

## LA PERFORMANCE THERMIQUE DE LA MAISON TRADITIONNELLE A PATIO SELON LE ZONAGE CLIMATIQUE

**Fawzi Hicham ARRAR,**

Phd Student, Institut d'architecture et d'urbanisme, Université Saad Dahlab  
Blida 1, Algérie, Laboratoire ETAP, e-mail: arrar.hichem20@gmail.com

**Dalel KAOULA**

MCA, Institut d'architecture et d'urbanisme, Université Saad Dahlab Blida 1,  
Algérie, Laboratoire ETAP, e-mail: d.kaoula@yahoo.fr

**Amina FOUFA ABDESSEMED**

Professeur, Institut d'architecture et d'urbanisme, Université Saad Dahlab,  
Blida 1, Algérie, Laboratoire ETAP, e-mail: aafoufa@gmail.com

### **Abstract:**

L'homme a toujours été à la recherche du confort dans son espace de vie, de son adaptabilité au savoir-faire et développements techniques, il se craie une harmonie entre ses besoins et l'environnement.

Un des modèles d'habiter les plus anciens et les plus connus dans l'histoire est la maison a Patio, un réel exemple d'architecture bioclimatique, la maison a patio répond généralement aux besoins de sa création, et au mode de vie de ses utilisateurs, elle se caractérise par la centralité, l'introversion de l'espace bâti et l'agencement des pièces autour du patio.

Souvent citée comme « Savante », elle rassemble en elle les interactions entre le contexte climatique, le zonage géographique et est très liée à la morphologie urbaine traditionnelle.

Dans cet article, nous aller traiter l'impact de la variabilité climatique sur les températures intérieures d'un modèle de maison a patio méditerranéen qu'on retrouve en Algérie, en utilisant les matériaux traditionnels.

La méthodologie choisie est de mettre en avant la performance des maisons traditionnelles ; et d'analyser l'impact sur l'environnement intérieur pour trois stations météorologique différentes « Alger, Tlemcen et Bechar »

En plus de mettre en avant les qualités de ce type d'habitation qui a été longuement négligé, les résultats obtenus nous ont permis d'enrichir le cadre écologique et d'apprécier l'impact du patio sur le confort thermique intérieur, Ainsi que de vérifier son adaptabilité et efficacité énergétique qui tend vers l'écoconception.

**Key words:** Habitat, Patio, Confort thermique, Simulation, zoning climatique

### **Introduction:**

L'être humain de sa nature a toujours senti le besoin de s'abriter et de se protéger, l'habitat est un espace personnalisé qui délimite le « dedans » et un « dehors », avec l'évolution, une des conditions principales de l'homme est devenue la recherche du bien-être ; l'habitation doit alors assurer les microclimats intérieurs satisfaisant l'utilisateur. Marcel Mauss présente le foyer comme une industrie de la protection et du confort (Pinson 2002) Le confort thermique constitue une demande reconnue et justifié dans le bâtiment du fait de son impact sur la qualité des ambiances thermiques intérieures ; il est donc considéré comme un

élément important de la qualité globale. Il est discuté depuis les années 1930, et peut être défini comme le degré de désagrément ou de bien-être produit par les caractéristiques de l'environnement intérieur d'un bâtiment. Une telle définition considère une interaction entre l'individu et l'espace qui l'entoure, dans l'ISO 7730 c'est « cette condition d'esprit qui exprime sa satisfaction à l'égard de l'environnement thermique. » (ISO,1990) Néanmoins il existe deux approches principales du thermique confort: le modèle stationnaire et le modèle adaptatif. Le modèle adaptatif est principalement basé sur la théorie de l'adaptation du corps humain à son climat extérieur et intérieur. (Taleghani, 2020) La recherche en confort thermique intègre plusieurs sciences telles que la physiologie, la physique du bâtiment, le génie mécanique et psychologie. (Nicol,1993) Dans cet article on traitera des températures opératives intérieures de la maison traditionnelle a patio, qui est considérée comme un complexe vivant qui reflète les besoins pour lesquels elle a été construite et se transforme au fur et à mesure des nouvelles exigences. A la suite de la maison grecque, la maison romaine disposait généralement de deux cours intérieures. Mais c'est avec l'arrivée de la civilisation arabo-musulmane en Afrique du nord, que la maison à patio a connu son apogée, répondant à la fois à des exigences sociologiques, culturelles, et thermiques. (Ghrab-Marcos,1991) L'introversion du modèle de la maison a patio et sa capacité à créer des microclimats dans les espaces environnant, a fait l'objet de plusieurs recherches, on en cite Hassan Fathy en 1986 et André raverau en 1989, Le patio ayant la capacité à jouer le rôle d'espace tampon entre l'intérieur de l'habitation et l'ambiance extérieur. Dans l'optique de la réduction d'énergie, les espaces de transition ont été reconnus comme un moyen de recevoir lumière naturelle et air (Yang, 2012), Ces espaces sont utilisés depuis presque 5000 ans (Fathy, 1986) et ont émergé sous différents types à des fins variées. L'objectif est donc d'analyser le potentiel bioclimatique des zones climatiques algériennes puisque la consommation d'énergie et le confort thermique des bâtiments sont fortement affectés par les conditions météorologiques. La présente étude prend en compte les 3 villes suivantes aux climats différents « Alger, Tlemcen et Bechar »

