



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des hydrocarbures de l'énergie

Renouvelable Et des sciences de la terre et de l'univers

Département des énergies renouvelables

Mémoire

Présenté pour l'obtention d'un diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Energies Renouvelables en mécanique

Présenté par :

Radhwane OMMANI

Mohamed-Soheib DEROUICHE

Thème

**Etude d'un nouveau système de ventilation
hybride**

Devant le jury :

Dr. Djamel BELATRACHE

Président

UKM Ouargla

Dr. Abdessamia HADJADJ

Examineur

UKM Ouargla

Dr. Amar ROUAG

Encadreur

UKM Ouargla

Année universitaire 2022/2023

اهداء

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله:

وبعد قطف ثمار الجهد أهدي هذا العمل إلى من كانا دعما

لي في الحياة والدي عبد القادر درويش وبن يزة فتيحة.

ولكل إخوتي وعائلي الكريمة.

محمد صهيب درويش

اهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى
واما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية
بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضلته تعالى مهداة الى
الوالدين الكريمين

(عماني محمد وبابكر مبيريكة)

حفظهما الله وبارك لهما في عمرهما وادامهما نورا لدربي
ولكل العائلة الكريمة التي ساندتي ولا تزال من عمي وخالتي
وأخيوأخواتي.

رضوان عماني

Remerciement

Tout d'abord et avant tout, nous remercions Allah le tout-Puissant de nous avoir faits musulmans, puis de nous avoir soutenus grâce à sa grâce et à Sa puissance jusqu'à ce modeste niveau scientifique.

Ensuite, nous remercions le docteur Amar Rouag pour nous avoir confié ce travail et nous avoir accompagnés et guidés dans la préparation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier les enseignants qui ont contribué à notre travail pendant cette période, Dr. Abdessamia Hadjadj, Dr. Yousef Belloufi et Dr. Djamel Belatarache.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers les examinateurs pour leur orientation et leur évaluation de notre travail, chacun selon son nom et sa position.

Nous n'oublions pas de mentionner les responsables du laboratoire 15, Djamel Mezzar et Abdelhamid Malki, ainsi que le chef du service de maintenance et les membres de l'équipe de maintenance, qui nous ont apporté leurs aides dans l'aspect pratique de notre mémoire.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements au doyen de la faculté, Prof. Abdelmadjid Dobbi, qui nous a soutenus et encouragés dans notre travail, et nous a accordé l'autorisation de travailler pendant les congés et les périodes du soir.

Enfin, nous tenons à remercier nos collègues du projet : Affoun Maïssa, Ilham Rouai, Sabrina Limam, Abdelghani Bidari, Omar Al-Farouk Bahmane et Amin Berrkabia.

Nous exprimons également notre gratitude envers Taha-Yakoub Mehiri et Afaf Meriem, qui nous ont apporté un soutien particulier dans l'élaboration de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre reconnaissance aux enseignants de département des énergies renouvelables notamment le chef de département Dr Djamel Benmenine ainsi qu'aux étudiants de la promotion 2022/2023.

Sommaire

Sommaire

اهداء.....	I
اهداء.....	II
Remerciement.....	IV
Liste de figures.....	VI
Liste de tableaux.....	VIII
Nomenclatures.....	IX
Introduction générale :.....	1
Chapitre I : Généralité sur La cheminée Solaire et Echangeur eau-sol.....	2
1. Introduction.....	5
1.1 La cheminéeSolair:.....	5
1.2 Principaux éléments de la cheminée solaire :.....	6
1.4 Principe de fonctionnement:.....	6
1.5 Type de la cheminée dans les habitats.....	7
2Les napes albiennes in algérien.....	8
2.1 Source géothermique algérien :.....	8
Définition :.....	8
2.2 Les sources albiennes in Algérien :.....	8
2. Echangeur eau-sol.....	10
3.1 Définition de la géothermie :.....	10
3.2 La source d'énergie géothermie:.....	10
3.3 Classification de la géothermie :.....	10
3.4 Domain d'utilisation :.....	11
3.5 Pompe à chaleur géothermal :.....	11
Conclusion :.....	14
Chapitre II :Recherche bibliographique.....	14
Introduction :.....	15
1. Synthèse bibliographique.....	17
Conclusion :.....	25

Sommaire

Chapitre III Phase expérimentale et numérique	26
Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
Description.....	Erreur ! Signet non défini.
Banc d'essai expérimental.....	Erreur ! Signet non défini.
L'emblasse des capteurs :.....	Erreur ! Signet non défini.
Étude numérique.....	Erreur ! Signet non défini.
Formulation mathématique :.....	Erreur ! Signet non défini.
Bilans énergétiques pour le verre, l'air et l'absorbeur.....	Erreur ! Signet non défini.
Bilan énergétique pour la couverture de verre.....	Erreur ! Signet non défini.
Bilan énergétique de l'air.....	Erreur ! Signet non défini.
Bilan énergétique pour l'absorbeur.....	Erreur ! Signet non défini.
Calcul du débit de masse à travers la cheminée :.....	Erreur ! Signet non défini.
Méthode de solution :.....	Erreur ! Signet non défini.
Echangeur.....	Erreur ! Signet non défini.
Energie fournie par échangeur :.....	Erreur ! Signet non défini.
Nouvel équilibre énergétique pour l'absorbeur	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion :.....	Erreur ! Signet non défini.
Chapitre IV :Résultats et Discussion	42
Introduction	Erreur ! Signet non défini.

Liste de figures

Validation	
:.....	Erreur !
Signet non défini.	
Etude expérimental :	
.....	Erreur ! Signet non
défini.	
Etude paramétrique	
:.....	Erreur ! Signet non
défini.	
Conclusion	
:.....	Erreur ! Signet
non défini.	
Conclusion générale.....	57
Références bibliographiques.....	60
Annex	
:.....	Erreur !
Signet non défini.	
Résumé.....	52

Liste de figures :

Figure I. 1: Cheminée solaire.	5
Figure I. 2: Principaux éléments de la cheminée solaire.	6
Figure I. 3: Principe de fonctionnement du tour a deux faces.	7
Figure I. 4: Cheminées solaires typiques utilisées dans le bâtiment.[9].....	8
Figure I. 5: Localisation des sites d'utilisation de la géothermie algérienne.	9
Figure I. 6: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée horizontal.[22]	12
Figure I. 7: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée vertical[22]	12
Figure I. 8 : Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée Étang/lac [22]	13
Figure I. 9: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle ouvert.[22]	13

Liste de figures

Figure II. 1: Schéma d'unité de ventilation assistée par cheminée solaire de type toit incliné avec humidification de l'air d'entrée par pulvérisation d'eau[23].	16
Figure II. 2: Installation expérimentale du modèle de cheminée solaire hybride avec des dispositifs de mesure sur le site d'essai.[24]	17
Figure II. 3: Vue supérieure du bâtiment surmonté d'une cheminée solaire avec collecteur concentré.[25]	18
Figure II. 4: Expérimentation mise en place.[26]	19
Figure II. 5: Schématique de vue CS-EAHE.[27]	20
Figure II. 6 Une section croisée de (SCPP).[28]	21
Figure II. 7: Diagramme schématique de l'échangeur de chaleur terrestre-air intégré et de la cheminée solaire.[29]	22
Figure II. 8 : Diagramme schématique d'un système couplé avec EAHE et cheminée solaire. [30]	23
Figure II. 9 : Diagramme schématique de l'échangeur de chaleur terrestre-air intégré et de la cheminée solaire.[31]	24
Figure II. 10 : Installation expérimentale pour enquêter sur les performances de la cheminée. [32]	25
Figure III. 1 : schéma descriptif du (CS-EEC)	29

Liste de figures

- Figure III 2:** prototype de cheminé solaire.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III 3:** Schéma point de thermocouple.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III 4:** Diagramme schématique du transfert de chaleur dans la cheminée solaire.[31]
.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 1:** L'irradiation solaire sur la vitre de la cheminée solaire pendant le jour . **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 2:** La température ambiante mesurée pendant le jour. ..**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 3:** La vitesse d'air ambiant mesuré pendant le jour**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 4:** la température de vitre au coure de jour à la cheminé. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 5:** température de l'absorbeur au cours de jour dans la cheminé solaire.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 6:** La température de d'aire max qui traverse dans la cheminé au coure de jour à.
.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 8:** les diagrammes des températures à quatre points de mesure de flux d'air dans la cheminé solaire pour :B(WHE).**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 9:** Les diagrammes des températures à quatre points de mesure de flux d'air dans la cheminé solaire pour : C(SC).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV 10:** Le débit d'air traversant dans la cheminée solaire au cours de la cheminé solaire.....**Erreur ! Signet non défini.**

Liste de tableaux

- Tableau 1 : Caractéristique de l'eau géothermique de l'Albien dans le sud de l'Algérie.9
- Tableau 2: Les instruments de mesures.31
- Tableau 3: Validation comparative de système de la cheminée solaire CS.....43

