

Modélisation de l'impact de l'isolation thermique sur la température intérieure

D. Medjelekh *

Laboratoire de l'Architecture Bioclimatique et d'Environnement 'A.B.E'
Institut d'Architecture, Université Mentouri, Constantine, Algérie

(reçu le 20 Décembre 2009 – accepté le 25 Mai 2010)

Résumé - Pour la qualité du confort thermique intérieur, il est important de prendre en considération l'aspect inertie thermique de la construction dans le choix et l'emplacement de l'isolant. A cet effet de l'interaction entre l'isolation et l'inertie, une modélisation avec le logiciel TRNSYS a été établie dans le but de rechercher l'emplacement et l'épaisseur types de l'isolant sans affecter la performance de l'inertie thermique. Les résultats montrent que l'introduction d'un isolant permet un abaissement important de la température intérieure qu'avec la lame d'air. L'emplacement idéal de l'isolant dans la paroi est celui du coté externe de la masse thermique. Sur l'épaisseur recommandée de l'isolation et pour des raisons économiques, l'épaisseur idéale est celle de 5cm puisque la température intérieure reste peu sensible à partir de cette valeur.

Abstract - For the quality of the interior thermal comfort, it is important to take in consideration the aspect of building's thermal inertia in the choice and the emplacement of the insulator. To this effect of the interaction between the insulation and the thermal inertia a modelling with the software TRNSYS has been established in the goal to search for ideals emplacement and thickness of the insulator without affecting the performance of the thermal inertia. Results show that the introduction of an insulator permits a lowering important of the interior temperature that with the blade of air. The ideal emplacement of the insulator in the wall is the one of the external side of the thermal mass. On the thickness recommended of the insulation and for the economic reasons, the ideal thickness is the one of 5 cm because the interior temperature remains few appreciable from this value.

Mots clés: Isolation thermique - Inertie thermique - Modélisation – Température intérieure.

1. INTRODUCTION

Les isolants dans les bâtiments sont utilisés pour assurer un certain confort: prévoir un générateur de chaleur et frein des déperditions. L'isolation est utilisée surtout à cause du mode constructif moderne qui tend à limiter l'épaisseur des parois opaques et à augmenter les surfaces vitrées. Elle permet d'éviter qu'il se produise de la condensation sur les parois et dans les parois. Comme elle évite la sensation de la paroi froide en hiver. Des murs bien isolés diminuent les transferts de chaleur de 25 à 35 % des transferts totaux du bâtiment. [1]

Selon l'A.N.A.H, l'isolation par l'extérieur entraîne une forte inertie puisque la température intérieure évolue très lentement. Or l'isolation par l'intérieur fait baisser l'inertie. [2]

* dalel.medjelekh@yahoo.fr

Pour S.V Szokolay, la masse thermique du coté interne de l'enveloppe et l'isolation de son coté externe donne de bonnes performances thermiques en climat chaud et aride. Puisque la masse thermique possède l'habilité d'emmagasiner la chaleur et l'isolation possède l'habilité de ralentir son transfert à l'intérieur. [3]

I.A. Al-Mofeez, rajoute que l'application de l'isolation du coté externe de l'enveloppe permet l'augmentation du temps de déphasage. [4]

Il a été aussi démontré que l'épaisseur de l'isolation et son emplacement ont un effet très profond sur le temps de déphasage et sur le facteur d'amortissement. [5]

A cet effet de l'interaction entre l'isolation et l'inertie thermique, une modélisation avec le logiciel TRNSYS a été établie sur une maison à Guelma (Algérie) dans le but de rechercher l'emplacement et l'épaisseur types de l'isolant sans affecter la performance de l'inertie thermique sous un climat chaud et sub humide.

Mais d'abord, on a eu recours à l'investigation avec les mesures bi horaires de la température pour vérifier l'impact de l'inertie thermique sur le confort thermique.

2. INVESTIGATION

2.1 Interprétation des résultats

L'investigation a été menée sur une maison datant de l'époque coloniale. Elle s'insère dans un centre colonial dense à Guelma (Fig. 1), et ouverte sur la rue par la façade sud ouest (Fig. 2). La maison est en RDC +1 niveau, construite en pierre sur une cave semi enterrée (Fig. 3 et Fig. 4). La chambre 'Ch N°1' du RDC a été choisie pour l'évaluation de l'effet de l'inertie thermique (Fig. 3).



