

N° d'ordre : M...../GM/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE MASTER ACADEMIQUE

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Energétique

Thème

**DIMENSIONNEMENT D'UN CAPTEUR SOLAIRE A AIR POUR LE
CHAUFFAGE D'UN LOCAL.**

Présenté par :

- ❖ REKRIS Mohamed
- ❖ ABDERRAHIM Mohamed

Soutenu le 22 / 09 / 2022 devant le jury composé de :

Président	Pr. HOUAT Samir	Université de Mostaganem UMAB
Examineur	Dr. OULD SAID Belkacem	Université de Mostaganem UMAB
Encadreur	Pr. RETIEL Nouredine	Université de Mostaganem UMAB

Année Universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement ALLAH, le tout puissant qui a éclairé nos chemins, et pour la patience et la force qu'il nous a donné afin de réaliser ce travail.

Ce travail a été effectué dans la faculté des sciences et de la technologie sous la direction du **Pr. RETIEL Nouredine**. Nous lui exprimons particulièrement toute notre reconnaissance pour nous avoir fait bénéficier de ces compétences scientifiques, ses qualités humaines et sa constante disponibilité.

Sans oublier de remercier **Dr. OULD SAID Belkacem** pour ses multiples conseils et d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos chaleureux remerciement vont également au **Pr. HOUAT Samir** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Enfin, nous adressons nos vives reconnaissances à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail,

À nos parents, notre source de générosité

Et de leur patience tout au long de notre carrière scolaire.

Qu'Allah le tout puissant les protège, les prête bonnes santés et longue vie.

A nos chers frères,

A nos chères sœurs,

A toute nos familles,

A tous nos amis.

M.Rekris et M.Abderrahim

La liste des figures

La liste des figures :

Figure	Description	Page
Chapitre 01:		
Figure.1.1	Capteur solaire pour Production d'eau chaude.	6
Figure.1.2	Le phénomène de conduction sur une paroi.	11
Figure.1.3	Le phénomène de convection sur une paroi.	12
Chapitre 02 :		
Figure.2.1	Capteur solaire plan.	17
Figure.2.2	Capteur solaire a air vitré.	18
Figure.2.3	Capteur solaire sous vide	19
Figure.2.4	Principe de fonctionnement d'un capteur solaire.	20
Figure.2.5	Schéma représentant les différents facteurs (Transmission, Absorption et Réflexion) Dans le verre	21
Figure.2.6	Toute l'énergie transmise par le vitrage est absorbée par l'absorbeur.	22
Figure.2.7	Photo représente le coffre Le coffre fabriqué couramment en bois.	24
Figure.2.8	Production de l'électricité.	25
Chapitre 03 :		
Figure 3.1	Les temperatures dans le 15 janvier .	29
Figure 3.2	Irradiation globale journalière reçue sur un plan horizontal sur le territoire Algérien au mois de juillet.	29
Figure 3.3	Heures d'ensoleillement/jour.	30
Figure 4.3	Présentation du plan du local.	31
Figure 3.5	Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison.	32
Figure 3.6	Vue en coupe d'un mur intérieur.	33
Figure 3.7	Pic du rayonnement solaire	42

La liste des figures

Figure 3.8	Interaction du rayonnement solaire avec un vitrage.	43
Figure 3.9	Rôle de l'absorbeur.	43
Figure 3.10	Dessin du capteur.	48
Figure 3.11	Dessin du capteur final.	50

La liste des tableaux :

La liste des tableaux :

Tableau	Description	Page
Chapitre 01 :		
Tableau 1.1	Résistances thermique d'échange Rsi et Rse.	12
Chapitre 03 :		
Tableau 3.1	Tableau des températures du local	31
Tableau 3.2	Tableau des résistances totales du mur extérieur.	32
Tableau 3.3	Tableau des résistances totales du mur intérieur.	33
Tableau 3.4	La conductivité thermique pour les fenêtres et les portes.	34
Tableau 3.5	Les résultats des calculs des déperditions surfaciques.	40
Tableau 3.6	Déperdition totale.	42
Tableau 3.7	Résolution numérique à l'aide d'un tableur.	46

Nomenclature

Symboles latins

$C_{p_{air}}$ La chaleur massique de l'air [J/kg.K]

D_s déperditions surfacique [W]

D_{inf} les déperditions par infiltration d'air [W]

D_v les déperditions par renouvellement d'air [W]

h le coefficient de transfert de chaleur [$W/m^2.K$]

\dot{m} le débit volumique de l'air [m^3/h]

Nu_x le nombre de nusselt [-]

Pr le Nombre de Prandtl [-]

Re_x Nombre de Reynolds [-]

R_t la résistance thermique total [$m^2. °C/W$]

S_{net} la surface net du mur [m^2]

S_t la surface totale [m^2]

T Température [K]

$T_a=T_p$ température de paroi

T_{sat} Température de saturation [K]

ΔT Différence de Température [K]

U la coefficient de transfert thermique global [$W/m^2.K$]

v la vitesse de l'air [m/s]

V_t la volume totale [m^3]

X,Y Coordonnées adimensionnelles [-]

x,y Coordonnées dimensionnelles [m]

Symboles grecs

α Coefficient d'absorption

ε Coefficient d'émissivité

λ_{air} La conductivité de l'air [W/m.K]

μ Viscosité dynamique [Pa.s]

μ_{air} La viscosité dynamique de l'air [Pa.s]

ν Viscosité cinématique [m²/s]

ν_{air} La viscosité cinématique de l'air [m²/s]

ρ Masse volumique [kg/m³]

ρ_{air} La masse volumique de l'air [kg/m³]

σ Constant de Stefan-Boltzmann

SOMMAIRE

Sommaire :

	<u>Page</u>
Remerciement.....	i
Dédicace.....	ii
Liste des Figures.....	iii
Liste des Tableaux.....	vi
Nomenclature.....	vii
Résumé.....	1
Introduction générale.....	2
Chapitre 01 : Notions sur la thermique de bâtiment	
1. Introduction.....	4
1.2. Le besoin d'énergie dans les bâtiments.....	5
1.2.1. Le chauffage.....	5
1.2.2. L'eau chaude sanitaire.....	5
1.2.3. L'aération.....	6
1.2.4. La climatisation.....	6
1.3. Les types d'énergie renouvelable utilisée dans les bâtiments.....	7
1.3.1. Le solaire thermique.....	7
1.3.2. Le petit éolien.....	7
1.3.3. La biomasse	7
1.3.4. La géothermie.....	8
1.3.5. Le photovoltaïque	8
1.3.6. La cogénération	8
1.3.7. Les mix ENR	8
1.4. Le confort thermique	9
1.4.1. La température ambiante (ou de consigne)	9
1.4.2. La température de paroi Les	9
1.4.3. Le mode de chauffage	10
1.4.4. Le mouvement d'air	10

SOMMAIRE

1.4.5. L'occupant	10
1.5. Les modes de transfert de chaleur	11
1.5.1. Définition du transfert thermique.....	11
1.5.1.1. Transfert thermique par conduction.....	11
1.5.1.2. Transfert thermique par convection.....	11
1.5.1.3. Transfert thermique par rayonnement.....	12
1.5.2. La résistance thermique d'un matériau (R).....	12
1.5.3. La résistance superficielle d'une paroi R_{se} et R_{si}	12
1.6. Les déperditions thermiques	13
1.6.1. Définition.....	13
1.6.2. Les type des déperditions thermiques.....	13
1.6.2.1. Déperdition surfacique.....	13
1.6.2.2. Les ponts thermiques.....	13
1.6.2.3. Renouvellement d'air.....	14
1.6.2.4. Déperdition par infiltration d'air.....	14

Chapitre 02 : Généralité sur les capteurs solaires

2. Généralité sur les capteurs solaires.....	16
2.1. Définition.....	16
2.2. Classification des capteurs solaires a air	16
2.3. Les type des capteurs solaires à air	16
2.3.1. Capteur plan a air	16
2.3.2. Capteur solaire a air sans vitrage : (aussi appelé capteur "moquette").....	17
2.3.3. Capteur solaire a air vitré	17
2.3.4. Le capteur sous vide	18
2.4. Principe de fonctionnement du capteur solaire	19
2.4.1. Le principal composant d'un capteur solaire plan a air	20
2.4.1.1. les couvertures	20
2.4.1.1.1. Le verre	20
2.4.1.1.2. Polycarbonates.....	21
2.4.1.2. Absorbeur.....	22
2.4.2. Les matériaux utilisés sont	23
2.4.2.1. Fluide caloporteur	23

SOMMAIRE

2.4.2.2. Isolant	23
2.4.2.3. Le coffre	23
2.5. Domaines d'application des capteurs solaire	24
2.5.1. L'électrification	24
2.5.2. La climatisation	25
2.5.3. Le chauffage d'eau et l'air.....	25
2.5.4. L'agriculture	26

Chapitre 03 : Présentation du projet et calcul

3. Présentation du projet et calcul	28
3.1. Introduction	28
3.2. Présentation de la ville de Mostaganem	28
3.2.1. Localisation géographique	28
3.2.2. Gisement solaire a Mostaganem	29
3.2.2.1. Les températures	30
3.2.2.2. L'ensoleillement	30
3.3. Description du local étudié	30
3.3.1. Présentation du local	30
3.4. Composition de la paroi	31
3.4.1. Murs extérieur	31
3.4.2. Murs intérieur	32
3.4.3. Porte et fenêtre	34
3.5. Bilan thermique du local	34
3.5.1. Déperditions et apports calorifique	34
3.5.1.1. Déperditions surfacique	34
3.5.1.2 déperditions par renouvellement d'air	40
3.6. Bilan thermique et dimensionnement du capteur solaire à air	42
3.6.1. Bilan thermique du capteur	42
3.6.2. Dimensionnement du capteur solaire	46
Conclusion.....	52
Référence	53

Résume

Dans ce projet nous avons étudié analytiquement comment chauffer un local en utilisant un capteur solaire à air. notre objectif est d'étudier le gisement solaire et déterminer le rayonnement solaire à Mostaganem puis calculer les déperditions total (à travers les parois, par infiltration et par renouvellement d'air). Après, nous étudions le bilan énergétique du capteur solaire thermique à air pour le dimensionner afin qu'il assure le chauffage du local.

abstract

In this project we studied analytically how to heat a room using an air solar collector. our objective is to study the solar field and determine the solar radiation in Mostaganem then calculate the total losses (through the walls, by infiltration and by air renewal). Afterwards, we study the energy balance of the solar thermal air collector to size it so that it provides heating for the room.

ملخص

في هذا المشروع درسنا بشكل تحليلي كيفية تسخين غرفة باستخدام مجمع شمسي هوائي. هدفنا دراسة المجال الشمسي وتحديد الإشعاع الشمسي في مستغانم ثم حساب الخسائر الكلية (عبر الجدران ، بالتسلل وتجديد الهواء). بعد ذلك ، نقوم بدراسة توازن الطاقة لمجمع الهواء الشمسي الحراري من أجل تحديد حجمه بحيث يوفر تدفئة للغرفة.

Introduction général

Introduction général :

Dans notre époque la consommation d'énergies fossiles est devenue très exploiter et très cher. En plus, ces énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, ...etc.) sont polluantes et pas durable ce qui nous amène à réfléchir à d'autres énergies abondamment disponibles et qui constitue un potentiel dépassent la demande en la matière.

Les énergies renouvelable sont des énergies permanent, écologique et aide à lutter contre l'effet de serre, en réduisant notamment les rejets de gaz carbonique dans l'atmosphère c'est pourquoi il nécessaire de promouvoir sous toutes leurs formes: solaire, éolienne, géothermique, biomasse, hydraulique, etc.

L'énergie la plus dominante est l'énergie solaire qui assure la vie sur Terre, et qui a été exploitée par l'homme depuis très longtemps, sous diverses formes. Notre pays, l'Algérie, possède un gisement solaire parmi le premier sur l'échelle mondial. Dans ce contexte l'énergie solaire apparaît comme une source importante telle que la quantité d'énergie solaire qui arrive sur la surface de terre dans un jour est dix fois plus que l'énergie consommée.

Dans le cadre de ce travail, nous allons nous intéresser à l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment par voie thermique en utilisant un capteur solaire plan pour la production de l'air chaud au but de chauffer un local qui situer au dernier étage d'une maison et mais très loin du réseau du chauffage central. Tout d'abord, nous évaluons les déperditions du local puis nous dimensionnons un capteur solaire pour produire un débit d'air chaud nécessaire pour remplacer les déperditions thermique du local en utilisant un ventilateur pour souffler l'air chaud produite par le capteur solaire de l'extérieur vers l'intérieur.

L'application de la thermique nécessite d'examiner dans sa façon la plus générique, l'isolation du bâtiment, de comprendre les phénomènes des déperditions de chaleur, du transfert de la vapeur d'eau mais aussi les caractéristique de chaque matériau dans un but final, celui de l'isolation.

Cette étude est faite pour montrer en premier lieu la nécessité de l'intégration des capteurs solaires dans la conception architecturale en répondant aux deux besoins énergétiques: la chaleur et électricité. En deuxième lieu, de concevoir des bâtiments a zéro énergie en utilisant les paramètres de l'architecture solaire passive, pour assurer un avenir durable et un environnement sain.

