

Efficacité énergétique des logements à haute performance énergétique, 'HPE': Application au site de Béchar

Sabrina Sami-Mécheri^{1*}, Djaffar Semmar² et Abdelkader Hamid²

¹ Division Solaire Thermique et Géothermie,
Centre de Développement des Energies Renouvelables,
B.P. 62, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

² Département Génie Mécanique, Université Saâd Dahlab,
Route de Soumaâ, B.P. 270, Blida, Algérie

(reçu le 10 Mai 2012 – accepté le 26 Juin 2012)

Résumé - *L'énergie est l'un des facteurs déterminants communs liés aux problèmes sociaux, environnementaux et économiques, mais elle peut aussi contribuer à leur solution. Parmi les secteurs où les études pourraient être faites en vue de réduire la demande énergétique, est le secteur du bâtiment. Le but de cet article est de donner un exemple de simulation des logements Haute Performance Énergétique (HPE) de la ville de Béchar traitée dans le cadre du projet Eco-Bat.*

Abstract - *Energy is one of the most important common factors related to social, environmental and economical problems, but it can also contribute to their solution. One area where the studies could be made to reduce energy demand is the building sector. The purpose of this paper is to give a simulation example of high energy efficiency housing (HPE) of the city of Bechar in the framework of the Eco-Bat project.*

Mots clés: Efficacité énergétique - Eco-Bat - Développement durable - Haute Performance Énergétique.

1. INTRODUCTION

Notre pays connaît depuis bientôt une décennie un développement intense et soutenu des secteurs du bâtiment et de la construction. Que ce soient pour les grands projets de l'Etat (1 million de logements sociaux, équipements socio-éducatifs, administratifs, ...) ou les grands projets immobiliers (résidentiels, tertiaires) et touristiques initiés par les promoteurs privés et publics.

Les équipements réalisés durant les dix dernières années tous secteurs confondus, atteignent le nombre considérable de 47 89 unités sur la période 1999-2008. Les réalisations annuelles sont en progression constante, passant d'un total de 332 projets en 1999 à un chiffre de 693 projets réalisés pour l'année 2008. [1, 2]

Les exigences et normes internationales en matière de performances énergétiques et environnementales des constructions ne sont pas encore suffisamment intégrées aux processus de conception et de construction.

Ce qui a justement poussé les pouvoirs publics à la recherche de la meilleure efficacité dans le bâtiment et ce à travers plusieurs projets visant l'amélioration du confort thermique dans les logements et la réduction de la consommation énergétique pour le chauffage et la climatisation.

* s_sami@cder.dz

2. PRESENTATION DU LOGEMENT D'ETUDE

Dans le cadre du Programme National pour la Maîtrise de l'Energie, 'PNME', l'Algérie lance un projet de réalisation des logements à haute performance énergétique sur le territoire national. Le programme Eco-Bat porte sur la réalisation de 600 logements à haute performance énergétique, couvrant les différentes zones climatiques du pays [3].

Ce programme consiste à introduire l'efficacité énergétique dans le bâtiment et vise à atteindre 40 % d'économie sur les consommations d'énergie pour le chauffage et la climatisation

Le logement étudié rentre dans le cadre du programme Eco-Bat. Un des projets est implanté à Béchar, 'Réalisation de 30 logements HPE à Bechar', une ville située au Sud-Ouest de l'Algérie à 1115 km de la capitale. Les logements sont de type F3 Duplex, Rez-de-Chaussée plus un étage (70 m² habitable).



