

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies.

Filière : Génie des procédés.

Spécialité : Génie chimique.

Présenté par :

MEZOUAR Ahlam

Thème :

**ÉTUDE COMPARATIVE DES PERFORMANCES
D'UNE CHEMINÉE SOLAIRE À SIMPLE ET À
DOUBLE VITRAGE**

Soutenu publiquement le : 31/05/2017

Devant le jury composé de :

Mr.BAAMEUR Lotfi	MCB	Président	UKM Ouargla.
M ^{lle} .SAIFI Nadia	MCB	Examinatrice	UKM Ouargla.
Mr.LATI Moukhtar	MAA	Examineur	UKM Ouargla.
Mr.CHENNOUF Nasreddine	MCA	Rapporteur	UKM Ouargla.

Année universitaire : 2016/2017

DÉDICACE

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à:

Mes chers parents,

Qui mon toujours soutenu dans mes études

Que dieu me les gardes.

Toute mes sœurs chacune avec leur nom,

Toute ma famille,

Touts mes enseignants chacun avec son nom,

Mes amies proche : Nedjoua et Amina.

Mes amies : Asma, Amina, Basma, Marwa, Fatima.

Touts mes collègues surtout : Ayoub, Omer El Khatab, Abdellah,

Mouhamed.

Chaque personne qui m'a aidé.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord:

Merci à Dieu pour tous ce qu'il m'a donné.

*Je tiens à remercier vivement mon encadreur monsieur **CHENNOUF Nasreddine**, maître conférences à l'université de Ouargla, qui a accepté de m'encadrer et de diriger ce travail, dans le cadre de ce mémoire, et pour ses conseils précieux.*

Je voudrais aussi remercier très chaleureusement et j'exprime toute ma gratitude aux messieurs les membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter le jugement de ce mémoire:

***Mr.BAAMEUR Lotfi**, maitre conférence à l'université de Ouargla comme président de jury.*

***M^{lle}.SAIFI Nadia**, maître conférences à l'université de Ouargla comme examinatrice.*

***Mr.LATI Moukhtar**, maître assistant à l'université de Ouargla comme examinateur*

Je remercie aussi :

Tous mes enseignants.

Tout mes encourageants.

Je remercie enfin toute personne m'ayant aidé de près ou de loin à l'achèvement de ce travail.

SOMMAIRE

DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
SOMMAIRE	
NOMENCLATURE	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
INTRODUCTION GENERALE.....	1

CHPITRE I : Généralités et Synthèse bibliographique

I.1 Introduction.....	4
I.2 Le gisement solaire.....	4
I.2.1 Le soleil.....	4
I.2.2 Le rayonnement solaire.....	5
I.2.2.1 Les type de rayonnement.....	5
I.2.2.1.1 Rayonnement direct.....	5
I.2.2.1.2 Rayonnement diffus.....	5
I.2.2.1.3 Rayonnement global.....	5
I.2.3 Gisement solaire en Algérie.....	6
I.3 Notion de l'énergie.....	6
I.3.1 Consommation mondiale de l'énergie.....	6
I.3.2 Consommation énergétique en Algérie.....	7
I.3.3 Consommation énergétique à Ouargla.....	7
I.4 Le confort thermique.....	8
I.4.1 Définition.....	8
I.4.2 facteurs ayant une incidence sur le confort thermique.....	8
I.4.2.1 pour la personne	8
I.4.2.2 pour l'environnement	8
I.4.2.2.1 les températures.....	8
I.4.2.2.2 Humidité relative	9
I.4.2.2.3 vitesse d'air.....	9
I.5 La cheminée.....	9
I.5.1 Définition.....	9

I.5.2 Types de cheminée solaire.....	10
I.5.2.1 Cheminée solaire verticale.....	10
I.5.2.2 Cheminée solaire inclinée.....	10
I.5.3 Modes opératoire d'une cheminée solaire.....	10
I.5.4 Composants d'une cheminée solaire inclinée.....	11
I.5.4.1 Les couvertures transparentes.....	12
I.5.4.2 Absorbeur.....	12
I.5.4.3 Le cadre de la cheminée avec isolation.....	13
I.5.5 Principe de fonctionnement de la cheminée solaire inclinée.....	13
I.6 Bilan thermique de la cheminée solaire inclinée.....	14
I.6.1 La récupération effective de l'énergie incidente.....	14
I.6.2 Les déperditions thermiques de cheminée.....	15
I.6.3 Puissance réel récupérée par le fluide à réchauffer.....	15
I.6.4 Puissance idéal récupérée par le fluide à réchauffer.....	15
I.7 Ventilation naturelle assistée par l'énergie solaire.....	15
I.8 conclusion.....	16

CHPITRE II : Etude expérimentale

II.1 Introduction.....	18
II.2 Présentation de la région d'expérimentation.....	18
II.2.1 Situation et limites.....	18
II.2.2 Etude climatiques.....	18
II.3 Description du dispositif expérimental.....	20
II.4 Méthodologie et protocole expérimentale.....	20
II.4.1 Méthodologie d'expérience.....	20
II.4.1.1 Préparation de la cheminée.....	21
II.4.1.2 Appareils utilisées et leurs ajustements.....	21
II.4.2 Protocole expérimentale.....	21
II.5 Conclusion.....	23

CHPITRE III : Résultats et discussions

III.1 Introduction.....	25
III.2 Cas simple vitrage (E 20cm, α 30°).....	25
III.3 Cas simple vitrage (E 20cm, α 45°).....	26
III.4 Cas simple vitrage (E 10cm, α 30°).....	27
III.5 Cas simple vitrage (E 10cm, α 45°).....	28
III.6 Cas double vitrage (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	29
III.7 Cas double vitrage (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	30
III.8 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°).....	31
III.9 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 45°).....	32
III.10 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	33
III.11 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	35
III.12 Les puissances réel récupérées par le fluide à réchauffer dans la cheminée....	36
III.12.1 Cas de l'angle d'inclinaison $a=30^\circ$	36
III.12.1.1 Epaisseur de lame d'air $E=20cm$	36
III.12.1.2 Epaisseur de lame d'air $E=10cm$	37
III.12.2 Cas de l'angle d'inclinaison $a=45^\circ$	37
III.12.2.1 Epaisseur de lame d'air $E=20cm$	37
III.12.2.2 Epaisseur de lame d'air $E=10cm$	38
III.13 La comparaison entre les cas de mesure.....	38
III.13.1 Selon l'angle d'inclinaison de la cheminée.....	38
III.13.2 Selon l'épaisseur de lame d'air de la cheminée.....	39
III.13.3 Selon le nombre de vitrage de la cheminée.....	40
III.14 conclusion.....	41
Conclusion générale.....	42
Référence bibliographique	
Annexe	

NOMENCLATURE

Symbole	Désignation	Unité
a	Angle d'inclinaison	°
Ac	Surface de la cheminée	m ²
Cp	Chaleur massique	J/Kg. K
D	Débit volumique	m ³
E	Epaisseur	Cm
F	Rayonnement diffus	W/m ²
G	Rayonnement global	W/m ²
H	Coefficient de transfert de chaleur	W/m ² . K
I	Rayonnement direct	W/m ²
g	Accélération de la pesanteur	m/s ²
L	Longueur	m
M	Débit massique	kg/s
P	Récupération effective de l'énergie	w
Qp	Déperdition thermique	w
Qu	Puissance utile	w
R	Résistance	m ² /K. W
t	Temps	h
T	Température	K
Tmp	Température moyenne de la plaque	K
Ug	Coefficient global des pertes	W/K. W

Lettres grecques	Désignation	Unité
α	Coefficient d'absorption	-
ε	Emissivité	-
τ	Coefficient de transmission	-

Indice	Désignation
--------	-------------

pr	Protection
abs, p	Absorbeur
int	intermédiaire
ext	externe
lat	latérale
i	isolant
v	vitre
e	entré
c	air de centre
s	sortie

Abréviation	
-------------	--

CSV	Cheminée à simple vitrage
CDV	Cheminée à double vitrage avec E _{v-v} = 20cm
CDV'	Cheminée à double vitrage avec E _{v-v} = 10cm

LISTE DES FIGURES

CHPITRE I : Généralités et Synthèse bibliographique

Figure I.1: Rayonnement direct, diffus et global.....	5
Figure I.2: Moyenne annuelle de l'irradiation solaire globale reçue sur un plan incliné à la latitude du lieu.....	6
Figure I.3 : Répartition de consommation énergétique mondiale selon les ressources en 2013.....	7
Figure I.4: Consommation finale par secteur d'activité en 2010.....	7
Figure I.5 : Principe de ventilation d'une construction munie d'une cheminée solaire...	9
Figure I.6: Types de cheminée solaire selon l'ouverture d'entrée, et leur position pour la ventilation naturelle.....	10
Figure I.7: Installation d'une cheminée solaire inclinée.....	10
Figure I.8: Les trois modes de fonctionnement d'une cheminée solaire.....	11
Figure I.9: Composants d'une cheminée solaire inclinée.....	11
Figure I.10: Ventilation naturelle par une cheminée solaire inclinée	13
Figure I.11 : Schéma du bilan énergétique pour le cas de double vitrage.....	14
Figure I.12 : Schéma du bilan énergétique pour le cas de simple vitrage.....	14
Figure I.13: Utilisation d'énergie solaire pour la ventilation naturelle.....	15

CHPITRE II : Etude expérimentale

Figure II.1: Le cumul annuel d'évaporation(2016).....	18
Figure II.2: Evolution de la force de vent maximale en 2016.....	19
Figure II.3 : Le cumul annuel d'insolation (2016).....	19
Figure II.4: Température moyenne maximum et minimum en (2016).....	19
Figure II.5 : La cheminée solaire inclinée.....	20
Figure II.6: Différent épaisseurs d'emplacement de vitre dans la cheminée.....	22
Figure II.7 : Angle d'inclinaison de la cheminée.....	22

CHPITRE III : Résultats et discussions

Figure III.1: Variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E 20cm, α 30°).....	25
Figure III.2: Variation des différentes températures en fonction de temps (E 20cm, α 30°).....	25

Figure III.3 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	26
Figure III.4 : variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E 20cm, α 45°).....	26
Figure III.5 : variation des différentes températures en fonction de temps(E 30cm, α 45°).....	26
Figure III.6 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	27
Figure III.7 : variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E 10cm, α 30°).....	27
Figure III.8 : variation des différentes températures en fonction de temps(E 10cm, α 30°).....	27
Figure III.9 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	28
Figure III.10 : variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps(E 10cm, α 45°).....	28
Figure III.11 : variation des différentes températures en fonction de temps(E 10cm, α 45°).....	28
Figure III.12 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	29
Figure III.13 : variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	29
Figure III.14 : variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	29
Figure III. 15 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	30
Figure III.16 : variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	30
Figure III.17 : variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	30
Figure III.18 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	31

Figure III.19: variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°).....	31
Figure III.20: variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°).....	31
Figure III.21: variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	32
Figure III.22: variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 45°).....	32
Figure III.23: variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 45°).....	32
Figure III.24: variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	33
Figure III.25: variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	34
Figure III.26: variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°).....	34
Figure III.27 : variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	34
Figure III.28: variation des températures d'entrée et de sortie et le rayonnement solaire en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	35
Figure III.29: variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°).....	35
Figure III.30: variation des débits d'entré et de sorti de cheminée en fonction de temps.....	35
Figure III.31 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($a=30^\circ$; $E=20\text{cm}$).....	36
Figure III.32 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($a=30^\circ$; $E=10\text{cm}$).....	37
Figure III.33 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($a=45^\circ$; $E=20\text{cm}$).....	37
Figure III.34 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($a=45^\circ$; $E=10\text{cm}$).....	38

LISTE DES TABLEAUX

CHPITRE I : Généralités et Synthèse bibliographique

Tableau I.1: Caractéristiques principales du soleil.....	4
Tableau I.2: Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques.....	6
Tableau I.3: Caractéristiques de la vitre.....	12
Tableau I.4: Caractéristiques des différents matériaux utilisés pour l'absorbeur...	12
Tableau I.5: Caractéristiques de quelques isolants.....	13

CHPITRE II : Etude expérimentale

Tableau II.1: Les cas de mesure.....	22
---	----

CHPITRE III : Résultats et discussions

Tableau III.1: La comparaison selon l'angle d'inclinaison.....	39
Tableau III.2: La comparaison selon l'épaisseur de lame d'air.....	40

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

L'énergie est la base de toute activité humaine. De nos jours une grande partie de la demande mondiale en énergie est assurée à partir de ressources fossiles. Cependant les réserves de combustibles fossiles sont limitées. Certains pays développés se sont orientés vers l'énergie nucléaire, alors que cette dernière n'est pas à la portée de tous les états et surtout des pays en voie de développement et présente des risques d'accidents graves.

En effet, la croissance de la demande énergétique mondiale, l'épuisement inévitable des ressources fossiles, à plus ou moins long terme, et la détérioration de l'environnement causée par ces types d'énergies, a incité au développement de nouvelles sources d'énergies renouvelables, assurant ainsi une durabilité et une protection de l'environnement qui est devenue un point très important.

L'énergie renouvelables comme leur nom l'indique, se distinguent des autres sources d'énergie en ce sens qu'elles se présentent sous forme de flux et non de stock. Fournies par le soleil, le vent, la terre et la mer, elles sont pratiquement inépuisables. Parmi les énergies renouvelables, (et qui nous intéressent dans cette mémoire) c'est l'énergie solaire. Cette énergie avec ses propriétés de non épuisement, occupe une place de premier plan dans la recherche scientifique actuelle pour les pays du sud comme l'Algérie. Avec son ensoleillement de $1,2 \text{ KW/m}^2$ en moyenne (Abbaz.D, 2013), cette source d'énergie peut, si elle est convenablement domestiquée contribuer à la satisfaction des besoins énergétiques de la population.

Les besoins énergétiques domestiques sont en générale déphasés par rapport aux périodes d'abondance de cette énergie, le stockage devient alors un élément essentiel de tout système d'énergie solaire.

Le sud Algérien (la région d'Ouargla dans notre étude), est caractérisé par un rayonnement solaire élevé surtout dans la période d'hiver ou au moins de Mars, et pour profiter de cette énergie solaire dans l'application des habitats passifs, on a fait cette étude qui est concentrée sur l'étude de système de ventilation naturel (par une cheminée solaire inclinée).

La cheminée solaire est un générateur naturel de puissance qui utilise la radiation solaire pour augmenter l'énergie interne de l'air circulant dans le système, ce qui permet de transformer le gain utile du capteur solaire en énergie cinétique d'écoulement qui peut être

transformée en énergie électrique au moyen d'une turbine appropriée. L'étude de l'influence de la forme de la cheminée solaire sur les transferts de chaleur s'avère donc très intéressante car elle permet de comprendre les mécanismes qui régissent les phénomènes naturels et d'améliorer les performances des ces systèmes solaires. (Taibi.T, 2012).

L'objectif principal de ce travail est d'étudier les performances d'un système de ventilation naturel présenté par une cheminée solaire inclinée, et de comparer les caractéristiques d'une cheminée à simple vitrage avec une cheminée à double vitrage, avec variation de lame d'air et l'angle d'inclinaison.

Le travail présenté dans ce document comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre : présente une étude et une synthèse bibliographique.
- Le deuxième chapitre : partie expérimentale, dans laquelle on va présenter le dispositif expérimental et leur fonctionnement, les appareils utilisés, la méthodologie de l'expérimentale, et les bilans thermiques sur la cheminée.
- Le troisième chapitre : est consacré à l'exposé de l'ensemble des résultats obtenus, au cours de cette expérience, et leurs interprétations.

