

## **Bâtiments à hautes performances énergétiques : Effet de l'enveloppe sur le confort thermique. Application au climat aride**

Nabil MATARI et Abdelkader MAHI

*<sup>1</sup>Département de Génie Civil, Faculté d'Architecture et de Génie Civil, Université de la Science et de la Technologie Mohamed Boudiaf, 'USTO-MB'*

Email : **abdelkadermahi11@gmail.com** :

**Résumé :** La consommation de l'énergie électrique dans les bâtiments ne cesse de s'accroître, corrélée à l'accroissement du parc immobilier et à l'augmentation du nombre d'équipements électriques au sein de chaque habitat. Le bâtiment est devenu donc un émetteur à gaz à effet de serre. L'objectif de notre travail est d'étudier les performances énergétiques d'un bâtiment en tenant compte des spécificités du climat. Le bâtiment étudié est constitué d'un rez de chaussé et d'un étage, implanté dans région de Béchar caractérisée par un climat aride. Pour réaliser cette étude nous avons analysé d'une part l'effet de la conception architecturale et d'autre part les matériaux constituant l'enveloppe du bâtiment sur le confort thermique et sur la consommation énergétique du bâtiment. La simulation numérique est faite à l'aide du logiciel Energie Plus V7. Nous nous intéressons au confort thermique en période hivernale et en été.

**Mots clés :** Comportement thermique- Confort thermique – Performance énergétique– Simulation numérique- Energie Plus V7 – Climat aride.

### **1. Introduction**

Dans notre système environnemental, le climat est d'une très grande influence sur la vie quotidienne de l'être humain. Pour s'abriter de certains effets indésirables de la nature, l'homme a depuis longtemps pensé à construire des habitations qui le protègent contre les aléas du climat [1].

En Algérie depuis de nombreuses années et suite à une crise de logement aigue [2], on a construit un nombre important d'habitations avec une qualité thermique très insuffisante [3], ce qui a conduit à une surconsommation énergétique en chauffage et climatisation d'autant plus que le secteur résidentiel et tertiaire en Algérie est parmi les plus énergivores avec une consommation de 41 % de l'énergie finale [4].

Face à ce problème l'étude du comportement thermique du bâtiment s'avère indispensable afin de déterminer un microclimat intérieur confortable tout en optimisant les consommations énergétiques. L'objectif de notre étude est d'évaluer le comportement thermique d'une maison individuelle sous les conditions climatiques d'une région aride. Une étude d'amélioration du microclimat a montré que l'enveloppe du bâtiment a un effet direct sur le comportement thermique de ce dernier. Les simulations numériques sont réalisées à l'aide du logiciel Energie Plus V7 [5], [6] et [7].

### **2. Caractéristiques générales de la ville de Béchar**

C'est la plus grande ville du climat aride de l'ouest Algérien, elle a subi une métamorphose architecturale énorme ces dernière années avec l'utilisation de matériaux de construction inadaptés au climat saharien. Ces derniers ne permettent pas un confort thermique intérieur minimal et obligent les habitants à utiliser la climatisation artificielle. Cette ville est caractérisée par un climat aride, en hiver la température moyenne minimale est égale à 3.3°C en décembre, par contre la température moyenne maximale est égale à 39.6°C au mois de juillet. Les mois de décembre, janvier et février sont les plus froids tandis que juin, juillet et août sont les mois plus chauds.

### **3. Description du bâtiment étudié**

Le bâtiment étudié est constitué d'un rez de chaussé et d'un étage répondant aux techniques de climatisation et de chauffage de l'architecture traditionnelle. Nous proposons une implantation semi-enterrée de

notre bâtiment, cette dernière a été souvent utilisée dans l'architecture des régions arides et semi-aride, on peut citer l'exemple des maisons M'ozabite en Algérie ou l'habitat troglodyte à Matmata en Tunisie [8]. Cette implantation nous permettra de réduire la surface des parois en contact direct avec le milieu extérieur minimisant ainsi d'une part les déperditions thermiques et d'autre part de profiter de l'inertie thermique du sol donc de la fraîcheur pendant la période chaude et de la chaleur durant la période froide.

L'organisation spatiale de cette maison s'articule autour d'un patio central semi enterré implanté à -2,21 m par rapport au niveau extérieur (fig. 1 et 2).

