

Chauffage et Climatisation Thermo-Solaire d'une Habitation

Z. BENSAID, N.E.CHABANE SARI, B. BENYOUCEF

Unité de Recherche des Matériaux et des Energies Renouvelables
 Université Abou Bekr BELKAÏD - Tlemcen
 B.P: 119 - Tlemcen 13000 Algérie
 Tél. : (213) 043 21 58 89
 Fax : (213) 043 21 58 90
 E-mail: bens_z@yahoo.fr

Résumé- Afin d'exploiter au mieux l'énergie solaire et pour un dimensionnement adéquat des habitations bioclimatiques à coût réduit, nous allons développer dans cet article, un procédé économique de chauffage d'une habitation par voie solaire pour le site de Tlemcen, et prédire les performances en fonction de l'ensoleillement. Ensuite, présenter les règles de refroidissement naturel, les systèmes de stockage et l'isolation thermo solaire.

L'intérêt de notre travail porte, sur les notions de transfert thermique de la chaleur qui ont pris ces dernières années une importance particulière en raison du coût élevé de l'énergie et des impératifs d'économie qui en résulte, d'où la nécessité de s'initier aux transferts thermiques.

Cette étude est utile aux architectes et aux concepteurs de bâtiments, dans la mesure où elle leur procure des outils d'aide et une assistance à la décision lors de la phase d'avant projet.

Mots clés : conception bioclimatique, capteur TEL, chauffage thermo-solaire, climatisation naturelle.

I. INTRODUCTION

Le soleil peut jouer de multiples rôles dans l'habitat. Il peut nous éclairer le jour grâce aux fenêtres, comme il peut aussi nous éclairer la nuit si nous avons capté et stocké l'énergie par les accumulateurs.

Dans notre pays l'Algérie, c'est le chauffage et la climatisation qui constitue la part la plus importante du budget énergétique domestique. Pour cela on se limitera à l'étude du chauffage et climatisation par voie solaire en présentant tout d'abord les normes [1] essentielles pour répondre à des besoins de dimensionnement en terme d'isolation (enveloppe, toit, sol, ...), pour minimiser la consommation d'énergie et pour un confort agréable.

II. LES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE

On peut distinguer deux grandes catégories de chauffage selon qu'il font appel ou non à une énergie auxiliaire pour leur fonctionnement : actif et passif.

II.1 Le chauffage actif des maisons solaires

On se limitera à l'étude du chauffage solaire par capteurs photo thermiques [2].

Le fluide (eau + antigel) du circuit fermé passe dans les capteurs où il se chauffe. Il échange ensuite sa chaleur avec l'eau du chauffe-eau. Tandis que l'eau du

chauffe-eau se réchauffe, le fluide se refroidit. Il repasse alors à nouveau dans les capteurs et ainsi de suite. On utilise la chaleur emmagasinée par le fluide pour chauffer la maison.

Le réservoir d'eau chaude peut avoir deux fonctions :

- Il peut servir la nuit à chauffer la dalle de la maison.
- Il peut aussi tout simplement être utilisé comme chauffe-eau afin de fournir l'eau chaude sanitaire.

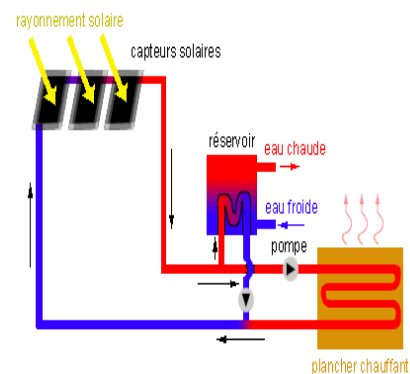


Fig. 1. Principe de chauffage et la production d'eau chaude sanitaire.

A. Estimation des énergies instantanées sur un capteur TEL

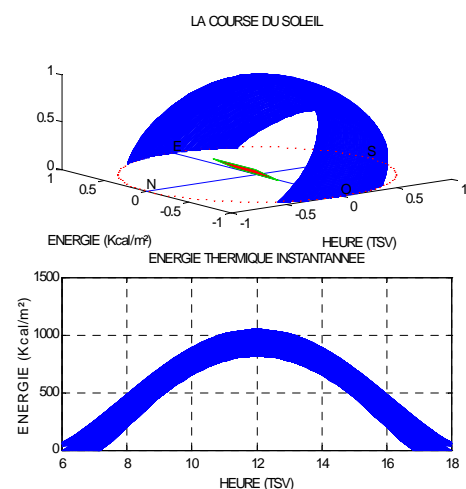


Fig. 2. Energie thermique instantanée maximale incidente sur un capteurTEL (à Tlemcen).

