

# Modélisation et simulation de la construction d'un revêtement céramique élaboré par procédé de projection plasma de suspension

Asaph Palencia, Institut de Mécanique et d'Ingénierie – Bordeaux INP – Université de Bordeaux

## Résumé :

La projection plasma de suspension (SPS) est un procédé émergent au niveau industriel notamment pour la création des barrières thermiques. Elle est classée pour l'aéronautique dans les procédés spéciaux dont les éléments de sortie ne peuvent être vérifiés que par une surveillance ou une mesure effectuée a posteriori et dont les déficiences n'apparaissent de ce fait, qu'une fois le produit en usage. La simulation numérique permet alors de grandement accélérer la compréhension des phénomènes pour assister la mise en œuvre expérimentale du procédé. Elle nécessite une connaissance profonde des phénomènes et une analyse précise des comportements fluides et thermiques à l'échelle des gouttes s'écrasant sur le substrat pour accéder à des conditions opératoires optimales.

La thèse a donc comme objectif de modéliser et simuler l'impact d'une et de plusieurs particule/s, afin de contribuer à la compréhension des phénomènes (dynamique et thermique) et d'analyser l'influence des conditions physiques sur l'étalement et sur la forme finale du dépôt. Le code massivement parallèle de mécanique des fluides *Notus*, développé à l'I2M, est utilisé pour la résolution des équations de Navier-Stokes, la représentation des interfaces libres et la prise en compte des transferts thermiques.

Les travaux sont orientés sur le développement numérique de méthodes capables de restituer le comportement d'interfaces mobiles des gouttes lors de l'impact, sous des contraintes fortes (grandes vitesses, haute température, changement d'état). Le code est ainsi adapté et complété pour tenir compte des différents phénomènes responsables. Par exemple, étant donné que les gouttes sont de taille micrométrique voire submicronique dans le procédé SPS, les effets de raréfaction dans le gaz plasmagène sont modélisés en fonction du nombre de Knudsen. Pour simuler le changement d'état, une nouvelle approche de la méthode de linéarisation de l'enthalpie liquide-solide [1] est implémentée en multiphasique.

Suite à la mise en place et l'adaptation de modules complémentaires représentatifs des phénomènes physiques pertinents, des simulations numériques massivement parallèles de gouttes sont effectuées sur des supercalculateurs régionaux (et nationaux, éventuellement) pour interpréter les relations entre conditions d'impact et morphologie des gouttes post-impact.

[1] Kaaks, B.J., Reus, J.W.A., Rohde, M., Kloosterman, J.L., Lathouwers, D., 2022. Numerical Study of Phase-Change Phenomena: A Conservative Linearized Enthalpy Approach.