

## Habitat à Bas Profil Energétique

Z. Chelghoum<sup>1</sup> et A. Belhamri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département d'Architecture et d'Urbanisme, Université Mentouri, Constantine

<sup>2</sup> Département de Génie Climatique, Université Mentouri, Constantine

**Résumé** - *En un tiers de siècle d'indépendance, le paysage urbain et architectural des agglomérations algériennes a connu un changement sans précédent. Aucune ville, aucun village n'a échappé à cette "fièvre" de construction. Phénomène caractérisé par une forte demande où la quantité a pris le dessus sur la qualité. Il n'était alors plus questions d'architecture prenant en considération les contraintes de l'environnement et de l'identité culturelle d'inspiration vernaculaire. De ce type d'habitat découle des problèmes d'intégration climatique qui implique une consommation considérable d'énergie pour assurer le confort thermique. Pour ce faire, un travail d'analyse a été développé, il a porté sur l'habitat collectif (coffrage tunnel et panneaux de façade), et pour mettre en évidence les caractéristiques physiques ainsi que l'évaluation du point de vue performance thermique de ce cadre bâti en fonction du contexte climatique de Constantine, un travail basé sur une analyse thermique des différents paramètres architecturaux a été élaboré afin de saisir leur implication sur le processus physique et physiologique dont dépend le confort thermique des usagers. Deux approches complémentaires : qualitative et quantitative ont servi à l'évaluation thermique du cadre bâti. L'analyse qualitative a soulevé les problèmes qui s'opposent à son intégration climatique ainsi que les conséquences qui en découlent. L'analyse quantitative a, ensuite, validé les appréciations qualitatives de l'approche précédente moyennant un programme de simulation, plusieurs paramètres propres au cadre bâti ont été testés (pour la période chaude). Les températures intérieures calculées ont montré que les conditions d'ambiances générées par l'habitat contemporain préfabriqué sont loin des limites de confort. De ce fait, des tests de simulation visant à optimiser les potentialités thermiques de l'architecture étudiée. Ceci a montré que certaines mesures pouvaient être envisagées pour optimiser son niveau d'adaptation climatique. Ce qui a permis une somme de recommandations où il a été déduit l'ensemble des causes favorisant d'avantages l'adaptation climatique de ce cadre bâti, afin de déduire la consommation énergétique nécessaire pour assurer le confort thermique.*

**Mots clés:** Confort thermique - Intégration climatique - Contemporain - Performance - Simulation - Optimiser.

### 1. INTRODUCTION

La santé de l'être humain dépend en général en grande partie des effets du milieu ambiant. Les conditions climatiques peuvent stimuler ou bien déprimer l'effort physique et intellectuel de l'individu.

'L'excès de chaleur ou de froid affaiblit l'organisme par la sollicitation continue des organes d'autorégulation du corps, qui réalisent l'équilibre entre les différentes quantités de chaleur échangées avec l'ambiance et la chaleur produite par le processus métabolique' [1].

Le but des constructions est de réaliser à l'intérieur, des microclimats favorables à l'épanouissement de la personne et au déroulement de son activité.

'L'aménagement urbain, en jouant sur le bâtiment lui-même, son environnement immédiat, la densité des groupements et la localisation des fonctions est théoriquement en mesure de jouer un rôle dans la détermination des consommations énergétiques urbaines' [2].

Mais malheureusement, l'architecture du vingtième siècle se caractérise par une importance exagérée accordée à la technologie au détriment de toute autre valeur pouvant contribuer à la satisfaction des besoins de confort thermique. Cette architecture qui se fait dans l'ignorance des connaissances en matière de climatologie, et du comportement des matériaux de construction selon le climat, entraîne un gaspillage considérable en énergie.

'La confiance aveugle que les architectes ont voué à la société technologique a eu pour résultat la production d'une architecture qui consomme le maximum d'énergie. On a donc cru pouvoir résoudre des problèmes de confort thermique par la constitution de microclimats artificiels' [3].

L'Algérie, pays en voie de développement, malheureusement sous la pression de la forte demande en habitat s'est retrouvée victime de cette technologie qui ne reflète pas les aspirations socio- culturelles du citoyen algérien et ne répond pas aux exigences climatiques et économiques du pays. Cependant, l'habitat collectif contemporain préfabriqué a non seulement échoué dans la réalisation des performances quantitatives qui lui été assignées, il a également montré ses insuffisances sur le plan qualitatif, car le contrôle naturel des conditions de confort, ainsi que le comportement thermique des constructions sont délaissés. Donc la consommation énergétique nécessaire au confort contribuera à épuiser l'économie du pays.