## Materials and methods:

### 2.1 Approche de simulation

Les bâtiments sont d'énormes consommateurs d'énergie; par conséquent, des recherches importantes sur l'efficacité énergétique dans les constructions sont nécessaires de toute urgence. La modélisation des équipements énergétiques et du phénomène physique au sein du bâtiment est la première étape essentielle qui peut nous aider à parvenir à une gestion optimale des flux énergétiques; ce serait une étape importante vers le développement durable de notre société (Hoang, 2014).

L'importance des études bioclimatiques augmente et prend de l'ampleur chaque année. Leur but est de comprendre le climat pour maximiser les avantages des stratégies de conception de bâtiments bioclimatiques afin d'assurer le confort thermique et augmenter l'efficacité énergétique.

Les modèles de simulation thermique doivent répondre aux besoins de l'enquête; ils sont censés matérialiser l'effet combiné de phénomènes thermiques, tels que l'échange de chaleur à travers les bâtiments par les trois modes de transfert de chaleur, à savoir la

conduction, la convection et le rayonnement, ainsi que par ventilation et circulation d'air (M'sellem, 2007).

Pour des raisons de coût et de temps, la simulation est un moyen efficace de développer et d'étudier le comportement thermique des bâtiments dans des conditions variables.

La simulation d'analyse thermique est réalisée dans une perspective d'intégration des paramètres climatiques et physiques des matériaux dans le processus d'amélioration des performances thermiques des bâtiments en vue d'explorer et d'optimiser certaines décisions afin d'obtenir le meilleur confort thermique.

Cette simulation d'analyse thermique permet également l'évaluation et le contrôle thermique des bâtiments.

La méthodologie adoptée est structurée sur la base de la modélisation d'une maison à patio, avec une caractérisation de matériaux traditionnels et l'évaluation comparative des températures intérieures de trois variantes climatiques; les stations météorologiques sélectionnées sont celles d'Alger, Tlemcen et Béchar.

Ceci a été réalisé sur la base d'une modélisation et d'une série de simulations utilisant le logiciel Pléiades, l'environnement extérieur a un impact significatif sur le confort thermique à l'intérieur des maisons. De plus, la situation géographique, la température extérieure et le rayonnement solaire sont trois facteurs environnementaux qui affectent également le confort thermique (Noel, 2018).

## 2.2. Cas d'étude

Un grand nombre des maisons qui bordent le bassin méditerranéen sont organisées autour d'un patio. Cela est vrai pour l'Andalousie, la Grèce, le sud de l'Italie, les pays de la méditerranée, et particulièrement pour l'Afrique du Nord. Les origines de cette organisation spatiale sont très anciennes (Fezzioui, 2012)

Les maisons traditionnelles, de notre cas d'étude, se distinguent par leurs typologies constructives très intéressantes avec à des compositions de construction à base de matériaux locaux (brique cuite, moellons, bois, etc.) et une épaisseur de paroi comprise entre 40 et 70 cm (Abdessemed, 2010). Ces constructions se caractérisent par les principes d'écoconception, ainsi que par une symbiose environnementale et une adaptabilité climatique.

Nous proposons une analyse de la maison à patio dans les trois villes du pays: Alger, Tlemcen et Bechar sur le plan thermique. Nous avons choisi des villes situées dans des situations géographiques et des climats différents.

Le but de cette étude est de faire ressortir les points forts, ainsi que les défaillances de ce type d'habitat et d'évaluer le degré d'adaptation climatique de ce type de construction selon le contexte extérieur.

La maison est composée d'un rez-de-chaussée et de deux niveaux, plus une terrasse accessible, les plans pour la modélisation sont de " DAR IV.8.1 " Boussoura Abderrahmane. (Missoum, 2003)

