

## Introduction au schéma de Boltzmann sur réseau

François Dubois et Benjamin Graille

Le schéma de Boltzmann sur réseau est issu d'une part des modèles classiques de la cinétique des gaz (équation de Boltzmann) et d'autre part des approches informatiques pour les systèmes dynamiques discrets (automates cellulaires). Il a émergé dans les laboratoires de physique au cours des années 1980.

Sa mise en œuvre est *a priori* très élémentaire ce qui le rend de fait très populaire mais toute une série de paramètres doivent être réglés avec soin afin de garantir le succès d'une simulation numérique. Le schéma de Boltzmann sur réseau peut aujourd'hui simuler toutes sortes d'équations aux dérivées partielles classiques de la physique mathématique. Dans ce cours d'introduction, nous montrons comment les méthodes d'analyse formelle par les méthodes de schéma équivalent permettent de mettre en évidence l'équation aux dérivées partielles simulée par le schéma.

La difficulté vient du fait qu'il faut à la fois contrôler des variables conservées qui sont la sources des équations aux dérivées partielles et des "moments non conservés" qui relaxent vers une valeur d'équilibre.

On montre ainsi qu'une approximation de la diffusion discrète conduit à calculer la viscosité équivalente du schéma, en retrouvant les résultats d'une analyse purement discrète initiée par Michel Hémon (1987) et Dominique d'Humières (1992). La méthodologie présentée permet, avec l'aide du calcul formel, de maîtriser dans quelques cas favorables un ordre superconvergent pour le schéma de Boltzmann sur réseau.

Le plan du cours en résulte.

- 1) Introduction physique
- 2) Description du schéma dans un cas monodimensionnel
- 3) Présentation d'un schéma classique à deux dimensions
- 4) Equation équivalente et calcul de la viscosité
- 5) Applications
- 6) Extension à la physique des plasmas.