

## IMPACT OF THERMAL INSULATION STRATEGIES ON ENERGY CONSUMPTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONSTANTINE

S. Benharkat<sup>1\*</sup>, I. Telilani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire ABE, Département d'architecture, Université Salah Boubnider Constantine 3, Algérie

<sup>2</sup>Master student, Département d'architecture, Université Salah Boubnider Constantine 3, Algérie

Received: 18 Mars 2020 / Accepted: 30 April 2020 / Published online: 01 May 2020

### ABSTRACT

Housing in Algeria is experiencing a multi-dimensional crisis: crisis in design (standardization of housing), construction, financing, management, etc., which has a negative impact on user comfort, poor housing quality and high energy consumption.

This article focuses on the study of the impact of different thermal insulation strategies on energy consumption (heating and cooling) of a residential building situated in semi-arid climate (Constantine -northeast of Algeria) using thermal dynamic simulation tool (TRNSYS 16).

**Keywords:** Energy consumption, residential buildings, thermal insulation strategies, TRNSYS 16

Author Correspondence, e-mail : [sarah.benharkat@univ-constantine3.dz](mailto:sarah.benharkat@univ-constantine3.dz)

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i2.23>



## 1. INTRODUCTION

Parallèlement au vaste programme des énergies renouvelables, le Gouvernement algérien a lancé en 2015 le Programme National d'Efficacité Energétique (PNEE) dont les actions phares portent sur :

- L'isolation thermique des bâtiments (existants et neufs) ;
- La promotion du chauffe-eau solaire et de la climatisation solaire ;
- Une meilleure performance dans l'éclairage [1].

En ce qui concerne le secteur des bâtiments résidentiels, estimés à 5 745 645 logements dont 62% urbain, il a enregistré une consommation finale qui a atteint les 6 millions de TEP en 2012, ce qui équivaut à une consommation énergétique moyenne annuelle de 1,050 TEP par logement. Tandis que sa consommation électrique a atteint 807 ktep, ce qui représente 38% de la consommation totale d'électricité. Le secteur constitue donc le premier secteur grand consommateur d'énergie électrique au niveau national [2].

Ainsi, la question de l'isolation thermique des bâtiments demeure récurrente dans notre pays. En effet, à cause de la demande croissante en logements et des restrictions budgétaires imposées, on continue à construire des enveloppes démunies de tous matériaux isolants en ignorant la portée à long terme de ces pratiques.

A travers cet article, on compte démontrer l'intérêt de l'utilisation de plusieurs stratégies d'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment et son impact sur la consommation énergétique d'un logement résidentiel exposé à un climat contrasté typique de la région de Constantine.

## 2. METHODOLOGIE

Dans cet article, on présente une étude numérique menée par simulation thermique dynamique qui a pour but d'évaluer l'impact de différentes stratégies d'isolation thermique sur la consommation énergétique (chauffage et climatisation) d'un bâtiment résidentiel situé à la ville de Constantine.

### 2.1. Contexte climatique

Constantine, ville du Nord-est de l'Algérie (latitude 36°16 N, 6°6 Est) est caractérisée par un

climat semi-aride : un hiver froid et humide et un été chaud et sec. Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 7.15°C, juillet est le mois le plus chaud avec une température moyenne égale à 26.6°C.

Pour les besoins de la simulation, un fichier météo de la ville de Constantine (Constantine.wea) a été généré par le logiciel Météonorm V7.1.3.19872.

## 2.2. Outils de simulation

Les simulations numériques ont été entreprises par le logiciel TRNSYS version 16 développé par l'université du Wisconsin -Madison. Il s'agit d'un logiciel complet et extensible de simulation pour la modélisation des systèmes dynamiques et notamment des bâtiments multizones, qui est doté d'une structure modulable et ouverte.

## 2.3. Cas d'étude

Le bâtiment résidentiel simulé est un bâtiment de R+5 qui bénéficie d'une orientation Nord-Sud. Chaque étage se compose de deux logements type F4 et F5 (Figure 1).