Enfin nous avons terminé ce modeste travail par une conclusion qui englobe une interprétation générale de l'étude.

CHAPITRE I :

**GÉNÉRALITÉS ET SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE**

I.1 Introduction :

L'utilisation des énergies renouvelables croit de plus en plus que soit dans le domaine des systèmes autonomes ou des systèmes avec injection aux réseaux. Cela est dû aux avantages qu'elles présentent vis à vis la protection de l'environnement et aussi à leurs sources inépuisables.

L'Algérie est l'un des pays dont le gisement solaire est très important (dans les zones semi arides ou arides). (Saifi.N, 2015)

Ce chapitre présente les bases indispensables à la compréhension du sujet. On va aborder ainsi en premier lieu quelques notions sur la source d'énergie que présente le soleil, ventilation naturelle, confort thermique, et en plus des notions sur quelque dispositifs qui du à l'usage de cette énergie.

I.2 Le gisement solaire :

L'énergie solaire est la plus dominante de toutes les énergies renouvelables, elle est l'une des plus facilement exploitables. Comme la plus part des énergies douces, elle donne à l'usager la possibilité de subvenir sans intermédiaire à une partir de ses besoins

I.2.1 Le soleil :

Le soleil est l'origine principale de toute forme d'énergie sur terre. Ceci étant vrai autant pour les énergies conventionnelles d'origine fossile, comme les hydrocarbures qui sont la conséquence de la photosynthèse ; que pour les énergies non conventionnelles dites renouvelables.

L'astre soleil est de constitution gazeuse, de forme sphérique de 14×10^5 km de diamètre, sa masse est de l'ordre de 2×10^{30} kg. Il est constitué principalement de 80% d'hydrogène, de 19% d'hélium, le 1% restant est un mélange de plus de 100 éléments.

Tableau I.1 : Caractéristiques principales du soleil. (Benkhelifa A, 2013)

Diamètre (km)	14×10^5
Masse (kg)	2×10^{30}
Surface (km²)	6.09×10^{12}
Volume (km³)	1.41×10^{18}
Masse volumique moyenne (kg/m³)	1408
Vitesse (km/s)	217
Distance du centre de la voie lactée (km)	2.5×10^{47}

I.2.2 Le rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire est un rayonnement thermique qui se propage sous la forme d'ondes électromagnétiques. En dehors de l'atmosphère terrestre, il donne un éclairement énergétique à peu près constant et égale à 1367 w/m^2 , appelé de ce fait constante solaire. (Zeghib I, 2005)

I.2.2.1 Types de rayonnements : (BEN CHEIKCH.H, OULD SIDI Med.M et DRAOUI.Y, 2011)

Il se trouve trois types de rayonnements solaires :

I.2.2.1.1 Rayonnement direct

Le rayonnement solaire direct se définit comme étant le rayonnement provenant du seul disque solaire. Il est donc nul lorsque le soleil est occulté par les nuages.

I.2.2.1.2 Rayonnement diffus

Dans sa traversée de l'atmosphère, le rayonnement solaire est diffusé par les molécules de l'air et les particules en suspension. Le rayonnement solaire diffus n'est donc nul que la nuit.

I.2.2.1.3 Rayonnement global

C'est la somme des deux types de rayonnements direct et diffus.

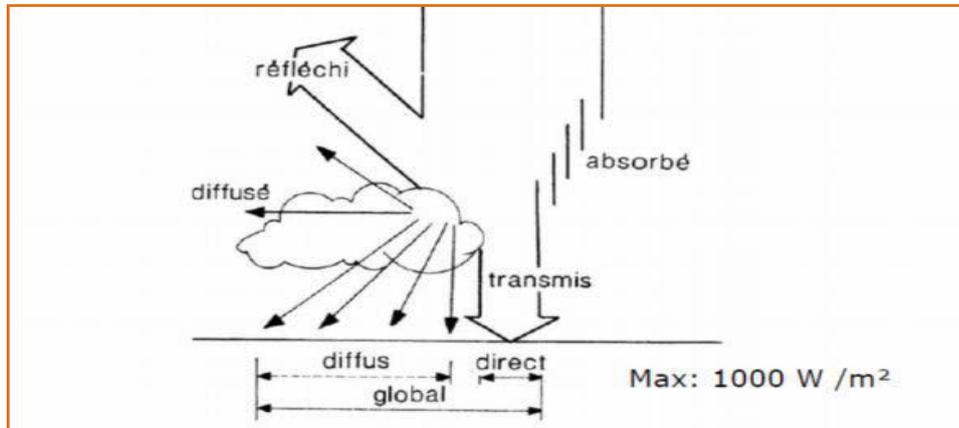


Figure I.1 : Rayonnement direct, diffus et global. (Zeghib I, 2005)

Les trois quantités, le rayonnement direct noté I, le rayonnement diffus F, et le rayonnement global G, sont reliés par la relation suivante : (Benkhelifa A, 2012)

$$G = I \cdot \sin(h) + F \quad (\text{I.1})$$

I.2.4 Gisement solaire en Algérie :

L'Algérie possédant un gisement solaire important, de part son climat, la puissance solaire maximale en tout point de notre pays est d'environ 1Kw/m^2 . L'énergie journalière maximale moyenne (ciel clair, mois de juillet) dépasse les 6Kw/m^2 et l'énergie annuelle maximale en Algérie est de l'ordre de 2500 W/m^2 . (Zghib I, 2005)

Tableau I.2 : Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques. (Benkhelifa.A, 2012)

Régions	Régions côtières	Hauts plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Durée moy d'ensoleillement (h/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue ($\text{kWh/m}^2/\text{an}$)	1700	1900	26500

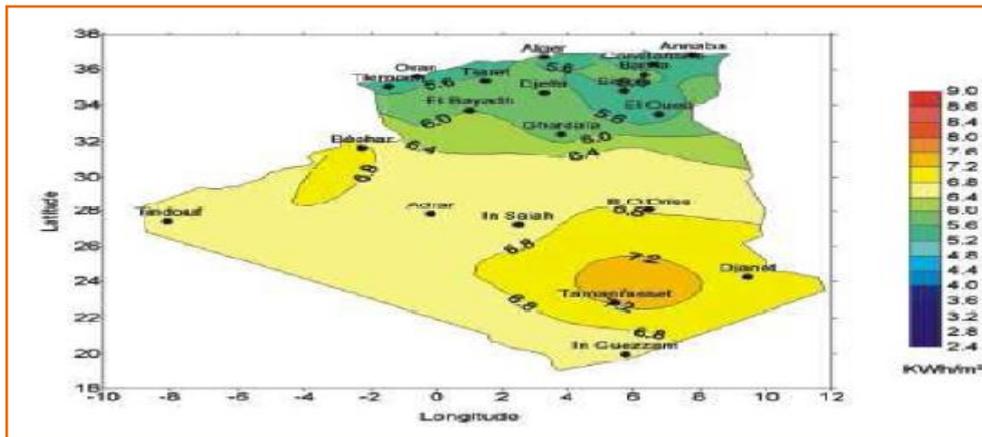


Figure I.2 : Moyenne annuelle de l'irradiation solaire globale reçue sur un plan incliné à la latitude du lieu. (Sandali.M, 2013)

I.3 La notion de l'énergie :

L'énergie est le moteur de bien des phénomènes naturels : la croissance des plantes, le vent, les courants des rivières, les vagues, la chute d'objets. Elle se présente sous de multiples formes (l'énergie thermique, l'énergie cinétique, électrique...), et l'une de ses propriétés essentielles est de pouvoir être convertie d'une forme en une autre.

I.3.1 Consommation mondiale de l'énergie :

La demande d'énergie primaire mondiale était satisfaite en 2013 à plus de 87% par les énergies fossiles. Le pétrole est la première source d'énergie, assurant 33% des besoins mondiaux, suivi par le charbon 30% et le gaz 24%. Les énergies renouvelables satisfont la

quant à elles 13 % de la demande, dont 6 % pour l'hydraulique. La part du nucléaire dans consommation d'énergie primaire s'établit à 4 %. (Ghedamsi R, 2013)

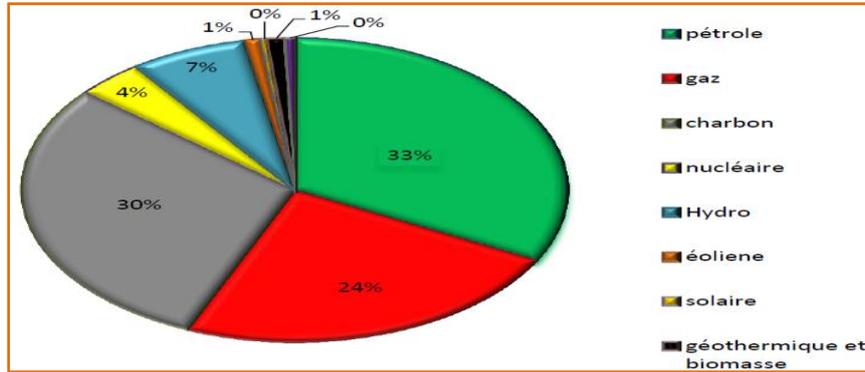


Figure I.3 : Répartition de consommation énergétique mondiale selon les ressources en 2013. (Saifi N, 2015)

I.3.2 Consommation énergétique en Algérie :

L'énergie est au cœur de nombreuses problématiques mondiales et locales en termes d'approvisionnement, d'efficacité et de pollution. Les résidentiels-tertiaires ne font pas exception à la règle puisque ce secteur est le plus gros consommateur d'énergie en Algérie avec 39% du total, suivi du secteur des transports de 36% et ensuite le secteur industriel avec 25%. (Ghedamsi R, 2013)

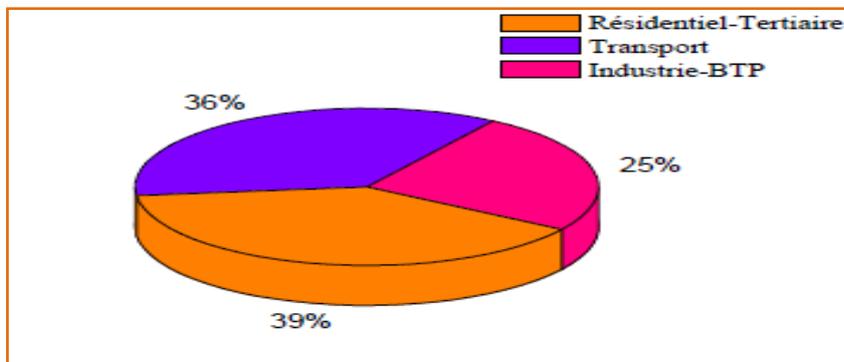


Figure I.4: Consommation finale par secteur d'activité en 2010. (Ministère de l'énergie et des mines, 2011)

I.3.3 La consommation énergétique à Ouargla :

Le potentiel énergétique à Ouargla est assuré par deux réseaux. Le premier est le réseau électrique de 2935,221 Km avec un taux moyen d'électrification de 98%. Le second réseau est celui du gaz naturel de 819,648 Km avec un taux de branchement de 74%. (Sonalgaz, 2012)

I.4 Le confort thermique :

I.4.1 Définition :

Le confort est une notion globale: chaleur et froid, lumière, bruit, paysage, eau, verdure, prestige...ect, sont autant d'éléments définissant plusieurs paramètres climatiques, esthétiques, psychologiques du confort. Le confort est également la sensation subjective qui n'existe pas en lui-même. (M'Sellem H et Alkama D, 2009)

Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. (Charbonneau J, 2004)

Pour qu'une personne se sente confortable, trois conditions doivent être réunies :

- Le corps doit maintenir une température interne stable.
- La production de sueur ne doit pas être trop abondante et la température moyenne de la peau doit être confortable.
- Aucune partie du corps ne doit être trop chaude ni trop froide (inconfort local).

I.4.2 Facteurs ayant une incidence sur le confort thermique

Les principaux facteurs qui régissent les échanges de chaleur entre une personne et son environnement et qui ont une incidence sur son confort thermique sont les suivants :

I.4.2.1 Pour la personne :

- Son activité physique (production de chaleur par le corps).
- Son habillement.

I.4.2.2 Pour l'environnement : (Akchiche Z, 2011)

I.4.2.2.1 Les températures:

Compte tenu de son importance dans l'intensité des échanges thermiques, il est naturel de s'intéresser à la température qui caractérise l'ambiance du logement, On distingue:

• **La température de l'air ambiant:** C'est la température de l'air mesurée à l'ombre, comprise généralement entre 19°C en hiver et 26°C en été. L'enveloppe de l'habitat doit être capable de maintenir la température dans cette fourchette malgré les écarts de la température extérieure. Ensuite, il faut assurer une certaine homogénéité dans l'espace.

• **La température des parois:** La température des parois influence les échanges thermiques par rayonnement. Elle est égale à la moyenne des températures des parois environnantes pondérées par leur surface.

• **La température ressentie:** C'est la combinaison air/parois. Pour une humidité donnée, en l'absence de courant d'air douillet, on estime que la température effectivement ressentie est la moyenne entre celle de l'air et celle des parois.

I.4.2.2.2 Humidité relative :

L'air contient de la vapeur d'eau. Le taux d'humidité (qui varie de 0 à 100%), mesure la quantité d'eau. Plus la température augmente, plus l'air peut contenir de la vapeur d'eau : à 15°C, l'air contient 10g de la vapeur d'eau par kg d'air, alors qu'à 20°C, cette quantité passe à 15g. Entre 30 et 70%, l'humidité relative pèse peu sur la sensation de confort thermique. Nous restons dans la zone de confort. Sous 20%, l'air est trop sec et au delà de 80%, trop humide.

I.4.2.2.3 Vitesse d'air :

Le mouvement de l'air est un paramètre très important du confort. Il affecte le corps humain de deux façons différentes. Tout d'abord il détermine l'échange de chaleur convectif du corps, et augmente l'évaporation à la surface de la peau. La vitesse de l'air influence le confort dès qu'elle est supérieure à 0.2 m/s.

I.5 La cheminée :

I.5.1 Définition :

Une cheminée solaire (appelé également cheminée provençale ou cheminée thermique) est un dispositif permettant d'améliorer la ventilation naturelle d'un bâtiment (Figure I.5), en utilisant le mouvement convectif de l'air chauffé passivement dans un conduit exposé au rayonnement solaire. Dans sa plus simple forme, la cheminée solaire est constituée d'une cheminée peinte en noir. Pendant le jour, l'énergie solaire réchauffe le conduit de cheminée et l'air contenu à l'intérieur, y créant un appel d'air. L'aspiration ainsi créée à sa base peut être utilisée pour ventiler et refroidir le bâtiment en dessous. (Khaldi S, 2013)

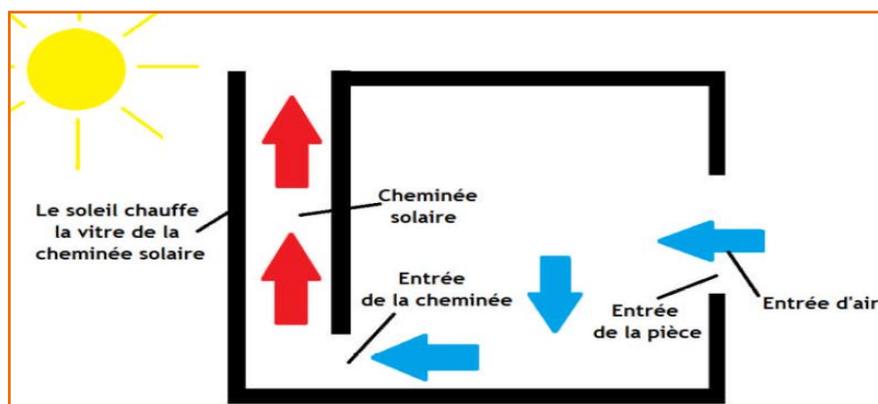


Figure I.5: Principe de ventilation d'une construction munie d'une cheminée solaire.