Fig. 1: Situation de la maison
(Source: Auteur)



Fig. 2: Façade Sud-ouest (entrée, côté rue)
(Source: Auteur)

2.2 Interprétation des résultats de l'investigation

Etude comparative de la température moyenne intérieure et extérieure

La lecture de la figure 5 montre que la température intérieure offre une stabilité durant tout le jour avec une faible amplitude de 1.5 °C entre un maximum de 30.5 °C à 18 h et un minimum de 29 °C à 4 h du matin.

Alors que la température météo et celle de la rue présentent de fortes amplitudes d'environ 18.2 °C et 7.1 °C.

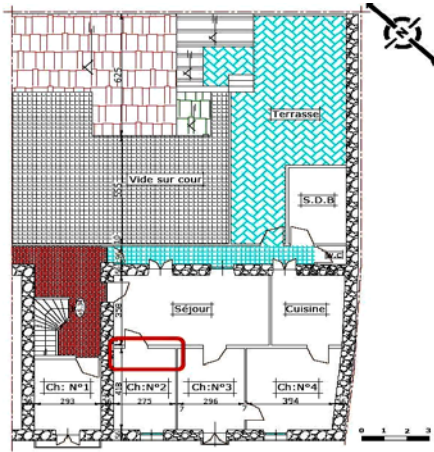


Fig. 3: Plan RDC (Source: Auteur)

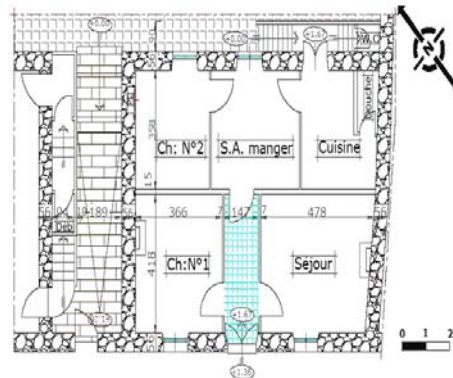


Fig. 4: Plan étage (Source: Auteur)

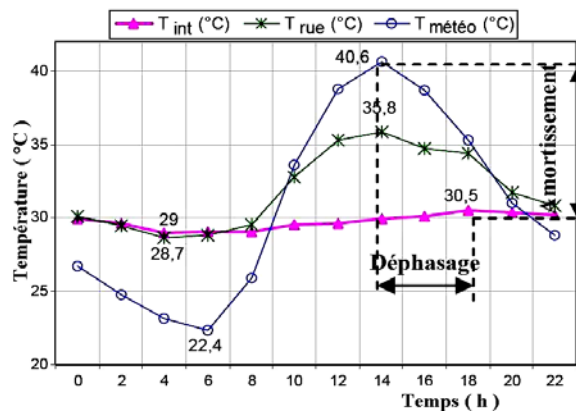


Fig. 5: Variation de la température moyenne intérieure et extérieure au RDC

Une amplitude de $10.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a été enregistrée après 4 h de temps entre $T_{\text{météo}}$ et T_{int} . Les apports ont été donc amortis et déphasés dans le temps. Le phénomène de déphasage est dû à l'inertie par absorption qui se produit avec l'effusivité et l'épaisseur du mur '56 cm'. Et l'amortissement est dû à l'effet l'isolant de la pierre utilisée 'travertin'.

3. MODELISATION

Pour une meilleure performance de la paroi, une évaluation a été développée en changeant le matériau initial (la pierre), et en introduisant un isolant surtout pour limiter l'épaisseur importante de la paroi initiale.

L'étude s'est servie dans la modélisation par l'intermédiaire du logiciel TRNSYS V.14.1 pour ses divers avantages, -TRNSYS (TRaNsient System Simulation Program-.

Ce programme de simulation des systèmes transitoires est un logiciel multi zones de simulation en régime dynamique et a été développé au laboratoire 'Solar Energy' de

l'Université Wisconsin Madison. TRNSYS (version 14.1) est traité en fortran (sous DOS), et structuré de manière modulaire avec 50 modules environ.

