



ETUDE D'UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE D'EAU ET DE REFROIDISSEMENT SOLAIRE D'UNE INSTALLATION COLLECTIVE

K.Kaci¹, S.Sami²; M, Merzouk¹, N. Kasbadji-Merzouk³, D. Semmar¹, A. Hamid¹ et M. El Ganaoui⁴

1 Laboratoire de physique fondamental et appliqué, Département des énergies renouvelables, faculté de Technologie, Université Blida1, W Blida, Algérie

2 Unité de Développement des Équipements Solaires, UDES, Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 42415, W. Tipaza, Algérie

3Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 42415, W. Tipaza, Algérie

4Universitaire de Lorraine, LERMAB, Institut universitaire de technologie de Longwy, France

Abstract— L'objet de la présente étude est l'étude et la possibilité d'intégration d'un système de chauffage d'eau s refroidissement et de chauffage solaire sanitaire d'une installation collective du programme ECO BAT situé dans la région de Blida en Algérie. Le système combiné est utilisé pour la production d'eau chaude sanitaire et la production de froid . Le système consiste en un ensemble de capteurs solaires sous vides qui fournissent de l'énergie à un ballon à travers un échangeur de chaleur externe.. Nous avons calculer la charge les besoins quotidien en eau chaude sanitaire ainsi que le besoins en climatisation pour la saison estivale Pour la simulation dynamique nous avons utilisé le logiciel TRANSOL sous TRNSYS. Les résultats obtenus sont très in stressante avec une fraction solaire moyenne annuelle en eau chaude de l'ordre de 70 % .

Keywords— Programme Eco- BAT, chauffage d'eau sanitaire , refroidissement solaire, TRNSYS, fraction solaire, Blida

I. INTRODUCTION

Le secteur résidentiel en Algérie est à l'origine de 40 % de la consommation énergétique finale nationale. L'évolution de sa consommation en énergie est en progression continue, du fait même du rythme de croissance du parc de logements et des taux d'équipement des ménages [1]. En réponse à cette situation, l'Aprue (Agence de promotion et rationalisation de l'utilisation de l'énergie) met en œuvre, dans le cadre du PNME 2007-2011, un programme de réalisation de logements à haute performance énergétique (HPE), dénommé ECO-BAT. Le système étudié étude fait partie du programme de 80 logements de la ville de Blida.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'intégration des systèmes solaires dans le bâtiment en utilisant différentes méthodes et en étudiant différents paramètres qui peuvent contribuer à économiser de l'énergie .

X.Q. Zhai et R.Z. Wang[2], examinent l'utilisation du solaire thermique dans les bâtiments avec l'introduction le concept d'intégration de capteurs solaires dans les bâtiments et présentation des expériences sur l'utilisation du solaire

thermique(chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation...). Qui comprenait les systèmes solaires d'ECS avec différentes méthodes de conception dans les bâtiments résidentiels et les systèmes énergétiques intégrés dans les bâtiments publics dans les villes de la Chine, une occasion idéale pour mener à bien la rénovation solaire avec capteurs intégrés en toiture est en combinaison avec la reconstruction des toits plats pour être inclinés dans l'appartement.

Le système contient principalement 150 m²des capteurs solaires, deux refroidisseurs d'adsorption, les tuyaux de chauffage (planché chauffant), des échangeurs de chaleur à tubes et un réservoir de stockage d'eau chaude de 2,5 m³ de volume. Il est utilisé pour le chauffage en hiver, climatisation en été, la ventilation naturelle au printemps et à l'automne, L'ensemble du système est commandé par un ordinateur industriel de commande et fonctionne automatiquement.

F. Mehdaoui et al. [3], Ont traité les performances énergétiques d'un prototype de chauffage solaire conçu dans le laboratoire des Procédés Thermique, Centre de Recherches des Technologies de l'Energie, Hammam, Tunis, Tunisie. Pour prévoir les besoins de chauffage des ménages tunisiens. Le système se compose principalement d'un capteur solaire à plaque plane, réservoir d'eau chaude solaire et une couche active intégrée à l'intérieur d'une chambre simple. Le programme de simulation utilisé est le TRNSYS. Les résultats ont montré que, pour un ensoleillement total annuel d'environ 6493,37MJm², la fraction solaire moyenne obtenue est d'environ 84%. Et que la demande d'énergie auxiliaire est limitée aux mois froids de l'année principalement de décembre à Mars.

L'étude de A. Mokhtari et al [4] traite la relation entre conception architecturale et confort climatique des usagers sans recours total ou partiel au conditionnement mécanique des locaux. Y sont présentés les principes de base de l'architecture bioclimatique et de l'art de construire, ainsi que des données relatives au climat saharien avec focalisation sur la ville de Béchar. Et la comparaison entre les valeurs



simulées et les observations, en Janvier et Juillet, dans une maison individuelle de type F3 dans la zone sud-ouest de Béchar. Les résultats de la simulation suggèrent que le confort thermique peut être atteint par une combinaison de paramètres qu'il faut intégrer dans la conception du bâtiment projeté.

