

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

**Intitulé : Prototypage numérique d'avions sans remaillage : interaction fluide–structure rapide avec éléments finis immersés**

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

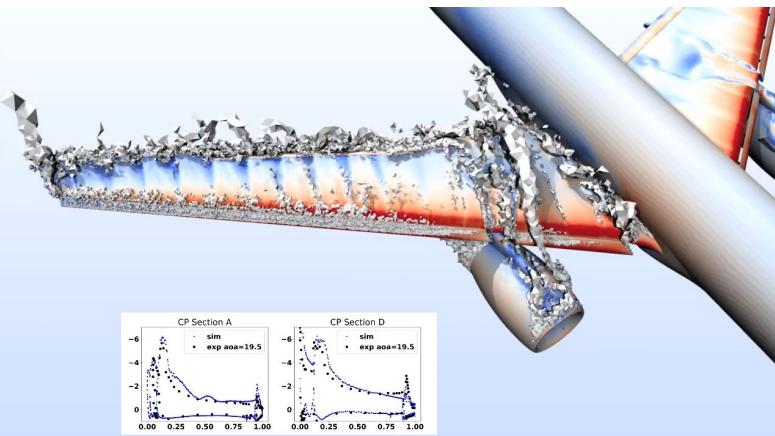
Adaptive Euler, shell, CutFEM, immersed geometry, higher order, finite element method

### 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 (déflections 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 immersés** (méthode CutFEM) : immersion de la coque dans un maillage fluide générique, **termes de Nitsche** pour la continuité, et **ghost-penalties** 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