

Étude numérique du couplage pyrolyse-thermique lors de la dégradation d'un matériau.

Alexis CAS, CEA CESTA - Le Barp, 33114, FRANCE

Héloïse BEAUGENDRE, INRIA Bordeaux Sud-Ouest - Talence, 33400, FRANCE

Céline BARANGER, CEA CESTA - Le Barp, 33114, FRANCE

Simon PELUCHON, CEA CESTA - Le Barp, 33114, FRANCE

Lorsqu'un véhicule spatial rentre dans l'atmosphère terrestre, il est soumis à des flux de chaleur considérables, ce qui nécessite la modélisation de plusieurs phénomènes physiques. La propagation de la chaleur dans le matériau est atténuée par une dégradation chimique en profondeur du matériau, appelée pyrolyse (causant une variation de densité, de conductivité et de capacité thermique) et une dégradation physico-chimique à la paroi du véhicule, appelée ablation. La modélisation de la pyrolyse s'appuie sur une loi d'Arrhénius, appliquée à un matériau isotrope dans une configuration unidimensionnelle, sans tenir compte de la déformation du matériau. Premièrement, cette modélisation peut être enrichie par la prise en compte du gonflement [2], causé par la température intense qui dilate le matériau par expansion thermique. De plus, la considération de l'anisotropie du matériau et des directions de gaz de pyrolyse non unidimensionnelles permettront de complexifier le modèle. L'utilisation de modèles de pyrolyse plus élaborés, incorporant plusieurs lois d'Arrhénius [1] et dépendances thermiques, est également nécessaire pour obtenir une réponse thermique plus précise. L'étude numérique de ces phénomènes est essentielle pour le dimensionnement des boucliers thermiques. Dans ces travaux, les différentes méthodes numériques de résolution de ce système d'EDP non linéaires fortement couplées seront comparées et analysées. L'objectif est d'obtenir une méthode consistante et robuste. L'amélioration du suivi du front de pyrolyse sera présentée en utilisant une méthode d'adaptation du maillage à connectivité constante basée sur un raffinement dans les zones de fortes variations de densité.

- [1] J.-F. Epherre, L. Laborde. *Pyrolysis of carbon phenolic composites*. In *Fourth International Symposium Atmospheric re-entry vehicles and systems*, 2005.
- [2] J. Henderson, T. Wiecek. *A mathematical model to predict the thermal response of decomposing, expanding polymer composites*. *Journal of composite materials*, **21**(4), 373–393, 1987.