I.5.2 Types de cheminée solaire :

Actuellement, on peut distinguer deux types de cheminée. (Saifi N, 2015)

I.5.2.1 Cheminée solaire verticale

Ce type est le plus rencontré, où l'entrée d'air se fait par l'ouverture au fond et la sortie par l'ouverture au dessus. Par convention, trois types de cheminée sont dénotés selon l'admission (figure I.6). Le positionnement de l'ouverture d'admission représente trois manières possibles, d'intégrer La cheminée solaire dans un bâtiment pour la ventilation naturelle.

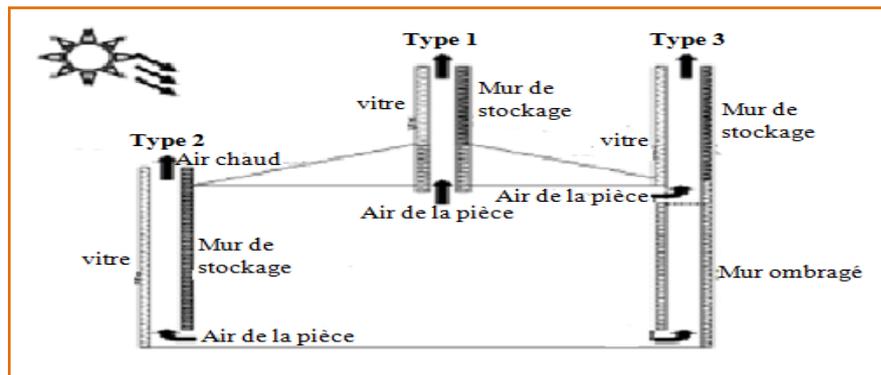


Figure I.6 : Types de cheminée solaire selon l'ouverture d'entrée, et leur position pour la ventilation naturelle.

I.5.2.2 Cheminée solaire inclinée :

Conceptuellement, les cheminées solaires inclinées sont semblables aux cheminées solaires verticales. La seule différence est qu'elles sont intégrées d'une façon inclinée à un certain angle approprié, pour capturer le maximum de rayonnement solaire possible.

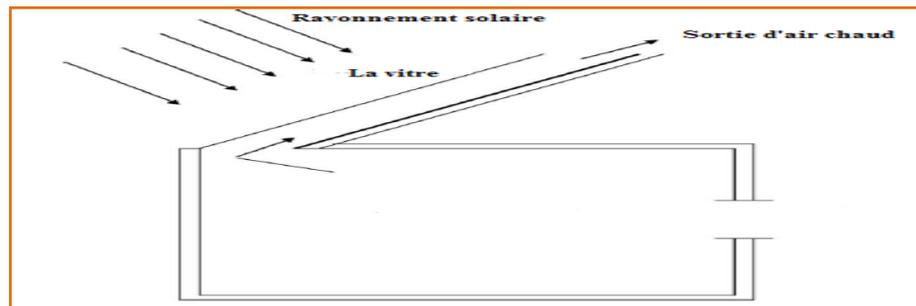


Figure I.7 : Installation d'une cheminée solaire inclinée.

I.5.3 Modes opératoire d'une cheminée solaire :

Trois modes d'opérations de la cheminée solaire, qui sont appropriés à chaque saison sont illustrés dans la figure (I.8). (Akchiche Z, 2011)

- Cas de chauffage : la cheminée solaire fonctionne en mode de chauffage passif. L'air extérieur est entré dans la cheminée, et réchauffé par l'énergie solaire absorbée. L'entrée d'air chaud dans la salle contribue à la réduction d'une charge thermique.
- Cas de refroidissement avec la température d'extérieure est inférieure à la température d'air dans la pièce : la cheminée solaire peut fonctionner dans le mode de ventilation et le refroidissement passif. La fonction est identique à celle pour le refroidissement dans des régions froides ou de climats modérés, où les conditions extérieures en été ne sont pas dures.
- Cas de refroidissement avec la température d'extérieure est supérieur à la température d'intérieure : la cheminée solaire n'est pas employée pour augmenter la ventilation parce que l'introduction d'air exterieure sans pré réfrigéré résulte une augmentation de la température à l'intérieur. Par conséquent, l'air entre dans la cheminée est s'échapper vers l'extérieur par l'ouverture supérieur. Ce mode d'opération s'appelle l'isolation thermique, a un effet de la diminution d'un gain de la chaleur dans la salle par la cheminée solaire.

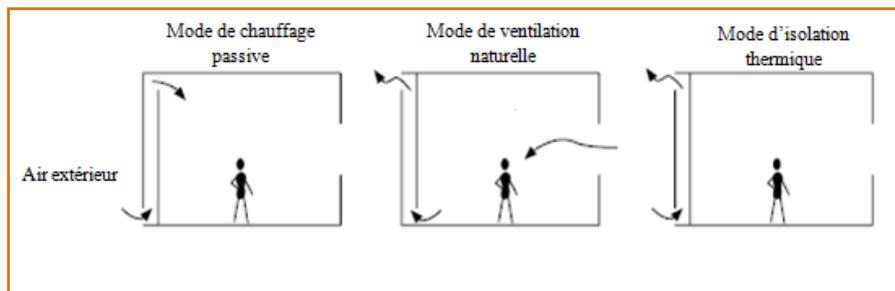


Figure I.8 : Les trois modes de fonctionnement d'une cheminée solaire.

I.5.4 Composants d'une cheminée solaire inclinée :

Cette cheminée là compose de quatre éléments principaux sont : le vitre, l'absorbeur, Le coffre ou le cadre avec l'isolation.

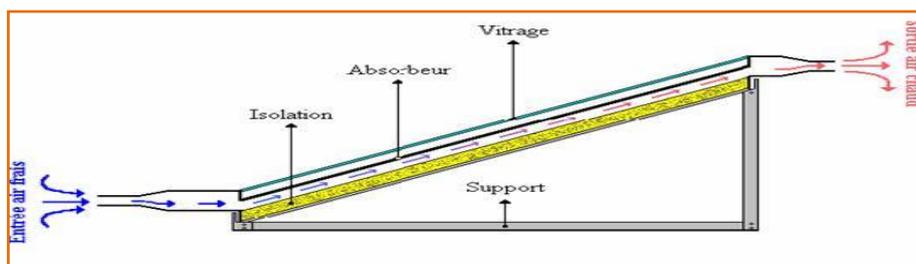


Figure I.9 : Composants d'une cheminée solaire inclinée.

I.5.4.1 Les couvertures transparentes (les vitrages) :

Les couvertures transparentes sont utilisées en raison que: elles permettent de laisser passer le maximum de rayonnement solaire et d'éviter le refroidissement de l'absorbeur, en réduisant les phénomènes de convection de l'air et en créant l'effet de serre. Le matériau le plus utilisé est le verre.

La couverture a une fonction de protection de l'absorbeur mais elle joue également un rôle important dans le bilan thermique en réduisant les pertes de chaleur.

Pour le cas d'une cheminée à double vitrage, on a utilisé deux vitres:

- la vitre intermédiaire.
- la vitre de protection (vitre extérieure)

Tableau I.3 : Caractéristiques de la vitre. (Akchiche Z, 2011)

Epaisseur	E=0,004 m
Densité	$\rho = 2515 \text{ kg /m}^3$
Chaleur massique	$C_p = 720 \text{ J/kg K}$
Conductivité thermique	$K = 1,05 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
coefficient d'absorption	$\alpha = 0,06$

I.5.4.2 L'absorbeur :

L'absorbeur est l'élément central de la cheminée solaire. Il doit absorber la plus grande partie du rayonnement solaire, et de transmettre la chaleur produite vers l'air entrant avec un minimum de perte. Généralement les absorbeurs sont réalisés avec des métaux présentant une bonne conductivité, le tableau I.4 regroupe quelques uns.

Tableau I.4 : Caractéristiques des différents matériaux utilisés pour l'absorbeur. (Saifi N, 2015)

Matière	Conductivité W/m.°C	Chaleur massique kJ/kg. °C	Masse volumique kg/m ³
Aluminium	230	0,895	2700
Cuivre	380	0,385	8930
Acier (galvanisé)	52	0,727	7900
Inox	52	0,711	7900
Matières plastiques	0,2 – 0,4	0,836 – 1,045	1000 à 1500

I.5.4.3 Le cadre de cheminée avec l'isolation :

Le cadre fabriqué couramment en aluminium, acier galvanisé, inox ou en bois, (dans notre cas on a utilisé acier galvanisé) enferme l'absorbeur et l'isolation thermique du capteur, les protégeant ainsi contre l'humidité et les détériorations mécaniques.

Généralement, l'isolation thermique de cheminée est en laine de verre ou en polystyrène expansé. L'épaisseur varie de 3 à 8cm. Il faut que les produits utilisés résistent aux températures de fonctionnement. Le choix de l'isolant se pose sur sa résistance aux températures de fonctionnement (maximum de 120°C).

Dans notre étude nous avons utilisé le polystyrène comme un isolant thermique en raison de sa conductivité thermique faible (la limite d'utilisation est 85°C).

Tableau I.5: Caractéristiques de quelques isolants. (Akchiche Z, 2011)

Désignation	Conductivité thermique (W/m. °C)	Masse volumique (kg/m ³)	T° maximale d'utilisation (°C)
Laine de verre	0,050	70	150
Polystyrène	0,035	35	85
Polyuréthane	0,027	35 - 45	110

I.5.5 Principe de fonctionnement de la cheminée solaire inclinée :

Le fonctionnement se base sur un principe simple : l'air chaud étant plus léger que l'air froid, il s'élève par convection. L'air à l'intérieur de la cheminée se chauffe grâce au rayonnement solaire. Le capteur comporte deux ouvertures de manière à permettre l'évacuation d'air chaud qui s'élève de la chambre pour créer un renouvellement d'air dans la chambre.

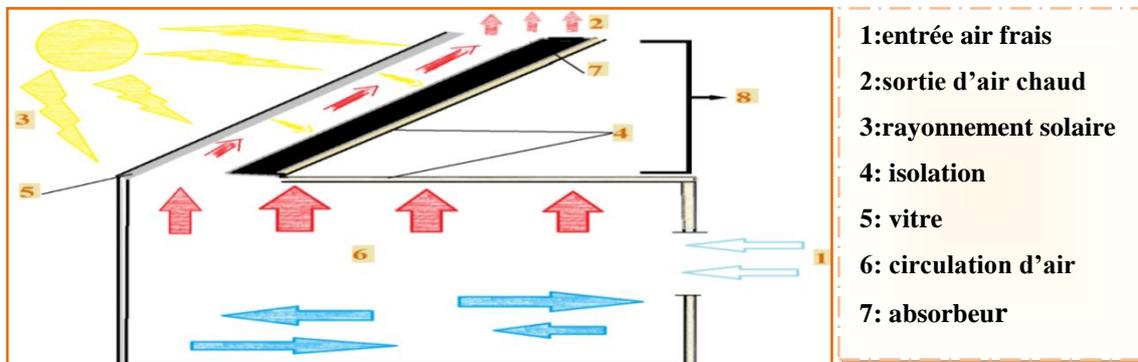


Figure I.10: Ventilation naturelle par une cheminée solaire inclinée.

I.6 Bilan thermique de la cheminée solaire inclinée : (Rebahi.K, 2006).

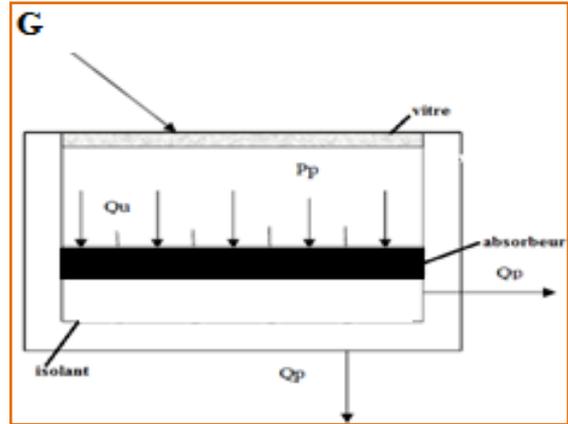
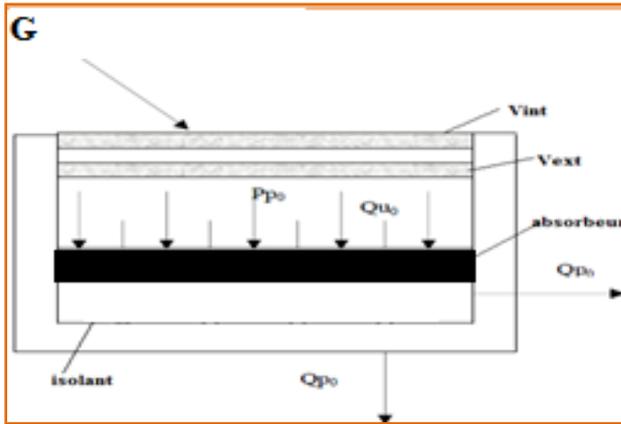


Figure I.11 : Schéma du bilan énergétique pour le cas de double vitrage.

Figure I.12 : Schéma du bilan énergétique pour le cas de simple vitrage.

On donne les bilans énergétiques représentés dans les figures I.11 et figure I.12, par unité de surface de cheminée comme suit :

- Cas d'un capteur à simple vitrage

$$P_p = Q_u + Q_p \quad (I.2)$$

- Cas d'un capteur à double vitrage

$$P_{p0} = Q_{u0} + Q_{p0} \quad (I.3)$$

Avec :

P_p, P_{p0} : sont la récupération effective de l'énergie incidente par l'absorbeur.

Q_p, Q_{p0} : sont, les déperditions thermiques de cheminée.

Q_u, Q_{u0} : sont les puissances utiles par le fluide à réchauffer.

I.6.1 La récupération effective de l'énergie incidente :

Les fractions P_p, P_{p0} du flux incident H_g sont données par :

$$P_p = (\tau\alpha) \times G \quad (I.4)$$

$$P_{p0} = (\tau^2\alpha) \times G \quad (I.5)$$

τ : le coefficient de transmission de vitre.

α : le coefficient d'absorption de vitre.

G : est le flux global au niveau du sol, sur un plan incliné.

I.6.2 Les déperditions thermiques de cheminée :

- Cas d'un capteur à simple vitrage

$$Q_p = A_c \times U_g \times (T_{pm} - T_a) \quad (I.6)$$

- Cas d'un capteur à double vitrage

$$Q_{p0} = A_c \times U_{g0} \times (T_{pm} - T_a) \quad (I.7)$$

Avec :

A_c : Surface du capteur

T_a : la température de l'air extérieur

T_{pm} : la température moyenne de la plaque absorbante

I.6.3 Puissance réel récupérée par le fluide à réchauffer :

$$Q = M \cdot C_p \cdot (T_s - T_e) \quad (I.8)$$

I.6.4 Puissance idéale récupérée par le fluide à réchauffer :

- Cas d'un capteur à simple vitrage

$$Q_u = (\tau \cdot \alpha \cdot H_g - U_g \cdot (T_p - T_a)) \cdot A_c \quad (I.9)$$

- Cas d'un capteur à double vitrage

$$Q_{u0} = (\tau^2 \cdot \alpha \cdot H_g - U_{g0} \cdot (T_p - T_a)) \cdot A_c \quad (I.10)$$

Avec :

U_g, U_{g0} : les coefficients globaux des pertes. (Des cas simple et double vitrage respectivement).