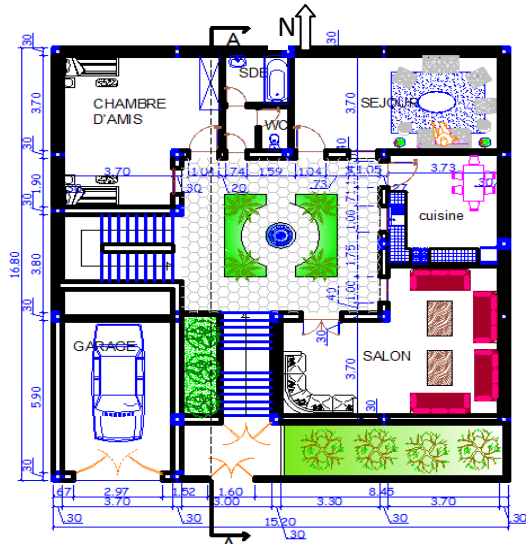


Figure 1 : Plan du RDC

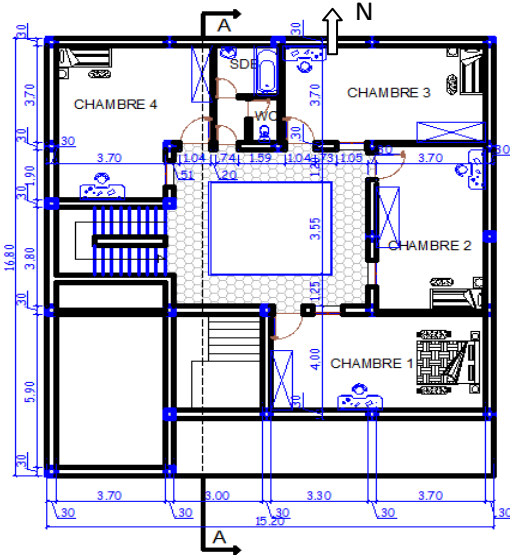


Figure 2 : Plan du 1er étage

L'accès à cette cour se fait à travers des escaliers, au milieu de cette dernière on a une fontaine d'eau et de la végétation pour adoucir la température intérieure de la cour (fig. 3).

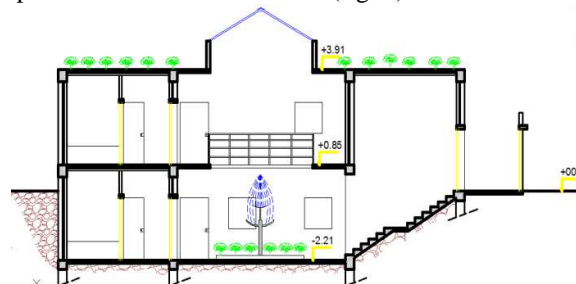


Figure 3: Coupe A-A

Le patio central est recouvert d'une verrière, elle est fermée manuellement pendant la période hivernale et ouverte pendant les autres saisons.

La structure du bâtiment est constituée d'un système poteaux - poutres, la hauteur de chaque étage est de 3,06 m. L'enveloppe de la maison est constituée de murs extérieurs en double parois en briques creuses séparées par une lame d'air d'épaisseur 5 cm, les murs intérieurs sont en simple parois en brique, la toiture est en dalle à corps creux (16 + 4) cm, le plancher bas est sur terre-plein en béton d'une épaisseur de 10 cm, les fenêtres sont en simple vitrage d'épaisseur 6 mm.

Les caractéristiques thermo physiques des matériaux sont indiqués dans le tableau suivant

Tableau: Caractéristique thermo physiques des matériaux [3]

| Matériaux        | Conductivité thermique<br>$\lambda$ (W/m.K) | Chaleur Spécifique<br>C (J/kg.°C) | Masse volumique<br>$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|---|-----------------------------------|--|
| Brique creuse    | 0,42  |                                   | 650  |
| parpaing         | 0,95  | 1080                              | 900  |
| Adobe            | 0,65  | 1008                              | 1600   |
| Lame d'air       | 0,024                                       | 1005                              | 1,29   |
| Enduit en plâtre | 0,35  | 936                               | 1000   |
| Enduit en ciment | 1,15  | 1080                              | 1800   |

|   |       |      |      |
|---|-------|------|------|
| Plaque de plâtre                                  | 0,25  | 936  | 825  |
| Corps creux + dalle de compression                | 1,45  | 1080 | 1450 |
| Corps creux en polystyrène + dalle de compression | 0,65  | 1600 | 600  |
| Mortier   | 1,4   | 1080 | 1800 |
| Polystyrène                                       | 0,036 | 1450 | 34   |

## 4. Résultats et discussions

### 4.1. Variation des températures ambiantes intérieures des différentes pièces

Les figures 4 et 5 représentent l'évolution de la température de l'air extérieure et les températures d'air intérieure du séjour, du salon, de la cuisine et des chambres du rez de chaussée pour la journée la plus froide (14 janvier) et la plus chaude (28 juillet). Nous constatons que pour la journée la plus froide les températures des différentes pièces sont presque identiques, cette température est de l'ordre de 19°C par contre la température minimale de l'air extérieure est égale à -1°C à 7h. Pour la journée la plus chaude on remarque aussi que les températures des différentes sont identiques sauf pour la cuisine où la température est plus élevée ceci est dû aux apports internes (appareils électroménagers ...).