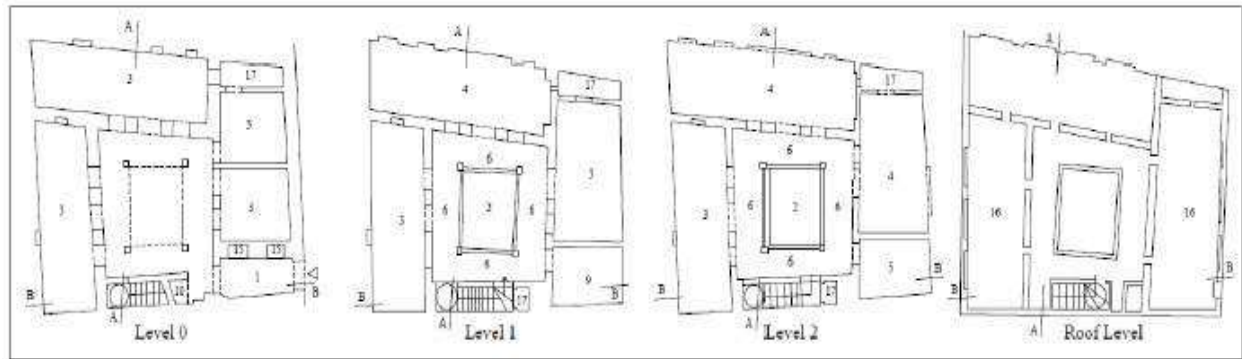


Figure 1. Plans

Légende : 1. Entrée 2.Centre de la maison 3.Chambre 4.Chambre avec qbou 5.Chambre 6.Galerie 7.Escaliers 8.Magasin 9.Cuisine 10.Wc 11.Buanderie 12.Puits 13.Citerne 14.Chambre sur la terrasse 15.Banc en maçonnerie 16.Terrasse 17.Demi-niveau

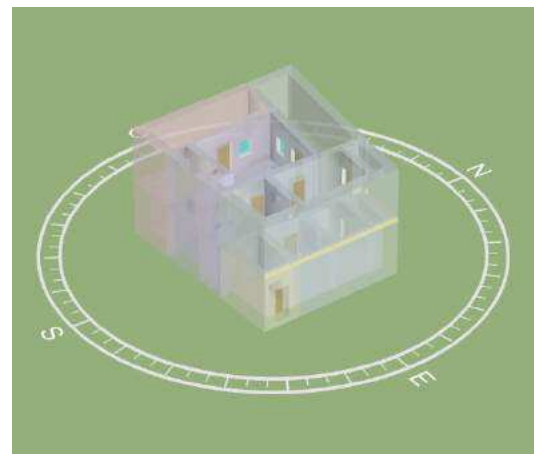
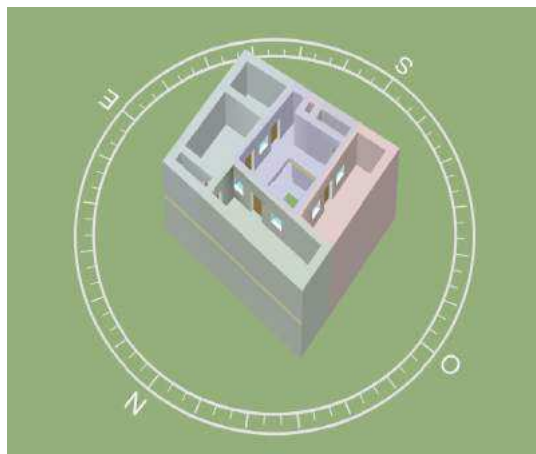


Figure 2. Modélisation 3D avec le logiciel de simulation Pléiades

### 2.3 Caractéristiques climatiques spécifiques

Le tableau 1 résume les données climatiques de la ville sélectionnées lors de notre évaluation. Nom du site = Alger. Latitude [N] = 36° 45' 9" Longitude [E] = 3° 2' 31" Altitude [m] = 40 Température du sol (Profondeur à 10m) : 22°C

Tableau 1. Les données climatiques de la ville d'Alger.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T. Max Ext (°C)	23,8	20,8	28,1	29,1	25,0	30,8	32,1	33,5	31,5	29,4	26,1	23,8
T. Max (°C)	17,4	15,3	19,1	20,8	20,6	24,7	28,7	28,6	27,4	23,9	20,9	18,3
T. Moy (°C)	15,1	13,0	16,6	18,0	18,7	22,5	26,6	26,8	25,2	21,4	18,5	16,1

T. Min	12,8	10,7	14,1	15,2	16,8	20,6	24,5	24,8	22,9	18,9	16,1	13,9
(°C)												
T. Min	9,2	6,5	8,6	11,8	13,1	18,3	22,3	22,9	19,1	8,9	13,5	9,9
Ext (°C)												

Le tableau 2 résume les données climatiques de la ville sélectionnées lors de notre évaluation. Nom du site = Tlemcen. Latitude [N] = 34° 52' 54" Longitude [E] = 1° 19' 0"  
Altitude [m] = 247 Température du sol (Profondeur à 10m) : 20°C

Tableau 2. Les données climatiques de la ville de Tlemcen.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T. Max	20,3	22,3	25,6	33,8	34,9	31,6	42,9	41,8	34,9	35,3	26,3	25,0
Ext (°C)												
T. Max	16,7	18,5	20,5	22,4	27,2	28,3	33,0	33,8	30,6	27,1	19,8	18,8
(°C)												
T. Moy	11,7	11,5	13,7	15,7	19,9	22,1	26,5	27,3	24,4	20,2	15,4	13,7
(°C)												
T. Min	4,4	4,2	6,7	8,8	12,5	16,0	20,1	20,8	18,2	13,3	11,0	8,7
(°C)												
T. Min	-1,8	0,7	2,1	4,5	9,1	11,5	16,4	16,4	12,0	8,2	3,9	2,7
Ext (°C)												

Le tableau 3 résume les données climatiques de la ville sélectionnées lors de notre évaluation. Nom du site = Bechar. Latitude [N] = 31° 37' 0" Longitude [E] = 2° 13' 5"  
Altitude [m] = 772 Température du sol (Profondeur à 10m) : 23°C

Tableau 3. Les données climatiques de la ville de Bechar.