Le premier logement occupe une surface de 115 m<sup>2</sup>, pour un volume de 352 m<sup>3</sup>, il est composé de 11 zones : 3chambres, un séjour, une cuisine avec séchoir, une salle de bain, un WC, un couloir et 2 balcons.

Le deuxième logement occupe une surface de 173 m<sup>2</sup> pour un volume de 529 m<sup>3</sup>, il se compose de 14 zones : 4 chambres, un séjour, une cuisine avec séchoir, 2 salles de bain, un WC, couloir, 2 balcons, un dressing. Le bâtiment a été modélisé avec le type 56.

Pour ce qui est des matériaux, les murs extérieurs sont composés de deux rangées de briques alvéolaires de 15cm et 10cm séparées par une lame d'air de 5cm. Les murs intérieurs sont constitués d'une rangée de 10cm de briques alvéolaires. La dalle est en béton armé de 10cm, le plancher courant et la toiture terrasse sont composés de corps creux de 16cm et une dalle de compression en béton armé de 4cm.

Les détails des différents éléments constructifs sont regroupés dans le tableau 1[3]

Les caractéristiques thermos physiques des différents éléments sont les suivantes :

-Mur extérieur :  $U=1.09 \text{ W/m}^2\text{K}$

-Mur intérieur,  $U=1.85 \text{ W/m}^2\text{K}$

-Plateforme en béton armé,  $U=3.77 \text{ W/m}^2\text{K}$

-Plancher courant,  $U=1.87 \text{ W/m}^2\text{K}$

-Toiture terrasse,  $U= 0.616 \text{ W/m}^2\text{K}$

-Vitrage simple clair,  $U=5.7 \text{ W/m}^2\text{K}$

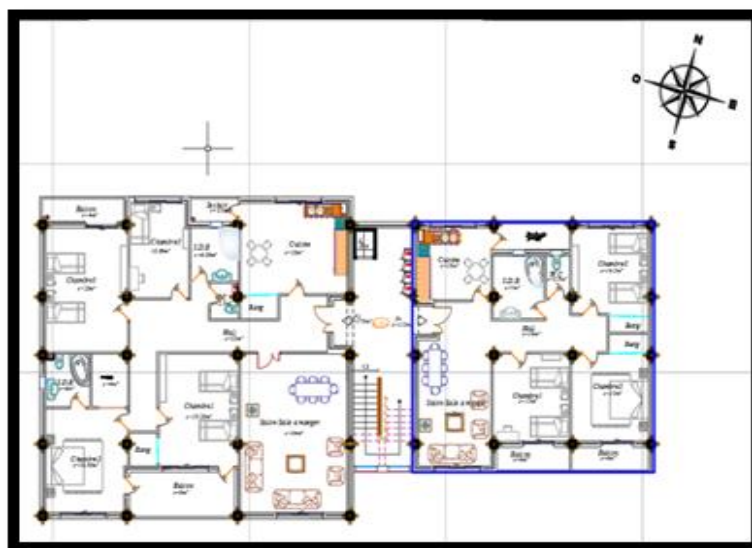
Les gains internes ont été estimés pour les occupants et les appareils d'éclairage électrique :

-le taux d'occupation est de 6 personnes (soit 70W par personne).

-Taux de renouvellement d'air : 2.0 changements d'air.

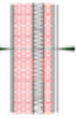
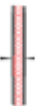



-Infiltration : 0.25 changement d'air.

Pour le calcul des charges de chauffage et de climatisation, la température de consigne a été fixée à  $20^\circ\text{C}$  pour l'hiver et à  $26^\circ\text{C}$  pour l'été [4].



