

Analyse du confort thermique dans une cavité ventilée selon la position de l'ouverture de sortie

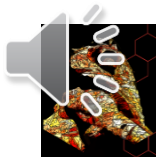
Yamina HARNANE^{1,2}, Sihem BOUZID^{1,3}, Sonia BERKANE⁴, Abdelhafid BRIMA^{2,4}

¹Département de Génie Mécanique Faculté des Sciences et Sciences Appliquées, Université Oum El Bouaghi - Algérie.

²Laboratoire de Génie Mécanique (LGM), Université de Biskra - Algérie.

³Laboratoire Conception et Modélisation Avancée des Systèmes Mécaniques et Thermo-Fluide, Université Oum El Bouaghi - Algérie.

⁴Département de Mécanique, Faculté de Technologie Université Batna 2 - Algérie.



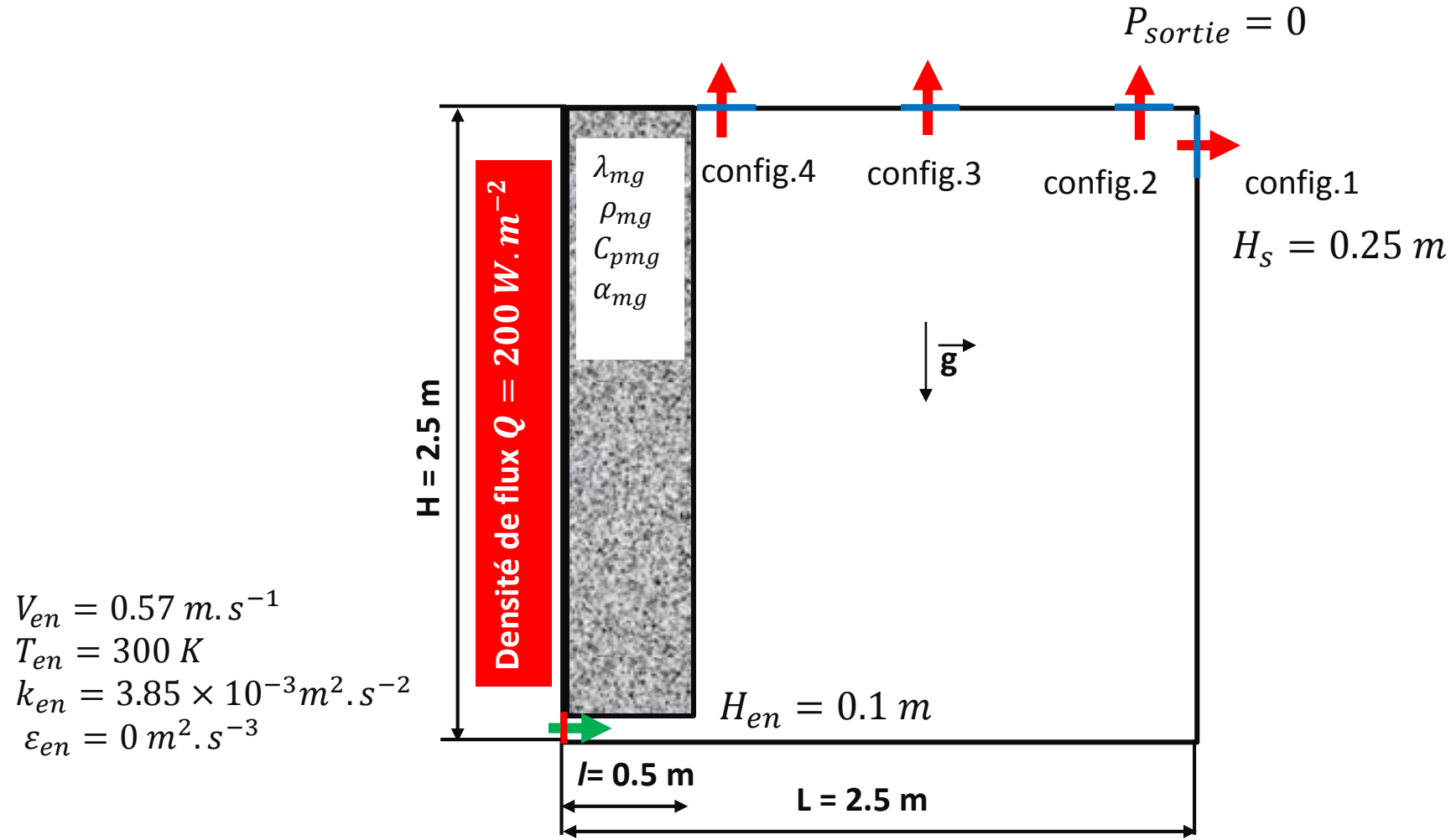
La ventilation permet:

- Renouveler l'air vicié par de l'air frais et sain;
- Refroidissement de la masse interne des bâtiments;
- Participe au confort thermique du corps en lui prélevant de la chaleur par convection et évaporation de sueur.

Une condition reste à satisfaire cependant ; les ouvertures doivent se faire de sorte que l'air qui circule ne soit pas gêné dans sa progression.

Les mouvements d'air sont souvent provoqués par l'action combinée des gradients de pression induits par le vent et /ou par le tirage thermique.





$V_{en} = 0.57 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 $T_{en} = 300 \text{ K}$
 $k_{en} = 3.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
 $\epsilon_{en} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

$q_v = 3600 \int \vec{V} \cdot \vec{n} \cdot dS_{\text{entrée}} = 205,2 \text{ m}^3 / \text{h}$
 $\eta = q_v / \text{volume} = 54,72 [\text{vol} / \text{h}]$



Le confort thermique est régi par la température, la vitesse de l'air, l'humidité relative et la température moyenne. Il dépend de plusieurs indices physiques (pour simplifier la description de l'environnement thermique et des contraintes imposées par un environnement).

Température effective de tirage

$$EDT = (T_x - T_m) - 8(V_x - 0.15)$$

($-1.7 < EDT < 1.1$) caractérise le confort thermique tandis que les valeurs EDT en dehors de cette plage représentent la zone d'inconfort thermique.

Efficacité de la distribution de la température ε_T

$$\varepsilon_T = \frac{T_s - T_{en}}{T_m - T_{en}}$$

$\varepsilon_T > 1$ la ventilation assure une évacuation efficace de la chaleur

$\varepsilon_T < 1$ la ventilation n'évacue pas suffisamment la chaleur qui demeure à l'intérieur.



Hypothèses

- La cavité est ventilée
- Convection mixte en régime stationnaire turbulent.
- Le modèle 2D a été créé en utilisant le logiciel commercial Fluent®.
- Le fluide est newtonien et incompressible sous l'approximation de Boussinesq.
- Le modèle de turbulence « k- ϵ RNG » a été choisi en raison de sa fiabilité dans les écoulements avec recirculation

Procédures de résolution

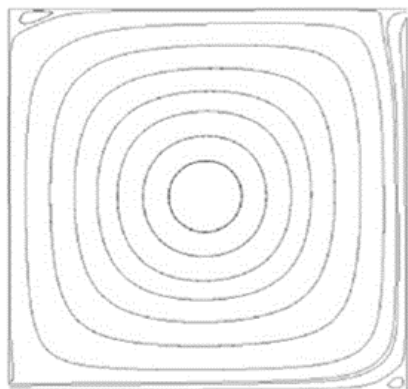
La résolution des équations discrétisées est réalisée par l'algorithme « SIMPLEC » pour assurer le couplage pression-vitesse

Les termes de diffusion sont interpolés par un schéma spatial du second ordre et les termes de convection sont interpolés par le schéma « Upwind » du second ordre.

