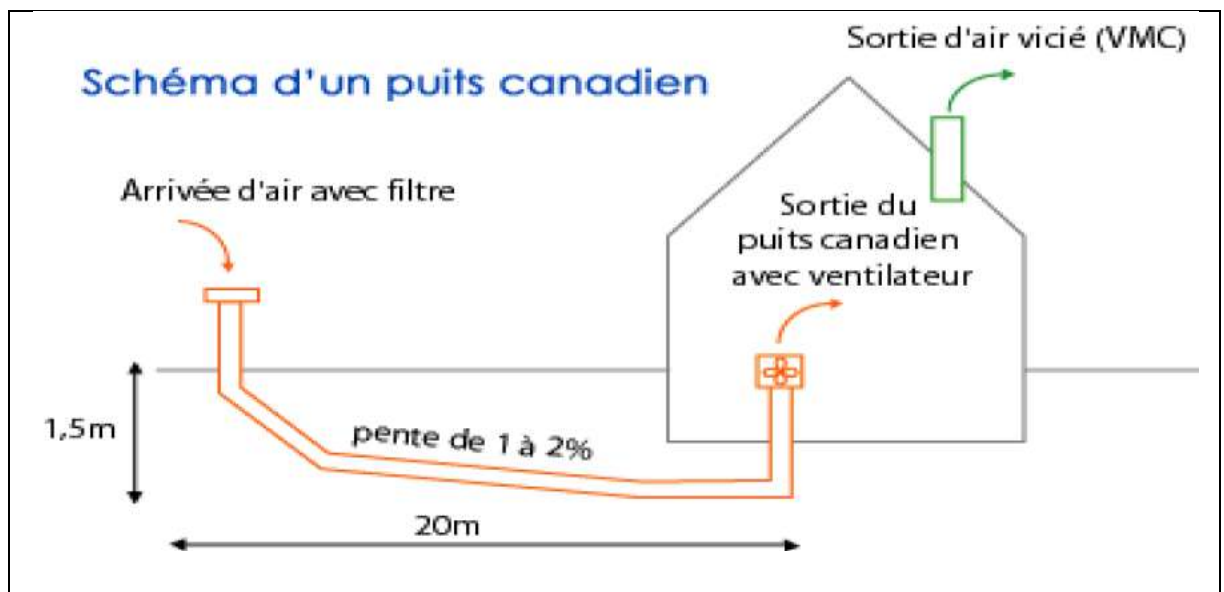


Figure 2.5: Schéma de principe d'un puits canadien [31].

2.3.2. Pompes à chaleur géothermiques (PAC)

- Définition Une PAC est une machine thermodynamique qui puise la chaleur dans un milieu naturel appelé "source froide" (eau, air, sol) dont la température est inférieure à celle du local à chauffer [32].

-Principe Il repose sur le principe du réfrigérateur. Dans un réfrigérateur, le système capte les calories provenant de l'intérieur (les calories existent même à faible température) pour les évacuer faire l'extérieur. On peut ainsi dire que les calories captées dans la partie froide du réfrigérateur « servent à réchauffer » l'extérieur du réfrigérateur. C'est pour cela que la partie arrière du réfrigérateur est souvent chaude. Pour les applications géothermiques on utilise généralement des PAC à compression qui comporte un compresseur électrique. Il existe d'autres types de PAC [32].

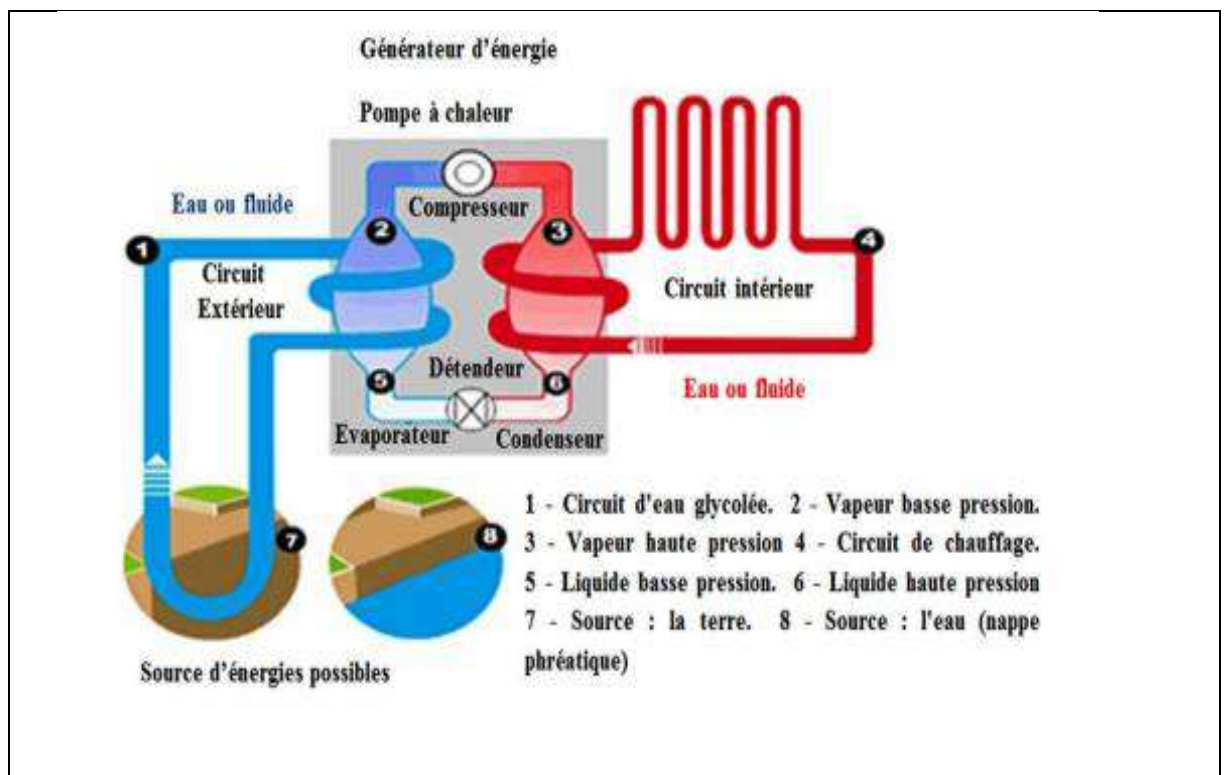


Figure 2.6: Schéma de principe de pompe à chaleur géothermique [33].

2.3.3. Définition de l'albien :

Il occupe l'intervalle stratigraphique compris entre le Trias et le sommet de l'Albien. Les niveaux aquifères sont contenus essentiellement dans le Barrémien et l'Albien qui sont constitués de dépôts continentaux gréseux et sablo-argileux du Crétacé inférieur. Dans la zone d'étude, cet aquifère est captif. Les mesures de pressions statiques indiquent des valeurs comprises entre 15 et 18 bars (eau jaillissante). Son exploitation est très coûteuse en raison de sa profondeur dépasse 2000m et de la température qui dépasse 60°C. [34]

2.4. Le potentiel géothermique en Algérie

En Algérie, les études en géothermie ont été menées principalement sur le Nord et le Sud algérien, ces études montrent que l'Algérie compte un nombre important de sources thermales. Les calcaires jurassiques du Nord algérien qui constituent d'importants réservoirs géothermiques, donnent naissance à plus de 200 sources thermales localisées principalement dans les régions du Nord- Est et Nord- Ouest du pays. Ces sources se trouvent à des températures souvent supérieures à 40°C, la plus chaude étant celle de Hammam Meskhoutine (96°C). Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites de réservoirs existants, débitent à elles seules plus de 2 m³/s d'eau chaude. Ceci ne représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs.

Plus au Sud, la formation du continental intercalaire, constitue un vaste réservoir Géothermique qui s'étend sur plusieurs milliers de Km². Ce réservoir, appelé communément « nappe albienne » est exploité à travers des forages à plus de 4 m³/s. l'eau de cette nappe se trouve à une température moyenne de 57 °C ainsi que la roche chaude. Si on associe le débit d'exploitation de la nappe albienne au débit total des sources thermales, cela représenterait, en termes de puissance, plus de 700 MW. Ces émergences naturelles qui sont généralement les fuites de

représente qu'une infime partie des possibilités de production des réservoirs.[31].