Chapitre 01 :
Notions sur la thermique de bâtiment

1. Introduction :

Les différents éléments : soleil, pluie, vent «caractérisent les ambiances partout et tout moment. Une bonne conception du bâtiment est essentielle pour assurer le confort par l'utilisation judicieuse des dispositifs techniques, architecturaux et constructifs, apportant les conditions thermiques les plus adéquats, tels que le type des protections solaires, inertie thermique suffisante, orientation, ventilation naturelle, charge interne électrique faible en été. La prise en compte de ces techniques, dès la phase amont de la conception, garantit non seulement le confort attendu mais évite le recours aux dispositifs actifs et qui seront coûteux pour rétablir le bien être des individus. Le confort thermique intérieur d'hiver de sa part, repose sur des principes notamment de protection contre le froid, alors que la stratégie nocturne s'appuie sur le principe de bien distribuer la chaleur emmagasinée dans la structure.

« L'architecte qui conçoit un bâtiment avec la volonté de maîtriser les phénomènes thermiques qui s'y produisent en période froide, a besoin d'informations relatives à la conception globale, celle qui lui permet de figer les grandes lignes de son projet». La compréhension du concept climat représente un élément crucial dans la conception de l'espace habité, l'exemple du climat méditerranéen qui est caractérisé par une combinaison des valeurs élevées de température et d'humidité de l'air dans les période chaude d'été et basse température en hiver qui peuvent produire des conditions inconfortables en période d'hiver, des stratégies adéquates sont nécessaires afin de créer une symbiose parfaite avec l'environnement.

A notre époque où l'énergie est devenue très chère alors que le monde est à la recherche de nouvelles sources d'énergie renouvelable pour obtenir le confort thermique dans les bâtiments.

1.2. Le besoin d'énergie dans les bâtiments [1]:

Le secteur de bâtiment est en continuelle croissance. La surface immobilière mondiale a plus que doublé depuis 1990 et le monde construira l'équivalent de la ville de Paris chaque semaine jusqu'en 2060 et cela entraîne une grande consommation d'énergie tel que l'électricité près de la moitié. Le gaz occupe la 2^e place même s'il reste l'énergie principale utilisée pour le chauffage et le besoin d'énergie dans les bâtiments nous le retrouvons ainsi

1.2.1. Le chauffage :

Assure le confort thermique des utilisateurs il répond également a leurs besoins en termes de fourniture d'eau chaude sanitaire. le chauffage comprend généralement un générateur comme une chaudière, un capteur solaire ou une pompe a chaleur,... qui alimente un ou plusieurs émetteurs de chaleur comme des radiateurs ou un plancher chauffant.

1.2.2. L'eau chaude sanitaire :

L'eau chaude sanitaire (ECS) est un réseau d'eau chauffée à usage domestique et sanitaire. L'eau peut être réchauffée à l'aide d'un chauffe-eau ou par un circuit de chauffe dédié à cette utilisation dans une chaudière mixte.

La **production d'eau chaude sanitaire** est un poste important dans des usages tels qu'hôtels, internats, gymnases, écoles, ... Mais également dans l'habitat car les besoins de confort et sanitaires sont croissants.

Les besoins d'eau chaude sanitaire sont de fait plus prépondérants dans le BBC ou bâtiment basse consommation. En effet celui-ci étant de plus en plus isolé thermiquement, le poste chauffage est en perpétuelle décroissance. Et le poste de **consommation d'eau chaude sanitaire** croît de ce fait.

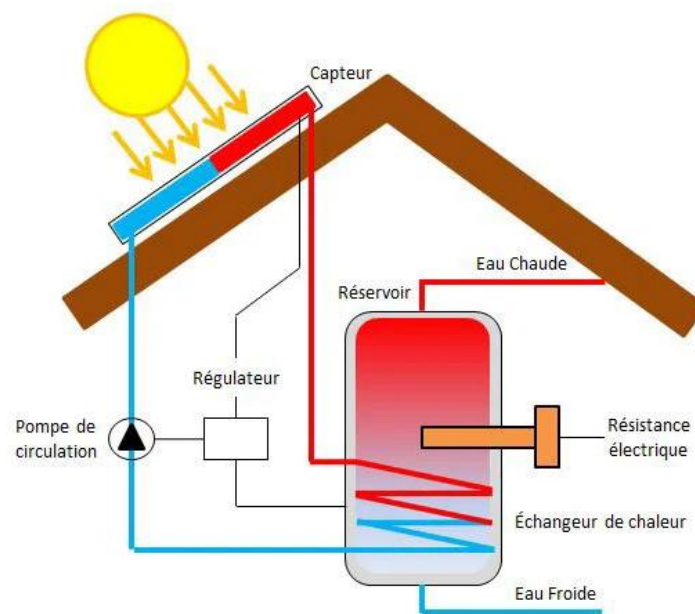


Figure 1.1 : Capteur solaire pour Production d'eau chaude.

1.2.3. L'aération :

L'aération d'une maison est quelque chose d'essentiel pour s'assurer une bonne hygiène de vie. En effet, si la pollution atmosphérique à l'extérieur de la maison est bien connue, la pollution au sein même de l'habitation l'est moins... Il s'agit véritablement d'un problème de santé publique auquel il faut remédier : remplacer l'air vicié par de l'air sain peut se faire de diverses façons, par des moyens plus ou moins complexes.

1.2.4. La climatisation :

La climatisation permet de maintenir le confort et les caractéristiques de l'air ambiant dans des valeurs de température, d'humidité et de qualité de l'air pour le ressenti humain ou pour maintenir un processus (exemple climatisation de Datacenter). Dans des conditions plus simple de confort où seul un abaissement de la température ambiante est requis, sans traitement de l'humidité ambiante, nous parlerons plus de « rafraîchissement ».

Un bâtiment bien conçu sur le plan énergétique se caractérise par:

- Une bonne enveloppe thermique disposant d'une protection thermique estivale suffisante.
- De faibles déperditions de chaleur par le biais de l'aération (aération douce).
- Un système de chauffage efficient fonctionnant aux énergies renouvelables.
- Une part élevée d'autoproduction électrique.
- Des appareils et installations peu exigeants sur le plan de la consommation d'électricité.

1.3. Les types d'énergie renouvelable utilisée dans les bâtiments [2]:

Dans le cadre des rénovations et de la construction neuve, l'intégration des énergies renouvelables permettra aux bâtiments de réduire leurs besoins extérieurs en énergie, voire d'être en surplus de production. Petit rappel des possibilités de production renouvelable dans les bâtiments. Les principales Energie renouvelable (ENR) à considérer sont :

1.3.1. Le solaire thermique :

Il est l'équipement ENR le plus simple et facile à installer et à amortir, son utilisation doit donc être généralisée. Utilisé depuis de nombreuses années, sa fiabilité n'est plus à démontrer. A part les immeubles de bureau utilisant peu d'ECS, il peut être posé sur tout type de

bâtiment. Il fonctionne bien sous toutes les latitudes et peut être récupéré par un locataire changeant de logement. Il ne présente aucun inconvénient pour les utilisateurs (il occupe la même place qu'un ballon électrique classique). Le seul réel inconvénient est la mauvaise exposition de certains bâtiments.

1.3.2. Le petit éolien :

Cette source d'énergie est peu rentable quand elle est liée à l'habitat et ne présente donc aucun intérêt pour le secteur. Pour des raisons de confort et de sécurité, on ne place sur des bâtiments que de toutes petites éoliennes, dont la production est anecdotique. Pour autant, certains peuvent avoir envie d'investir dans l'éolien moyen, si le lieu choisi possède un réel potentiel, mais il faudrait alors, pour dynamiser ces productions, assouplir les règles d'implantation des installations pour qu'un simple permis de travaux soit suffisant.

1.3.3. La biomasse :

On peut distinguer la bio masse solide (bois, paille et autre déchets agricoles) de la bio masse liquide (huiles végétales). Tous ces produits sont utilisés pour produire de la chaleur destinée au chauffage des locaux et à la production d'ECS. Le principal avantage de cette ER est son potentiel calorifique et sa disponibilité. Coté disponibilité et distribution, chaque région serait capable de produire du combustible en quantité importante, limitant les transports et offrant un combustible à faible énergie grise. Par contre, développer le chauffage bois ou dérivés nécessite de préparer la filière agricole à ce marché et de ne plus mettre sur le marché des appareils polluants mais de développer les produits performants (poêles de masse ou à inertie, poêles et chaudières à granulés si la production des granulés est bien planifiée en amont).

1.3.4. La géothermie :

Elle représente une source d'ENR gratuite et inépuisable. Seul bémol, son captage demande des dépenses d'énergie électrique. Les particuliers optent plutôt pour un captage en surface mais cette technique éteint très vite ses limites. Les gros projets préfèrent à raison des pieux géothermiques, plus chers, mais plus efficaces. Une remarque importante toutefois est la nécessité d'interdire les gaz trop dangereux circulant dans les pompes à chaleur.

1.3.5. Le photovoltaïque :

Cette ENR en produisant de l'électricité est une alternative au nucléaire. Elle utilise un espace généralement libre que sont les toitures, et entre très peu en concurrence avec les capteurs thermiques. La multiplication des toitures photovoltaïques aurait l'avantage de produire de l'énergie au plus près des consommations, en limitant les pertes de charges dues au transport. Ainsi un ajustement des tarifs de rachat avec ceux des ventes des panneaux pourrait déboucher sur des situations où la revente de l'énergie ne serait plus indispensable pour rentabiliser une installation, mais où l'auto consommation serait optimisée.

1.3.6. La cogénération :

Cela consiste à produire de l'électricité en même temps que de la chaleur. Ce n'est pas une ENR à proprement parler, mais la démarche est intéressante si le combustible est durable. Les installations fonctionnent pour l'instant essentiellement au gaz fossile, et pourraient facilement dévier sur du bio gaz. Il y a un avenir dans les unités fonctionnant au bois et il pourrait y avoir une incitation à la production décentralisée d'électricité, avec des tarifs de rachat plus favorables.

1.3.7 Les mix ENR :

L'assemblage de deux ou plusieurs ENR est parfois intéressant (géothermie et éolien, géothermie et photovoltaïque ou géothermie et solaire thermique).

Le fait de mutualiser les installations est enfin aussi très efficace. Cela permet de mettre en place de plus grosses unités de production, donc optimisées et plus efficaces. Les coûts de maintenance sont aussi réduits et ceci est conforme aux volontés de diminuer l'étalement urbain.

1.4. Le confort thermique [3]:

Le confort thermique est une sensation liée à la chaleur qui est propre à chacun. En hiver, un bon confort thermique doit garantir une sensation suffisante de chaleur. En été, il doit limiter cette chaleur pour éviter les surchauffes. Les différents critères qui influencent ce confort thermique :

- La température ambiante (ou de consigne)
- La température des parois

- Le mode chauffage
- Les mouvements d'air
- L'occupant

1.4.1. La température ambiante (ou de consigne) :

C'est le premier critère qui vient à l'esprit, qui même s'il est déterminant, n'est pas le seul. Pour obtenir un confort thermique satisfaisant, il faut paramétrer une température de consigne suffisante. On a l'habitude de dire que la température ambiante de confort se situe entre 19°C et 20°C. Attention à ne pas surchauffer car passer de 20°C à 21°C entraîne une surconsommation d'énergie d'environ 7%. La nuit et en période d'inoccupation, cette température pourra être abaissée de 2 à 3°C grâce à la régulation du chauffage.

1.4.2. La température de paroi :

La température des parois a une grande influence sur la température ressentie. Pour calculer simplement la température ressentie, il faut faire la moyenne entre la température des parois et la température ambiante. Par exemple, pour une température d'ambiance de 20°C :

- Cas n°1 : Température de paroi de 16°C : la température ressentie sera de 18°C.
- Cas n°2 : Température de paroi de 19°C : la température ressentie sera de 19,5°C.

1.4.3. Le mode de chauffage :

L'air en mouvement est utilisé pour transférer la chaleur du système de chauffage vers les occupants. De fait, l'air chaud remonte et l'air froid reste au niveau du sol. En conséquence, il se crée une stratification de l'air (plus chaud en haut qu'en bas) qui provoque un inconfort thermique (froid aux pieds). De plus, le chauffage par convection tend à assécher l'air, ce qui peut être désagréable. On trouve parfois un humidificateur d'air accolé au convecteur pour limiter ce ressenti (réserve d'eau liquide). Aussi, les convecteurs peuvent accentuer la sensation de courant d'air qui provoque de l'inconfort et oblige à chauffer plus. Enfin, ces éléments de chauffage sont très chauds (autour de 90°C sur le corps de chauffe), ce qui peut poser des problèmes de sécurité chez les enfants. Les « convecteurs » (ou « grilles pains ») ou autres « soufflants » sont donc à éviter notamment quand les volumes à chauffer sont importantes.

