



RESEARCH ARTICLE

ETUDE DU TRANSFERT THERMIQUE EN REGIME DE MODULATION DE FREQUENCE A TRAVERS UN PANNEAU A BASE DE FIBRE DE BOIS: INFLUENCE DES PARAMETRES EXTERIEURS

Oumou Aboubacry Mbodji¹, Alassane Diene¹, Seydou Faye², Youssou Traore², Mamadou Babacar Ndiaye³, Issa Diagne² and Gregoire Sissoko^{2,4}

1. Polytechnic School of Thiès, BP A10, Thiès, Senegal.
2. Laboratory of Semiconductors and Solar Energy, Physics Department, Faculty of Science and Technology, University Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal.
3. University Institute of Technology, University Iba Der THIAM of Thiès, Sénégal.
4. Groupe International de Recherche en Energie Renouvelable, BP. 15003, Dakar Fann, Senegal.

.Manuscript Info

Manuscript History

Received: 29 August 2021

Final Accepted: 30 September 2021

Published: October 2021

Key words:-

Diffusion Thermique, Modulation De Fréquence, Fibre De Bois, Coefficient d'échange Thermique, Temperature, Flux De Chaleur

Abstract

Cette étude, propose l'évaluation du comportement thermique en régime dynamique fréquentiel d'un panneau à base fibre de bois. La résolution de l'équation de continuité de la chaleur a produit les expressions théoriques de la température et de la densité de flux de chaleur dans le panneau. L'influence des paramètres extérieurs à travers les coefficients d'échanges thermiques sur les surfaces avant et arrière du panneau, ainsi que de la pulsation excitatrice sur la diffusion de chaleur est analysée.

Copy Right, IJAR, 2021., All rights reserved.

Introduction:-

La problématique liée à l'efficacité énergétique des bâtiments et industries est toujours d'actualité [1-3] Cependant, la validation et la stabilisation d'une réglementation thermique standard passe par des études théoriques, de simulation et d'expérimentation sur les matériaux synthétiques [4,5], locaux d'origines végétales [6-10], minérales [11] ou animales [12,13] pour une isolation thermique. L'utilisation de ces matériaux pour une isolation thermique permet d'avoir un confort thermique [14,15] et aussi de diminuer la consommation énergétique [16].

Dans ce travail, nous étudions le comportement thermique d'un panneau à base de fibre de bois. A partir du modèle d'étude, nous allons résoudre l'équation de la chaleur en régime dynamique fréquentiel, en coordonnées cartésiennes à 1 dimension, pour obtenir les expressions de la température et densité flux de chaleur. L'influence des paramètres extérieurs tels que les coefficients d'échange thermique, les pulsations excitatrices sont mis en exergue à partir de l'évaluation de la température et de la densité de flux de chaleur à travers le panneau.

Modélisation du système

La fibre de bois de longueur (L) est soumise à la sollicitation climatique extérieure en régime dynamique fréquentiel [17-19]. La modélisation du système est donnée par la figure 1:

Corresponding Author:- Gregoire Sissoko

Address:- Laboratory of Semiconductors and Solar Energy, Physics Department, Faculty of Science and Technology, University Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal.

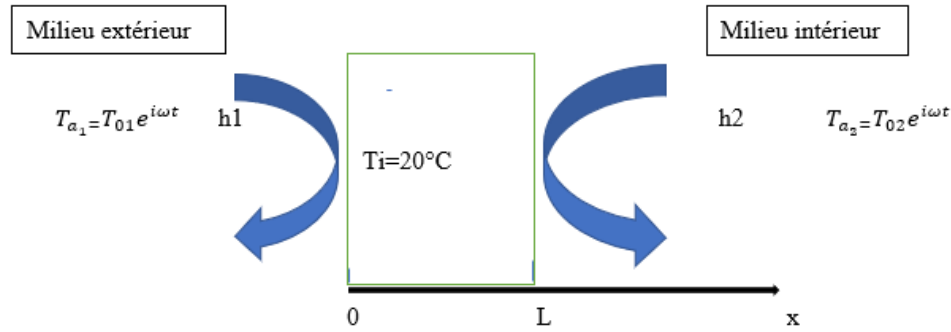


Figure 1:- vue du profil du matériau soumis à des températures excitatrices en régime dynamique fréquentiel

T_{a1} : Température imposée à la face avant

T_{a2} : Température imposée à la face arrière

T_i : Température initiale du matériau

h_1 : Coefficient d'échange thermique à la face avant

h_2 : Coefficient d'échange thermique à la face arrière

Lorsque le mur à base de fibre de bois est soumis à des sollicitations climatiques extérieures, on note un transfert de chaleur au sein du mur qui est régi par l'équation de la chaleur:

$$\lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + P_p = \rho c \frac{\partial T}{\partial t} \quad (1)$$

$\lambda (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$ Conductivité thermique du matériau

$C (J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ capacité spécifique du matériau

$P_p (W)$ puits de la chaleur

$\rho (Kg \cdot m^{-3})$ masse volumique du matériau

$T (^\circ C)$ la température considérée en un point

$\alpha (m^2 \cdot s^{-1})$ Coefficient de diffusivité thermique

En absence de sources et de puits de chaleur interne [20] on a : $P_p = 0$

Dans notre étude on considère que le mur est isotrope donc λ est constant

Theorie

L'équation de la chaleur devient:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$\text{Avec } \alpha = \frac{\lambda}{\rho c} \quad (3)$$

Les conditions aux limites du dispositif (faces avant et arrière) qui traduisent les différents échanges de chaleur sont respectivement:

$$\begin{cases} \lambda \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= h_1 [T(0, t) - T_{a1}] \\ -\lambda \frac{\partial T(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} &= h_2 [T(L, t) - T_{a2}] \end{cases} \quad (4) \quad (5)$$

Les coefficients d'échange thermique sont h_1 et h_2 respectivement à la face avant et arrière [21,22]

En considérant que le matériau a une température initiale T_i et $\tilde{T}(x, t)$ la température d'ajout on a :

$$T(x, t) = \tilde{T}(x, t) + T_i \quad (6)$$

L'expression de l'équation de la chaleur devient :

$$\frac{\partial^2 (\tilde{T} + T_i)}{\partial x^2} - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial (\tilde{T} + T_i)}{\partial t} = 0 \quad (7)$$

Les nouvelles conditions aux limites deviennent :

$$\begin{cases} \lambda \frac{\partial \tilde{T}(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= h_1 [\tilde{T}(0, t) + T_i - T_{a1}] \\ -\lambda \frac{\partial \tilde{T}(x, t)}{\partial x} \Big|_{x=L} &= h_2 [\tilde{T}(L, t) + T_i - T_{a2}] \end{cases} \quad (8) \quad (9)$$

La résolution de l'équation de la chaleur conduit à la solution suivante :

$$T(x, h_1, h_2, \omega, t) = [A(h_1, h_2, \omega, t) \sinh(\beta \cdot x) + B(h_1, h_2, \omega, t) \cosh(\beta \cdot x)] e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\omega}{2\alpha}} (1 + i) \quad (11)$$

$$\text{Posons } L^* = \frac{1}{\beta} = \sqrt{\frac{\alpha}{2\omega}} (1 - i) \quad (12)$$

$L^*(\omega)$: longueur de diffusion thermique dynamique

Les expressions $A(h_1, h_2, \omega, t)$ et $B(h_1, h_2, \omega, t)$ sont déterminés par les conditions aux limites.

Expression De La Densité De Flux

Le flux conductif est défini par la loi de fourrier donnée par la relation suivante

$$\phi(x, h_1, h_2, \omega, t) = -\lambda \frac{\partial T(x, h_1, h_2, \omega, t)}{\partial x} \quad (13)$$

$$\phi = -\lambda \beta [A(h_1, h_2, \omega, t) \cosh(\beta(\omega) \cdot x) + B(h_1, h_2, \omega, t) \sinh(\beta(\omega) \cdot x)] e^{i\omega t} \quad (14)$$

Le matériau est soumis aux sollicitations climatiques nous allons évaluer l'évolution des modules de la température et densité de flux en fonction de la pulsation et profondeur, sous influence des coefficients d'échanges thermiques à la face avant et arrière.