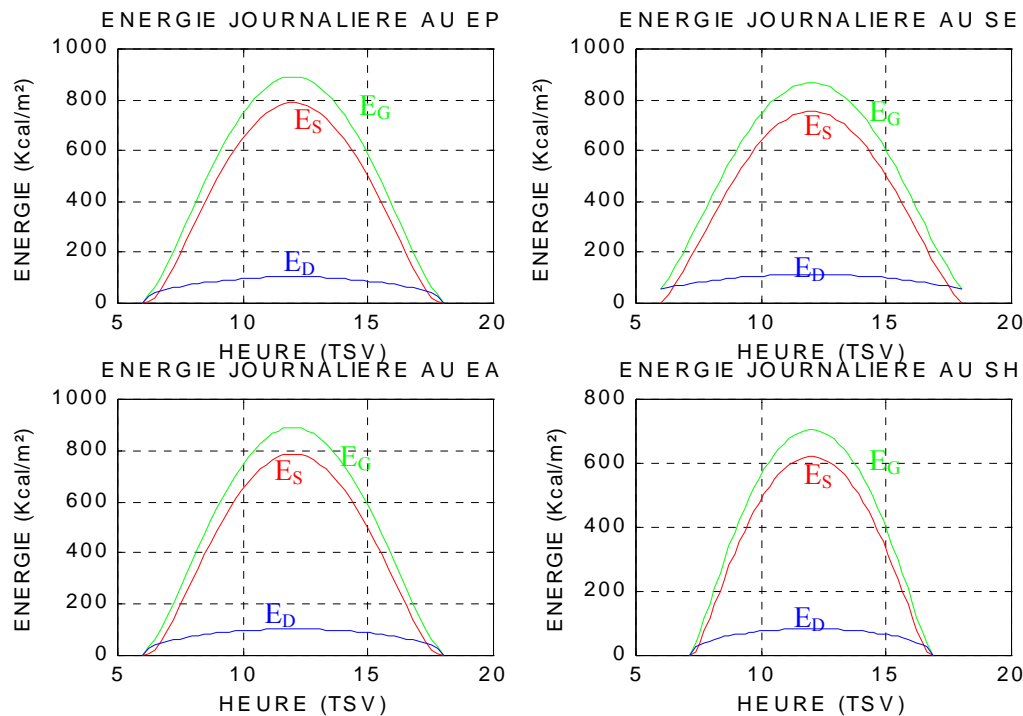


Fig. 3. Energie thermique instantanée maximale aux équinoxes et aux solstices (Pour le site de Tlemcen et par un ciel bleu clair).

Les figures (2) et (3) [3] sont les résultats d'un programme de simulation permettant le calcul de l'énergie instantanée incidente sur différents capteurs (α, γ) pour le site de Tlemcen, par ciel moyen. La figure (2) donne la plage de variation de l'énergie thermique instantanée à longueur de l'année ainsi que la course du soleil [4]. Et la troisième figure représente l'énergie thermique instantanée pour les premiers jours de chaque saison (EA – EP - SE - SH).

B. La distribution de la chaleur

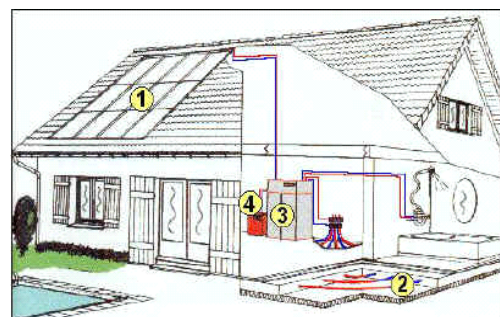
Distribuer la chaleur (fig.4) consiste à l'amener dans les différents lieux de vie afin de la répartir. Cette distribution peut être réalisée de différentes manières : convection, rayonnement, thermocirculation de l'air, ou une distribution mécanique grâce à un ventilateur.

Il y a généralement deux circuits :

- Le circuit primaire qui est le circuit du capteur;
- Le circuit secondaire qui est le circuit de distribution.

Le niveau des températures atteint dans les capteurs plans à eau (70°C au plus) ne permet pas directement d'avoir un chauffage central traditionnel ($T_s = 90^{\circ}\text{C}$) sans un chauffage complémentaire classique. Par contre, il correspond bien au chauffage central basse température par le sol ou par air pulsé.

L'énergie solaire étant souvent la plus importante au moment où elle est moins nécessaire, il est indispensable de stocker toute cette énergie jusqu'au moment où le besoin s'en fait sentir [3].