1.4.4. Le mouvement d'air :

Les mouvements d'air accentuent les échanges de chaleur par convection. Par exemple, quand la météo affiche une température réelle de 0°C, la température ressentie peut être de -7°C sous l'effet du vent. L'homme perçoit les mouvements d'air à partir d'une vitesse de 0.2m/s (0,7 km/h). Pour éviter ces flux d'air, on peut mettre en place une ventilation mécanique qui assure une vitesse de l'air assez faible. Cette vitesse est plus difficile à gérer dans le cas d'une ventilation naturelle. Le choix du chauffage est également important.

1.4.5. L'occupant :

En fonction de sa sensibilité, de son activité et de sa tenue, l'occupant va également avoir une influence sur le confort thermique. Plus l'occupant a une activité physique soutenue et plus il est habillé chaudement, plus la température de consigne pourra être faible. Porter des pulls en hiver est donc un bon moyen de conservation de la chaleur.

1.5. Les modes de transfert de chaleur [1]:

1.5.1. Définition du transfert thermique :

Un transfert thermique est le transfert d'énergie thermique d'une source à une autre, il se transmet spontanément de celui qui a la température la plus élevée à celui qui a la température la moins élevée. C'est un transfert d'énergie irréversible.

Φ : densité de flux thermique (w/m^2). $\Phi = \Delta T \times R \times S$ (La loi fondamentale du Fourier).

Il existe trois (3) types de transfert thermique qui se situe comme suit :

1.5.1.1. Transfert thermique par conduction :

C'est la transmission d'énergie de proche en proche dans la partie solide d'un matériau (Plus le matériau est isolant, moins il y a de conduction).

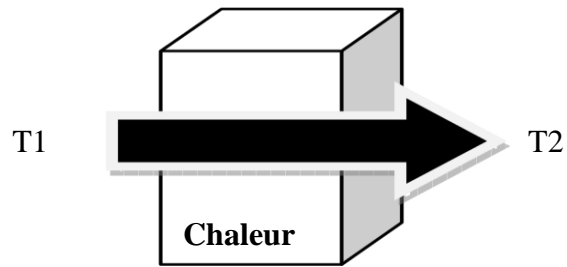


Figure 1.2: Le phénomène de conduction sur une paroi.

1.5.1.2. Transfert thermique par convection :

Ce mécanisme de transfert de chaleur est propre aux fluides (gaz ou liquide). L'air circule par différence de température entre deux points en raison de la variation de masse volumique. (Plus l'air est immobile moins il y a de convection).

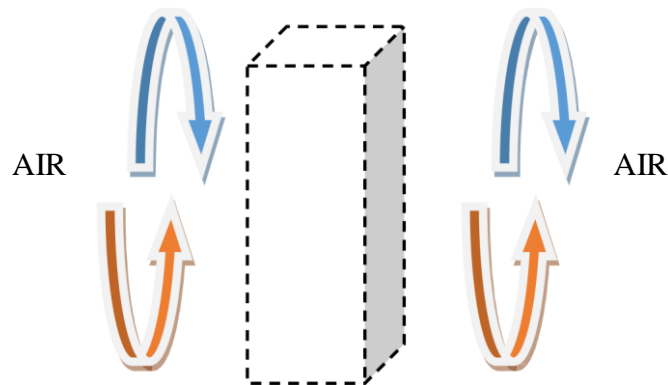


Figure 1.3: Le phénomène de convection sur une paroi.

1.5.1.3. Transfert thermique par rayonnement :

C'est le transfert de chaleur d'un élément à un autre par onde électromagnétique sans contact direct. Ce type de transfert ne nécessite pas de support matériel, il peut se produire même dans le vide (plus l'émissivité du matériau est faible, moins il y aura de transfert par rayonnement).

1.5.2. La résistance thermique d'un matériau (R) :

Elle dépend du λ (lambda) et de l'épaisseur (e) du matériau.

$$R = \frac{e}{k}$$

R = résistance thermique en $m^2.K/w$

e = épaisseur du matériau exprimée en m

λ = conductivité thermique du matériau $W/(m.k)$

1.5.3. La résistance superficielle d'une paroi R_{se} et R_{si} :

Chaque paroi génère des résistances superficielles en fonction de sa nature et du sens du flux de chaleur. Conventionnellement admises dans les calculs thermiques d'un projet pour tenir compte des échanges thermiques par convection et rayonnement.

- La résistance à l'échange thermique sur la surface extérieure est : **$R_{se} = 1/h_{se}$** .

- La résistance a l'échange thermique sur la surface intérieur est : $R_{si}=1/h_{si}$.

Tableau 1.1: Résistances thermique d'échange R_{si} et R_{se} .

direction du flux de chaleur	ascendant	Horizontal	descendant
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

1.6. Les déperditions thermiques [3]:

1.6.1. Définition :

On parle de déperdition thermique lorsqu'un bâtiment subit des pertes de chaleur à travers les murs, les ouvrants ou le toit. C'est le contraire de l'isolation thermique. Cette déperdition est une des causes qui peuvent aggraver votre consommation d'énergie. Les déperditions thermiques sont calculées en Watts. Elles tiennent compte de l'écart de température intérieure et température extérieure. (Plus le mur sera isolé moins y aura la déperdition.).

1.6.2. Les type des déperditions thermiques :

1.6.2.1. Déperdition surfacique :

$$D_s = U \cdot S \cdot \Delta T = U \cdot S (T_{int} - T_{ext})$$

On va utiliser l'annexe des températures du sol et du terre-plein afin de calculer les déperditions à travers le sol.

1.6.2.2. Les ponts thermiques :

Les ponts thermiques sont des points de jonction où l'isolation n'est pas continue et qui provoquent des pertes de chaleur.

$$D_L = \Psi \cdot L \cdot \Delta T$$

Ψ : coefficient linéique de pont thermique.

Si la valeur de $U < 1$ du mur extérieur isolé : $\Psi = 0,5$

Si la valeur de $1 < U < 1,5$ du mur extérieur isolé : $\Psi = 1,5 - U$

Si la valeur de $U > 1,5$ du mur extérieur isolé : $\Psi = 0$

- On va prendre en considération la majoration dans les calculs des ponts thermique en utilisant l'annexe des majorations à appliquer au renouvellement naturel.

Majoration : $M = 20 \%$  $DL = 0,2DS$

1.6.2.3. Renouvellement d'air :

$$D_s = D_a = C_a \cdot V \cdot N \cdot \Delta T$$

$C_a = 0,34 \text{ w/m}^3$ capacité thermique de l'air

N = taux de renouvellement : une fois/h pour les petites locaux moins de 100 m^3 , et à partir de 100 m^3 jusqu'au 500 m^3 $N=0,75$ fois/h, et à partir de 500 m^3 jusqu'au 1000 m^3 $N=0,5$ fois /h.

1.6.2.4. Déperdition par infiltration d'air :

Les échanges qui se font à travers les orifices de ventilations et les contours et mal étanches.

$$D_{\text{inf}} = F_{\text{inf}} \cdot L \cdot \Delta T$$

L = périmètre (m)

Chapitre 02 :
Généralité sur les capteurs solaires

2. Généralité sur les capteurs solaires.

2.1. Définition [4]:

Le capteur solaire est un dispositif conçu pour recueillir l'énergie transportée par les radiations solaires, la convertir en énergie calorifique et la transmettre à un fluide caloporteur, il combine deux principes physiques : Les effets de serre et du corps noir.

Nous distinguons principalement deux types de capteur solaire : le capteur solaire thermique et le capteur solaire photovoltaïque.

2.2. Classification des capteurs solaires a air [5]:

La classification des capteurs solaires plans à air repose sur plusieurs critères, on cite à titre d'exemple.

- selon la forme de l'absorbeur
- selon le nombre de couvertures transparentes
- selon le nombre de veine d'air en écoulement et sa disposition vis-à-vis de l'absorbeur

En fonction de la forme de l'absorbeur, on distingue trois grandes catégories de capteurs à air:

- capteurs à absorbeur perméable
- capteurs à absorbeur à géométrie variable
- capteurs à absorbeur plan.

2.3. Les types des capteurs solaires à air [6]:

2.3.1 Capteur plan a air :

Les capteurs plans à air sont munis d'une couverture transparente qui laisse passer la plus grande partie du rayonnement solaire et évitent le refroidissement de l'absorbeur. Les échanges par convection entre celui-ci et la couverture transparente sont réduits, de même que l'émission du rayonnement infrarouge de l'absorbeur. C'est le principe de « l'effet de serre ». Une isolation thermique est disposée à l'arrière et sur la périphérie du capteur pour limiter les déperditions par conduction.

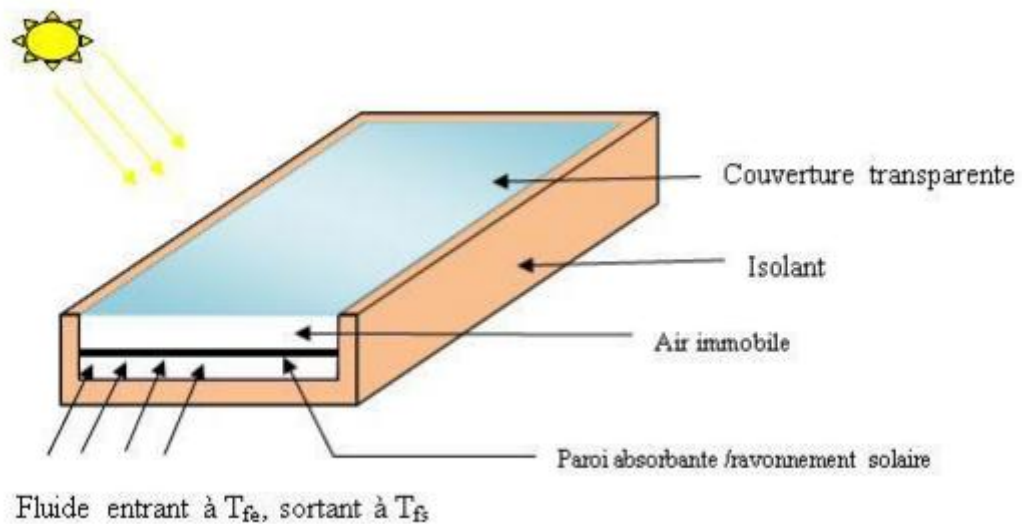


Figure.2.1 : Capteur solaire plan.

2.3.1. Capteur solaire a air sans vitrage : (aussi appelé capteur "moquette")

Il ne comporte pas de couverture et est souvent constitué uniquement :

- d'absorbants (métalliques ou en plastique).
- de faisceaux de tubes cylindriques ou ovalisés parcourus par de l'air (fluide caloporteur). Cet air se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes.

Les pertes thermiques étant dans ce cas élevées.

Il est peu sensible à l'angle d'incidence du rayonnement.

Les températures courantes de fonctionnement ne dépassent

Jamais 30°C.

2.3.2. Capteur solaire a air vitré :

Le capteur muni d'une couverture transparente, souvent appelé « capteur vitré », est le plus utilisé, car il correspond au domaine d'application le plus courant : le chauffage de l'eau sanitaire et le chauffage des locaux.

La température d'utilisation est en général inférieure à 70 °C.

Plus rarement, un capteur vitré, muni d'une couverture transparente de type « double vitrage », permet d'atteindre des températures de fonctionnement de l'ordre de 100 °C.

Le capteur vitré est constitué de différents composants.

- .le coffre.
- .l'isolation thermique.
- l'absorbeur.
- la couverture transparente.

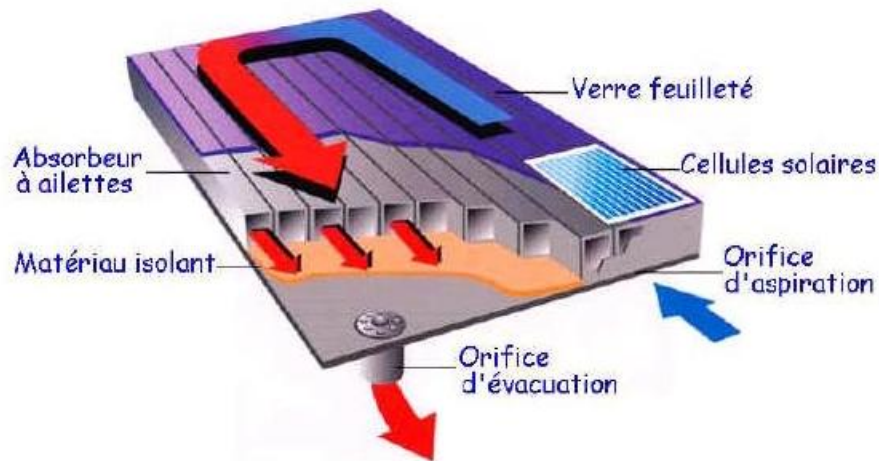


Figure.2.2 : Capteur solaire a air vitré.

2.3.4. Le capteur sous vide :

Ce type de capteur utilise le vide comme isolation thermique, il possède donc un très bon rendement à hautes températures. Il est composé :

- D'une série de tubes de verre sous vide, de faible diamètre (jusqu'à une quinzaine de centimètres).
- D'un absorbeur à l'intérieur des tubes de verre.
- Des tubes en cuivre à l'intérieur d'un tube de verre. Ces tubes en cuivre sont parcourus par un fluide caloporteur.

