

Analyse de l'influence de l'épaisseur de l'isolant dans une paroi multicouche sur la consommation énergétique d'un bâtiment situé au Maroc

Salah KACHKOUCH¹, Najma LAAROUSSI¹, Mohammed GAROUM¹, Abdeslam DRAOUI²

¹ *Laboratoire d'Energétique, Matériaux et Environnement – EST de Salé – Université Mohammed V – Agdal*

² *Laboratoire d'Energétique – Equipe des transferts Thermiques et Energétique – FST de Tanger*

kachkouch.salah@gmail.com, lnajma@hotmail.fr, garoum1@yahoo.fr, abd_draoui@yahoo.fr

Résumé : Ce travail a été consacré à l'étude de l'influence de l'épaisseur d'un isolant dans une paroi multicouche sur la consommation énergétique annuelle dans un bâtiment destiné à être utilisé comme habitat au Maroc.

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les consommations en vue de réaliser des économies et d'atteindre un certain niveau de confort dans le bâtiment. Pour cela, nous avons fait appel à un outil de simulation thermique dynamique, il s'agit de CODYBA.

Cette étude s'intègre parfaitement dans le cadre des démarches suivies par le Maroc pour développer l'efficacité énergétique dans les bâtiments. Notre étude contribuera à l'analyse de l'influence de la construction de l'enveloppe d'un bâtiment, et plus particulièrement ses parois extérieures (façade principale et plafond), sur ses besoins énergétiques pendant toute l'année afin d'atteindre un niveau de confort respectant la nouvelle réglementation thermique marocaine.

Mots clés : Parois, besoins énergétiques, consommations, isolation, confort thermique...

1. Introduction

Le Maroc est confronté à une forte contrainte énergétique due à sa quasi dépendance (**plus de 97%**) de l'extérieur pour son approvisionnement. Le secteur de l'habitat (résidentiel et tertiaire) représente plus de **25%** de la consommation nationale marocaine en énergie et émet **30%** des Gaz à Effet de Serre responsable du réchauffement du climat planétaire. Ces chiffres ont tendance à augmenter à cause des développements urbain et industriel que connaît le Maroc ces dernières années. 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.

La construction la plus courante au Maroc a toujours adopté des façades à double paroi en briques rouges séparées par un isolant ou une couche d'air. Et notamment en constructions individuelles (maisons, villas, ...).

L'objectif de notre étude est d'optimiser l'épaisseur de l'isolant dans une paroi multicouche en analysant les besoins énergétiques en régime dynamique de ce type de construction.

2. Etude réalisée

Notre travail consiste, à partir de l'analyse des données météorologiques et des propriétés des matériaux de construction les plus utilisés au Maroc, à évaluer les conditions hygrothermiques intérieures. Cela nous permettra d'étudier l'influence de quelques paramètres liés à la construction, tel que l'épaisseur de l'isolant, sur les besoins énergétiques pour obtenir les conditions hygrothermiques du confort des occupants (**19°C en hiver et 24°C en été**).

2.1. Type de bâtiment étudié

Le bâtiment étudié représente le cas de construction le plus utilisé au Maroc. Il est constitué d'une seule zone de dimensions 10m x 9m x 3m. Nous avons considéré uniquement le cas où la façade de ce local est orientée vers le sud (le cas le plus défavorable). Les autres murs extérieurs sont en contact avec les bâtiments voisins.