1. Capteurs solaires, 2. Plancher chauffant
3. Groupe de régulation, 4. Chaudière

Fig. 4. chauffage d'une maison solaire ainsi que la production d'eau chaude sanitaire.

II.2 Le chauffage passif des maisons solaires

Le recours à l'énergie solaire passive est généralement considéré comme la façon la plus facile et la plus rentable de chauffer les nouvelles constructions, où des facteurs tels que l'orientation, la taille, l'emplacement, les pans vitrés et les matériaux du bâtiment peuvent être contrôlés afin de maximiser l'absorption solaire. Au lieu d'employer le matériel de chauffage mécanique, cette approche est axée sur la collecte, par les parties du bâtiment comme les murs, les fenêtres, les planchers et les toits, de la chaleur générée par le rayonnement solaire. Les gains de chaleur sont ensuite distribués par des pompes ou des ventilateurs en vue de réguler la température. Il y a plusieurs types de chauffage:

☛ Par Serres

Dans une maison à mur stockeur en béton, pierre ou adobe, il est possible d'utiliser l'espace compris entre ce mur et la vitre si on l'élargit aux dimensions d'une pièce étroite et allongée devant la façade sud.

Un tel dispositif permet non seulement de chauffer en partie l'habitation, mais aussi de cultiver quelques fleurs ou légumes pratiquement toute l'année.

La serre est un élément architectural participant à la valorisation du bâtiment. Elle génère un espace tampon entre extérieur et intérieur qui régule le confort thermique de l'habitation au fil des saisons [5].

☛ Par murs capteur "mur Trombe"

Un mur- capteur (mur Trombe) est un mur lourd, généralement en façade sud, sur lequel est disposé un vitrage à 4 à 10 cm en avant de la paroi extérieure du mur.

L'énergie stockée dans le mur est ensuite restituée lentement dans le logement avec un certain retard (appelé déphasage) permettant de bénéficier de la chaleur accumulée dans le mur plusieurs heures après le coucher du soleil. Pour subvenir à nos besoins d'énergie stockée et au déphasage suffisant il faut jouer sur la largeur la couleur et le matériau de construction de ce mur en tenant compte des caractéristiques des matériaux tel le coefficient d'absorption, et aussi le type de verre qu'on va utiliser.

III. LE STOCKAGE DE LA CHALEUR

Stocker l'énergie dans la masse du bâtiment et amortir les variations de température grâce à l'inertie thermique.

Chacun a pu constater qu'un mur massif, ensoleillé et bien abrité du vent, reste chaud longtemps après le coucher du soleil, ou bien a été surpris par l'agréable fraîcheur d'une cave même lors des plus fortes chaleurs. Ce stockage peut se faire d'une façon directe ou indirecte :

- Stockage direct : Toute masse directement frappée par le rayonnement solaire ou après le passage au travers d'un élément vitré, stocke quasi instantanément une partie de ce rayonnement. Ce phénomène permet d'étaler dans le temps les effets de captage du rayonnement solaire et d'éviter de rapides surchauffes.

- Stockage indirect : Sous cette appellation, on retrouve deux types de stockage distincts. Le premier s'effectue naturellement par échange de chaleur par convection et par rayonnement. Le second stockage indirect est mis en place volontairement dans le cadre des systèmes solaires hybrides et actifs parce qu'il fait appel à une masse accumulatrice ainsi qu'à un mode de transport de la chaleur.

IV. EXEMPLE D'APPLICATION SUR UNE MAISON SOLAIRE A TLEMCCEN

Soit une maison implantée à Tlemcen, volume 300 m³ (100m² habitables), bien isolée ($G = 1\text{W/m}^3\text{°C}$). Volume du stockage V, pour assurer les besoins de deux jours consécutifs sans soleil, en plein hiver (décembre). Les moyennes des degrés-jours du mois de décembre, rapportée à la journée, est égale à $D_j = 15^\circ$ [6]

Les déperditions durant la période hivernale :

$$Q = G * V * D_j * 24h \quad (1)$$

Déperditions $Q = 90 \text{ KWh/j}$
Soit pour deux jours $Q = 180 \text{ KWh}$

Si nous prenons l'eau comme fluide caloporteur, sa capacité thermique est 1.16Wh/Kg°C, la chaleur accumulée par 1m³ d'eau, en supposant une température moyenne de 35°C est de 40.6 KWh; volume de stockage

$$V = \frac{180}{40.6} \cong 4.4m^3 \quad (2)$$

Et en mi-saison (mars) :

Moyenne de degrés - jour = 11

Déperditions = 132KWh

Chaleur accumulée avec une température moyenne de 45°C (plus forte qu'en hiver) est de 52.2 KWh ;

$$V = \frac{132}{52.2} \cong 2.52m^3 \text{ soit } V = 2.5 m^3$$

Le volume de stockage est donc pratiquement double en décembre. Reste à évaluer le surcoût du chauffage d'appoint et l'économie réalisée. En général, on relie le volume du stockage à la surface des capteurs. $100 \text{ l/m}^2 < V < 150 \text{ l/m}^2$. C'est essentiellement la forme et l'étanchéité de l'enveloppe ainsi que les vertus isolantes de ses parois qui limiteront les déperditions thermiques d'un bâtiment.

