

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

### Intitulé : Vérification formelle d'une librairie distribuée de manipulation de maillage

Référence : **TIS-DTIS-2026-35**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 2026

Date limite de candidature :

#### Mots clés

Preuve de programme, distribution, maillage

#### Profil et compétences recherchées

Master 2 informatique ou 3<sup>e</sup> année d'ingénieur avec des bases solides en preuve de programme et distribution.

#### Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Depuis plusieurs années, l'ONERA développe une librairie de gestion de maillages, appelée ParaDiGM [1], et qui est utilisée par plusieurs logiciels important à l'ONERA ainsi que par la librairie cwipi [2]. La spécificité de cette librairie est que tous ses algorithmes sont implémentés de manière concurrente et distribuée, ce qui lui permet de gérer très rapidement des maillages de très grande taille. Les fonctionnalités mises à disposition dans cette librairie peuvent être regroupées en trois catégories :

- la manipulation de maillage (par exemple : partitionnement, intersection, extraction, extension)
- la communication de valeur portées sur ces maillages
- l'analyse géométrique (par exemple : le placement de points dans un maillage et le calcul de distances)

Cette librairie est implémentée en C et la distribution de ses algorithmes repose sur le standard MPI. La nature géométrique et distribuée de cette librairie rend son développement difficile et garantir l'absence d'erreur est impossible en se basant seulement sur des tests et la rigueur des développeurs.

La problématique que l'on souhaite aborder dans cette thèse est le développement de théories logiques pour raisonner sur les maillages et les communications MPI afin de pouvoir prouver la validité (ou corriger, voire améliorer) les algorithmes implémentés dans la librairie ParaDiGM. Plus précisément, le déroulement de cette thèse suivra les points suivants :

- étudier les modèles de maillages pour en déduire les invariants associés
- étudier les modèles de données utilisés pour les calculs géométriques (tels que les octree distribués) pour en déduire les invariants associés
- formaliser les fonctions de communication MPI utilisées dans ParaDiGM
- identifier un assistant à la preuve de programme existant, comme why3 [3] ou frama-C [4], et l'étendre avec les modèles de maillage et les spécifications MPI identifiées précédemment
- appliquer cet assistant à la preuve d'une sous-partie ou de la totalité de ParaDiGM

Bien que le sujet d'étude de cette thèse soit la librairie ParaDiGM, tous les points à étudier sont des modèles et fonctionnalités standards, et donc les résultats de cette thèse seront directement applicables à d'autres librairies et logiciels. Ces résultats feront l'objet de publications dans des revues et des conférences scientifiques.

[1] <https://github.com/onera/paradigm>

[2] <https://w3.onera.fr/cwipi/fr>

[3] <https://www.why3.org/>

[4] <https://www.frama-c.com/>

<b>Collaborations envisagées</b>	
<b>Laboratoire d'accueil à l'ONERA</b> Département : Traitement de l'information et Systèmes Lieu (centre ONERA) : Palaiseau <b>Contact</b> : Michael Lienhardt Tél. : 0180386649      Email : michael.lienhardt@onera.fr	<b>Directeur de thèse</b> Nom : Frédéric Loulergue Laboratoire : Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans Tél. : Email : frederic.loulergue@univ-orleans.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>