Resultats Et Discussions:-

Evolution du module de la température et densité de flux a travers le materiau

L'évolution de la température et densité de flux à travers le matériau en fonction de la pulsation, de la profondeur et des coefficients d'échanges thermiques à la face avant et à la face arrière est étudiée ci-dessous.

Evolution De La Temperature En Fonction De La Pulsation

a. Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant

La figure 2 donne l'évolution de la température en fonction de la pulsation pour différentes valeurs de la profondeur.

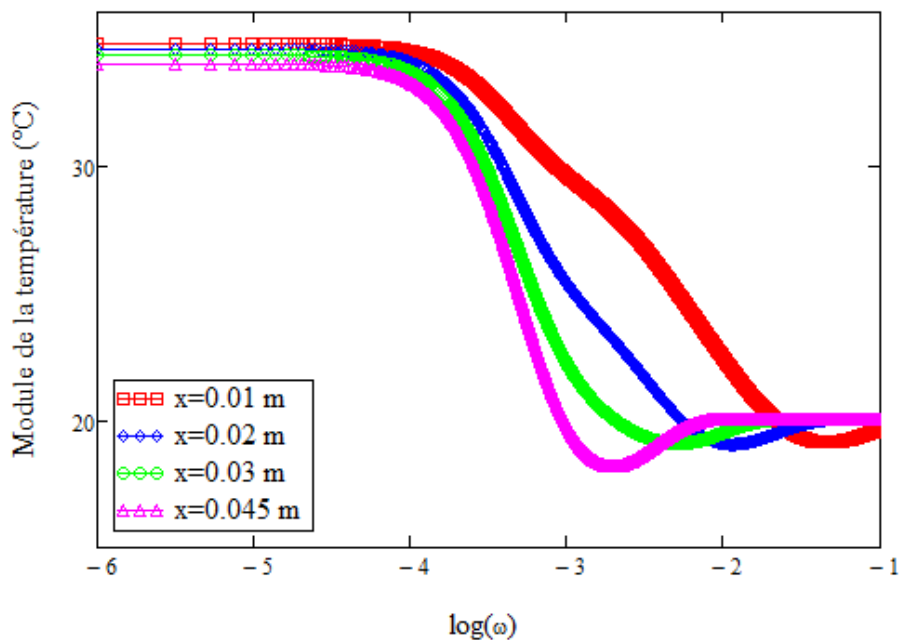


Figure 2:- Evolution du module de la température en fonction de logarithme décimal sous influence de la profondeur. $h_1=100 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ $h_2=0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Nous remarquons trois parties :

Pour les valeurs de pulsations inférieures à 10^{-4} rad/s , la variation de la température est très faible et maximale avoisinant celle de l'environnement extérieur. Ces pulsations très faibles correspondent à une importante transmission de chaleur.

Pour les valeurs de la pulsation comprise entre $10^{-4} \text{ rad/s} < \omega < 10^{-2} \text{ rad/s}$, on note une décroissance de la température en fonction du logarithme décimal de la pulsation. Pour ces pulsations, le matériau réagit plus aux sollicitations climatiques traduisant le régime variable [23].

Pour $\omega > 10^{-2} \text{ rad/s}$, la température est asymptotique et minimale. La période de sollicitation est très faible.

b. Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant

La figure 3 propose l'évolution de la température en fonction de la pulsation pour différentes valeurs du coefficient d'échange thermique (h_1) à la face avant.

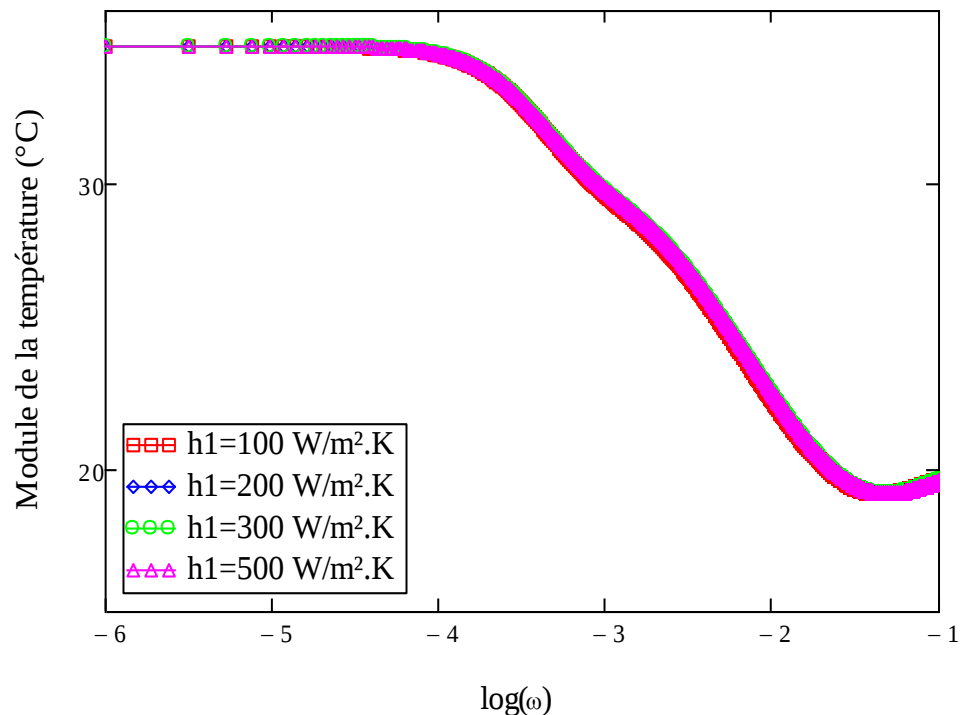


Figure 3:- Evolution du module de la température sous influence de h_1 , en fonction du logarithme décimal de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_2=0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Pour les valeurs des pulsations $\omega < 10^{-4} \text{ rad/s}$ le module de la température est presque constant et maximal au voisinage du milieu extérieur ce qui correspond à une longue période de sollicitation climatique, quel que soit h_1 .

Pour les valeurs des pulsations comprises entre $10^{-4} < \omega < 10^{-2} \text{ rad/s}$ le module de la température diminue et les différentes valeurs de h_1 n'ont pas d'effet sur cette diminution.

Au-delà $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$ la température est presque constante et minimale.

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face arrière

La figure 4 donne l'évolution de la température en fonction de la pulsation pour différentes valeurs du coefficient d'échange thermique (h_2) à la face arrière.

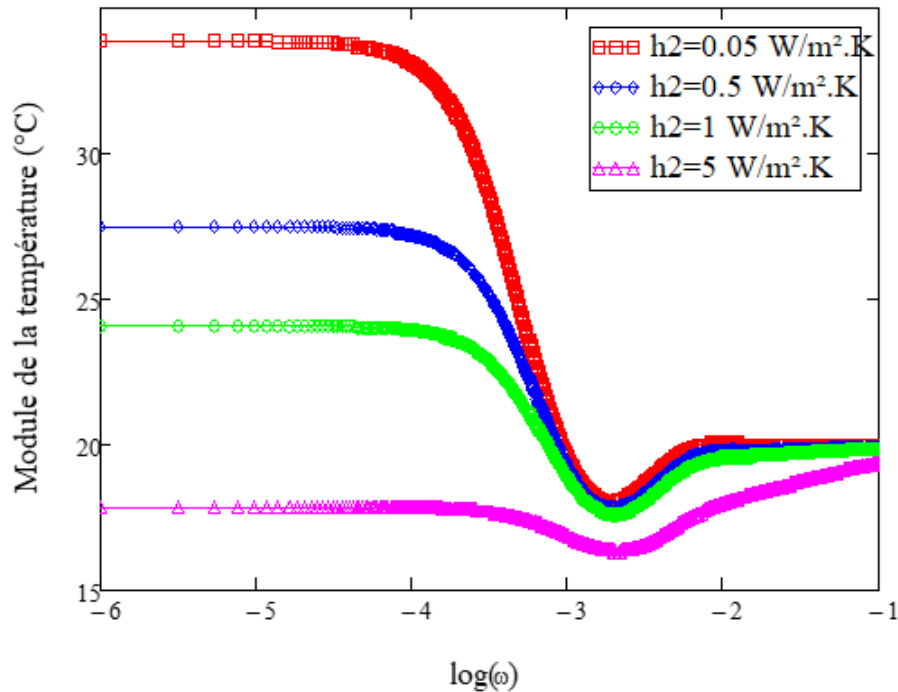


Figure 4:- Evolution du module de la température sous influence de h_2 , en fonction du logarithme décimal de la pulsation. $x=0.05\text{m}$, $h_1= 500 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Pour des valeurs de pulsations $\omega < 10^{-4} \text{ rad/s}$ le module de la température reste constante quelle que soit la valeur du coefficient d'échange au niveau de la face arrière. Dans cette bande de fréquence le plateau de la température baisse lorsque le coefficient d'échange (h_2) en face arrière augmente. Ceci s'explique par le fait que le matériau ne répond pas à l'excitation du fait qu'il se comporte comme un mauvais conducteur thermique.