Les figures 6 et 7 représentent la distribution de la température de l'air des pièces situées au premier étage pour la journée la plus froide et la plus chaude. On observe la même évolution que pour le rez de chaussée la température est de l'ordre de 18°C en période hivernale. En période chaude les températures des différentes pièces avoisinent les 33°C sauf pour la chambre n°3 où la température est supérieure et atteint 36°C à 17h ceci est dû à l'ouverture de cette chambre et son orientation en plein sud.

### 4.2. Effet du type des matériaux des parois extérieures sur le comportement thermique du bâtiment

Pour étudier l'effet des matériaux, notre étude s'est limitée à la chambre n°3 (fig. 2) qui est située au 1<sup>er</sup> étage, le choix de cette chambre est dicté par son orientation en plein sud, de son ouverture et de ses parois ainsi que le plafond qui sont en contact avec le milieu extérieur. La simulation a été faite pour la journée la plus froide (14 Janvier) et la journée la plus chaude (28 Juillet) (fig.8, 9). Trois cas ont été étudiés

Cas n° 1 : murs extérieurs en brique (15+10) cm séparé par une lame d'air de 5 cm d'épaisseur.

Cas n° 2 : murs extérieurs en parpaing d'une épaisseur de 20 cm.

Cas n° 3 : murs extérieurs en adobe d'une épaisseur de 50 cm.

Cas n° 4 : murs extérieurs en adobe d'une épaisseur de 70 cm.

La figure 8 représente l'évolution de la température de l'air intérieur de la chambre n°3 pour la journée la plus froide nous constatons que lorsque les parois sont en parpaing la température de l'air intérieur reste inférieure à celle de l'air lorsque les parois sont en double paroi ou en adobe, l'écart maximal est de l'ordre de 5°C. Par contre pour les parois en brique ou en adobe la température de l'air est presque la même et égale à 17°C.

Pour la journée la plus chaude (fig. 9), on observe le même comportement que celui pour la journée froide, pour les parois en brique ou en adobe la température intérieure de l'air varie entre 32.5°C et 36°C. Par contre pour la paroi en parpaing la température maximale de l'air atteint 39°C.

La figure 10 illustre les consommations énergétiques pour le chauffage et la climatisation pour différents matériaux constituant l'enveloppe de l'habitat (double paroi en brique, mur en parpaing et mur en adobe). On constate que pour le mur en double paroi la consommation énergétique en chauffage est réduite plus de 90% par rapport à celle du mur en parpaing, pour la climatisation la consommation énergétique est réduite plus de 100% par rapport à celle du mur en parpaing, par contre pour les murs en adobe (d'épaisseur 70 cm) et en double paroi en brique les consommations énergétiques en chauffage et en climatisation sont comparables la différence ne dépasse pas les 13%.

## Conclusion

Cette étude de performance thermique d'une maison individuelle située dans la région de Béchar dont le climat est aride a mis évidence l'effet de la conception et le choix des matériaux constituant l'enveloppe de la maison sur la consommation énergétique en période hivernale et en été. En effet les températures de l'air intérieur des pièces situées dans le rez de chaussé sont plus élevées en hiver que celle du premier étage car ce dernier a les murs extérieurs en contact avec le milieu extérieur d'où l'utilité d'utiliser des constructions semi enterrées. Un mauvais choix du matériau constituant l'enveloppe du bâtiment peut coûter à long terme pour assurer un confort thermique. En perspective nous envisageons d'étudier d'une part l'effet de la conception

architecturale de l'habitat et d'autre part l'utilisation des matériaux à changement de phase sur le comportement thermique de l'habitat.

