

INERTIE THERMIQUE ET TRANSFERT DE CHALEUR DANS LE BATIMENT

Dalel Medjelekh* - Saliha Abdou

Université Badji Mokhtar, Faculté des sciences de la terre : Département d'architecture BP n°2
Annaba 23000 Algérie. E-mail: dalelmedjelakh@yahoo.fr

RESUME:

L'inertie thermique des bâtiments, sujet de notre propos est derrière l'intelligente relation qui repose sur la bonne compréhension des échanges thermiques entre le dedans et le dehors. Elle participe au bon rendement, à la bonne utilisation et au confort de la machine thermique (bâtiment). Une investigation a été menée sur une maison de l'époque coloniale à Guelma afin d'estimer le rôle de l'inertie sur le confort thermique. Les résultats montrent que l'utilisation d'un matériau local adapté au climat de la région est à l'origine de la réalisation du confort thermique et la consommation réduite de l'énergie. La validation des résultats de l'investigation par le logiciel TRNSYS.V14 réaffirme le rôle prépondérant de l'inertie thermique dans le maintien de l'équilibre thermique intérieur. Bien que l'inertie des matériaux, selon les résultats, doit être associée aux moyens de chauffage (d'appoint) et de refroidissement naturelle (ventilation nocturne) pour les situations les plus défavorables.

Mots Clés : *Inertie thermique – transfert de chaleur- confort thermique- bâtiment*

1. INTRODUCTION :

Dans le but de créer le confort thermique, l'homme construisait avec son environnement immédiat. Il utilisait des matériaux locaux de préférence lourds, afin de bénéficier de leur inertie. L'action combinée des facteurs climatiques sur son abri provoque des réponses thermiques. L'inertie thermique est derrière cette réponse, c'est un procédé passif lié aux matériaux et à la manière dont est constituée la paroi. En fait l'inertie d'un bâtiment est une fonction directe de sa capacité thermique qui agit concrètement, en s'opposant à toutes les variations brutales de température. Mais comme un amortisseur qui réduit et retarde l'effet des conditions extérieures (déphasage et décalage) c'est aussi un grand absorbeur d'énergie¹.

Givoni, 1998 suggère que l'inertie est une recommandation nécessaire pour la construction en climats chauds à grand écart diurne². L'étude de Narayan, 2005 quant à elle, montre l'efficacité de l'inertie sous le climat froid dans la création du confort thermique.³ D'autres études comme celle de Solange, 2004 affirment que l'inertie thermique peut être aussi utile même en climat chaud et humide.⁴ A cet effet la présente recherche a examiné le rôle et l'impact réel de l'inertie sur le confort thermique du bâtiment sous le climat sub humide de Guelma.

2. OBJECTIFS ET METHODOLOGIE :

Dans le but de développer les travaux ayant trait à la réglementation technique relative à la consommation énergétique du bâtiment, la démarche vise plusieurs fins :

- 1* la vérification du rôle de l'inertie thermique dans le bâtiment sous un climat à diverses caractéristiques conflictuelles;
- 2* le meilleur choix des matériaux de construction utiles pour la masse thermique ;
- 3* l'exploitation optimale de l'énergie solaire et l'adoption de solutions passives pour limiter au minimum le recours à l'énergie d'appoint.

3. INVESTIGATION :

3.1 Descriptif de la maison de l'époque coloniale étudiée

L'investigation a été menée sur un immeuble, datant de 1890. Il s'insère dans un centre colonial dense à Guelma Figure1. Il est en R+1, construit en pierre sur une cave semi enterrée. Ouvert sur la rue par la façade sud ouest et sur une cour par la façade nord est. Photo 1, Photo 2.



Figure1. Situation de la maison



Photo 1. Façade sud-ouest (d'entrée coté rue) (Source: Auteur)

Photo 2. Façade nord-est (d'entrée coté cour) (Source: Auteur)

Deux maisons superposées de cet immeuble ont été choisies dans le but de permettre à la fois l'évaluation de l'effet de l'inertie du sol (sur cave), des murs pour le R.D.C, Ch: N°1, Figure 2 et l'effet de l'inertie de la toiture, plancher pour l'étage, Ch: N°2, Figure 3.