Pour $10^{-4} < \omega < 10^{-3} \text{ rad/s}$ le module de la température diminue et que cette diminution est autant plus importante que le coefficient h_2 est faible, ceci s'explique par le comportement du matériau à bien conserver de la chaleur[24].

Pour des valeurs de pulsations comprises entre $10^{-3} < \omega < 10^{-2} \text{ rad/s}$ on note une légère augmentation de la température. Au-delà de ces valeurs de pulsations la température tend vers une valeur asymptotique minimale quelle que soit la valeur du coefficient d'échange thermique (h_2) à la face arrière.

Evolution de la densité de flux en fonction de la pulsation

Sous influence de la profondeur

La figure 5 représente l'évolution de la densité de flux thermique en fonction de la pulsation (ω) pour différentes profondeurs x .

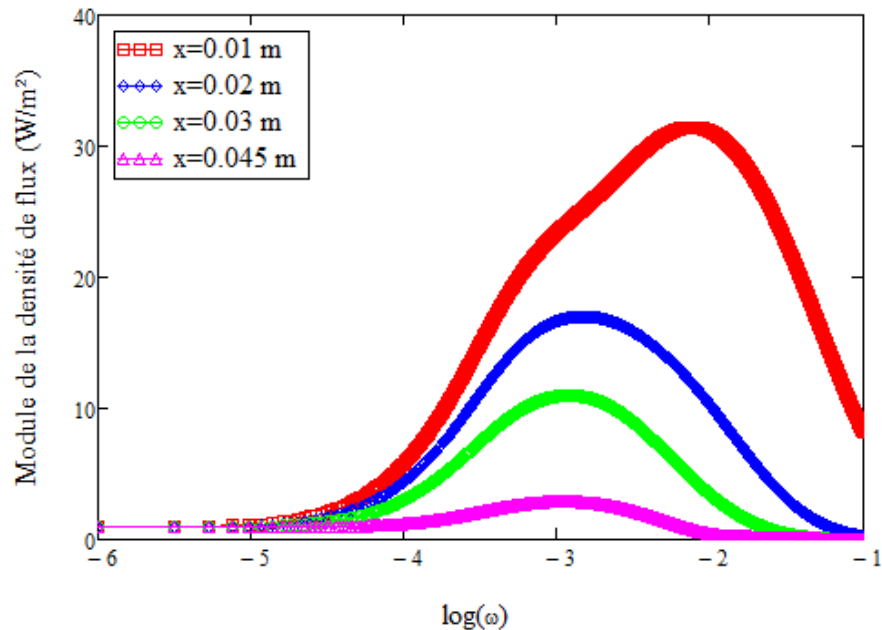


Figure 5:- Évolution du module de la densité de flux sous influence de la profondeur, en fonction du logarithme décimal de la pulsation. $h_1=100 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ $h_2=0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Pour les faibles valeurs de pulsations, le module de la densité de flux est faible ou sa variation est nulle quelle que soit l'épaisseur, le matériau se comporte alors comme un conducteur thermique.

La densité de flux de chaleur en fonction du logarithme décimal de la pulsation décrit un phénomène stockage d'énergie thermique pour les mêmes bandes de fréquences précédemment définies. L'amplitude maximale de la densité de flux de chaleur diminue lorsque la profondeur augmente[7]. Cette amplitude maximum du flux se déplace vers les faibles pulsations lorsque la profondeur croît.

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant

La figure 6 représente l'évolution de la densité de flux en fonction de la pulsation (ω) sous influence du coefficient d'échange thermique (h_1) à la face avant.

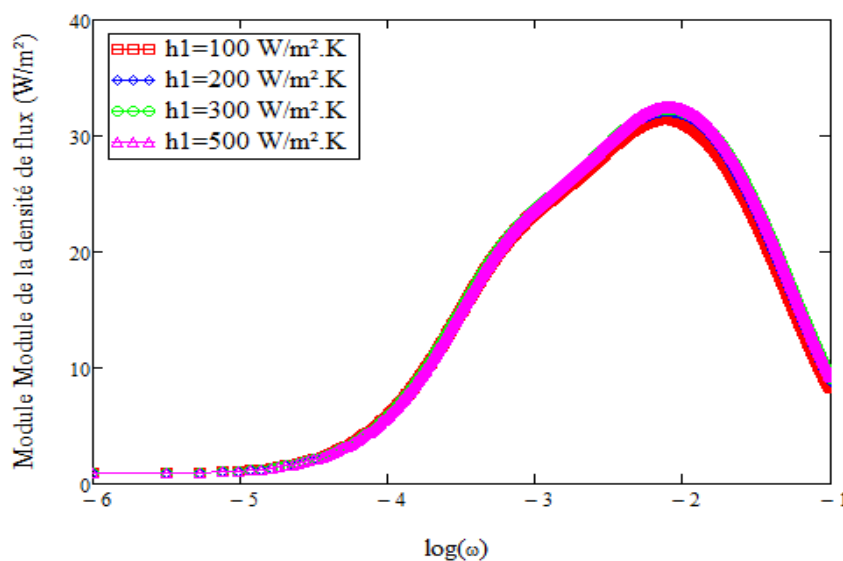


Figure 6:- Evolution du module de la densité de flux thermique sous influence de h_1 , en fonction du logarithme décimal de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_2=0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

A la face avant, pour $\omega < 10^{-4} \text{ rad/s}$ le module de la densité de flux est faible et sa variation n'est pas significative quelle que soit la valeur du coefficient d'échange h_1 . Pour $10^{-4} \text{ rad/s} < \omega < 10^{-2} \text{ rad/s}$

Le la densité de flux croît et atteint une amplitude maximale. Elle diminue lorsque $10^{-2} \text{ rad/s} < \omega$; ceci s'explique par les propriétés thermiques du matériau. Le module de la densité de flux de chaleur diminue jusqu'à une valeur limite qui correspond à une restitution d'énergie du matériau.

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face arrière

La figure 7, nous montre comment évolue la densité de flux thermique en fonction de la pulsation sous l'influence du coefficient d'échange thermique (h_2) à la face arrière.