Cet air se réchauffe au fil de l'écoulement dans les tubes. Grâce aux propriétés isolantes du vide, les déperditions de chaleur par convection sont fortement réduites. Ceci permet de chauffer l'air à une température comprise entre 85°C et 100°C.

De telles températures élevées sont requises pour des applications industrielles utilisant de l'eau très chaude ou de la vapeur.

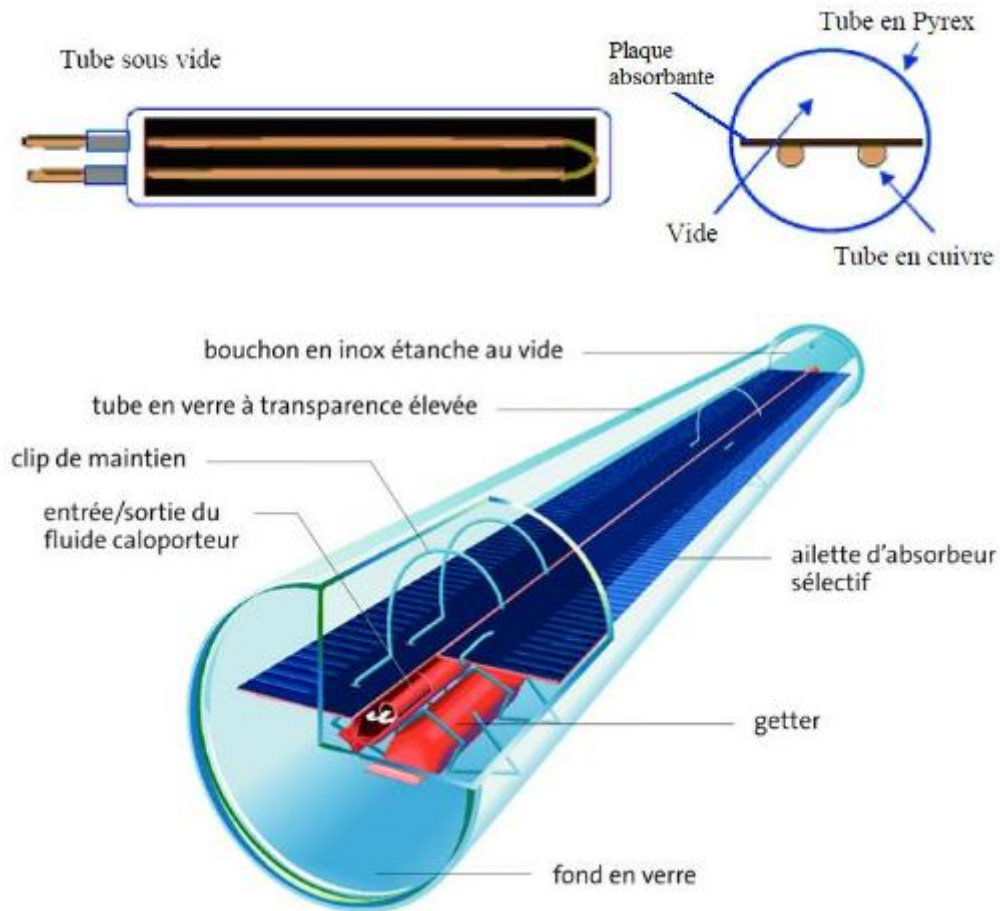


Figure.2.3 : Capteur solaire sous vide

2.4. Principe de fonctionnement du capteur solaire [7]:

Le principe du capteur solaire à air est celui de l'effet de serre maximisé par le verre. Qui n'a jamais ressenti une sensation de chaleur en travaillant derrière une vitre baignée de soleil ou en restant dans un véhicule en plein soleil ? En se basant sur ce mécanisme du rayonnement solaire, l'accumulation de chaleur au sein du caisson vitré qui joue le rôle de capteur solaire à air est transformé en chauffage, ensuite propulsé dans les pièces intérieures.

Pour augmenter l'efficacité du capteur solaire à air, sa conception a été pensée pour maximiser l'accumulation de chaleur au sein du panneau. Ainsi, le capteur se présente sous forme de caisson vitré, dans lequel des matériaux sont placés pour former des obstacles qui rallongeront le temps de trajet de l'air chaud et donc maximiseront son accumulation.

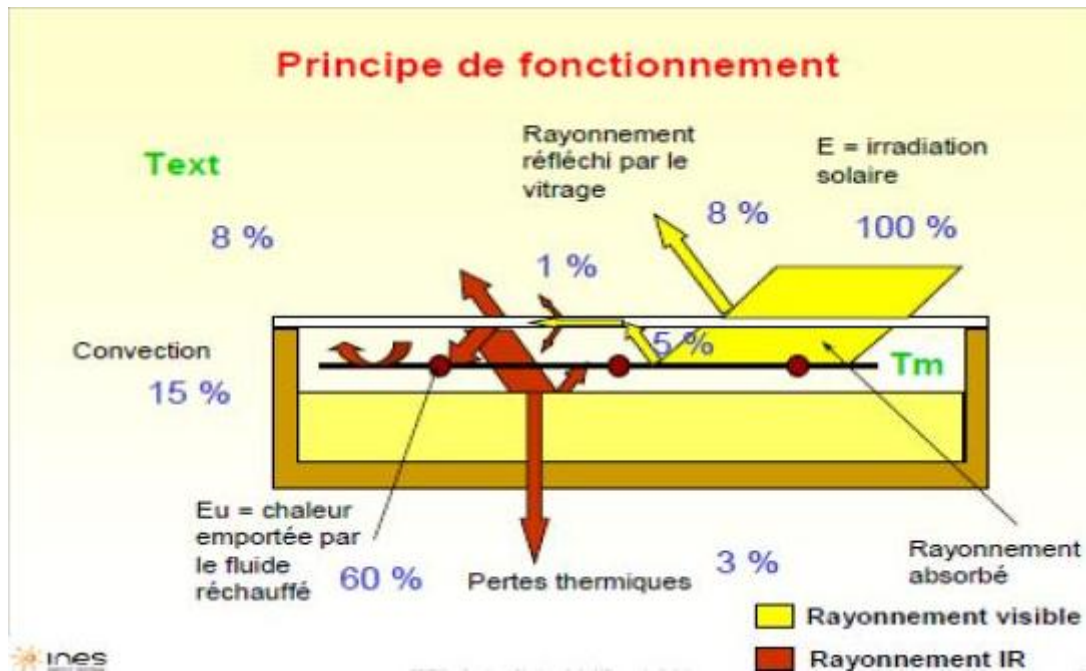


Figure.2.4 : Principe de fonctionnement d'un capteur solaire.

2.4.1. Le principal composant d'un capteur solaire plan a air :

2.4.1.1. les couvertures :

2.4.1.1.1. Le verre :

Ce type de couverture laisse passer entre 84% et 92 % du rayonnement solaire sous une incidence normale, pour une lame de verre de 3mm d'épaisseur, la transmission du verre au rayonnement solaire dépend de la teneur de ce matériau en oxyde de fer (Fe_2O_3), qui absorbe éventuellement les rayonnements de grandes longueurs d'onde de la lumière solaire, et colore en vert 1 tranche des vitres, les expressions montrent que c'est pour des faibles quantités en (Fe_2O_3) qu'on espère obtenir de bonnes valeurs de transmission de l'ordre de 92%.

Le verre reste le matériau de prédilection. Il peut cependant subir des transformations afin d'améliorer ses qualités.

Le verre trempé a une très bonne résistance aux chocs (chute de grêle). L'ajout de couches d'oxydes métalliques permet d'obtenir des verres sélectifs qui retiennent d'autant mieux les infrarouges (effet de serre).

On utilise aussi des verres polis ou prismes qui réfléchissent moins les rayonnements dont les angles d'incidences sont supérieurs à 45° .

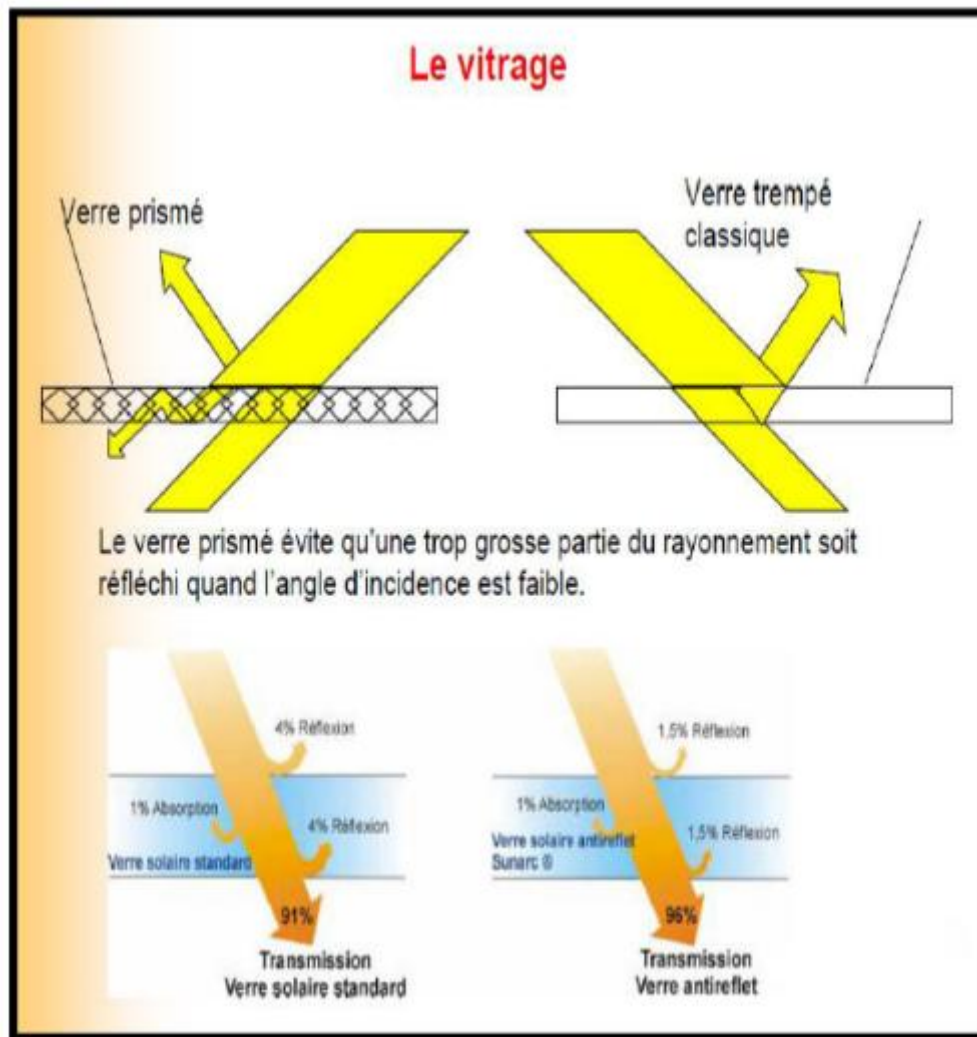


Figure. 2.5 : Schéma représentant les différents facteurs (Transmission, Absorption et Réflexion) Dans le verre.

2.4.1.1.2. Polycarbonates :

Sont des dérivés de matière plastique à double et à triple lames très fine reliées entre elles par une multitude de parois pour former des cavités alvéolaires, ces dernières réduisent le mouvement de l'air incarcéré dans cet espace, et permettent de minimiser les pertes thermique par convection vers l'avant, leur coefficient de transmission au rayonnement solaire est de l'ordre de 83 % sous une incidence normale à l'état neuf qui diminue légèrement avec le temps (79% au bout de cinq ans). Les polycarbonates présentent l'avantage d'avoir une bonne résistance aux chocs mécaniques et une faible densité, qui leurs permettent d'avoir une faible inertie thermique.

2.4.1.2. Absorbeur :

L'absorbeur est l'élément principal dans le fonctionnement d'un capteur plan, c'est une surface constituée d'un corps noir de trois fonctions :

- Absorber le rayonnement solaire.
- Le transformer en chaleur.
- Transmettre cette chaleur au fluide caloporteur.

Le choix d'un absorbeur revient à l'analyse de :

1. Facteur d'absorption aussi voisin que possible de l'unité.
2. Pouvoir émissif dans l'infrarouge aussi faible que possible.
3. Bonne conductivité thermique.
4. Faible inertie thermique.

Pour absorber au maximum l'énergie rayonnée du soleil, il suffit d'une surface plane placée de façon judicieuse (étude de l'inclinaison et de l'orientation); cette surface doit être douée du coefficient d'absorption de la couche superficielle le plus élevée possible.

