

Thèse Mines Paris : Adaptation espace-temps anisotrope pour la simulation du procédé d'essorage pneumatique

Contexte

L'acier galvanisé joue un rôle essentiel dans la transition vers une économie bas carbone. Résistant à la corrosion, 100 % recyclable, il est au cœur des infrastructures durables, des véhicules électriques et des énergies renouvelables (éolien, solaire, hydraulique). ArcelorMittal s'engage activement à réduire son empreinte environnementale en optimisant les procédés industriels pour limiter la consommation de matières premières et d'énergie.

Le procédé d'essorage pneumatique, phase clé du revêtement métallique (zinc/aluminium), utilise des jets d'air supersoniques pour contrôler l'épaisseur du film liquide déposé sur des bandes d'acier en mouvement. La maîtrise de ce procédé est déterminante pour la qualité, la performance environnementale et la vitesse de production.

Objectifs

Développer une plateforme de **simulation numérique avancée (CFD multiphysique)** capable de modéliser avec précision l'interaction complexe entre le film métallique liquide et les jets d'air turbulents. L'objectif est de prédire l'épaisseur du revêtement, les défauts de planéité, et d'explorer les mécanismes d'instabilités à différentes échelles, dans un cadre industriel.

- Simulation 3D instationnaire d'écoulements multiphasiques, capillaires et fortement turbulents.
- Adaptation de maillage **anisotrope espace-temps**, pilotée par des estimateurs d'erreur a posteriori.
- Couplage de méthodes avancées : **éléments finis stabilisés, LevelSet, modélisation VMS/LES**.
- Résolution multi-échelle : du micron (film) au mètre (bande), rapports d'anisotropie > 1000.
- Optimisation des temps de calcul via des algorithmes massivement parallèles et adaptatifs.
- Intégration dans la librairie C++ éléments finis massivement parallèle

Profil recherché :

Formation de niveau Master 2 ou ingénieur en mécanique des fluides, mathématiques appliquées ou simulation numérique.

Solides compétences en CFD et programmation scientifique (C++).

Intérêt pour la recherche appliquée à fort impact environnemental et industriel

Encadrement et environnement :

La thèse aura lieu au CEMEF, centre de recherche de Mines Paris – PSL basé à Sophia Antipolis, en collaboration avec le centre de R&D d'ArcelorMittal.

Accès aux supercalculateurs du laboratoire, à des données expérimentales industrielles, et à un encadrement scientifique de haut niveau, dans un environnement stimulant à l'interface entre science académique et innovation industrielle.