

Ventilation générée par un panache naturel dans une enceinte ventilée

C.Kouéni-Toko^b, B.Patte-Rouland^a, D. Tcheukam-Toko^b, P.Paranthoën^a

a. CNRS UMR 6614 CORIA, Boulevard de l'Université 76801 Saint Etienne du Rouvray

b. Dept.Energetic Engineering, IUT, University of Ngaoundere, P.O. Box 455 Ngaoundere, Cameroon

Mots clefs: convection mixte, ventilation, nombre de Froude

L'étude de la convection naturelle produite par une source localisée de pure flottabilité placée à la base d'une enceinte fermée de hauteur H et de largeur R a été souvent étudiée depuis Baines et Turner (1969) [1]. Linden et al. (1990) ont montré que lorsque cette enceinte est reliée à l'extérieur par deux ouvertures, un état stationnaire est atteint caractérisé par un régime d'écoulement de déplacement (écoulement entrant par l'ouverture inférieure et sortant par l'ouverture supérieure) et une stratification thermique [2]. Dans ces situations, le rapport d'aspect H/R est inférieur à un et le remplissage initial de l'enceinte se fait selon le scénario de la « filling box ».

Dans cette communication, nous considérons une enceinte à base carrée de côté $L=210\text{mm}$ et de hauteur $H=500\text{mm}$ (rapport d'aspect $H/L\sim 2,5$). Cette enceinte est chauffée par une cartouche cylindrique (diamètre $D_0=20\text{mm}$, longueur $l_0=200\text{mm}$) placée à sa base et qui est maintenue à une température constante T_c au moyen d'une alimentation régulée. Elle peut être mise en communication avec l'extérieur à température T_{ext} par l'intermédiaire de quatre ouvertures rectangulaires de même section (hauteur $h=34\text{mm}$ et largeur $L=210\text{mm}$) situées symétriquement sur les deux parois latérales opposées parallèles au cylindre chauffant en $z/H=0$ ou 1 , figure 1.

Nous étudions dans cette configuration, à partir de mesures de pressions différentielles, les écoulements de ventilation présents dans l'enceinte pour deux situations géométriques particulières (cas 1 : deux ouvertures situées en $z/H=0$, cas 2 : deux ouvertures situées en $z/H=0$ et deux ouvertures situées en $z/H=1$). Pour chaque cas, le cylindre chauffant est porté à une température T_c telle que le thermocouple de régulation placé 2mm au-dessus du cylindre indique une température T_0 telle que $\Delta T_0=T_0-T_{ext}$. Dans cette étude, trois valeurs de ΔT_0 sont étudiées : 25, 40 et 60K.

Les mesures de pression différentielle $\Delta P_m(z)=P_{int}(z)-P_{ext}(z)$ ont été faites—en utilisant un micro manomètre FCO14 relié à un scanner Furness Control de type FCS 421 permettant de mesurer les différences de pression dans la gamme 0,01-10Pa. Des mesures de température ont également été réalisées au moyen de thermocouples de type T reliés à une centrale de mesures Acquiteck.

Les résultats que nous présentons sont obtenus lorsque la situation stationnaire est atteinte. La figure 2 montre que les profils des pressions différentielles $\Delta P_m(z)$ obtenus respectivement dans les deux cas 1 et 2 croissent avec l'altitude. On constate également que les valeurs mesurées de pression différentielles augmentent d'autant plus que les écarts de température initiaux ΔT_0 sont élevés. Toutefois les profils de $\Delta P_m(z)$ obtenus dans les deux cas se différencient assez nettement. Les profils obtenus dans le cas 1 montrent que ΔP_m ne peut prendre des valeurs négatives que très près de la paroi inférieure pour $0\leq z/H\leq h/2$ et positives pour $h/2\leq z/H\leq 1$ alors que les profils correspondant au cas 2 présentent des valeurs négatives pour $0\leq z/H\leq 0,6-0,7$ et positives pour $0,6-0,7\leq z/H\leq 1$. Ces allures s'expliquent par le fait que la décroissance de pression statique à l'intérieur de l'enceinte est plus faible que celle qui existe à l'extérieur en raison de la température plus élevée de l'air présent à l'intérieur de l'enceinte due au chauffage. Cela entraîne que $P_{int}(z)$ est toujours plus faible que $P_{ext}(z)$ dans le bas de l'enceinte ($\Delta P_m < 0$) et est toujours plus élevé que $P_{ext}(z)$ dans le haut de l'enceinte ($\Delta P_m > 0$). Il existe entre ces deux zones un plan neutre situé à une altitude z_{neutre} où les pressions intérieures et extérieures sont égales. Les différences de conditions de pression de part et d'autre des ouvertures vont favoriser les échanges gazeux entre l'intérieur et l'extérieur. Dans le cas 1, ces échanges ne peuvent s'effectuer qu'au niveau des ouvertures inférieures. C'est

pour cette raison que dans ce cas le plan neutre se trouve entre 0 et h et l'air extérieur