Par conséquent, l'objectif est de chercher les moyens de contrôle et d'intégration au climat pour assurer le confort thermique des constructions contemporaines sans pour cela utiliser des dispositifs mécaniques qui consomment de l'énergie.

D'une façon générale, quel que soit l'usagé ou le consommateur d'énergie considéré, il existe différents moyens pour économiser l'énergie :

- a- La réduction des besoins énergétiques, qui se subdivise elle-même en deux catégories :
  - La réduction de la demande.
  - La réduction des déperditions.
- b- L'amélioration des performances et du rendement des équipements.
- c- Le recours à l'utilisation des énergies renouvelables. [4]

Dans le cadre précis de notre recherche, nous essayerons de montrer les avantages et inconvénients vis-à-vis de l'adaptation aux conditions climatiques locales de l'habitat contemporain collectif.

## 2. PRESENTATION DU TYPE D'HABITAT ETUDIE

L'agglomération de Constantine, chef lieu de la wilaya et de la daïra, est située à l'Est algérien. La richesse historique a donné à la ville de Constantine un tissu urbain très hétérogène. Ainsi le caractère spécifique architectural, constructif et organisationnel de l'espace acquis au cours des différentes périodes, et les caractéristiques du climat nous ont incité à porté notre choix sur la ville de Constantine.

Le choix est porté sur une cité contemporaine cette zone d'habitat considéré représente dans l'extension de Constantine après l'indépendance la 4<sup>ème</sup> expérience de constructions industrialisées.

## 3. ANALYSE THERMIQUE DES FACTEURS DE CONCEPTION DU CAS ETUDIE

Du point de vue topographique, la cité est caractérisée par son site ouvert qui se prolonge en pente douce ou raide, et compte tenu du manque des masques naturels, présente d'une part, des conditions très favorables vis-à-vis de la fréquence des vents dominants, se trouvent en conséquence canalisée le long des voies, et entre les immeubles, et d'autres ceux-ci part l'exposition des façades à l'intensité du rayonnement solaire.

### 3.1 Organisation de l'appartement

L'habitat de type appartement a perdu son centre, c'est la périphérie qui importe, elle est valorisée, elle accumule les fonctions autrefois attribuées au centre. L'appartement est donc organisé autour d'un couloir intérieur réduit à une fonction exclusivement technique de distribution, avec de part et d'autre le reste des espaces. On est donc passé d'un centre sans périphérie (la maison traditionnelle) à une périphérie sans centre (l'appartement). On a donc une construction extravertie permettant à l'espace de s'ouvrir directement sur l'extérieur par de larges fenêtres qui sont protégées uniquement par des persiennes en bois, cette protection sera plus efficace si elle est dotée d'éléments d'ombrage, tels que les avancées horizontales et/ou verticales.

### 3.2 Technique et matériaux de construction

Les matériaux de construction utilisés dans ce type de construction, se composent essentiellement de béton armé pour la structure porteuse et le parpaing pour le remplissage. Les composants de la construction sont :

#### a. Murs

- \* Murs porteurs en béton armé coulé sur place(refend) d'une épaisseur égale à 15 cm.
- \* Murs de remplissage en parpaing d'une épaisseur égale à 10 cm (cloisons intérieures).
- \* Panneaux de façades : panneaux fabriqués à l'usine, puis transportés au chantier, ils jouent le rôle de l'enveloppe. Ils sont fixés aux murs de refends et aux planchers par des vis. Leurs formes rectangulaires, de 3,21 cm de largeur et 2,96 cm de hauteur et d'une épaisseur égale à 20 cm, il se compose de : sur le côté intérieur, une couche de 9 cm de béton, un isolant en polystyrène de 4 cm d'épaisseur, et une autre couche de béton de 7 cm à l'extérieur. Ces panneaux sont troués au milieu par une fenêtre égale à 1,20 cm de largeur et 1,47 cm de hauteur.

Donc, le choix restreint des matériaux, leurs caractéristiques thermiques, la faible épaisseur des murs et l'importante proportion des surfaces de contact avec l'extérieur, ces facteurs augmente les apports et les déperditions.

#### b. Joints

Entre les panneaux, les joints utilisés sont constitués par des matériaux élastiques à base de caoutchouc, qui se collent dans les angles des panneaux. Lorsqu'ils sont correctement mis en place ils peuvent rester étanches aussi longtemps qu'ils conservent leur élasticité et leur adhérence au panneau. Mais l'expérience a montré que



à l'environnement extérieur et intérieur, créent des charges variées et multiples, qui influencent suivant leurs importances relatives le bilan thermique et donc la température du local.