3.1 Déroulement de la modélisation

Au début, il a été nécessaire de disposer au moins de trois composants pour simuler le comportement thermique du bâtiment. Le premier est relatif aux données météorologiques, le second pour le calcul de l'ensoleillement de la paroi et le troisième pour traiter les échanges de chaleur.

Ces trois composants nécessaires au lancement de la simulation ont été identifiés dans TRNSYS: par TRNWIN, le fichier météo, le fichier DECK, le programme propre à la simulation, et le fichier BUI, qui fait la description du bâtiment (Fig. 6).

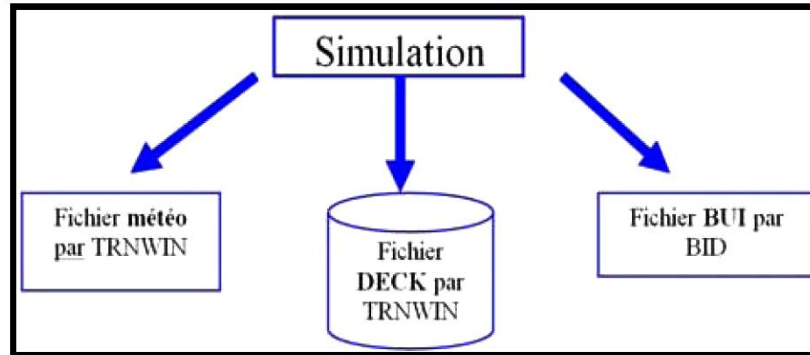


Fig. 6: Fichiers nécessaires au lancement de la simulation (Source: Auteur)

Alors, le déroulement de la modélisation a pris comme chemin, trois étapes importantes: la première concerne la programmation et l'établissement d'un programme global.

Dans ce dernier, on a introduit les données météorologiques de la ville de Guelma, car elles ne figurent pas dans la bibliothèque de TRNSYS; puis l'insertion des valeurs horaires de températures et d'humidités relatives pour la période d'été et celle d'hiver.

Ensuite la description détaillée de la pièce, ainsi que les scénarios de son occupation dans deux fichiers (TRNWIN et BID).

La deuxième étape concerne le traitement des données après programmation.

Enfin et en dernière étape, c'est faire sortir les résultats de la simulation par le biais du logiciel Excel.

3.2 Effet de l'isolant

L'introduction d'un matériau isolant (feutre) dans la lame d'air a été testée dans le cas de la paroi extérieure en brique creuse (Fig. 7).

Cette introduction de l'isolant permet un abaissement important de la température intérieure.

Avec la lame d'air, la température ambiante fluctue entre un minimal de 29.67 °C et un maximal de 33.27 °C, soit une amplitude de 3.60 °C.

Tandis qu'avec l'isolant (feutre) la température intérieure varie entre un minimum de 29.30 °C et un maximum de 32.07°C, soit une amplitude de 2.77°C.

L'écart maxima entre les températures des deux cas est de 1.20 °C, enregistré à 22 h (Fig. 8).

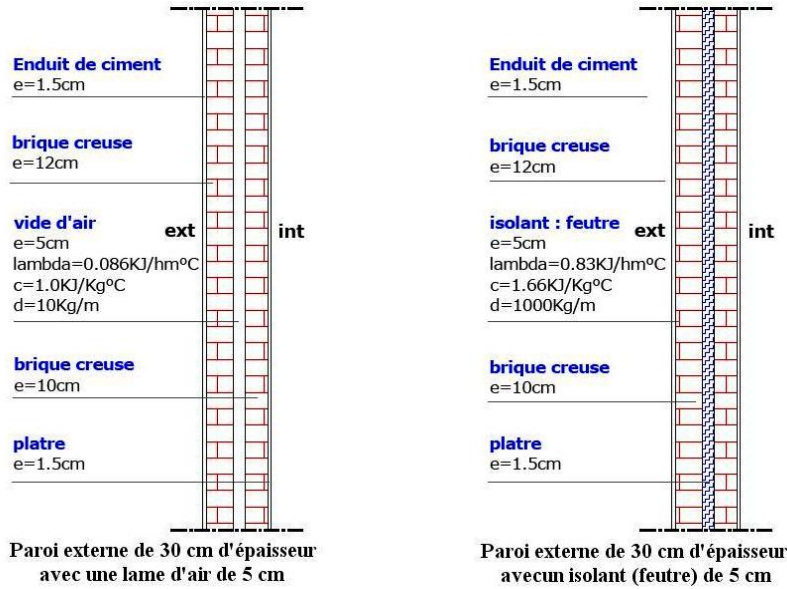


Fig. 7: Introduction d'un isolant (feutre) dans la lame d'air (Source: Auteur)