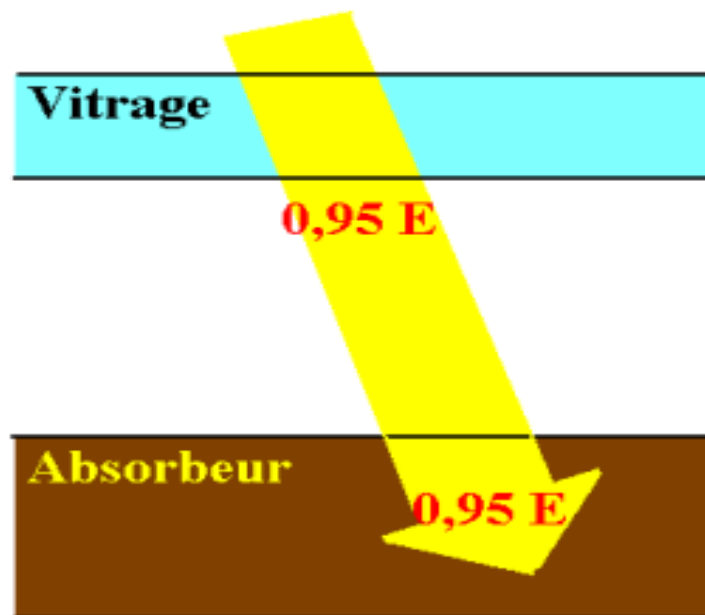


Figure.2.6 : Toute l'énergie transmise par le vitrage est absorbée par l'absorbeur.

2.4.2. Les matériaux utilisés sont :

- Le cuivre : c'est le meilleur absorbeur, mais le plus coûteux.
- L'aluminium : sa légèreté et sa conductivité sont appréciables, il est parmi les métaux qui résiste à la corrosion grâce à la couche d'alumine (ALO) ou (AL₂O₃), sa surface est recouverte d'une couche mince de peinture noir, afin d'augmenter le pouvoir d'absorption.

Les matières plastiques : ont l'avantage par rapport aux métaux, d'être plus légères et insensibles à la corrosion.

2.4.2.1. Fluide caloporteur :

La chaleur collectée par l'absorbeur est transportée par l'intermédiaire du fluide d'échange thermique : appeler fluide caloporteur qui est soit de l'air, soit de l'eau.

Les capteurs solaire plans à air présentent de faibles performances thermiques comparativement aux capteurs à liquide, mais ils ont un avantage par rapport à ces derniers qui est l'absence des problèmes de gel et de corrosion et la facilité des travaux d'entretien ce qui donne au capteur une durée de vie importante.

2.4.2.2. Isolant :

Il permet de diminuer les pertes et ralentit le refroidissement de la face opposée au rayonnement solaire. Un bon isolant doit avoir les qualités suivantes :

- Une faible densité (pour une faible inertie thermique).
- Une faible conductivité thermique.
- La chaleur massique doit être basse.
- Une résistance thermique dans l'intervalle des températures de services.

2.4.2.3. Le coffre:

Le coffre fabriqué couramment en aluminium ou en bois, enferme l'absorbeur et l'isolation thermique du capteur, les protégeant ainsi contre l'humidité et les détériorations mécaniques.



Figure. 2.7 : Photo représente le coffre Le coffre fabriqué couramment en bois

2.5. Domaines d'application des capteurs solaire [8]:

L'éventail des applications de l'énergie solaire (capteur solaire) est relativement large. Il va de l'électrification à l'agriculture en passant par la climatisation, le chauffage, la production de l'eau chaude solaire et le pompage solaire.

2.5.1. L'électrification :

Avec des panneaux solaires photovoltaïques on peut produire de l'électricité. Cette électricité peut être utilisée de plusieurs manières.

- L'éclairage domestique : toutes vos ampoules domestiques peuvent fonctionner avec l'énergie solaire. En utilisant es ampoules LED s de 10 kWh, un panneau de 100 w pourrait vous permettre d'utiliser jusqu'à 10 ampoules dans votre maison.
- L'éclairage publique, avec les la mpadaires solaires.
- Les équipements électriques domestiques : vos panneaux vont produire du courant continu. L'onduleur de votre installation va le transformer en courant alternatif qui sera utilisable par la totalité de vos appareils électriques : lave-linge, micro-ondes, télévisions, ventilateurs, climatiseurs, réfrigérateurs, etc.



Figure.2.8. Production de l'électricité.

2.5.2. La climatisation :

L'énergie solaire vient ici à la rescousse en permettant de diviser par trois votre facture énergétique liée à la climatisation.

L'énergie solaire peut être utilisée pour la climatisation de 2 manières :

- D'abord en produisant de l'électricité qui peut être utilisée pour faire fonctionner un climatiseur classique : cette option n'est pas recommandée car elle est très coûteuse vu que le climatiseur sera en général très consommateur (plus de 2000 kWh) et aussi qu'il va fonctionner avec du courant alternatif qui doit être converti par un onduleur avec une puissance conséquente (donc plus).
- En faisant directement marcher des climatiseurs solaires : ces climatiseurs solaires ont en général une meilleure efficacité énergétique (Coefficient SEER) ce qui leur permet d'avoir une consommation énergétique réelle de 600 kWh pour les modèles 12 BTU.

2.5.3. Le chauffage d'eau et l'air :

Les capteurs solaires thermiques ainsi que les panneaux solaires à éovoltaiques permettent d'utiliser la chaleur du soleil pour chauffer de l'eau et de l'air

Cette eau peut être à usage sanitaire et donc envoyée vers un ballon d'eau chaude ou à usage de chauffage et donc envoyé vers des radiateurs ou un plancher chauffant.

Chapitre 02 Généralité sur les capteurs solaires

Un chauffe eau permet de couvrir jusqu'à 100% des besoins en eau chaude du ménage. D'une part que les températures élevées permettent un excellent rendement et d'autre part parce que les besoins en eau chaude sont assez limités. Ainsi un chauffe-eau solaire de 150 litres sera souvent suffisant pour la plupart des ménages. Une troisième application est le chauffage des piscines et de chauffer de l'air pour l'utilisation de séchoir et aussi pour le confort thermique d'hiver dans les maisons.

2.5.4. L'agriculture :

L'énergie solaire a plusieurs applications dans l'agriculture et l'élevage :

- Elle peut servir à électrifier les champs et domaines qui bien souvent ne sont pas raccordés au réseau électrique. L'installation de panneaux solaires permet alors aux personnes travaillantes ou installées sur place de pouvoir utiliser leurs appareils électriques.
- Elle peut être utilisée pour le pompage de l'eau, quelques panneaux (sans batteries, sans régulateurs et sans onduleurs) peuvent suffire pour faire fonctionner des pompes (DC) de surface ou immergées. L'eau pompée peut être stockée dans des réservoirs pour utilisation ultérieure, dans des bassins surélevés pour l'irrigation par gravitation, ou déversée dans les abreuvoirs du bétail.
- Le courant produit peut aussi être utilisé pour électrifier les clôtures.

Chapitre 03

Présentation du projet et calcul

3. Présentation du projet et calcul

3.1. Introduction

L'utilisation des énergies renouvelables est devenue plus utilisable dans notre siècle et l'énergie la plus dominante est l'énergie solaire qui assure la vie sur Terre, et qui a été exploitée par l'homme depuis très longtemps, sous diverses formes. Dans le cadre de ce travail, nous allons nous intéresser à l'exploitation de l'énergie solaire par voie thermique en utilisant un capteur solaire plan pour la production de l'air chaud au but d'alimenter un local qui est situé au dernier étage d'une maison et très loin du réseau de chauffage central .

Tout d'abord nous évaluerons les déperditions du local puis nous dimensionnerons un capteur solaire pour produire un débit d'air chaud nécessaire pour remplacer les déperditions thermique du locale en utilisant un ventilateur pour aspirer l'air de l'extérieur à 3°C qui va passer par le capteur solaire qui est construit sous forme de plaques métalliques de longueur 60 cm et largeur 10 cm où l'air absorbe l'énergie thermique de l'absorbeur par convection forcée et soufflé chaud vers le local à 30°C, ce qui permettra a la pièce de maintenir un température entre 20°C et 22°C. Pour atteindre cet objectif, nous allons dimensionner un capteur solaire qui va nous donner cet température de sortie de 30°C. Nous calculons le nombre du Nusselt pour déterminer le coefficient de convection de la chaleur transférer de l'absorbeur vers l'air et enfin nous déterminons la surface nécessaire du capteur solaire a air pour assurer les besoins du chauffage du local .

3.2. Présentation de la ville de Mostaganem [9] :

3.2.1. Localisation géographique

Mostaganem est une ville côtière de la Méditerranée, située au nord-ouest de l'Algérie, en bordure du golfe de Mostaganem à 80,7 km à l'est d'Oran et à 363 km à l'ouest d'Alger.

Les coordonnées géographiques de Mostaganem

Latitude : 35°55'52" Nord

Longitude : 0°05'21" Est

L'altitude par rapport au niveau de la mer : 102 m

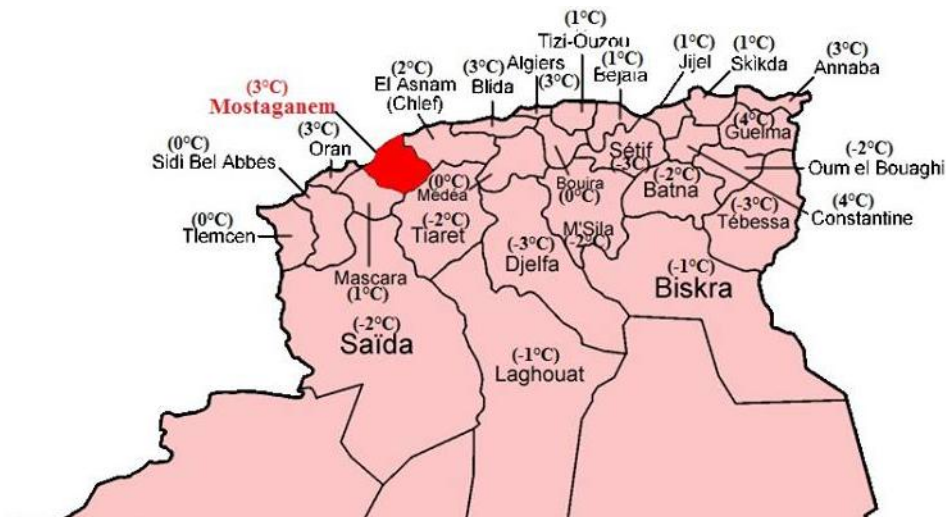


Figure 3.1. Les températures dans le 15 janvier [10]

3.2.2. Gisement solaire a Mostaganem

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire. De par sa situation géographique, Mostaganem est une ville riche en énergie solaire en été mais dans l'hiver il y a des jours nuageux et des jours ensoleillé. Une évaluation par satellite, effectuée par l'agence spatiale allemande, a montrée que l'Algérie possède le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen .Il est de 169,440 Tera-Watts .heure/an (TWh/an) pour le solaire thermique et de 713,9 TWh/an pour le photovoltaïque.

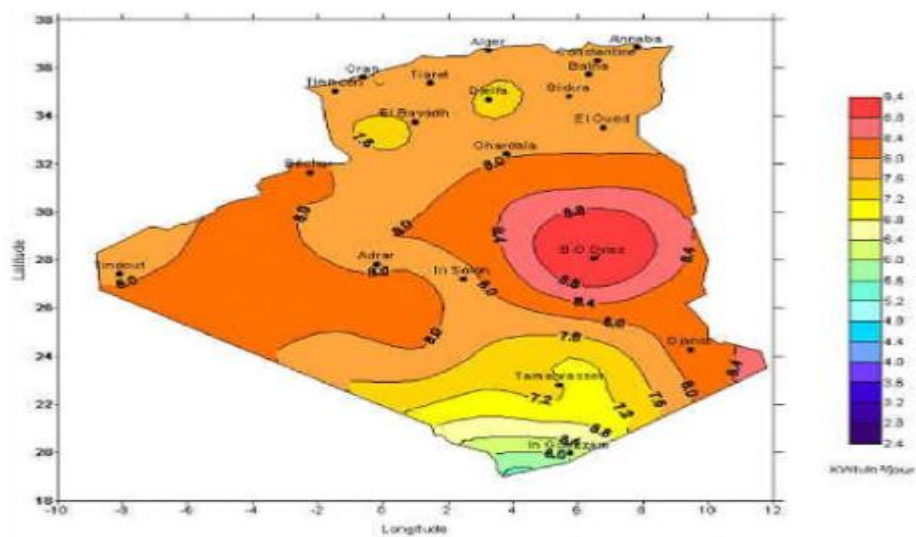


Figure 3.2. Irradiation globale journalière reçue sur un plan horizontal sur le territoire Algérien au mois de juillet

3.2.2.1. Les températures

Mostaganem est l'une des régions les plus froides en Algérie, avec une température journalière maximale moyenne de seulement 23 degrés. Pendant une longue période de l'année, les températures sont constamment supérieures à 25 degrés et peuvent atteindre 32 degrés de chaleur.

3.2.2.2. L'ensoleillement

Le nombre d'heures d'ensoleillement désigne le temps pendant lequel le soleil est réellement visible. C'est-à-dire sans que la visibilité soit entravée par des nuages, du brouillard ou des montagnes. Avec 11 heures par jour, juillet est le mois le plus ensoleillé en province Mostaganem. C'est en décembre que le soleil brille le moins longtemps.