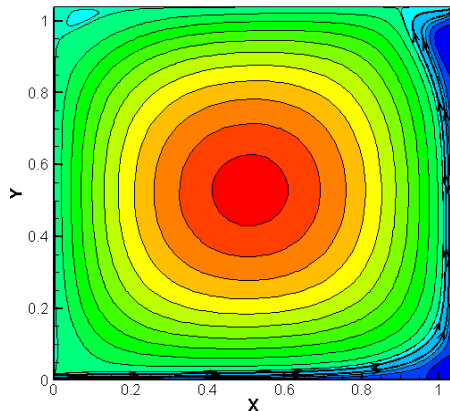
Les propriétés thermo-physiques de l'air sont constantes à l'exception de la variation de la masse volumique du terme de flottabilité qui rend l'approximation de Boussinesq valable.



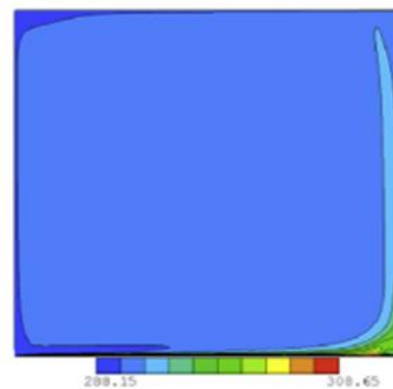
Validation



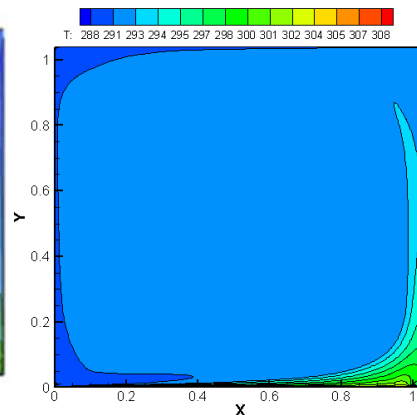
(a)



(b)



(c)



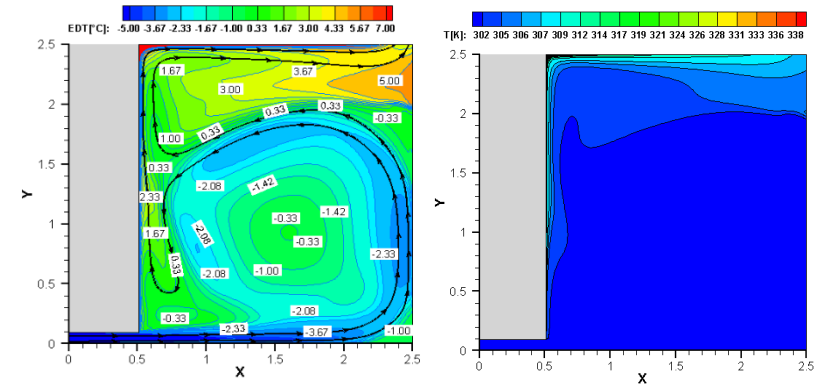
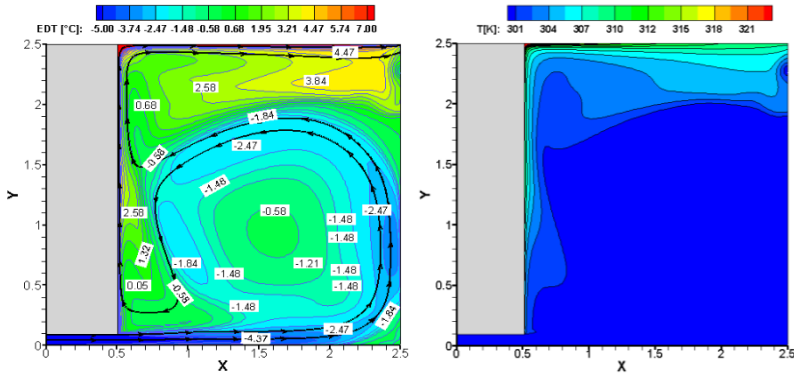
(d)

