



**HAL**  
open science

# Perturbations aux conditions limites d'un canal et leurs effets sur l'écoulement d'air

Delphine Ramalingom, Alain Bastide

► **To cite this version:**

Delphine Ramalingom, Alain Bastide. Perturbations aux conditions limites d'un canal et leurs effets sur l'écoulement d'air. Assemblée Générale du laboratoire PIMENT, Jun 2015, Saint-Denis, Réunion. hal-01165419

**HAL Id: hal-01165419**

**<https://hal.science/hal-01165419>**

Submitted on 19 Jun 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Perturbations aux conditions limites d'un canal et leurs effets sur l'écoulement d'air



Delphine Ramalingom, Pr Alain Bastide  
Laboratoire PIMENT, Université de la Réunion



## Contexte et objectif

La configuration dite de **double-peau** consiste à intégrer les composants photovoltaïques en toiture ou façade de bâtiment. C'est une des solutions envisagées pour **réduire la consommation d'énergie** des bâtiments. Les résultats des études menées en laboratoire et in situ diffèrent de par la **complexité des conditions limites** à appliquer en entrée et sortie de la lame d'air. Par ailleurs, peu d'études se sont attachées à mettre en évidence le lien entre les caractéristiques aérodynamiques des écoulements, les transferts de chaleur aux parois et les mécanismes de transport de la chaleur [1].



**L'objectif d'une meilleure connaissance du phénomène de convection naturelle entre deux parois planes verticales vise à mieux adapter les hypothèses et les approximations lors de la modélisation de ce phénomène.**

## Conditions limites

Les équations qui régissent l'écoulement sont les équations de Navier-Stokes avec l'approximation de Boussinesq. Celles-ci sont rendues sans dimension par les grandeurs suivantes :

Coordonnées spatiales  $X_i = \frac{x_i}{b}$       Vitesse caractéristique  $U_{CN} = \kappa \frac{Ra_b^{1/2}}{b}$

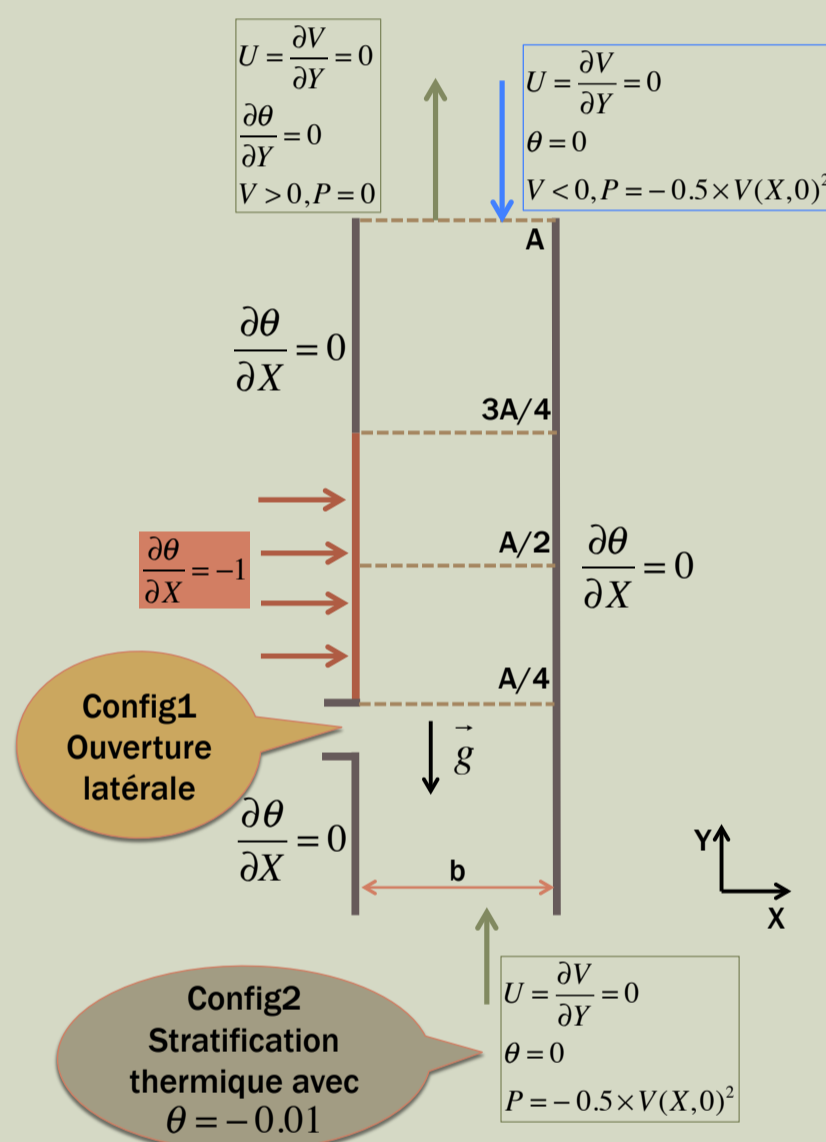
Config1 : Variation condition de pression