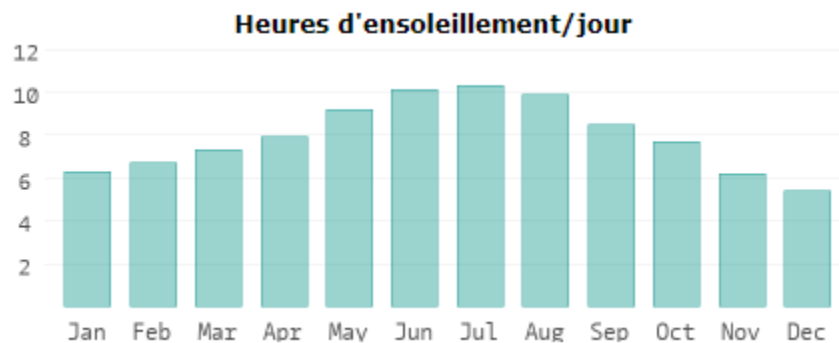


Figure 3.3 : Heures d'ensoleillement/jour

3.3. Description du local étudié :

3.3.1. Présentation du local

Dans ce travail, nous nous intéressons à calculer les déperditions thermiques dans un local (dernier étage), il contient 4 murs, plafond, sol, une fenêtre et un porte ; 4mur extérieur double paroi avec lame d'air entre eux d'épaisseur de 5cm et les paroi sont de 15cm et 10cm d'épaisseur de brique avec une fenêtre extérieur double vitrage et une seul mur intérieur de 10cm de brique avec un port de bois face a un escalier et un plafond incliné de 10 cm de béton avec les tuiles, Le local est situé à Mostaganem, donc la température extérieure de base est de 3°C en hiver.

○ Présentation des températures du plan :

Tableau 3.1. Tableau des températures du local.

Local	Température (°C)
Température ambiante de l'intérieur du local	20
Température ambiante extérieure	3
Température ambiante côté Escalier	18

○ Dimensions du local:

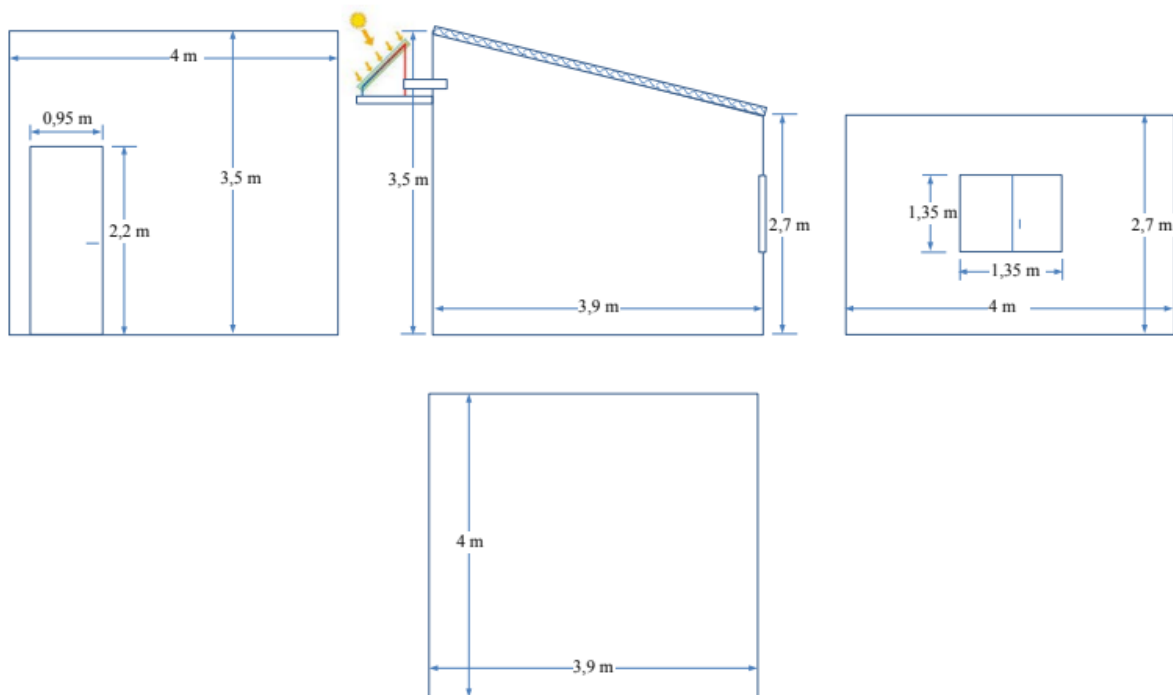


Figure 3.4 : Présentation du plan du local

3.4. Composition de la paroi

3.4.1. Murs extérieur :

Le mur extérieur est fini, il est constitué de 6 couches, allant de la surface intérieure du mur vers la surface extérieure de celui-ci, sont les suivants :

- 1-Enduit plâtre.
- 2-Enduit ciment.
- 3-Brique creuse
- 4-Lame d'air.
- 5-Brique creuse. .
- 6-Enduit ciment

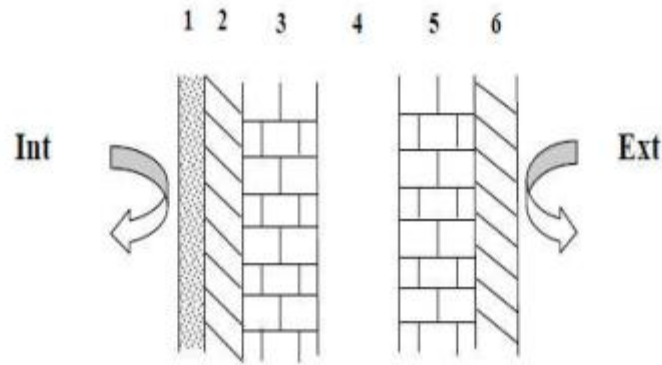


Figure 3.5 : Vue en coupe d'un mur extérieur double cloison.

Tableau 3.2 : Tableau des résistances totales du mur extérieur.

Les Couches	e (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C/ W)	ΣR (m ² °C/W)
1	0.005	0.35	0.014	
2	0.015	1.4	0.011	
3	0.1	0.48	0.21	
4	0.05	0.625	0.16	0.707
5	0.15	0.48	0.21	
6	0.015	1.4	0.011	

3.4.2. Murs intérieur :

Le mur intérieur est composé de 5 couches, allant de la surface intérieure du mur vers

La surface extérieure de celui-ci, sont les suivants :

- 1-Enduit plâtre.
- 2-Enduit ciment.
- 3-Brique creuse
- 4-Enduit ciment.
- 5-Enduit plâtre.

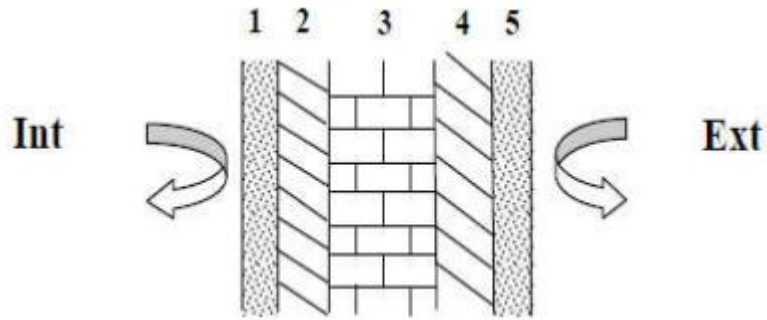


Figure 3.6 : Vue en coupe d'un mur intérieur.

Tableau 3.3 : Tableau des résistances totales du mur intérieur.

Les Couches	e (m)	λ (W/m °C)	R (m ² °C/ W)	ΣR (m ² °C/W)
1	0.005	0.35	0.014	
2	0.015	1.4	0.011	
3	0.1	0.48	0.21	0,429
4	0.015	1.4	0.011	
5	0.005	0.35	0.014	

3.4.3. Porte et fenêtre :

Tableau 3.4 : La conductivité thermique pour les fenêtres et les portes.

Désignation	K (w/m ² °C)	
Porte	En bois	3.50
	En métal	5.80
	30% vitrage	4.00
	30-60% vitrage	4.70
	En métal ou verre	5.80
Fenêtre	En verre glissante	4.50
	En verre	5.00

3.5. Bilan thermique du local :

3.5.1. Déperditions et apports calorifique :

3.5.1.1. Déperditions surfacique :

• Mur extérieur (1.2) :

La résistance thermique du mur extérieurs 1 et 2 :

$$R_t = R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + R_{se} \Rightarrow R_t = 0,0707 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

On trouve :

$$R_t = 0,0707 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Le coefficient de transfert thermique global :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + R_{se}} \Rightarrow U = 1.41 \text{ W/m}^2$$

On trouve :

$$U = 1.41 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

La surface totale du mur :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = (2.7 \times 3.9) + (3.9 \times 0.5)/2 = 11.505 \text{ m}^2$$

On trouve la surface :

$$S_t = 11.505 \text{ m}^2$$

Les déperditions totale du mur :

$$D_{sme} = S_{ent} \times U \times \Delta T = 1.41 \times 11.505 \times 17 = 275.75 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{sme} = 275.75 \text{ W}$$

On a deux murs extérieurs de même surface et même déperditions

$$D_{snet} = D_{sme1} + D_{sme2} = 551.549 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{sm1+m2} = 551.549 \text{ W}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

• Mur intérieur (une paroi) :

La résistance thermique du mur intérieur :

$$R_t = R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + R_{se} \Rightarrow R_t = 0.429 \text{ m}^2 \cdot \text{°C}/\text{w}$$

On trouve :

$$R_t = 0.429 \text{ m}^2 \cdot \text{°C}/\text{w}$$

Le coefficient de transfert thermique global :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + R_{se}} \Rightarrow U = 2.331 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{°C}$$

On trouve :

$$U = 2.331 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{°C}$$

La surface net du mur intérieur :

$$S_{net} = L \times H - (L_p \times H_p) \Rightarrow S_{net} = (3.5 \times 4) - (2.2 \times 0.95) = 11.91 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_{net} = 11.91 \text{ m}^2$$

Les déperditions totales du mur intérieur :

$$D_{s_{mi}} = S_{net} \times U \times \Delta T = 2.331 \times 11.91 \times (20 - 18) = 55.52 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{s_{mi}} = 55.52 \text{ W}$$

• Mur extérieur petite (double paroi) :

La surface totale du mur :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = (0.5 \times 4) = 2 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_t = 2 \text{ m}^2$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

La résistance thermique du petite mur extérieur :

$$R_t = R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + R_{se} \Rightarrow R_t = 0.707 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

On trouve:

$$R_t = 0.707 \text{ m}^2 \cdot \text{°C /W}$$

Le coefficient de transfert thermique global :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + \frac{E_{ec}}{\lambda_{ec}} + R_{se}} \Rightarrow U = 1.41 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{°C}$$

On trouve :

$$U = 1.41 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{°C}$$

Les déperditions du mur extérieur :

$$D_{spm} = S_{net} \cdot U \cdot \Delta T = 2 \times 1,41 \times (20 - 17) = 47.94 \text{ W .}$$

On trouve :

$$D_{spm} = 47.94 \text{ W}$$

Plafond :

La résistance thermique du plafond :

$$R_t = R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + R_{se} \Rightarrow R_t = 0.330 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

On trouve:

$$R_t = 0,330 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

Le coefficient de transfert thermique global :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \frac{E_{ep}}{\lambda_{ep}} + \frac{E_b}{\lambda_b} + R_{se}} \Rightarrow U = 3.03 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

On trouve:

$$U = 3.03 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

La surface totale du plafond :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = 3.9 \times 4 = 15.6 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_t = 15.6 \text{ m}^2$$

On calcul la déperdition total :

$$D_{spl} = S_{net} \times U \times \Delta T = 15.6 \times 3.03 \times (20 - 17) = 141.80 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{spl} = 141.80 \text{ W}$$

Fenêtre (double vitrage) :

La résistance thermique :

$$R_t = R_{si} + 2 \frac{E_v}{\lambda_v} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + R_{se} \Rightarrow R_t = 1,822 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

On trouve:

$$R_t = 1,822 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$$

Le coefficient de transfert thermique :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + 2 \frac{E_v}{\lambda_v} + \frac{E_{lm}}{\lambda_{lm}} + R_{se}} \Rightarrow U = 4,914 \text{ W/ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

On trouve:

$$U = 4,914 \text{ W/ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

La surface total de la fenêtre :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = 1.35 \times 1,35 = 1.822 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_t = 1.822 \text{ m}^2$$

Les déperditions thermique par la fenêtre :

$$D_{S_f} = S_{net} \times U \times \Delta T = 1.822 \times 4.914 \times (20 - 17) = 152.20 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{S_f} = 152.20 \text{ W}$$

- **Porte(S) :**

La résistance thermique de la porte

$$R_t = R_{si} + \frac{E_{bo}}{\lambda_{bo}} + R_{se} \Rightarrow R_t = 0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

On trouve :

$$R_t = 0.22 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/W}$$

Le coefficient de transfert thermique global :

$$U = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_{si} + \frac{E_{bo}}{\lambda_{bo}} + R_{se}} \Rightarrow U = 4.545 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

On trouve :

$$U = 4.545 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

La surface de la porte :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = 0.95 \times 2.2 = 2.09 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_t = 2.09 \text{ m}^2$$

Les déperditions par porte :

$$D_{S_p} = S_{net} \times U \times \Delta T = 2.09 \times 4.545 \times (20 - 18) = 18.99 \text{ W}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

On trouve :

$$D_{s_p} = 18.99 \text{ W}$$

Mur extérieur avec fenêtre :

La surface totale du mur :

$$S_t = L \times H \Rightarrow S_t = 2.7 \times 4 = 10.8 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_t = 10.8 \text{ m}^2$$

$$S_{fenetre} = L \times H \Rightarrow S_{fenetre} = 1.35 \times 1.35 = 1.822 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_{fenetre} = 1.822 \text{ m}^2$$

La surface net du mur :

$$S_{net} = S_t - S_{fenetre} = 8.977 \text{ m}^2$$

On trouve :

$$S_{net} = 8.977 \text{ m}^2$$

Les déperditions du mur extérieur et de la fenêtre :

$$D_{s_{me}} = S_{net} \times U \times \Delta T = 8.977 \times 1.41 \times 17 = 215.19 \text{ W}$$

$$D_{s_f} = S_{net} \times U \times \Delta T = 1.822 \times 0.364 \times 17 = 91.829 \text{ W}$$

Les résultats des calculs des déperditions surfaciques :

Tableau 3.5 : Les résultats des calculs des déperditions surfaciques.