Ces charges sont classées en deux catégories essentielles :

- \* les charges dues à l'environnement intérieur
- \* les charges dues à l'environnement extérieur.

#### 4.1.1 Charges dues à l'environnement intérieur

Elles proviennent des dégagements à l'intérieur du local. Essentiellement elles ont pour origine [5] :

- les occupants, les machines électriques, l'éclairage, les autres appareillages (à gaz ou autres).

$$Q_{app.int} = Q_j = \sum K_j S_j (t_j - t_i) \quad (1)$$

#### 4.1.2 Charges dues à l'environnement extérieur

Elles sont plus difficiles à déterminer du fait :

- de la complexité des variations des facteurs climatiques extérieures
- de l'inertie des parois externes.[6]

Elles sont classées en trois catégories:

- les charges dues aux infiltrations d'air extérieur
- les charges dues au rayonnement solaire à travers les parois vitrées ou les fenêtres.
- les charges dues aux échanges thermiques à travers les parois extérieures opaques ou vitrées.

$$Q_{ext} = Q_{inf} + Q_{paroi} + Q_{vitr} \quad (2)$$

$$Q_{inf} = 0,3 V r (T_e - t_i) \quad (3)$$

$$Q_{paroi} = K_p S_p [(t_{eqm} - t_i) - m (t_{eq} - t_{eqm})] \quad (4)$$

$$Q_{vit} = (I_{gc} S_s + I_{de} S_o) FC + K_v S_v (t_e - t_i) \quad (5)$$

où V : volume du local, r : taux d'infiltration.

$K_p$  et  $K_v$  : coefficient de transmission de chaleur respectivement de la paroi et du vitrage

$S_p$  : surface des parois extérieures,  $S_s$  et  $S_o$  : surfaces ensoleillées et ombrées du vitrage

$S_v = S_s + S_o$ , m : coefficient d'amortissement de la paroi.

## 4.2 Méthodologie de simulation

L'objet de la simulation est d'évaluer le degré d'adaptation climatique du cadre bâti étudié. A cet effet, nous avons essayé de tester quelques paramètres et de déterminer leurs influences sur la réponse thermique du bâtiment en période chaude. Les paramètres les plus intéressants sont groupés comme suit :

- L'influence des propriétés thermiques des matériaux utilisés, leur dimension, etc.
- Le contrôle de l'ensoleillement : orientation, masques architecturaux, types de protection.
- Le taux de ventilation : effet de la ventilation nocturne et la ventilation diurne.
- Les apports internes : chaleur dégagée des différents appareils, éclairage et occupants.

Les résultats se rapportant aux différentes simulations proposées sont présentés sous formes de courbes.

### 4.2.1 Evaluation du comportement thermique de l'habitat étudié (cas de référence)

Le projet original, tel qu'il a été conçu par l'architecte (habitat contemporain préfabriqué) a été calculé. La prise en considération des apports internes a été faite dans le but de compléter les données nécessaires pour le calcul.

Sur la base de la courbe des températures intérieure obtenues par simulation, il a été procédé à une évaluation de la performance thermique en fonction des heures de la journée du cas d'étude qui est le cas de référence (cas R). La figure 3 exprime la courbe des températures extérieures, la température de l'air intérieure calculée par le programme. Cette figure nous a permis de constater les faits suivants :

- l'allure de la courbe des températures intérieures calculée suit celle de l'extérieur, mais la température intérieure nocturne est supérieure à celle de l'extérieur, cette différence est égale à: 5 °C.
- à partir de 18 heures, sous l'effet de la diminution de la température extérieure de 1,5 °C par heure, la température intérieure calculée commence à baisser, de 0,5 °C par heure.
- d'un autre côté, il a été relevé pour les deux courbes (intérieure calculée et extérieure) que la température intérieure la plus élevée est enregistrée à 13 heures ou elle atteint 36 °C, alors à 12 heures la température extérieure atteint 39 °C.