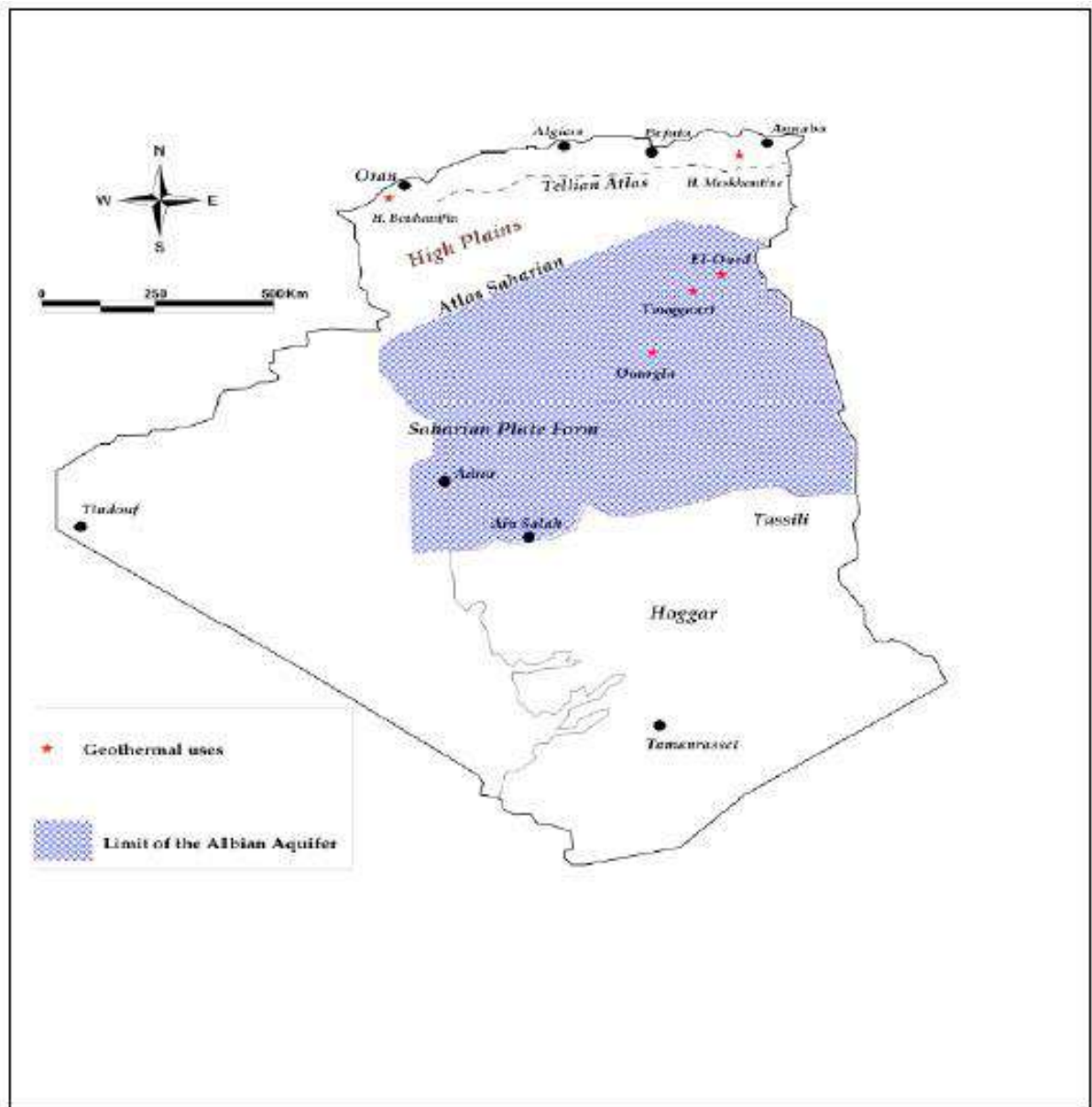


Figure2.7 : Les possibilités réelles de cette source demeurent malheureusement inconnues [35].

2.5. Le potentiel solaire en Algérie :

L'Algérie dispose d'un des plus grands gisements solaires au monde, la durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et atteint les 3900heures (hauts plateaux et Sahara). L'énergie

reçue quotidiennement sur une surface horizontale de 1 m² est de l'ordre de 5 kWh sur la majeure partie du territoire national, soit près de 1700 kWh/m²/an au Nord et 2263 kWh/m²/an au sud du pays. Les diverses études entreprises jusqu'à présent sur le potentiel énergétique solaire en Algérie font apparaître un potentiel considérable pour l'utilisation et l'exploitation de cette forme d'énergie. En effet, l'Algérie avec plus de deux millions de km² de superficie, reçoit l'équivalent de 300 milliards de Tep par an en énergie solaire [36].

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Superficie en %	4	10	86
Durée moyenne D'ensoleillement en Heure/an	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue en KWh/m ² /an	1700	1900	2650

Tableau 2.1 : le potentiel solaire en Algérie. [36].

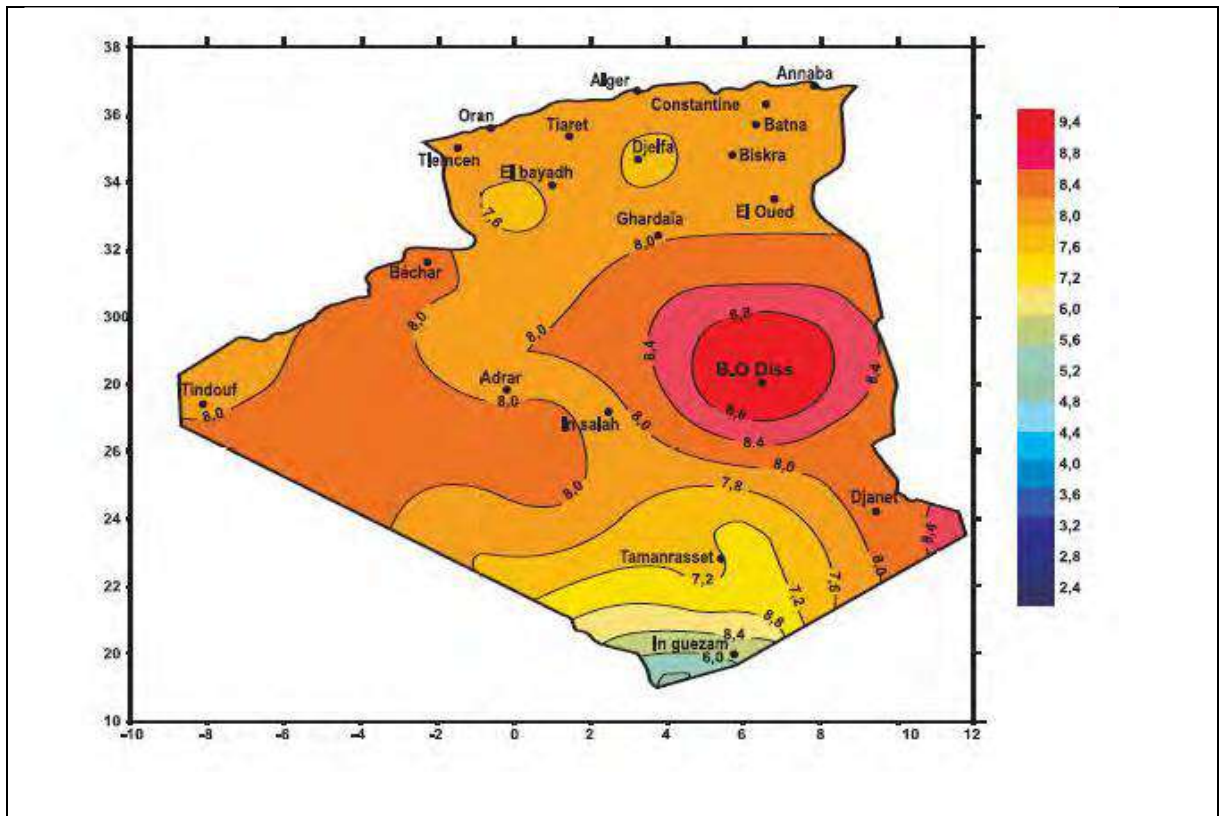


Figure 2.8: Irradiation globale journalière reçue sur plan horizontale au mois de juillet [36].

Chapitre3 :

Configuration et simulation du système de climatisation
géothermique

3.1. Logiciels de simulation dynamique (TRNSYS)

TRNSYS (Transient system simulation program) est un logiciel de simulation du comportement thermique des bâtiments et des systèmes associés en régime dynamique, Développé par le CSTB dans le cadre de collaborations internationales, TRNSYS est aujourd'hui la référence au niveau mondial de la simulation dynamique de bâtiments et de systèmes. Plusieurs centaines de composants TRNSYS sont disponibles, couvrant un large spectre d'applications. TRNSYS est très utile pour la modélisation de systèmes utilisant des sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie géothermique, éolienne ou solaire.

Ce logiciel permet d'intégrer toutes les caractéristiques du bâtiment (emplacement, matériaux de construction utilisés, architecture globale...) afin de déterminer la consommation en énergie, le confort thermique, l'hygrométrie, mais aussi des systèmes de chauffage/climatisation afin de réaliser des simulations thermiques dynamiques. [22].

TRNSYS utilise dans la modélisation des composants appelés « Types ». Les valeurs initiales pour le calcul sont entrées comme « inputs » et les résultats sont obtenus comme « outputs ». Lorsqu'un composant est connecté à un autre, les résultats du premier sont les données initiales du second et ainsi de suite [24].

Le début de tout travail consiste à modéliser la maison avec un sous-programme appelé TRNBuild permettant de définir la structure et les dimensions du bâtiment.

