

# A numerical study of momentum and forced convection heat transfer in a rectangular channel with wall-mounted waved baffles

## Etude numérique de l'écoulement et de transfert de chaleur par convection forcée dans un canal rectangulaire muni de chicanes ondulées

Younes Menni\*, Ahmed Azzi, Chafika Zidani

*Research Unit of Materials and Renewable Energies, Department of Physics, Faculty of Sciences,  
Abou Bekr Belkaid University, BP 119-Tlemcen, 13000, Algeria.*

*Soumis le 03/06/2015*

*Révisé le 27/03/2016*

*Accepté le 14/06/2016*

### ملخص

أجريت في هذا البحث دراسة رقمية لتحليل الجريان المضطرب وانتقال الحرارة داخل مجاري هوائي مستطيل الشكل يحتوي على أجنحة عرضية ولوحات حاجز متوجة متصلة كليا بالجدران الداخلية للقناة. الهواء يعتبر مائعاً مضطرباً (نيوتوني)، غير قابل للانضغاط خواصه ثابتة. كما تم دراسة خصائص الحمل الحراري المضطرب تحت تأثير عامل تغير قيمة عدد رينولذز من 5000 إلى 20000. المعادلات الفاضلية المرتكزة على نموذج k- $\omega$ SST لوصف الجريان الاضطرابي والواصفة للتدفق حلّت بالتكامل وذلك باستخدام خوارزمية SIMPLE والتي تعتمد على طريقة الحجوم المتاهية لحل المعادلات الجبرية التي تعتبر متداخلة فيما بينها (درجة الحرارة والسرعة وأيضاً التغير المحوري للضغط والسرعة). بالأخص، حقول السرعة ودرجة الحرارة، من حيث السرعة المحوورية، أعداد نيوسالتس وكذا الضباب في الطاقة بالاحتكاك تم تثبيتها تحت عامل تبؤث درجة حرارة الجدران السفلية والعلوية للجريان الهوائي. تم فحص دقة النتائج الرقمية من خلال المقارنة مع النتائج الرقمية وكذا التطبيقية المنشورة. النتائج المحصل عليها بتبؤث أساساً أن تدفق الهواء يتميز بتوجه متوج متوج حاد في المسار وبمناطق إعادة تدوير ضخمة وبصفة عامة، عدد نيوسالتس ومعامل الاحتكاك تزداد بزيادة عدد رينولذز.

**كلمات افتتاحية:** الحجوم المتاهية - الجريان الاضطرابي - الحمل الحراري - أجنحة عرضية متوجة.

### Résumé

Des caractéristiques d'écoulement turbulent et de transfert de chaleur par convection forcée ont été examinées pour un fluide (air) à propriétés constantes qui s'écoule à travers une conduite rectangulaire avec des chicanes ondulées et une température constante le long des parois. Le nombre de Reynolds est pris variable, 5,000-20,000. Les équations gouvernantes, basées sur le modèle  $k-\omega$  SST, sont résolues par la méthode des volumes finis à l'aide de l'algorithme SIMPLE. En particulier, les champs de vitesse et de température, les profils de vitesse axiale, les nombres de Nusselt local et moyen, ainsi que les frottements ont été traités le long du canal à condition de température de parois constante. Les résultats obtenus ont été comparés à ceux obtenus par l'expérience dans la littérature. Ces résultats montrent essentiellement que l'écoulement est caractérisé par des fortes déformations et de grandes régions de recirculation. En général, le nombre de Nusselt et la friction augmentent avec le nombre de Reynolds.

**Mots clés:** Volumes finis - Ecoulement turbulent - Convection forcée - Chicanes ondulées.

### Abstract

A numerical study has been carried out to examine the momentum and turbulent forced-convection characteristics for airflow through a constant temperature-surfaced rectangular duct with top and lower wall-mounted waved baffles. Air is the working fluid with the flow rate in terms of Reynolds numbers ranging from 5,000 to 20,000. The governing equations were integrated by the finite volume method, in two-dimensions, employing the SIMPLE-algorithm with the SST $k-\omega$  model to describe the turbulence. In particular, velocity and temperature fields, axial velocity profiles, local and average Nusselt numbers, and skin frictions were obtained at constant wall temperature condition along the top and bottom walls. The validation of the present code is done by comparing the present results with the published ones. The results reveal essentially, that the flow is characterized by strong deformations and large recirculation regions. In general, Nusselt number and friction loss increase with the Reynolds number.

**Key words:** Finite volume method - Turbulent flow - Forced convection - Waved baffles.

\* Corresponding author. E-mail: menniyounes@gmail.com