**Fig.1.** Plan de l'étage courant du bâtiment

**Tableau 1.** Composition des éléments constructifs du bâtiment résidentiel [3]

Éléments constructifs	Schéma	Matériaux de construction
1-Mur extérieur		-Enduit de plâtre Ext (2cm), brique alvéolaire (15cm), lame d'air (5cm), brique alvéolaire (10cm), enduit de plâtre Int (2cm).
2-Mur intérieur		-Enduit de plâtre (2cm), brique alvéolaire (10cm), enduit de plâtre (2cm).
3- dalle		-isolation polystyrène sous dalle 5cm. -film polyane. -dalle flottante en béton armé 10cm. -chape béton 5cm. -revêtement du sol 2cm.
4- Plancher courant		-Enduit de plâtre 2cm. -Corps creux 16cm -dalle de compression 4cm -mortier 5cm -revêtement du sol 2cm
5- plancher terrasse		-Enduit de plâtre 2cm -Corps creux 16cm -Dalle de compression 4cm -Film polyane -Par vapeur 1cm -Isolant 4cm -Étanchéité multicouche 2cm

## 2.4. Scenarios

Le premier scénario simulé correspond au bâtiment sans isolation thermique. Trois autres scénarios ont été simulés correspondant à trois stratégies d'isolation thermique qui sont présentées dans le tableau 2.

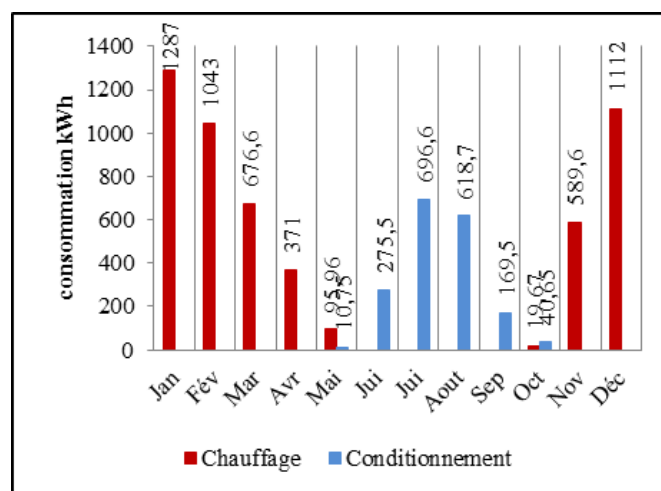
**Tableau 2.** Scénarios simulés

Scénario	Description
1	Bâtiment sans isolation (cas de base)
2	Isolation des murs extérieurs
3	Isolation des parois vitrées
4	Isolation des murs extérieurs et parois vitrées

### 3. RESULTATS

On présente ici quelques résultats concernant les charges de chauffage et de climatisation d'un logement type.

La figure 2 présente les charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement non isolé (cas de base). Les résultats montrent que les besoins en chauffage dominant avec 5194 kWh tandis que les besoins en climatisation sont de 1812 kWh, soit une charge annuelle de 7006 kWh.



**Fig.2.** Charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement sans isolation (cas de base)

-Plusieurs chercheurs ont étudié l'impact du type d'isolant [5,6], de sa position dans le mur [7] et de son épaisseur [8-10] sur les charges totales d'un bâtiment à occupation continue tel que les bâtiments résidentiels.

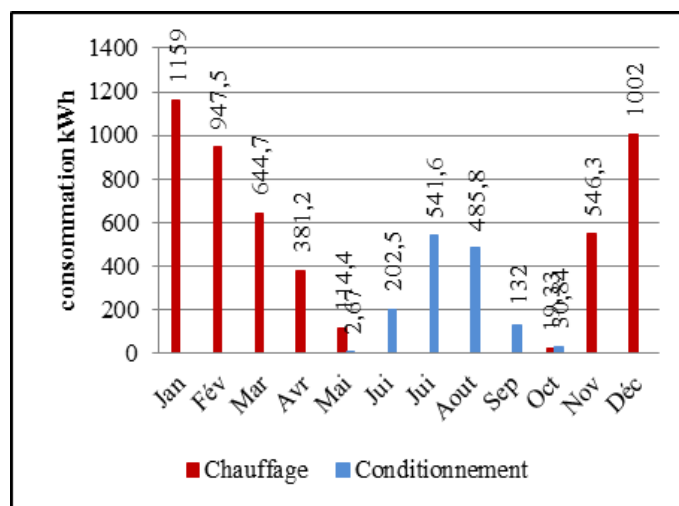
Sur la base de ces études, on a utilisé lors des simulations un isolant type Polystyrène expansé de 6cm positionné à l'intérieur du mur double en briques creuses et dont la conductivité thermique  $\lambda=0.046$  W/m.°K [4].