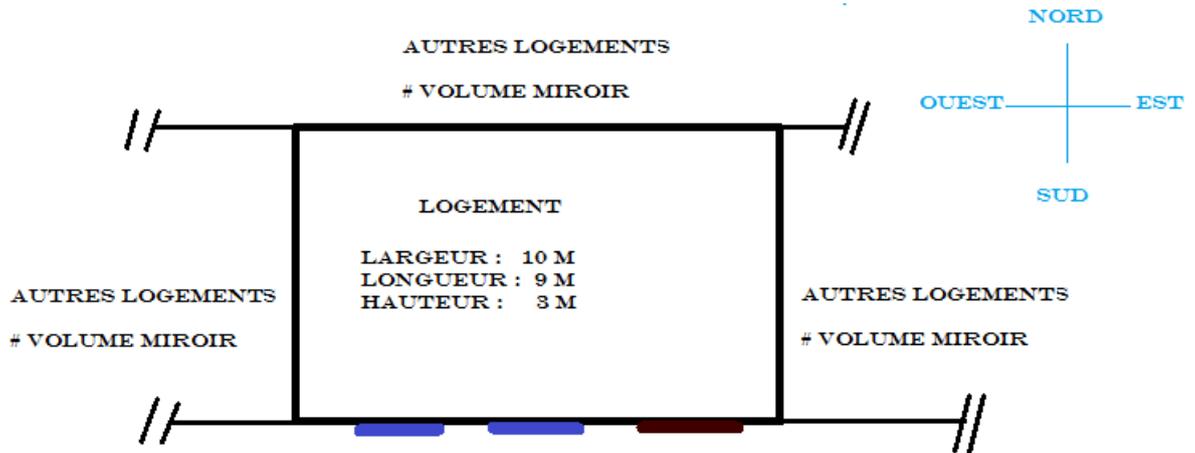


Figure 1 : Schéma du bâtiment étudié

Nous avons traité plusieurs cas importants pour la composition de la façade et le plafond de notre local : Les épaisseurs de l'isolant varient de 5cm jusqu'à 1m, à savoir 19 cas ont été simulés.

2.2. Caractéristiques thermophysiques des matériaux utilisés

La façade sud est une paroi multicouche composée des matériaux suivants :

Tableau 1 : Caractéristiques thermophysiques des matériaux constituant la façade

	e (m)	k (W/m.°C)	R (m ² .°C/W)
Enduit ciment	0,02	1,15	0,017
Brique rouge	0,068	1,15	0,059
Polystyrène	Variable	0,04	Variable
Brique rouge	0,068	1,15	0,059
Enduit ciment	0,02	1,15	0,017

La façade comprend également deux fenêtres identiques de type double vitrage d'une surface de 3 m² (1,5m² par fenêtre). Elle comprend également une porte en bois.

Tableau 2 : Caractéristiques thermophysiques des vitrages

	e (m)	k (W/m.°C)	U (W/m ² .°C)
Verre	0,004	1,15	4,6
Air	0,012	0,026	
Verre	0,004	1,15	

Tableau 3 : Caractéristiques thermophysiques des matériaux constituant le plafond (terrasse)

	e (m)	k (W/m.°C)	R (m ² .°C/W)
Enduit ciment	0,02	1,15	0,017
Polystyrène	Variable	0,04	Variable
Béton lourd	0,2	1,75	0,114
Enduit ciment	0,04	1,15	0,034
Carrelage	0,006	1,70	0,0035

Tableau 4 : Caractéristiques thermophysiques des matériaux constituant le plancher bas

	e (m)	k (W/m.°C)	R (m ² .°C/W)
Pierre	0,1	1,43	0,07
Béton lourd	0,2	1,75	0,11
Enduit ciment	0,04	1,15	0,034
Carrelage	0,006	1,70	0,0035

Les autres murs sont des murs simples et ne contiennent aucune isolation. Ils sont constitués d'une paroi en brique rouge d'une épaisseur de 20cm avec 2cm d'enduit dans les deux côtés.

3. Données météorologiques

Pour les données climatiques extérieures, nous avons utilisé le fichier météo de la ville de Tanger réalisé par le laboratoire d'énergétique de la FST de Tanger. Pour les autres données météorologiques (ensoleillement, vitesse du vent,...), nous avons utilisé les données du site Satel-Light (The European Database of Daylight and Solar Radiation) qui fournit des valeurs moyennes des dix dernières années.

4. Résultats des simulations

Pour des raisons de simplifications et pour alléger cette étude, nous ne présentons que les résultats relatifs à la puissance et à la consommation énergétique annuelle du bâtiment de chaque cas étudié. Pour les 19 cas traités, nous avons simulé le comportement hygrométrique pendant toute l'année (**19°C en hiver et 24°C en été**). L'objectif de ces simulations est de dimensionner les puissances nécessaires pour assurer le confort thermique ainsi que les consommations annuelles.

Tableau 5 : Les résultats des simulations des cas étudiés.

Cas traités	Besoins en puissance (W/m ²)		Consommations annuelles (kWh/m ² /an)	
	Chauffage	Climatisation	Chauffage	Climatisation
Cas 1 : 5 cm	25,47	16,36	25	14
Cas 2 : 10 cm	21,24	10,08	18,89	6,67
Cas 3 : 15 cm	19,66	7,56	17	4,33
Cas 4 : 20 cm	18,81	6,18	15,89	2,97
Cas 5 : 25 cm	18,29	5,27	15,23	2,14
Cas 6 : 30 cm	17,92	4,60	14,80	1,59
Cas 7 : 35 cm	17,68	4,08	14,51	1,21
Cas 8 : 40 cm	17,49	3,61	14,30	0,92
Cas 9 : 45 cm	17,33	3,21	14,14	0,71
Cas 10 : 50 cm	17,21	2,84	14,02	0,56
Cas 11 : 55 cm	17,12	2,62	13,92	0,42
Cas 12 : 60 cm	17,03	2,40	13,83	0,32
Cas 13 : 65 cm	16,97	2,21	13,77	0,23
Cas 14 : 70 cm	16,91	2,02	13,71	0,18
Cas 15 : 75 cm	16,86	1,86	13,67	0,13