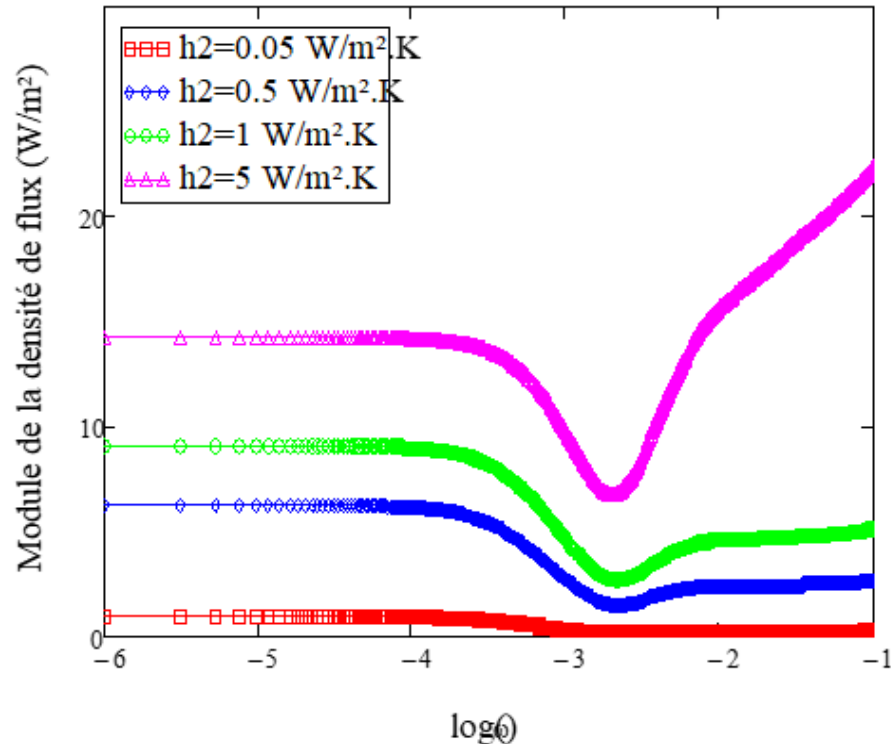


Figure 7:- Evolution du module de la densité de flux sous influence de h_2 , en fonction du logarithme décimal de la pulsation. $x=0.05\text{m}, h_1=500 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Pour les valeurs de la pulsation $\omega < 10^{-4} \text{ rad/s}$, le module de la densité de flux donne un plateau. Ce plateau est spécifique à chaque h_2 . Si h_2 croît alors le plateau s'élève, le matériau se comporte alors comme un conducteur, cela traduit le fait que le matériau stocke de l'énergie.

Pour les valeurs de pulsations dans l'intervalle $10^{-4} < \omega < 10^{-2} \text{ rad/s}$ le module de la densité de flux diminue selon que le coefficient h_2 est faible, le matériau dissipe alors une importante quantité d'énergie[25].

Evolution de la température en fonction de la profondeur

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant

La figure 8 montre l'évolution de la température en fonction de la profondeur (x) sous influence du coefficient d'échange thermique (h_1) à la face avant.

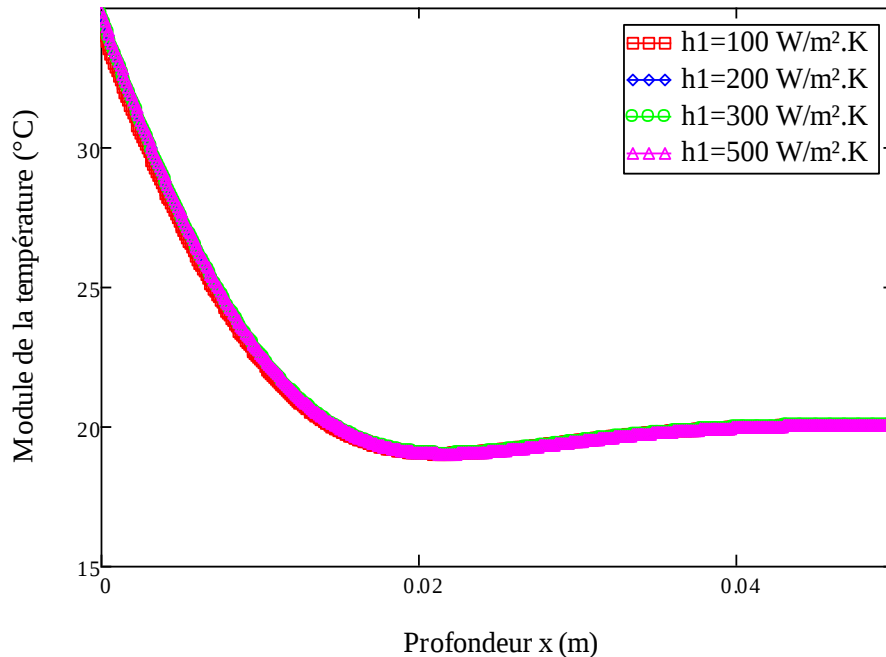


Figure 8:- Evolution du module de la température en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant h_1 . $h_2 = 0.05 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$; $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$.

Le module de la température diminue en fonction de la profondeur.

Pour $x=0$, la température est faiblement influencée par ces valeurs du coefficient d'échange thermique h_1 ; ceci s'explique par un échange de chaleur par convection [26,27].

Pour une profondeur $x > 2 \text{ cm}$ la température est presque constante et égale à la température initiale du matériau ($T_i = 20^\circ\text{C}$), cela traduit une bonne inertie thermique du matériau [28].

b. Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face arrière

La figure 9 donne l'évolution de la température en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique (h_2) à la face arrière.

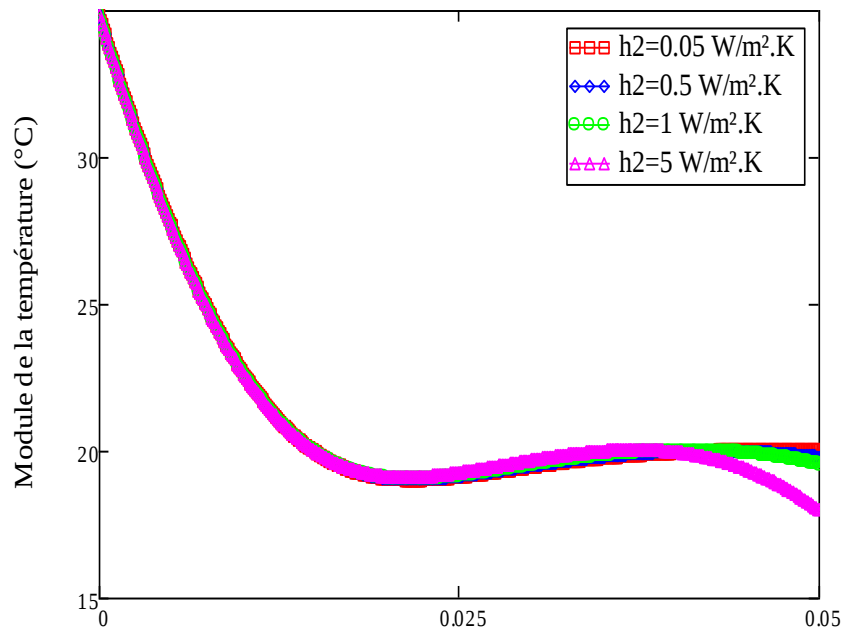


Figure 9:- Evolution du module de la température en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique h_2 à la face arrière. $h_1 = 500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$; $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$.

Le module de la température diminue en fonction de la profondeur.

Pour les valeurs d'épaisseurs (x) telle que $0 < x < 3\text{cm}$, l'échange de chaleur à la face arrière (h_2) n'influe pas sur le transfert thermique dans le panneau.

En face arrière pour $x > 3\text{cm}$ la température diminue avec le coefficient h_2 . Cette diminution de la température pourrait s'expliquer par les échanges convectifs entre la face arrière du matériau et le milieu intérieur [6,7].

Sous influence de la pulsation

La figure 10 propose l'évolution de la température en fonction de la profondeur (x) sous influence de la pulsation (ω).

