

Vers la simulation numérique adaptative à tout nombre de Mach

Nicolas Chauchat (SIAME)

Sous la direction de Eric Schall (SIAME) et Roland Becker (LMAP)

Dans de nombreux secteurs industriels, pour de nombreuses raisons (coût, avènement de l'informatique et du numérique...), on s'intéresse de plus en plus à la caractérisation et la détermination de fluides par la simulation numérique. Le travail présenté constitue une contribution à l'analyse et la simulation numérique des écoulements de fluides newtoniens. L'appréhension de ces fluides passe par la détermination spatio-temporelle des quatre grandeurs physiques que sont : le vecteur vitesse \vec{V} , la masse volumique ρ , la pression P et la température T à l'échelle macroscopique d'une particule fluide. Un système d'équations aux dérivées partielles (EDP) provenant des bilans de conservation (masse, quantité de mouvement et énergie) est mis en place pour permettre la détermination des quatre inconnues. Il existe toute une panoplie d'algorithmes numériques capables de résoudre le système d'EDP suivant sa nature. L'ensemble des personnes (Industriels ou Chercheurs) qui travaille avec les fluides newtoniens se retrouve principalement séparé en deux en raison de l'hypothèse d'un fluide *incompressible* d'un côté et d'un fluide *compressible* de l'autre. La nature du système d'EDP est différent dans les deux cas et il n'existe pas de méthode commune capable de les résoudre. Les écoulements *incompressibles*, dénommés aussi à *basse vitesse* ou *bas* nombre de *Mach* supposent que la masse volumique est invariable. Ce modèle ne permet pas de résoudre des écoulements à *grand* nombre de *Mach* où siègent des phénomènes de fortes compressions (onde choc). Par ailleurs, le modèle *compressible* quant à lui n'est pas capable de restituer correctement des écoulements à *bas Mach* lorsque la vitesse de l'écoulement tend vers celles caractéristiques de l'*incompressible*. Pour conclure, il n'existe pas, à notre connaissance, de code (ou logiciel) capable de simuler correctement un écoulement où siègeraient simultanément des *petits* et *grands* nombres de *Mach*. Dans l'industrie ou dans les laboratoires, il existe ainsi deux types de logiciel différents pour résoudre les écoulements *incompressibles* d'une part et *compressibles* d'autre part.

Le travail présenté a pour ambition de chercher une méthode numérique unique capable de résoudre le modèle *compressible* pour des écoulements quelconques et aussi proches que possible de l'*incompressible* dans l'optique du meilleur "*trioptique*" : robustesse, précision et efficacité. Ainsi, du point de vue de l'Ingénieur, une telle méthode si elle existe, permettrait l'utilisation d'un seul logiciel pour résoudre n'importe quel type d'écoulement sans avoir à apprécier au préalable l'hypothèse liée à la compressibilité du fluide, au risque de se tromper.