I.7 Ventilation naturelle assistée par l'énergie solaire :

Le principe général est d'assister le phénomène de tirage thermique en utilisant l'énergie solaire pour augmenter les écarts de températures et donc l'effet de tirage thermique. Dans le présent travail, on s'intéresse à ce dernier type de ventilation.

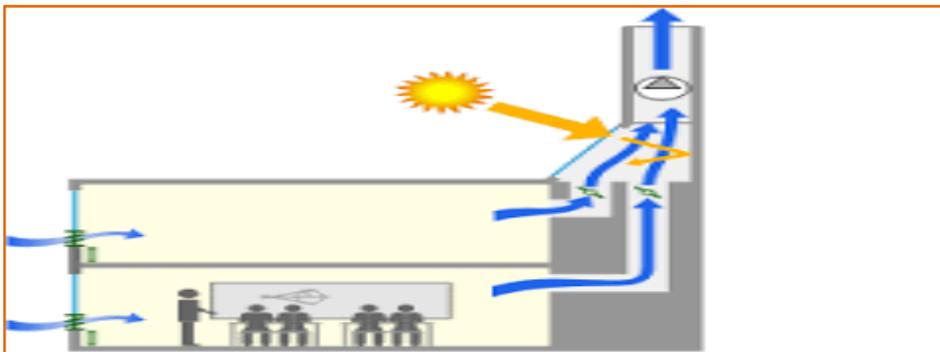


Figure I.13: Utilisation d'énergie solaire pour la ventilation naturelle.

I.8 Conclusion :

On a présenté dans ce chapitre un récapitulatif de quelques notions de base relatif au gisement solaire, et la connaissance de ces notions fondamentales et particulièrement le rayonnement global au sol va nous servir par la suite dans l'exploitation de l'énergie solaire par un générateur solaire, et la cheminée solaire que l'on va étudier dans le prochain chapitre.

CHAPITRE II :
ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

II.1 Introduction :

Dans le présent chapitre on s'intéresse à la ventilation naturelle par la cheminée solaire inclinée en réalisant une étude expérimentale, où on détermine le comportement d'écoulement d'air dans une cheminée solaire. Nous mesurons les paramètres physiques à l'entrée, à la sortie de la cheminée et au différent élément de la cheminée solaire. Une application est réalisée sur une pièce équipée d'une cheminée solaire inclinée par rapport à l'horizontal, afin de prédire les différents paramètres issus de la ventilation. Ainsi comprendre l'influence de certains paramètres clés sur le débit de renouvellement (angle d'inclinaison, épaisseur de lame d'air et le nombre de vitrage).

II.2 Présentation de la région d'expérimentation:

II.2.1 Situation et limites :

La Wilaya d'Ouargla est une ville Située à 850 km au sud d'est d'Alger, ses coordonnées géographiques sont (BENARIMA Z, 2012).

- Altitude : 164m
- Latitude : 31°57 Nord
- Longitude : 5°19 Est

II.2.2 Étude climatiques :

Les paramètres climatiques (température, évaporation, vent.....)Sont les facteurs les plus nécessaire pour le fonctionnement d'une cheminée solaire, les valeurs de ces paramètres sont disponibles à l'office national météorologique d'Ouargla [2016] et se présenté dans les histogrammes suivant :

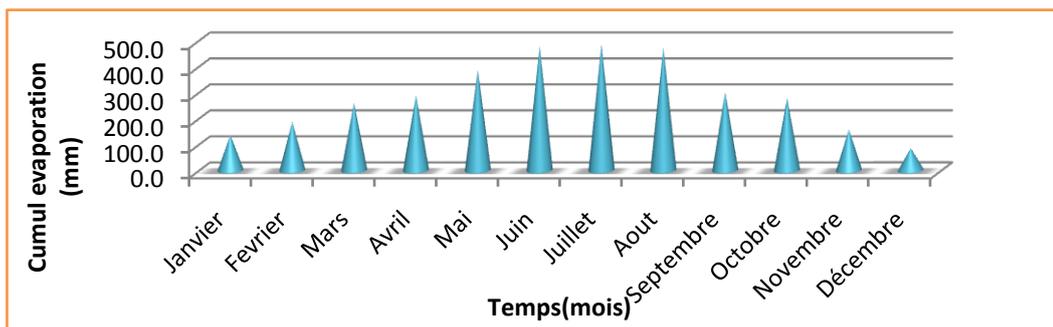


Figure II.1 : le cumul annuel d'évaporation(2016). (O.N.M)

L'évaporation atteint des valeurs très importantes, cela s'explique par les fortes températures et le fort pouvoir évaporant de l'air notamment les vents desséchants au mois de juillet ou elle atteint 486,1 mm.

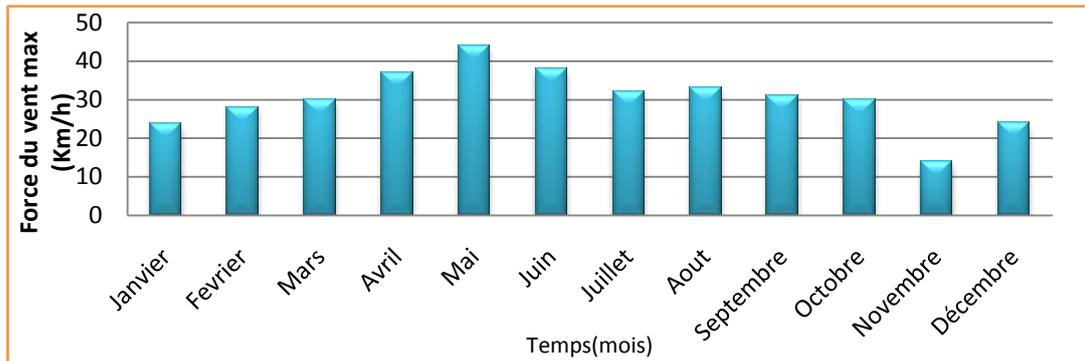


Figure II.2 : évolution de la force de vent maximale en (2016). (O.N.M)

La figure II.2 représente la variation de force de vent maximale en fonction de temps (par mois), on peut constater que cette force atteint sa valeur maximale, au mois de Mai (44 Km/h), par contre elle atteint sa valeur minimale au mois de Novembre.

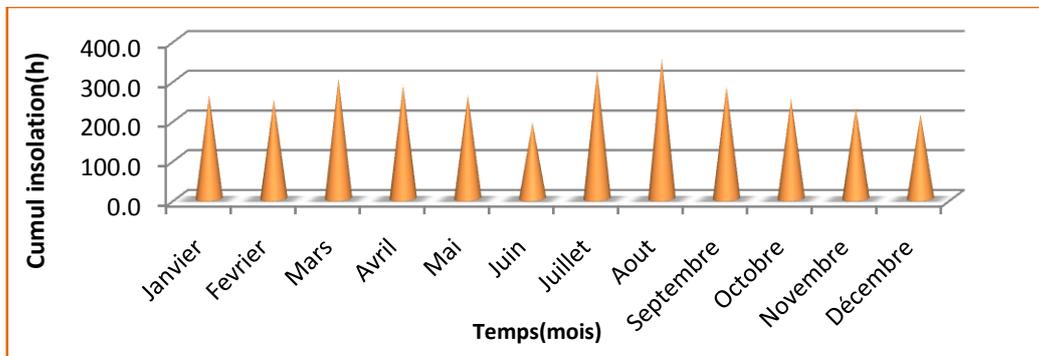


Figure II.3 : le cumul annuel d'insolation (2016). (O.N.M)

On constate d'après la figure II.3, que les mois qui ont un cumul d'insolation très important sont Juillet et Aout, par contre le mois qui marque un cumul d'insolation très faible c'est le mois de Juin (à cause de nuage parce que ce cumul est mesuré avec un appareil qui fonctionne juste pendant le ciel est clair).

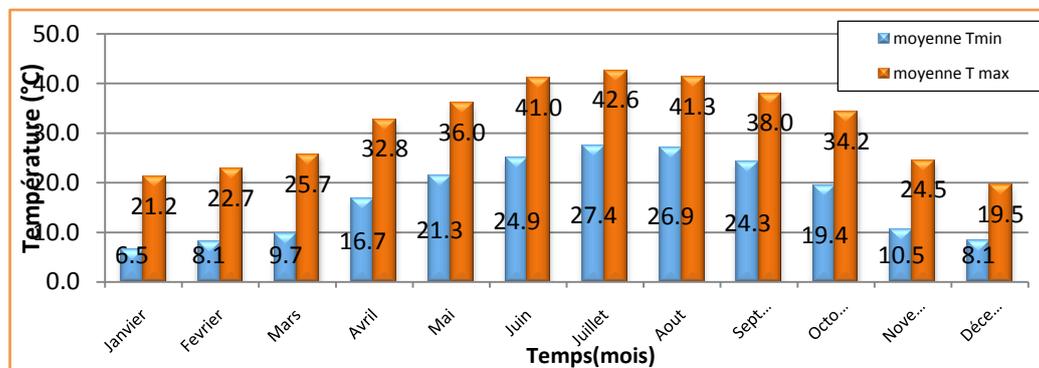


Figure II.4 : température moyenne maximum et minimum en (2016). (O.N.M)

On remarque que les températures maximales sont très élevées, avec des valeurs comprise entre 19,5 et 42,6 °C ; Le maximum est enregistré en Juillet. Pour la température minimale, elle varie entre 6,5 et 27,4°C et le mois de Janvier est le plus froid.

II.3 Description du dispositif expérimental :

Le dispositif réalisé (Figure II.5) est un appareil construit de sorte que la plupart des variables peuvent être changés pendant les expériences. L'appareil expérimental est un canal dont l'épaisseur de la lame d'air et angle d'inclinaison sont variables. La cheminée peut simuler un capteur solaire plan de longueur 2 m et de largeur 1m, et d'une épaisseur pouvant prendre des valeurs de 10, 20 et 30 cm. Elle est recouverte d'une plaque en verre d'épaisseur de 4 mm, au dessous de cette plaque est déposée une tôle galvanisée peinte en noire qui sert à absorber le rayonnement solaire. Les côtés latéraux et la partie inférieure sont isolés thermiquement par du polystyrène d'une épaisseur de 4 cm. La cheminée prend les inclinaisons de 30 et 45 degrés par rapport au plan horizontal et orienté vers le sud.



Figure II.5 : la cheminée solaire inclinée.

II.4 Méthodologie et protocole expérimentale :

II.4.2 Méthodologie d'expérience :

La méthodologie d'expérience se compose de :

- Préparation de cheminée solaire inclinée.
- Appareillage utilisée et leurs ajustements.

- La prise de mesure chaque 30 minute, (de 8.30h jusqu'à 16.30h) pendant toute les journées de mesure.

II.4.2.1 Préparation de la cheminée :

La préparation de la cheminée solaire inclinée concerne le contrôle des conditions opératoire pour assurer le bon fonctionnement et obtenir des bons résultats par :

- Le nettoyage des vitres, de la plaque absorbante et le cadre de cheminée.
- Le renouvellement de la peinture noire de l'absorbeur, (l'absorbeur est d'acier (galvanisé), avec $e=0.5\text{cm}$).
- Préparation et découpage de la matière d'isolation (polystyrène dans notre cas, avec $e=4\text{cm}$).
- Le placement des vitres avec de silicone, (le vitre est de verre, avec $e=4\text{mm}$).
- L'ajustement de position de cheminée (orienté vers le sud, l'angle d'inclinaison).
- L'emplacement des thermocouples sur les points nécessaires dans la cheminée.

II.4.2.2 Appareils utilisés et leurs ajustements:

- L'emplacement correct des thermocouples dans la cheminée.
- Le branchement et l'installation des éléments de Solarimètre.
- La préparation d'anémomètre à fil chaud connecté à un appareil d'affichage (C.A 1051).

Nous avons utilisé trois types d'appareils suivants :

Solarimètre à affichage numérique pour la mesure de rayonnement solaire, thermocouples de type K pour la mesure de température et un anémomètre à fil chaud connecté à un appareil d'affichage (C.A 1051), pour la mesure de vitesse d'air.

II.4.1 Protocole expérimentale :

Notre expérience est basée sur la mesure et la comparaison des performances de deux positionnements de cheminée (cheminée avec un simple vitrage, et cheminée avec double vitrage)

Les performances sont prêt de différentes éléments de la cheminée (entrée, sortie, centre, absorbeur, vitre) ; soit dans la position d'un simple vitrage ou bien en double vitrage, et à chaque 30 minute (depuis 8.30h jusqu'à 16.30h), aussi avec la variation d'angle d'inclinaison (30° et 45°), et l'épaisseur de lame d'air (10 et 20 cm), pendant la période entre le mois Mars jusqu'à Mai.

Ces performances sont représenté par :

- Les températures de (sorties, entrées, absorbeur, vitres, centres).
- Les vitesses d'air de (sorties et entrées) de la cheminée.
- Le rayonnement solaire.



Figure II.6 : Différent épaisseurs d'emplacement de vitre dans la cheminée.

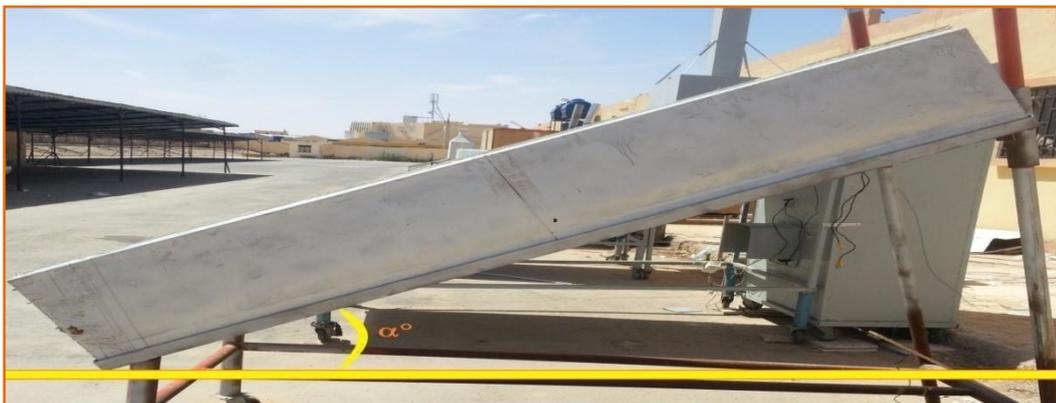


Figure II.7 : Angle d'inclinaison de la cheminée.

➤ Ces mesures se faites sur 10 cas suivants :

Tableau II.1 : les cas de mesure selon l'angle d'inclinaison et épaisseur de lame d'air

		E (cm)	α (°)			E ext	E int	α (°)
Simple vitrage	Cas 1	20	30	Double vitrage	Cas 5	30	20	30
	Cas 2	20	45		Cas 6	30	20	45
	Cas 3	10	30		Cas 7	30	10	30
	Cas 4	10	45		Cas 8	30	10	45
					Cas 9	20	10	30
					Cas 10	20	10	45

II.5 Conclusion:

Dans ce chapitre, on a montré et détaillé les différents procédés de mesure dans l'expérimentale, et même les appareils utilisés, aussi on a illustré les cas des mesure selon l'angle d'inclinaison et l'épaisseur de lame d'air, pour pouvoir comparer entre les résultats de chaque cas dans le suivant chapitre.