Nomenclatures

Symbole	Désignation	Unité
H	Rayonnement solaire incident sur surface inclinée	W/m ²
θ	Angle d'inclinaison avec la surface horizontale	Dégré
ρ	Masse volumétrique de l'air	Kg/m ³
Δw	Epaisseur de l'isolant derrière l'absorbeur	m
g	Graffité	m/s ²
α_1	Absorptivité du verre(0.06)	
α_2	Absorptivité du plaque absorbant (0.95)	
γ	Constante pour l'approximation de la température moyenne(0.74)	
τ	transmissivité du verre(0.84)	
σ	Constante de Steffan-Boltzmann	W/m ² K ⁴
ε_g	Emissivité du dessus du couvercle en verre(0.90)	
ε_w	Emissivité de la surface de l'absorbeur noir(0.95)	
V_a	Vitesse du vent	m/s
S_1	Flux de chaleur de rayonnement solaire absorbé par le couvercle de verre	W/m ²
S_2	Flux de chaleur du rayonnement solaire absorbé par l'absorber inclinée	W/m ²
L_s	Hauteur de cheminée solaire	m
L_g	Hauteur du verre	m
L_w	Hauteur d'absorber	m
T_s	la température du ciel	
T_m	Température moyenne entre la paroi verre et l'air	K
T_{m1}	Température moyenne entre la paroi absorbante et l'air	K
d	Écart entre la paroi de l'absorbeur et le verre	m
L	Longueur du cheminée	m
A_o	Section transversale de la sortie vers le canal d'écoulement d'air	m ²
A_w	Surface d'absorber	m ²
A_g	Surface de verre	m ²
A_r	Surface de chambre	m ²
T_a	Température ambient	K
T_r	Température de chambre	K

T _g	Température de verre	K
T _{fi}	Température de l'air à l'entrée du canal	K
T _f	Température de fluide	K
T _w	Température de absorber	K
h _i	coefficient de convection a l'extde isolation	W/m ² K
h _c	Coefficient de transfert de chaleur par conduction pour le verre	W/m ² K
K _{ins}	Conductivité thermique de l'isolation de paroi	W/mK
C _d	Coefficient de décharge de l'entrée du canal d'air (0.57)	
h _g	Coefficient de transfert de chaleur par convection entre le verre couverture et canal d'air	W/m ² K
h _{rwg}	Coefficient de transfert de chaleur radiatif entre absorber et couver en verre	W/m ² K
h _w	coefficient de transfert thermique convectif entre paroi inclinée et canal d'air	W/m ² K
h _{rs}	Coefficient de transfert de chaleur radiatif entre absorber et canal d'air	W/m ² K
Gr	Nombre de Grashof	
Pr	Nombre de Prandtl	
Nu	Nombre de Nusselt	
U	La vitesse de l'air dans le canal d'écoulement	m/s
U _e	Le coefficient global de transfert de chaleur de l'arrière de la paroi inclinée (avec absorbeur) vers la chambre	W/m ² K
U _b	Coefficient de transfert de chaleur global entre incliné paroi et chambre	W /m ² K
U _t	Coefficient de transfert de chaleur global depuis le haut du verre couverture	W /m ² K
m	Débit massique	Kg/s
q"	Transfert de chaleur au flux d'air	W/m ²
ρ _f	Densité de l'air	Kg /m ³
C _f	Chaleur Spécifique	J/kg K
k _f	Conductivité thermique de l'air	W/mK
k _{fl}	Conductivité thermique de l'isolation	W/mK
ν _f	Viscosité de l'aire	
T _{eau}	Température de l'eau	C°
EAHE	Echangeur de chaleur terre-air	

CS Cheminé solaire
PV Système Photovoltaïque

Introduction générale

Introduction générale :

La croissance démographique mondiale entraîne une augmentation de la consommation d'énergie, ce qui conduit à une augmentation des émissions de gaz à effet de serre résultant de la combustion des combustibles fossiles, ainsi qu'à la pollution de l'environnement. Par conséquent, il est nécessaire de recourir à l'utilisation de systèmes d'énergie renouvelable respectueux de l'environnement, qui nous aident à répondre aux besoins de refroidissement, de chauffage et de ventilation des bâtiments.[1]

Parmi ces systèmes, le système de cheminée solaire est l'un des concepts actuels étudiés principalement par les scientifiques et les ingénieurs à travers la recherche et l'expérimentation. La cheminée solaire peut être utilisée pour ventiler les bâtiments en les exposant aux rayons du soleil le matin. Cependant, cela a un impact négatif sur la performance de la ventilation et le confort thermique à l'intérieur du bâtiment, car son fonctionnement est limité à la présence de rayons solaires. Cela rend l'intérêt pour son utilisation limité.[2]

Les experts et les chercheurs dans le domaine des énergies renouvelables se tournent vers l'hybridation de deux systèmes ou plus comme solution à un problème spécifique. Dans cette expérience, nous avons connecté le collecteur solaire thermique et l'échangeur de chaleur afin d'améliorer l'efficacité et les performances du collecteur solaire, tout en assurant une ventilation continue pour les bâtiments pendant la journée et la nuit.[3]

Nous avons divisé le travail en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté des informations générales sur la cheminée solaire et l'échangeur de chaleur.

Dans le deuxième chapitre, nous avons effectué une revue détaillée des recherches précédentes portant sur la cheminée solaire, l'échangeur de chaleur et les systèmes hybrides associés à la cheminée solaire.

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté en détail le prototype expérimental du système hybride et expliqué les étapes de construction, les dimensions relatives au modèle expérimental, ainsi que les composants de la cheminée solaire, de l'échangeur de chaleur et

Introduction générale

des appareils utilisés pour les mesures. De plus, nous avons présenté la démarche de dimensionnement du système hybride (cheminée solaire + échangeur d'eau chaude)

Le quatrième chapitre illustre les résultats expérimentaux et numériques du système hybride étudié. Les expériences rigoureuses permettent d'évaluer les performances du système dans des conditions réelles, tandis que les simulations numériques permettent de compléter l'analyse en explorant différentes configurations.

Chapitre I

**Généralités sur La cheminée Solaire et Echangeur
de chaleur**

1. Introduction

En raison de l'augmentation et de la volatilité des prix des carburants et de l'épuisement des combustibles fossiles, nous nous tournons vers l'utilisation et le développement des sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire. Ainsi, il est essentiel d'exploiter ces sources de manière optimale à l'avenir car elles disposent d'un stock considérable.

La consommation d'énergie augmente considérablement dans notre vie quotidienne, notamment dans le domaine de la construction où on utilise l'énergie électrique pour le chauffage et la ventilation. Cela a un impact négatif sur l'environnement en augmentant les émissions de gaz toxiques et l'effet de serre, qui augmentent continuellement avec la croissance démographique.[4]

1.1 Cheminées solaire:

Les cheminées solaires jouent un rôle important de nos jours en fournissant un refroidissement et un chauffage naturels aux bâtiments commerciaux et résidentiels, ainsi qu'une ventilation naturelle (voir figure I.1). La technologie actuelle s'efforce d'améliorer leur efficacité pour offrir un meilleur confort thermique.

Les cheminées solaires peuvent également être utilisées en combinaison avec des systèmes de ventilation naturelle pour améliorer la circulation de l'air à l'intérieur des bâtiments.[5]

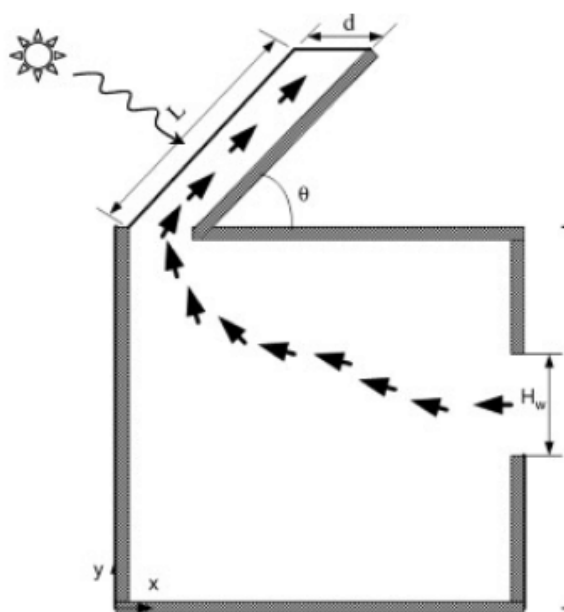


Figure I. 1:Cheminée solaire.

1.2 Principaux éléments de la cheminée solaire :

Les cheminées solaires sont composées d'une plaque de verre et d'une plaque métallique qui absorbe la chaleur du rayonnement solaire. L'air situé entre la plaque de verre et la plaque d'absorption est chauffé par le rayonnement solaire. Cela crée une différence de température qui permet d'aspirer l'air de l'intérieur de la chambre, fournissant ainsi une ventilation naturelle aux bâtiments (voir figure I.2).[6]

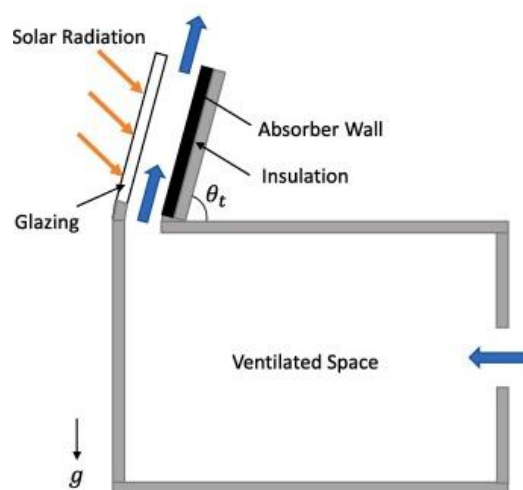


Figure I. 2:Principaux éléments de la cheminée solaire.

1.4Principe de fonctionnement:

Le rayonnement solaire qui tombe atteint la surface du verre, et une partie de ce rayonnement solaire passe sur la surface absorbante, qui à son tour émet des rayons infrarouges à l'intérieur de la cheminée. Cette énergie va créer une différence de température entre l'absorbeur et le verre, permettant à l'air chaud de sortir par l'ouverture en haut et remplacez-le par de l'air froid de l'ouverture (figure I.3).

