

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Prototypage numérique d'avions sans remaillage : interaction fluide-structure rapide avec éléments finis immergés

Référence : **SNA-DTIS-2026-11**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2026

Date limite de candidature : 01/06/2026

Mots clés

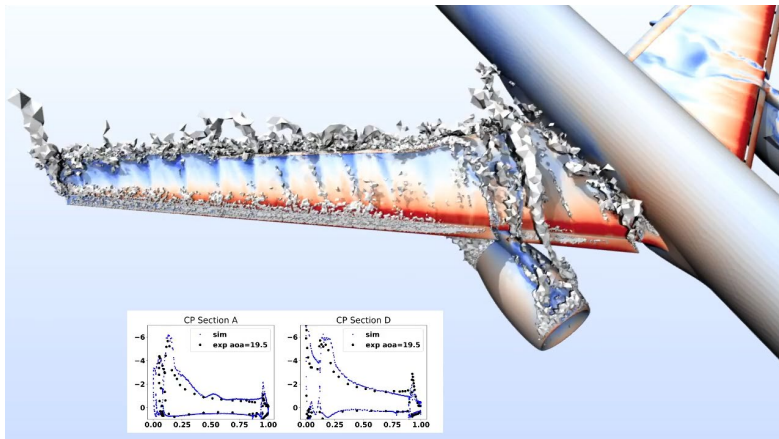
Adaptive Euler, shell, CutFEM, immersed geometry, higher order, finite element method

Profil et compétences recherchées

Master 2 ou école d'ingénieur

Mathématiques appliquées, méthodes numériques pour les EDP, méthode des éléments finis

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif



Résultats du calcul adaptatif d'Euler pour l'atelier sur la prévision de la portance élevée.

(Johan Jansson, <https://icarusmath.com/>)

Cette thèse porte sur la **construction de modèles d'interaction fluide-structure** capables de **tester rapidement** de nouvelles configurations d'avion (déflexions de volets, variantes de rigidité, planforms). Pour obtenir des résultats en temps court, nous adoptons des **modèles simplifiés mais pertinents** : un modèle d'écoulement compressible basé sur les **équations d'Euler avec adaptativité** et un modèle de **coque mince de Kirchhoff-Love** pour la structure. L'ambition est de fournir, à **coût calculatoire maîtrisé**, des **indications quantitatives fiables** (portance, traînée, déflexions) afin d'orienter les études plus détaillées.

Côté fluide, une discrétisation éléments finis avec **indicateurs orientés objectifs** concentre l'effort là où cela compte. Les stabilisations résiduelles induisent une **viscosité numérique** décroissant avec la taille de maille, jouant le rôle d'une **modélisation sous-maille implicite** et permettant de capturer les structures dominantes sans surcoût excessif.

Côté structure, la voilure est décrite par une **coque KL** en **calcul différentiel tangentiel**. Le couplage s'effectue via des **éléments finis immergés** (méthode CutFEM) : immersion de la coque dans un maillage fluide générique, **termes de Nitsche** pour la continuité, et **ghost-penalities** pour la robustesse **sans remaillage** lors des variations géométriques.

Un avantage déterminant est la **gestion indépendante des maillages** fluide et structure, autorisant un **affinage local ciblé** de l'un sans pénaliser l'autre et des **cycles d'exploration courts** avec **traçabilité de l'erreur**. Le ou la doctorant-e travaillera à l'interface **modèles – méthodes – logiciel** (formulation variationnelle, adaptativité, couplage consistant pour l'adjoint, intégration FEniCSx/CutFEMx). Le/la doctorant-e aura l'occasion de mesurer les performances de la méthode proposées sur des configurations avion réalistes.

Collaborations envisagées:

Johan Jansson, KTH Stockholm, Division of Computational Science and Technology, Stockholm, Sweden.

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Traitement de l'information et Systèmes

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact : Susanne Claus

Email : susanne.claus@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Susanne Claus

Tél. : 01 80 38 65 52

Email : susanne.claus@onera.fr