

Chauffage de l'habitat par un mur en béton avec l'énergie solaire

ABDESSAMED BENZOUKHA ABDELHAKIM RIGHI

2014/2015

Pf : KEBDI ZAKARIA

Introduction :

Dans le contexte actuel, l'énergie solaire est une alternative la plus intéressante et la plus avantageuse. Notre objectif est de l'utiliser dans l'habitat. Notre travail consiste à l'utilisation d'un mur capteur-stockeur (mur Trombe) qui reste l'un des systèmes les plus efficaces pour le chauffage passif des locaux. Les performances de ce Mur dépendent de plusieurs paramètres, à savoir: sa nature, son épaisseur, présence ou non de thermocirculation. Dans ce travail, nous prévoyons une simulation numérique de la convection naturelle en régime laminaire dans un local muni d'un mur Trombe ventilé pendant une journée type d'hiver à l'aide de l'un des codes CFD 'Fortran'.

Spécification de site d'Ouargla

Latitude du lieu N° 31° N
 Rayonnement solaire (w /m²)
 4618
 Température moyenne(°c) 35

Résumé:

Dans le présent travail nous avons modélisé la convection naturelle en régime laminaire dans un local chauffé par la technique d'un mur Trombe ventilé adapté au site de la ville de Ouargla (sud est de l'Algérie), avec toutefois du soleil de 8 h à 18 h d'une journée type d'hiver. Les équations régissant le mouvement d'air et le transfert de chaleur à l'intérieur du local sont résolues numériquement à l'aide de l'un des codes CFD 'Fortran'. L'influence de la variation de la profondeur de la cheminée solaire sur le rendement thermique du système a été étudiée.

Principe de fonctionnement :

L'air au contact de ce mur s'échauffe s'élève, et pénètre dans le local à travers des orifices en partie haut du mur. L'air intérieur, plus froid, est dégagé naturellement par les orifices inférieurs. Ce parcours est appelé 'thermocirculation'. Le chauffage du local est obtenu principalement par convection sur la face interne du mur qui restitue la chaleur stockée avec un certain déphasage, alors qu'un chauffage instantané est possible grâce à la 'thermocirculation'. Des clapets sont placés devant les orifices inférieurs pour éviter une circulation inverse la nuit

Modèle mathématique

Pour la formulation mathématique des équations régissant le mouvement d'air et le transfert de chaleur à l'intérieur du local, on adopte les hypothèses suivantes:

- * L'écoulement et le transfert de chaleur sont bidirectionnels (2D) et instationnaire,
- * L'écoulement est laminaire compte tenu des dimensions et des faibles gradients de température rencontrés généralement en thermique des bâtiments,
- * L'air est incompressible et newtonien,
- * Les propriétés thermophysiques de l'air sont indépendantes de la température, sauf pour la masse volumique de l'air dans le terme de poussée, où celle-ci varie linéairement en fonction de la température et est donnée par la relation suivante:

$$\rho = \rho_0 [1 - \beta(T - T_0)] \quad (1)$$

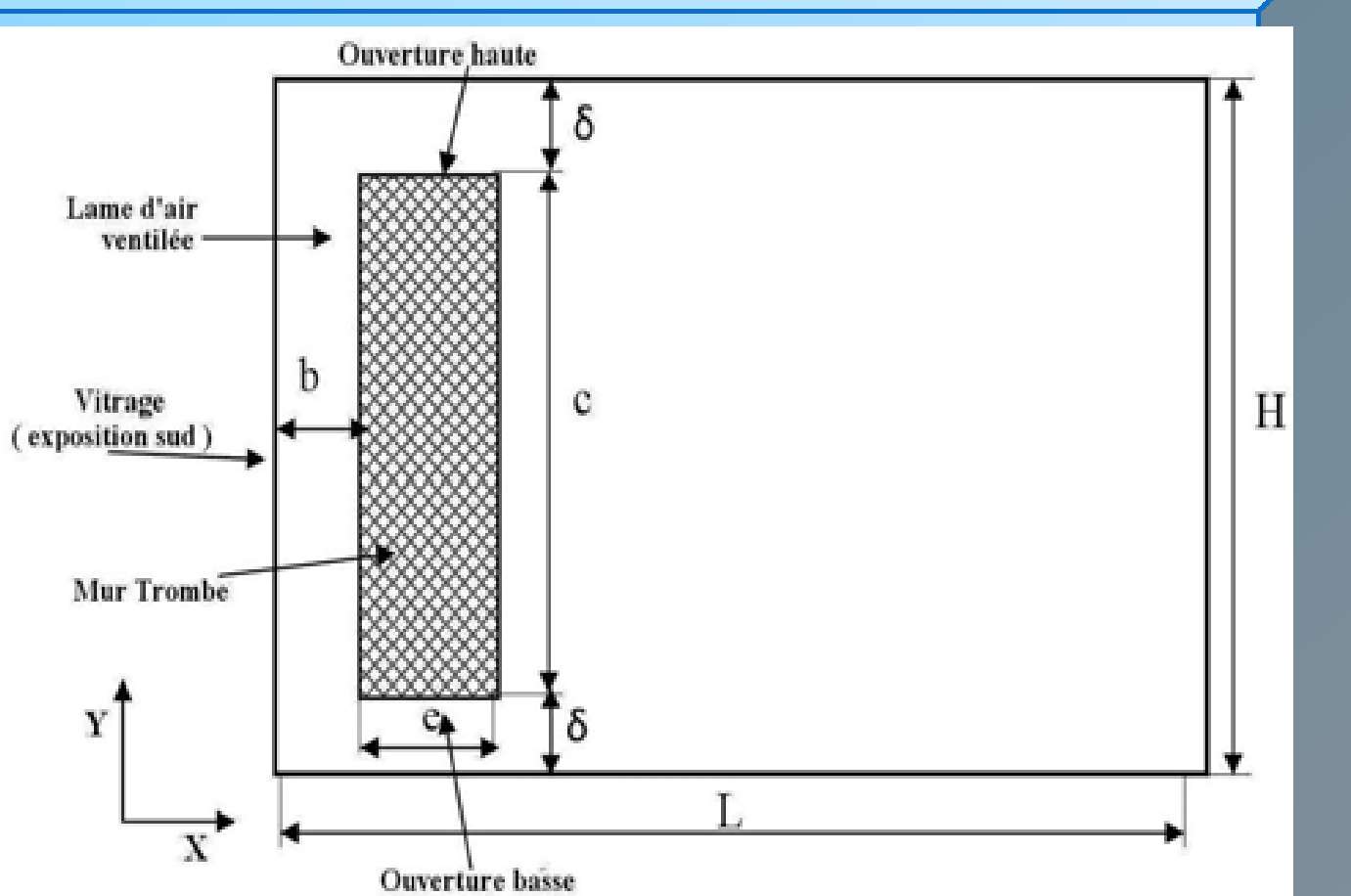
Compte tenu de ces hypothèses, les équations traduisant la conservation de masse (2), de la quantité de mouvement (3) et de l'énergie (4) peuvent s'écrire:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (2)$$

$$\rho \cdot \left(\frac{\partial u_i}{\partial t} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) = - \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right) + F_i \quad (3)$$

$$\rho \cdot C_p \cdot \frac{\partial T}{\partial t} + \rho \cdot C_p \cdot u_i \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\lambda \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) \quad (4)$$

Modèle géométrique du local



Conditions théoriques

- Orientation du local plein sud et en plein solaire (orientation optimale).
- * Masse suffisante pour les murs et les dalles (inertie thermique).
- * Isolation thermique des parois (pour éviter les pertes thermiques).
- * Disponibilités des protections solaires naturelles ou artificielles (pour éviter la surchauffe).

Conditions initiales et aux limites

Initialement, on ne considère que la température de l'air à l'intérieur du local et constante:

- T(x, y, 0) = 10°C
- L'air est en repos (sans mouvement): U = V = 0
- Sur les parois internes du local (condition de non glissement): U = V = 0

Propriétés physiques des matériaux choisis pour la simulation

Cas étudiés	ρ (kg/m ³)	λ (W/m.K)	C_p (J/kg.K)
Fluide (air)	1.2787	0.0262	1350
Solide (béton)	2300	1.8	1000