La différence de pression est la fonction de la hauteur effective de l'effet de cheminée et de la différence de densité d'air extérieur et d'air intérieur (la densité de l'air est directement proportionnelle à la température).[7]

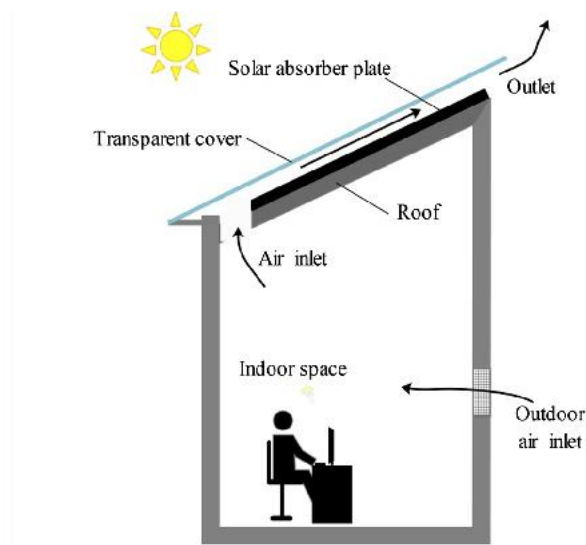


Figure I. 3:Principe de fonctionnement du tour a deux faces.

1.5Type de la cheminée dans les habitats

Les cheminées solaires sont utilisées pour le chauffage et la ventilation naturelle des bâtiments à forte consommation d'énergie, en exploitant le mouvement thermique résultant de la différence de température et de densité d'air entre l'intérieur de la pièce, les ouvertures de ventilation et la cavité de la cheminée, qui est l'élément responsable du mouvement de l'air à l'intérieur de la cheminée. Les cheminées solaires sont généralement utilisées dans les bâtiments résidentiels et industriels, [8]et il existe trois types différents(voir figure I.4):

- ❖ Cheminée solaire avec parois.
- ❖ Trombe Toits de cheminées solaires.
- ❖ Combinaisons de cheminées solaires.

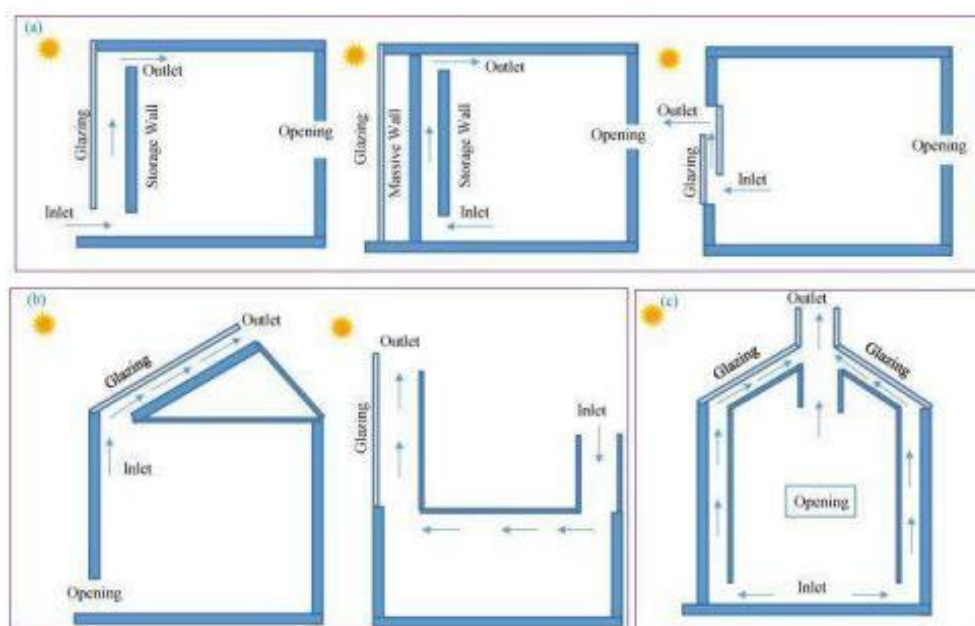


Figure I. 4:Cheminées solaires typiques utilisées dans le bâtiment.[9]

2.1 Les nappes de l'Albien en Algérie

Source géothermique algérien :

Définition :

Les eaux souterraines chaudes sont des eaux naturelles qui ont une température supérieure de 5 degrés Celsius à celle des autres zones environnantes. Elles se forment lorsque les eaux souterraines absorbent la chaleur des roches chaudes situées sous la surface terrestre. Ces eaux sont couramment utilisées à des fins thérapeutiques et de relaxation, ainsi que pour le chauffage et la production d'énergie électrique dans les centrales thermiques.[10]

Les sources albiennes in Algérien :

L'Algérie possède de nombreuses sources souterraines, dont plusieurs sources chaudes, la plus grande et célèbre étant l'Oued Righ située à l'est du Sahara algérien [11]. Les sources découvertes en Algérie sont utilisées par les habitants de la région pour l'agriculture, l'aquaculture, l'usage domestique et les centres de santé, mais cela varie en fonction de la région et des caractéristiques géologiques[10]. Parmi les régions qui ont des sources chaudes en Algérie, on peut citer Guelma, Touggourt, Biskra, Batna, ElOued, Ouargla, Ghardaïa, Oran.[11, 12][13][14](figure I.5)

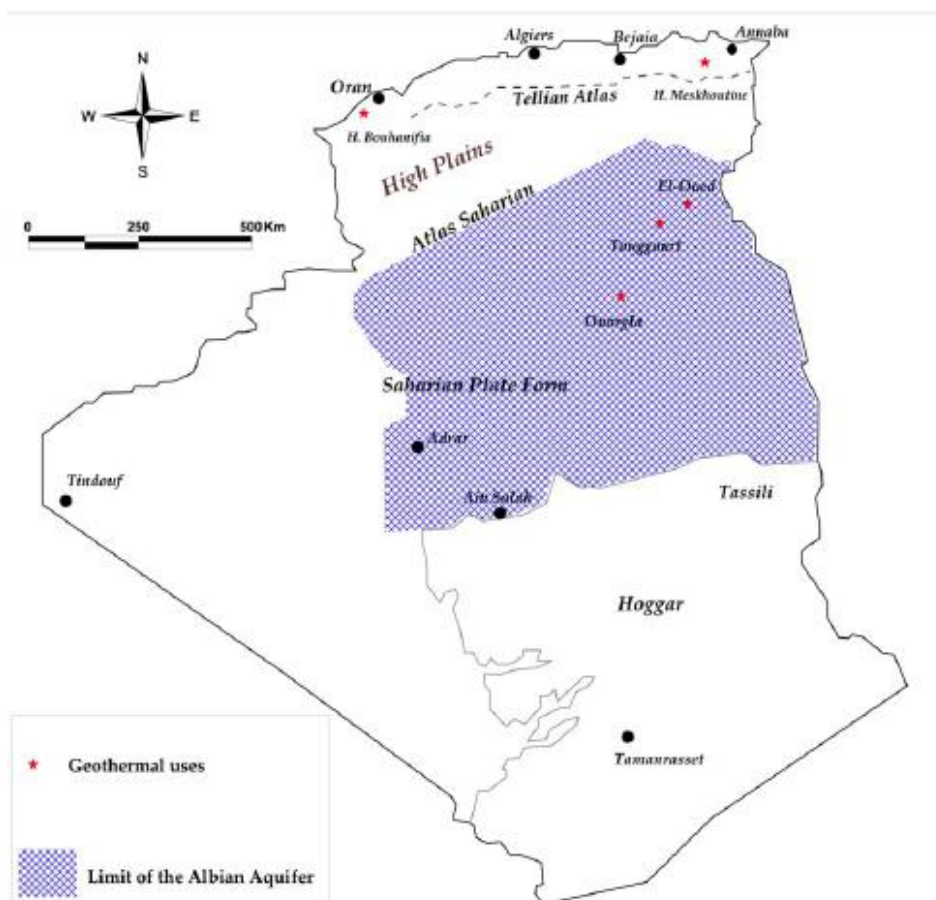


Figure I. 5: Localisation des sites d'utilisation de la géothermie algérienne.[10]

La wilaya d'Ouargla est située à la frontière géographique de la vallée du Righ, il et est réputée pour ses températures élevées, ce qui en fait une région célèbre pour ses sources chaudes. La température moyenne de l'eau laiteuse à Ouargla varie entre 70C° et 84 C° avec en débit de 120 l/s[10, 11]][12], selon le **Tableau 1**.

Tableau 1Caractéristique de l'eau géothermique de l'Albien dans le sud de l'Algérie.

Région	Température C°	Débit L/s	Profondeurs
El oued	70	197	2000
Touggourt	98	150	1600
Ouargla	70-84	120	1000
Ghardaïa	45-60	166	500
El-Goléa	42-50	22	200

Le ministère des Ressources en Eau exploite cette ressource naturelle en l'utilisant dans certaines industries et en l'approvisionnant dans certaines zones résidentielles. Il considère

également cette ressource en eau comme importante[12][14]. Cette énergie d'eau chaudes peut être exploitée à l'aide des échangeurs géothermiques.