Chapitre 3 Configuration et simulation du système de climatisation géothermique



Figure 3.1: Interface du logiciel TRNBuild

Chapitre 3 Configuration et simulation du système de climatisation géothermique




Nom	Éditeur	Développés par	Domaine d'application	Lien (s)
Pleiades + COMFIE 	IZUBA énergies	ALCYONE Centre d'Énergétique (Bacot,1984), (Peuportier,1988), (Blanc Sommereux, 1989).	réaliser des simulations dynamiques de l'enveloppe du bâtiment	www.izuba.fr/!logiciel
Design-Builder - Energy Plus 	Design Builder Software Ltd	(département de l'énergie des US)	Calcul des déperditions -Dimensionnement du chauffage	designbuilder.com.uk
TRNSYS TRaNsient System Simulation Program 	Thermal Energy System Specialists	SsolarEnergyLaboratory' (SEL)de l'Université duWisconsin Madison (USA),en collaboration avecCSTB(Centr Scientifique et Techniquedu Bâtiment) de Sophia Antipolis (France)	- simulation numérique du comportement thermique des bâtiments et de leurs équipements .	www.trnsys.com/logiciels.cstb.fr/ducts/TRNSYS
WUFI	IBP Software	Fraunhofer Institute Building Physics (IBP)	permet d'évaluer le comportement des parois multicouches soumises à un régime climatique dynamique	https://wufi.de/en

Tableau 3.1 : Tableau récapitulatif de quelques logiciels utilisés dans la simulation thermique dynamique du bâtiment.

3.2. Résultats de simulation

Avant de commencer l'étude pour la région d'Ouargla, il faut vérifier les principales conditions de confort thermique (température et humidité)

3.2.1. La variation de l'humidité relative pendant l'année

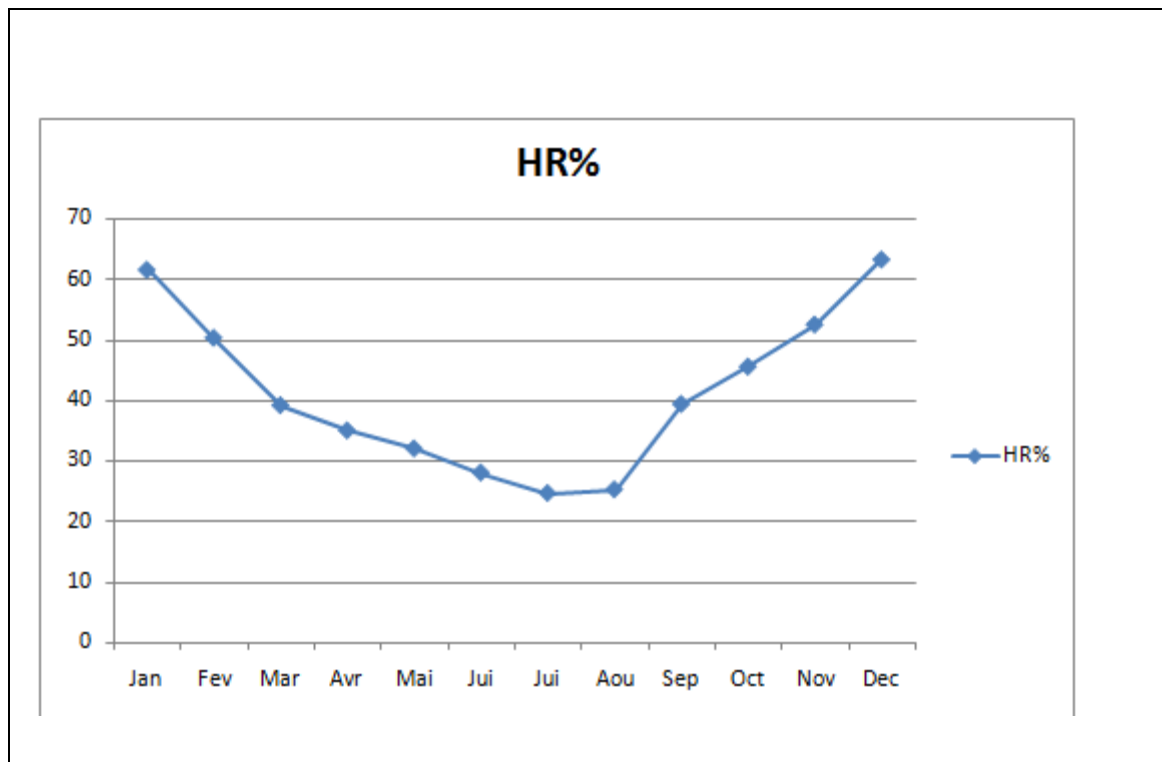


Figure 3.2.: La variation d'humidité relative durant une année à Ouargla
[37]

À Ouargla l'humidité relative est inférieure à 50% depuis le mois de mars jusqu'au mois d'octobre, ce qui nécessite un dispositif d'augmentation d'humidité dans les bâtiments pendant environ 8 mois.

3.2.2. La variation de température ambiante extérieure pendant l'année

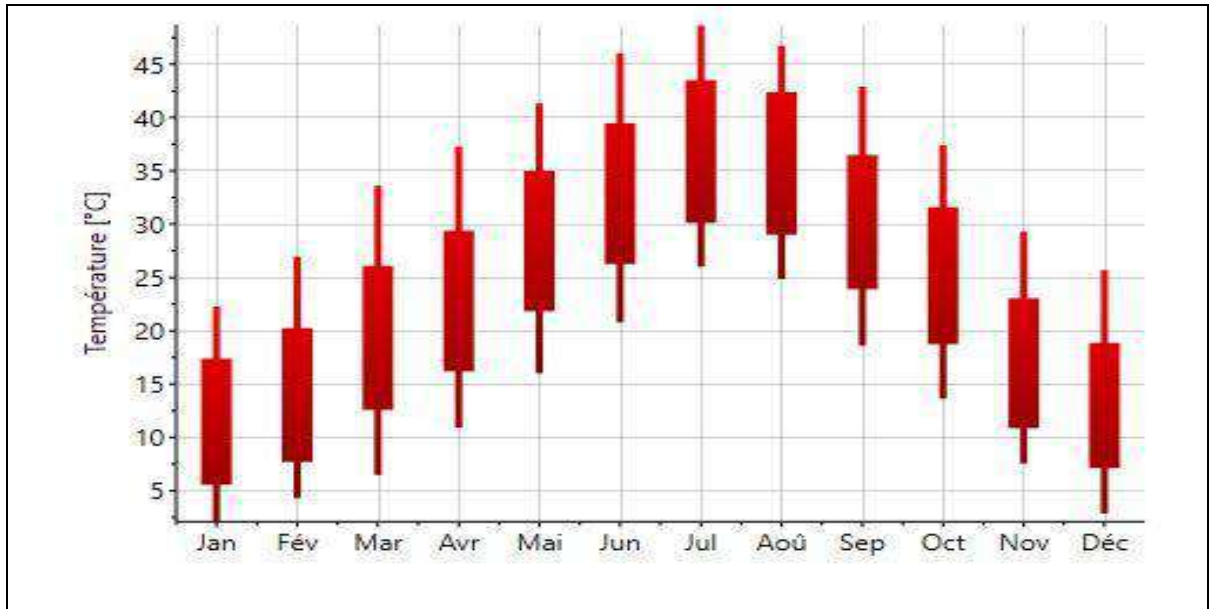


Figure 3.3: La variation de température durant une année à Ouargla.

On remarque que la température moyenne à Ouargla est supérieure à 25 degrés (dès le mois de mai), il est donc nécessaire de rechercher un système de climatisation des bâtiments pendant presque 7 mois, qui nécessite une quantité d'énergie énorme pour couvrir les besoins en conditionnement d'air pendant cette période.

3.2.3. L'installation géothermique.

3.2.3.1. Description du système

La figure (3.4) présente l'installation de la climatisation géothermique dans le logiciel TRNSYS simulation studio. Cette figure montre le principe de fonctionnement du système thermique qui consiste à Puits géothermique, ceci

Chapitre 3 Configuration et simulation du système de climatisation géothermique

est relié à la sortie du réservoir d'eau chaude et à l'entrée de la machine à absorption.

Le puits géothermique produit l'eau chaude directement, L'eau chauffée s'écoule dans la partie supérieure d'un réservoir à stratification. L'eau chaude est transportée de la partie supérieure du réservoir à la machine à absorption à travers d'une pompe. L'eau chaude utilisée dans la machine à absorption (dans le bouilleur) est ensuite retournée à la partie inférieure du réservoir d'eau chaude. Finalement, la machine à absorption produit l'eau glacée nécessaire pour la climatisation de la chambre.