CHAPITRE III :
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter et interpréter les résultats des tests effectués sur la cheminée solaire inclinée. Ces tests ont pour but l'étude de l'influence des paramètres tels que le rayonnement solaire, l'angle d'inclinaison, l'épaisseur de lame d'air et le vitrage sur le rendement de ce dernier. Les tests ont été menés pendant le mois de Mars jusqu'au début du mois de Mai 2017.

La journée choisie est caractérisée par un ciel totalement clair. Les courbes expérimentales sont présentées par des graphes suivies des interprétations de chaque cas.

III.2 Cas simple vitrage (E 20cm, α 30°):

Ce cas de mesure correspond à une cheminée solaire inclinée 30° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec un seul vitrage, et une épaisseur de lame d'air de 20 cm. Ces mesures sont prises le 26 Avril 2017.

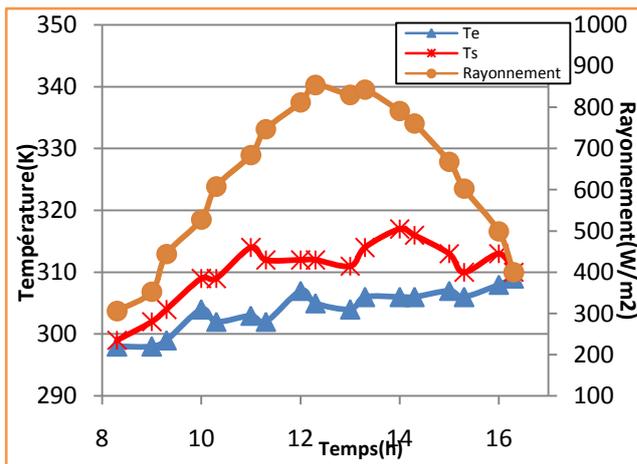


Figure III.1 : Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E 20cm, α 30°)

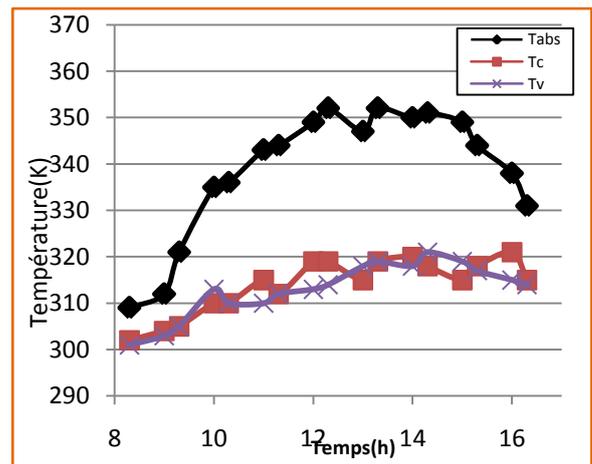


Figure III.2 : Variation des différentes températures en fonction de temps (E 20cm, α 30°)

La figure III.1 représente la variation de l'intensité du rayonnement solaire et les températures d'entrée et de sortie de la cheminée, en fonction de temps ; et d'autre part, La figure III.2 représente la variation des différentes températures (Tabs, Tv et Tc de la cheminée), et tous sont en fonction du temps et correspondent à la journée du 26 Avril 2017.

Nous constatons sur la figure III.2 que l'évolution des températures de l'air, de l'absorbeur et de la vitre prend presque la même. Les trois atteignent leurs valeurs maximales entre 12 :00 et 14 :00 h où la valeur maximale de la température de l'absorbeur (Tabs) atteint 352 K à 12h30, et celles de la vitre et de l'air au centre de la cheminée atteignent

respectivement (319K, à 13.30h), et (320K à 12.00h). En outre d'après la figure III.1, on remarque que l'allure du rayonnement solaire est identique à celle des températures montrant dans la figure III.2, aussi nous remarquons que la température d'entrée augmente avec le rayonnement solaire et cause une augmentation sur la température de sortie de la cheminée.

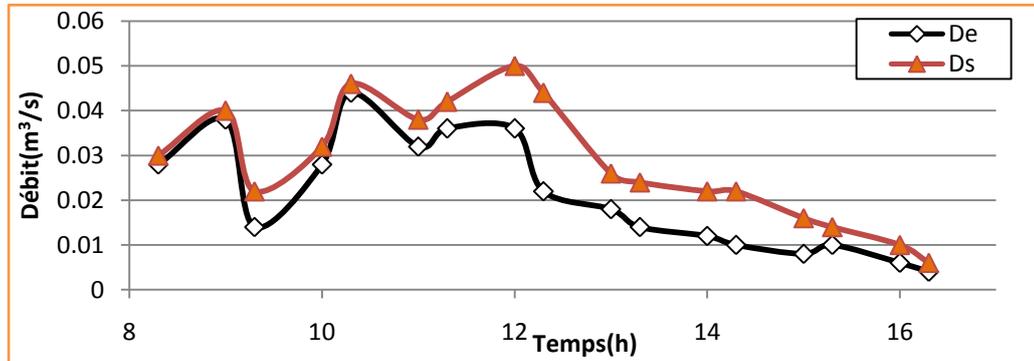


Figure III.3 : variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps

On remarque sur la figure III.3 que le débit de sortie est toujours supérieure au débit d'entré et atteint un maximum à 12.00h avec la valeur (0.05 m³/s).

III.3 Cas simple vitrage (E 20cm, α 45°):

Ce cas de mesure est correspond à une cheminée solaire inclinée 45° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec un seul vitrage, et une épaisseur de lame d'air de 20 cm. Ces mesures sont prêts le 28 Avril 2017.

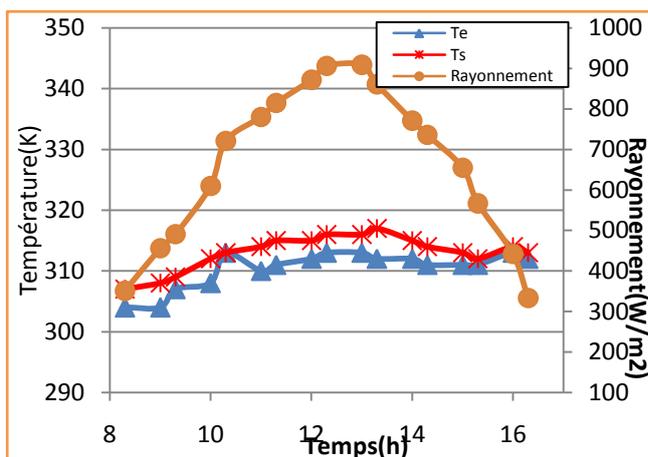


Figure III.4: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E 20cm, α 45°).

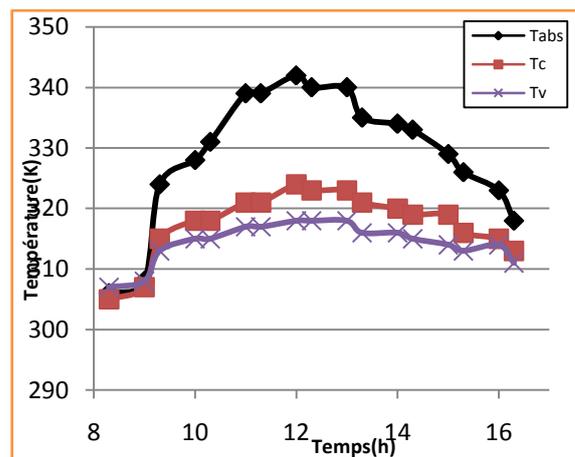


Figure III.5: Variation des différentes températures en fonction de temps (E 20cm, α 45°).

Nous constatons depuis la figure III.4 et figure III.5, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de température prenant leur maximum entre 12 :00 h et 13.30h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 342 K, air de centre 324 K, vitre 318 K et température de sortie 317 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.00h, avec un rayonnement de 909 W/m².

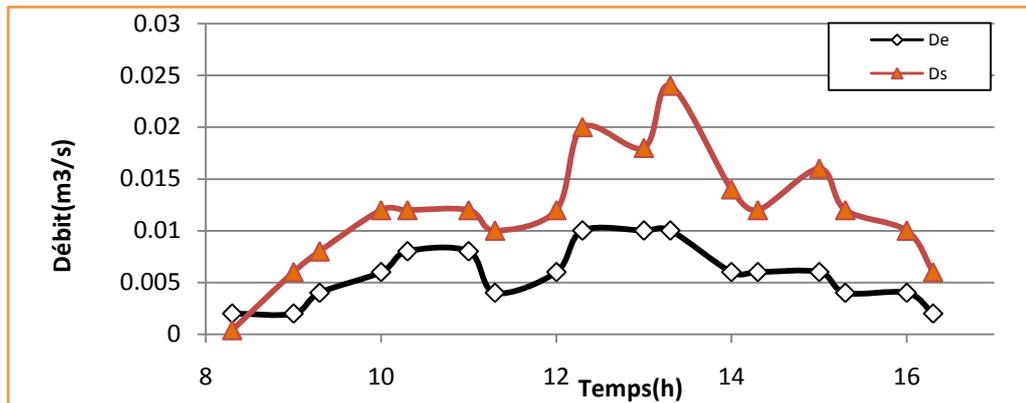


Figure III.6 : variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps.

La figure III.6 montre l'évolution des débits d'entrée et de sortie de cheminée solaire en fonction de temps, le débit de sortie reste tout le temps de journée de mesure supérieur au débit d'entrée et prend une valeur maximale à 13.30h avec 0.01m³/s.

III.4 Cas simple vitrage (E 10cm, α 30°) :

Ce cas de mesure est correspond à une cheminée solaire inclinée 30° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec un seul vitrage, et une épaisseur de lame d'air de 10 cm. Ces mesures sont prêts le 29 Avril 2017.

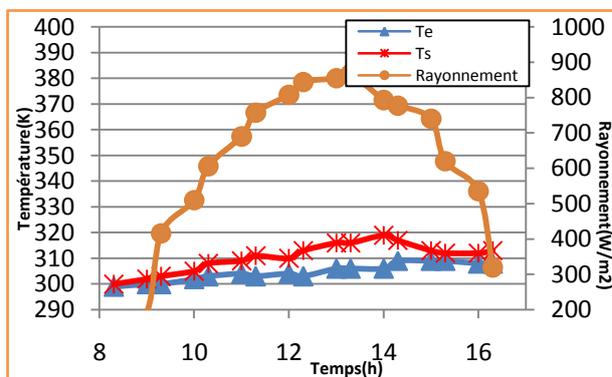


Figure III.7: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps. (E 10cm, α 30°).

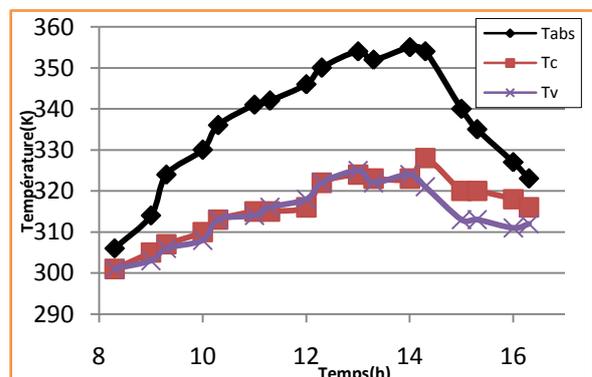


Figure III.8: Variation des différentes températures en fonction de temps en (E 10cm, α 30°).

Nous constatons depuis la figure III.7 et figure III.8, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 13 :00 h et 14.00h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 354 K, air de centre 324 K, vitre 325 K et température de sortie 319 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.30h, avec un rayonnement de 867 W/m².

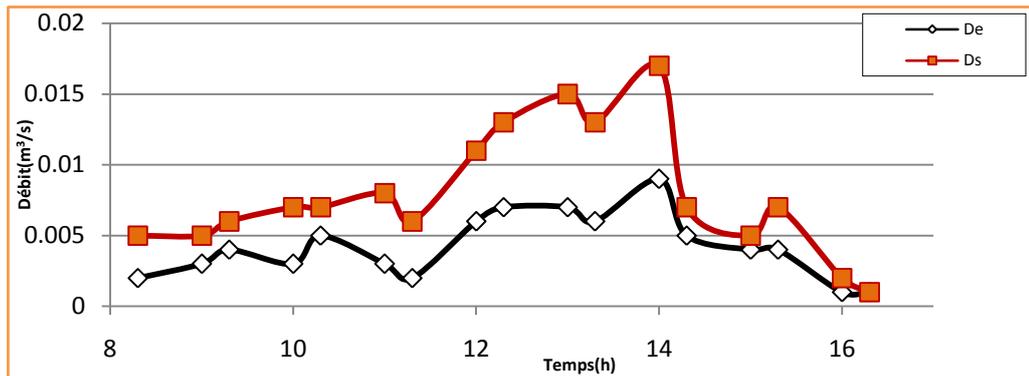


Figure III.9 : variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps.

On remarque sur la figure III.9 que le débit de sortie est toujours supérieure au débit d'entrée et atteint un maximum à 14.00h avec la valeur (0.17 m³/s).

III.5 Cas simple vitrage (E 10cm, α 45°):

Ce cas de mesure est correspond à une cheminée solaire inclinée 45° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec un seul vitrage, et une épaisseur de lame d'air de 10 cm. Ces mesures sont prêtes le 02 Mai 2017.

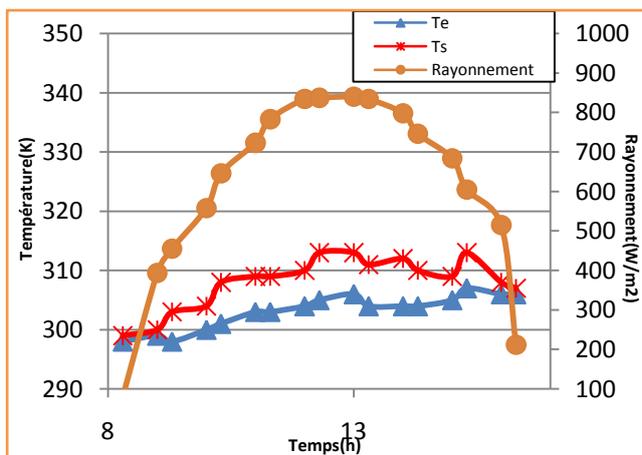


Figure III.10: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps(E 10cm, α 45°).

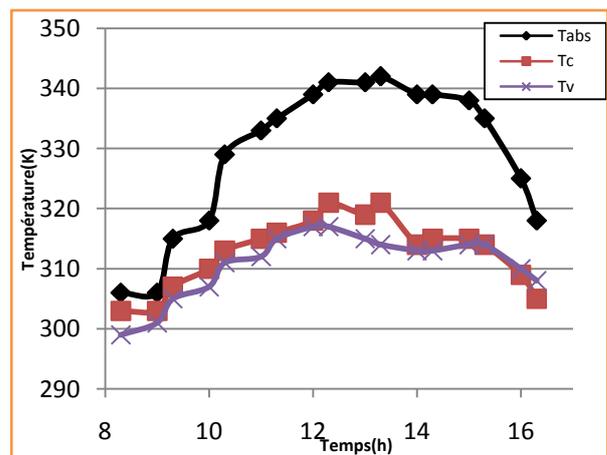


Figure III.11: Variation des différentes températures en fonction de temps (E 10cm, α 45°).

Nous constatons depuis la figure III.10 et figure III.11, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 12:30 h et 14 :00h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 342 K, air de centre 321 K, vitre 317 K et température de sortie 312 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.00h, avec un rayonnement de 840 W/m².

