

EVALUATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS AU NORD DU MAROC

S. BABBAH, A. DRAOUI*, CH. MENEZO**, R.YEZOU**, J. BEN ABDELOUAHAB*

* Laboratoire d'Energétique – Equipe des Transferts Thermiques et Energétique (LTTE) – FST de Tanger

** Centre de thermique de Lyon (CETHIL)

E-mail : babbahsomia@yahoo.fr

RESUME :

Notre travail consiste à partir de l'analyse des données météorologiques, des propriétés des matériaux de construction utilisés au Nord du Maroc, à évaluer les consommations énergétiques potentielles qu'il faudrait pour atteindre actuellement un niveau de confort convenable en période froide et en période chaude.

Le travail réalisé constitue dès à présent la première phase et permet de poser les bases d'anticipation sur l'augmentation des revendications sociétales en matière de confort, accompagnant le développement économique du pays et donc l'augmentation du niveau de vie.

MOTS CLES : Simulation Energétique, confort thermique, température de l'air.

NOMENCLATURE :

Text : Température extérieure en (°C)

Trs : Température résultante intérieure (°C)

Hext : Humidité relative extérieure (%)

Hint : Humidité relative intérieure (%)

1. INTRODUCTION

Le secteur d'habitat (résidentiel et tertiaire) représente plus de **25%** de la consommation nationale marocaine en énergie. Le secteur du bâtiment émettent **30%** des Gaz à Effet de Serre (GES) responsables du réchauffement du climat planétaire. Ces chiffres ont tendance à augmenter du fait du développement urbain et de l'augmentation de la consommation énergétique.

D'autre part, l'augmentation du niveau de vie fait que les personnes ont les moyens de chauffer en hiver et de refroidir en été par des systèmes électriques mobiles (convecteur, climatiseur). Hors, le réseau électrique dans certaines zones urbaines n'a pas été dimensionné pour ces appels de puissances, ce qui le fragilise.

En outre, le Maroc est très faiblement doté en ressources énergétiques et dépend à plus de **95 %** des importations pour son approvisionnement. Il est par conséquent indispensable de réduire la consommation de l'énergie à travers l'amélioration de l'efficacité énergétique notamment dans le secteur du bâtiment.

Le but de cette étude est d'évaluer le comportement thermo-aérolitique du bâtiment (à l'aide du code de calcul **CODYBA**)[5], et d'estimer la puissance de chauffage (en hiver) et de climatisation (en été) nécessaires pour maintenir une ambiance intérieure

respectant des conditions hygro-hermiques confortables dans les bâtiments existants du Nord Maroc.

2. Description de l'appartement :

l'étude menée concerne un appartement de 85 m² se situent à Tanger. Une façade orientée plein Sud reçoit un ensoleillement continu toute la journée. La configuration de l'appartement figure sur (fig. 1.1).

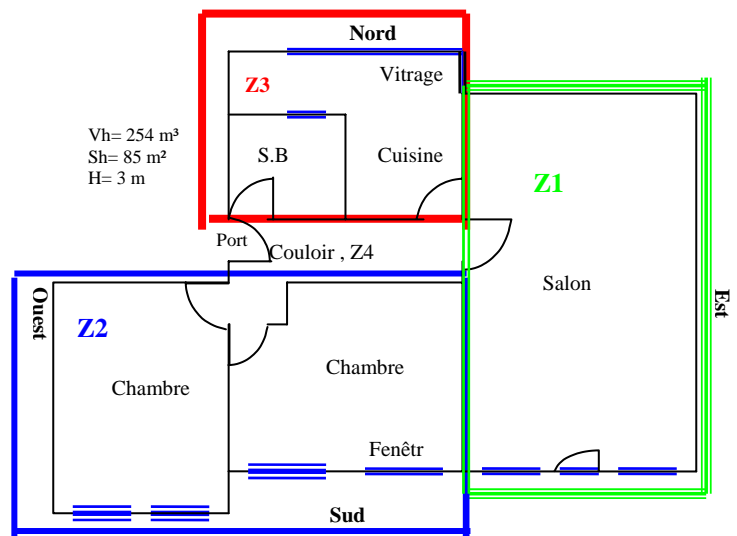


Figure 1.1: Configuration de l'appartement étudié

Les murs extérieurs sont en brique creuse double peau espacé d'une lame d'air (10 cm), les murs intérieurs sont constitués de simples cloisons, alors que le plafond et le plancher sont en béton de 30 cm d'épaisseur. La structure de la construction au Nord du Maroc des murs extérieurs figure sur (fig. 1.2).