	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T. Max	22,6	22,4	27,4	33,7	37,3	42,7	44,3	43,3	39,1	36,8	28,0	25,4
Ext (°C)												
T. Max	18,0	17,2	22,2	26,3	33,0	38,2	41,7	40,5	35,4	28,7	21,7	19,4
(°C)												
T. Moy	10,3	11,2	16,1	20,0	26,4	30,2	35,3	34,6	28,9	22,6	15,1	12,6
(°C)												
T. Min	2,3	4,6	9,4	13,1	19,7	22,2	28,9	28,7	22,3	16,4	8,6	5,8
(°C)												
T. Min	-2,2	0,1	1,0	7,7	14,9	1,9	24,2	21,4	16,1	8,2	1,6	1,1
Ext (°C)												

## 2.4 Simulations

L'évaluation par simulation informatique, à l'aide d'un logiciel performant, offre un avantage significatif de par sa flexibilité et les données très intéressantes qu'elle peut prédire. Cette approche est fortement recommandée pour ce type de tests, puisqu'elle offre la possibilité de faire varier différents paramètres relatifs au bâtiment et aux données climatiques du site à étudier.

Pour cette étude, nous avons utilisé Le logiciel d'Izuba Energies, Pleiades V5.20 ; il s'agit d'un logiciel complet destiné à la conception de bâtiments et à l'évaluation énergétique et environnementale des constructions.

La première étape consiste à une saisie graphique 2D puis une vérification 3D, afin de modéliser le volume, la seconde concerne la saisie de l'enveloppe du bâtiment et ses caractéristiques.

Le scénario sélectionné est le même pour les 3 variantes où seuls la situation géographique et les stations météorologiques utilisées diffèrent.

- Le scénario d'occupation correspond à une occupation minimale d'une famille de 4 personnes.
- La consigne de chauffage est de 19 ° C de 7 h à 20 h et un point de consigne de 15 ° C le reste du temps pour la période du 15 octobre - 15 Avril.
- Climatisation standard 25 ° pour la période 15 Avril – 15 Octobre.
- Une ventilation de 0,6 vol / h.
- L'éclairage: les chambres de vie: 300 Lux, et pour la galerie et les sanitaires 50 Lux.
- La simulation couvre la période d'une année entière
- Les données climatiques sont téléchargées à l'aide de l'extension MétéoCalc.