2. Echangeur géothermique

2.2 Définition de la géothermie:

La géothermie est l'énergie thermique contenue dans la Terre qui a généré des phénomènes géologiques à l'échelle planétaire. Aujourd'hui, le terme est utilisé pour désigner la chaleur de la Terre qui pourrait être récupérée et exploitée par l'homme. Ce type d'utilisation se présente sous diverses formes et nécessite des méthodes de récupération différentes en fonction de la situation spécifique.[15][16]

2.3 La source d'énergie géothermie:

L'énergie géothermique se forme sous forme d'énergie motrice à l'intérieur des couches de la terre stockée sous forme de vapeur, d'eau surchauffée ou de roches chaudes. On peut exploiter cette ressource motrice lorsque le réservoir géothermique est à une température constante distribuée par un réseau thermique. La première source de cette énergie est le noyau de la terre[15][17][16]

2.4 Classification de la géothermie:

- Géothermique à haut énergie:

On le trouve à une profondeur de plus de 1500 m dans un tracteur qui augmente entre 80 et 300°C utilisé pour produire de l'électricité à l'aide de turbines à vapeur[18]

Il existe 3 cycles de production d'électricité:

- Cycle direct de condensation
- Cycle indirect de condensation
- Cycle direct à contre-pression
- Cycle à vaporisation
- Cycle à fluide binaire-cycle de Rankine(ORC)[17].

- Géothermique à moyenne énergie :

L'énergie géothermique moyenne se trouve généralement dans les couches sédimentaires à une profondeur comprise entre 2000 et 4000 °C La température est comprise entre 90 et 150 °C et est généralement utilisée pour le chauffage [18][17]

- Géothermique à basse énergie :

Il est utilisé pour le chauffage collectif des zones urbaines au moyen d'un réseau thermique, et il a certains usages dans le domaine industriel au moyen d'une pompe à chaleur, car il transfère la chaleur présente dans les eaux souterraines à une profondeur de 1500 et 2000 m, où la température varie entre 30 et 90c.[18][17]

- Géothermique à très basse énergie :

Ce type de chaleur est lié à la fois au chauffage et au refroidissement, car il est souvent utilisé pour le rafraîchissement des maisons, situées à une profondeur de plusieurs mètres de la surface de la terre à une température comprise entre 10 et 30 degrés Celsius. [18][17][19]

2.5Domained'utilisation:

- Utilisation directe de l'énergie géothermique dans le monde(Cela signifie chauffage, chauffage et ventilation).
- Utilisations de l'eau géothermique en aquaculture
- Utilisation des eaux souterraines pour traiter le miel.
- Productiond'électricité. [19]

2.6Pompe à chaleur géothermal :

Les pompes à chaleur transfèrent la chaleur du sol afin d'exploitée l'énergie thermique. Cette chaleur peut être exploitée de plusieurs manière, selon la zone géothermique.[20][21][19]

Cette énergie être conversion par fluide caloporteur ou par utilisation d'un réservoir géothermique

Il y a quatre types de GHP :

1. Système en boucle fermée horizontal: Ce type est le plus efficace et le moins couteux et convient aux nouvelles constructions.[22]

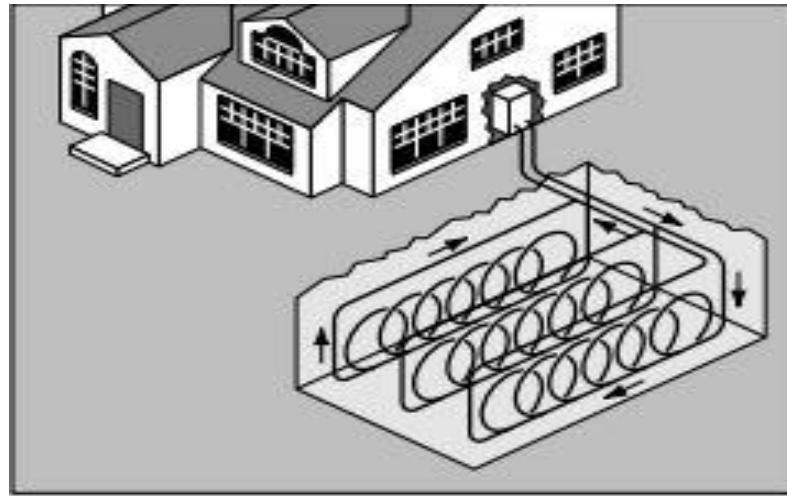


Figure I. 6: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée horizontal.[22]

2. Système en boucle fermée vertical: ce type est souvent utilisé dans les grands installations, est ceci afin de réduire le cout résultant de creusement dans un sol peu profond lors de l'utilisation du type horizontal.[22]

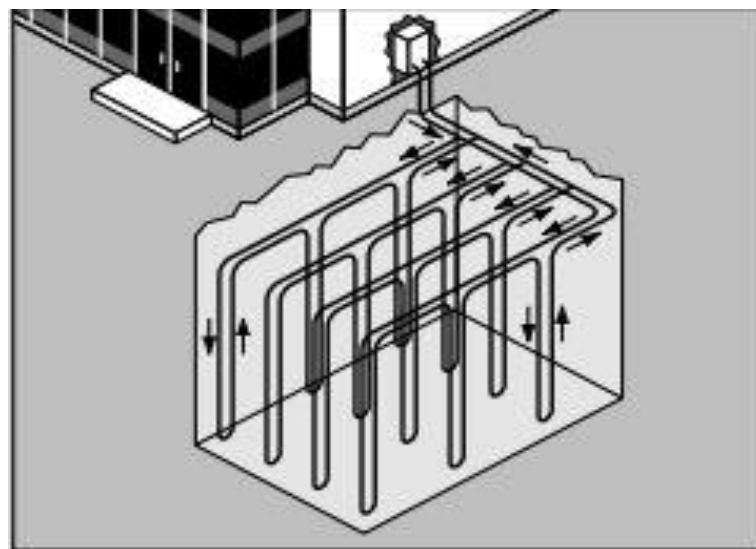


Figure I. 7: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée vertical[22]

3. Étang/lac: ce type qui utilise lorsqu'une masse d'eau suffisante est disponible, car il est nécessaire que la profondeur de la réservoir soit supérieure à sept pied.il est le modèle plus économique.[22]

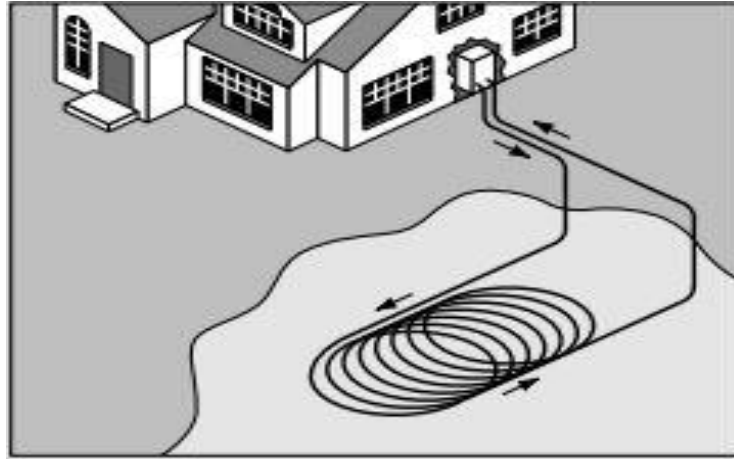


Figure I. 8 : Pompe à chaleur géothermale Système en boucle fermée Étang/lac[22]

4. Système en boucle ouvert : cette option utilise directement l'eau du puits, mais il faut tenir compte de la propreté de l'eau, du courant de drainage et autres.[22]

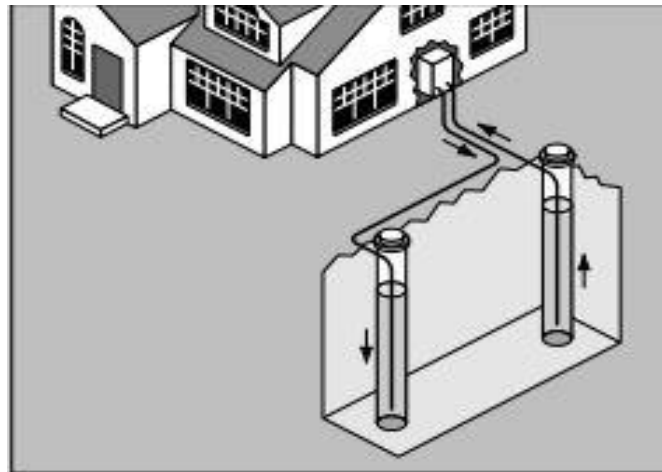


Figure I. 9: Pompe à chaleur géothermale Système en boucle ouvert.[22]

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié deux techniques parmi les énergies renouvelables. L'étude examine les différents types de cheminées solaires et leurs méthodes d'exploitation. En plus, nous nous sommes concentrés sur l'énergie géothermique, en mettant l'accent sur l'énergie extraite des couches des nappes de l'Albien dans la région de Ouargla.

Chapitre II

Recherche bibliographique

Introduction :

Selon ce qui a été mentionné dans le premier chapitre, les cheminées solaires sont utilisées pour fournir une ventilation solaire, mais elles sont connues pour leur faible efficacité. Afin de résoudre ce problème, nous avons abordé dans ce chapitre une revue des travaux antérieurs entrepris par les chercheurs pour connaître les résultats précédemment obtenus, ainsi que les types d'approches hybrides utilisées auparavant. Nous nous sommes également concentrés sur l'approche hybride qui combine la cheminée solaire et l'énergie géothermique.

