

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Caractérisation des états transitoires de la matière par une approche couplée simulation-expérience

Référence : **PHY-DPHY-2025-11** (à rappeler dans toute correspondance)

Début : 2025 – Financement Acquis (ANR)

Date limite de candidature : Dec. 2025

Mots clés : Imagerie de rayons X, régime transitoire, équation d'état, interaction rayonnement-matière, méthode optique avancée, traitement d'image, approche couplée simulation/expérimentation.

Profil et compétences recherchées (souhaitable mais non obligatoire) :

- un fort attrait pour l'analyse de données et l'approche couplée simulation/expérimentation
- une formation en physique (optique/physique des plasmas/interaction rayonnement ionisant-matière/instrumentation/métrie)
- une bonne connaissance des langages de programmation informatique (Python / C, C++, Matlab...)
- la connaissance des codes de transport de particules Monte Carlo serait un plus.

A l'issue de la thèse, l'étudiant·e aura développé des compétences en :

- état de la matière hors équilibre thermodynamique
- analyse d'images
- modélisation et instrumentation numérique
- résolution de problème, travail en équipe, gestion de projet, communication orale et écrite.

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif :

Un certain nombre de problématiques portées par l'ONERA et le CEA impliquent la caractérisation de phénomènes transitoires où la matière peut être sous forme diphasique (écoulement pour la combustion) ou hors équilibre thermodynamique (fabrication additive, ondes de choc dans des polymères ou les composites carbonés). Caractériser les propriétés transitoires de la matière (état et densité) permettrait de mieux définir les équations d'état dans les régimes de température et de pression propre à chacune de ces applications.

L'imagerie par rayons X (IRX) est une technique de caractérisation qui offre une haute résolution spatiale et permet de déterminer les caractéristiques physiques (état, densité, composition) de la matière. Son application résolue en temps serait donc une solution de choix pour caractériser les états transitoires. Cependant, cette capacité ne se trouve actuellement qu'au synchrotron, alors que les expériences de l'ONERA et du CEA se font sur des larges installations fixes.

Le travail de thèse s'inscrit dans un contexte collaboratif riche entre l'ONERA (Palaiseau) et le CEA List (Saclay), qui vise à soutenir, par une approche couplée simulation-expérience, la conception et le développement d'une chaîne de mesure par IRX résolue en temps pouvant être déployée en laboratoire sur une large gamme d'expériences non déplaçables au synchrotron.

A l'aide des codes de simulation spécialisés développés à l'ONERA et au CEA, et des capacités expérimentales du synchrotron (ESRF – Grenoble), il s'agira de déterminer les configurations qui permettent de confronter résultats expérimentaux et résultats de modélisation afin de constituer une base de données hybride. Cela impliquera d'exploiter les images acquises au synchrotron pour extraire les informations physiques pertinentes permettant de dialoguer avec les sorties de codes. Les connaissances acquises permettront d'améliorer les modèles physiques par une meilleure prise en compte des équations d'état. Puis, à partir de cette base de données hybride, on développera un ensemble de méthodes (apprentissage, filtrage, test numérique...) qui devraient être appliquées pour exploiter un banc de laboratoire d'IRX résolu en temps.

Collaborations envisagées : ONERA DOTA, CEA List, ESRF

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Contact de l'encadrante : Amélie Jarnac

Tél. : 0180386430 Email : amelie.jarnac@onera.fr

Directrice de thèse

Nom : Amélie Jarnac

Ecole Doctorale : Onde et Matière (EDOM)