V. REFROIDISSEMENT DES MAISONS SOLAIRES

Il existe de nombreux corps fortement réflecteurs pour le rayonnement solaire et qui se conduisent pratiquement comme des corps noir pour leur propre rayonnement lorsqu'ils sont au voisinage de la température ordinaire ($\lambda = 10 \mu$ environ).

Après la disparition du soleil, ces corps s'échauffent peu et se refroidissent beaucoup, par leur propre rayonnement, donc on peut exploiter ce phénomène pour accentuer le refroidissement de l'air.

V.1 Principe de la climatisation naturelle

Il y a plusieurs règles à suivre dans la climatisation naturelle :

1- Séparer les circulations d'air de climatisation des circulations d'air externe.

2- Eviter l'action des masses thermiques de matériaux communiquant avec l'extérieur sur le climat interne.

3- Utiliser les masses thermiques de la maison pour stabiliser la température interne.

V.2 Refroidissement des maisons par rayonnement nocturne

Une surface rayonnante sur l'espace refroidit l'air à une température inférieure à celle de l'air ambiant des pièces à climatiser. Une circulation d'air s'établit, favorable à un refroidissement général.

Pour obtenir un maximum de rendement avec de tels dispositifs, il est nécessaire d'utiliser des surfaces

réfléchissant le plus possible le rayonnement solaire et perdant le plus possible d'énergie par leur rayonnement propre.

VI. ISOLATION THERMIQUE

Pour éviter les déperditions thermiques un isolant thermique doit posséder les critères suivants: faible conductivité thermique, faible poids spécifique, bonne résistance mécanique, faible dilatation linéaire, faible hygroscopicité pour éviter l'humidité, bonne étanchéité à l'air, bonne durée de vie, bonne compatibilité, non toxique, bonne retenue à la chaleur (inflammable: faible propagation de l'incendie), toxique pour les rongeurs, facilité d'intervention, de secours et prix abordable [7]. En isolant les parois extérieures, ou en passant de meilleurs vitrages, on augmente le confort, par élévation de la température superficielle intérieure, et on diminue les pertes conductrices du bâtiment. En assurant une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe, on évite les courants d'air et on contrôle mieux le taux de renouvellement [8].

VII. CONCLUSION

L'utilisation de l'énergie solaire dans le bâtiment doit être un des axes primordiaux de recherche en Algérie qui présente un potentiel d'énergie solaire assez considérable.

A travers ce travail, nous avons montré les différentes méthodes de chauffage et de refroidissement solaire par les deux voix passive et active, ainsi que les systèmes de stockages. Cette étude nécessaire pour faciliter la tâche d'ingénieur qui s'appuie sur certains critères et règles connus dans l'énergétique du bâtiment, en outre elle permet une meilleure rentabilité économique et un confort agréable.

VIII. RÉFÉRENCES

- [1] F. BENYAROU, " Conception assistée par ordinateur des systèmes photovoltaïque, modélisation, dimensionnement et simulation ", Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen, (Juillet 2004).
- [2] " Insolation thermique – règles de calcul. Transmission thermique des composants et éléments de bâtiments en régime stationnaire " ISO 6949, Genève, (1986).
- [3] S. AMARA, " Optimisation d'un procédé économique de chauffage d'une habitation par voie solaire ", Thèse de Magister, Université de Tlemcen, (Janvier 2004).
- [4] C. ZIDANI, F. BENYAROU ET B. BENYOUCEF, " Simulation de la position apparente du soleil et estimation des énergies incidentes sur un capteur photovoltaïque plan ". Revue du Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER, Vol 6, Numéro 2, Alger, Algérie (Décembre 2003).
- [5] O. SIDLER, " Logement à faible besoins en énergie ", Guide de recommandation et d'aide à la conception, (1999).
- [6] CHARLES CHAULIAGUET, " L'énergie solaire dans le bâtiment ", Eyrolles (1978).
- [7] " Isolation thermique dans le bâtiment " SIA 180, Zurich, (1986).
- [8] C-A Roulet, " Energétique du bâtiment II " Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, (1987).