

# Modélisation des ballottements d'ergols dans les réservoirs de véhicule spatiaux.

Développement de modèles CFD et réseaux de neurones informés par la physique pour les conditions de micro-gravité ou faible facteur charge

Ludovic Andrieux

24 juin 2025

- Développer un cadre générique pour modéliser le comportement des ergols dans les réservoirs spatiaux en conditions de micro-gravité et faible facteur de charge.
- Intégrer plusieurs niveaux de fidélité :
  - Modèles analytiques (pendulaires, masse-ressort),
  - Simulation CFD (gaz/liquide, interface libre, transfert thermique),
  - Réseaux de neurones informés par la physique (PINN, NO, PINO).
- Assurer la portabilité dans des environnements industriels (interopérabilité ECSS/SMP).
- Évaluer le compromis précision/rapidité pour des cas réalistes (simulateur numérique).

## Approche structurée en 3 volets :

- ❶ **Modélisation physique** : cas tests et données pour l'apprentissage.
- ❷ **Développement multi-modèles** : CFD et PINN.
- ❸ **Évaluation des performances** : benchmarks, stratégie de sélection.

## Apports attendus :

- Meilleure modélisation en micro-gravité et phases de retournement.
- Modèle embarquable sur du temps réels.
- Réduction des conservatismes dans l'initialisation des modèles pendulaires.
- Gains opérationnels grâce à l'intégration dans des simulateurs industriels.