Lignes de courant à $Ra=2.6 \times 10^9$

Isothermes à $Ra=2.6 \times 10^9$

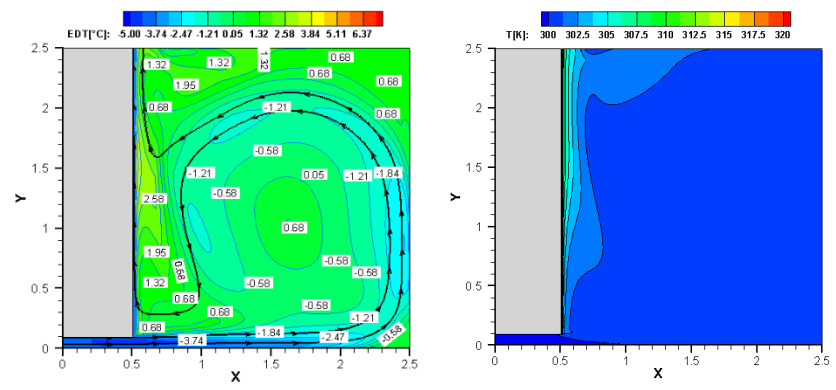
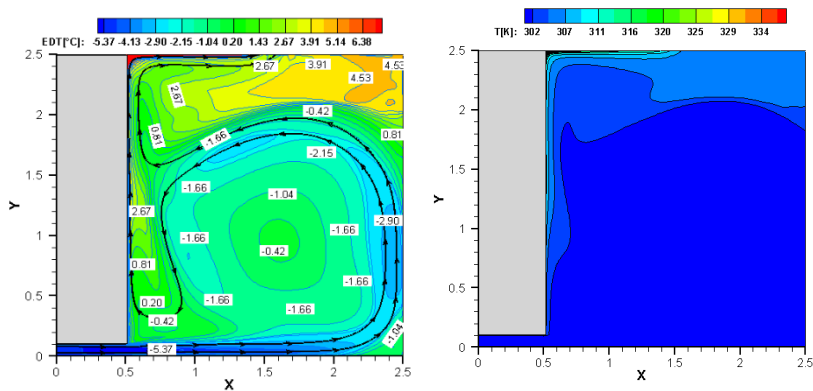
(a ; c) Etude numérique de L. Koufi & al. (b ; d) nos résultats numériques.

Distribution des zones de confort thermique pour chaque configuration



Configuration 1: $T_m=301,73\text{ K}$ $\epsilon_T=3,62$

Configuration 2: $T_m=301,83\text{ K}$ $\epsilon_T=3,96$



Configuration 3: $T_m=301,84\text{ K}$ $\epsilon_T = 4,23$

Configuration 4: $T_m=300,82\text{ K}$ $\epsilon_T = 4,68$

En terme d'efficacité, les quatre configurations ont des performances similaires ($\epsilon > 1$).

- ❑ La configuration 4 offre la meilleure efficacité qui est à son tour liée à la température moyenne T_m la plus faible.
- ❑ Les résultats montrent que l'emplacement de l'ouverture de sortie joue un rôle important sur la distribution de l'air frais dans la cavité.
- ❑ On remarque que lorsque l'ouverture de sortie se rapproche de la source de chaleur, elle fournit une meilleure efficacité.

En termes des zones de confort thermique, l'indice EDT a un effet significatif sur la taille de la zone de confort.

- ❑ Les configurations 3 et 4 ont montré une meilleure zone qui couvrent presque les 2/3 de la cavité et qui s'étendent au-delà de 2 m de hauteur.
- ❑ Ces cas illustrent que tout le corps, à l'exception des jambes (la région inférieure de la cavité), se trouve à l'intérieur de la zone de confort.



Les simulations numériques réalisées nous ont permis d'identifier deux indices de confort thermique parmi plusieurs indicateurs.

- ❑ En perspective, une étude paramétrique sera intéressante avec un traitement d'autres indices de ventilation.

Merci pour votre attention