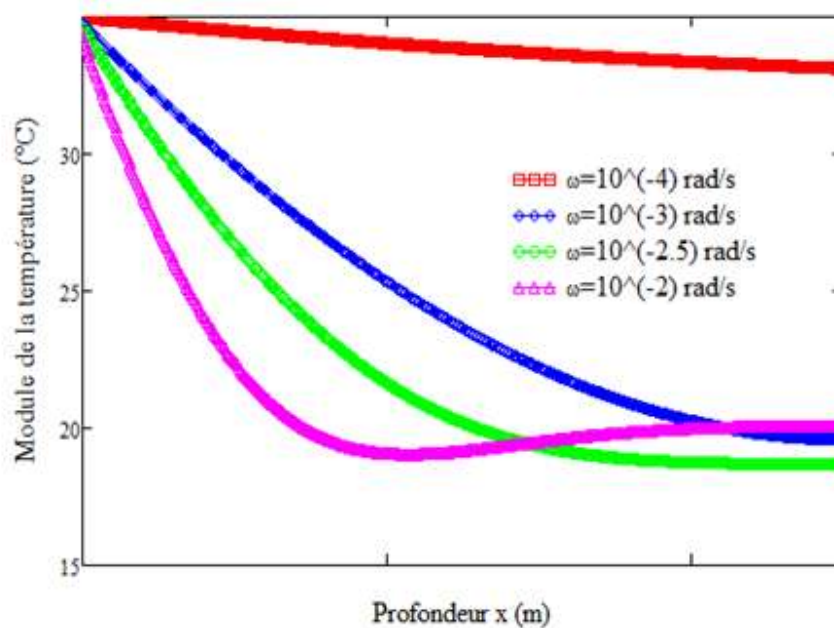


Figure 10:- Evolution du module de la température en fonction de la profondeur sous influence de la pulsation. $h_1 = 100 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, $h_2 = 0.05 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Le module de la température diminue lorsque la profondeur augmente pour les différentes pulsations. Le module de la température est maximal et atteint la température du milieu extérieur lorsque la pulsation est faible, cela traduit que le matériau ne répond pas aux sollicitations climatiques du fait des longues périodes d'excitations, donc le matériau se comporte comme un conducteur [29].

A l'intérieur du matériau, cette diminution de la température est plus rapide pour la valeur de la pulsation $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$; ce qui s'explique par le fait que le matériau a tendance à retenir de la chaleur à cause des faibles périodes d'excitations, donc l'inertie du matériau est beaucoup plus importante pour ces faibles épaisseurs [28].

Pour $\omega = 10^{-4}$ et 10^{-3} rad/s la diffusion de la chaleur est plus rapide au sein du matériau. En effet l'inertie thermique du matériau diminue donc ces pulsations ne sont pas favorables pour un bon comportement isolant du matériau [30].

Evolution De La Densité De Flux En Fonction De La Profondeur

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant

La figure 11 montre l'évolution de la densité de flux en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique à la face avant.

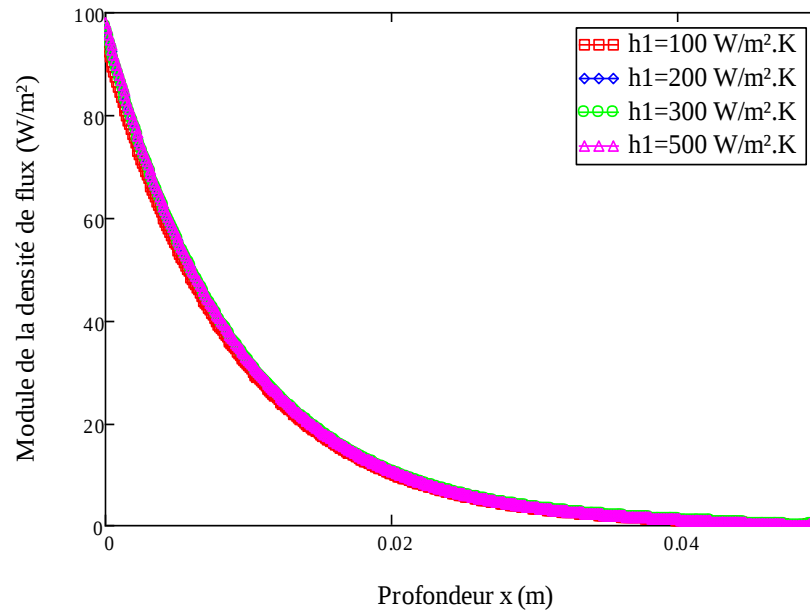


Figure 11:- Evolution du module de la densité de flux en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique h_1 à la face avant; $h_2 = 0.05 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$.

Le module de la densité de flux diminue avec l'augmentation de la profondeur.

Voir même s'annuler à partir d'une certaine profondeur. Cette diminution est due à la rétention de la chaleur de proche en proche dans le matériau. L'influence du coefficient d'échange h_1 sur le module de la densité de flux de chaleur n'est observée que dans une partie appelée zone sensible aux sollicitations climatiques extérieurs (ZSSCE)[31].

Sous influence du coefficient d'échange thermique à la face arrière

La figure 12 donne l'évolution de la densité de flux thermique en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique (h_2) à la face arrière et aux grandes valeurs de la pulsation de l'excitation.

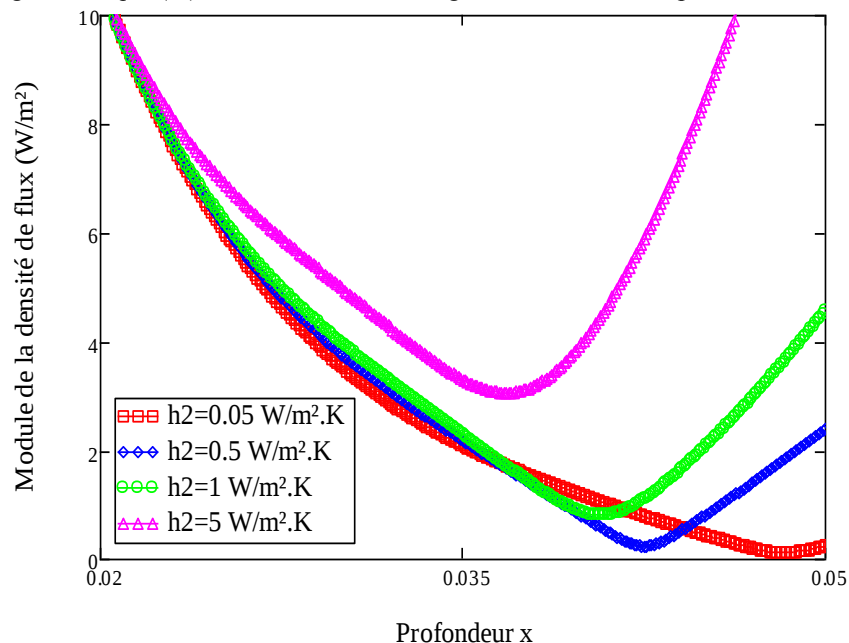


Figure 12:- Evolution du module de la température en fonction de la profondeur sous influence du coefficient d'échange thermique h_2 à la face arrière. $h_1 = 500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, $\omega = 10^{-2} \text{ rad/s}$.

Le module de la densité de flux diminue lorsque la profondeur augmente.

Pour les faibles épaisseurs le module de la densité de flux est maximal lorsque le coefficient d'échange (h_2) en face arrière est important.

Cela traduit un emmagasinement de la quantité de chaleur par convection [32].

A l'intérieur du matériau, plus le coefficient d'échange en face arrière est faible, plus la diminution du module de la densité de flux est importante ceci s'explique par une dissipation de la chaleur par le matériau [33]. L'épaisseur correspondant au flux thermique minimum, se déplace vers la face avant, lorsque (h_2) croît.

Sous influence de la pulsation

la figure 13 nous montre la variation de la densité de flux en fonction de la profondeur pour différentes valeurs de la pulsation, avec h_1 beaucoup plus important que h_2 .