**Ouverture latérale** impliquant un apport supplémentaire d'air dans le canal

Config2 : Variation condition de température

**Stratification thermique** par imposition d'un gradient de température entre l'entrée et la sortie du canal

Canal verticalement partiellement chauffé en densité de flux avec les conditions limites de type Local Bernoulli [2]



## Quantités thermiques

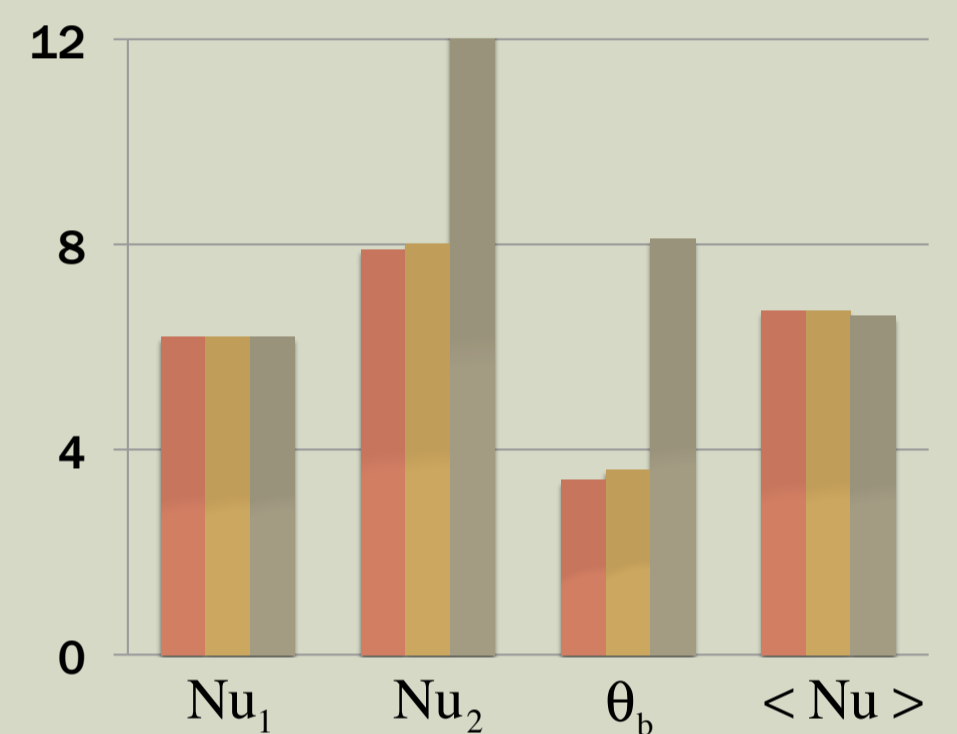
Nombre de Nusselt local 1  $Nu_1(Y) = \frac{1}{\theta(Y)}$

Nombre de Nusselt local 2  $Nu_2(Y) = \frac{1}{(\theta(Y) - \theta_b(Y))}$

Température débitante  $\theta_b = \frac{1}{Q_{ve}} \int_0^1 V(X, Y) \theta(X, Y) dX$

Nombre de Nusselt moyen  $\langle Nu \rangle = \frac{1}{A_h} \int_0^{A_b} Nu_1(Y) dY$

### Comparaison des résultats thermiques



Les quantités thermiques n'évoluent pas quelle que soit la configuration choisie. Seules les quantités thermiques dépendant des débits sont les seules influencées ( $Nu_2, \theta_b$ ).