### Results and discussions:

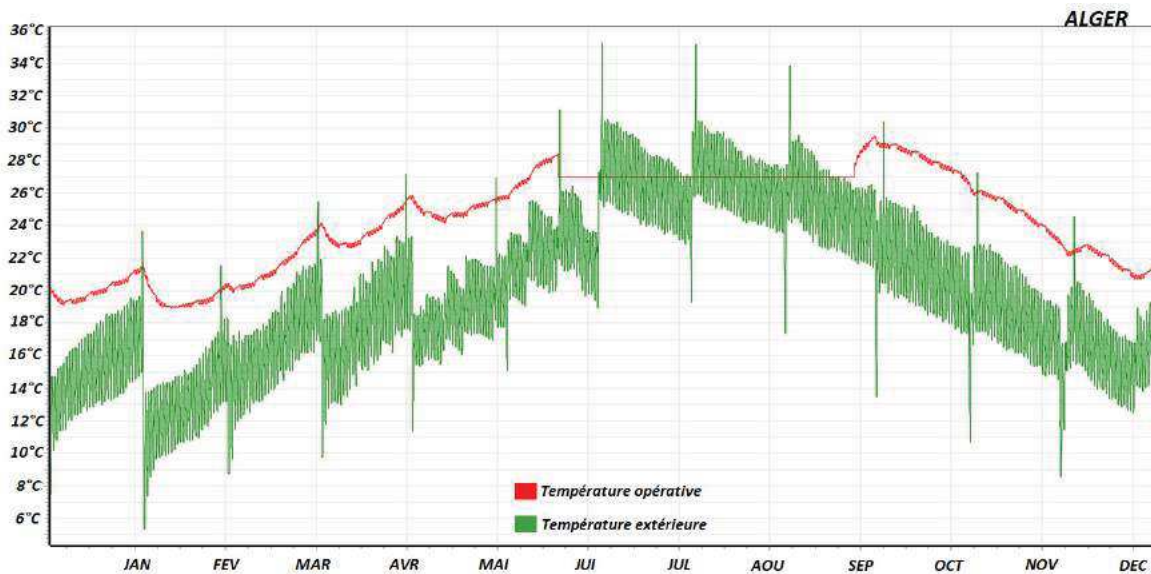


Figure 3. Alger - Température opérative / Température extérieure

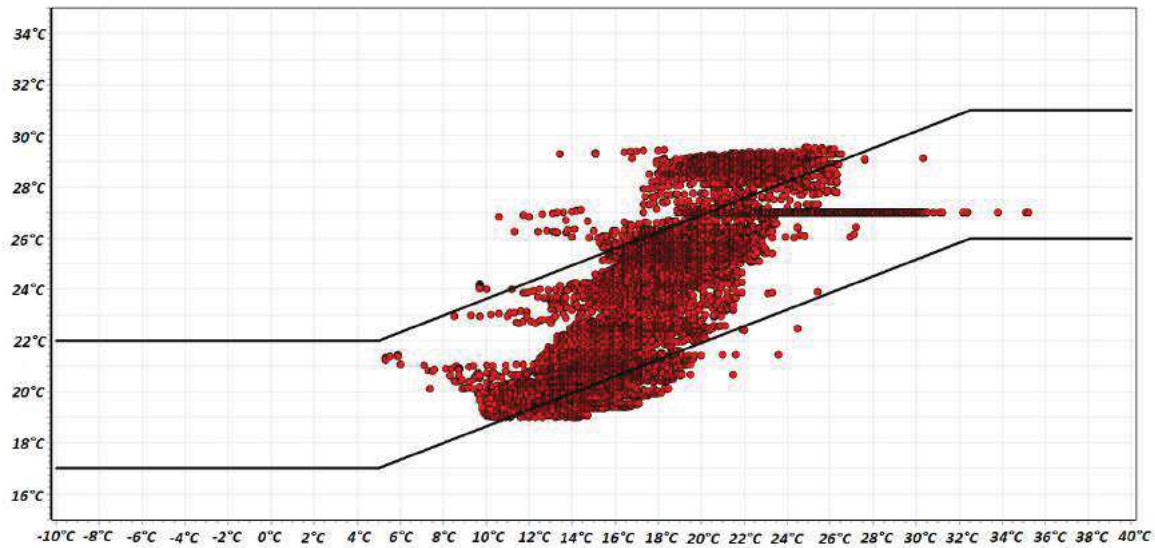


Figure 4. Alger - Zone de confort de Brager

La figure 3 illustre la température opérative ainsi que la température extérieure de la ville d'Alger, sur la base d'un bilan annuel. Du graphe En rouge on remarque que la température intérieure est intimement liée mais surtout très régulière a la variation extérieure. Pendant la période de baisse de température (Octobre – Avril) sont dans les normes de confort globalement soit  $19^{\circ} < T^{\circ} < 27$ . En période d'été (Mai – Septembre), la température est régulière avec l'utilisation du système de climatisation régulé à  $26^{\circ}\text{C}$ . On en ressort également à travers la figure 4 de la zone de confort de Brager pour Alger un pourcentage de confort de 77,9% pour toute l'année et un très bon comportement face aux variations climatiques.