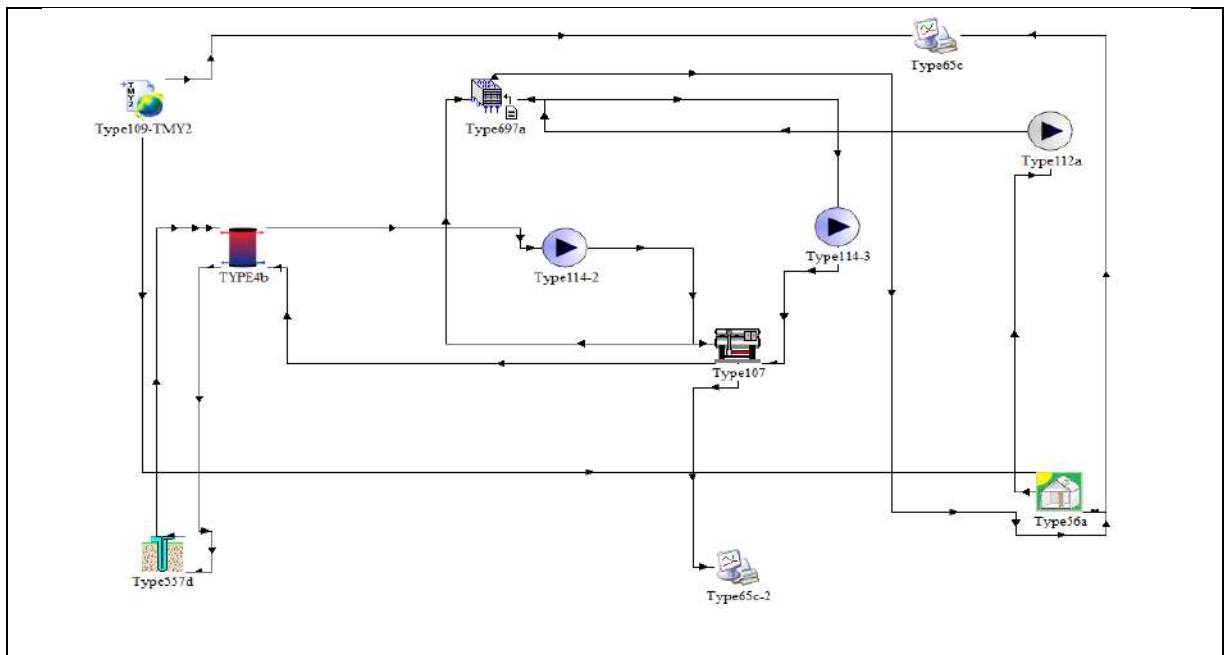


Figure 3.4: Les composants de l'installation géothermique.

3.2. 4.. Description du rôle des composants de l'installation

3.2.4.1. Données météorologiques-Type 109

TRNSYS 16 utilise le « Type109 » qui lit un fichier externe de format TMY2 (Typical Meteorological Year Data) généré par Meteonorm. Les données utilisées sont celles de la ville d'Ouargla

3.2.4.2. Puits géothermique 557d

Le « Type 557d » simule le comportement d'un puits géothermique verticale de la bibliothèque TESS du logiciel TRNSYS, nous avons choisi ce type de puits géothermique parce que Les machines de Bromure de lithium-eau (LiBr-H₂O) à simple effet sont caractérisées par l'utilisation d'un seul générateur et sont activées à des températures entre 70 °C à 95 °C.

Informations sur le puits géothermique utilisé dans notre simulation :

température	60°c
débit massique du puits	240Kg/s

Tableau 3.2: Paramètres puits géothermique vertical

3.2.4.3 Tank (réservoir de stockage)

Ce composant définit par le « TYPE 4b », il permet de stocker le fluide caloporteur à haute température. Il possède deux entrées et deux sorties de fluide (côté chaud et côté froid).

3.2.4.4. Pompe

Ce composant définit par le « TYPE 114 », elle permet de pomper l'eau chaude vers la machine à absorption.

3.2.4.5. Machine à absorption -TYPE « 107 »

Le « Type107 » de TRNSYS simule le comportement d'une machine à absorption à simple effet alimenté par de l'eau chaude, elle permet de produire l'eau glacée pour les besoins de la climatisation.

3.2.4.6. Construction de la maison

Ce composant définit par le « TYPE56 ».

3.2.5. Les types TRNSYS utilisés dans le projet

Le tableau ci-dessous nous présente le nom de chaque composant des types TRNSYS du notre système bâtiment, source thermique, système de stockage et système de conditionnement d'air.

Type	Nom de composant
Type 56b	Bâtiment une zone et TRNBUILD
Type112a	Fan avec effets de l'humidité
Type557d	puits géothermique
Type 107	Machine à absorption à simple effet
Type697a	humidificateur
Type 4b	Tank
Types Type 109	Conditions météorologiques
Type 114	Pompe

Tableau 3.3 : Les types TRNSYS

3.2.3. La variation des besoins énergétiques annuelle

Utilisant le logiciel TRNSYS et les données climatiques du lieu, on peut voir l'évolution des besoins énergétiques, soit les besoins en chauffage pendant la période hivernale, soit les besoins en climatisation pendant la période estivale

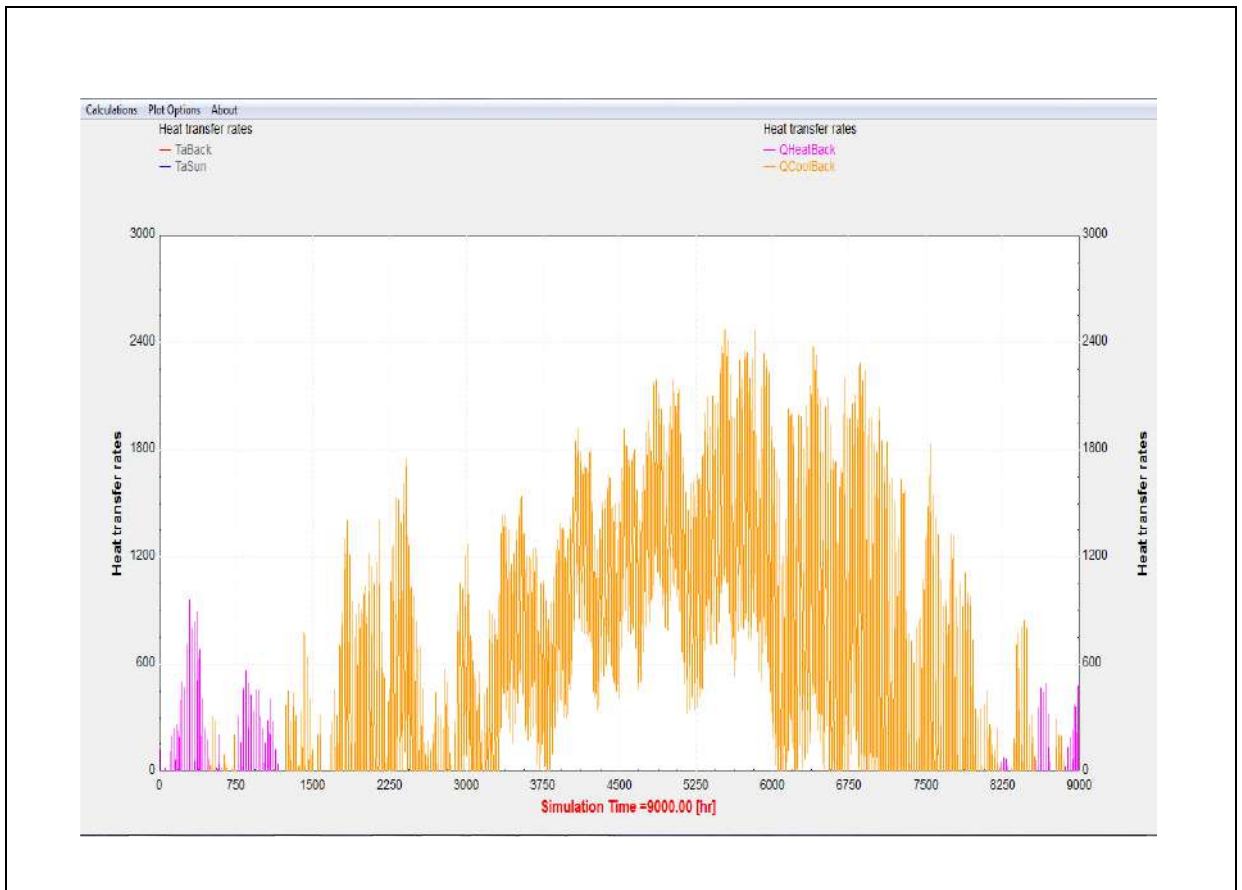


Figure 3.5 : Besoins de chauffage et climatisation.

La figure montre les besoins nécessaires pour la climatisation. La température est élevée par rapport à la température de confort estivale du début du mois de mai jusqu'à la fin du mois d'octobre et cette température atteint son maximum en mois de juillet. On remarque aussi les besoins énormes de la climatisation surtout en plein été et aussi la longue période chaude (six mois) qui nécessite vraiment un système de climatisation efficace, facile à entretenir et qui ne consomme pas beaucoup d'énergie.

3.2.4. Etude de la performance de la machine frigorifique a absorption

3.2.4.1. Variation du coefficient de performance

- **Définition** : Le facteur principal qui caractérise une machine frigorifique est le coefficient de performance, définit comme étant le rapport entre les recettes et les dépenses, c'est-à dire entre la puissance frigorifique vaincue par la machine et la puissance énergétique fournie au système.