II. DESCRIPTION DU SYSTEME

Le système se compose comme le montre la figure 1 d'un ensemble de capteurs solaires sous vide qui donnent de l'énergie au ballon solaire à travers un échangeur de chaleur externe. Les deux ballons sont connectés par un échangeur immergé au bas du ballon auxiliaire. L'énergie fournie au ballon auxiliaire peut aussi provenir d'un chauffage auxiliaire hydraulique au travers d'un échangeur de chaleur situé dans la zone haute du ballon. Dans la boucle de distribution, une recirculation peut permettre d'obtenir la température de consigne d'Eau chaude sanitaire [5]

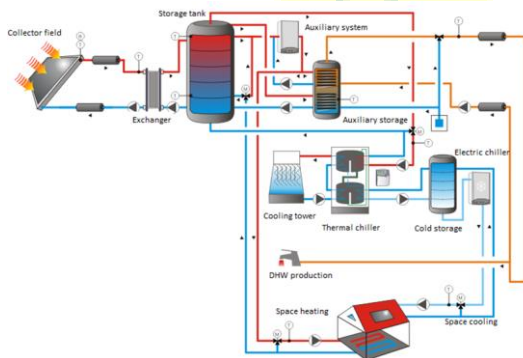


Figure 1 Description du système

La machine à froid est directement connectée au ballon solaire, et fonctionne lorsqu'un besoin en climatisation apparaît et si la température du ballon est supérieure à la température de consigne. Le débit à travers le générateur est constant, le fluide est donc mélangé à l'entrée de manière à ajuster la puissance de la machine. La tour de refroidissement est contrôlée par un VFD. La température de retour à la tour est maintenue supérieure à la consigne par une vanne qui mélange avec le fluide d'entrée. Le débit de la boucle de distribution du froid est toujours variable, avec températures d'entrée et de retour constantes.

IV. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU LIEU

Le bâtiment se situe dans la ville de Blida (Longitude : 2.8° et Latitude : 36.48°) qui est connue par un climat méditerranéen caractérisé par une alternance de saison sèche et chaude de Mai jusqu'au mois de septembre et d'une saison humide et fraîche qui s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois d'avril.[6]

Les températures : .[6]

Hiver : max. 12° C , min 1° C

Eté : max. 40° C, mi.[15] min 18° C

L'humidité relative dans la région de Blida, est de 82% pendant les mois de décembre et de janvier. Cette humidité diminue sous l'influence de la sécheresse et de la continentalité par temps de sirocco, jusqu'à atteindre une valeur de 57% au mois d'août.

Radiations solaires incidentes.[6]

La variation des radiations solaires incidentes sous forme de cloche comme le montre la figure 4, ils sont à leurs maximums au mois de juillet (autour de 10957 kWh) et aux minimums au mois de janvier (4597 kWh). C'est des valeurs qui indiquent de fort potentiel solaire pour cette région relativement à la moyenne mondiale en termes d'irradiation.

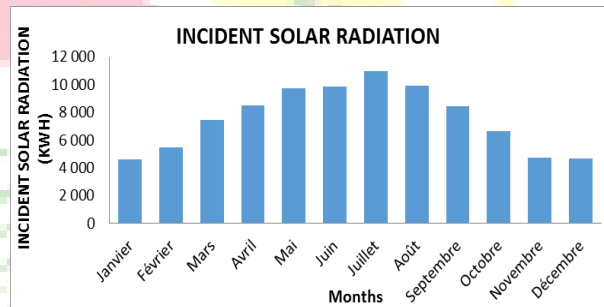


Figure 2- Radiation incidente

V. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME

Calcul des besoins en eau chaude sanitaire

On a choisit un profil de puisage d'eau chaude sanitaire simple journalier et annuel, un profil correspondant à une famille algérienne ordinaire de 4 personnes avec de forte consommation aux heures de pointe (7 heure du matin, midi et à 16 heure). Les Besoins en eau chaude est de 2000 litres / jour à une température de 45 °C. Cette consommation correspond à un ratio de 30 l/jour /personne [7]

Pour calculer la surface de captation, on a utilisé un programme sous MATLAB. Ce programme est basée sur la méthode f-chart, le résultat de simulation a donné une surface de captation pour l'eau chaude est de 34m² qui correspond au ratio moyen de 75litres/m² [8].