La figure 3 présente les charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement dans ce cas : On relève que les charges de chauffage s'élève à 4815 kWh, les charges de climatisation à 1395 kWh, soit une charge annuelle de 6210 kWh.

Ainsi, l'isolation des murs extérieurs par le polystyrène expansé permet de réduire de 12% la

demande en énergie pour le chauffage et la climatisation par rapport à un mur extérieur avec lame d'air (le cas de base).

Il est nécessaire de souligner que le polystyrène expansé est le matériau isolant le plus économique en Algérie, il est également caractérisé par la plus haute durée du cycle de vie et les plus basses périodes de récupération et il se trouve que l'épaisseur de l'isolation optimale varie dans un large éventail [9].



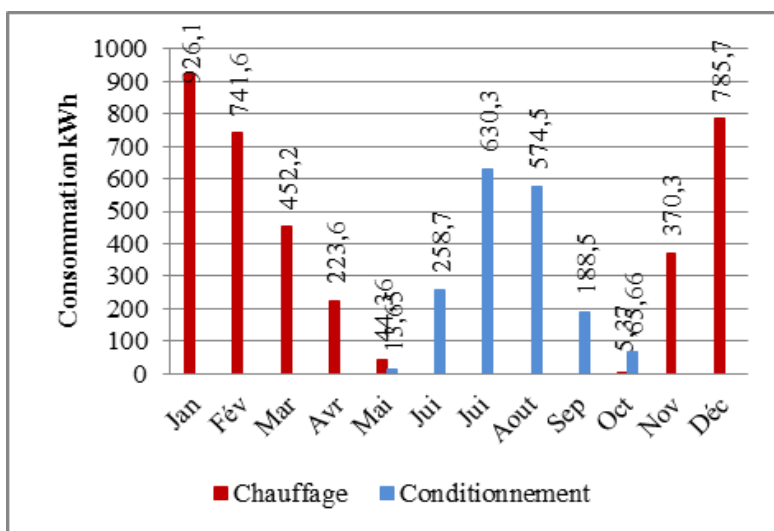
**Fig.3.** Charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement avec isolation des murs extérieurs

-Pour ce qui est de l'isolation des parois vitrées, la résistance thermique du vitrage est le facteur le plus important. Il est recommandé d'utiliser des vitrages à faible coefficient de transmission thermique  $U$  et à facteur solaire  $F_s$  élevé pour une meilleure performance en hiver [11].

Ainsi, on a remplacé le simple vitrage clair par du double vitrage dont le coefficient de transmission thermique  $U=2.95 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  [4].

La figure 4 présente les charges mensuelles en chauffage et climatisation du logement avec isolation des parois vitrées. Les résultats montrent que, pour ce scénario, les charges de chauffage avoisinent les 3549 kWh tandis que les charges de climatisation sont égales à 1731 kWh, soit une charge totale annuelle de 5280 kWh.

Donc, l'utilisation du double vitrage a permis de réduire de 24% les charges annuelles du logement.

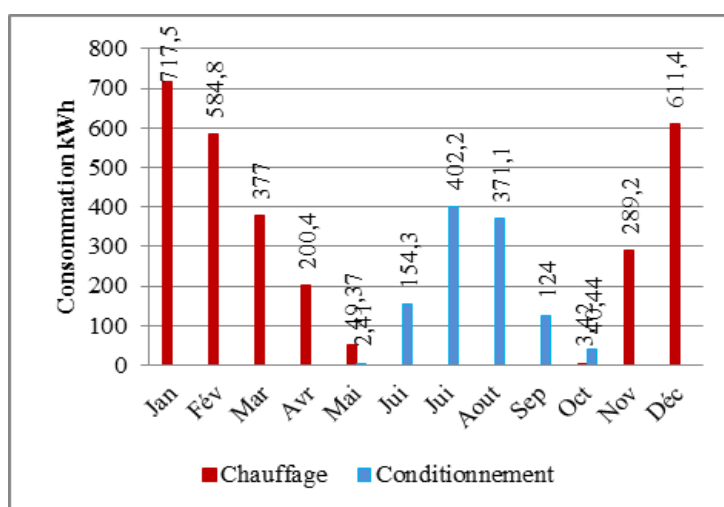


**Fig.4.** Charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement avec double vitrage

-La figure 5 présente les charges mensuelles en chauffage et climatisation du logement en associant les deux stratégies : isolation thermique des murs extérieurs par du polystyrène expansé et isolation des parois vitrées par du double vitrage.