L'équation

$$\text{COP} = \frac{\text{puissance frigorifique}}{\text{puissance motrice}} \dots\dots\dots 3.1$$

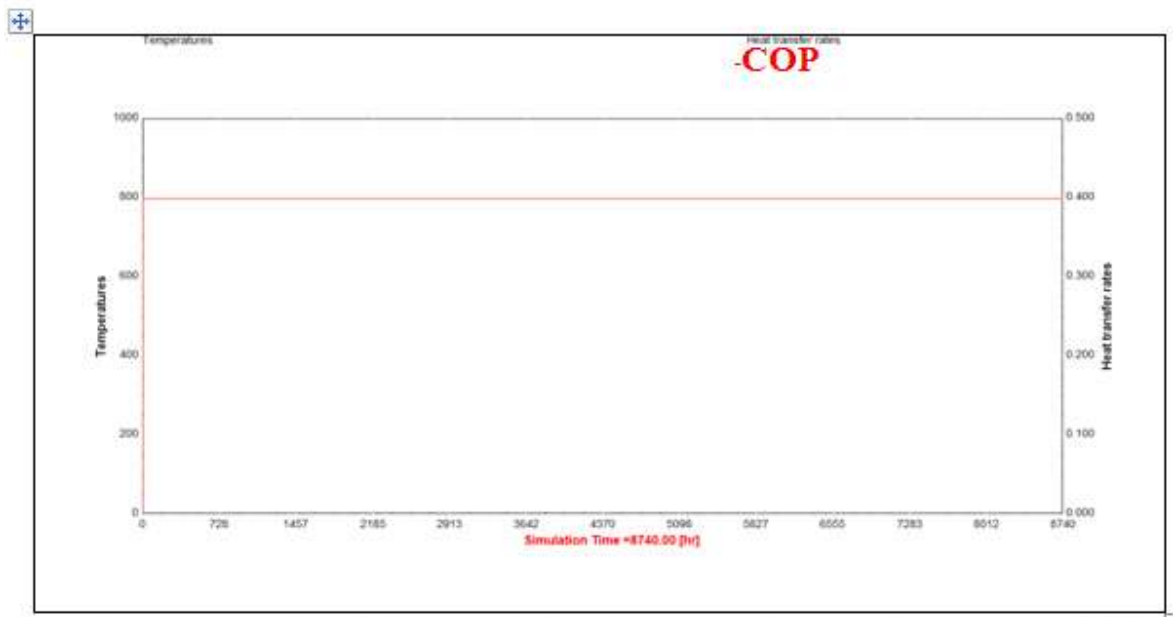


Figure 3.6 : Variation du COP d'une machine a absorption.

On remarque que le coefficient de performance de ce cycle est constant tout au long de l'année, et ceci est dû à la grande différence entre la valeur de chaleur cédée par le générateur (constante dans notre cas) et la chaleur extraite à l'évaporateur, ainsi que le type 107 qui représente le cycle a absorption qui pré-dimensionné par le fabricant ou le programmeur. L'avantage d'une COP

constante est que nous pouvons obtenir un confort thermique constant pour l'être humain pendant toute l'été.

3.2.5. La variation de la capacité nominale

Définition : La puissance nominale d'une chaudière par exemple est la puissance délivrée en Watt (W) dans des conditions nominales, par exemple en régime de température 80/60°C. De même pour la fourniture d'eau chaude sanitaire, ... La chaudière peut délivrer au-delà de sa puissance nominale une puissance maximale. En termes de sélection de matériel, la puissance nominale sera le critère retenu [38].

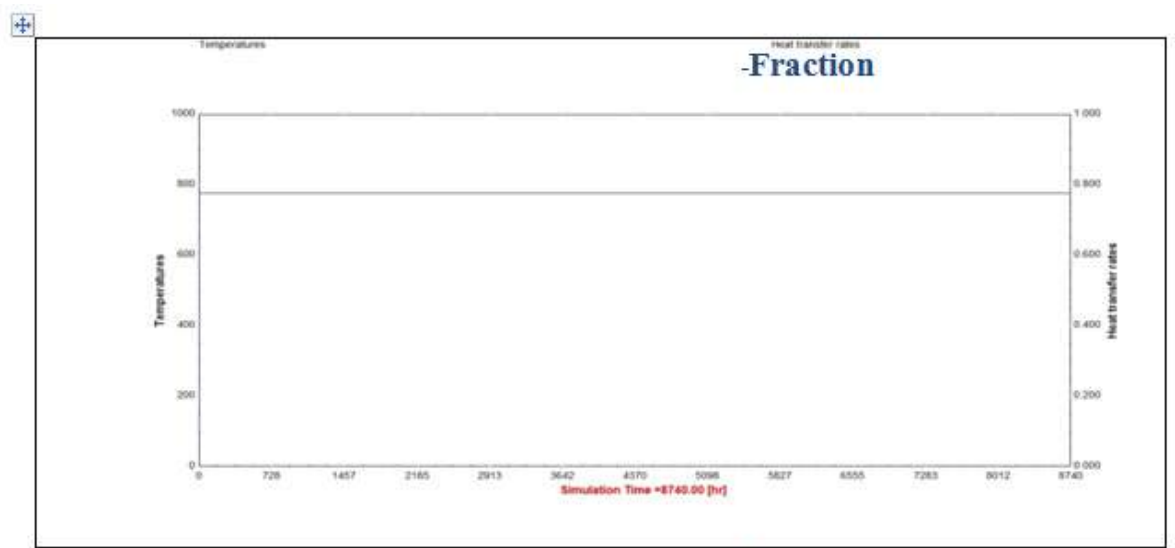


Figure 3.7: fraction de la capacité nominale.

On remarque une valeur fixe de ce paramètre malgré la variation de la température de fluide frigorigène retourné à la machine influencée par la source d'appoint représenté par le capteur solaire thermique parce que le fabricant a bien défini la capacité nominale maximale de cette machine quel que soit les conditions extérieures les exigences intérieures.

3.2.6. Utilisation d'une source d'appoint (capteur solaire)

Afin d'améliorer le rendement de notre installation de climatisation on a choisi d'ajouter une source thermique supplémentaire qui consiste par un capteur solaire plan, leur rôle est d'augmenter la température sortant du puits thermique qui permette a la machine frigorifique de fonctionner avec des température plus haut pour améliorer leur rendement et bien leur coefficient de performance.

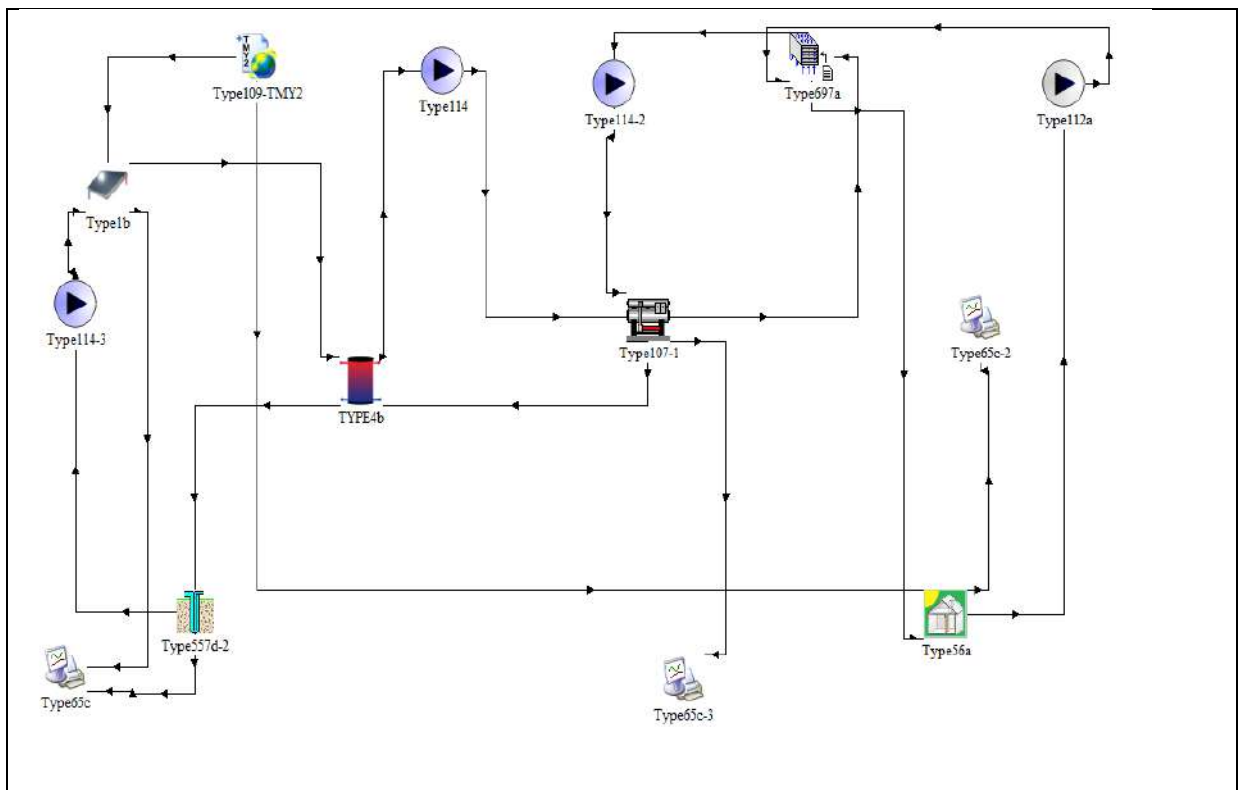


Figure 3.8 : Les composants de l'installation (géothermique-solaire)

3.2.6.1. Capteur solaire

Ce composant de « TYPE 1b » est un capteur solaire thermique plan qui consiste à collecter l'énergie du soleil et la transformée en énergie thermique à l'aide du fluide caloporteur (transportant l'énergie).