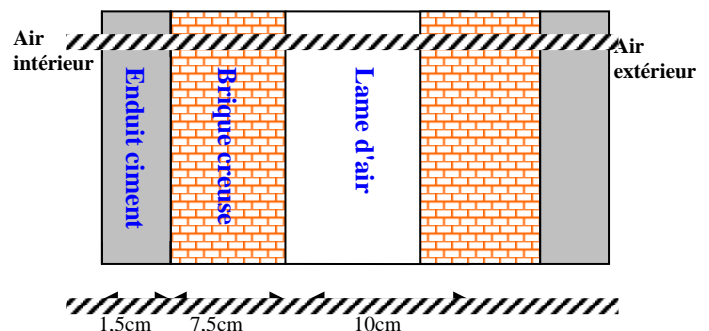


Figure 1.2: Structure d'un mur extérieur

3. Données météorologiques

Les données météorologiques (température, humidité) ont été mesurées sur le site météorologique de Tanger sur les deux années 2003 et 2004. Pour compléter cette base de données par les flux solaires directs et diffus, nous nous sommes appuyés sur les données fournies par le site bâti dans le cadre d'un programme européen [8, 9].

4. Les matériaux de construction utilisés au Nord du Maroc

Il n'existe pas de cadre référentiel permettant d'accéder aux valeurs moyennes des caractéristiques thermophysiques du matériaux utilisés au Maroc.

Pour notre cas, on prend les caractéristiques thermophysiques de quelques matériaux de construction utilisés au Nord et qui ont été mesurés au Laboratoire de Thermique, Energie solaire et Environnement (LTEE) de la Faculté des Sciences de Tétouan comme : la terre, le liège, la brique creuse (à six ouvertures), le plâtre. Pour les autres matériaux ces caractéristiques sont données par les documents de la thermique du bâtiment [2, 4, 7].

5. Indice de confort thermique : PMV

PMV (Predicted Mean Vote ou Vote Prévisible Moyen). Cet indice établi par Fanger sur un échantillon de 1300 personnes permet de mesurer une sensation thermique globale du corps humain à partir du métabolisme présenté précédemment [5]. Il donne la moyenne des votes d'un groupe important de personnes exprimant un vote par référence à une échelle de sensation thermique. Cette échelle (tableau 1) est en relation directe avec l'équation du confort relativement complexe définie par Fanger. L'avantage de cet indice réside dans le fait qu'il permet d'obtenir un paramètre unique de confort (ou plus précisément de sensation thermique) tenant compte de tous les paramètres principaux influençant le confort (physiques et physiologiques).

PMV	Sensation thermique
3	Très chaud
2	Chaud
1	Légèrement chaud
0	Neutre
-1	Légèrement froid
-2	Froid
-3	Très froid

6. Modélisation hygro-thermique de l'appartement

Le logiciel **CoDyBa** est utilisé pour analyser en régime dynamique les performances thermique et hydriques d'un bâtiment lorsque celui-ci est soumis à des conditions climatiques variées. Cet outil est destiné à mener des études de chauffage et de refroidissement, de conditionnement d'air et de ventilation, de comportement thermique d'un bâtiment en configuration multi-zones.

CoDyBa s'utilise pour déterminer les performances énergétiques de bâtiments de taille quelconque et ne met pas de limite au nombre de volume d'air (zones thermiques).

