

Modélisation de phénomènes de transport à vitesse non infinie
Fabrice DEBBASCH
(ERGA-LERMA, Université Paris 6)

Les aspects macroscopiques des phénomènes de viscosité et des phénomènes de diffusion (diffusion de particules ou diffusion thermique) sont traditionnellement modélisés par des équations aux dérivées partielles paraboliques ; ces dernières impliquent que la vitesse de transport est infinie.

Cet artefact de modélisation rend ces modèles suspects, voire inutilisables, dans de nombreux contextes susceptibles d'applications ingénierales, industrielles ou médicales importantes : chauffage de la préforme d'une fibre optique, évacuation thermique dans le domaine pico ou femto seconde, ...

Le but de ce séminaire est de passer en revue plusieurs modèles de transport à vitesse finie et d'en dégager les limites et avantages respectifs.

Les principales conclusions sont les suivantes :

1. Les modèles dits de thermodynamique étendue remplacent les équations paraboliques des modèles usuels par des équations hyperboliques. Ce sont des modèles macroscopiques locaux. La thermodynamique étendue fournit, pour chaque problème, une hiérarchie infinie de modèles, le nième modèle d'une hiérarchie étant censé être plus précis que le précédent. Les premiers modèles d'une hiérarchie sont d'une utilisation relativement simple mais leurs prédictions sont malheureusement peu fiables ; il a en effet été prouvé sur des cas simples que les prédictions de la thermodynamique étendue changent de manière importante lorsque l'on avance dans une hiérarchie donnée et que, pire encore, ces prédictions divergent avec l'ordre du modèle. La thermodynamique étendue ne semble donc pas fournir un recours crédible aux modèles usuels.

2. Les meilleurs modèles de transport à vitesse finie connus aujourd'hui sont de nature statistique ; les plus simples d'entre eux sont stochastiques et font intervenir des distributions hyperboliques similaires à celles utilisées en finance. Ces modèles sont microscopiques et fournissent de très bons résultats. Leur comportement macroscopique est non local, en temps comme en espace.

Les applications possibles de tels modèles en traitement d'image seront évoquées.