



**HAL**  
open science

# Comportement thermique d'un gaz parfait circulant dans un milieu poreux sous fort gradient de pression

Samy Ramdane, Eric Chénier, Xavier Nicolas

► **To cite this version:**

Samy Ramdane, Eric Chénier, Xavier Nicolas. Comportement thermique d'un gaz parfait circulant dans un milieu poreux sous fort gradient de pression. French interpore conference on porous media, Oct 2018, Nantes, France. hal-01905782

**HAL Id: hal-01905782**

**<https://hal.science/hal-01905782v1>**

Submitted on 26 Oct 2018

**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.

# Comportement thermique d'un gaz parfait circulant dans un milieu poreux sous fort gradient de pression

Samy RAMDANE\*, Éric CHÉNIER, Xavier NICOLAS

<sup>a</sup> Université Paris-Est Marne-la-Vallée, MSME UMR 8208 CNRS,  
5 boulevard Descartes, 77454 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

\* (auteur correspondant : samy.ramdane@u-pem.fr)

---

*Keywords:* simulation numérique, écoulement compressible, dissipation visqueuse, travail des forces de pression

---

## 1. Introduction

La circulation de gaz dans des milieux poreux très faiblement perméables nécessite l'utilisation de forts gradients de pression. Il est alors indispensable de prendre en compte la compressibilité du gaz et les frottements visqueux. L'objet de cette contribution est d'examiner, à l'échelle du pore, les effets thermiques engendrés par la circulation sous de forts gradients de pression d'un gaz au sein d'un réseau périodique d'obstacles de section micrométrique (Figs. 1, 2).

Les simulations numériques sont effectuées sur 10 demi Volumes Élémentaires Représentatifs, soit une longueur totale de  $240\ \mu\text{m}$ , pour une variation de pression maximale de 1,6 bar. Le gaz étudié est de l'azote ( $r = 296\ \text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $\mu = 1,6588 \cdot 10^{-5}\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ ,  $c_p = 1032,48\ \text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ,  $k_f = 2,4712 \cdot 10^{-2}\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) qui pénètre dans le milieu poreux à 300 K. La conductivité du solide sera soit nulle (modèle théorique) ou celle de l'aluminium ( $k_s = 240\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ).

## 2. Méthode numérique

Une méthode de Volumes Finis sur des maillages non-structurés est utilisée pour résoudre les équations de Navier-Stokes et de l'énergie. Les équations discrètes stationnaires et couplées sont résolues simultanément par un algorithme de Newton-Raphson.

## 3. Résultats

Les simulations numériques à l'échelle des pores permettent de remonter à des grandeurs moyennées dynamiques et thermiques sur chacun des 10 VER. Nous examinerons ces quantités pour différentes valeurs du gradient de pression et de la pression moyenne. Les effets de la forme de la section des barreaux (rectangulaire ou circulaire) et de sa conductivité ( $k_s = 0$  ou  $240\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) seront étudiés.

La Fig. 3 illustre l'écart entre les températures locale et moyenne sur le VER fluide, pour le 7ème VER d'une simulation contenant 10 VER (voir Fig. 2,  $L_1 = 12\ \mu\text{m}$ ). La température de l'aluminium est homogène et légèrement supérieure à celle du fluide. Cet écart est lié aux frottements visqueux, essentiellement localisés à l'interface solide/fluide, sur les faces amonts et supérieures/inférieures. Les régions froides sont situées en-dessous/au-dessus des blocs solides. Elles sont associées aux travaux des forces de pression qui extraient de l'énergie au gaz lorsque le gradient de pression est de sens opposé au champ de vitesse local. Sur les  $240\ \mu\text{m}$  (10 VER), la température entre le premier et le dernier VER varie de  $1^\circ\text{C}$  lorsque l'écart de pression entrée/sortie est de 1,6 bar, pour une pression moyenne de 2 bar.

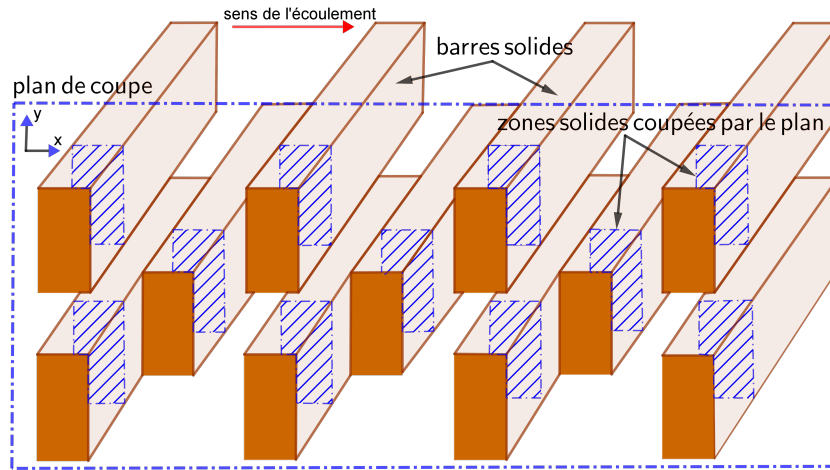


Figure 1: Milieu poreux constitué de barres micrométriques

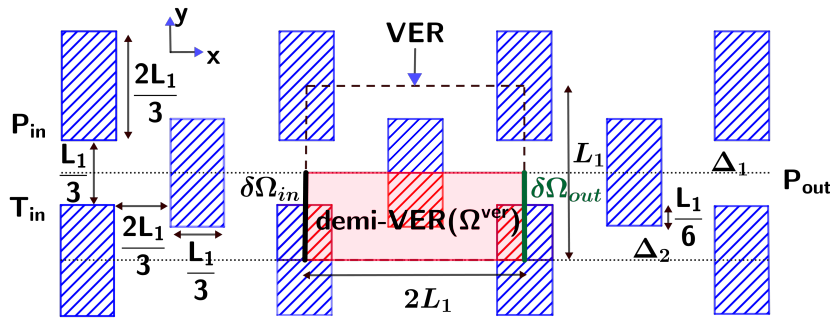


Figure 2: Dimensions caractéristiques dans le plan de coupe (voir Fig. 1)

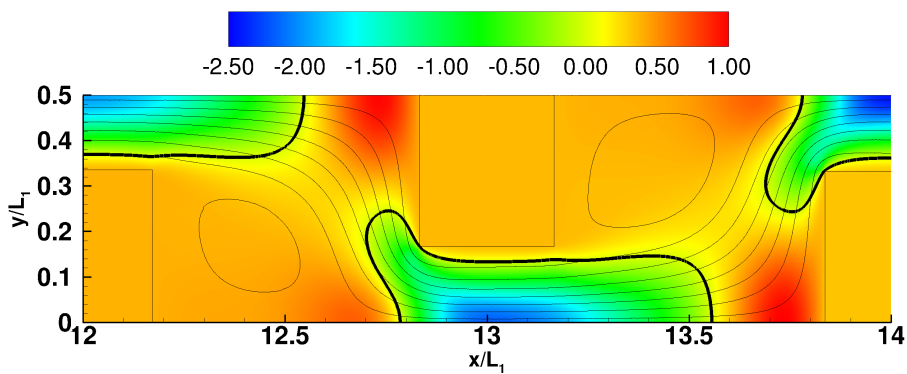


Figure 3: Écart entre la température locale et celle moyenne sur le VER fluide, pour le 7ème VER d'une simulation contenant 10 VER. Les lignes de courant sont indiquées par des lignes noires fines. Les traits épais indiquent les lieux à la température moyenne du fluide.