Ce qui concerne la surface de climatisation, nous avons aussi utilisé un ratio de 1.5 m² de surface pour une puissance de 1kW alors on aura une surface de 80 m² [9]

Les caractéristiques du capteur choisit correspond à un capteur sous vide ceci est dû à la production du froid pour la période estivale avec un rendement optique de 0.7 et un



Le 5^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 5th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



coefficient de pertes globale de $3W/m^2°C$, et une surface d'ouverture de $1.2 m^2$.

Les données de l'installation des capteurs sont données par le La puissance de climatisation est de 53 kW obtenu par un bilan thermique du système (déperdition surfaciques, linéique, par renouvellement d'air et les apports internes et externes) pour cela on a choisi la puissance de la machine égale à 70 kW qui est disponible dans le marché et sur le logiciel. Les caractéristiques de la machine à absorptions sont données sur le tableau 1.[6].

Tableau 1-Les caractéristiques de la machine a absorption

| | |
|-----------------------------------------|------------------|
| Le type | YAZAKI WFC-SC20 |
| puissance | 70KW |
| Débit d'eau de refroidissement | 36.72 m3/h |
| La chute de pression | 45.3KPa |
| Demande de puissance | 0.26 KW |
| Coefficient de performance | 0.7 |
| Le prix hors TVA | 351288.2 @ |
| Puissance de la tour de refroidissement | 85 KW |
| Le type de la tour | EVAPCO LSWA-20AA |
| Le rendement de la tour | 0.7 |

Pour le dimensionnement de l'échangeur de chaleur solaire, on a utilisé un ratio de 750 W pour un (01) m^2 de surface utile de capteur de [10], Alors a puissance totale de l'échangeur en fonction de notre surface de captation est de 60 kW. Son coefficient d'échange surfacique échangeur : $450 W/m^2.°C$

VI. Résultats et discussion

Analyse des besoins énergétiques

Les besoins net en eau chaude sanitaire

La figure représente les besoins nets de consommation d'eau chaude sanitaire en fonction des mois de l'année. Les besoins décroissent en été, avec un minimum pour le mois d'Aout (autour de 1656 kWh), ce qui est très faible du fait du fort potentiel en cette période. Ils sont par contre croissants pour les mois d'hiver, ou le maximum est atteint à plus de 2909 kWh au mois .les besoins varient selon les habitudes des occupants et période de l'année (le climat) en plus du choix du dimensionnement (Famille de 6 personnes et un profil de puisage moyen).

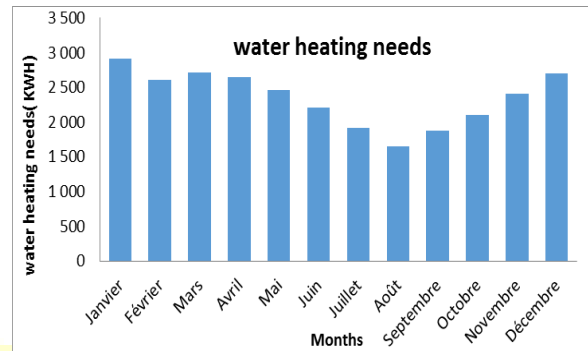


Figure 4- Les Besoins net en eau chaude sanitaire

Les besoins énergétiques net en climatisation :

On remarque que les besoins en climatisation sont à leur maximum au mois de juillet de l'ordre de 2200 kWh, les minimums sont au mois de mai.

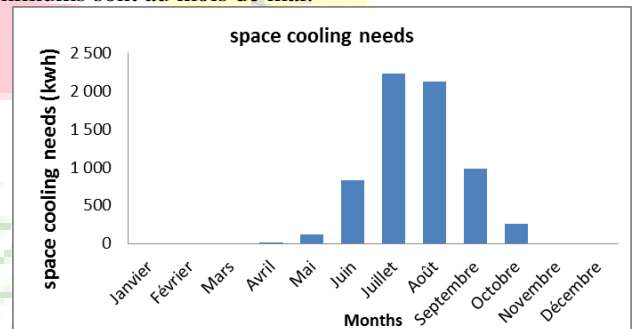


Figure 10- Les besoins net en climatisation

Néanmoins la figure montre aussi qu'on a quelques besoins en climatisation pour le mois d'octobre ceci est dû probablement à la température assez élevée fournie par le logiciel Meteororm (température maximale $24 °C$ selon le logiciel).

Analyse de La fraction solaire

L'eau chaude sanitaire :

La fraction solaire moyenne annuelle (voir figure 5) trouvée est de l'ordre de 72 %, toutefois un minimum est observé le mois de janvier ou le potentiel est très faible et les besoins sont importants.