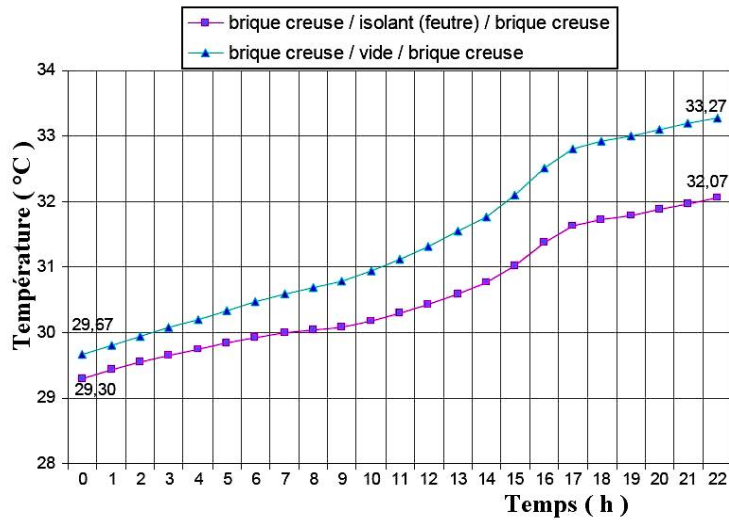


Fig. 8: Variation de la température intérieure - cas de la lame d'air et cas de l'isolant - (Source: Auteur)

3.3 Effet de l'emplacement de l'isolant

Aussi, trois emplacements différents de l'isolant dans la paroi extérieure ont été testés afin de constater les meilleures conditions qui pourraient affecter positivement la variation de la température intérieure.

Dans une paroi en béton plein, l'isolant a été placé du côté externe, du côté interne et dans la partie intermédiaire de la masse thermique (au centre), (Fig. 9).

Dans le cas de l'emplacement de l'isolant du côté interne de la masse thermique, la température intérieure varie entre un maximum de 31.33 °C et un minimum de 29 °C, marquant une amplitude 2.33 °C.

Dans le cas de l'isolant dans la partie intermédiaire de la masse, la paroi améliore sa performance thermique et permet des températures inférieures. Le maximum atteint est de 30.29 °C et le minimum est de 28.05, soit une amplitude de 2.24 °C.

Encore mieux que dans les deux cas précédents, l'emplacement de l'isolant du côté externe assure des températures ambiantes aussi inférieures. Le maximum de température enregistré est de 29.72 °C et le minimum est de 27.78 °C, soit 1.94 °C d'amplitude thermique, (Fig. 10).