### Références

- [1] S. Mazouz, *Éléments de conception architecturale*, O.P, 2004.Paris, p 31, 2009
- [2] A. Mokhtari , K. Brahimi et R. Benziada, *Architecture et Confort Thermique dans les Zones Arides. Application au Cas de la Ville de Béchar, Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 11, N°2, pp. 307 – 315, 2008.
- [3] N. Kadri et A. Mokhtari, *Contribution à l'étude de réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâtiment, Revue des Energies Renouvelables Vol. 14 N°2, pages 301 – 311, 2011.*
- [4] Ministère de l'Énergie et des Mines, *Consommation Énergétique Finale de l'Algérie, Chiffre Clé -Année 2005*, APRUE, 2007
- [5] C.Spitz, *Analyse de la fiabilité des outils de simulation et des incertitudes de métrologie appliquée à l'efficacité énergétique des bâtiments, thèse de doctorat*, université de Grenoble, 9 mars 2012.
- [6] F. Chlela, *Développement d'une méthodologie de conception de bâtiments à basse consommation d'énergie*, Université de La Rochelle, 2008.
- [7] <http://www.energyplus.gov>,
- [8] Liébard. A, De Herde. A, *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatique ; concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, le moniteur*, 2005.

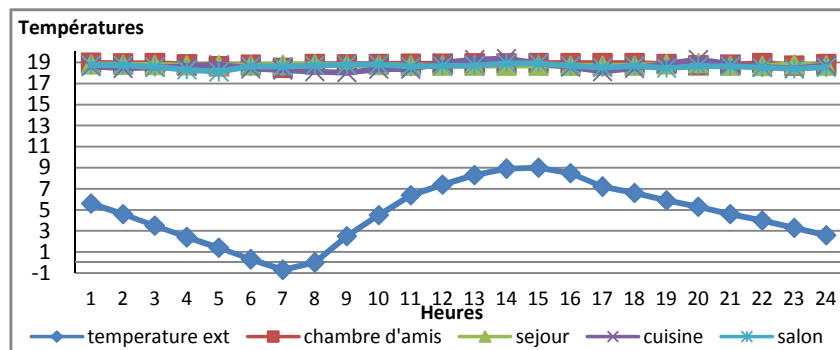


Figure 4: Température de l'air ambiant des différentes pièces du RDC pour la journée la plus froide du 14 janvier

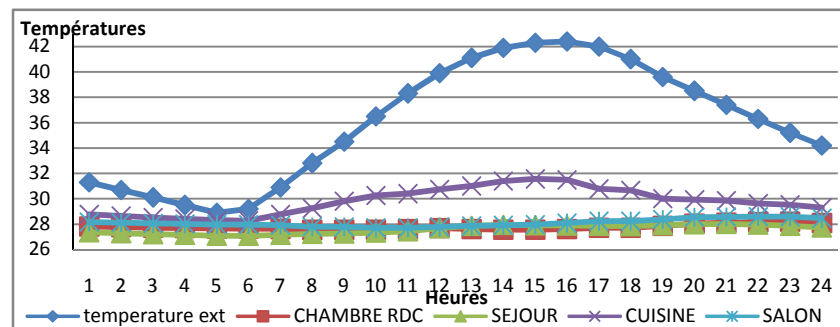


Figure 5 : Température de l'air ambiant des différentes pièces du RDC pour la journée la plus chaude du 28 juillet

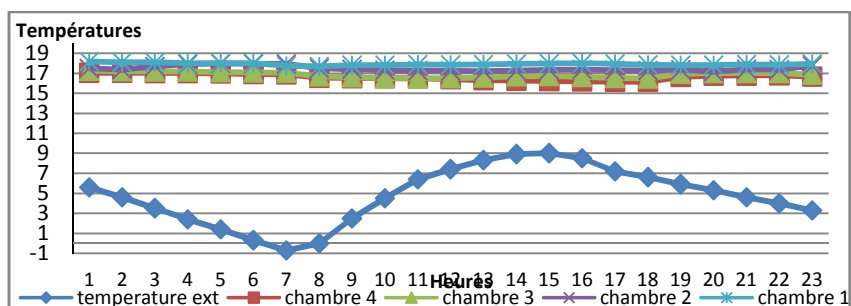


Figure 6: Température de l'air ambiant des différentes pièces du 1er étage pour journée la plus froide du 14 janvier

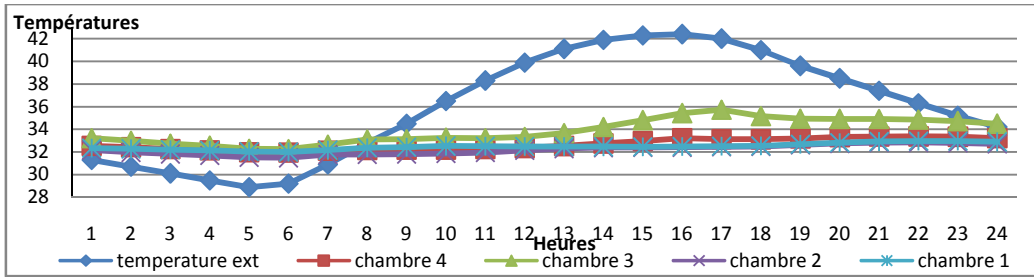


Figure 7 : Température de l'air ambiant des différentes pièces du 1er étage pour la journée la plus chaude du 28 juillet