6.1 Hypothèses de la modélisation

Pour la simulation nous avons considéré les conditions suivantes :

les charges internes :

Entités	Nb	Puissance (W)/Unité	Scénario d'inoccupation
occupants	4	130	De 8h à 12h et de 14h à 18h
Equipements	4	60	De 23h à 6h, 8h à 12h et de 14h à 18h
Lampes	4	40	De 00h à 18h

Tableau 1 : les charges internes de l'appartement

le taux de renouvellement d'air :

	Débit volumique (m ³ /h)	Scénario de fonctionnement
Salon	90	De 8h à 14h et de 17h à 20h
Chambre 1 et 2	100	De 8h à 12h et de 14h à 18h
Cuisine	80	De 7h à 12h et de 14h à 22h

Tableau 2 : le taux de renouvellement d'air de l'appartement

6.2 Modélisation en multi-zones

Nous avons choisi de subdiviser l'appartement en quatre zones climatiques, afin d'avoir une modélisation plus fine d'une habitation en fonction de leur utilisation. Ces zones sont les suivantes (fig 1.1) :

- Zone 1 : le salon (**Z1**)
- Zone 2 : la chambre 1 et la chambre 2 (**Z2**)
- Zone 3 : la cuisine et la salle de bain (**Z3**)
- Zone 4 : Couloir (**Z4**).

7. Résultats

L'ensemble des résultats concernant différentes grandeurs caractérisant l'atmosphère de cet appartement (la température intérieure, et le taux d'humidité) seront présentés sous forme de graphique. Nous avons déterminé l'évolution de ces indicateurs sur une durée donnée, cela nous permettra d'estimer la consommation annuelle pour le chauffage et la climatisation de chaque type d'habitation.

a- Evolution de la température

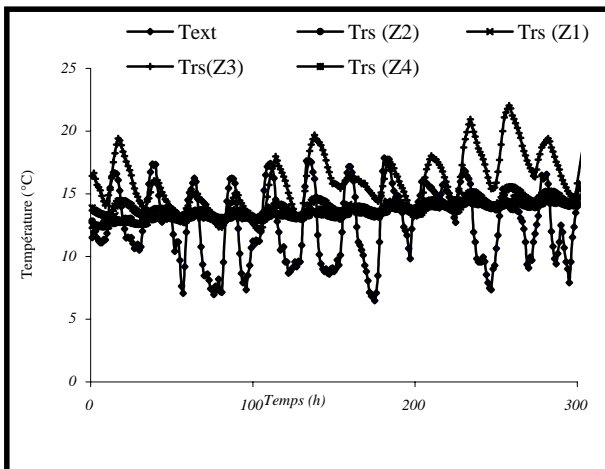


Figure 7.1: Température résultante de l'appartement au mois de Janvier (01/01 au 15/01)

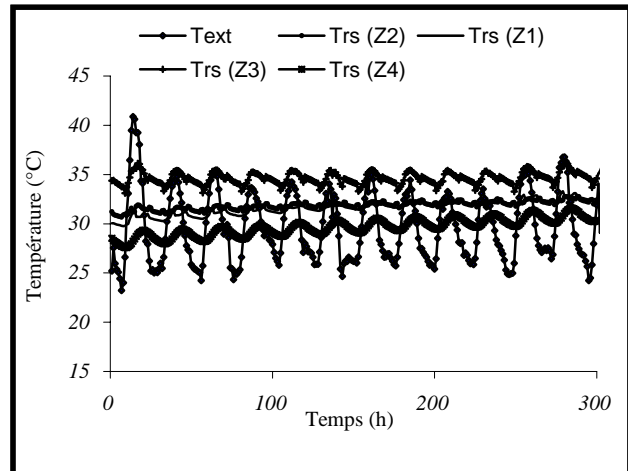


Figure 7.2: Température résultante de l'appartement au mois d'août (du 01/08 au 15/08)