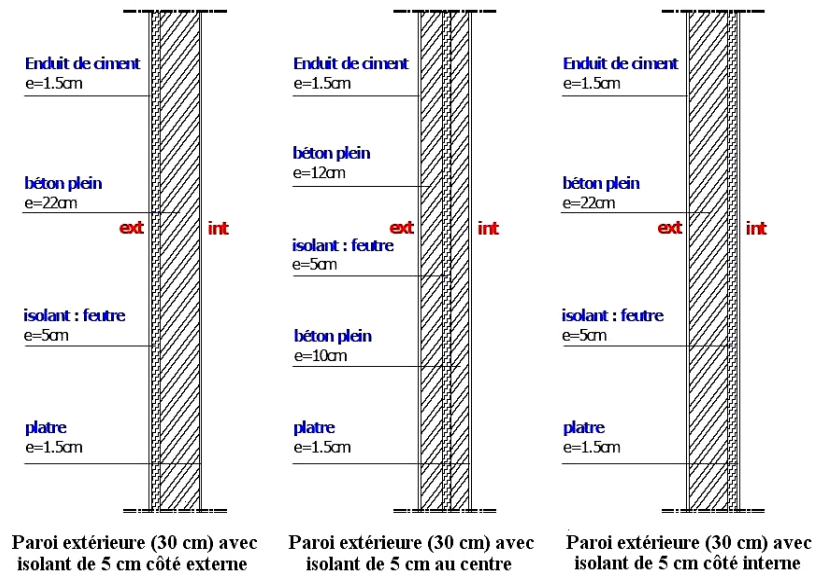


Fig. 9: Emplacements de l'isolant dans la paroi externe (Source: Auteur)

Donc l'emplacement idéal de l'isolant dans la paroi est celui du côté externe de la masse thermique. Cette constatation s'ajoute aux résultats de plusieurs chercheurs comme S.V Szokolay, 1980, S.J Axford, 1983 et A.I. Al-Mofeez, 1993, qui suggèrent que l'application de l'isolation sur la face externe de l'enveloppe donne une faible oscillation de la température intérieure.

3.4 Effet de l'épaisseur de l'isolant

Trois épaisseurs d'isolation, 3, 5 et 7 cm, ont été vérifiées dans le cas d'une paroi en béton plein avec un isolant placé du côté externe de sa masse. L'épaisseur totale du mur est retenue constante (30 cm) et chaque fois que l'épaisseur de l'isolant est augmentée, l'épaisseur de la masse thermique est diminuée de la même valeur. (Fig. 11)

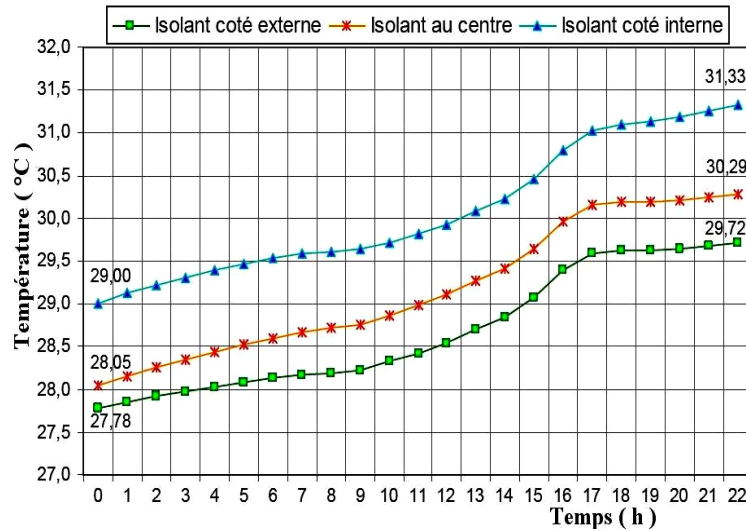


Fig. 10: Variation de la température intérieure simulée avec le changement de l'emplacement de l'isolant (Source: Auteur)

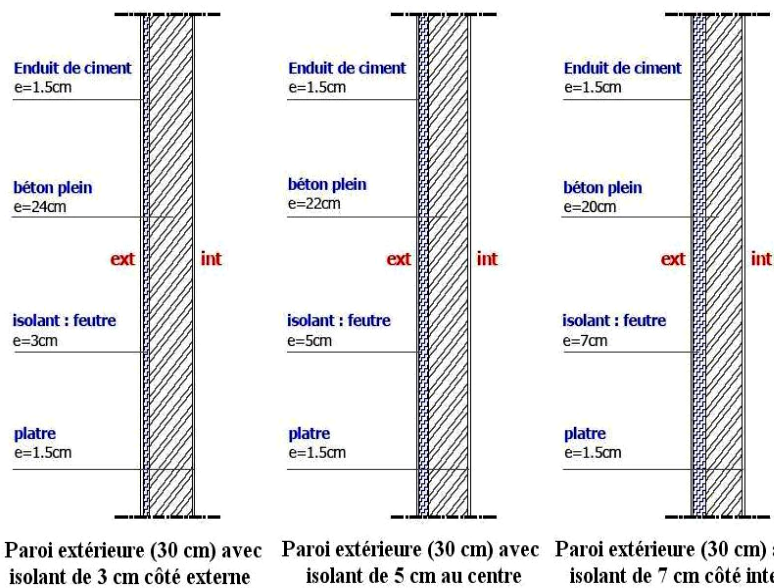


Fig. 11: Les trois épaisseurs de l'isolation testées (Source: Auteur)