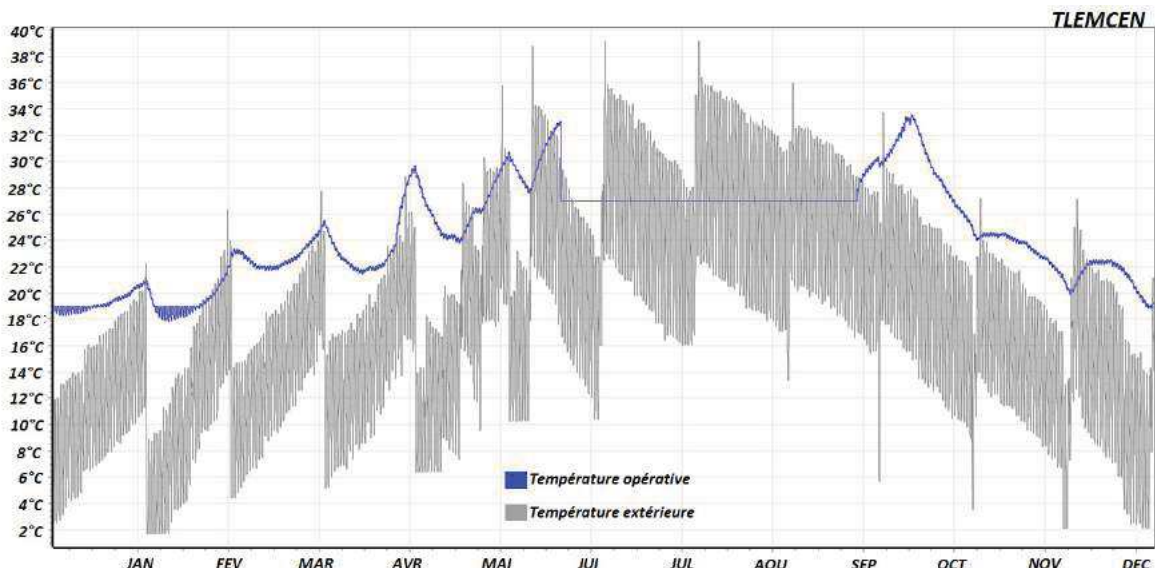


Figure 5. Tlemcen - Température opérative / Température extérieure

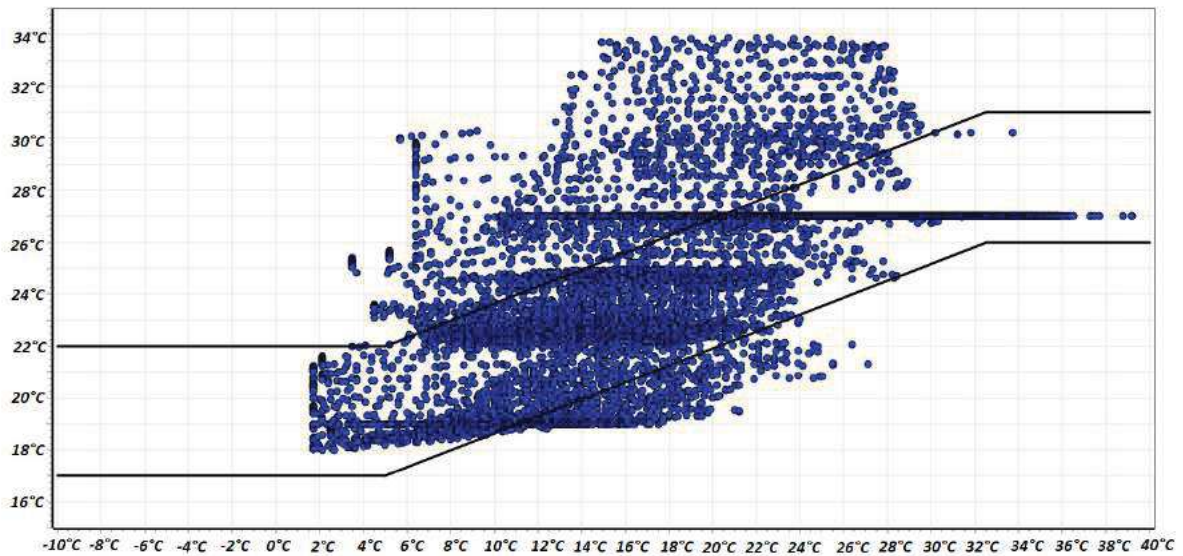


Figure 6. Tlemcen - Zone de confort de Brager

De la figure 5 On remarque un variations et interpolations entre les températures intérieures et extérieures surtout dans la période ( Novembre – Avril ), ou l’unité réagit bien aux baisses de températures et aux variations, en gardant une température intérieure  $18^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 27^{\circ}\text{C}$ , par contre en période de chaleur sans climatisation (Avril – Juin) et en septembre, on remarque des pointes a plus de  $31^{\circ}\text{C}$ , ce qui met la maison dans un état de surchauffe, d’où l’utilisation de la climatisation régulée a  $26^{\circ}$  pour la période de haute chaleur (Mi-Juin à Mi-Septembre).

On en conclut donc que l’unité a une bonne réaction aux baisses de température, mais crée des sensations de surchauffe pour les périodes de hausses comme le démontre la Figure 6 des zones de confort, ou l’on remarque beaucoup de période de surchauffe que de baisse, le pourcentage annuel reste néanmoins correct avec 69% de temps dans les normes du confort.