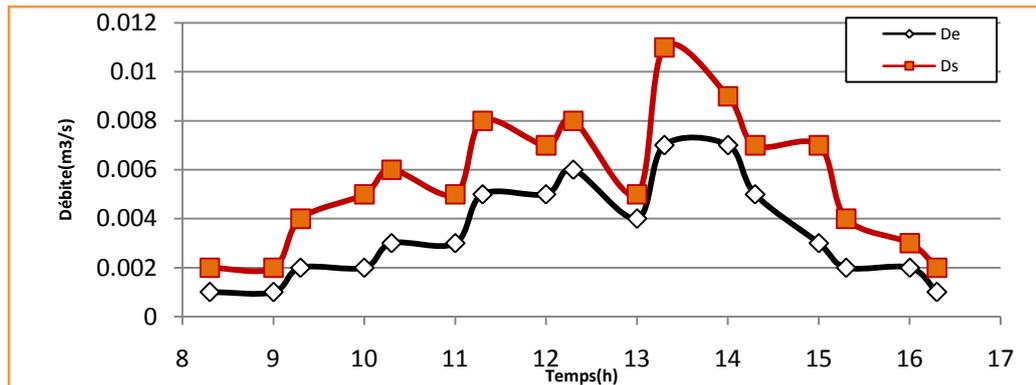


Figure III.12: variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps.

On remarque sur la figure III.12 que le débit de sortie est supérieure au débit d'entrée, pendant la journée de mesure, et atteint un maximum à 13.30h avec la valeur (0.011 m³/s).

III.6 Cas double vitrage (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 30° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 20 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limité par le vitre intermédiaire, et 10 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 04 Avril 2017.

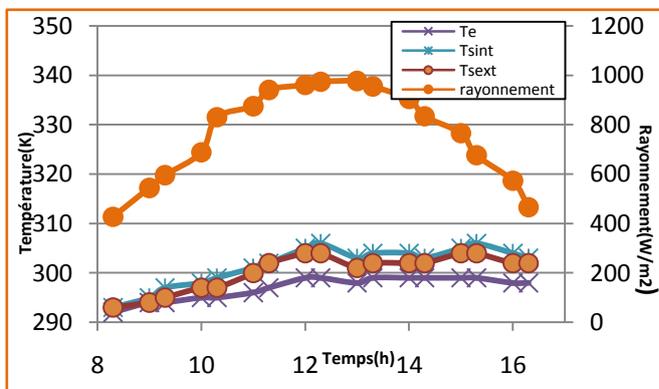


Figure III.13: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°).

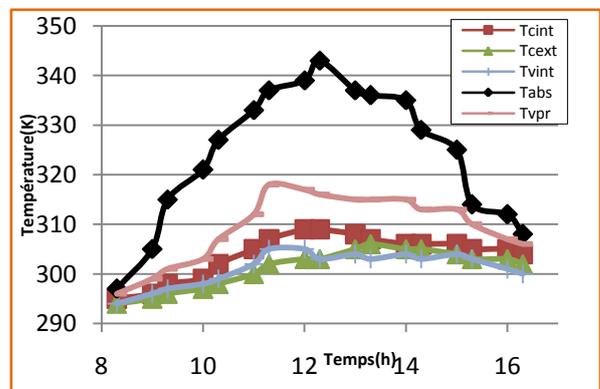


Figure III.14: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 30°).

Nous constatons depuis la figure III.13 et figure III.14, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 12:00 h et 13 :30h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 343 K, air de centre intérieur 309 K, air de centre extérieur 306 K, vitre interne 305 K, vitre externe 317 K, et température de sortie_{int} 306 K, sortie_{ext} 317 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.00h, avec un rayonnement de 977 W/m².

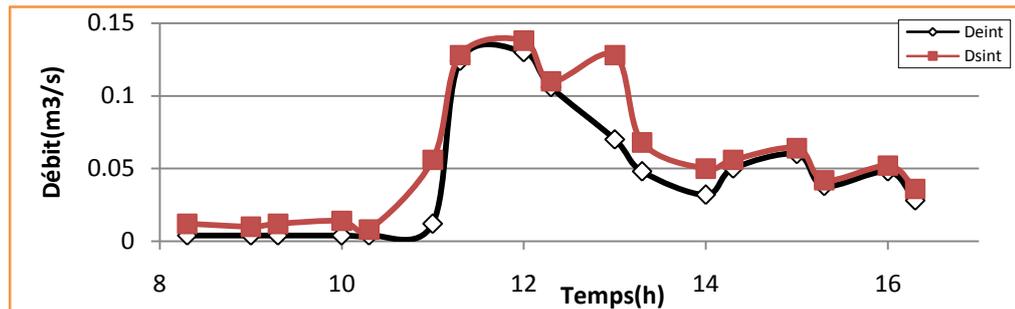


Figure III.15: variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps

On remarque sur la figure III.15 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entré, pendant la journée de mesure, et atteinte une valeur maximale à 12 :00h avec la valeur (0.138 m³/s).

III.7 Cas double vitrage (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 45° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 20 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limité par le vitre intermédiaire, et 10 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 05 Avril 2017.

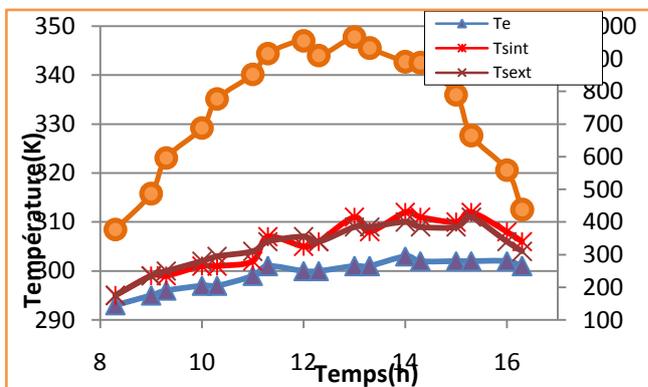


Figure III.16: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

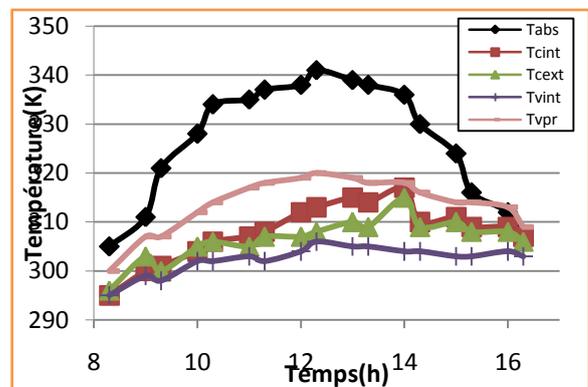


Figure III.17: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

Nous constatons depuis la figure III.16 et figure III.17, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 12:30 h et 14 :00h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 341 K, air de centre intérieur 317 K, air de centre extérieur 315 K, vitre interne 306 K, vitre externe 320 K, et température de sortie_{int} 312 K, sortie_{ext} 310 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.00h, avec un rayonnement de 967 W/m².

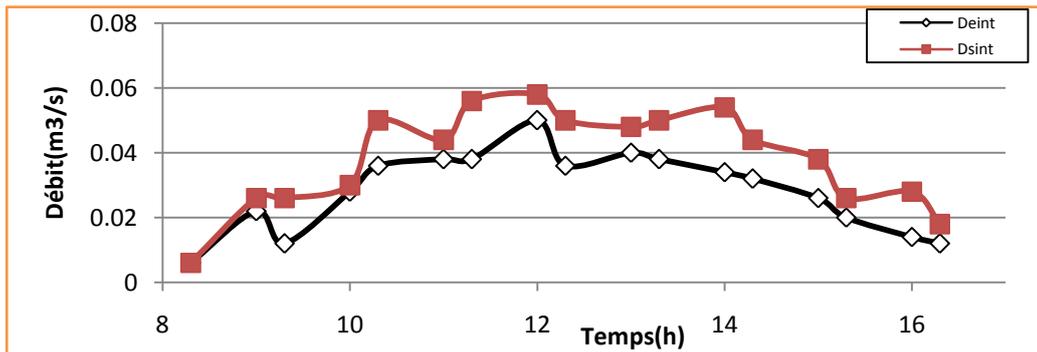


Figure III.18 : variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps

On remarque sur la figure III.18 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entrée, pendant la journée de mesure, et atteinte une valeur maximale à 12 :00h avec la valeur (0.138 m³/s).

III.8 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 30° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 10 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limité par le vitre intermédiaire, et 20 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 06 Avril 2017.

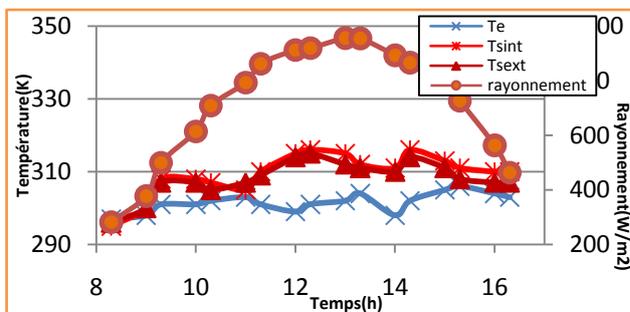


Figure III.19: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°)

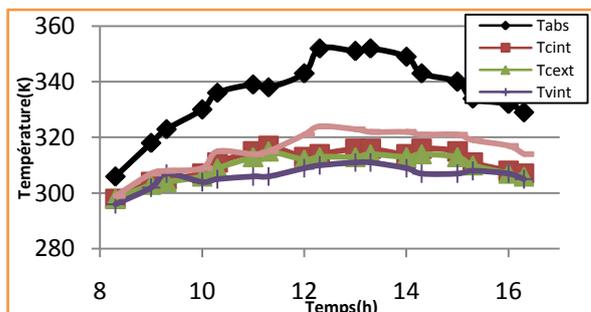


Figure III.20: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 30°)

Nous constatons depuis la figure III.19 et figure III.20, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 11:30 h et 12 :30h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 352 K, air de centre intérieur 317 K, air de centre extérieur 315 K, vitre interne 311 K, vitre externe 324 K, et température de sortie_{int} 316 K, sortie_{ext} 315 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13.00h, avec un rayonnement de 956 W/m².

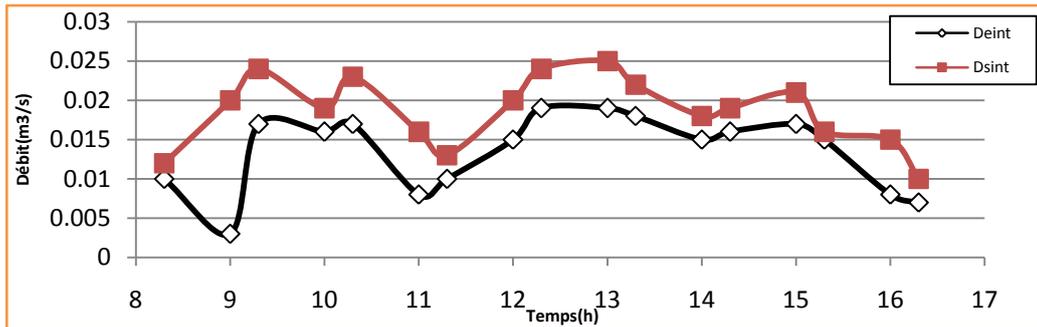


Figure III.21: variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps

On remarque sur la figure III.21 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entrée, pendant la journée de mesure, et atteinte une valeur maximale à 13 :00h avec la valeur (0.025 m³/s).

III.9 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 20cm, α 45°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 45° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 10 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limité par le vitre intermédiaire, et 20 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 12 Avril 2017.

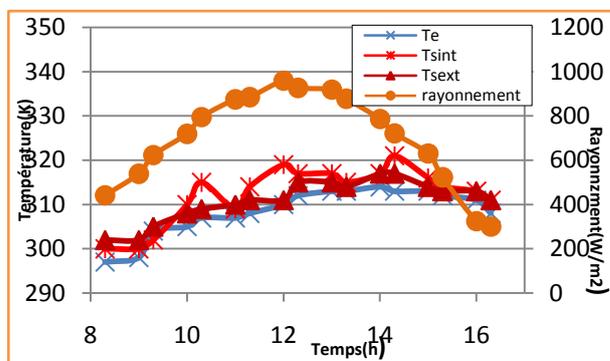


Figure III.22: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps(E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

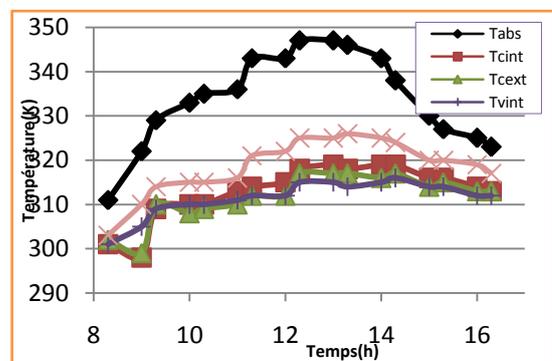


Figure III.23: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 20cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

Nous constatons depuis la figure III.22 et figure III.23, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeurs de T prenant leur maximum entre 12:00 h et 14 :30h puis elles diminuent, ces valeurs sont estimées comme suit (absorbeur 347 K, air de centre intérieur 319 K, air de centre extérieur 317 K, vitre intermédiaire 316 K, vitre de protection 326 K, et température de sortie $_{int}$ 321 K, sortie $_{ext}$ 317 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 12.00h, avec un rayonnement de 959 W/m^2 .

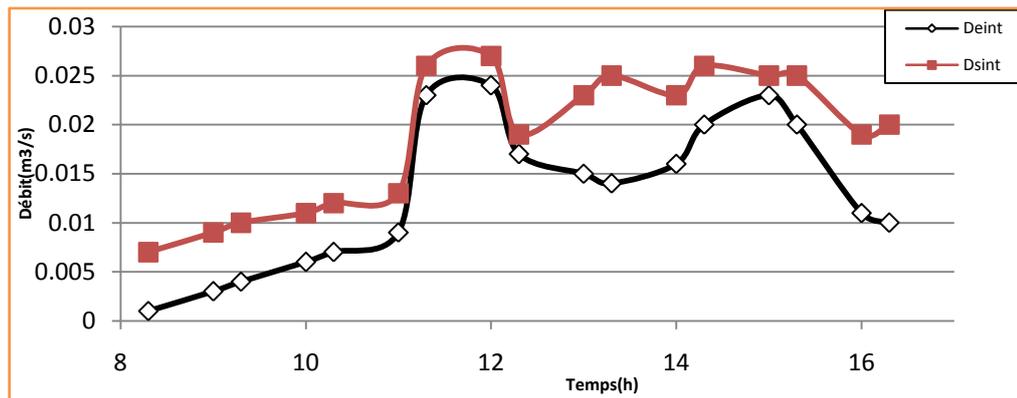


Figure III.24 : variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps.

On remarque sur la figure III.24 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entrée, pendant la journée de mesure, et atteinte une valeur maximal à 12 :00h avec la valeur ($0.027 \text{ m}^3/\text{s}$).

III.10 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 30° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 10 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limitée par le vitre intermédiaire, et 10 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 12 Avril 2017.