Synthèse bibliographique

Un article publié en 2023 par H. Sharon en Inde, traite le potentiel des technologies de cheminée solaire dans les domaines de la ventilation des bâtiments, de la production d'énergie et de la génération d'eau potable dans différentes configurations. L'article examine en détail la configuration optimale, les avantages, les inconvénients et l'aspect économique de ces technologies. Les résultats ont démontré que les systèmes de ventilation à cheminée solaire permettent d'économiser entre 20 et 75 % de l'énergie consommée pour les activités de climatisation lorsqu'ils sont associés à un refroidisseur évaporatif et à un échangeur de chaleur air-sol. Les centrales électriques à cheminée solaire occupent de vastes espaces terrestres et ont une efficacité de seulement 1,0 %, mais cette efficacité peut atteindre 55 % dans le cadre de modes hybrides et de poly génération. Les modules solaires photovoltaïques (PV) se révèlent être des partenaires appropriés pour les technologies de cheminée solaire, car ils améliorent le facteur d'utilisation en fournissant une sortie d'énergie électrique supplémentaire. L'article suggère d'utiliser les modules PV solaires comme absorbeurs pour les systèmes de ventilation et comme auvents pour les centrales électriques à cheminée solaire. Toutefois, une gestion thermique adéquate des modules PV est essentielle pour leur bon fonctionnement au sein de ces systèmes.

L'étude a souligné également que l'énergie géothermique, la chaleur résiduelle des centrales thermiques et les gaz brûlés provenant des sites d'extraction de pétrole peuvent être utilisés dans les centrales électriques à cheminée solaire pour prolonger leur durée de fonctionnement même après le coucher du soleil, sans modifications majeures. Les systèmes d'extraction d'eau atmosphérique basés sur la cheminée solaire sont particulièrement adaptés aux régions arides et contribuent à améliorer le microclimat des sites. Les systèmes de ventilation à

Chapitre II:Recherche bibliographique

cheminée solaire sont déjà commercialement disponibles et sont devenus une composante essentielle des bâtiments verts et à bilan énergétique neutre. Cependant, il est convenu de noter que la plupart de la littérature sur la production d'énergie et la génération d'eau avec la technologie de la cheminée solaire est encore théorique, et des études pratiques supplémentaires sont nécessaires pour confirmer leur fiabilité. L'article aborde également la demande croissante de technologies d'énergie propre, les objectifs de développement durable et le rôle majeur que jouera l'énergie renouvelable dans la réalisation de ces objectifs (figure II.1). [23]

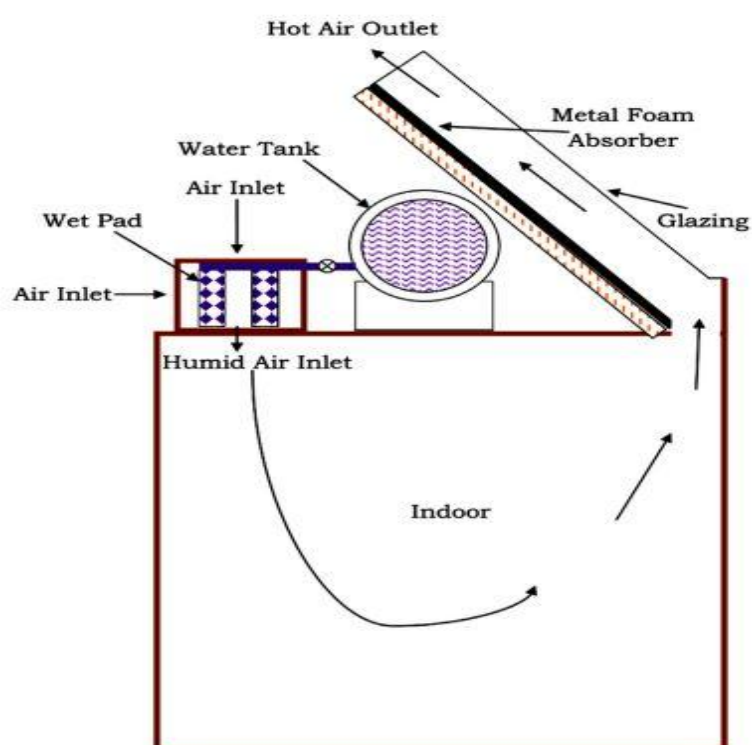


Figure II. 1: Schéma d'unité de ventilation assistée par cheminée solaire de type toit incliné avec humidification de l'air d'entrée par pulvérisation d'eau [23].

En 2022, une étude a été publiée par le chercheur W.K. Hussam et al dans le but d'étudier les travaux actuels est d'intégrer les panneaux photovoltaïques à une cheminée solaire inclinée et de procéder à une évaluation expérimentale et numérique du système hybride développé. Un prototype expérimental comprend un collecteur solaire avec un panneau photovoltaïque comme absorbeur, une cheminée et un robinet convergent a été développé. Une simulation

Chapitre II:Recherche bibliographique

numérique a prédit les caractéristiques du flux d'air et du transfert de chaleur en utilisant le logiciel fluide ANSYS pour étendre l'analyse et l'évaluation du système hybride. Les résultats ont montré que le système hybride produisait de l'énergie dans une gamme de 9% à 11% d'efficacité, ce qui est d'environ deux ordres de magnitude supérieur à l'efficacité de la cheminée solaire typique. Il a augmenté de 18% par rapport au panneau PV autonome(figure II.2).[24]



Figure II. 2: Installation expérimentale du modèle de cheminée solaire hybride avec des dispositifs de mesure sur le site d'essai.[24]

Cet article a été écrit en 2022 par le chercheur E.H. I Cisse et al. En 2022 ont étudié expérimentalement l'effet de la concentration de rayonnement solaire sur un collecteur de cheminée solaire. la cheminée a été construit sur un bâtiment en bois de 2 m²et situé à l'École Polytechnique Supérieure de Dakar. Le but de l'étudeétait d'évaluer

Chapitre II: Recherche bibliographique

l'ajout de réflecteurs (boosters) sur une cheminée solaire inclinée conventionnelle sur la ventilation naturelle dans un bâtiment. Les résultats ont montré que les trois réflecteurs ajoutés à la cheminée solaire ont augmenté le rayonnement solaire du collecteur, combiné à une absorption élevée du collecteur, augmenté la température du collecteur et provoqué une élévation de la vitesse. Par conséquent, l'ajout de réflecteurs peut améliorer les performances des cheminées pour une meilleure ventilation naturelle dans les bâtiments bioclimatiques (figure II.3). [25]

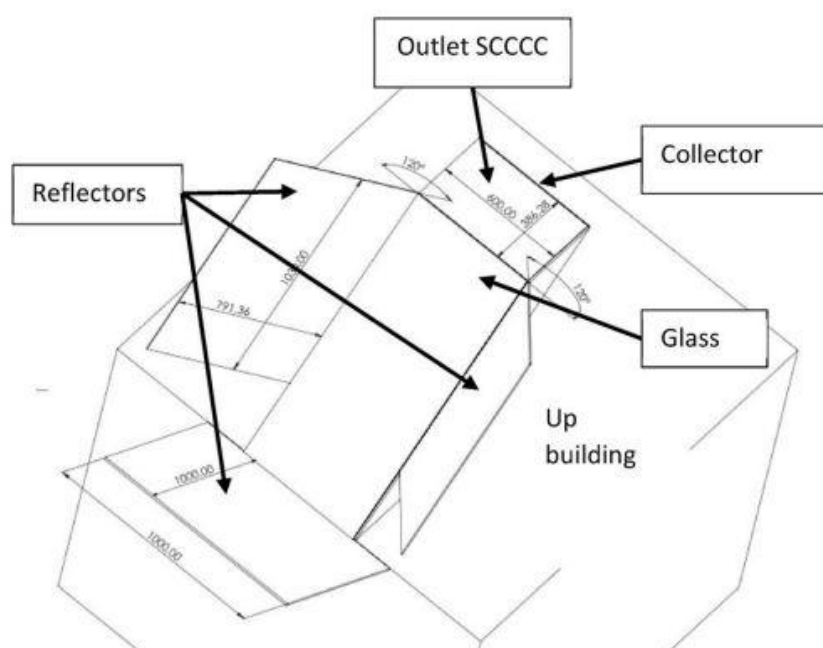


Figure II. 3: Vue supérieure du bâtiment surmonté d'une cheminée solaire avec collecteur concentré. [25]

R. Elghamry et H. Hassan ont étudié le refroidissement et la ventilation d'une pièce de bâtiment dans la ville de New Borge Alarb, en Alexandrie, en Égypte, par une nouvelle combinaison de cheminée solaire et d'un système d'échangeur de chaleur d'air géothermique. L'étude a été réalisée pour la cheminée et les PV face au sud d'un angle horizontal de 30° et 45° et pour le flux d'air naturel et forcé à l'intérieur du tube géothermique. Les résultats indiquent que les systèmes proposés prouvent leur capacité à refroidir la température ambiante jusqu'à 3,5 °C et à en changer l'air 42 fois par jour. L'air ventilé minimum se produit dans le système de tube géothermique naturel-chambre d'angle de 30°. Le ratio de

l'air total journalier ventilé par cheminée géothermique naturelle à celui de cheminée vitrée est d'environ 56,3% et 65% respectivement à 30° et 45°(figure II.4).[26]

