

Modélisation mathématique des films minces avec applications aux transferts de chaleur

Marguerite GISCLON, LAMA, CNRS UMR 5127 - USMB, Le Bourget-du-Lac

Un film liquide est une fine couche s'écoulant sur une paroi. Ce mécanisme peut apparaître sous l'effet de la gravité et de la viscosité. Ce sont les films tombants observés sur les vitres ou les trottoirs inclinés les jours de pluie. Notre situation représente une couche liquide mince qui s'écoule le long d'un plan chauffé et est décrite par les équations de Navier–Stokes incompressibles en prenant en compte la faible épaisseur de l'écoulement. Les avancées considérables de la modélisation des films liquides à l'aide de méthodes asymptotiques (développement “ondes longues”, méthode des “résidus pondérés”, approches “à la Saint-Venant”) ont permis d'obtenir des modèles fiables et quantitatifs pour les écoulements à surface libre modélisant par exemple des avalanches, la rupture des barrages. On s'intéresse donc à un modèle mathématique incluant la partie thermique afin de comprendre les effets d'échange de chaleur avec l'air ambiant. Les mouvements ondulaires et la présence d'ondes de grande amplitude intensifient les transferts thermiques avec l'air ambiant. Du fait de la complexité du phénomène (diversité des échelles : grande longueur des ondes, épaisseur fine du film liquide, échelle capillaire importante), la description des phénomènes à l'échelle du film liquide passe donc nécessairement par le développement de modèles mathématiques fiables et peu coûteux en temps de calcul.

Dans cet exposé, on présente une formulation consistante vis à vis de l'asymptotique “ondes longues”, c.à.d. vis à vis du développement par rapport au petit paramètre dit de film (rapport épaisseur du film sur longueur des ondes) ce qui est semblable à la formulation des équations en eaux peu profondes dites de Saint-Venant utilisées couramment en hydraulique fluviale. Elle prend en compte le couplage entre le transfert de chaleur et l'hydrodynamique. Les coefficients de tension de surface et la viscosité dynamique dépendent de la température du fluide. De plus, elle conserve l'hyperbolicité et le caractère conservatif des équations.