La figure 12 montre que l'optimisation de l'épaisseur de l'isolant fait légèrement baisser la température ambiante. L'isolant de 7 cm d'épaisseur donne une amélioration de la performance thermique avec des températures inférieures de minuit à midi et de 20 h à 22 h que celles dans le cas de l'épaisseur 3 ou de 5 cm.

L'isolant de 5 cm permet aussi des températures inférieures des deux autres de 13 h à 19 h.

L'isolant de 3 cm donne les températures les plus élevées durant tout le jour. Alors on peut dire que l'épaisseur idéale de l'isolation est celle de 5 cm, puisque la température intérieure reste peu sensible à partir de cette épaisseur.

En plus, celle de 7 cm donne surtout la performance la nuit, moment où la ventilation nocturne est assurée.

Ces résultats rejoignent ceux de Iben Salah, 1989, Nezzar et Gourdache, 2004.

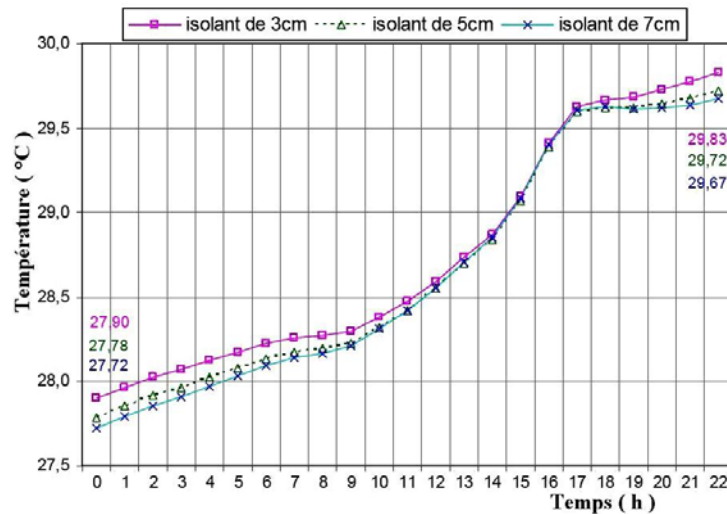


Fig. 11: Variation de la température intérieure simulée avec le changement de l'épaisseur de l'isolant (Source: Auteur)

4. CONCLUSION

La rigueur du climat de la ville de Guelma avec la variation de la température extérieure jour/nuit (amplitude moyenne: 15°C) nécessite l'application de l'isolation, surtout si les bâtiments sont de faible inertie thermique.

Il en résulte de cette étude les conclusions suivantes:

- L'introduction d'un isolant permet un abaissement important de la température intérieure qu'avec la lame d'air ;
- L'emplacement idéal de l'isolant dans la paroi est celui du côté externe de la masse thermique ;
- L'épaisseur recommandée de l'isolation et pour des raisons économiques, serait de 5 cm, surtout que la température intérieure reste peu sensible à partir de cette valeur.

REFERENCES

- [1] Le Moniteur Architecture 'A.M.C', N°140, pp. 89-99, Février 2004.
- [2] ANAH: Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat, 'Réhabiliter et Entretien un Immeuble Ancien Point par Point', Edition Le Moniteur, Paris, 121 p., 1995.

- [3] S.V. Szokolay, '*Environmental Science Handbook for Architects and Builders*', New York, John Wiley and Sons, 1980.
- [4] A.I. Al-Mofeez, '*Field Test Results of Interior vs Exterior Insulation of Thermal Mass in Extremely Hot-Arid Climates*', Rapport d'Etude, Saudi Arabia King Faisal University, Department of Architecture, 1993.
- [5] H. Asan, '*Effects of Wall's Insulation Thickness and Position on Time Lag and Decrement Factor*', *Energy and Buildings*, Vol. 28, N°3, pp. 299 – 305, 1998.