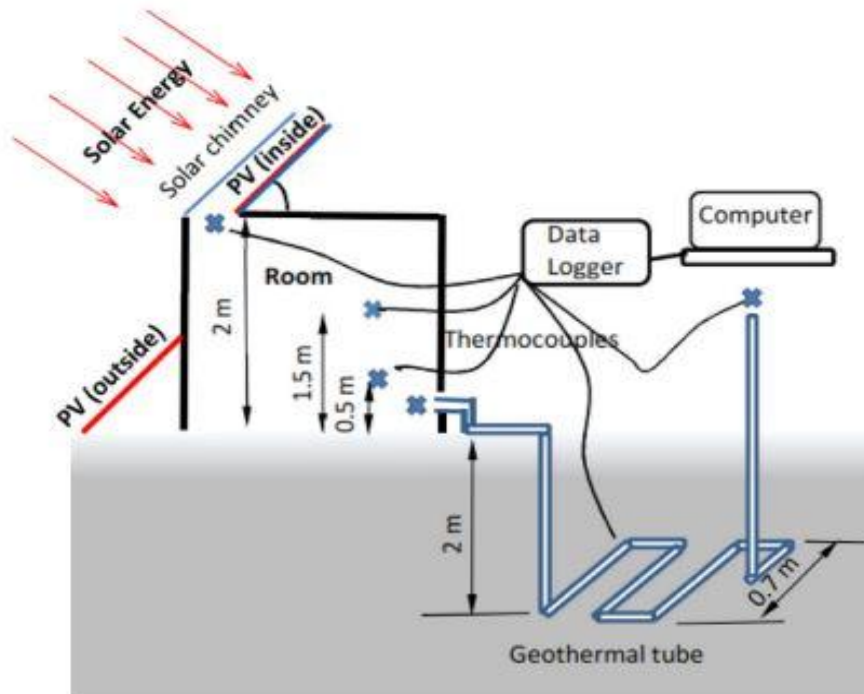


Figure II. 4: Expérimentation mise en place.[26]

En mai 2020, John Lu et d'autres chercheurs ont réalisé une étude pilote visant à évaluer la possibilité d'utiliser le système SGSHP pour assurer la ventilation et le refroidissement des bâtiments. Ce système permet une ventilation naturelle 24 heures sur 24 et offre également des solutions de chauffage et de refroidissement à grande échelle. Des chercheurs tels qu'OngHaraseCelemin ont mené des expériences dans différentes régions afin d'évaluer l'efficacité de ce système dans divers climats du monde. L'étude a été menée dans la ville de Tongling, province d'Anhui, en Chine, qui présente un climat combiné. Le 1^{er} août 2020, à midi, le rayonnement solaire atteignait une valeur de 1102 W/m², tandis que la température de l'air variait entre 26,9 et 40,1°C entre le jour et la nuit(figure II.5)[27].

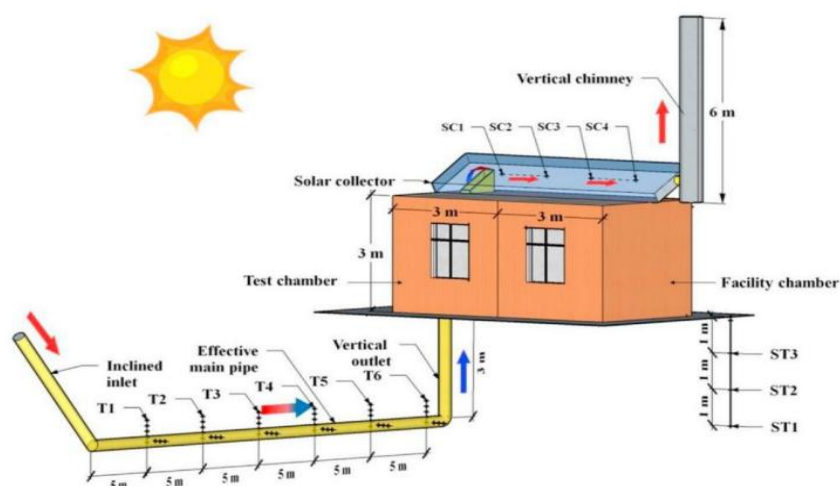
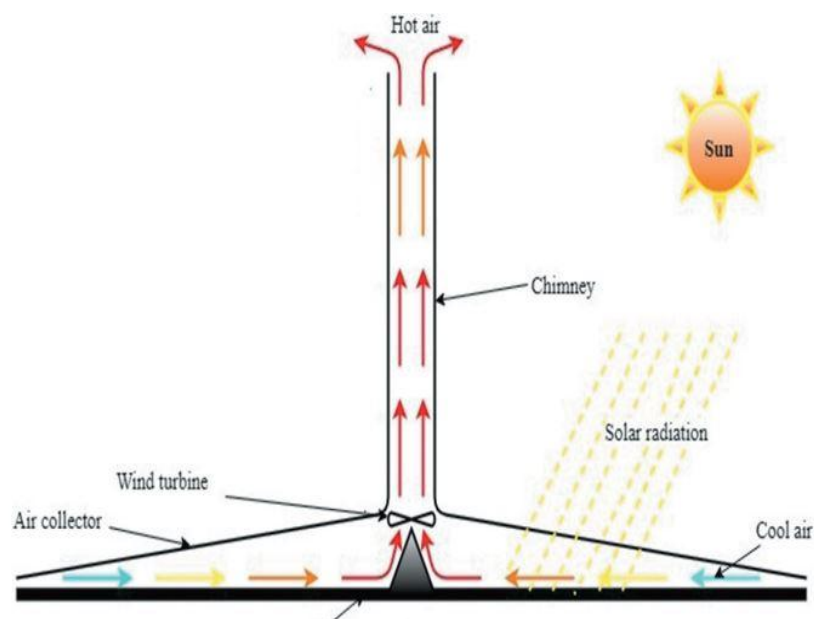


Figure II. 5: Schématique de vue CS-EAHE.[27]

O. B. E. K. Mokrani et al a publié un article en 2019 qui vise à contribuer à la continuité de l'exploitation de la centrale électrique solaire à cheminée (SCPP) « SolarChimneyPowerPlant » en intégrant l'eau géothermique comme source de chaleur supplémentaire. Un prototype de SCPP de 8 m de hauteur et 12 m de diamètre a été construit à l'Université d'Ouargla et un tuyau en spirale d'eau géothermique a été installé à l'intérieur du collecteur. Les expériences réalisées en hiver 2019 ont montré que le chauffage nocturne avec l'eau géothermique a entraîné une augmentation de la température du centre de collecte à 37,1 °C et de la vitesse de l'air à 5,1 m/s. Pendant la journée, lorsque le chauffage est uniquement par l'irradiation solaire, la température du centre du collecteur atteint 68,3°C et la vitesse de l'air atteint 5,8 m/s. L'association de l'irradiation solaire à l'eau géothermique entraîne une augmentation de la température du centre collecteur à 80°C et de la vitesse de l'air à 7,1 m/s.(figure II.6) [28].



: **Figure II. 6** Une section croisée de (SCPP).[28]

En 2019, AlaaHaleishi Muhammad a publié un article qui explore la connexion entre la cheminée solaire et l'échangeur de chaleur sol-air EAHE en tant que méthode pour éliminer les courants d'air internes indésirables des bâtiments pendant les saisons chaudes. L'auteur a utilisé le logiciel FLUENT 6.3 pour étudier l'échangeur de chaleur air-sol et prédire la température de l'air extérieur à partir du sol. L'étude a été menée à Manah Al-Basra, en se concentrant sur les problèmes rencontrés dans les régions chaudes, notamment en matière de refroidissement, où la consommation excessive d'énergie et les coûts élevés sont courants. De plus, il existe une rareté d'études qui examinent le refroidissement géothermique et l'utilisation de cheminées solaires dans ces régions.L'article met en évidence le défi de la température élevée du sol pendant les saisons chaudes, ce qui réduit l'efficacité de cette technique. Les résultats numériques obtenus à l'aide des programmes MATLAB et FLUENT 6.3, en considérant l'air comme incompressible, ont révélé les points suivants :

Il n'y a aucun avantage lorsque la longueur du tuyau dépasse 70 m, tandis que les longueurs inférieures à 10 m ne sont pas satisfaisantes.

Pour maintenir l'efficacité du système géothermique, il est nécessaire de réduire la vitesse du flux d'air lorsque le diamètre du tuyau est augmenté, et vice versa(figure II.7)[29].

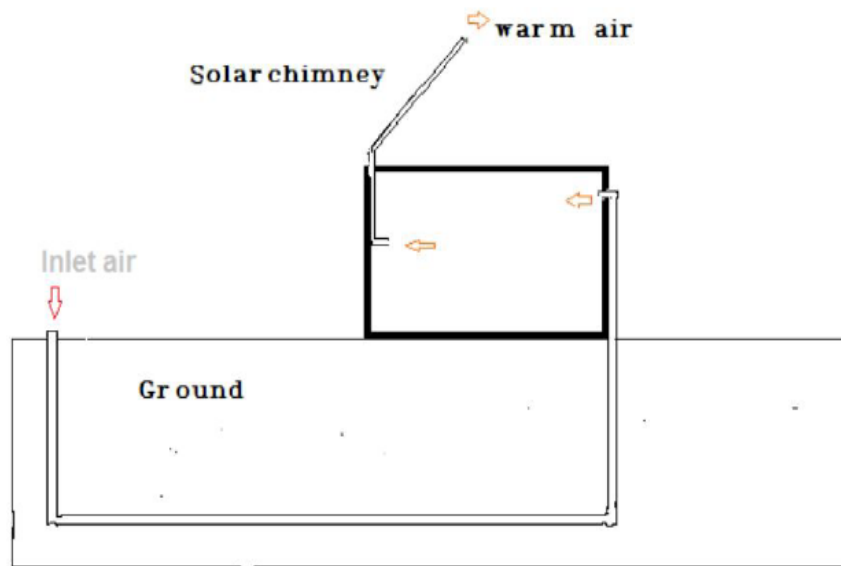


Figure II. 7: Diagramme schématique de l'échangeur de chaleur terrestre-air intégré et de la cheminée solaire.[29]