Les résultats indiquent que les charges de chauffage ont baissé à 2833 kWh et ceux de la climatisation à 1094 kWh, soit un total de 3927 kWh.

En effet, l'isolation thermique complète de l'enveloppe du bâtiment conduit à une économie d'énergie de l'ordre de 44%.



**Fig.5.** Charges mensuelles de chauffage et climatisation du logement avec isolation des murs extérieurs et double vitrage



#### 4. CONCLUSIONS

Le Programme national d'efficacité énergétique (PNEE) lancé par le gouvernement algérien consiste en l'introduction et la diffusion des pratiques et des technologies autour de l'isolation thermique des bâtiments, ayant pour objectif d'atteindre un gain cumulé d'énergie évalué à plus de 7 millions tep à l'horizon 2030.

L'étude numérique présentée dans cet article démontre clairement que l'isolation thermique de l'enveloppe, surtout les fenêtres, permet de réduire de moitié la consommation énergétique des bâtiments. Ces mesures sont à prévoir dès la phase de la conception architecturale.

Il est d'ailleurs impératif de revoir la réglementation thermique algérienne et inciter aussi bien les maîtres d'œuvre que les maîtres d'ouvrage à appliquer strictement les règles de l'isolation thermique des bâtiments. Il est également nécessaire de mettre en place un organisme de contrôle afin d'aboutir aux objectifs assignés.

#### 5. REFERENCES

- [1] A.P.R.U.E. Programme de développement de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030, Ministère de l'énergie et des mines, Algérie, 2015.
- [2] Denker A., El Hassar S.M.K. Guide pour une construction éco-énergétique en Algérie. Allemagne : G.I.Z, 2015.
- [3] Telilani, I. Isolation thermique de l'enveloppe et son impact sur le confort hygrothermique et la consommation énergétique dans un bâtiment résidentiel. Mémoire de Master. Option ADEV, Département d'architecture, Université Constantine 3, Algérie, 2018.
- [4] Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment. DTR C-3-2 Règlementation thermique des bâtiments d'habitation : règles de calcul des déperditions calorifiques. Ministère de l'Habitat, Algérie, 1998.
- [5] Papadopoulos AM. State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments. *Energy Build*, 2005,37: 77–86.
- [6] Aditya, L, et coll. A review on insulation materials for energy conservation in buildings, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 73: 1352–1365.
- [7] Al-Homoud DMS. Performance characteristics and practical applications of common

- building thermal insulation materials. *Building and Environment*, 2005, 40: 353–366.
- [8] Braulio-Gonzalo M. et Bovea M.D. Environmental and cost performance of building's envelope insulation materials to reduce energy demand: Thickness optimization, *Energy and Buildings*, 2017, 150: 527-545.
- [9] Yu J. & Yang C. & Tian L. & Liao D. In Kaynakli O. Parametric Investigation of Optimum Thermal Insulation Thickness for External Walls, *Energies*, 2011, 4: 913-927.
- [10] Ucar A. et Balo F. Determination of the energy savings and the optimum insulation thickness in the four different insulated exterior walls, *Renewable Energy*, 2010, 35: 88–94.
- [11] Gasparella, A., Pernigotto, G., Cappelletti, F., Romagnoni, P. & Baggio, P. Analysis and modeling of window and glazing systems energy performance for a well-insulated residential building. *Energy and Buildings*, 2011, 43:1030–1037.

**How to cite this article:**

Benharkat S, Telilani I. Impact of thermal insulation strategies on energy consumption of residential buildings in Constantine. *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2020, 12(2), 865-874.