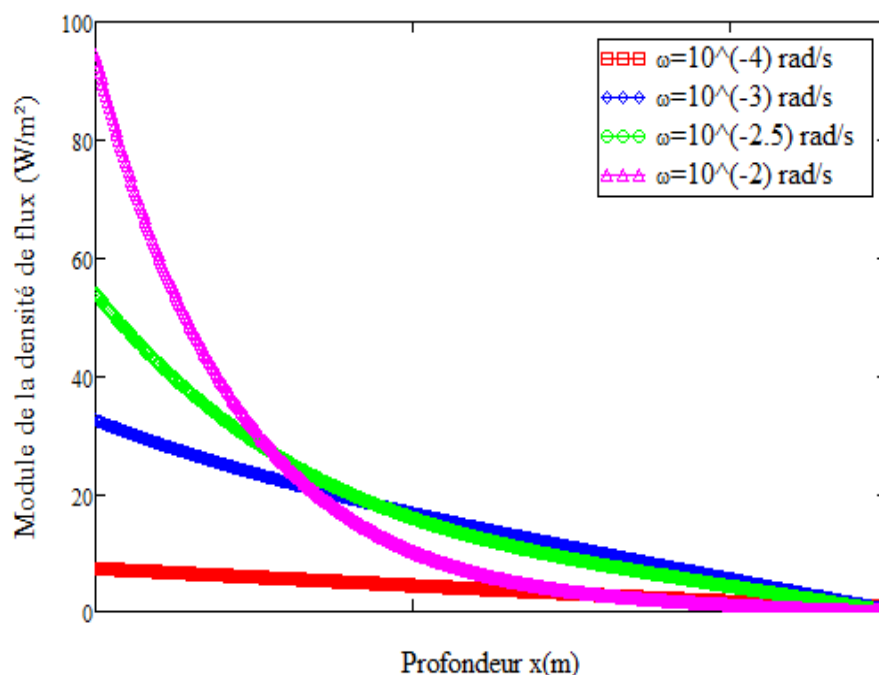


Figure 13:- Evolution du module de la densité de flux en fonction de la profondeur sous influence de la pulsation.
 $h_1 = 100 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$, $h_2 = 0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Le module de la densité de flux thermique diminue en fonction de la profondeur (x). Il est maximal lorsque la pulsation est élevée, ce qui correspond à des faibles périodes d'excitations donc le matériau absorbe de la chaleur à faible profondeur.

Lorsqu'on pénètre en profondeur, la diminution du module de la densité de flux est plus importante pour les faibles valeurs de la pulsations qui correspondent à des faibles périodes d'excitation, ainsi le matériau a tendance à retenir de la chaleur [18,34].

Evolution De La Temperature Et Densite De Flux En Fonction Des Coefficients D'échange Thermique A La Face Avant Sous Influence De La Pulsation

Temperemture En Fonction Du Cooefficient D'échange Thermique A La Face Avant Sous Influence De La Pulsation

La figure 14 montre l'évolution de la température en fonction du coefficient d'échange thermique (h_1) à la face avant pour différentes valeurs de la pulsation.

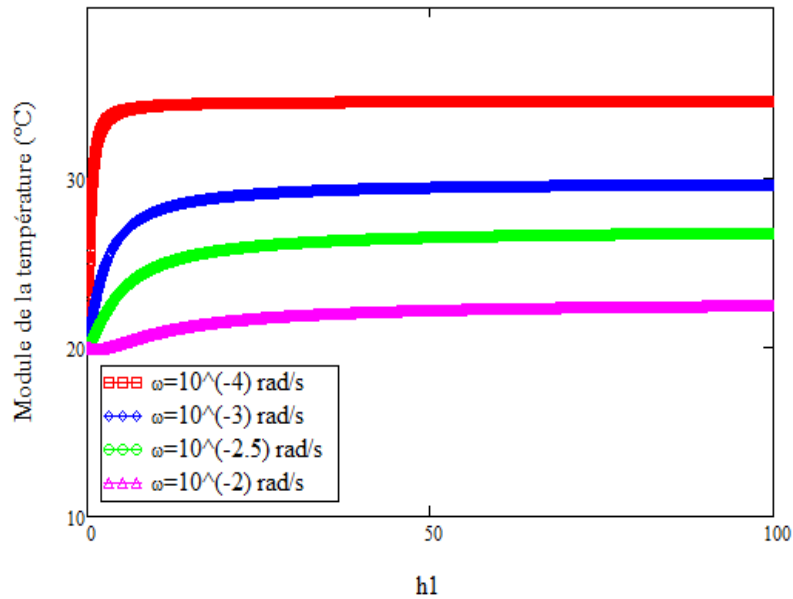


Figure 14:- Evolution du module de la température en fonction du coefficient d'échange thermique à la face avant h_1 sous influence de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_2=0.05\text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

le module de la température évolue de manière exponentielle avec l'augmentation du coefficient d'échange thermique h_1 . Cette évolution est autant plus rapide que la pulsation est faible ceci correspond à une longue période d'excitation [29,35]

Le module de la température évolue jusqu'à atteindre une valeur limite ; ceci s'explique par le fait que la température tend vers la température du fluide en contact avec la surface du matériau en emmagasinant maximum d'énergie [7].

Densité De Flux En Fonction Du Coefficient D'échange Thermique A La Face Avant Sous Influence De La Pulsation

La figure 15 représente l'évolution de la densité de flux en fonction du coefficient d'échange thermique à la face avant sous influence de la pulsation .

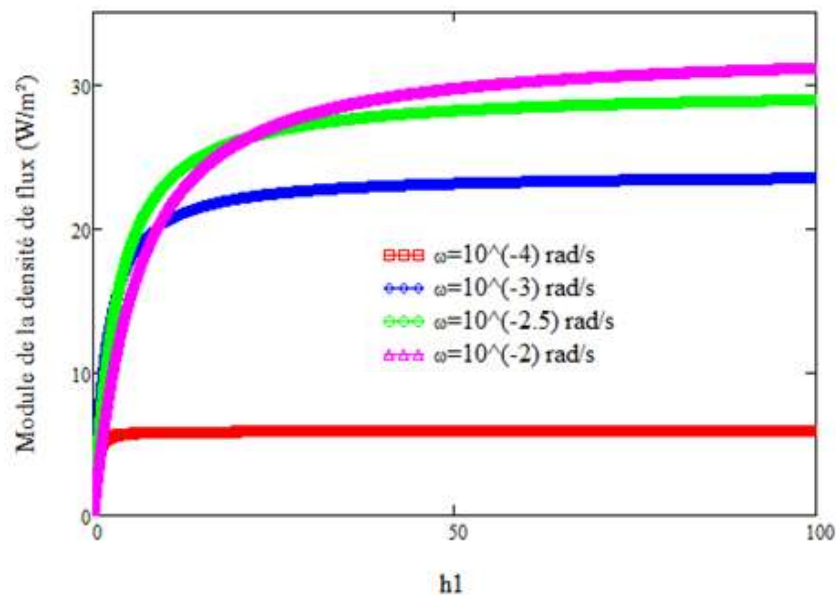


Figure 15:- Evolution du module de la densité de flux en fonction du coefficient d'échange thermique à la face avant h_1 sous influence de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_2=0.05\text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

Le module de densité de flux croît suivant certaine valeur du coefficient due aux échanges de chaleur . Ainsi le module reste constant à partir de certaines valeurs du coefficient h_1 , alors le matériau ne répond pas aux sollicitations climatiques. Les échanges sont beaucoup plus importantes pour les grandes valeurs de la pulsation où le module de la densité de flux est beaucoup plus important.

Evolution De La Temperature En Fonction Du Coefficient D'échange Thermique A La Face Arriere Sous Influence De La Pulsation

La figure 16 représente le module de la température en fonction du coefficient d'échange thermique à la face arrière sous influence de la pulsation.

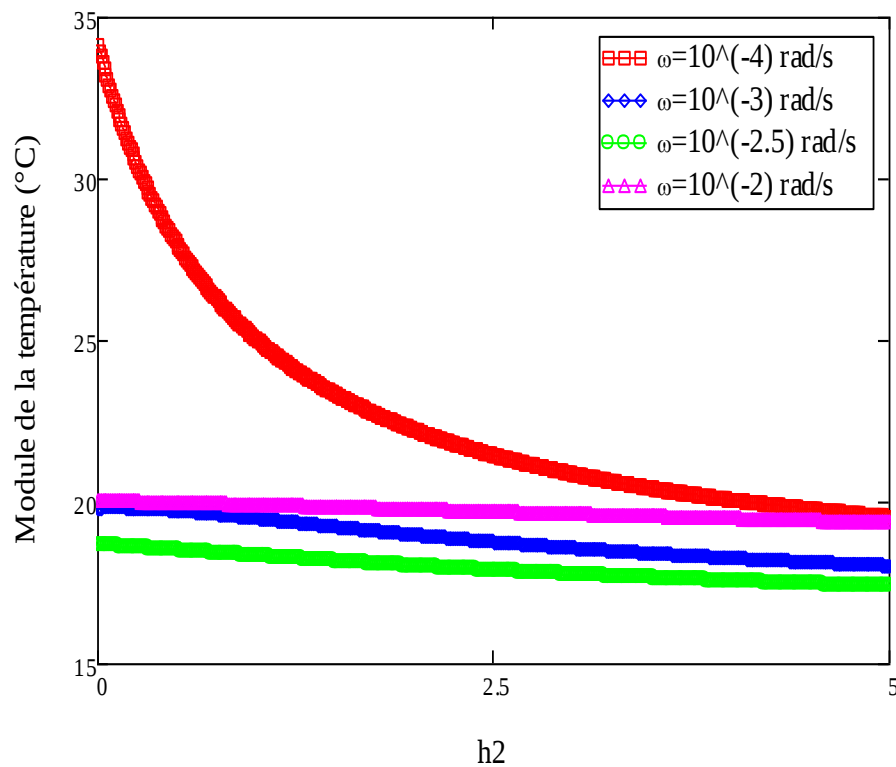


Figure 16:- Evolution du module de la température en fonction du coefficient d'échange thermique à la face avant h_1 sous influence de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_1= 100 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