Fig. 1: Plan de situation du projet implanté à Béchar



Fig. 2: Plan en 3 D du logement

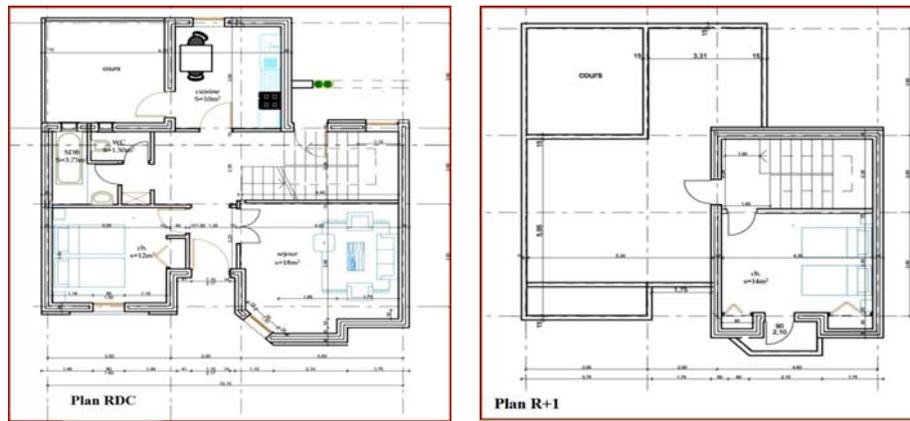


Fig. 3: Plan d'un logement

La ville de Béchar, zone retenue dans cette étude (Altitude: 772 m, Latitude: 31°.37, Longitude:-2°.14) [4], est caractérisée par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti. L'analyse de la distribution mensuelle de la température et de l'humidité relative de la ville de Béchar indique que la majeure partie de l'année se situe en dehors de la zone de confort.

Les bâtiments doivent, donc, être conçus selon les exigences d'été; celles de l'hiver seront satisfaites en conséquence. Il est donc plus approprié de viser la période de surchauffe pour déterminer les techniques de refroidissement passif, qui aident à réduire les températures internes pour atteindre des ambiances confortables.

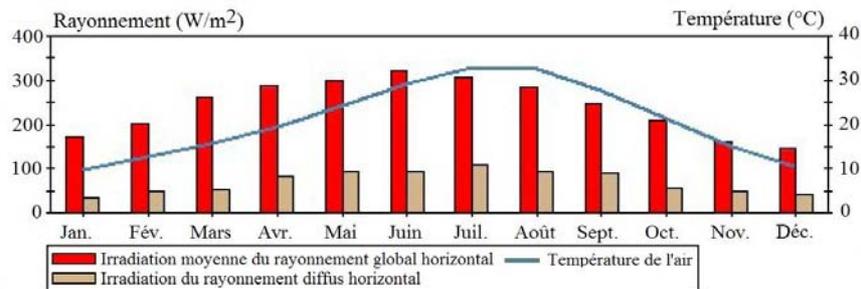


Fig. 4: Température et irradiation du rayonnement moyennes mensuelles de Béchar

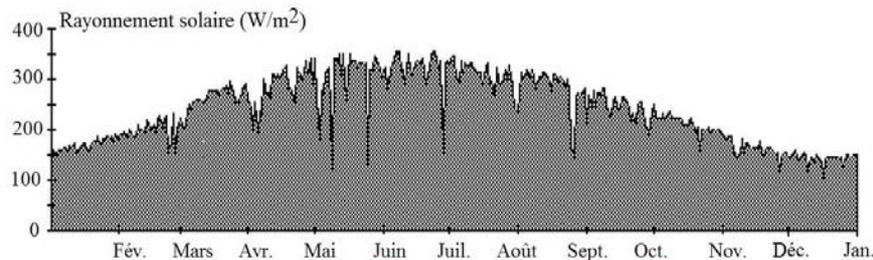


Fig. 5: Rayonnement solaire mensuel de Béchar

3. LE BILAN ENERGETIQUE DU BATIMENT

Le bilan énergétique du bâtiment est basé sur le fait que pratiquement toute l'énergie entrant dans un bâtiment finit par être transformée en chaleur. Etant donné qu'en moyenne, l'intérieur du bâtiment est à température constante, toute cette énergie finirait par en sortir.

Pendant une période de temps donnée. Ce bilan doit évidemment être équilibré, par conservation de l'énergie. [5].

Calcul des déperditions et apports calorifiques des bâtiments [6]

- **Déperditions de base pour un volume**

$$(D_B)_i = D_i \times (t_{bi} - t_{be}) \quad (1)$$

- D_i (W/°C) représente les déperditions totales du volume thermique i ;
- t_{bi} (°C) est la température intérieure de base du volume considéré;
- t_{be} (°C) est la température extérieure de base du lieu d'implantation du volume.

- **Déperditions surfaciques par transmission à travers les parois**

Les déperditions surfaciques par transmission à travers une paroi, pour une différence de température de 1 °C entre les ambiances que sépare cette paroi, sont données par la formule:

$$DS = K \times A \quad (2)$$

- K (W/m².°C) est le coefficient de transmission surfacique;
- A (m²) est la surface intérieure de la paroi.

