

Résolution numérique du transfert radiatif dans le régime de la diffusion

Océane SAINCIR, LMR, Université de Reims / LUTH, Observatoire de Paris

Laurent DI MENZA, LMR, Université de Reims / LUTH, Observatoire de Paris

Claire MICHAUT, LUTH, Observatoire de Paris

Différents modèles couplant l'hydrodynamique et le transfert de rayonnement sont utilisés pour l'étude d'écoulement intervenant en physique stellaire. L'une des stratégies utilisées consiste à coupler les équations d'Euler avec le modèle M1-multigroupe [1]. Ce modèle comprend à la fois les variables hydrodynamiques classiques (telles que la densité ρ , la pression p , le champ de vitesse \mathbf{u} et l'énergie totale E) et les variables radiatives (telles que l'énergie radiative E_R , la pression radiative P_R et le flux radiatif F_R). Cependant, lorsque le milieu est optiquement très épais, le libre parcours moyen des photons est très petit devant la longueur caractéristique du milieu et les effets radiatifs peuvent être considérés comme locaux. Il est possible de montrer que le modèle complet se réduit à un modèle simplifié où une équation de diffusion est ajoutée pour tenir compte des processus radiatifs [2]. Le système global peut être alors réécrit de la façon suivante

$$\begin{aligned}\partial_t \rho + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) &= 0 \\ \partial_t (\rho \mathbf{u}) + \nabla \cdot (\rho (\mathbf{u} \otimes \mathbf{u}) + p \mathbf{I}) &= -\frac{1}{3} \nabla E_R \\ \partial_t E + \nabla \cdot (\mathbf{u} (E + p)) &= c \kappa_P (E_R - a_R T^4) \\ \partial_t E_R + \nabla \cdot \left(\frac{4}{3} \mathbf{u} E_R \right) &= \frac{1}{3} \frac{c}{\kappa_R} \Delta E_R - c \kappa_P (E_R - a_R T^4),\end{aligned}\tag{1}$$

où κ_P et κ_R sont respectivement les opacités moyennes de Planck et de Rosseland, c la vitesse de la lumière et T la température du gaz. Nous nous intéresserons dans ce travail à la résolution numérique de ce système qui peut se réécrire de façon générale

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \nabla \cdot F(U) = S(U).\tag{2}$$

La résolution numérique s'effectue en deux parties. Dans un premier temps, nous résolvons la partie homogène où $S(U) = 0$ dans (2) en utilisant le schéma de MUSCL-Hancock. Nous présenterons un solveur de Riemann adapté à ce nouveau système. Pour la partie non-homogène $\partial_t U = S(U)$, nous utilisons la méthode implicite à directions alternées ADI pour traiter le terme de diffusion. Nous présenterons les résultats obtenus pour ce modèle simplifié que nous comparerons aux résultats obtenus avec le modèle M1 dans le cas où le milieu est optiquement très épais.

Références

- [1] TURPAULT, R., *Construction d'un modèle M1-multigroupe pour les équations du transfert radiatif*, C. R. Acad. Sci. Paris, 2002.
- [2] MIHALAS, D., WEIBEL-MIHALAS, B., *Fundations of Radiation Hydrodynamics*, Dover Publications, 1999.

Océane SAINCIR, LMR, EA 4535, Moulin de la Housse, 51687 Reims cedex 2, France / LUTH, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, 5 place Jules Janssen, 92195 Meudon cedex, France

`oceane.saincir@univ-reims.fr`

Laurent DI MENZA, LMR, EA 4535, Moulin de la Housse, 51687 Reims cedex 2, France / LUTH, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, 5 place Jules Janssen, 92195 Meudon cedex, France

`laurent.di-menza@univ-reims.fr`

Claire MICHAUT, LUTH, Observatoire de Paris, PSL Research University, CNRS, Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, 5 place Jules Janssen, 92195 Meudon cedex, France

`claire.michaut@obspm.fr`