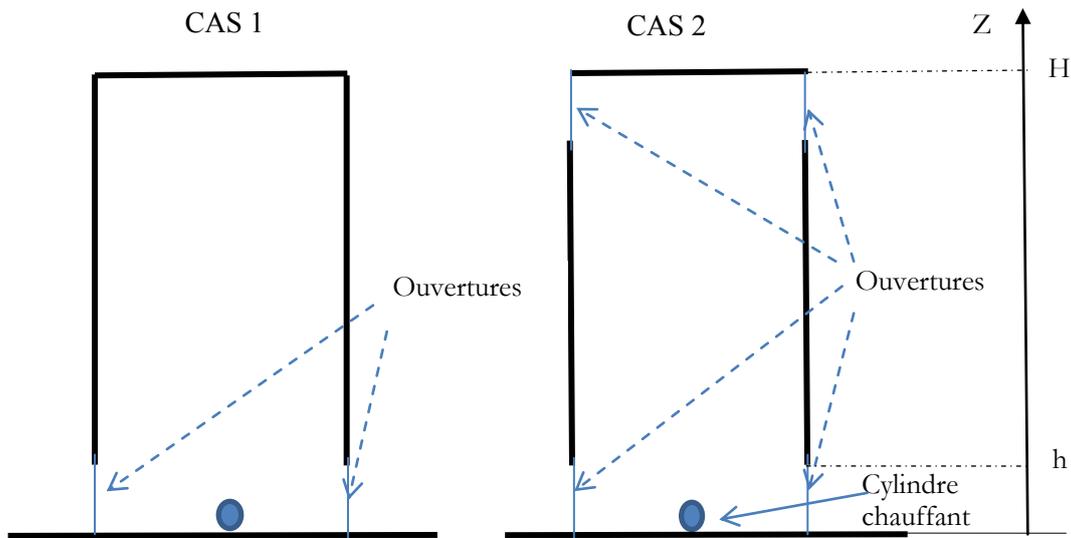


FIG. 1 – Schéma des enceintes ventilées (Cas 1 à gauche et Cas 2 à droite)

pénètre dans l'enceinte par le bas de ces ouvertures où $\Delta P_m < 0$ et l'air chaud intérieur sort par le haut de ces ouvertures où $\Delta P_m > 0$. Dans le cas 2, les échanges s'effectuent à la fois au niveau des ouvertures inférieures et des ouvertures supérieures. Le plan neutre se trouve dans ce cas au-dessus du milieu de l'enceinte. L'air extérieur pénètre alors dans l'enceinte par la totalité des ouvertures inférieures où $\Delta P_m < 0$ et l'air chaud intérieur sort par les ouvertures supérieures où $\Delta P_m > 0$.

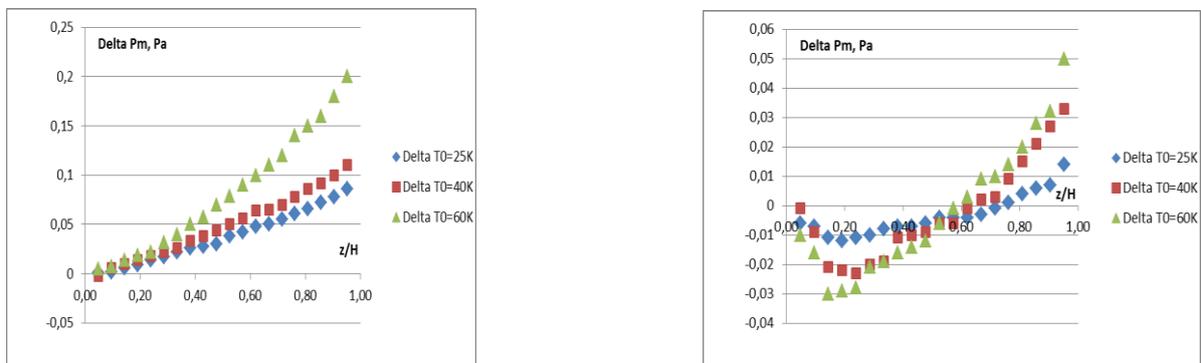


FIG. 2 – Evolution de la pression différentielle $\Delta P_m (z)$ en fonction de l'altitude (Cas 1 à gauche et Cas 2 à droite)

On peut également noter que dans les résultats de la figure 2 que les valeurs de ΔP_m sont beaucoup plus élevées dans le cas 1 que dans le cas 2, avec un rapport de l'ordre de quatre. Cela est lié aux températures plus élevées de l'air à l'intérieur de l'enceinte dans le cas 1, en l'absence d'un écoulement sortant par le haut de l'enceinte. La décroissance de pression statique à l'intérieur de l'enceinte est ainsi plus faible dans le cas 1 que dans le cas 2 ce qui explique les valeurs de ΔP_m dans les deux cas.

Références

- [1] Baines, W.D., Turner, J.S., J. Fluid Mech. 37, (1969), 51
- [2] Linden, P.F., Lane-Serff, G.F., Smeed, D.A. J. Fluid Mech. 212, (1990), 309