- **Déperditions à travers les ponts thermiques**

Les déperditions à travers une liaison, ou pont thermique, D_{li} pour une différence de température de 1 °C, sont données par la formule:

$$D_{li} = K_l \times L \quad (3)$$

- K_l (W/m.°C) représente le coefficient de transmission linéique de la liaison;
- L (m) représente la longueur intérieure de la liaison.

- **Déperditions par renouvellement d'air**

$$DR = 0.34 \times (Q_v \times Q_s) \quad (4)$$

- 0.34 (Wh/m³.°C) est la chaleur volumique de l'air;
- Q_v (m³/h) est le débit spécifique de ventilation;
- Q_s (m³/h) est le débit supplémentaire par infiltrations dues au vent.

- **Apports à travers les parois opaques**

Les apports de chaleur à travers une paroi opaque à un instant t , $APO(t)$, sont donnés par la formule suivante:

$$APO = 1.2 \times K_{été} \times S_{int} \times \Delta T_e(t) \quad (5)$$

- 1.2 est un coefficient majorant tenant compte des apports latéraux linéiques (à travers les ponts thermiques);
- $K_{\text{été}}$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$) est le coefficient de transmission en partie courante de la paroi considérée pour l'été;
- S_{int} (m^2) est la surface intérieure totale de la paroi considérée, pour les toitures en pente, on prendra la projection horizontale de la surface;
- $\Delta T_e(t)$ ($^\circ\text{C}$) est la différence équivalente de température à l'heure t .

- **Apports à travers les parois vitrées**

Ils sont donnés par:

$$AVT(t) = K_{\text{été}} \times S_{\text{ouv}} \times [(T_{\text{se}}(t) - C_{\text{inc}}) - T_{\text{sb},i}] \quad (6)$$

- S_{ouv} (m^2) est la surface de l'ouverture dans, la paroi opaque;
- $T_{\text{se}}(t)$ ($^\circ\text{C}$) est la température sèche extérieure à l'heure t ;
- C_{inc} est un coefficient correcteur;
- $T_{\text{sb},i}$ ($^\circ\text{C}$) est la température sèche de base intérieure pour le local considéré.

4. RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce contexte, nous avons entrepris une étude énergétique d'un logement individuel type F3 Duplex, Rez-de-chaussée plus un étage ($70,00 \text{ m}^2$ habitable) pour réaliser un confort thermique adéquat. [7]

On considère que notre logement est passif (sans aucun apport de climatisation et de réchauffement). Pour atteindre ces objectifs, on joue sur beaucoup de paramètres influent sur les gains et les déperditions dans un bâtiment, tels que: l'orientation; l'isolation, les matériaux de constructions et le vitrage.

Le logement est devisé par quatre zones thermiques, à savoir, zone 'chambres + séjour', zone 'cuisine', zone 'salle de bain + toilette' et zone 'hall + escaliers'.

La simulation est effectuée avec le logiciel 'Pléiades + Comfie', outil de simulation dynamique développé par le Centre d'Energétique, de l'Ecole des Mines de Paris.

| Composants | T | cm | kg/m ³ | λ | Ri | Extérieur ↓ Intérieur |
|------------------------|---|------|-------------------|-----------|------|-----------------------------|
| Mortier | M | 1.5 | 30 | 1.15 | 0.01 | |
| brique creuse de 15 cm | E | 15.0 | 98 | 0.36 | 0.42 | |
| Polystyrène expansé | M | 8.0 | 2 | 0.04 | 2.05 | |
| Brique creuse de 10 cm | E | 10.0 | 69 | 0.48 | 0.21 | |
| Plâtre courant | M | 1.5 | 12 | 0.35 | 0.04 | |
| Total | | 36.0 | 211 | | 2.73 | |

Fig. 6: Mur extérieur

| Composants | T | cm | kg/m ³ | λ | Ri | Extérieur ↓ Intérieur |
|---------------------|---|------|-------------------|-----------|------|-----------------------------|
| Terre sèche | M | 5.0 | 75 | 0.75 | 0.07 | |
| film polyène | M | 2.0 | 18 | 0.40 | 0.05 | |
| Polystyrène expansé | M | 10.0 | 3 | 0.04 | 2.56 | |
| Béton fictif | M | 4.0 | 31 | 1.75 | 0.02 | |
| Mortier | M | 2.0 | 40 | 1.15 | 0.02 | |
| Carrelage | M | 0.5 | 12 | 1.70 | 0.00 | |
| Total | | 23.5 | 179 | | 2.72 | |