	L (m)	H (m)	S _T (m ²)	S _{sous} (m ²)	S _{net} (m ²)	U (W/m ² .K)	ΔT (°C)	D _s (W)	D _{sT} (W)
Mur exter(fen)	4	2.70	10.80	1.822	8.97 7	1.410	3	215.19	1188.063
Mur inter(por)	4	3.5	14	2.09	11.9 1	2.331	2	55.52	
2 mur exter	3.9	4	11.50 5	0	11.5 05	1.41	3	551.549	
mur exter (pet)	4	0.5	2	0	2	1.41	3	47.94	
Porte	0.9 5	2.2	2.09	0	2.09	7.71	2	23.86	
Fnt double vitrage	1.3 5	1.35	1.822	0	1.85 5	4.914	3	152.20	
plafond	4	3.9	15.6	0	15.6	3.03	3	141.804	

3.5.1.2 déperditions par renouvellement d'air :

Calcul de déperdition par infiltration d'air :

Porte(S) :

Calcul la déperdition par infiltration d'air de porte

$$D_{inf} = F_{inf} \times L \times \Delta T \Rightarrow D_{infp} = 2.1 \times 6.3 \times 2 = 26.46 \text{ W}$$

On trouve:

$$D_{infp} = 26.46 \text{ W}$$

Fenêtre(S):

Calcul la déperdition par infiltration d'air de fenêtre :

$$D_{inf} = F_{inf} \times L \times \Delta T \Rightarrow D_{inf} = 2.1 \times 5.4 \times 3 = 34.02 \text{ W}$$

On trouve:

$$D_{inff} = 34.02 \text{ W}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

Les déperditions par infiltration total :

$$D_{inf_t} = 26.46 + 34.02 = 60.48 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_{inf_t} = 60.48 \text{ W}$$

. Calcul de déperdition par renouvellement d'air :

Calcul la volume totale de la chambre :

$$V_t = [((0.5 \times 3.9)/2) \times 4] + [(4 \times 3.9 \times 3)] = 50.7 \text{ m}^3$$

On trouve:

$$V_t = 50.7 \text{ m}^3$$

Calcul les déperditions par renouvellement d'air de la chambre :

$$D_v = C \times V \times N \times \Delta T \Rightarrow D_v = 0.34 \times 1 \times 50.7 \times 17 = 293.046 \text{ W}$$

On trouve :

$$D_v = 293.046 \text{ W}$$

Les résultats des calculs des déperditions totales :

Tableau 3.6 : Déperditions totales.

désignation	$D_s(W)$	$D_L=0,2D_s$	$D_{inf}(W)$	$D_v(W)$	$\max(D_{inf},D_v)\times 0,5$	Total (W)
Mur exter (fenêtre)	215.19	43.038	0	0	0	258.228
mur inter(porte)	55.52	11.104	0	0	0	66.624
2 Mur exter	551.549	220.61	0	0	0	772.159
Mur exter (petit)	47.94	9.588	0	0	0	57.528
Porte	23.86	4.772	26.46	293.046	146.523	175.183
double vitrage	152.20	30.44	34.02	293.046	146.523	329.163
Plafond	141.804	28.36	0	0	0	170.164

Déperditions totale = 1829.049 W

3.6. Bilan thermique et dimensionnement du capteur solaire à air :

3.6.1. Bilan thermique du capteur :

$$\lambda_{max} \quad T = 3000 \mu\text{m} \cdot \text{K} \quad \lambda_{max} = 0.5 \mu\text{m}$$

$$T = 6000 \text{ K} \quad \text{Lumière visible jaune}$$

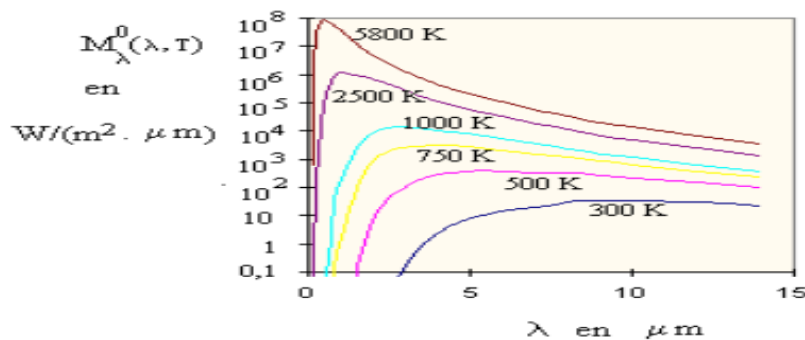


Figure.3.7 : Pic du rayonnement solaire

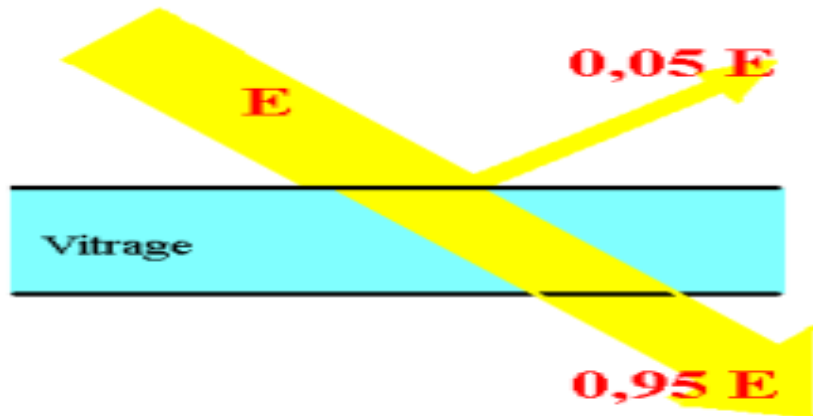


Figure 3.8: Interaction du rayonnement solaire avec un vitrage

$$\Phi_i = \Phi_r + \Phi_a + \Phi_t$$

$$1\rho + \alpha + \tau = 1$$

$$0,05 + 0 + 0,95 = 1$$

95% de l'énergie solaire traverse le vitrage. Et il ne s'échauffe absolument pas.

Toute l'énergie transmise par le vitrage est absorbée par l'absorbeur

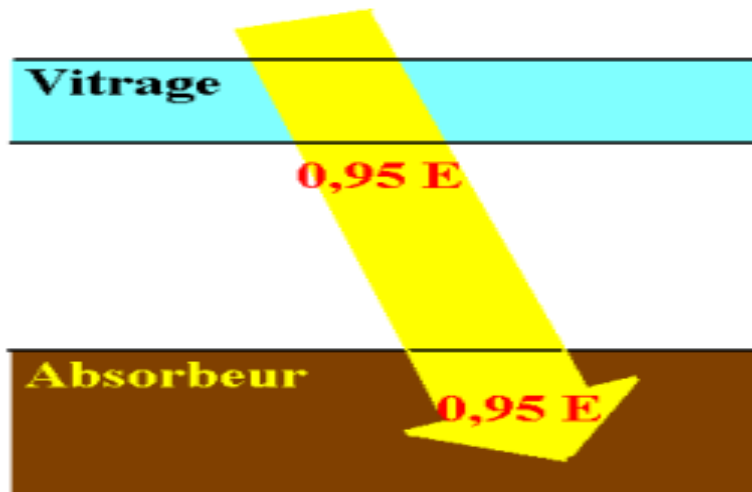


Figure 3.9: Rôle de l'absorbeur

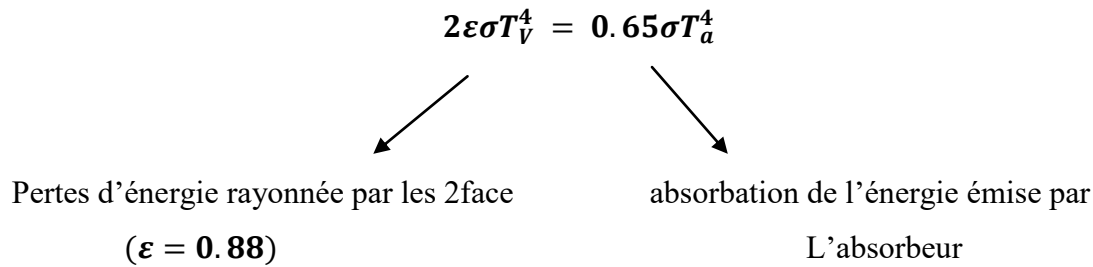
95% de l'énergie solaire traverse le vitrage. Et il ne s'échauffe absolument pas.

Caractéristiques typiques d'u

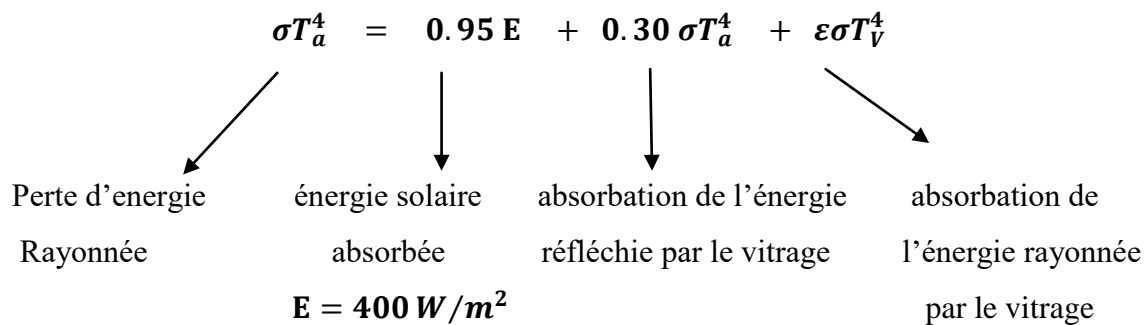
Toute l'énergie transmise par le vitrage est absorbée par l'absorbeur

• Infrarouge

Bilan thermique du vitrage



Bilan thermique de l'absorbeur



• Résolution

$$2 \varepsilon \sigma T_v^4 = 0.65 \sigma T_a^4 \quad (1)$$

$$\sigma T_a^4 = 0.95 E + 0.30 \sigma T_a^4 + \varepsilon \sigma T_v^4 \quad (2)$$

En posant: $X = \sigma T_v^4$ $Y = \sigma T_a^4$

$$\begin{cases} 1.76 X = 0.65 Y & (1) \\ 0.70 Y = 380 + 0.88 X & (2) \end{cases}$$

Résolution (suite)

$$\begin{cases} 1.76 X = 0.65 Y & (1) \\ 0.70 Y = 380 + 0.88 X & (2) \end{cases}$$

$$Y = (1.76/0.65)X = 2.71 X$$

$$0.70(2.71X) - 0.88X = 380$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

$$X = 374 = \sigma T_v^4 = 5.67 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k}^4) \times T_v^4$$

$$T_v^4 = 66.108$$

$$T_v^2 = 8.104$$

$$T_v = 285 \text{ K}$$

Le vitrage est 12°C plus chaud que l'air ambiant

- **Résolution (final)**

$$Y = (1.76/0.65)X = 2.71X = 2.71 \times 374 = 1014$$

$$Y = \sigma T_a^4 = 1014 = 5.67 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k}^4) \times T_a^4$$

$$T_a^4 = 179 \times 108$$

$$T_a^2 = 13.4 \times 104$$

$$T_a = 366 \text{ K}$$

L'absorbeur est à une température de 93°C (au dessus de l'ambiante)

Résistance thermique de fuite

$$\Delta T = (T_a - 280) = R\Phi$$

Avec: $R = e/(\lambda S)$

$$e = 0,20 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$S = 1\text{m}^2$$

$$R = 5\text{K}/\text{W}$$

Le flux thermique perdu par conduction est:

$$\Phi = (T_a - 280) / 5 \text{ en W}/\text{m}^2$$

Nouveau bilan de l'absorbeur

$$\sigma T_a^4 + (T_a - 280)/5 = 0.95 E + 0.30\sigma T_a^4 + \epsilon\sigma T_a^4$$

Perte d'énergie rayonnée

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

Perte d'énergie par conduction énergie solaire absorbée

$$E = 400\text{W/m}^2$$

Absorption de l'énergie réfléchiée par le vitrage

Système à résoudre :

$$2\varepsilon\sigma T_v^4 = 0.65\sigma T_a^4$$

$$\sigma T_a^4 + (T_a - 280)/5 = 0.95E + 0.30\sigma T_a^4 + \varepsilon\sigma T_v^4 \quad 0.325\sigma T_a^4$$

$$(1 - 0.30 - 0.325)\sigma T_a^4 + (T_a - 280)/5 = 0.95E$$

Avec : $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

$$E = 400\text{W/m}^2$$

Finalement, il faut résoudre:

$$2.13 \times 10^{-8} T_a^4 + (T_a - 280)/5 = 380$$

$$T_a = 361.5\text{K} = 88^\circ\text{C}$$

soit 5 °C de moins qu'en négligeant la conduction

Tableau.3.7 : Résolution numérique à l'aide d'un tableur.