Haorong Lee Wakhunen 2013, a étudié les performances d'un système de refroidissement combiné installé avec un échangeur de chaleur géo-solaire et une cheminée solaire aux États-Unis, où les bâtiments représentent 40 % de la consommation totale d'énergie, dont la moitié est consommée dans le domaine de confort thermique et de l'air. Cet article étudie un système de climatisation passive qui repose sur une cheminée solaire installée dans une pièce à un angle de 26° conçue pour chauffer l'air en créant une différence de pression, la cheminée était reliée à des tuyaux d'une longueur de 3,048 km pour l'air chaud La chambre était reliée à un échangeur de chaleur sol-air en acier d'une longueur de 57 m et d'un diamètre de 0,45 m enterré à une profondeur de 3 m. Les résultats de cette étude ont montré que le système a la capacité de fournir un confort thermique compris entre 21,3 et 25,1 degrés Celsius, ainsi qu'une bonne ventilation jusqu'à 0,28 m³ / s. Ce système expérimental a compensé la consommation d'énergie de 2582 W (figure II.8).[30]

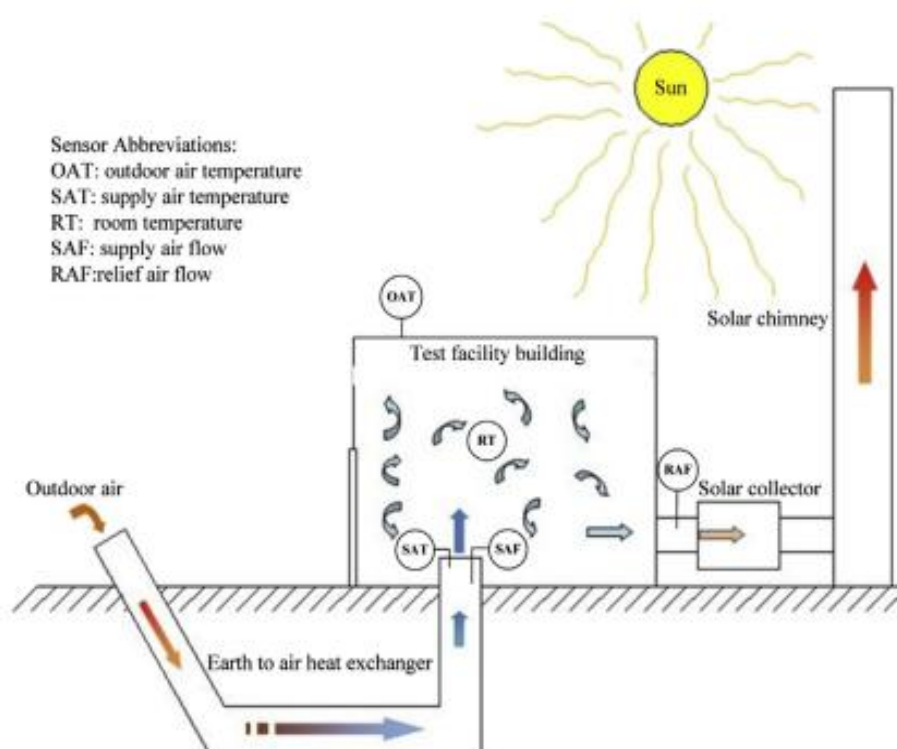


Figure II. 8 : Diagramme schématique d'un système couplé avec EAHE et cheminée solaire.[30]

Un article a été publié en 2010 par le chercheur Maerfat dans le but d'étudier le système de refroidissement passif pour les bâtiments utilisant un échangeur de chaleur sol-air intégré et une cheminée solaire en Inde, qui a découvert grâce à son étude que ce système fournit une ventilation naturelle et assure également un bon confort thermique à l'intérieur des bâtiments durant les saisons de l'année à condition que la température extérieure soit comprise entre 0 et 40 degrés Celsius. Dans son travail, Maerfat s'est appuyé sur les résultats et les modèles étudiés par Mathur, Ong, Al-Ajmi et d'autres, où il a mentionné qu'il avait utilisé les mêmes caractéristiques et la même forme qu'Ong avait adoptées pour la cheminée solaire. Il a également pris les mots de Krarti et Kreider selon lesquels les facteurs affectant l'échangeur de chaleur au sol sont la hauteur, l'humidité, la température de l'air ambiant, la température de surface du sol, la température du sol à la profondeur d'enfouissement et le débit massique d'air. Une étude expérimentale et une autre étude numérique du système SC-EAHE ont été menées pour connaître l'effet de diverses caractéristiques et facteurs naturels sur une pièce de 50 m³ avec une demande énergétique comprise entre 116 et 1500 watts. L'entrée de la cheminée solaire a été abaissée de 0,7 du toit et placée à un angle de captage de 50 degrés

Chapitre II:Recherche bibliographique

vers le sud avec des dimensions de 4x1x0,3 m et une entrée de 0,4 m. Pose d'un tube en PVC sous la surface de la terre qui disperse et transfère la chaleur, d'une longueur de 25 m, d'une épaisseur de 0,01 m et d'un pot interne de 0,5 m sous la surface, d'une profondeur de 3 m(figure II.9).[31]

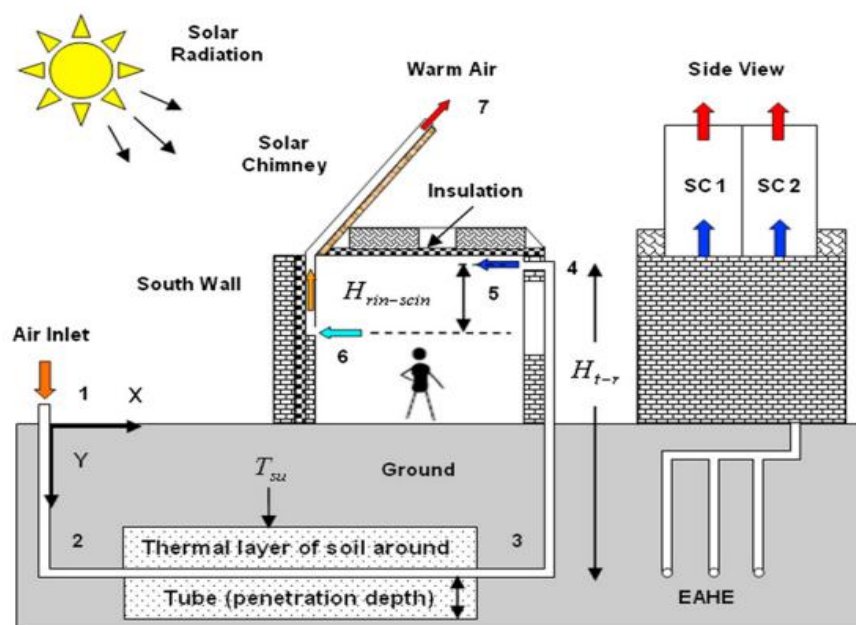


Figure II. 9: Diagramme schématique de l'échangeur de chaleur terre-air intégré et de la cheminée solaire.[31]

En 2006, le chercheur J. Mathur et ses collègues ont rédigé un article visant à étudier l'impact de la pente de l'absorbeur sur le débit d'air dans un système de ventilation induite solaire utilisant une cheminée solaire de toit en Inde. L'étude a révélé qu'une pente de l'absorbeur spécifique permettait d'obtenir un taux de ventilation environ 10 % plus élevé par rapport à d'autres pentes telles que 60 et 30 degrés.

Les résultats de cette recherche suggèrent que l'utilisation d'une cheminée solaire de toit de cette taille peut être une solution efficace pour améliorer la ventilation naturelle dans les structures résidentielles. Les conclusions théoriques ont été confirmées par des expériences qui ont démontré un bon accord avec les prédictions théoriques. Ces résultats sont importants car ils mettent en évidence la possibilité d'utiliser des cheminées solaires de toit pour améliorer la ventilation et le confort thermique dans les bâtiments résidentiels en Inde, en exploitant l'énergie solaire de manière passive. Cela offre une alternative écologique et

Chapitre II:Recherche bibliographique

économique pour favoriser la circulation de l'air frais à l'intérieur des habitations(figure II.10).[32]

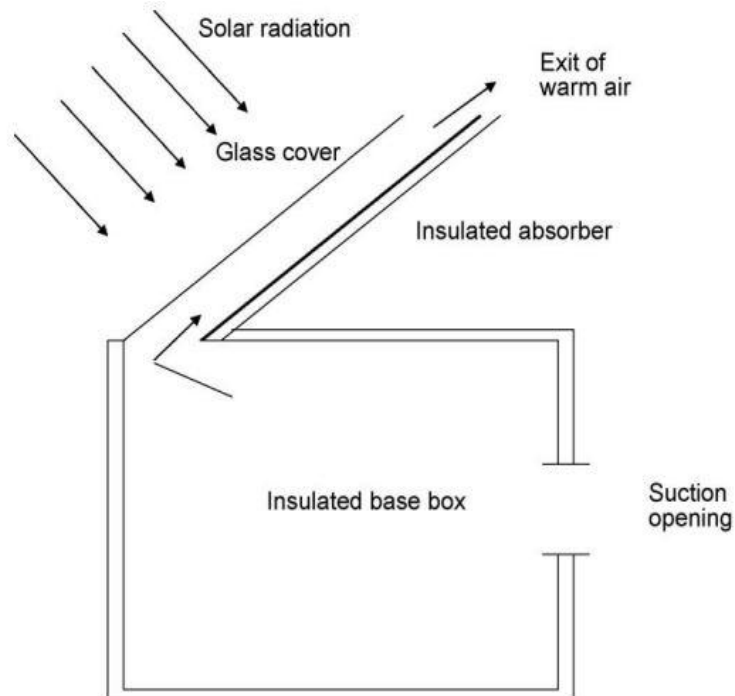


Figure II. 10: Installation expérimentale pour enquêter sur les performances de la cheminée.[32]

Conclusion :

Dans ce chapitre, une présentation a été faite sur la capacité opérationnelle de la cheminée solaire, ainsi que sur les différentes méthodes d'exploitation. Certaines études ont abordé la problématique de l'inefficacité et de la faible rentabilité de la cheminée solaire. Les recherches antérieures ont montré que le système de la cheminée solaire est directement lié aux conditions climatiques.