b- Evolution de l'humidité relative

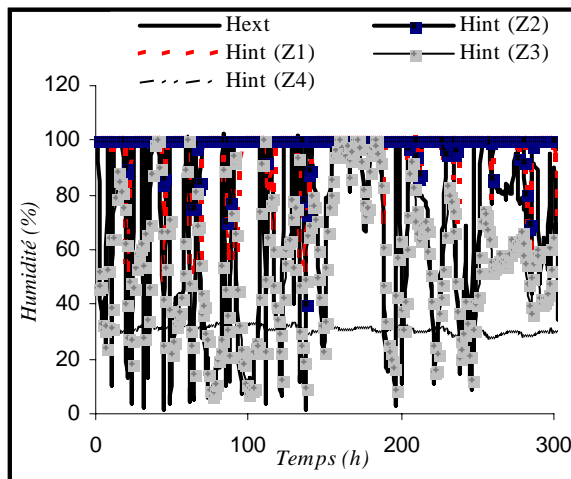


Figure 7.3: Humidité intérieure de l'appartement au mois de janvier (du 01/01 au 15/01)

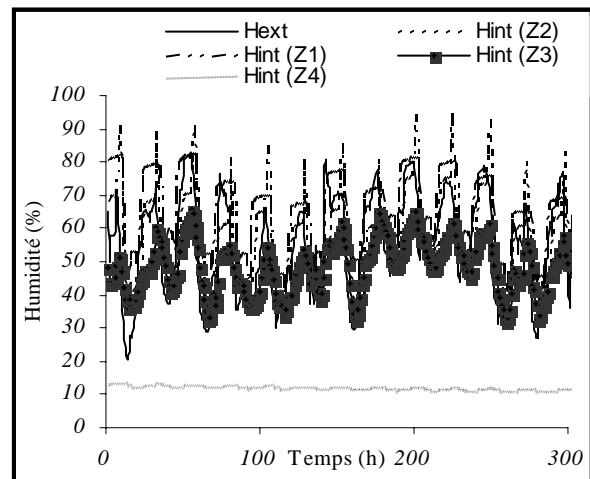


Figure 7.4: Humidité intérieure de l'appartement au mois d'août (du 01/08 au 15/08)

Nous avons obtenu l'évolution de la température et de l'humidité relative dans les zones de notre modèle.

On observe que ces deux paramètres varient d'une zone à l'autre selon le temps d'occupation et la charge interne de chaque zone.

La température des zones 1 et 2 évolue à peu près de la même manière, cela est dû au rayonnement que reçoivent ces zones et aux surfaces vitrées qu'elles possèdent. Alors que l'évolution de la température de la zone 3 est plus élevée, et cela est dû au fonctionnement de cette zone.

De même pour le taux d'humidité, la modélisation en multi-zones présente une variation d'une zone à l'autre.

Elle présente une variation de 20% par rapport à la modélisation uni zone.

Le taux d'humidité est maximum dans la zone 1 et 2 du fait qu'elles n'ont pas ventilée. Elle est minimum dans la zone 3 et 4 du fait qu'elles sont régulièrement ventilée.

c- Evolution de l'indice PMV

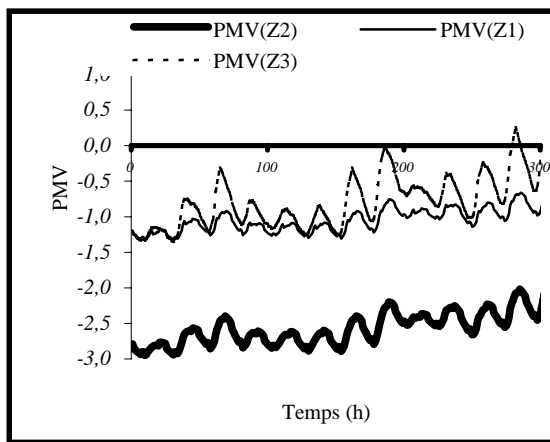


Figure 7.5: Evolution de l'indice PMV au mois de janvier (du 01/01 au 15/01)