T en (K)	$2.13\text{E-}08T^4$ en(W/m ²)	$(T-280)/5$ en(W/m ²)	$2.13\text{E-}08T^4+(T-280)/5$ en(W/m ²)
360.00	357.758	16.000	373.76
361.00	361.750	16.200	377.95
361.50	363.756	16.300	380.06
362.00	365.775	16.400	382.17
365.00	378.052	17.000	395.05
370.00	399.196	18.000	417.20

3.6.2. Dimensionnement du capteur solaire :

La température d'entrée d'air :

$$T_{ent} = 3^\circ\text{C}$$

La température de sortie d'air :

$$T_{sor} = 30^\circ\text{C}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

La chaleur massique de l'air :

$$C_{p_{air}} = 1005 \text{ J/kg}$$

La masse volumique de l'air : $\rho_{air} \text{ a } T_{moy} = \frac{T_{sor} + T_{ent}}{2} = 16.5^\circ\text{C}$

$$\rho_{air} = 1.2187 \text{ Kg/m}^3$$

La surface de la plaque intérieur de la capteur :

$$S = a^2 = (0.1) \times (0.1) = 0.01 \text{ m}^2$$

La longer de la plaque:

$$L = 0.6 \text{ m}$$

La viscosité cinématique de l'air :

$$V_{air} = 15.6 \times 10^{-6}$$

La viscosité dynamique de l'air :

$$\mu_{air} = 18.4 \times 10^{-6}$$

La conductivité de l'air :

$$\lambda_{air} = 0.024 \text{ W/kg}$$

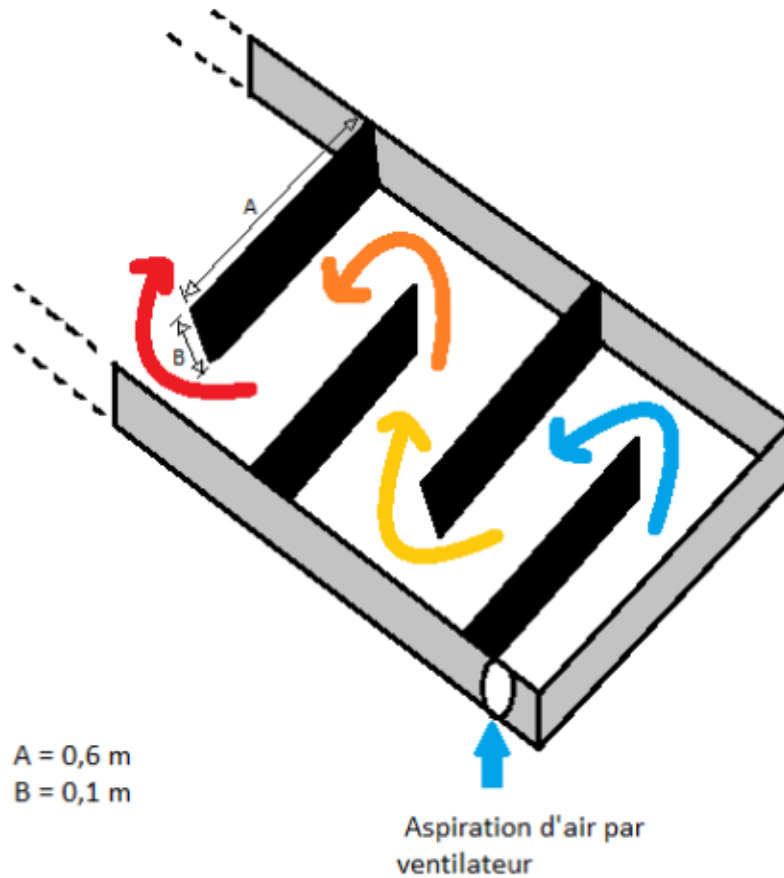


Figure 3.10: schéma du capteur solaire

Le débit volumique de l'air :

$$Q_{conv} = 1829.049W = \dot{m} \times Cp_{air} \times (T_s - T_e)$$

$$\dot{m} = \frac{Q_{conv}}{Cp_{air} \times (T_s - T_e)} = \frac{1829.049}{1005 \times (30 - 3)}$$

On trouve:

$$\dot{m} = 0.0674 \text{ kg/s}$$

La vitesse de l'air :

$$\dot{m} = \rho_{air} \times \dot{V} = \rho \times s \times v$$

$$V = \frac{\dot{m}}{\rho_{air} \times s} = \frac{0.0674}{1.2187 \times 0.01} = 5.5304 \text{ m/s}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

On trouve :

$$V = 5.5304 \text{ m/s}$$

Calcul le nombre de Reynolds :

$$Re_x = \frac{\rho \times l \times V}{\mu_{air}} = \frac{Vl}{\nu_{air}} = \frac{5.5304 \times 0.6}{15.6 \times 10^{-6}} = 212707.692$$

On trouve : On trouve : $Re_x = 2.1271 \cdot 10^5 < 5 \cdot 10^5$ alors en a régime laminaire

Le nombre de Prandtl :

$$Pr = \frac{\mu_{air} \times cp_{air}}{\lambda_{air}} = \frac{18.4 \times 10^{-6} \times 1005}{0.024} = 0.7$$

On trouve :

$$Pr = 0.7$$

Calcul le nombre de nusselt :

On a un plaque plan, un régime laminaire, moyen et $0.6 \leq Pr$, alors on utilise la formule suivante :

$$Nu_x = 0.664 Re_x^{1/2} Pr^{1/3}$$

Application numérique

$$Nu_x = (0.664 \times 212707.692^{1/2} \times 0.7^{1/3})$$

On trouve :

$$Nu_x = 858.77$$

Le coefficient de transfert de chaleur :

$$Nu_x = \frac{h \times l}{\lambda_{air}} \Rightarrow h = \frac{Nu_x \times \lambda_{air}}{l}$$

Application numériques

$$h = \frac{858.77 \times 0.024}{0.6} = 34.35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

on trouve :

$$h = 34.35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Chapitre 03 Présentation du projet et calcul

On a tout le paramètre pour calcul la surface nécessaire du capteur solaire a air pour alimenter la local de 30°C

$$Q_{conv} = h \times S \times \frac{T_{sor} - T_{ent}}{\text{Ln}\left(\frac{T_P - T_{ent}}{T_P - T_{sor}}\right)} \Rightarrow S = \frac{Q_{conv}}{h \times \frac{T_{sor} - T_{ent}}{\text{Ln}\left(\frac{T_P - T_{ent}}{T_P - T_{sor}}\right)}}$$

Application numérique :

$$S = \frac{1829.049}{34.35 \times \frac{30 - 3}{\text{Ln}\left(\frac{88 - 3}{88 - 30}\right)}} = 0.753 \text{ m}^2$$

On trouve: $S = 0.753 \text{ m}^2$

Le nombre des plaques nécessaire pour construire le capteur solaire a air:

$$S = n \times a \times l \Rightarrow n = \frac{S}{a \times l}$$

Application numérique :

$$n = \frac{0.753}{0.1 \times 0.6}$$

On trouve : $n = 13$

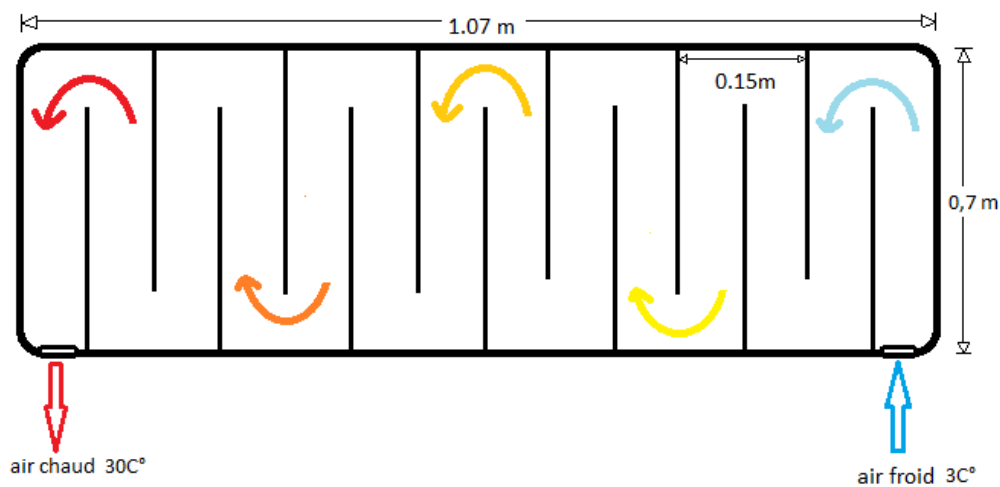


Figure 3.11 : Schéma de l'écoulement de l'air dans capteur solaire.

Conclusion générale

Dans ce projet nous avons étudié analytiquement comment chauffer un local utilisant un capteur solaire à air. Notre objectif est d'étudier le gisement solaire et déterminer le flux solaire à Mostaganem puis calculer les déperditions totales (surfacer, par infiltration et par renouvellement d'air). Après, nous étudions le bilan énergétique du capteur solaire thermique à air pour le dimensionner afin qu'il assure le chauffage du local.

Pour faire ce travail il faut considérer le capteur comme un échangeur de chaleur à plaques dans lequel l'échange de chaleur a lieu entre deux milieux qui ont des températures différentes qui nous permet de trouver tous les paramètres

Le calcul de la surface d'échange d'un capteur Le calcul de la surface d'échange d'un échangeur entre deux fluides de capacités thermiques différentes dont on souhaite qu'ils aient les températures d'entrée sortie de l'échange .

Tout d'abord nous avons calculé le débit de l'air aspiré par le ventilateur pour déterminer la vitesse de l'air dans le capteur solaire. Ce qui nous a permis de calculer le nombre de Reynolds, et ainsi déterminer le régime de l'écoulement. Puis, nous avons déterminé le nombre de Nusselt qui nous a permis de calculer le coefficient de convection thermique à l'aide d'une corrélation et déterminer la Différence de Température Logarithmique Moyenne.

Finalement, nous avons calculé la surface nécessaire de ce capteur à air qui nous assure le chauffage de local. Le dimensionnement de ce capteur nécessite 13 plaques pour remplacer permettre de ramener l'énergie thermique nécessaire pour remplacer les déperditions thermiques du local.

Référence :

[1] URL:<https://www.climamaison.com>

[2] URL: <https://energie.eelv.fr>

[3] URL: <https://conseils-thermiques.org/contenu/confort-thermique.php>

[4] URL: <https://www.climamaison.com>.

[5] ABDERRAHMANE Chettir, (08 Juillet 2019) : « Etude thermique d'un capteur solaire à air muni des chicanes » mémoire de fin d'étude de master académique filière Génie mécanique, Faculté des sciences et de la technologie, Université Mohamed Khider Biskra.

[6] ZINEDDINE Mohammed Salah et BOUCHENA Haroun, (2021) : « Etude théorique du capteur solaire plan. » mémoire de fin d'étude de master en physique, Faculté des sciences et de la technologie, Université Adrar.

[7] MOGHARBI Mohamed et HALASSA Daoud,(2011) : « Conception et réalisation d'un capteur solaire plan à air » mémoire de fin d'étude de master académique filière Génie mécanique, Faculté des sciences et de la technologie, Université Kasdi MERBAH de Ouargla.

[8] URL: <https://senegrid.com/le-blog/applications-de-l-energie-solaire>.

[9] URL : <https://www.donneesmondiales.com/afrique/algerie/climat-mostaganem.php>.

[10] BOUCHETARA Meriem, HAMIDI Mohamed Azam, (2016) : Etude de calculs des déperditions thermique d'une maison, mémoire de fin d'étude de master académique filière Génie mécanique, spécialité isolation thermique et conditionnement d'air. Faculté des sciences et de la technologie, Université de Mostaganem.