Informations sur le capteur plan utilisé dans notre simulation :

Surface du capteur [m ²]	2
Efficacité du capteur	0.80
Inclinaison du capteur [°]	30
Nombre en série	1

Tableau.3.4 : Paramètres du capteur solaire plan

Rendement du cycle total (cycle frigorifique+ capteur) :

Le rendement du cycle total est égale le produit du COP de cycle frigorifique et le rendement de capteur solaire :

$$\eta_{TOT} = \text{COP}_{\text{Fri}} * \eta_{\text{cap}}$$

Cas : (capteur plan)

$$\eta_{TOT} = 0.8 * 0.8 = 0.64$$

3.2.7. Variation de la température du puits géothermique

Pour bien contrôler le système de climatisation par absorption qui fonctionne par des sources thermiques, il faut connaitre la variation de la température de ces sources pendant la période de fonctionnement, ci-dessous la variation de cette source géothermique.

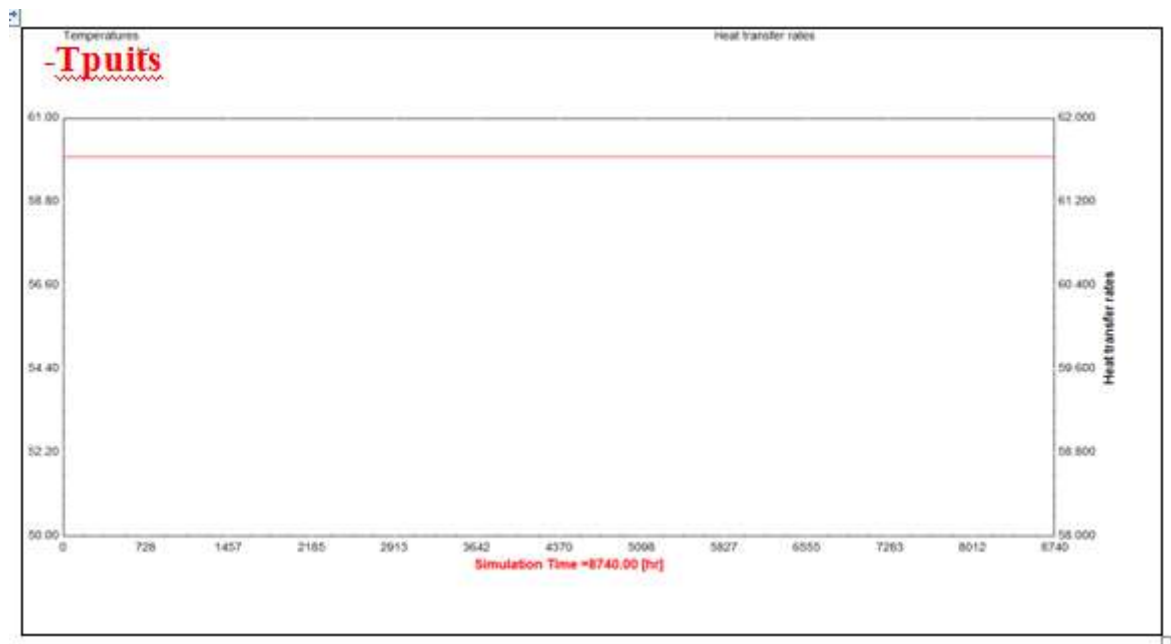


Figure 3.9: Variation la température du puits géothermique.

La température des puits géothermiques est fixée à 60 ° C tout au long de l'année et ceci est dû au fait que la température de la terre est stable. L'avantage de la température de la source géothermique constante est d'avoir un système stable sans coupure et interruption et avec confort continue assuré.

3.2.8. La variation de la température à la sortie du capteur solaire

Le capteur solaire thermique plan utilisé comme source thermique supplémentaire pour améliorer l'efficacité de l'installation de climatisation nécessite une étude pour connaître le degré d'amélioration qui apporte ce nouveau module et son influence sur toute l'installation.

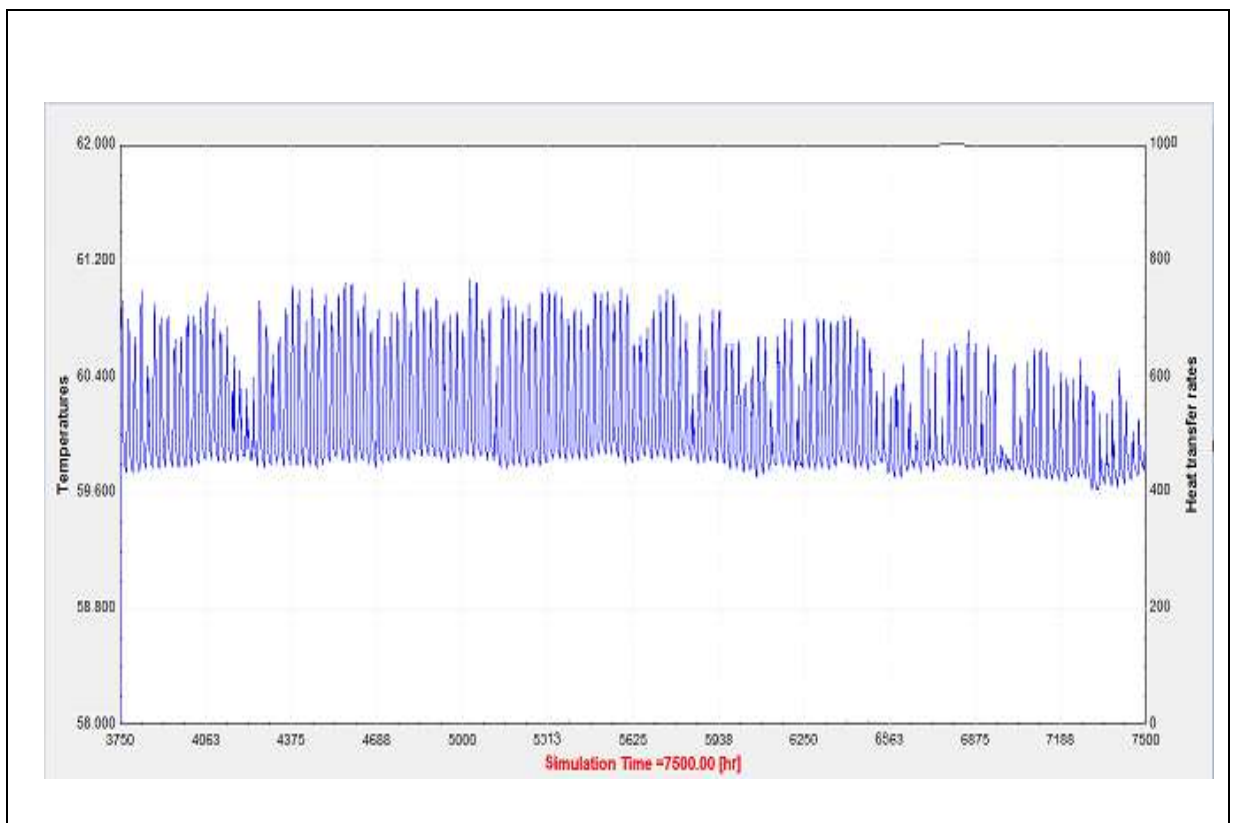


Figure 3.10: variation la température de l'eau du puits géothermique à la sortie du capteur solaire.

On remarque une augmentation de la température de l'eau du puits géothermique à la sortie du capteur solaire qui influe directement sur la température du fluide à l'entrée du bouilleur qui représente la partie motrice du cycle à absorption et finalement influe positivement sur le rendement de la machine de climatisation à absorption.