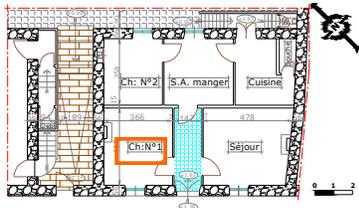
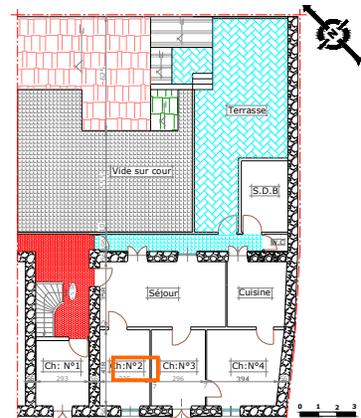


Figure 2. Plan R.D.C (CH 1: pièce d'investigation) (Source: Auteur)



(Source: Auteur)

3.2 Déroulement et mesures :

Les relevés bi horaires de la température ont été retenus au mois d'août et au mois de janvier; avec l'utilisation de la centrale météo, le thermomètre émetteur, et le thermomètre digital du modèle: TES-1360 Photo 3.



Photo 3. Les appareils de mesures utilisés.

3.3 Résultats et discussion:

3.3.1 Etude comparative de la température moyenne intérieure et extérieure: Période été en R.D.C:

La Figure 4 montre que la température intérieure offre une stabilité durant tout le jour avec une faible amplitude de 1.5°C entre un max de 30.5°C à 18h et un min de 29°C à 4h du matin. Alors que la température météo et celle de la rue présentent de fortes amplitudes de 18.2°C et de 7.1°C.

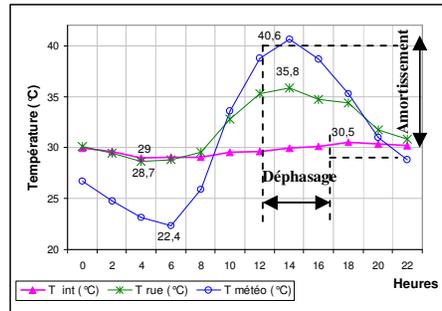


Figure 4. Variation de la température moyenne intérieure et extérieure en R.D.C (Source: Auteur)

Une amplitude de 10.1°C a été enregistrée après 4h de temps entre T(météo) et T(int). Les apports ont été donc amortis et déphasés dans le temps. Ce phénomène de déphasage est dû à l'inertie par absorption qui se produit avec l'effusivité et l'épaisseur du mur «56 cm» Figure5.

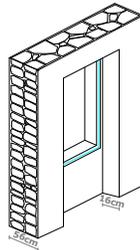


Figure5. Epaisseur du mur externe (S : Auteur)

Il est couramment admis qu'une maison de murs épais en pierre joue sur le déphasage que sur l'amortissement puisque la pierre n'est pas un aussi bon isolant. Or ce qui a été découvert dans le cas étudié c'est que les apports ont été bien amortis. Ce ci est surtout dû aux multiples alvéoles du travertin (la pierre constituant le mur externe) Photo 4 et à ses qualités qui favorisent le pouvoir isolant de l'air, en retardant les mouvements de convection dans les cavités.



Photo 4. Echantillon du travertin (présence des vacuoles) (Source: Auteur)

Notant que l'étude expérimentale sur la conductivité thermique des briques par exemple, révèle que la porosité doit être augmentée en utilisant des cavités de petite taille pour obtenir une conductivité thermique efficace inférieure autant que possible ⁵.

Selon la carte géologique de Guelma Figure 6, le travertin constitue la roche composante de presque la totalité de son relief. Il est la conséquence d'une activité hydrothermale intense, et Guelma dispose de diverses sources thermales. Alors c'est un matériau local qui a été utilisé.

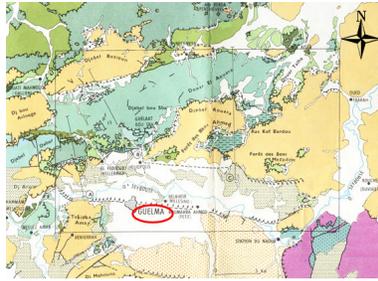


Figure 6. Carte géologique de Guelma (le travertin figure en blanc) (Source: J.M.Villa, 1993)

Donc l'inertie thermique dépend essentiellement des matériaux de construction utilisés. Mais en plus de l'inertie du mur, dans la maison de l'époque coloniale, on remarque que d'autres paramètres participent à stabiliser la température à l'intérieur Figure7:

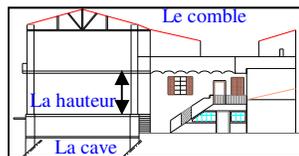


Figure 7. Éléments participants dans la performance thermique de la maison de l'époque coloniale (Source: Auteur)

- * **la cave** contribue au rafraîchissement du R.D.C. Il s'agit de l'air chaud au dessus de l'air froid;
- * **les matériaux situés à l'intérieur** agissent sur les températures intérieures en introduisant une inertie par absorption ;
- * **la hauteur importante sous plafond** (3.7m) permet de larges surfaces effusives des cloisons intérieures et garantissent sûre cette inertie par absorption ;
- * **l'insertion de l'immeuble dans un tissu compact** génère une masse thermique importante;
- * **le mode constructif** Figure 8: les interstices entre les moellons et le vide laissé lors du montage de mur (lit par lit) constituent de leur part des isolants thermiques.

