

## Méthodes hybrides espace-temps pour les équations cinétiques collisionnelles

Tino LAIDIN, LMBA - Brest

Thomas REY, LJAD - Nice

Je présente une série de travaux en collaboration avec T. Rey [1, 3, 4, 2] développant des stratégies hybrides pour l'approximation des équations cinétiques collisionnelles, en prenant en compte à la fois les aspects spatiaux et temporels. Les équations cinétiques sont des EDP de grande dimension, et leur simulation numérique se heurte rapidement à la malédiction de la dimension. Cette observation motive le développement de stratégies numériques efficaces visant à réduire le coût de calcul tout en conservant une bonne précision. Cet exposé explore trois approches complémentaires : les méthodes hybrides en espace, la parallélisation multi-échelle en temps, et des schémas hybrides espace-temps entièrement couplés.

L'hybridation spatiale est obtenue grâce à des critères mesurant la distance à un équilibre local et à des grandeurs macroscopiques. La parallélisation en temps utilise un algorithme pararéel et couple un solveur asymptotique grossier avec un solveur cinétique fin. Enfin, des schémas AP sont utilisés pour traiter la raideur des équations sous les différentes mises à échelle considérées. Les propriétés et les performances des différentes méthodes seront illustrées par des simulations numériques.

- [1] T. Laidin. *Hybrid kinetic/fluid numerical method for the Vlasov-BGK equation in the diffusive scaling*. Kinet. Relat. Models, **16(6)**, 913–947, 2023. doi :10.3934/krm.2023013.
- [2] T. Laidin. *A space-time hybrid parareal method for kinetic equations in the diffusive scaling*, 2025. Accepted in SEMA SIMAI Springer Series dedicated to the 2nd Young Researchers Conference on “Numerical Aspects of Hyperbolic Balance Laws and Related Problems”. Preprint, arXiv :2511.13386.
- [3] T. Laidin, T. Rey. *Hybrid kinetic/fluid numerical method for the Vlasov-Poisson-BGK equation in the diffusive scaling*. In *oui*, pp. 229–237. oui, 2023. doi :10.1007/978-3-031-40860-1\_24.
- [4] T. Laidin, T. Rey. *A Parareal in time numerical method for the collisional Vlasov equation in the hyperbolic scaling*, 2025. To appear in SIAM MMS.