

Invitation à la soutenance de thèse

Application d'une méthode semi-implicite couplée avec des outils d'adaptation de maillage anisotropique pour modéliser des arcs continus

Gabriel Barreau

Le 05 décembre 2024 à 14H

Salle Jacques Dorey, 6 Chem. de la Vauve aux Granges, 91120 Palaiseau

Devant le jury composé de :

M. Pierre-Henri MAIRE	CEA/CESTA	Rapporteur
M. Jean PAILLOL	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Rapporteur
Mme Marie-Hélène VIGNAL	Université Paul Sabatier, Toulouse 3	Examinatrice
M. Jean Marc BAUCHIRE	Université d'Orléans	Examineur
M. Guillaume PUIGT	ONERA, Toulouse	Directeur de thèse
M. Frédéric ALAUZET	Université Paris-Saclay	Co-directeur de thèse
M. François Pechereau	ONERA/Université Paris-Saclay	Encadrant de thèse
M. Philippe Lalande	ONERA/Université Paris-Saclay	Encadrant de thèse

Résumé

Un avion de ligne est foudroyé en moyenne une à deux fois par an. En considérant la taille des flottes d'avions dans le monde, c'est un phénomène assez fréquent. Lors du foudroiement, le courant injecté peut varier de 200 A à 200 kA. L'éclair peut alors être divisé en deux phases distinctes : la phase impulsionnelle, où l'intensité du courant peut atteindre 200 kA pendant quelques microsecondes, génère des chocs associés à un écoulement compressible. La phase continue, où l'intensité du courant de quelques centaines d'ampères est quasi constante, dure quelques centaines de millisecondes. L'écoulement autour de cette phase de l'arc présente des caractéristiques d'écoulement incompressible. La modélisation de ce phénomène en une seule simulation est très complexe, car elle fait intervenir deux types d'écoulements différents. En général, la phase continue est modélisée par des méthodes incompressibles, tandis que la phase impulsionnelle est traitée par des méthodes compressibles. Or, il n'est pas possible de résoudre des écoulements compressibles avec une méthode incompressible, et en raison de la contrainte sur le pas de temps, une méthode compressible n'est pas adaptée à la résolution d'écoulements incompressibles. Comme on souhaite modéliser un foudroiement dans son intégralité, il est nécessaire de rechercher des méthodes compressibles capables de résoudre des écoulements à faible Mach pour des valeurs de pas de temps raisonnables. Les méthodes semi-implicites, en implicitant une partie des termes des équations de conservation, permettent de réduire la contrainte sur le pas de temps et ainsi, de résoudre un écoulement à faible Mach avec un schéma compressible. Après une étude bibliographique sur les méthodes existantes, une nouvelle méthode semi-implicite traitant le gaz réel a été développée dans le cadre de cette thèse et implémentée dans le

code MHD TARANIS. La prise en compte des gaz réels est possible grâce à l'utilisation de tables thermodynamiques générées par le code SETHI. Pour diminuer les contraintes sur les temps de simulation des géométries 3D, le code TARANIS est couplé à des algorithmes d'adaptation de maillage anisotrope développés à l'INRIA. Ces algorithmes permettent de générer un maillage adapté à l'écoulement, en ne maillant que les zones nécessaires. Il a donc été nécessaire d'ajuster les critères d'adaptation, initialement développés pour les calculs de mécanique des fluides, à ceux d'un plasma thermique. Pour valider la capacité du nouveau schéma à modéliser des arcs continus, une configuration d'un arc à combustion libre entre une cathode en forme de pointe et une anode en forme de plaque a été modélisée en 3D. Cette configuration permettra de démontrer la capacité du code TARANIS à modéliser des arcs continus et de montrer les avantages des algorithmes d'adaptation de maillage dans le cadre de modélisations d'écoulements plasma.

Mots clés

Mécanique des fluides, CFD, plasma, foudre, simulation 3D, MHD, adaptation de maillage anisotrope