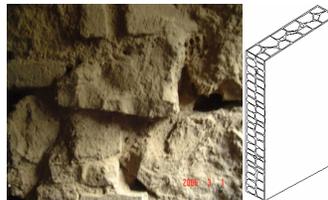


Photo 5. Figure8. Le mode constructif (Source: Auteur)

Or la nuit, il se produit un gain à l'intérieur après la dissipation de la chaleur stockée. D'où une inertie par transmission se produit et qui augmente au fur et à mesure avec l'épaisseur et diminue avec la diffusivité du mur. L'inertie écrase donc les températures max le jour et relève légèrement les températures min la nuit. Alors, elle doit être associée à une ventilation nocturne.

3.3.2 Etude des températures surfaciques internes et externes de la paroi: Période été en R.D.C

L'orientation sud ouest, la couleur sombre et l'absence totale d'occultation, provoquent la hausse de la température de surface externe. Elle atteint un max de 72.1°C comparée à la température de surface interne de la paroi qui n'atteint que 30.9°C. Celle-ci est surtout liée à la qualité thermique du matériau utilisé. Elle exclue l'effet de la paroi chaude. Car l'écoulement de l'onde thermique par conduction à travers le mur s'est affronté par les résistances thermiques de ses composants Figure 9

4.1 Comparaison entre les températures intérieures mesurées et celles simulées par TRNSYS : Période estivale en R.D.C

Les courbes de la Figure12 révèlent une concordance entre la température modélisée et la température moyenne intérieure mesurée dans la pièce du R.D.C. L'écart max entre les deux températures est de 1.88°C, enregistrée à minuit ce qui valide les résultats in situ.

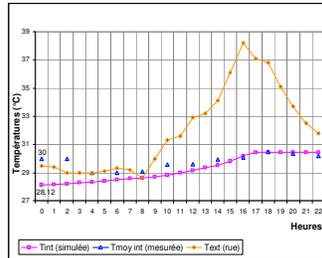


Figure12. Comparaison entre températures moyennes intérieures et extérieures mesurées et températures intérieures simulées : Période estivale en R.D.C (Source: Auteur).

5. RECOMMANDATIONS SUR L'OPTIMISATION DE L'INERTIE THERMIQUE DU MATERIAU EN CLIMAT CHAUD, SUB HUMIDE:

- Le matériau choisi doit être de faible diffusivité, de grande effusivité, de faible conductivité thermique et de densité élevée.
- Pour une meilleure isolation thermique du matériau avec une conductivité efficace inférieure autant que possible, sa porosité doit être augmentée en utilisant des cavités de petite taille;

6. CONCLUSIONS :

De l'étude, il en résulte les conclusions suivantes :

- L'utilisation d'un matériau local adapté au climat de la région est à l'origine de la réalisation du confort thermique.
- L'inertie assure l'équilibre thermique. En été elle permet de lisser les flux thermiques et les températures extrêmes. En hiver, elle évite les chutes trop brutales de la température et met bien en évidence la gestion optimale des apports de chaleur. Mais elle doit être combinée avec les moyens de chauffage et de refroidissement naturelle pour le bon comportement thermique.
- Avec l'assurance du confort thermique hivernal et estivale, l'inertie permet une consommation énergétique réduite.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

1. SIDLER. O, 2003, L'inertie thermique en climat méditerranéen. Confort et consommations d'énergie, Colloque sur *L'inertie thermique en climat méditerranéen*, Montpellier, 15/05/2003.
2. GIVONI. B, 1998, Effectiveness of mass and night ventilation in lowering the indoor daytime temperatures, Part I: 1993 experimental periods, *Energy and Buildings*, vol. 28: pp 25-32.
3. NARAYAN. Thulasi, *A passive courtyard home in Jaipur, India: design analysis for thermal comfort in a hot desert climate*, Arizona State University, [En ligne] Thulasi.Narayan@asu.edu
4. SOLANGE.V, Thermal inertia and natural ventilation – Optimisation of thermal storage as a cooling technique for residential buildings in Southern Brazil, Thesis for the degree of doctor of philosophy, October, 2004.
5. SÖYLEMEZ. M.Sait, 1999, On the effective thermal conductivity of building bricks, *Building and Environment* vol. 34 pp 1-5.
6. BALARAS. C.A, 1996, The role of thermal mass on the cooling load of buildings. An overview of computational methods, *Energy and Buildings*, vol. 24: pp 1-10.