Cas 16 : 80 cm	Chauffage Climatisation	16,81 1,70	Chauffage Climatisation	13,62 0,09
Cas 17 : 85 cm	Chauffage Climatisation	16,77 1,52	Chauffage Climatisation	13,59 0,07
Cas 18 : 90 cm	Chauffage Climatisation	16,73 1,36	Chauffage Climatisation	13,56 0,04
Cas 19 : 95 cm	Chauffage Climatisation	16,70 1,18	Chauffage Climatisation	13,52 0,03

Le logiciel CODYBA nous a permis de modéliser une pièce ou la totalité d'un bâtiment en régime dynamique. Le point positif de ce logiciel est d'effectuer des simulations pour l'évolution des différents paramètres caractérisant l'atmosphère intérieure du bâtiment. 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. C'est un moyen qui permet de prendre des décisions pour l'amélioration de l'efficacité thermique des bâtiments et la proposition de solution optimale en termes de matériaux et d'orientation.

4.1. Représentation graphique des résultats

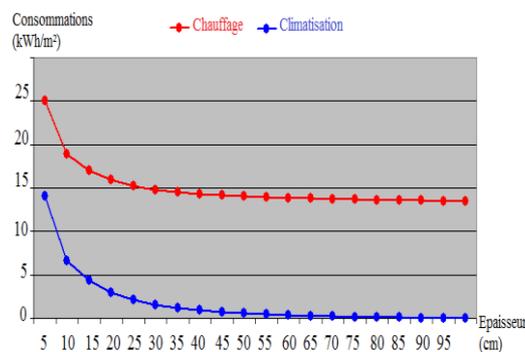


Figure 2 : Représentation graphique des consommations annuelles en fonction de l'épaisseur de l'isolant

Dans cette partie nous mettons en évidence l'importance de l'isolation thermique du local. L'introduction d'un isolant de 5cm donne un meilleur résultat en terme de température résultante intérieure ce qui permet un bon contrôle du milieu intérieure ce qui a un aspect positif dans la réduction des besoins énergétique du local.

4.2. Analyse des résultats des simulations

Nous constatons que l'augmentation de l'épaisseur entraîne une diminution des consommations énergétiques. L'épaisseur de l'isolant a certainement un rôle non négligeable sur les performances thermiques du local, pour la même constitution de l'enveloppe. Le passage d'une épaisseur de 5cm à 15cm permet d'augmenter la résistance thermique de la paroi et de réaliser des économies importantes en terme des consommations.

Nous constatons également qu'à partir d'une épaisseur de 35cm les parois ont le même comportement thermique. Cette constatation s'explique par la stabilité des consommations énergétiques du local étudié.

Nous pouvons dire que l'épaisseur d'isolant optimale est de 15cm vu que les consommations en climatisation deviennent très négligeables (moins de 5 kWh/m²/an pour atteindre une température de confort de 24°C), ce qui amène à dire que ces consommations peuvent être nulles en mettant en place des stores pour éviter les apports solaires internes qui sont dues à l'orientation des ouvertures.

Conclusion

Ce qui précède a montré sans ambiguïté l'intérêt de l'épaisseur de l'isolant pour le confort des occupants, mais nous retiendrons que seul un paramètre ne suffit pas à apporter du confort : il faut impérativement pouvoir équilibrer, à l'échelle de la journée les apports de chaleur et la dissipation de cette dernière et pour cela il faudrait choisir chaque paramètre en fonction de l'autre afin d'optimiser l'économie d'énergie.

Une économie efficace en énergie est un défi prioritaire aujourd'hui pour tous les pays, surtout dans le contexte de pénuries et de crises économiques, l'épuisement des ressources conventionnelles, la pénurie de ressources financières ainsi que la compétitivité des entreprises sont d'autres arguments pour ancrer l'efficacité énergétique dans la société marocaine.

Nomenclature

e	Epaisseur, m
k	Conductivité thermique, $W/m.K$
R	Résistance thermique, $m^2.°C/W$
U	Coefficient de transmission, $(W/m^2.°C)$

Références

- [1] M. Moubark Yousif, S. Kachkouch et A. Draoui, Study of effect of orientation on energy consumption in buildings in north of Morocco, *Fifth Saudi Science Conference*, 2012.
- [2] M. Moubark Yousif, M. Mouhib et A. Draoui, Etude dynamique des performances énergétiques d'un bâtiment au nord du Maroc, *15^{ème} Edition des Journées Internationales de Thermique*, 2011.
- [3] J. Noël, J.J. Roux et J. Virgone, Présentation et perspectives du logiciel CODYBA.