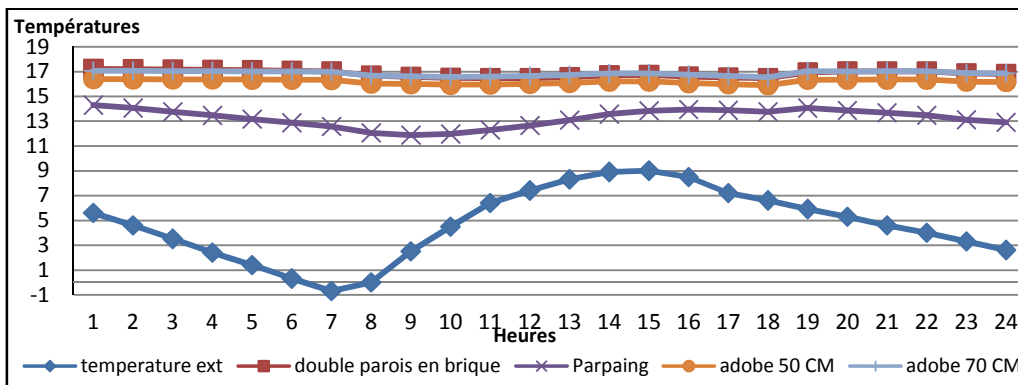


Figure 8 : Effet des matériaux sur le comportement thermique de la chambre n°3, pour la journée la plus froide du 14 janvier

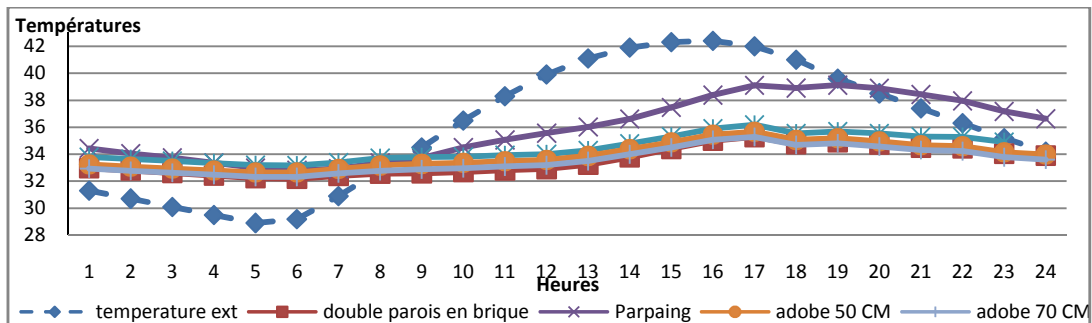


Figure 9 : Effet des matériaux sur le comportement thermique, chambre n°3, pour la journée la plus chaude du 28 juillet.

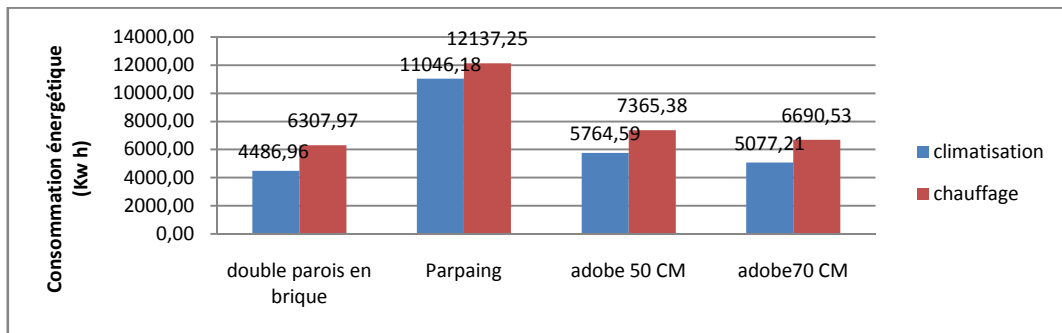


Figure 10 : Effet des matériaux des parois extérieures sur la consommation énergétique annuelle du bâtiment