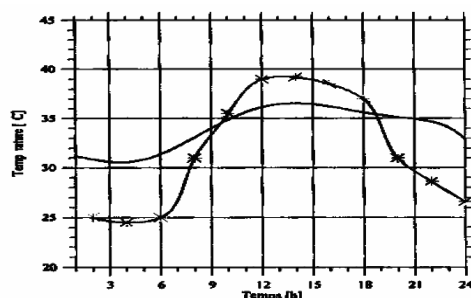


Fig. 3: Comparaison entre les températures calculées et mesurées du cas de référence (15/07/1997)  
 (-x-x-x- : T ext mesurée ; -----: T int calculée)

#### 4.2.2 Le cas amélioré

Le but de cette série de calcul, est d'évaluer jusqu'à quel point on peut optimiser la performance thermique de l'habitat contemporain préfabriqué. Par conséquent, le dispositif étudié (cas de référence R) subit une série de variations telles que l'orientation, la composition des parois, dimensions des ouvertures, systèmes de protection, etc. En utilisant cette méthode on peut assez facilement définir quelles sont les interventions qui s'avèrent les plus performantes et intéressantes pour améliorer les conditions de confort thermique, ainsi que celles qu'il faut éviter.

##### a. Effet de l'orientation

D'après l'analyse climatique et thermique, l'orientation la plus favorable pour le cas de Constantine est celle où les bâtiments seraient exposés suivant l'axe nord- sud, on a donc procédé à l'évaluation du comportement thermique en fonction de plusieurs possibilités d'orientations:

Cas 1 : Sud-est , Cas 2 : Nord-est , Cas 3: Sud-ouest , Cas 4: Nord , Cas 5: Sud.

Les résultats de la simulation présentés dans la figure 4 montrent l'effet de l'orientation de la paroi extérieure sur les ambiances intérieures. Dans ce cas plusieurs possibilités ont été testées. Les résultats obtenus à cet égard montrent l'impact du changement d'orientation qui est surtout perceptible dans le cas des orientations semi-cardinales Sud- est (couleur rouge), Nord- est (couleur bleu) et Sud- ouest (couleur verte). D'un autre coté, les orientations Nord et Sud considérées a priori les plus favorables n'ont pas le même effet, or l'orientation Nord (couleur jaune) a permis un abaissement de la température de 0,7 °C par rapport au cas de référence (couleur noire) et l'orientation Sud (couleur rose) qui de 14 heures jusqu'à 20 heures marque une augmentation de la température intérieure d'environ 1 °C par rapport au cas de référence, au-delà de 20 heures, la température connaît un rafraîchissement rapide de l'ordre de 1,3 °C par heure.

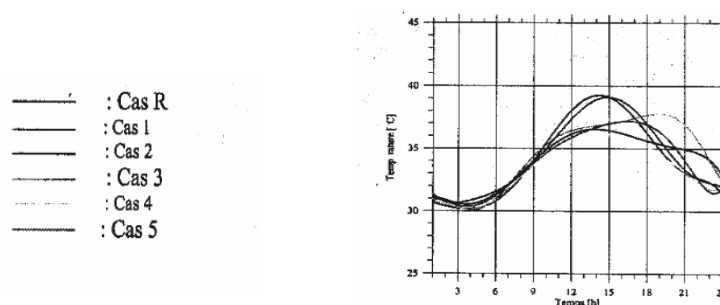


Fig. 4: Influence de l'orientation de la paroi externe sur la température du local

##### b. Influence des apports dus aux fenêtres

Pendant la saison chaude, la fenêtre préserve du surchauffe, donc, un intérêt particulier doit être porter à ses dimensions et à son système de protection. Dans ce fait, 4 cas ont été calculés :

- 1<sup>er</sup> Cas : sans fenêtre extérieure;
- 2<sup>ème</sup> Cas : une fenêtre de dimension égale à 1,00 m x 0,60 m;
- 3<sup>ème</sup> Cas : une fenêtre de dimension égale à 1,80 m x 1,50 m;
- 4<sup>ème</sup> Cas : une fenêtre de dimension égale à 1,20 m x 1,50 m (enseleillée toute la journée).

Les résultats des simulations sont présentés dans la figure 5.

- Pour le premier cas de figure, celui du changement des dimensions des ouvertures; de 7 heure jusqu'à 19 heures, les courbes des températures intérieures sont confondues (couleurs bleu, noir et verte), au-delà de 19 heures, la courbe qui représente la dimension la plus grande (couleur verte) connaît un abaissement de 0,6 °C. Ce résultat indique que le paramètre considéré à une faible influence sur l'abaissement des températures.

- Dans le cas où le local n'a pas de fenêtre (couleur rouge), la température intérieure connaît un abaissement de 1 °C.
- Enfin, le cas d'une fenêtre fermée non protégée a été envisagé (couleur jaune.), le résultat est frappant, les températures les plus basses sont relevées en début de matinée de 1 heure jusqu'à 7 heures), puis s'élèvent graduellement jusqu'à 13 heures. Entre 13 heures et 16 heures et sous l'effet du rayonnement solaire directe sur le vitrage, la température intérieure atteint son maximum 48 °C. Au coucher du soleil, la température intérieure connaît un rafraîchissement rapide, ainsi la courbe se confond avec le reste des courbes des différents cas proposés.

