

TP 10 : Ecoulement autour d'un cylindre en LBM

Cours de modélisation numérique

12 mai 2023

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, nous imposons sur le bord de gauche une vitesse

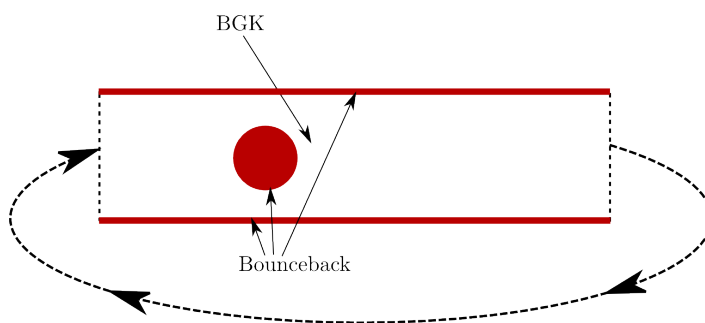


FIGURE 1 – Schéma du système à implémenter

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

Vous trouverez sur Moodle un code lattice Boltzmann complet traitant la situation décrite ci-dessus. On vous demande de répondre aux questions suivantes :

1. Quelle grandeur semble le mieux caractériser le problème ? Argumentez.
2. Faites varier cette grandeur pour pouvoir observer des turbulences (vortex de *Von Karman*). A partir de quelle valeur apparaissent-elles ?
3. Étudiez qualitativement ce qui se passe lorsque l'obstacle est déplacé, dupliqué ou modifié (par exemple, changer le cylindre en parallélépipède).
4. Modifiez le code pour qu'il y ait des murs en haut et en bas, comme sur la figure : appliquez la dynamique de *bounce-back*. Simulez ensuite le système sans obstacle, et avec les obstacles utilisés dans les questions précédentes. Commentez.
5. Pour finir, supposons que la largeur du 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.