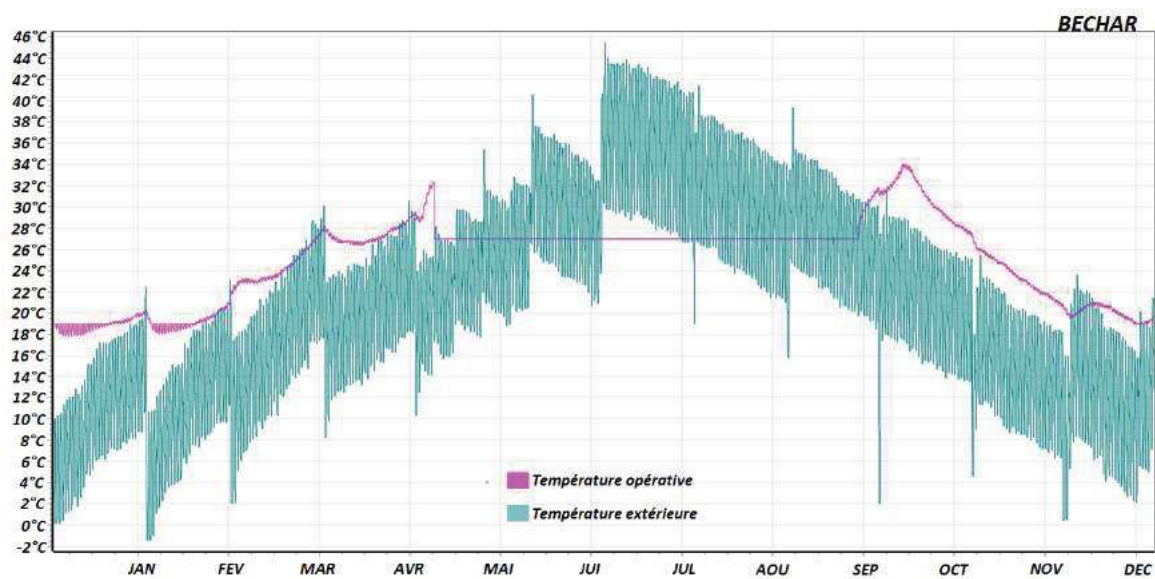


Figure 7. Bechar - Température opérative / Température extérieure



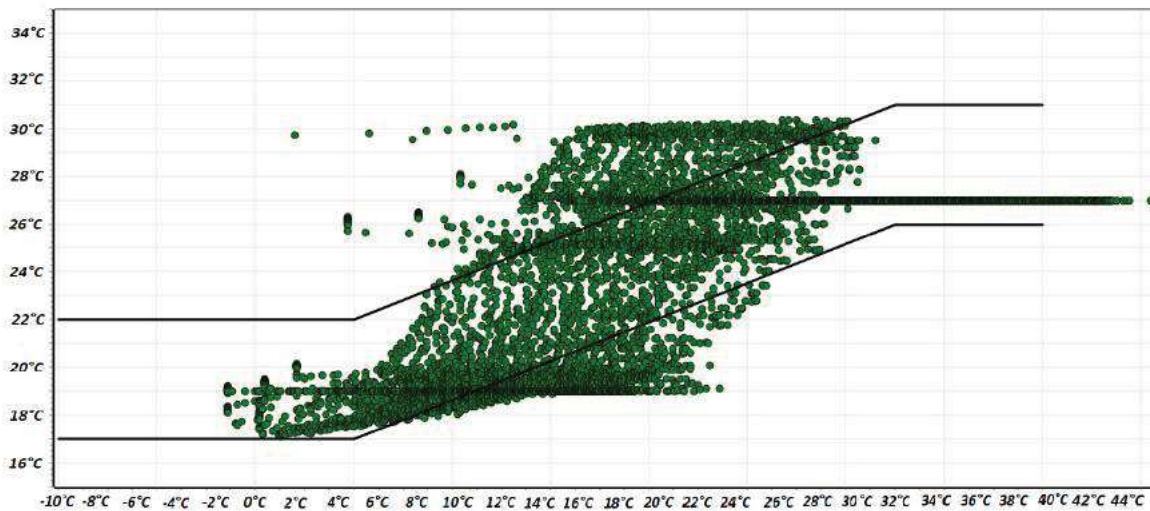


Figure 8. Bechar - Zone de confort de Brager

De la figure 7 on remarque qu'en période de froid extérieur (-2°C à 10°C) la maison a un très bon comportement, avec une température opérative  $17\text{ °C} < T < 23\text{ °C}$ , en temps de températures moyennes (de 10°C à 24°C) la maison réagit mal aux changements brusques de températures ce qui la met en état de surchauffe ou de froid comme on peut le remarquer dans la figure.

En périodes de chaleurs moyennes (Avril – Juin et Septembre – Octobre) la température opérative reste dans les normes  $24\text{ °C} < T < 29\text{ °C}$ , pour ce qui est des périodes de grandes chaleurs (32°C– 44°C), selon figure 8 toujours, la maison est grâce notamment à l'apport de climatisation dans des normes de confort, cette dernière est à 71 % de satisfaction du confort selon Brager.

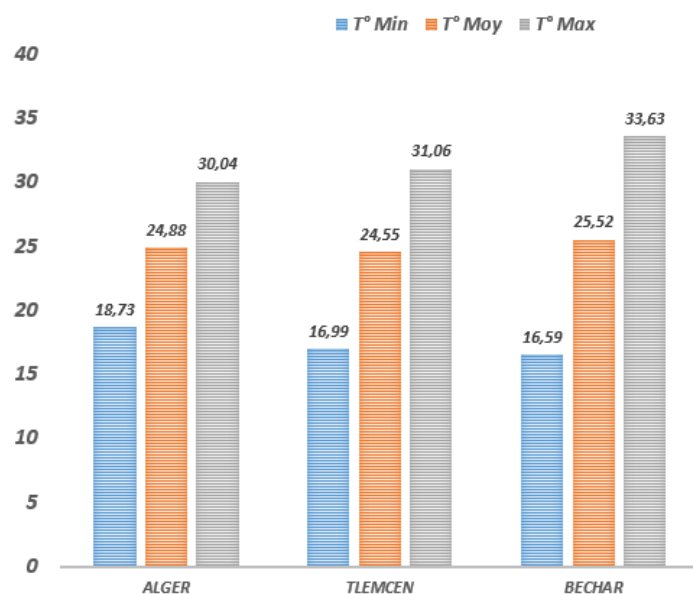


Figure 9. Internal temperatures of different variants.