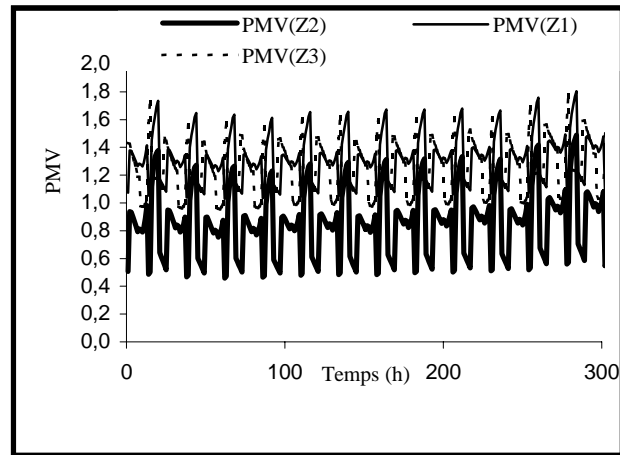


Figure 7.6: Evolution de l'indice PMV au mois d'août (du 01/08 au 15/08)

Sur la période du 01 au 15 janvier, nous observons (fig 7.5) que dans la zone 2 la sensation est "très froid", alors que dans la zone 1 nous avons une sensation "légèrement froid", contrairement à la zone 3 où la sensation est presque neutre ($-1 < PMV < 0$). Pour la période du 01 au 15 août, nous observons (fig 7.6) une sensation confortable ($0,5 < PMV < 1$) dans la zone 2, tandis que dans la zone 1 et 3 la sensation thermique est moins favorable ($1 < PMV < 1,5$).

Par contre il va falloir prévoir de récupérer chaleur et rafraîchir par des moyens naturels (fraîcheur nocturne, géocooling avec sondes géothermiques verticales ou horizontales «puits canadiens»,...)

Conclusion.

Le logiciel CODYBA nous a permis de modéliser une pièce ou la totalité d'un bâtiment en régime dynamique. L'atout de ce logiciel c'est d'effectuer des simulations de l'évolution des différents paramètres caractérisant l'atmosphère intérieure du logement.

L'ensemble des résultats de la simulation obtenue nous a permis d'estimer la puissance de réchauffement et de refroidissement durant les périodes estivales et hivernales. Pour pouvoir dimensionner un système de climatisation convenable, au mois de janvier nous avons besoins d'une énergie de chauffage de l'ordre de 160 Kwh pour maintenir la température 18°C (confort d'hiver), alors qu'au mois d'août l'énergie nécessaire pour une température de 25°C (confort d'été) est de l'ordre de 540 Kwh.

Ce logiciel permet un gain du temps précieux, une amélioration de la fiabilité des résultats dans l'étude et la conception de l'isolation thermique, du chauffage et de la climatisation d'un logement, ainsi d'une étude du

confort thermique par la détermination de l'indice PMV [5].

Références Bibliographiques :

- [1] **BABBAH. S, DRAOUL. A**, "Evaluation Energétique des bâtiments au Nord du Maroc", Projet de Stage de Recherche, DESA, Transferts Thermiques et Energies Renouvelables, FST de Tanger, décembre (2004).
- [2] **BOUSSAID. S**, "Caractérisation physico-chimique thermophysique et mécanique de la terre utilisée en construction au Nord du Maroc", Thèse de 3^{ème} Cycle, Faculté des Sciences, Tétouan Maroc (1999).
- [3] **CABIROL. T/ FAURE. D/ROUX. D**, "Chauffage de l'habitat et énergie solaire", tome 1: Confort thermique et techniques de chauffage, Charly-Yves, Edisud, 1982.
- [4] **EL BAKKOURI. A**, "Caractéristique thermophysique et mécanique de quelques matériaux locaux utilisés dans l'isolation et la construction au Maroc: Le plâtre, le liège et la brique creuse", Thèse de 3^{ème} Cycle, Faculté des Sciences, Tétouan Maroc, (1999).
- [5] **J.Noël, J.J.Roux**, " CoDyBa Manuel d'utilisateur, Rev.1.00/Nov. (2004).
- [6] **Fanger P.O**, Thermal comfort. Robert E. Kreiger publishing company. Malabar Florida (1982)
- [7] **Réglementation Thermique 2000**, Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (2000).
- [8] <http://eosweb.larc.nasa.gov>
- [9] <http://satel-light.com>

Remerciements : nous remercions le CNRS Français et le CNRST Marocain d'avoir soutenu ce projet dans le cadre d'un accord commun.