3.2.9. Variation du coefficient de performance

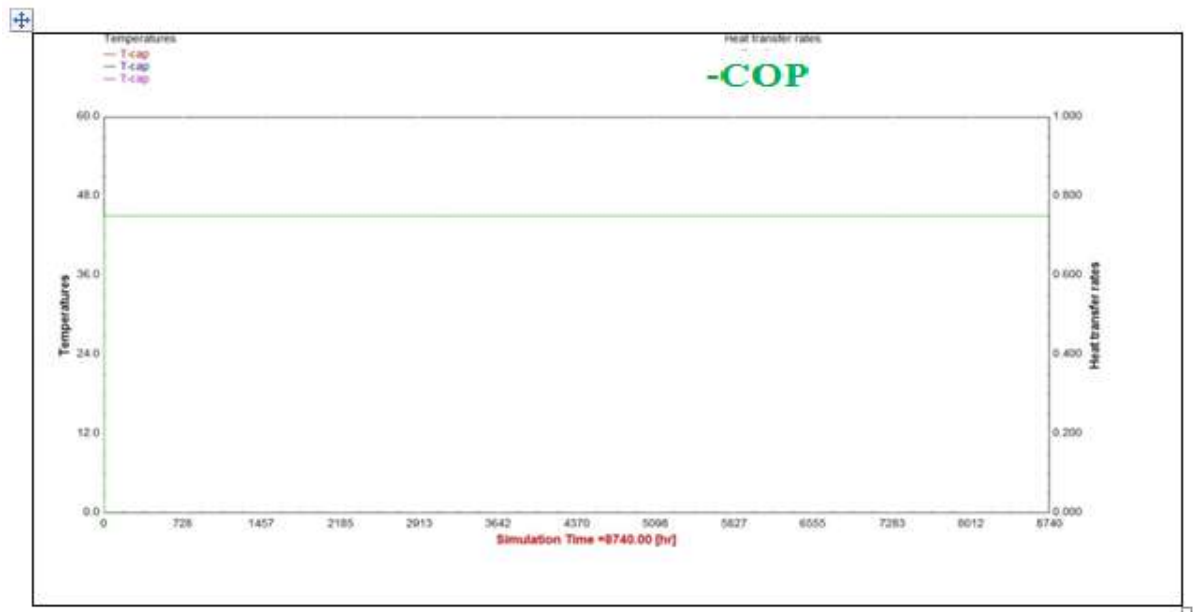


Figure 3.11: variation du cop machine à absorption.

On remarque que le coefficient de performance de la machine à absorption COP est principalement lié à la haute température du générateur, ce coefficient de performance augmente avec l'augmentation de la température du générateur alimenté par une source thermique extérieure (puits géothermique et capteur solaire).

L'utilisation du chauffage auxiliaire (géothermique et solaire) est importante pour assurer un bon confort thermique continu et stable.

3.2.10. La variation de la capacité nominale

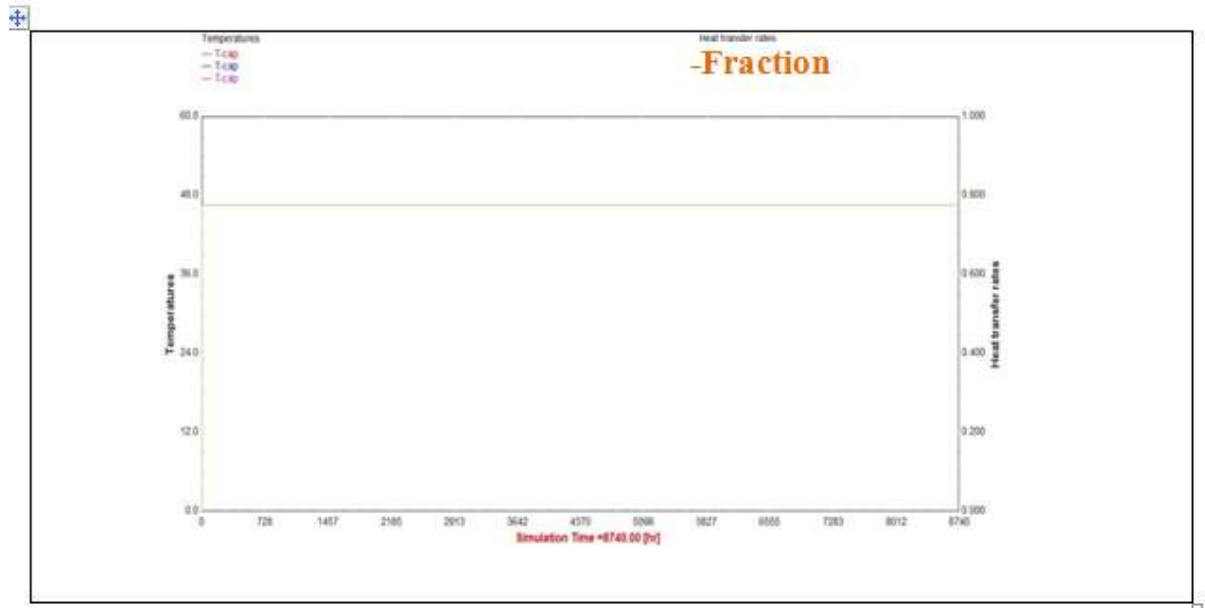


Figure 3.12: variation de la capacité nominale.

On remarque que la capacité nominale de la machine frigorifique a absorption est constante quel que soit le niveau des températures qui alimente le générateur car le type 107 est prédéterminer par fabricant ou bien le programmeur du ce type dans le logiciel de simulation dynamique TRNSYS.

Conclusion Générale

Le climat de la wilaya d'Ouargla est du type Saharien, il se caractérise par des faibles températures hivernales et des températures estivales très élevées variant entre 35 et 44°C. Cette particularité climatique provoque un besoin de climatisation intéressant et continue pendant toute la période estivale, en particulier pour le domaine des bâtiments. Ce besoin induit une forte consommation d'énergie et que la grande majorité des équipements de climatisation utilisés sont des systèmes de compression de vapeur. Pour cette raison, il existe une nécessité de trouver des alternatives pour réduire la consommation d'électricité dans le secteur du bâtiment : la climatisation géothermique par absorption est une solution alternative surtout au niveau de la ville d'Ouargla qui possède des sources d'eaux minérale chaude. Ce système de climatisation permet de faire une économie sur l'utilisation des énergies rationnelles, ça conduit à une réduction majeure des émissions des gaz à effet de serre et d'éviter les coupures de l'électricité pendant l'été.

L'objectif principal de ce projet était de proposer un nouveau système de climatisation alimenté par voie géothermique utilisant l'énergie solaire comme source d'appoint, donc des sources d'énergie 100% propre et gratuite. On choisit le cycle a absorption pour accomplir cette tâche, la simulation a été faite par l'utilisation de logiciel TRNSYS. Selon cette étude, nous trouvons que l'utilisation du système hybride (énergie géothermique + énergie solaire) est la meilleure solution par rapport au système alimenté seulement par une source géothermique surtout dans cette région chaude et qui possèdent un gisement solaire informe et des sources thermales souterraines intéressantes.

Conclusion générale

Recommandations

- faire un prototype des valider les le modèle théorique
- Exploitation les zones chaudes et les source thermale en Algérie dans le domaine de climatisation.
- Fournir et soutenir des systèmes de refroidissement solaires et géothermies dans le même contexte que les subventions d'état pour les chauffe-eau solaire et les lampe à faible consommation.
- L'utilisation ces systèmes sur les bâtiments a grandes échelle (climatisation centralisé)

Références.

- [1] Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie 2015
- [2] Peng, Y., Rysanek, A., Nagy, Z., & Schlüter, A. (2018). «Using machine learning techniques for occupancy-prediction-based cooling control in office buildings ». *Applied Energy*, 211, 1343-1358.
- [3] Zeinelabdein, R., Omer, S., & Gan, G. (2017). «Critical review of latent heat storage systems for free cooling in buildings». *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [4] إبراهيم امحمد محمد اشتيوي، د . نوري أمحمد الكشريو، د . مصطفى الطاهر العائب. «تصميم ومحاكاة ديناميكية لمنظومة تبريد امتصاصية شمسية»
- [5] Salhi, K., Korichi, M., & Ramadan, K. M. (2018). «*Thermodynamic and thermo-economic analysis of compression-absorption cascade refrigeration system using low-GWP HFO fluids powered by geothermal energy* ». *International Journal of Refrigeration*..
- [6] Asfand, F., Stiriba, Y., & Bourouis, M. (2016). «Performance evaluation of membrane-based absorbers employing H₂O/(LiBr+ LiI+ LiNO₃+ LiCl) and H₂O/(LiNO₃+ KNO₃+ NaNO₃) as working pairs in absorption cooling systems ». *Energy*, 115, 781-790
- [7] Patel, J., Pandya, B., & Mudgal, A. (2017). «*Exergy Based Analysis of LiCl-H₂O Absorption Cooling System*». *Energy Procedia*, 109, 261-269
- [8] Ismail, I. M., & Mahmoud, K. G. (1994). «Comparative study of different air-conditioning systems incorporating air washers». *International journal of refrigeration*, 17(6), 364-370.
- [9] Fong, K. F., & Lee, C. K. (2014). «Investigation on hybrid system design of renewable cooling for office building in hot and humid climate». *Energy and Buildings*, 75, 1-9.
- [10] Fong, K. F., Lee, C. K., & Zhao, T. F. (2017). «Effective design and operation strategy of renewable cooling and heating system for building application in hot-humid climate ». *Solar Energy*, 143, 1-9.