la fibre de bois étant un isolant thermique, la température diminue en fonction du coefficient d'échange thermique pour tendre vers une température d'équilibre thermique. De plus la température dans le matériau étant supérieure à celle du milieu à isoler on a donc un transfert thermique se traduisant par une baisse de température de la zone la plus chaude vers la zone froide.

Evolution de la densité de flux en fonction du coefficient d'échange thermique à la face arriere sous l'influence de la pulsation

Sur la figure 17, nous représentons sur la figure ci-dessous le profil de la densité de flux en fonction du coefficient d'échange thermique à la face arriere sous influence de la pulsation.

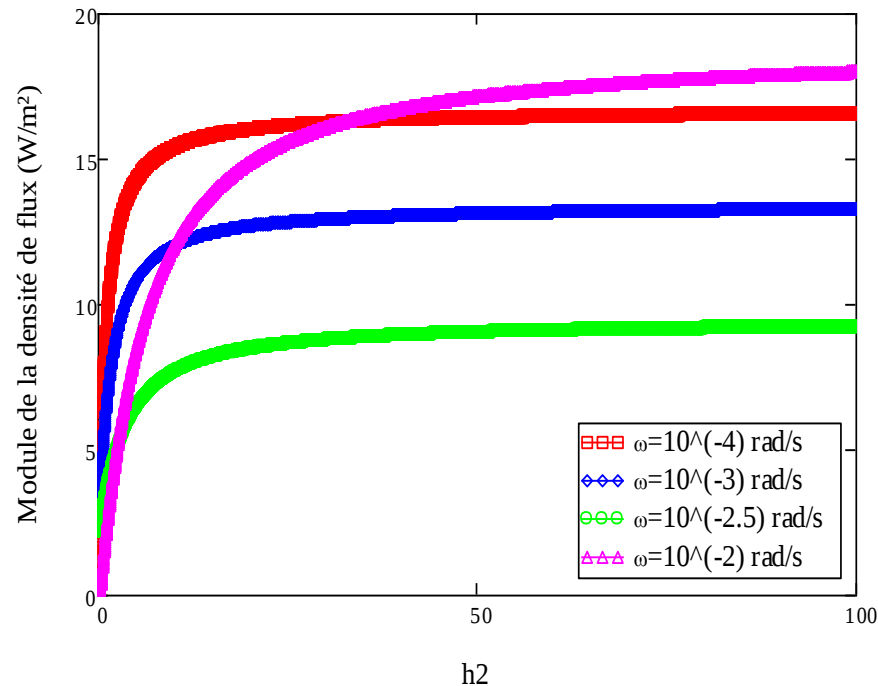


Figure 17:- Evolution du module de la densité de flux en fonction du coefficient d'échange thermique à la face avant h_1 sous influence de la pulsation. $x=0.01\text{m}$, $h_2= 0.05 \text{ W. m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

le module de la densité de flux évolue de manière exponentielle avec l'augmentation du coefficient d'échange thermique h_1 pour les faibles valeurs de la pulsation. Le mur emmagasine de l'énergie jusqu'à atteindre le maximum et reste constant pour différentes valeurs de la pulsation ceci s'explique par le fait que le matériau n'a pas le temps de répondre aux excitations pour une faible énergie.

Conclusion:-

Dans ce travail, nous avons proposé une étude du comportement thermique d'un panneau d'isolant à base de fibre de bois en modulation de fréquence.

L'influence des paramètres extérieurs tels que les coefficients d'échanges thermiques et la pulsation excitatrice est donnée à partir des profils de la température et de la densité de flux de chaleur dans le panneau.

Références:-

- [1] CeHdric Philibert (1999). The economics of climate change and the theory of discounting Energy Policy, 27,913-927.
- [2] Nicola Santopuoli, Ilaria Pecoraro (2014). Historic Centers Restoration and Ancient Buildings Energetic Efficiency Improvement. Journal of Building Construction and Planning Research, 2, 209-215.
- [3] Alex Lekov, Victor Franco, Steve Meyers (2012). Evaluation of Energy-Efficiency Standards for Room Air Conditioners in the US Open Journal of Energy Efficiency, 1, 9-20, <http://dx.doi.org/10.4236/ojee.2012.12002>
- [4] Juramirza Abdiramatovich Kayumov, Matluba Nazarova, Bohodir Vohobjon Ogli Obilov, Farhodjon Mahmudjonovich Dadaboyev, Zuhra Yigitaliyevna Mamadaliyeva (2021). Analysis of the Composition and Physical and Mechanical Properties of Raw Materials for Thermal Insulation Fabrics. Engineering, 13, 352-359, <https://www.scirp.org/journal/eng>
- [5] Vyacheslav Kremnev, Boris Basok, Andriy Timoshchenko, Sergei Tymchyshyn (2018). Energy Saving in Construction by Wide Application of High-Quality Insulation Based on Basalt Fibers. Journal of Modern Physics, 9, 1724-1734, <http://www.scirp.org/journal/jmp>
- [6] Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Alassane Ba, Mamadou Babacar Ndiaye, Issa Diagne, Youssou Traore, Seydou Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Ablaye Fame, Gregoire Sissoko (2020). One-Dimensional Study of Thermal Behavior of Typha Panel: Spectroscopy Characterization of Heat Exchange Coefficient on Front Face.

Journal of Sustainable Bioenergy Systems, 10, 52-61, <https://www.scirp.org/journal/jsbs>

