

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **07 mars 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur SALEH Khaled**

Titre des travaux : « *Contributions à l'analyse mathématique et numérique pour les écoulements mono et multiphasiques compressibles et incompressibles* »

Résumé



Ce mémoire d'habilitation à diriger des recherches est consacré à l'étude mathématique et au développement et à l'analyse de schémas numériques pour des modèles d'écoulements mono et multiphasiques, compressibles et incompressibles.

Le manuscrit est composé de deux parties. La première partie est consacrée à l'étude des propriétés mathématiques ainsi qu'au développement et à l'analyse de schémas numériques pour des modèles multiphasiques compressibles. Ce sont des systèmes d'équations aux dérivées partielles de type Euler compressibles permettant de modéliser des écoulements mettant en jeu un nombre arbitraire d'espèces qui se trouvent dans différents états de la matière (gazeux, liquide, solide) ou des espèces qui sont dans le même état mais qui ont des propriétés chimiques différentes (mélanges liquide-liquide non miscibles par exemple). Après avoir introduit les enjeux liés à la modélisation de ces écoulements et les principes de développement de modèles d'écoulements moyennés, nous présentons les principales propriétés des modèles (hyperbolicité, existence d'entropies mathématiques, symétrisabilité), puis nous développons un schéma de relaxation à *la Suliciu* pour la partie convective des modèles, schéma qui s'avère bien plus précis et robuste que les schémas numériques pré-existants.

La deuxième partie est consacrée au développement de schémas numériques permettant de traiter aussi bien des écoulements monophasiques compressibles qu'incompressibles. Dans un premier temps, nous présentons les principales difficultés liées à l'approximation numérique des écoulements faiblement compressibles, puis nous présentons une classe de schémas numériques pour les modèles compressibles (Navier-Stokes et Euler compressibles) qui restent stables et précis dans la limite incompressible. Les schémas considérés s'appuient sur une discrétisation spatiale sur grilles décalées (les inconnues scalaires sont discrétisées aux centres des mailles et les vitesses sont discrétisées aux faces) et sur une discrétisation temporelle semi-implicite de type prédiction-corrrection de pression. Nous présentons des résultats assurant le caractère *asymptotic preserving* dans la limite incompressible ainsi que des résultats de convergence de la solution numérique vers la solution exacte pour les modèles de Navier-Stokes compressibles et incompressibles dans la limite de pas de discrétisation qui tendent vers zéro.