De ce fait, on peut dire que l'effet de la protection des fenêtres est plus important que celui des dimensions.

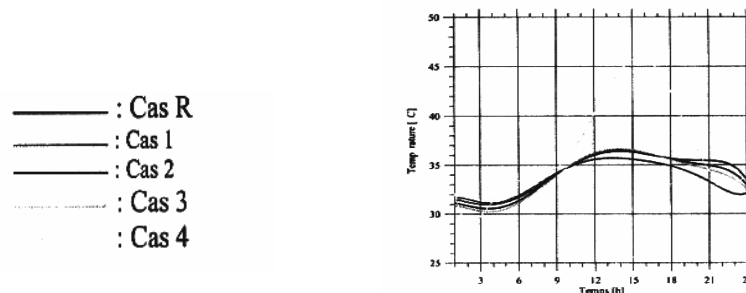


Fig. 5: Influence des apports dus aux fenêtres extérieures sur la température du local

### c. Le cas optimal

Après avoir repéré les variantes optimales qu'il était possible de réunir pour voir l'effet d'amélioration apporté par les conditions réunies, par rapport au modèle étudié.

Après avoir introduit les différents facteurs d'amélioration (cas optimal) les résultats montrent qu'un abaissement maximum de la température ambiante de l'ordre de 3 °C a pu être réalisé.

## 5. CONCLUSION

Pour conclure, nous dirons que le résultat de cette recherche a mis en évidence les aspects qui ont un impact négatif sur l'adaptation climatique de l'habitat contemporain. D'un autre côté, il a été établi que certaines mesures pouvaient être envisagées pour optimiser ses performances thermiques. Cependant, un mauvais choix peut coûter très cher au long terme vis-à-vis des dépenses énergétiques pour assurer le confort thermique à l'intérieur des logements. Par conséquent, la sagesse commande de chercher comment économiser ces énergies. Aucun pays conscient de son avenir et de son développement ne peut se permettre des négligences dans ce domaine. Il faut dès à présent mettre en place une stratégie permettant d'initier des programmes, des actions dans le domaine de la maîtrise de l'énergie orientée vers tous les utilisateurs. La sensibilisation, l'information, la mise en place d'une réglementation efficace et incitative doivent être les outils pour assurer un développement durable en harmonie avec l'environnement.

Sous notre climat, les énergies naturelles qui chauffent, refroidissent et humidifient les constructions sont disponibles tout au long de l'année. L'astuce consiste à faire appel à ces énergies aux moments où elles participent au confort. Et puisque le temps ne s'adapte pas exactement à nos besoins, ce sont nos constructions qui doivent faire cet effort d'adaptation. Il faut donc étudier les édifices pour qu'ils acceptent ou qu'ils rejettent, et pour qu'ils stockent ou qu'ils relâchent les énergies naturelles au moment approprié.

Pour obtenir les conditions optimales de contrôle climatique, l'amélioration de ce type d'habitat peut se faire sur plusieurs niveaux :

- Amélioration de l'espace extérieur (microclimat) : utilisation de la végétation, moyens d'humidification de l'air, choix rationnel du site pour l'implantation de l'habitat, etc.
- La conception du bâtiment : forme du bâtiment, orientation, ouverture et occultation, matériaux de constructions, etc.
- La réglementation thermique : sera sous forme de recommandations quantitatives se rapportant au traitement de l'enveloppe et qu'elles devraient varier en fonction des zones climatiques définies en Algérie.

## REFERENCES

- [1] N. Wilson, 'Climat Intérieur : Confort, Santé', Neuf-Revue Européenne, 1979.
- [2] J.M. Alexandroff, 'Du Bon Usage des Energies', Technique et Architecture, N°315, juin - juillet 1977.
- [3] C.E. Chitour, 'L'énergie, les Enjeux de l'An 2000', Ed O.P.U, Alger, 1994.
- [4] C. Salr, 'Conception des Formes Urbaines et Contrôle Energétique', Actes du Colloques, p. 63, Nantes, 25-26 avril 1986.
- [5] G. Porcher, 'Bases du Calcul des Installations de Climatisation', p. 108, Ed. CFP 1987.
- [6] Ibid, p. 236.
- [7] Z. Chelghoum, 'Pour un Habitat à Bas Profil Energétique - Cas de Constantine', Thèse de Magistère, Option Architecture, Constantine 2000.