Approximation

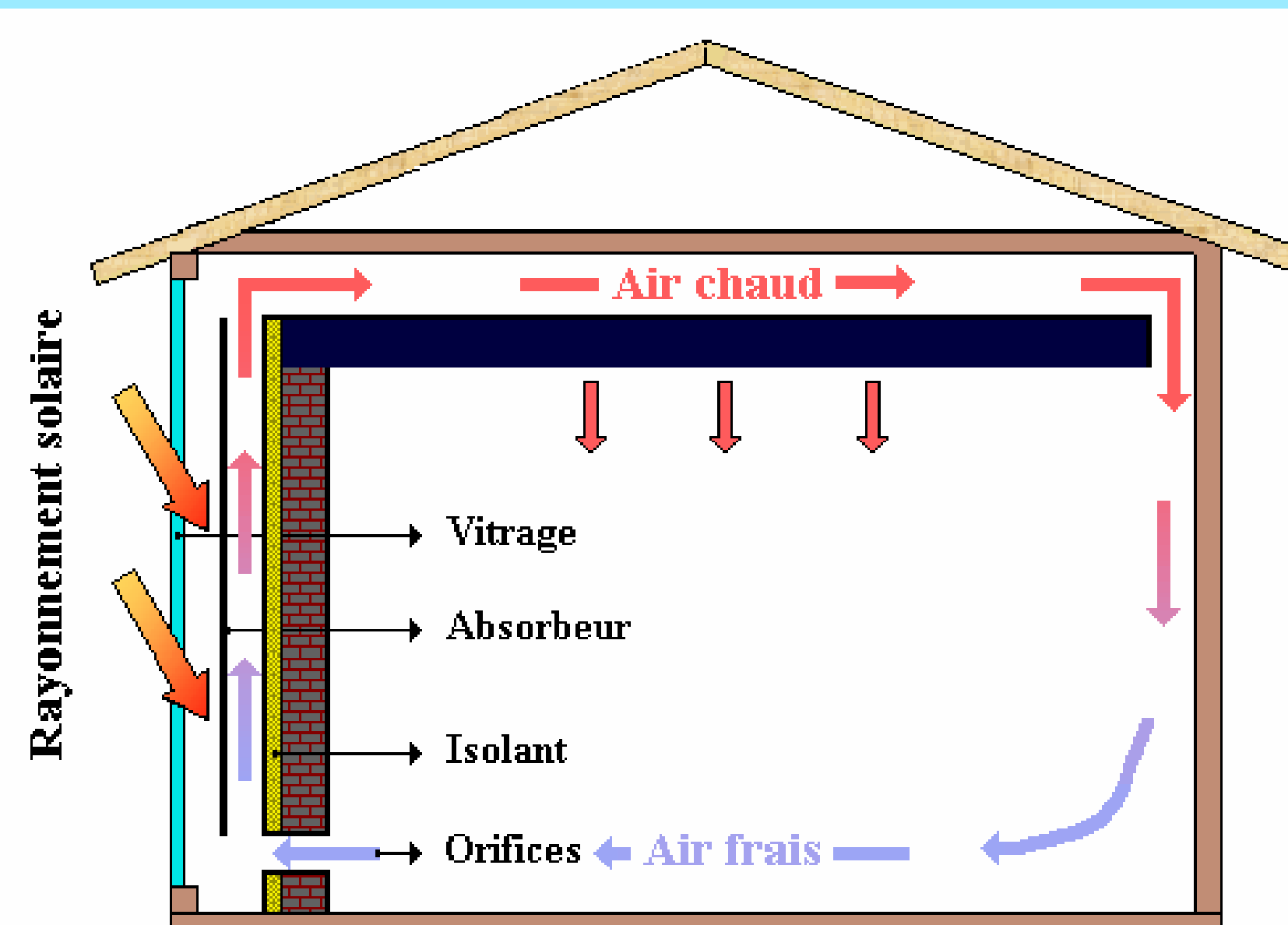
Nous pouvons considérer que le flux solaire ϕ (en W/m²) arrivant sur la face extérieure du mur Trombe entre 8 h 00 et 18 h 00 est de valeur maximale 550 (W/m²) à 13 h 00:

- Local est inoccupé ou seulement chauffé par le rayonnement solaire direct à travers le vitrage, de 8 h 00 à 18 h 00;
- Comment va évoluer pendant les 24 heures de fonctionnement du système, la température;
- T(t) de l'air à l'intérieur du local si cette température est initialement de 10 °C ?

(t) 550 . sin (t) Flux solaire (W/m²)

$$\phi(t) = 550 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{36000}t\right) = \text{Flux solaire (W/m}^2\text{)}$$

Le temps t est exprimé en seconde. Le flux solaire incident sur la vitre ϕ (W/m²)
 36000 s = 10 h: c'est le temps d'ensoleillement, correspondant à la durée du jour en hiver, soit $\phi_{max} = 555$ (W/m²), c'est le flux solaire maximum à 13 h 00.



Modèle physique étudié :