Fig. 7: Plancher bas

| Composants | T | cm | kg/m ³ | λ | R | |
|------------------------|---|------|-------------------|------|------|-----------------------------|
| Plâtre courant | M | 1.5 | 12 | 0.35 | 0.04 | Extérieur ↓ Intérieur |
| Brique creuse de 10 cm | E | 10.0 | 69 | 0.48 | 0.21 | |
| Plâtre courant | M | 1.5 | 12 | 0.35 | 0.04 | |
| Total | | 13.0 | 93 | | 0.29 | |

Fig. 8: Mur intérieur

| Composants | T | cm | kg/m ³ | λ | R | |
|------------------------|---|------|-------------------|------|------|-----------------------------|
| badigeon à la chaux | M | 1.5 | 16 | 0.87 | 0.02 | Extérieur ↓ Intérieur |
| béton batarde | M | 1.5 | 29 | 1.15 | 0.01 | |
| tuf tamisé | M | 4.0 | 80 | 1.10 | 0.04 | |
| Polystyrène expansé | M | 10.0 | 3 | 0.04 | 2.56 | |
| Béton lourd | M | 4.0 | 92 | 1.75 | 0.02 | |
| Hourdis de 16 en béton | E | 16.0 | 208 | 1.23 | 0.13 | |
| Plâtre courant | M | 1.5 | 12 | 0.35 | 0.04 | |
| Total | | 38.5 | 440 | | 2.82 | |

Fig. 9: Toiture

Lorsque l'on utilise le logiciel 'Pléiades + Comfie', il n'est pas possible de créer dans une même simulation, des scénarios pour l'hiver et pour l'été.

On a donc fait deux simulations, une pour l'hiver et autre pour l'été.

❖ Simulation en hiver

| | |
|---|--|
| — | Projet fin étude / pratique hiver : Séjour + chambre RDD + chambre RDC + chambre R+1 |
| — | Projet fin étude / pratique hiver : Hall + escaliers |
| — | Projet fin étude / pratique hiver : Salle de bains + WC |
| — | Projet fin étude / pratique hiver : Cuisine |
| — | Projet fin étude / pratique hiver : Extérieur |

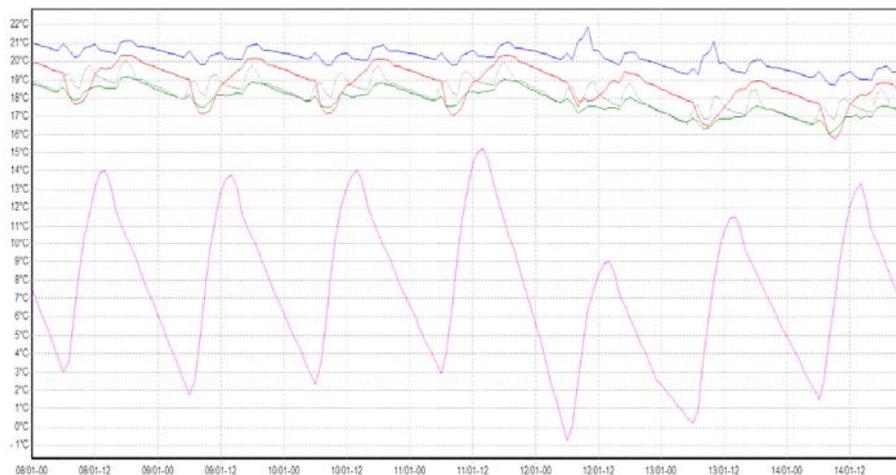


Fig. 10: Evolution de la température en hiver (semaine plus froide)

Nous remarquons que la température interne de toutes les zones est acceptable, même pour la semaine la plus froide dans la saison hivernale.

On en déduit que l'enveloppe du logement et la ventilation naturelle peuvent assurer le confort thermique de l'habitant.