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'objectif de cette étude est de déterminer l'efficacité du système proposé en évaluant les résultats expérimentaux et numériques obtenus dans ce travail.

Tout d'abord, nous avons présenté une explication générale des systèmes de ventilation passive utilisant la cheminée solaire, puis les échangeurs de chaleur géothermique. Nous avons ensuite examiné les études menées par les chercheurs, où nous avons constaté leur intérêt pour le système, qui fournit un confort thermique ainsi qu'une ventilation naturelle pour les bâtiments. Nous avons également vu des études d'amélioration du système CS.

Deuxièmement, nous avons réalisé un prototype expérimental du système afin d'étudier son efficacité, en mesurant la vitesse de l'air sortant de la cheminée solaire pour déterminer le débit.

Nous avons également développé un modèle numérique pour obtenir des résultats approximatifs pour différentes zones géographiques et évaluer l'efficacité du système dans chacune d'elles.

Enfin, nous avons présenté et analysé les résultats expérimentaux et numériques obtenus dans ce mémoire, ainsi que la crédibilité du travail numérique. Les principales conclusions sont les suivantes :

- Le système CS ne peut pas fonctionner en l'absence de rayons solaires et est affecté par les fluctuations climatiques.
- La meilleure inclinaison pour le conduit solaire dans la région de Ouargla est de 60°.

Références bibliographiques

References

Références bibliographiques :

1. Lebbihiat, N., et al., *Thermal performance analysis of helical ground-air heat exchanger under hot climate: In situ measurement and numerical simulation*. Energy, 2022. **254**.
2. Yasser, Z. and M.H. Eddine, *Étude numérique et expérimentale de la ventilation naturelle par cheminée solaire*, in Département de Génie mécanique. 2022, Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj.
3. Kheireddine, M.-A., et al., *Etude de l'effet de la température humide sur l'efficacité des tours de refroidissement hybrides*. 2017.
4. Abdallah, L.A.e.B., *Etude Numérique d'une Cheminée Solaire à MCP Intégré Destinée à la Ventilation d'un Séchoir Solaire*. 2017, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.
5. Youcef, G.A.e.B., *Étude Expérimentale Et Simulation Numérique De La Ventilation Naturelle Dans Un Bâtiment Associé A Une Cheminée Solaire Et Une Tour A Vent Dans Un Climat Semi-Aride*. 2022, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.
6. AKCHICHE, Z., et al., *ETUDE NUMERIQUE DE L'EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LA VENTILATION NATURELLE D'UNE PIECE MUNIE D'UNE CHEMINEE SOLAIRE*. 2013, UNIVERCITE KASDI MERBAH OUARGLA.
7. Dounya, H., *Étude de l'influence de la cheminée solaire sur la consommation énergétique des bâtiments sous différents climats en Algérie*. 2021, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.
8. Cao, Y., et al., *Single solar chimney technology as a natural free ventilator; energy-environmental case study for Hong Kong*. Case Studies in Thermal Engineering, 2021. **26**.
9. Shi, L., et al., *Determining the influencing factors on the performance of solar chimney in buildings*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2018.
10. Saibi, H., *Geothermal resources in Algeria*. 2015.
11. BOUSELSAL, B., *Qualité des eaux de l'aquifère du continental intercalaire (CI) d'Oued Righ*. 2021.
12. اقتصاديات الموارد المائية في الجزائر: دراسة تحليلية للموارد المائية (الإمكانيات و التحديات). دفاتر يودكس, ., خيرة, م 06 .2016.
13. Redouane, M., et al., *Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement Water chemistry, Geothermometry of the northern Algerian Sahara in geothermal system, case study Ghardaia, Algeria*. 2019.
14. Saibi, H., *Geothermal resources in Algeria*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009. **13**(9): p. 2544-2552.
15. Manzella, A., A. Pellizzone, and A. Allansdottir, *Geothermal Energy and Society*. 2019.
16. Glassley, W.E., *Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment*. 2010.
17. Watchel, A., *Geothermal Energy 2010: Energy Today*.
18. HATTAB, A., *Etude numérique d'un échangeur de chaleur géothermique eau/sol pour le refroidissement des eaux de l'Albien*. 2022, Université Mohamed Khider de Biskra. p. 71.
19. Borge-Diez, D. and E. Rosales-Asensio, *Geothermal Heat Pump Systems*. 2023: Springer Nature.
20. Egg, J., *Geothermal HVAC : green heating and cooling*. 2011: Brian C Howard
21. Gil, G., et al., *Shallow Geothermal Energy*. 2022: Springer.
22. Silver Spring, M., *Geothermal heat pumps*. 1998: Energy Efficiency and Renewable Energy.
23. Sharon, H., *A detailed review on sole and hybrid solar chimney based sustainable ventilation, power generation, and potable water production systems*. Energy Nexus, 2023: p. 28.

References

24. Hussam, W.K., et al., *Experimental and numerical investigation on a hybrid solar chimney-photovoltaic system for power generation in Kuwait*. Energy Conversion and Management: X, 2022. **15**.
25. I Cisse, E.H., et al., *Experimental investigation of solar chimney with concentrated collector (SCCC)*. Case Studies in Thermal Engineering, 2022. **35**.
26. Elghamry, R. and H. Hassan, *An experimental work on the impact of new combinations of solar chimney, photovoltaic and geothermal air tube on building cooling and ventilation*. Solar Energy, 2020. **205**: p. 142-153.
27. Li, Y., et al., *An experimental investigation on the passive ventilation and cooling performance of an integrated solar chimney and earth-air heat exchanger*. Renewable Energy, 2021. **175**: p. 486-500.
28. Mokrani, O.B.E.K., et al., *Experimental investigations of hybrid: geothermal water/solar chimney power plant*. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 2020: p. 1-18.
29. Alaa Hlaichi Mohammed, H.A.-z., Vitaly Sergeev, Ekaterina Socolova, Sergei Skulkin, Liliya Mukhametova, *PASSIVE COOLING BY INTEGRATE SOLAR CHIMNEY WITH EARTH TO AIR HEAT EXCHANGER*. Mechanical Engineering and Technology (IJMET), 2019. **10**(2): p. 16.
30. Li, H., et al., *Performance of a coupled cooling system with earth-to-air heat exchanger and solar chimney*. Renewable Energy, 2014. **62**: p. 468-477.
31. Maerefat, M. and A.P. Haghighi, *Passive cooling of buildings by using integrated earth to air heat exchanger and solar chimney*. Renewable Energy, 2010. **35**(10): p. 2316-2324.
32. Mathur, J., S. Mathur, and Anupma, *Summer-performance of inclined roof solar chimney for natural ventilation*. Energy and Buildings, 2006. **38**(10): p. 1156-1163.

Résume

Résume

L'objectif principal de cette étude est d'assurer une ventilation naturelle. Une expérience a été réalisée au département des énergies renouvelables de l'Université de Ouargla pour étudier le système, et un modèle numérique a été développé en utilisant le programme MATLAB pour comparer la simulation numérique et l'expérience. L'efficacité du système a été étudiée pendant la journée et la nuit, puis comparée à celle du SC pour déterminer le taux d'amélioration et la couverture fournis par les deux systèmes. Les résultats de l'expérience ont montré que le système de ventilation naturelle CS est capable de fournir une ventilation d'une valeur de 0,0792 kg/s, dans des conditions climatiques défavorables, le système est capable de fournir une ventilation supérieure de 2% par rapport à CS. En outre, le système WHE a été en mesure de couvrir 31% de la ventilation fournie par CS pendant la journée.

Abstract

The main objective of this study is to achieve natural ventilation using a solar chimney. An experimental work was carried out at the Renewable Energies Department of the University of Ouargla to study the system, and a digital model was developed using MATLAB program to compare the numerical simulation and the experiment. The efficiency of the system was studied during the day and night, and then compared to that of the SC to determine the improvement rate and coverage provided by the two systems. The experimental results showed that the CS natural ventilation system is capable of providing ventilation with a value of 0.0792 kg/s, under unfavorable climatic conditions, the system is able to provide higher ventilation by 2% compared to CS. Additionally, the system was able to cover 31% of the ventilation provided by CS during the day.

المخلص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحقيق التهوية الطبيعية باستعمال مدخنة شمسية. تم تنفيذ عمل تجريبي في جامعة ورقلة بقسم الطاقات المتجددة لدراسة النظام، كما تم تطوير نموذج رقمي باستعمال البرنامج MATLAB بهدف اجراء مقارنة بين المحاكاة الرقمية والتجربة. تمت دراسة كفاءة عمل النظام في فترتي الليل والنهار ومن ثم مقارنته مع SC لمعرفة نسبة التحسين والتغطية التي وفرها لنا النظامين. أظهرت نتائج التجربة أن نظام التهوية الطبيعية CS قادر على توفير تهوية بقيمة 0.0792 kg/s، وفي ظروف مناخية رديئة تمكن النظام من توفير تهوية أكثر بنسبة 2% مقارنة مع CS. كما تمكن النظام من تغطية 31% من التهوية التي يوفرها CS خلال النهار.