

TP 7 : Modèles de Boltzmann sur réseau

Cours de modélisation numérique

Vendredi 7 avril 2017

L'objectif de ce TP est d'implémenter un modèle simple de Boltzmann sur réseau (LBM) en deux dimensions. A titre d'illustration, nous nous intéressons à l'écoulement d'un fluide autour d'un obstacle cylindrique. Ceci devrait avoir comme résultat la formation de ce qu'on appelle une *allée de tourbillons de von Karman*.

Le modèle

Nous considérons le système représenté sur la figure 1. Le système est périodique par rapport à la coordonnée horizontale tandis que les murs en haut et en bas sont des sites suivant la dynamique dite du *bounce-back*. Pour que le système évolue,

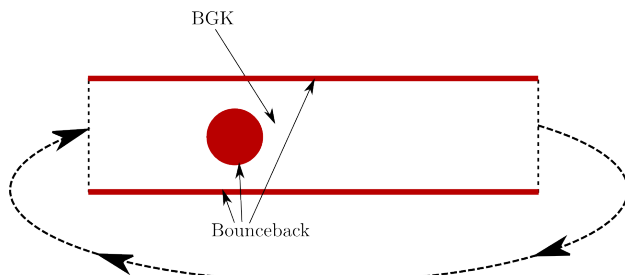


FIGURE 1 – Schéma du système à implémenter

nous imposons sur le bord de gauche une vitesse constante parallèle à l'axe des x produisant un écoulement de gauche à droite. Dans le but de rendre la dynamique plus intéressante, un obstacle circulaire (*bounce-back* également) est placé dans le tube.

Travail à faire

Durant le cours il vous a été distribué un code lattice Boltzmann complet traitant la situation décrite ci-dessus. Vous devez le faire fonctionner de manière à observer les tourbillons de von Karman. Observez ensuite le comportement du fluide lorsque vous modifiez sa vitesse et/ou sa viscosité.

1. Étudiez qualitativement ce qui se passe lorsque l'obstacle est déplacé, dupliqué ou déformé.
2. Quelle grandeur semble le mieux caractériser le problème ? Argumentez.
3. Modifiez le code pour qu'il y ait des murs en haut et en bas, comme sur la figure.
4. Pour finir, supposons que le domaine comporte N cellules, que le cylindre ait un diamètre de L cm et que le fluide soit de l'air à température ambiante. Discutez d'un moyen de connaître le temps physique que représente une itération, sachant qu'on a la relation suivante entre la viscosité cinématique ν_{LB} dans les unités du réseau et la viscosité cinématique ν_{phys} dans les unités physiques : $\nu_{LB} = \nu_{phys} \cdot \Delta t / \Delta x^2$, avec Δt le pas de temps du réseau et Δx la taille des cellules.

Rendu

Comme d'habitude, vous disposez d'une semaine pour effectuer ce travail, qui doit être rendu au plus tard vendredi 28 avril avant la séance d'exercices. On vous demande de rendre un code Python qui effectue le travail demandé (commentez votre code) ainsi qu'un court rapport au format PDF répondant aux questions posées. **Notez qu'une analyse des résultats obtenus ainsi qu'une discussion de fond sur les aspects du problème que vous jugez remarquables font partie du travail qui vous est demandé.**