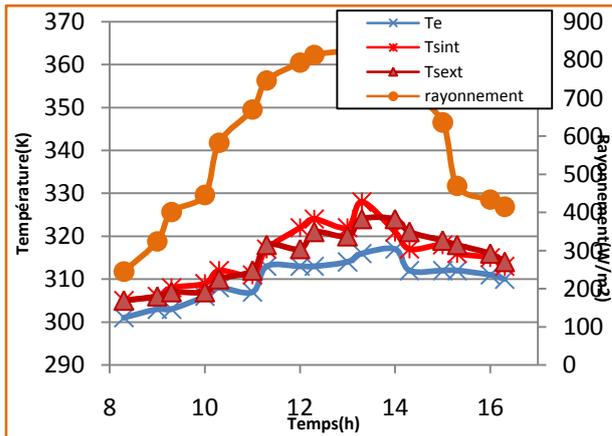


Figure III.25 : Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°)

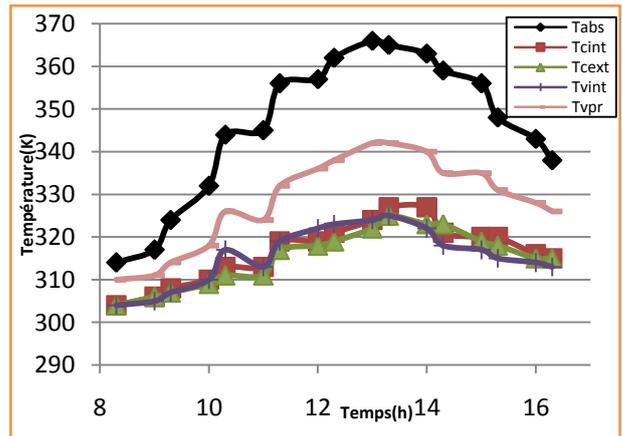


Figure III.26: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 30°)

Nous constatons depuis la figure III.25 et figure III.26, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de T prenant leur maximum entre 13:00 h et 14 :00h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 366 K, air de centre intérieur 327 K, air de centre extérieur 325 K, vitre intermédiaire 325 K, vitre de protection 342 K, et température de sortie $_{int}$ 328 K, sortie $_{ext}$ 324 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 13 :00h, avec un rayonnement de 819 W/m^2 .

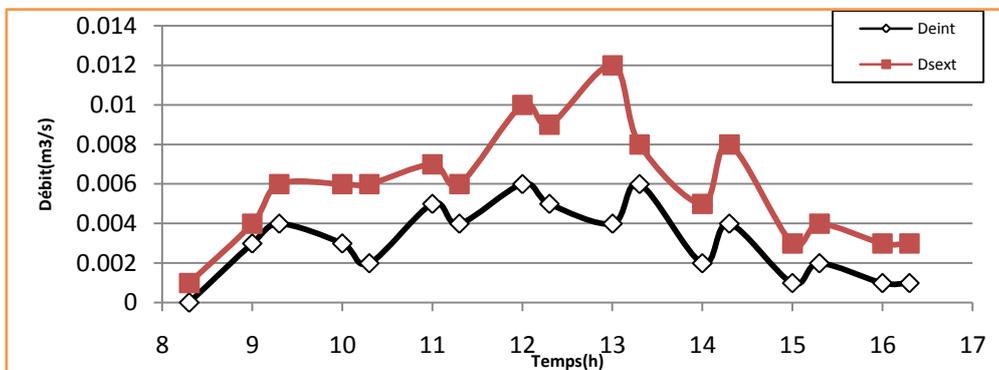


Figure III.27: variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps.

On remarque sur la figure III.27 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entré, pendant la journée de mesure, et atteintes une valeur maximale à 13:00h avec la valeur ($0.012 \text{ m}^3/\text{s}$).

III.11 Cas double vitrage (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°):

Ce cas de mesure est fait sur une cheminée solaire inclinée 45° par rapport à l'horizon et orienté à plein sud, avec double vitrage, et une épaisseur de 10 cm par rapport au lame d'air de dessous de cheminée qui limité par le vitre intermédiaire, et 10 cm d'épaisseur pour la lame d'air qui limite par le vitre de protection. Ces mesures sont prêtes le 25 Avril 2017.

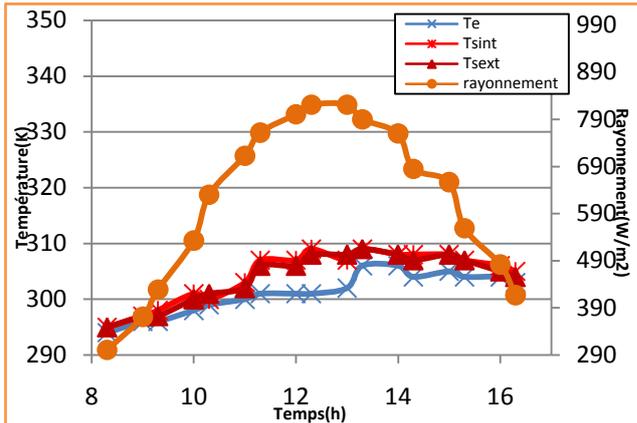


Figure III.28: Variation des températures d'entrée et de Sortie et le rayonnement solaire en fonction du temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

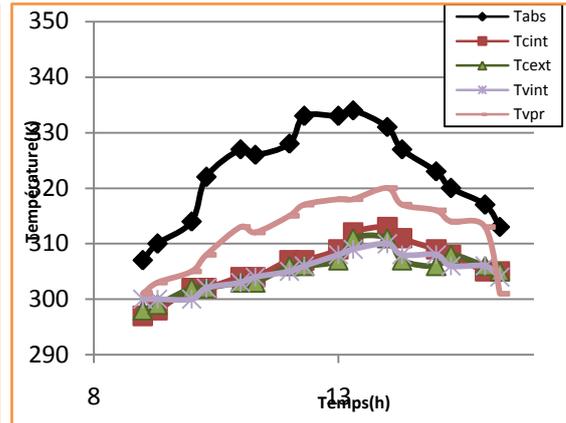


Figure III.29: Variation des différentes températures en fonction de temps (E_{int} 10cm, E_{ext} 10cm, α 45°)

Nous constatons depuis la figure III.28 et figure III.29, qu'il y a une évolution des températures de chaque élément de cheminée solaire pendant la journée de mesure et ces valeur de températures prenant leur maximum entre 13:00 h et 14 :00h puis elles diminuent, ces valeur sont estimé comme suit (absorbeur 334 K, air de centre intérieur 313 K, air de centre extérieur 311 K, vitre intermédiaire 310 K, vitre de protection 320 K, et température de sortie $_{int}$ et sortie $_{ext}$ 309 K), en outre la courbe de rayonnement solaire suit la même évolution et prend son maximum à 12 :30h, avec un rayonnement de 821 W/m².

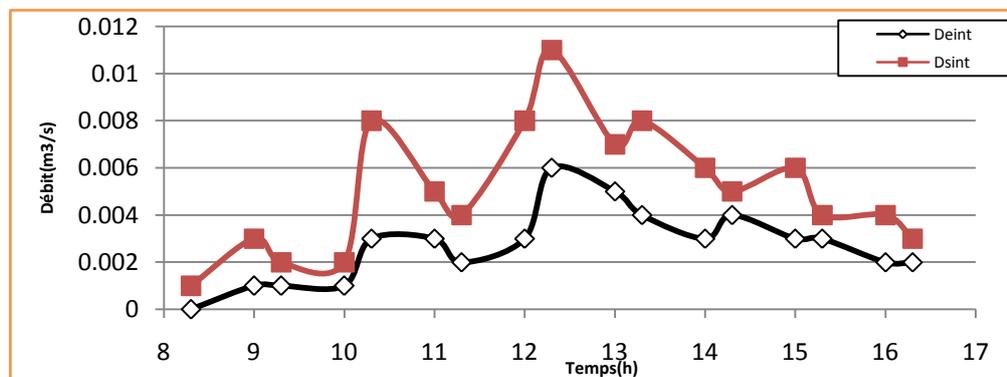


Figure III.30: variation des débits d'entrée et de sortie de cheminée en fonction de temps

On remarque sur la figure III.30 que le débit volumique de sortie est supérieure au débit de son entrée, pendant la journée de mesure, et atteinte de leur maximum à 12 :30h avec la valeur (0.011 m³/s).

III.12 Les puissances réel récupérées par le fluide à réchauffer dans la cheminée :

Ces puissances sont calculé d'après les lois illustré dans le chapitre précédent, on va les présenté sous forme des courbes en fonction de temps.

III.12.1 Cas de l'angle d'inclinaison $\alpha=30^\circ$:

III.12.1.1 Epaisseur de lame d'air $E=20\text{cm}$:

La figure III.31 représente la variation de puissance en fonction de temps, pour le cas de cheminée avec double vitrage et le cas de simple vitrage, respectivement avec même condition ($E=20\text{cm}$, $\alpha=30^\circ$).

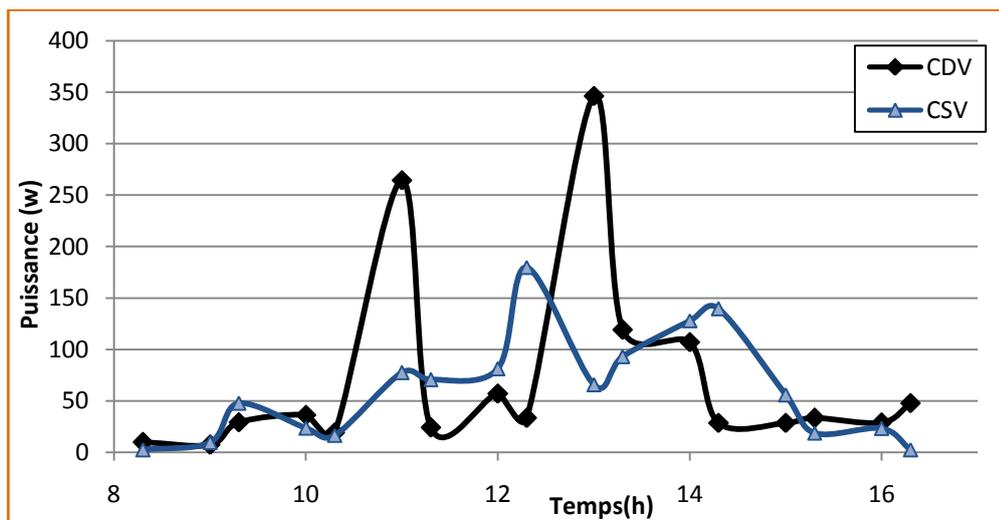


Figure III.31 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($\alpha=30^\circ$; $E=20\text{cm}$).

On constate qu'il y'a des variations instable sur les valeurs de puissance pour les deux cas, et ces valeurs atteint leur valeur maximale: ($Q_u=346\text{W}$, à 13.00h pour CDV) et ($Q_u=179\text{W}$ à 12.30h pour CSV), alors la puissance de cheminée à double vitrage est mieux que celle de simple vitrage.

III.12.1.2 Epaisseur de lame d'air E=10cm :

La figure III.32 représente la variation de puissance pour trois cas (CSV, CDV avec épaisseur entre les deux vitres égale à 20cm, CDV' avec épaisseur entre les deux vitres égale à 10cm) ; en fonction de temps, et avec (E=10cm, a=30°)

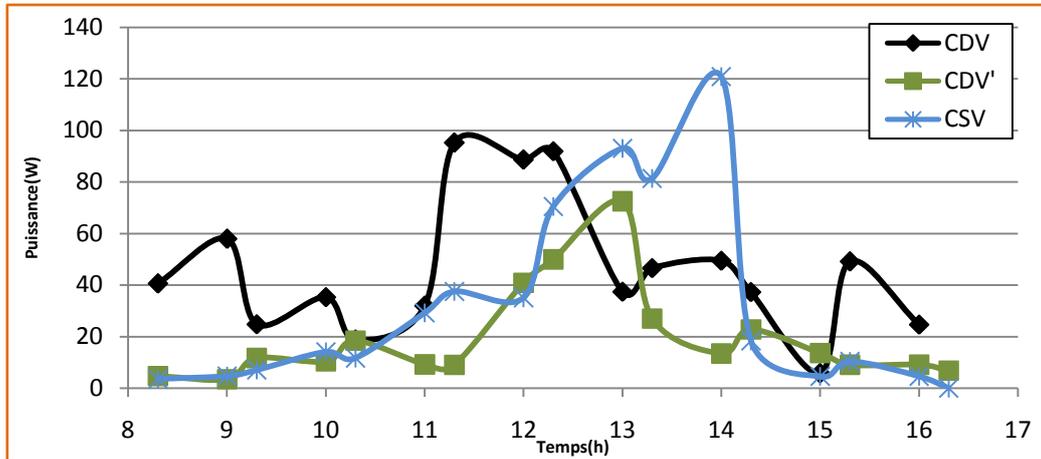


Figure III.32 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps (a=30° ; E=10cm).

On constate que ces valeur n'était pas stable, et que la puissance de CSV atteint une valeur maximale (120W à 14.00h) le plus grand par rapport à la valeur maximale de CDV qui était 91W à 13 :00h, et par rapport au CDV' qui était 71W à 13 :00h, mais si on compare par rapport à la puissance moyenne journal, on peut remarquer que CDV possède une puissance plus élevé par rapport au CDV' et CSV.

III.12.2 Cas de l'angle d'inclinaison a=45° :

III.12.2.1 Epaisseur de lame d'air E=20cm :

La figure III.33 représente la variation de puissance pour CDV et CSV ; en fonction de temps, et avec (E=20cm, a=45°).

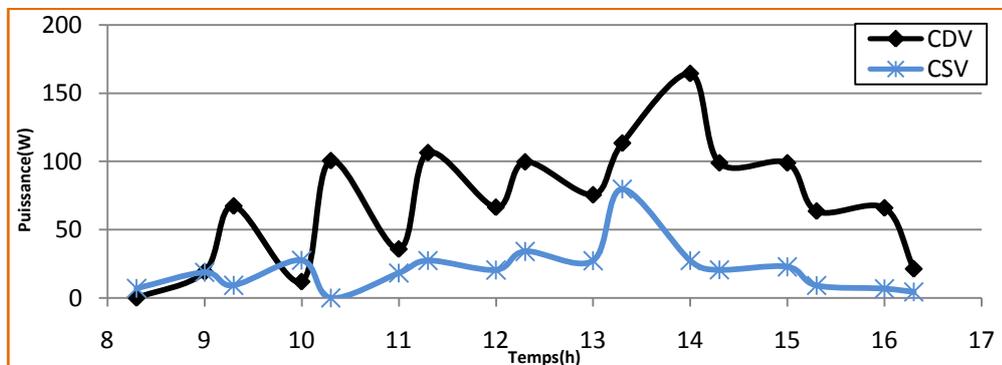


Figure III.33 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps (a=45° ; E=20cm).

On peut constater clairement que la puissance utile d'une CDV est supérieure à celle d'une CSV possédant les mêmes caractéristiques (α ; E), et les deux cas atteignent des valeurs maximales (164W pour CDV ; 79W pour CSV) entre 13 :30h et 14 :00h.

III.12.2.2 Epaisseur de lame d'air $E=10\text{cm}$:

La figure III.34 représente la variation de puissance pour CDV et CSV ; en fonction de temps, et avec ($E=10\text{cm}$, $\alpha=45^\circ$).

