

PROPOSITION DE STAGE EN COURS D'ETUDES

Référence : **DMPE-2025-16**
 (à rappeler dans toute correspondance)

Lieu : Toulouse

Département/Dir./Serv. : DMPE/HEAT

Tél. : 05 62 25 28 35

Responsable(s) du stage : G. Dufour (DTIS), L. Reboul (DTIS), N. Dellinger (DMPE), X. Lamboley (DMPE)

Email :
 Nicolas.Dellinger@onera.fr

DESCRIPTION DU STAGE

Thématique(s) : Mathématiques Appliquées et leurs Interactions, Calcul Scientifique

Type de stage : Fin d'études bac+5 Master 2 Bac+2 à bac+4 Autres

Intitulé : Adaptation locale des schémas d'intégration temporelle explicite de type Super Time Stepping appliqués aux problèmes de diffusion thermique

Sujet :

Dans le cadre du projet de recherche PASCHEN (simulation numérique de chambre à arc) de l'ONERA, des travaux préliminaires ont montré l'intérêt des méthodes d'intégration temporelle explicite Super-Time Stepping pour les équations de diffusion-advection dans les milieux poreux. Cette famille de méthodes repose sur l'utilisation d'un schéma multi-étapes permettant d'augmenter la stabilité de la méthode, ce qui permet d'assouplir les contraintes de stabilité sur les nombres de Fourier et de CFL qui sont souvent limitantes avec les méthodes explicites classiques, tout en permettant une approximation au second ordre [1,2].

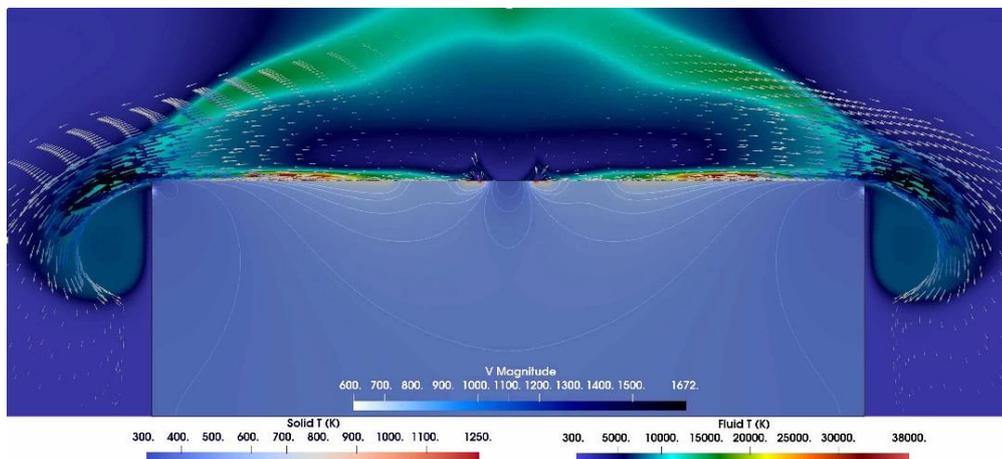


Figure 1- Champs de température et de vitesse dans simulation numérique de chambre à arc couplé à la dégradation de l'électrode, réalisée avec le code MoDeTheC avec l'aide d'une méthode de Super-Timestepping.

Dans la continuité de ces travaux, une première étude a été menée pour ajouter des fonctionnalités d'adaptation locale à ces méthodes de Super-Time Stepping [3], tout en conservant les propriétés principales (ordre, stabilité) comme ce qui est observé dans les méthodes de Local Time Stepping [4]. Deux voies peuvent être étudiées : d'une part, l'adaptation locale du pas d'intégration et d'autre part, l'adaptation locale du nombre d'étapes de la méthode, les deux en fonction de critères de stabilité cibles. Le but du stage est de montrer qu'il est possible de préserver la précision de la simulation tout en gagnant en performance dans le cas où les coefficients de diffusion des matériaux sont très différents. Pour cela, un notebook Python déjà mis en œuvre dans PASCHEN sera complété afin d'éprouver ces nouvelles méthodes appliquées aux équations de diffusion de la chaleur anisotrope. A l'issue de ces développements, si le temps le permet, les fonctionnalités développées devront être implémentées dans le solveur MoDeTheC. MoDeTheC est un solveur volumes finis centré cellule parallèle dédié à la modélisation de la dégradation thermique des

matériaux composites. Il prend en compte les transferts de chaleur et de masse dans les matériaux poreux anisotropes dégradables.

Dans le cadre de ce stage, la participation à la rédaction d'un papier de conférence est envisagée afin de valoriser les travaux réalisés.

[1] Alexiades, V., Amiez, G., & Gremaud, P. A. (1996). Super-time-stepping acceleration of explicit schemes for parabolic problems. *Communications in numerical methods in engineering*, 12(1), 31-42.

[2] Gurski, K. F., & O'Sullivan, S. (2010, September). An Explicit Super-Time-Stepping Scheme for Non-Symmetric Parabolic Problems. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1281, No. 1, pp. 761-764). American Institute of Physics.

[3] Dellinger N., Dufour G., Lamboley X., Reboul L. and Rogier F. Local Timestep Super-Time-Stepping Integration Methods Applied to Heat and Mass Transfer in Anisotropic Porous Media,

[4] Grote, M. J., Mehlh, M., & Mitkova, T. (2015). Runge--Kutta-based explicit local time-stepping methods for wave propagation. *SIAM journal on scientific computing*, 37(2), A747-A775.

Est-il possible d'envisager un travail en binôme ? Non

Méthodes à mettre en oeuvre :

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche théorique | <input type="checkbox"/> Travail de synthèse |
| <input checked="" type="checkbox"/> Recherche appliquée | <input type="checkbox"/> Travail de documentation |
| <input type="checkbox"/> Recherche expérimentale | <input type="checkbox"/> Participation à une réalisation |

Possibilité de prolongation en thèse : A renseigner

Durée du stage : Minimum : 5 mois Maximum : 5 mois

Période souhaitée : Mars 2025 – Septembre 2025

PROFIL DU STAGIAIRE

Connaissances et niveau requis : Mathématiques Appliquées, Méthodes numériques. Connaissances en Python	Ecoles ou établissements souhaités : Ecole d'ingénieur, Master 2 Recherche
--	---