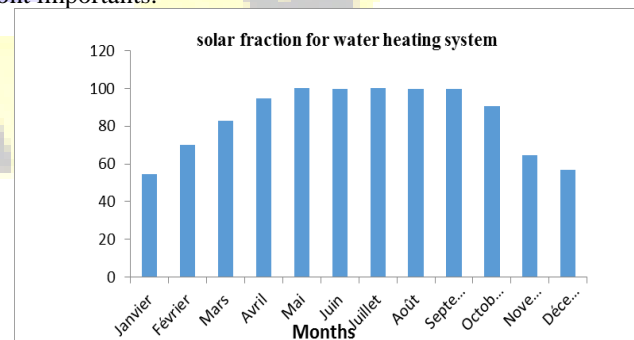


Figure 5- Fraction solaire de l'eau chaude sanitaire



Le 5^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 5th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa – Algeria 24 - 25 Octobre 2018



Climatisation solaire

On remarque que notre installation solaire couvre presque la moitié des besoins (fraction solaire moyenne 50 %), le minimum est enregistré pour le mois d'août avec une fraction de 45 %. On peut dire que cette fraction solaire est importante, ceci est dû essentiellement que quand les besoins sont aux maximums, les apports solaires sont à leurs maximums contrairement au chauffage, donc c'est une application très intéressante. Sans oublier aussi que le fait d'utiliser des capteurs sous vides afin d'assurer un bon fonctionnement et de meilleurs performances pour une machine à absorption (eau – bromure de lithium).

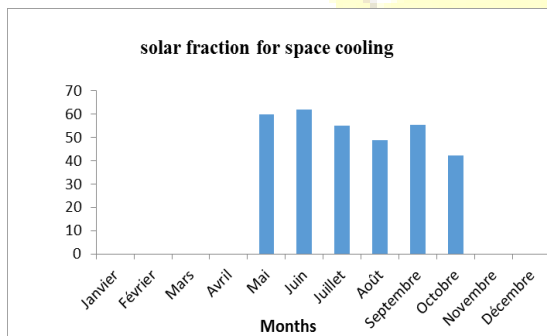


Figure 3- fraction solaire de climatisation

VII. CONCLUSION

Nous avons étudié une installation solaire multifonction (eau chaude sanitaire et rafraîchissement) en utilisant le logiciel TRANSYS en régime dynamique pour voir le comportement thermique du système étudié après l'intégration des systèmes solaires.

Pour l'eau chaude sanitaire, on remarque qu'en période estivale, l'apport des appoints n'est même pas nécessaires (la couverture est totale), ceci est dû au dimensionnement choisis et le type de capteur (capteur sous vide), La fraction solaire moyenne annuelle est de l'ordre de 72%, une valeur très encourageante.

Pour les besoins en climatisation varient selon les habitudes des occupants et période de l'année (le climat). Et le choix du dimensionnement (Famille de 6 personnes et un profil de puisage moyen). On remarque que notre installation solaire couvre presque la moitié (fraction solaire moyenne 50 %) pour les mois d'été. On peut dire que c'est fraction solaire importante, ceci est dû essentiellement que quand les besoins sont aux maximums, les apports solaires sont à leurs maximums contrairement au chauffage. Et le fait aussi d'utiliser des capteurs sous vides afin d'assurer un bon fonctionnement et de meilleurs performances pour une machine à absorption (eau – bromure de lithium).

On peut dire que ces résultats de la simulation donnent des résultats assez satisfaisants. Le choix d'un système combiné plus est très judicieux le fait d'utiliser des capteurs solaire sous vides tout le long de l'année (le chauffage de l'eau sanitaire et la climatisation en été).

REFERENCES

- [1]. Algerian Ministry of Energy, National Agency for the Promotion and Rationalization of Energy Use - APRUE-2.
- [2]. X.Q. Zhai, R.Z. Wang. Experiences on solar heating and cooling in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12 (2008) 1110–1128
- [3]. Farah Mehdaoui, Majdi Hazami et Nabiha Naili, Abdelhamid Farhat «Energetic performances of an optimized passive Solar Heating Prototype used for Tunisian buildings air-heating application». *Energy Conversion and Management* 87. (2014) 285–296.
- [4]. Mokhtari et K. Brahimi¹, R. Benziad. «Architecture et confort thermique dans les zones arides Application au cas de la ville de Béchar ». *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 11 N°2 (2008) 307 – 315.
- [5]. Transol solar thermal energy software. Aiguasol 2013.
- [6]. Meteonorm Software 7.0, 2014. [Online]. Available: <http://meteonorm.com/en/>. 11. Regulatory Technical.
- [7]. J.A. Duffie, W.A. Beckman: «Solar Engineering of thermal Process» Fourth edition 2013.
- [8]. S. Sami Mecheri et al. Integration of a heating system in Algeria/Application to an HPE building located in climatic zone B. ICES'15. Istanbul-Turkey, 2015.
- [9]. Thierry Cabirol, Daniel Roux. *Chauffage de L'habitat et énergie solaire*. Edisud, 1984.
- [10]. André joffe « Document technique GIZ »S ,formation tecsol ; Tunisie 2012