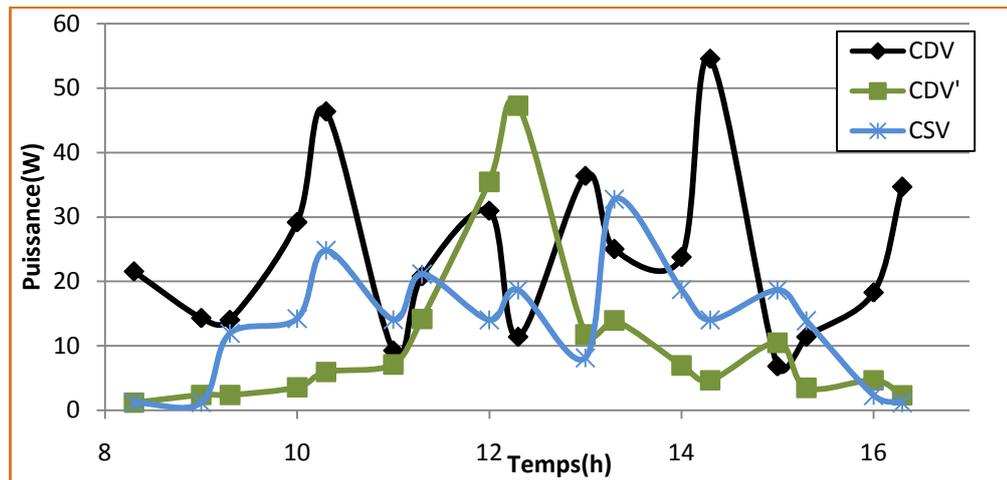


Figure III.34 : variation de puissance de la cheminée en fonction de temps ($\alpha=45^\circ$; $E=10\text{cm}$).

Dans ce cas ; la variation de la puissance n'était pas stable de long temps de mesure. On remarque que la puissance de CDV est la plus élevée par rapport au CDV' et CSV ; avec une valeur maximale 74W ; par contre la valeur maximale de CDV' (47W), et plus élevée par rapport au CSV qui était 32W.

III.13 La comparaison entre les cas de mesure :

III.13.1 Selon l'angle d'inclinaison de la cheminée :

Le tableau III.1 représente la puissance moyenne de chaque cas de mesure, et la comparaison entre eux selon l'angle d'inclinaison.

Tableau III.1 : la comparaison selon l'angle d'inclinaison

Cas de : CSV			Remarques
E (cm)	a°	Puissance moyenne (W)	
10	30	32.18	On remarque que l'angle a=30° est le meilleur par rapport à a=45° ; avec les mêmes conditions (nombre de vitrage et épaisseur de lame d'air)
	45	13.59	
20	30	60.83	
	45	21.27	
Cas de : CDV			
E (cm)	a°	Puissance moyenne (W)	
20	30	71.74	
	45	71.16	
10 ; (avec épaisseur entre Vpr et Vint est 20cm)	30	42.99	
	45	24.05	
10 ; (avec épaisseur entre Vpr et Vint est 10cm)	30	19.58	
	45	10.75	

III.13.2 Selon l'épaisseur de lame d'air de la cheminée :

Le tableau III.2 représente la puissance moyenne de chaque cas de mesure, et la comparaison entre eux selon l'épaisseur de lame d'air.

Tableau III.2 : la comparaison selon l'épaisseur de lame d'air.

Cas de : CSV			Remarques	
a°	E (cm)	Puissance moyenne (W)		
30	10	32.18	On remarque que l'épaisseur E=20cm est le meilleur par rapport à E=10cm.	
	20	60.83		
45	10	13.59		
	20	21.27		
Cas de : CDV				On remarque que l'épaisseur E=20cm est le meilleur par rapport à E=10cm. Et E _{v-v} =20cm est mieux que 10cm
a°	E (cm)	Puissance moyenne (W)		
30	10 ; (avec épaisseur entre V _{pr} et V _{int} est 10cm)	19.58		
	10 ; (avec épaisseur entre V _{pr} et V _{int} est 20cm)	42.99		
	20	71.74		
45	10 ; (avec épaisseur entre V _{pr} et V _{int} est 10cm)	10.47		
	10 ; (avec épaisseur entre V _{pr} et V _{int} est 20cm)	24.05		
	20	71.16		

III.13.3 Selon le nombre de vitrage de la cheminée :

les courbes de puissance précédentes illustrée, que la puissance de cheminée avec double vitrage est mieux qu'avec simple vitrage, parce que le cas de double vitrage minimise les perte et l'effet de serre, qui cause l'augmentation de température dans la cheminée et par conséquent augmentation de débit d'air sorti de la cheminée.

III.14 Conclusion :

On conclue que, l'allure des courbes soit de température ou de débit, ayant la même forme (ascendant après descendant) à cause de variation de rayonnement solaire incident,

On peut justifier la diminution lente des températures des différentes éléments de la cheminée malgré que l'intensité de rayonnement solaire et la température de l'absorbeur diminue progressivement, Cela est dû au fait que l'absorbeur stocke et dégage une énergie thermique, la grande quantité de cette énergie est consommée par l'air dans la cheminée afin de diminuer leur densité alors l'accélérer.

D'après les comparaisons faites selon l'angle d'inclinaison, épaisseur de lame d'air et le nombre de vitrage ; on a trouvé que cheminée avec double vitrage mieux qu'avec simple vitrage avec inclinaison 30° mieux que 45° et l'épaisseur de lame d'air 20cm mieux que 10cm.

CONCLUSION GÉNÉRALE

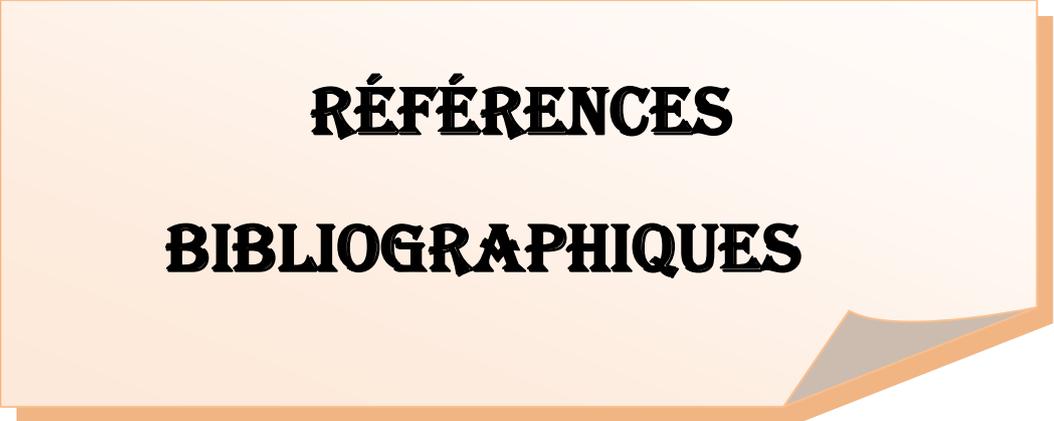
Conclusion générale

Le renouvellement de l'air est la principale source de déperditions thermiques dans une construction. Il faut donc réduire les besoins en assurant une bonne aération en privilégiant la ventilation naturelle. Dans le but de créer une ventilation naturelle, on a proposé un système de ventilation passif utilisant une cheminée solaire, qui a fait l'objet de notre travail.

L'objectif de cette expérience est de déterminer, le nombre de vitrage, l'épaisseur et l'inclinaison de la cheminée qui assurent les débits d'air importants, qui donnent par conséquent une puissance importante. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons réalisé une étude expérimentale.

Pour ce qui concerne l'étude expérimentale, nous avons abordé une étude comparative entre une cheminée à simple vitrage avec une autre à double vitrage, et nous avons étudié le comportement de la cheminée dans chaque cas, avec la variation d'angles d'inclinaison (30° et 45°) et l'épaisseur de lame d'air entre l'absorbeur et la vitre (10 cm et 20 cm). Cette étude nous a permis de tirer de multiples conclusions.

1. On a conclu à la fin que le système à double vitrage permet une bonne amélioration de la puissance de cheminée, par rapport à la cheminée à simple vitrage.
2. La température de l'air dans la cheminée solaire dépend de l'intensité du rayonnement solaire.
3. Le tirage thermique optimal correspond à une inclinaison d'angle de 30° par rapport à l'horizontale, et une épaisseur de lame d'air 20 cm
4. Le système a permis d'obtenir des températures d'air et des débits assez élevées à la sortie de la cheminée, favorables pour les exploiter dans la ventilation naturelle.
5. L'augmentation de l'épaisseur de lame d'air joue un rôle très important et augmente significativement le débit volumique de l'air sortant de la cheminée.



RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références

- ABBAZ.D**, Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un plancher solaire direct (PSD), Mémoire magister, Université Mentouri Constantine, 2013. page1.
- AKCHICHE.Z**, Etude de comportement d'une cheminée solaire en vue de l'isolation thermique, Mémoire magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2011, Pages (12, 51, 68, 70).
- BENARIMA.Z**, Amélioration de la capacité de l'absorbeur d'un distillateur solaire simple par l'ajout d'une Couche de sable, Mémoire master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2012, Pages 14.
- BEN CHEIKCH.H, OULD SIDI Med.M et DRAOUI.Y**, Conception et réalisation d'un séchoir solaire indirect opérant en mode convectif, Mémoire d'ingénieur d'état, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2011, Page 4.
- BENKHELIFA.A**, Modélisation et expérimentation d'un capteur solaire plan à eau Influence de l'intensité de l'éclairement solaire et de l'inclinaison du capteur solaire sur le rendement du capteur, Mémoire master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2012, Pages (2, 10, 12).
- Charbonneau Jean-Yves**, Confort thermique à l'intérieur d'un établissement, Bibliothèque nationale du Québec, 2004.
- H. M'Sellem et D. Alkama**, Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique - Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec, Revue des Energies Renouvelables Vol. 12 N°3, pp. 471 – 488 2009.
- KHALDIS**, Etude de la ventilation naturelle par la cheminée solaire, Mémoire magister, Université Abou Baker Belkaid Tlemcen, 2013, Pages 39.
- GHEDAMSI.R**, Elaboration d'un matériau de construction en vue de l'isolation thermique des bâtiments, Mémoire magister, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2013, Pages 12.
- Ministère de l'énergie et des mines**, Bilan Energétique National de l'année 2010, 2011.
- O.N.M** (organisation nationale de météorologie) de Ouargla.
- REBAHI.K**, Caractérisation des transferts de chaleur dans les matériaux de construction .Mise en marche d'un banc expérimental, Mémoire magister, Université Mentouri Constantine, 2006, Pages (28-33).
- SAIFI.N**, contribution à la conception des bâtiments à faible consommation d'énergie dans les zones arides, Thèse doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2015, Pages (18, 9, 60, 98).

Société Nationale de l'électricité et du gaz unité d'Ouargla, Sonalgaz, 2012.

TAYEBI.T, Processus de la convection naturelle laminaire dans une cheminée solaire, Mémoire magister, Université Mentouri Constantine, 2012, Page 1.

ZEGHIB.I, Etude et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique, Mémoire magister, Université Mentouri Constantine, 2005, Page 18.

<http://www.planete-energies.com>, (vu 12/03/2017).

ANNEXE

A- Les appareils utilisés :

A.1 : Mesure du rayonnement solaire

Le rayonnement global reçu sur la cheminée est mesuré en W/m^2 à l'aide d'un solarimètre et ceci durant la journée de l'expérience. Les résultats obtenus sont affichés sur un appareil à affichage numérique.



Figure A.1 : solarimètre à affichage numérique.

A.2 : Mesures des températures

La mesure des températures s'effectue à l'aide des thermocouples de type K dans plusieurs endroits de cheminée, T_e , T_{abs} , T_s , T_c , T_v .



Figure A.2: Thermocouple de type K.

A.3 : Mesure de la vitesse de l'air et du débit volumique :

La vitesse et le débit volumique de l'air à l'entrée et la sortie de la cheminée solaire sont mesurés à l'aide d'un anémomètre à fil chaud connecté à un appareil de marque C.A 1051 avec une précision de 0.01 m/s.



Figure A.3 : C.A 1051

B- Les caractéristiques thermo physiques de l'air :

$$C_p = 1008 \quad (\text{j/Kg. } ^\circ\text{C})$$

$$\rho = \frac{353\theta + 273}{\quad} \quad (\text{kg/m}^3)$$

Résumé :

Dans notre étude, on a présenté une technique permettant la ventilation naturelle pour les régions à climat chaud. Le mouvement d'air est généré à l'intérieur de l'espace par une cheminée solaire. Afin de prévoir le comportement de la cheminée, on a réalisé un dispositif expérimental, représenté par une cheminée solaire inclinée, à la position de sud pour capter le maximum de rayonnement solaire, avec dimensionnements (2m*1m), Le but de ce travail est de faire une étude comparative entre les performances issu d'une cheminée à simple vitrage et celui issu d'une cheminée à double vitrage. Et d'étudier l'influence d'angle d'inclinaison de la cheminée (on a fait l'angle 30° et 45°), et l'épaisseur de lame d'air (10cm, 20cm).

Les conclusions principales dérivées de l'étude expérimentale proposée sont les suivantes:

Les températures et la vitesse de l'air à la sortie de la cheminée dépend de l'intensité du rayonnement solaire. Et nous avons conclu que le système à double vitrage, comparé à celui d'un simple vitrage, peut donner satisfaction, en termes de puissance, avec angle d'inclinaison 30°, et épaisseur de lame d'air E=20cm

Mots clés: ventilation naturelle, cheminée solaire à simple vitrage, cheminée solaire à double vitrage, rayonnement solaire.

ملخص:

في دراستنا هذه، قمنا بتقديم تقنية تسمح بتحسين التهوية الطبيعية في المناطق ذات المناخ الحار حيث تم إنشاء حركة الهواء داخل الوسط باستعمال المدخنة الشمسية. و من أجل تحديد خصائص هذه المدخنة قمنا بإنشاء تركيب تجريبي، و المبتدل في مدخنة شمسية مائلة باتجاه الجنوب لاستقطاب أكبر شدة الإشعاع الشمسي، بأبعاد (2م، 1م) و الهدف من هذا العمل المقدم هو القيام بدراسة مقارنة الأداء بالنسبة للمدخنة الشمسية أحادية الزجاج مع المدخنة الشمسية ثنائية الزجاج، بالإضافة إلى دراسة تأثير زاوية ميل المدخنة (استخدمنا الزاوية 30° و 45°)، و سُمك فتحة الهواء (10سم، 20سم).
أهم ما توصلنا إليه من خلال هذه الدراسة ما يلي :

درجة الحرارة وسرعة الهواء عند مخرج المدخنة تعتمدان على شدة الإشعاع الشمسي. واستنتجنا بأن، المدخنة ثنائية الزجاج أفضل من مدخنة أحادية الزجاج، من ناحية القدرة مع زاوية الميل تقدر بـ 30°، و سُمك فتحة الهواء 20سم.

الكلمات المفتاحية :

التهوية الطبيعية، مدخنة شمسية أحادية الزجاج، مدخنة شمسية ثنائية الزجاج، الإشعاع الشمسي.

Abstract:

In our study, we present a technique for natural ventilation for hot climates. The movement of the air is generated inside the space by a solar chimney. In order to predict the behavior of the chimney we realized an experimental setup, represent by a solar chimney incline, facing the south position to catch the maximum sun radiation, with a dimension of (2m*1m), the purpose of this work is to do a comparative study between the performances of a chimney with a simple glazing and the one issued with the double glazing chimney. And study the influence of the inclination angle of the chimney (30° and 45°), and the thickness of the air blade (10cm, 20cm) .

The main conclusions derived from the experimental study of the proposed system are:

The efficiency of the system increases with the increase of the quantity of solar radiation. And we conclude that the system with double glazing, compared with that of a simple glazing, may give satisfaction, in terms of puissance, with inclination angle 30°, and air blade E=20cm.

Keywords:

Natural ventilation, simple-glazing chimney, double-glazing chimney, solar radiation.