Il est à noter également que, selon la figure 9, les températures internes des différentes variantes sont satisfaisantes et offrent un bon confort thermique surtout en période de froid et moyenne avec une température interne  $17^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 26^{\circ}\text{C}$  dû en partie au type de construction de la maison patio. Néanmoins, on peut remarquer qu'à travers les températures maximales que les 3 variantes sont entre  $30^{\circ}\text{C}$  et  $33^{\circ}\text{C}$ , ce qui fait dont qu'une stratégie devrait être mise en place pour les hautes chaleurs, surtout pour les zones climatiques particulièrement chaudes en été comme Bechar. Pour Alger la température minimum est dans les normes du confort avec  $18,73^{\circ}\text{C}$  et pour Tlemcen et Bechar est dans le minimum acceptable avec  $16^{\circ}\text{C}$ .

### Conclusion:

Le présent travail de recherche nous a permis d'examiner et de déterminer l'influence du zonage climatique sur le comportement thermique de la maison a patio, ses besoins de climatisation ou de chauffage tout au long de l'année.

Il est ainsi possible de connaître les périodes les plus critiques des 3 variantes et la plus optimale en termes d'adaptabilité climatique à travers les séries de simulations. Les résultats obtenus permettent de dire que la variante « Alger » offre les meilleurs résultats

$18,73^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 30^{\circ}\text{C}$  pour une température maximale extérieure de «  $33,5^{\circ}\text{C}$  » et minimale de «  $6,5^{\circ}\text{C}$  », pour la variante « Tlemcen »  $17^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 31^{\circ}\text{C}$  avec une température extérieure maximale de «  $42^{\circ}\text{C}$  » et minimale de «  $-1,8^{\circ}\text{C}$  »

L'influence des conditions climatiques extérieures sont encore plus remarquée pour la variante « Bechar » avec la température maximale «  $44,3^{\circ}\text{C}$  » et minimale «  $-2,2^{\circ}\text{C}$  » pour des températures internes  $16,5^{\circ}\text{C} < T^{\circ} < 33,63^{\circ}\text{C}$ .

Ces résultats encourageants nous poussent à optimiser l'utilisation de ce type d'habitations et d'en tirer un maximum de leçon et renseignements pour un meilleur confort hygrothermique intérieur et une baisse de la consommation d'énergie, afin de mieux valoriser notre patrimoine bâti et protéger nos ressources environnementales.

### References:

*Abdessemed Foufa, A. 2010. The rehabilitation manual as conservation tools in the framework of permanent plan and enhancement of the safeguarded sector of the Casbah of Algiers. Barcelona: IEMed.*

*Fezzioui et M. Benyamine, 2012, Maison à Patio: Réponses aux Exigences Sociologiques, Culturelles et Thermiques, Conférence Internationale: Médina: Tissu Urbain à Sauvegarder, Tlemcen, 13-14 Mai 2008.*

*Ghrab-Marcos, N, 1991, Analyse et Simulation du Comportement Thermique des Structures Architecturales vis-à-vis des Apports Solaires', Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Tunis.*

*Hassan Fathy, 1986, Natural Energy and Vernacular Architecture: Principles and Examples with Reference to Hot Arid Climates.*

*Hoang A.D. 2014. Modélisation en vue de la simulation énergétique des bâtiments : Application au prototypage virtuel et à la gestion optimale de PREDIS MHI. Sciences de l'ingénieur [physics]. Grenoble University.*

*ISO, International Standard 7730. 1984, ISO Geneva; revised 1990.*

- Marcel Mauss** 1947 cité dans Pinson D,2002. *La conception du logement, Dictionnaire du logement et de l'habitat*, P82
- M'sellem, H.** 2007. *L'évaluation du confort thermique Par les techniques d'analyse Bioclimatiques* Magister Thesis. Biskra : Université of Biskra
- Missoum, S.** 2003. *Algiers at the time Ottoman (sixteenth-twentieth century): The medina and the traditionnel house.* Aix-en-Provence: Ed. Edisud
- Nicol J F.**1993, *Thermal comfort – a handbook for field studies toward an adaptive model.* London: University of East London
- Noel, P.** 2018. *Évaluation du confort thermique à la suite d'abaissements de la température de consigne des thermostats en mode chauffage à l'aide de données mesurées in situ et de simulations - Thesis, School of Higher Technology - University of Quebec.*
- Taleghani Mohammed** , 2020, *A review into thermal comfort in buildings, Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26 (2013) 201–215
- Yang, X., Y. Li, and L. Yang** ,2012, *Predicting and understanding temporal 3D exterior surface temperature distribution in an ideal courtyard. Building and Environment.* 57(0): p. 38-48