Références

- [11]Acuña, A., Lara, F., Rosales, P., Suastegui, J., Velázquez, N., &Ruelas, A.(2017).«Impact of a vertical geothermal heat exchanger on the solar fraction of a solar cooling system». *International Journal of Refrigeration*, 76, 63-72.
- [12]Brumana, G., &Franchini, G.(2016).« Solar-Powered Air Conditioning for Buildings in Hot Climates: Desiccant Evaporative Cooling vs. Absorption Chiller-based Systems». *Energy Procedia*, 101, 288-296.
- [13]Wang, Y., Wang, C., &Feng, X. (2017).«Optimal match between heat source and absorption refrigeration ». *Computers &Chemical Engineering*, 102, 268-277.
- [14]Aljubury, I. M. A., &Ridha, H. D. A. (2017).«Enhancement of evaporative cooling system in a greenhouse using geothermal energy ». *RenewableEnergy*, 111, 321-331.
- [15] Angrisani, G., Diglio, G., Sasso, M., Calise, F., &d'Accadia, M. D. (2016).«Design of a novel geothermal heating and cooling system: Energy and economic analysis». *Energy conversion and management*, 108, 144-159.
- [16]Bendaikha, W., Larbi, S., &Bouziane, M. (2011).«Feasibility study of hybrid fuel cell and geothermal heat pump used for air conditioning in Algeria ». *international journal of hydrogen energy*, 36(6), 4253-4261
- [17]Bahria, S., Amirat, M., Hamidat, A., El Ganaoui, M., &Slimani, M. E. A. (2016).«Parametric study of solar heating and cooling systems in different climates of Algeria–A comparison between conventional and high-energy-performance buildings ». *Energy*, 113, 521-535.
- [18]Ketfi, O., Merzouk, M., Merzouk, N. K., &Bourouis, M. (2017).«Feasibility study and performance evaluation of low capacity water–LiBr absorption cooling systems functioning in different Algerian climate zones ». *International Journal of Refrigeration* , 82, 36-50.
- [19]Yilmaz, C. (2017).«Thermodynamic and economic investigation of geothermal powered absorption cooling system for buildings». *Geothermics*, 70, 239-248.

Références

- [20] Yousfi, M. L., Saighi, M., Dalibard, A., Schneider, D., & Eicker, U. (2017). «Performance of a 5 kW hot water driven diffusion absorption chiller». Applied Thermal Engineering, 127, 789-799.
- [21] OLIVIER PERROT, (2010/2011) « cours de : machines frigorifiques. », Département Génie Thermique et énergie, I.U.T. de Saint-Omer Dunkerque.
- [22] BENAHMED, L., MOSTEFA, B., & Zahra, F. (2014). «Intégration d'un système de rafraîchissement solaire au bâtiment. Faisabilité technico-économique » (Doctoral dissertation). P.37
- [23] Simard, L. (2000). «La production d'eau surfondue dans un évaporateur hélicoïdal exploitant l'ébullition par film mince» (French text).P.37
- [24] Naranjo Mendoza, C. A. (2013). « Conception et simulation numérique d'un système de captation et stockage d'énergie thermique pour l'utilisation dans la climatisation d'un bâtiment en Équateur » (Master's thesis, Montréal : Ecole de Technologie Supérieure). P.9 et 13
- [25] Frédéric, N. A. J. (2015). « Modélisation et commande d'un système de cogénération utilisant des énergies renouvelables pour le bâtiment » (Doctoral dissertation, Paris Saclay).
- [26] Florides, G. A., S. A. Kalogirou, S. A. Tassou et L. C. Wrobel. (2002). « Modelling and simulation of an absorption solar cooling system for Cyprus ». Solar Energy, vol. 72, no 1, p. 43-51.
- [27] رحيق اسماعيل ابراهيم, قصي عبد الجبار جواد, كريمة عاصي محمد (2015) «دراسة تأثير تغير درجة التكاثف على ظاهرة التبلور وأداء منظومات التبريد الامتصاصية العاملة بالطاقة الشمسية» مجلة بابل / علوم الهندسة العدد (1) المجلد (23) : 2.15.
- [28] Dalhoum Ahmed, (2016) «« DÉVELOPPEMENT D'UNE NOUVELLE SOLUTION ANALYTIQUE POUR LA MODÉLISATION D'UN

Références

ÉCHANGEUR GÉOTHERMIQUE HÉLICOÏDAL À BOUCLE HORIZONTALE MONTRÉAL », UNIVERSITÉ DU QUÉBEC.P 7.

[29] : Lucie Tome. (2009).«Puits canadiens/provençaux et qualité de l'air intérieur : analyse des dégradations potentielles»,Mémoire de l'Ecole des Hautes Etude en Santé Publique,

[30] Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques (2008) « Les puits canadiens/provençaux Guide d'information »

[31] Melle ZERMOUT Ratiba (2011)« Utilisation de l'énergie géothermique de surface pour la climatisation dans le bâtiment » MEMOIRE DE MAGISTER Université Mouloud MAMMERI TIZI OUZOU.P 69. et.82

[32] H.BENFATEH,(2005). «Etude du Rafraîchissement par la Géothermie, Application à l'Habitat», thèse de Magister, université Mohamed Kheider Biskra, p 91,

[33] DAHURON, URL : http://www.dahuron.fr/geothermie_aerothermie.html , "géothermie-aérotherme ", consulté le 25/02/2013.

[34]: ANRH (Agence Nationale des Ressource Hydraulique), 26 avril 2011.

[35] Asma Chelha, Sara AnfelDris, Pr Chems Eddine Chitour (2015) « Les ressources pétrolières au service du développement durable de l'Algérie L'énergie géothermique : Potentialités et applications en Algérie » Laboratoire de Valorisation des Energies Fossiles, Ecole Nationale Polytechnique Alger.

[36] Kabouche, A. (2012). « Architecture et efficacité énergétique des panneaux solaires» MEMOIRE DE MAGISTERE .P. 62

[37] : <http://algerie.meteosun.com/meteo/previsions-ville/AG/ouargla-AGXX0029>. (05/06/2011).

[38].<https://www.climamaison.com/lexique/puissance-nominale.htm> le06/06/2018à11h5.

Résumé

En raison des changements climatiques causés par les systèmes de refroidissement traditionnels et la consommation excessive d'électricité d'origine produite par les énergies fossiles. Le développement de la climatisation respectueux de l'environnement est désormais essentiel.

L'utilisation de la chaleur géothermique dans la wilaya d'Ouargla est considérée comme la meilleure solution pour fournir un refroidissement efficace et gratuit, d'autant plus que cette wilaya est caractérisée par des sources thermiques à haute température. Cette étude a été conçue pour simuler le potentiel de refroidissement d'une maison grâce à un cycle à absorption qui travaille avec l'énergie géothermique à l'aide du programme TRNSYS. Les résultats ont montré que le coefficient de performance pour ce cycle est constant, nous avons ajouté un capteur solaire (système hybride) et nous avons obtenu un coefficient de performance de 0,64

Mots clés : géothermie, TRNSYS, climatisation par absorption.

Abstract

Due to the climate changes caused by traditional cooling systems and the excessive consumption of electricity produced by fossil energy , the development of environmentally friendly air conditioning system becomes now essential.

The use of geothermal heat in the wilaya of Ouargla is considered the best solution for providing efficient cooling, especially since this state is characterized by high-temperature of its thermal sources. As a result, the resort to alternative solutions to traditional air conditioning system, the study was conducted to simulate the possibility of cooling a house by means of a ground-based absorption cycle using the TRNSYS program. The results showed that the performance coefficient for this cycle is constant, we added solar collector plane (hybrid system) and we got the performance coefficient of 0.64.

Keywords: geothermal, refrigeration of absorption, TRNSYS,

المخلص

نظرا للتغيرات المناخية التي تسببها أجهزة التبريد التقليدية , وكذا الاستهلاك الوافر للكهرباء المنتجة من الطاقات التقليدية , فإن تطوير المكيفات الهوائية الصديقة للبيئة , أصبح أمر ضروري في الوقت الراهن.

إن استغلال الحرارة الأرضية في ولاية ورقلة , يعتبر الحل الأوفر لتوفير تبريد فعال, خاصة أن هذه الولاية تتميز بمصادر حرارية ذات درجة حرارة عالية على نطاقها الشاسع , و على اثر ذلك , فإن الالتجاء لإيجاد حلول بديلة لمكيفات الهواء التقليدية , من أجل ضمان الرفاهية الحرارية للإنسان والتقليل من استعمال الطاقات الأحفورية والتي تتوافق مع إستراتيجية التنمية المستدامة , وكانت هذه الدراسة لمحاكاة إمكانية التبريد لمنزل, عن طريق دورة امتصاص تعمل بالطاقة الحرارية (مياه الآبار الجوفية), وذلك باستعمال برنامج TRNSYS وأظهرت النتائج أن معامل الأداء لهذه الدورة يكون ثابت, قمنا بإضافة لاقط شمسي مسطح (نظام الهجين) وحصلنا على معامل أداء 0.64.

الكلمات الدالة: الحرارة الأرضية, التبريد بالامتصاص , محاكاة ترنسيس.