## Conclusion et perspectives

Sous certaines conditions de pression et de température, les **prédictions** de nature **thermique** dans une simulation appliquée au bâtiment seront **conformes aux expériences in situ**. Cependant, des **impacts sur l'écoulement intérieur** de la lame d'air seront à considérer, notamment les débits d'air.

Quelles sont les conditions critiques au-delà desquelles l'écoulement serait perturbé ? Une **étude de stabilité linéaire** permettra d'identifier les conditions critiques d'apparition des instabilités. Une **analyse de la modification de la structure de l'écoulement** est aussi envisagée.

## Quantités aérodynamiques

Débit entrant  $Q_{ve} = \int_0^1 V(X, 0) dX$

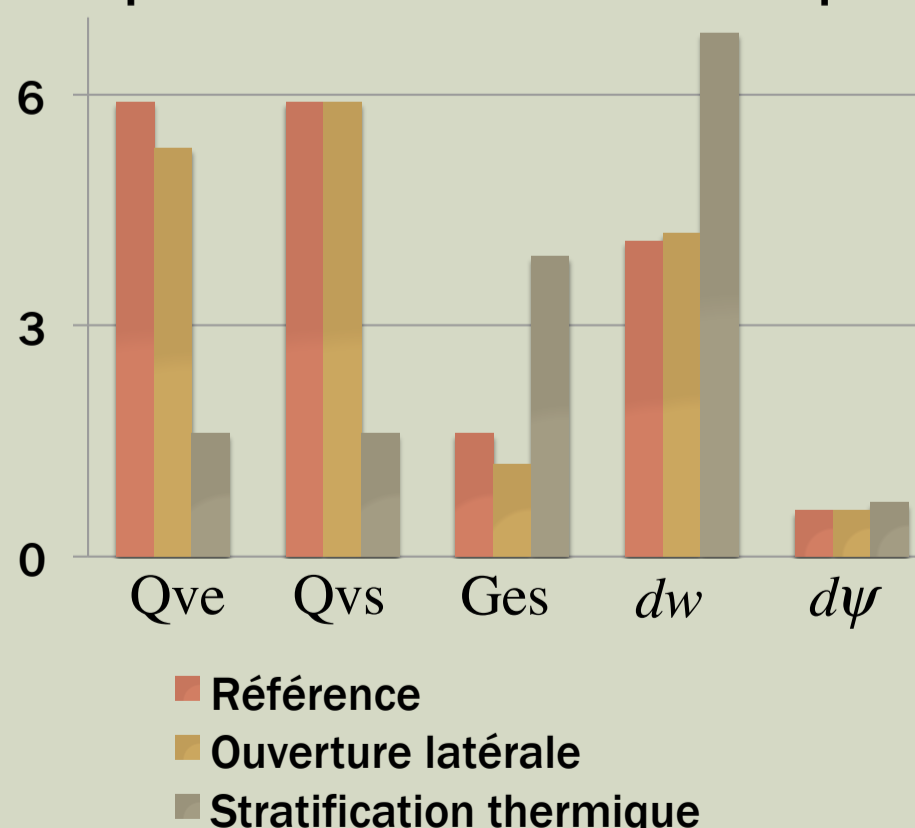
Débit sortant  $Q_{vs} = \int_0^1 V(X, A) dX$

Débit ré-entrant  $G_{es} = \int_0^1 \frac{|V(X, A)| - V(X, A)}{2} dX$

Largeur de recirculation  $dw$       Profondeur de recirculation  $d\psi$

Les débits en entrée et sortie du canal sont diminués de presque 70% lorsque l'on impose un gradient de température entre l'entrée et la sortie du canal tandis que la largeur de la recirculation en sortie est plus que doublée.

### Comparaison des résultats aérodynamiques



## Références

- [1] A. Zoubir, "Etude des transferts thermo-convectifs dans un canal semi-ouvert: application aux façades type double-peau, 2013.  
[2] G. Desrayaud, E. Chénier, a. Joulin, a. Bastide, B. Brangeon, J. P. Caltagirone, Y. Cherif, R. Eymard, C. Garnier, S. Giroux-Julien, Y. Harnane, P. Joubert, N. Laaroussi, S. Lassue, P. Le Quéré, R. Li, D. Saury, a. Sergent, S. Xin, and a. Zoubir, "Benchmark solutions for natural convection flows in vertical channels submitted to different open boundary conditions," *Int. J. Therm. Sci.*, vol. 72, no. January 2009, pp. 18–33, Oct. 2013.