❖ Simulation en été

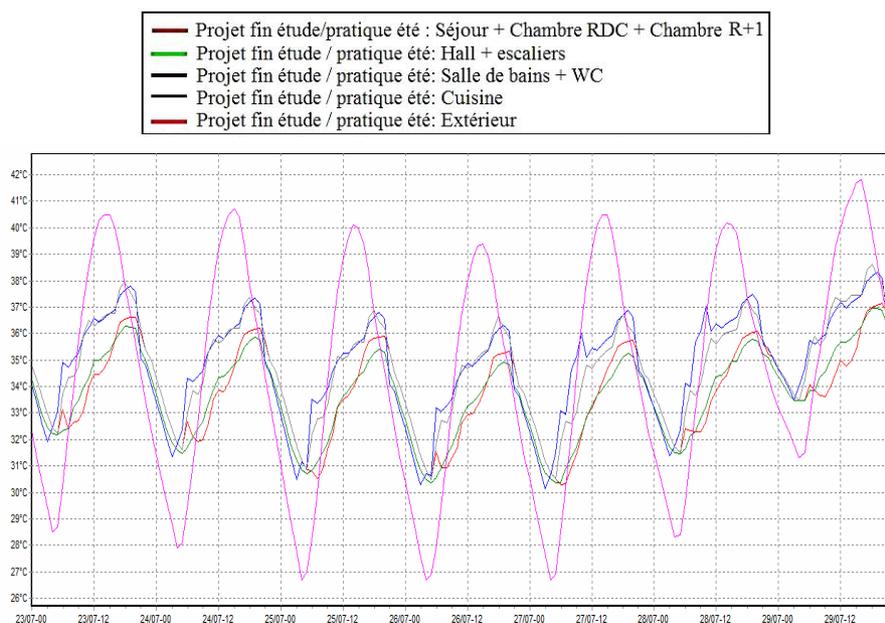


Fig. 11: Evolution de température en été (semaine plus chaude)

On constate que la température à l'intérieur des zones est trop élevée. Ce qui impose un inconfort à l'occupant. Donc, la ventilation naturelle et l'enveloppe du logement peuvent diminuer de la température extérieure, mais elle n'atteint pas la température

5. CONCLUSION

Le projet a été réalisé sur le site de Béchar, qui se caractérise par de longues périodes de surchauffe où l'inconfort est fortement ressenti, deux saisons principales (été et hiver). Avec une forte insolation dépassant les 3500 h/an [4], et un intense rayonnement solaire direct qui peut atteindre 800 W/m^2 sur un plan horizontal. En été, la température dépasse facilement les $40 \text{ }^\circ\text{C}$ à l'ombre, et l'humidité relative reste faible autour de 27 % [4].

Cette étude a permis d'introduire une phase très importante dans la démarche d'un projet. C'est l'étude énergétique ou thermique d'un modèle virtuel et découvrir l'impact des facteurs internes et externes, ainsi que les corrections des erreurs au cours de la réalisation.

Aussi les besoins estimés par la simulation nous ont permis la recommandation d'installer un système de climatisation passif, et cela pour garder un confort thermique durant la période d'été.

REFERENCES

- [1] Anonyme, 'Réalisation d'Equipements Publics, des Livraisons en Forte Hausse', Revue de l'Habitat, N°3, pp. 34 - 35, Mars 2009.

- [2] Rapport, '*L'efficacité Energétique dans le Bâtiment*', 1^{er} Salon International des Energies Renouvelables et de la Maîtrise d'Energie, 'Sireme', 11 - 15 Octobre 2010.
- [3] L. Houidef, '*Le Programme Eco-Bat, Réalisation de 600 Logements à Haute Performance Energétique*', Présentation Aprue, Novembre 2009.
- [4] Document Technique, '*Atlas Climatologique National*', Office National de la Météorologie, Recueil de Données 1995, Station de Béchar.
- [5] S. Thiers, '*Bilans Energétiques et Environnementaux de Bâtiments à Energie Positive*', Thèse de Doctorat, Spécialité Energétique, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2008.
- [6] Document Technique Réglementaire, DTR, C3.2: '*Réglementation Thermique des Bâtiments d'Habitation: Règles de calcul des déperditions calorifiques*', CNERIB 2007.
- [7] S. Sami-Mécheri, D. Semmar et A. Hamid, '*Efficacité Energétique dans le Bâtiment: Expérience Algérienne*', 2^{ième} Congrès de l'Association Marocaine de Thermique, 18 - 19 Avril 2012, Casablanca, Maroc.