



Sous réserve de l'avis des rapporteurs

Avis de soutenance

Guillaume de ROMÉMONT

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés :

Méthodes des volumes finis basées sur l'apprentissage automatique pour la dynamique des fluides compressibles

Encadrants

M. CHINESTA Francisco

M. RENAC Florent

M. GUEYFFIER Denis

M. NUNEZ Jorge

Vendredi 21 novembre 2025 à 10 h

ENSAM

151 boulevard de l'Hôpital

75013 Paris

Amphi Pinel

Résumé

Les équations aux dérivées partielles hyperboliques sont centrales en physique et notamment en aéronautique pour modéliser différents phénomènes, tel que la propagation d'ondes, mais elles développent naturellement des discontinuités. Ces solutions ne sont pas nécessairement uniques et les équations doivent être complétées par des conditions d'admissibilité supplémentaires afin de sélectionner la solution physique, telles que les inégalités d'entropie. Tandis que les calculs numériques visent à supplanter différentes démarches expérimentales, ils deviennent de plus en plus lourds en termes de temps de calcul afin de capturer toutes les différentes échelles. L'apprentissage automatique offre alors de nouvelles possibilités pour résoudre ces problèmes, en ayant de bonnes capacités de généralisation et des temps d'inférences généralement faibles. Cependant, ce type de solveur est souvent confronté à des problèmes de stabilité et ne peut en général pas respecter certaines contraintes physiques exactement. Les travaux récents se sont donc concentrés sur des méthodes hybrides, intégrant l'apprentissage automatique dans des schémas volumes finis afin d'améliorer la capture des chocs, des limiteurs de flux ou la prédiction des flux, même si des défis subsistent pour trouver un équilibre entre précision, stabilité et efficacité de calcul. Cette thèse propose un modèle sous-grille interprétable et cohérent avec l'entropie, doté de capacités de super-résolution et intégré dans un solveur volumes finis du second ordre, capable de reproduire des solutions à maillage fin sur des maillages grossiers sans enfreindre les contraintes physiques. La présente thèse développe également une architecture de transformer préservant le volume, adaptée aux EDPs hamiltoniennes.

Mots clés : Apprentissage Automatique, Méthode des Volumes Finis, Lois de Conservation Hyperboliques, Réseaux Neuronaux Convolutifs, Transformer, Hamiltoniens

Composition du jury

M. Francesco CHINESTA	Professeur, ENSAM	Examineur
M. Elias CUETO	Professeur, Université de Saragosse	Rapporteure
M. Antonio FALCO	Professeur, Université Cardinal Herrera	Rapporteure
Mme Taraneh SAYADI	Professeure, HDR, CNAM	Examineur
M. Xavier MERLE	Chargé de Recherche, ENSAM	Examineur
Mme Paola CINNELLA	Professeure, Sorbonne Université	Examineur
M. Victor MICHEL-DANSAC	Chargé de Recherche, INRIA	Examineur