- [7] Amadou Gueye, Khatry Ould Cheikh, Issa Diagne, Youssou Traore, Seydou Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Ablaye Fame, El Hadj Bamba Diaw, Gregoire Sissoko (2020). Study of the Heat Exchange Coefficients in Frequency Modulation for the Determination of Minimum Thickness of Thermal Insulation with Rice Husk Panel. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(5):323-331, <http://jsaer.com>
- [8] Mohamed Sidya Ould Brahim, Issa Diagne, Mamadou Babacar Ndiaye, Youssou Traore, Seydou Faye, Cheikh Thiam, Pape Touty Traore, Ablaye Fame, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam, Gregoire Sissoko (2020). Study at Two Dimensions of Thermal Transfer through a Fibers Panel Subjected to Climatic constraints in Dynamic Frequency Regulations Established. *Energy and Power Engineering*, 12, 135-142, <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=100079>
- [9] Mamadou Babacar Ndiaye, Ahmadou Diop, Seydou Faye, Youssou Traore and Gregoire Sissoko (2020). Etude D'un Panneau Plan À Base De Typha Et D'argile En Régime Transitoire. *Int. J. Adv. Res.* 8(12), 751-758
- [10] S. Tamba, L. M. Voumbo, A. Wereme, S. Gaye, G. Sissoko (2007). Durabilité des bétons légers à base de copeaux de bois. *J. Sci. Vol.7, N°4*, 67-72
- [11] Yasushi Koito, Toshio Tomimura (2017). Numerical Study on Heat Transfer Characteristics of Heated/Cooled Rods Having a Composite Board in between: Effect of Thermal Vias. *Journal of Electronics Cooling and Thermal Control*, 7, 91-102 <http://www.scirp.org/journal/jectc>
- [12] Osváth, G., Daubner, T., Dyke, G., Fuisz, T. I., Nord, A., Péntzes, J., Pap, P. L (2017). How feathered are birds? Environment predicts both the mass and density of body feathers. *Functional Ecology*, 32(3), 701–712. doi:10.1111/1365-2435.13019.
- [13] Williams, C. L., Hagelin, J. C., & Kooyman, G. L (2015). Hidden keys to survival: the type, density, pattern and functional role of emperor penguin body feathers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1817), 2015-2033.
- [14] Y. Jannot, T. Djako, (1994). Economie d'énergie et confort thermique dans l'habitat en zone tropicale », *Int. J. Refrig.* Vol. 17 (3).
- [15] S. Gaye, G. Sissoko, D. Azilinson and M. Adj (2001) Qualification of thermal comfort in humid tropical climates AMSE, vol. 70, n°1, pp.37-50
- [16] D. Dia, M. S. Sakho-Jimbira, C. S. Fall, A. Ndour, P. N. Dieye, (2010). Energetic crisis and space reconstruction in Senegal: traditional crops vs bio fuels. *Sud Science et Technologie*, Semestriel N°19 & 20, pp : 69-80
- [17] Y. Traore, E.B. Diaw, I. Diagne, M.B. Ndiaye, S. Tamba, B. Fleur, M. Dieng, A.K. Diallo and G. Sissoko (2016). Characterization Phenomena of Thermal Transfer Through an Insulating Material Kapok-Plaster Starting from Dynamic Impedance Method. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 12(7): 712-715
- [18] Abdoulaye Korka Diallo, Makinta Boukar, Mamadou Ababacar Ndiaye, Alassane Diene, Paul Demba, Issa Diagne Mohamed Sidya Ould Brahim And Grégoire Sissoko (2014). Study of the equivalent electrical capacity of a thermal insulating kapok-plaster material in frequency dynamic regime established. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology (RJASET)* 8(20): 2141-2145 www.maxwellsci.com
- [19] Djibril Ndiaye, Lemrabott Ould Habiboullah, Issa Diagne, Youssou Traore, Seydou Faye, Baba Mbengue, Gregoire Sissoko (2018). Study of Thermal Behavior of Wall of a Cylindrical Calorimetric Vase Covered with Flax. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(7):152-158. <https://jsaer.com/archive/volume-5-issue-7-2018/>
- [20] J. Fourier (2004). *Théorie analytique de la chaleur*. Editions Jacques Gabay.
- [21] Wereme, S. Tamba, M. Sarr, A. Diene, I. Diagne, F. Niang, G. Sissoko (2012). Caractérisation des isolants thermiques locaux de type sciure de bois et kapok : mesure de coefficient global d'échange thermique et de la conductivité thermique. *Journal des Sciences* vol 10, N°1, PP 39 – 46, Site web : <http://www.cadids.org>
- [22] M.S. Ould Brahim, S. Tamba, M. Sarr, A. Diene, I. Diagne, F. Niang Et G. Sissoko (2011). Evolution des coefficients globaux d'échange Thermique des matériaux kapok-plâtre et filasse-plâtre en régime dynamique fréquentiel. *Revue des Energies Renouvelables* VOL. 14 N°2, 203 – 210. <http://www.cder.dz>
- [23] Grasses Paul W. Bartholomew (2014). Effect of Varying Temperature Regime on Phyllochron in Four Warm-Season Pasture. *Agricultural Sciences*, 5, 1000-1006 <http://www.scirp.org/journal/as>
- [24] Than Tun Naing, Akihiko Horibe, Naoto Haruki, Yutaka Yamada, (2017). Melting and Solidification Heat Transfer Characteristics of a Phase-Change Material in a Latent Heat Storage Vessel: Effects of a Perforated Partition Plate and Metal Fiber. *Journal of Power and Energy Engineering*, 5, 13-29 <http://www.scirp.org/journal/jpee>
- [25] Han Yang, S.M. ASCE ; Hexiang Wang ; Yuan Feng ; Fangbo Wang, Ph.D. ; and Boris Jeremi 'c, Ph.D. (2019)

Energy Dissipation in Solids due to Material Inelasticity, Viscous Coupling, and Algorithmic Damping

J. Eng. Mech., 145(9), 1-20

[26] Cheikh Thiam, Alassane Diene, Youssou Traore, M. S. Ould Brahim, Aliou Diouf, Ould Mohamed Bah, Issa Diagne, Gregoire Sissoko (2017). Heat distribution in a multilayer in dynamic frequency modulation: influence of the exciting pulse, and the thermal exchange coefficients. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(9):498-505

[27] M. Dieng, I. Diagne, B. Fleur, A. Kane, M.L. Sow, F. Niang and G. Sissoko (2013). Study of Heat Transfer in a Kapok Material from the Convective Heat Transfer Coefficient and the Excitation Pulse of Solicitations External Climatic. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 5(6): 1959-1962

[28] Youssou Traore, Alassane Diene, Séni Tamba, Khatry Ould Cheikh, Moussa Dieng, El Hadji Bala Moussa Nyakhaté, Issa Diagne, And Grégoire Sissoko (2017). Evaluation de l'Inertie Thermique à partir de l'Etude de la Capacité Equivalente de la Dalle en Béton Accolé à du Filasse-Plâtre en Régime Dynamique Fréquentiel.

International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 20 No. 2, pp. 609-615

<http://www.ijias.issr-journals.org>

[29] Ould Mohamed Bah, Mamadou Babacar Ndiaye, Youssou Traore, Seydou Faye, Issa Diagne, Mkorkoussa Gomina And Grégoire Sissoko (2018). Détermination de la bande de fréquence d'étude d'un matériau à base de kénaf à partir de l'évolution de la température et de la densité de flux de chaleur en fonction de la fréquence d'excitation. International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 24 No. 4, pp. 1917-1922,

<http://www.ijias.issr-journals.org/abstract.php?article=IJIAS-18-210-02>

[30] Ablaye Fame, Mamadou Babacar Ndiaye, Youssou Traore, Seydou Faye, Dame Diao, Pape Touty Traore, Imam Katim Toure And Gregoire Sissoko (2019). Caractérisation des phénomènes de transfert thermique à travers une résistance thermique de contact à l'interface interne d'un mur entre une dalle plane en béton et un panneau de paille de riz. International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 27 No. 3, pp. 848-853.

<http://www.ijias.issr-journals.org/abstract.php?article=IJIAS-19-261-23>

[31] M.S. Ould Brahim, I. Diagne, S. Tamba, F. Niang and G. Sissoko (2011). Characterization of the Minimum Effective Layer of Thermal Insulation Material Tow-plaster from the Method of Thermal Impedance. *Research Journal of Applied Science, Engineering and Technology* 3(4): 338-344

[32] Zahidullah Rehan (2020). Application of First-Order Differential Equation to Heat Convection in Fluid *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 8, 1456-1462. <https://www.scirp.org/journal/jamp>

[33] Mohammed H. S. Al Ashry (2015). Augmenting the Heat Sink for Better Heat Dissipation

Circuits and Systems, 6, 21-29 <http://www.scirp.org/journal/cs>

[34] Youssou Traore, Issa Diagne, Cheikh Sarr, Mohamed Sidya Ould Brahim, Abdoulaye Korka Diallo, Hawa Ly Diallo and Gregoire Sissoko (2016). Influence of thermal exchange coefficient on the heat Retention rate of a concrete wall contiguous to a Thermal insulation tow-plaster. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11(5), pp. 2835-2840, https://www.arpnjournals.com/jeas/volume_05_2016.htm

[35] Baba Mbengue, Issa Diagne, Mamadou Babacar Ndiaye, Youssou Traore, Seydou Faye, Pape Touty Traore, Cheikh Thiam, Ablaye Fame, Sokhna Khadidiatou Ben Thiam and Gregoire Sissoko (2020). Influence Of Excitation Period On Thermal Transfer Of Tow-Plaster Thermal Insulation Plate Attached To Wall: Application To Cold Room. *Int. J. Adv. Res.* 8(04), 781-787, <http://www.journalijar.com/article/32280/>.