

# Annnonce de Soutenance de Thèse

## Stabilité d'écoulements pertinents en fusion par confinement inertiel : perturbations optimales

Présentée par : **Jean-Gabriel Thiriet**

Laboratoire : **Centre de Physique Théorique**

**Date et Heure** : Mercredi 22 Janvier 2025 à 14h00

**Lieu** : Amphithéâtre Becquerel, École Polytechnique

### Résumé de la thèse :

La fusion par confinement inertiel (FCI) vise à déclencher des réactions de fusion thermonucléaire en implosant une capsule sphérique à l'aide d'un rayonnement intense. Le développement d'instabilités hydrodynamiques pendant l'implosion en dégrade la symétrie et reste le principal obstacle au déclenchement de ces réactions. De nombreux efforts ont été déployés au cours des dernières décennies pour capturer les instabilités hydrodynamiques les plus dangereuses pour la FCI. Deux approches sont classiquement mises en oeuvre dans l'analyse de ces instabilités : l'étude de l'amplification temporelle de perturbations initiales ou aux limites bien choisies et l'étude des mécanismes physiques en jeu au cours de phases élémentaires de l'implosion (écoulement d'ablation, d'onde de choc, d'onde de détente, etc) ou pour des modèles simplifiés d'implosion. Bien que ces approches aient permis une meilleure compréhension des instabilités hydrodynamiques en FCI, elles restent incomplètes et sont susceptibles de ne pas capturer des perturbations qui pourraient s'avérer critique pour l'écoulement. La nature transitoire des phénomènes hydrodynamiques et la durée finie d'une implosion soulignent la nécessité d'analyses en temps courts de perturbations. L'analyse non-modale de stabilité hydrodynamique répond à ce besoin en permettant l'identification systématique de dynamiques transitoires de perturbations via la recherche de perturbations optimales initiales ou de frontières. Dans une étude précédente, une recherche de perturbations initiales optimales a permis d'identifier des croissances transitoires dominantes de perturbations linéaires dans un écoulement d'ablation (Varillon, 2019). Dans ce travail, nous élargissons cette analyse non-modale de stabilité linéaire à d'autres écoulements d'intérêts en FCI (onde de détente, compression homogène isentropique) et au problème de perturbations optimales de frontières. Les caractères non-stationnaire, compressible, stratifié de ces écoulements et les déformations de leur frontières posent autant de difficultés. Dans ce cadre une analyse de stabilité non-modale requiert une méthode d'optimisation de type direct-adjoint. La formulation des équations adjointes est établie ici par la méthode de dualité, corroborant celle précédemment obtenue par la méthode des multiplicateurs de Lagrange. Une recherche de perturbations initiales optimales est mise en oeuvre pour une compression homogène isentropique mettant en lumière des crois-

sances transitoires dans l'écoulement due à la propagation d'ondes acoustiques. La méthode d'optimisation de perturbations de frontières est d'abord illustrée dans le cas de la perturbation de la tête d'une onde de détente isentropique. En particulier, l'épaisseur de la détente et la longueur d'onde transverse de la perturbation jouent un rôle déterminant dans l'amplification des perturbations. Enfin cette méthode est appliquée à la recherche de perturbations optimales au front de choc amont d'une onde d'ablation auto-semblable.

## Composition du jury :

- **Président du jury** : Christophe Josserand, Directeur de recherche CNRS, École polytechnique, LadHyX.
- **Rapporteur** : Denis Sipp, Directeur de recherche, ONERA, DAAA.
- **Rapporteur** : Ludovic Hallo, Directeur de recherche, CEA CESTA.
- **Examineur** : Lutz Lesshafft, Directeur de recherche CNRS, École polytechnique, LadHyX.
- **Examineur** : Jean-Christophe Robinet, Professeur, Arts et métiers, DynFluid
- **Directeur de thèse** : Arnaud Couairon, Directeur de recherche CNRS, École polytechnique, CPHT.
- **co-Directeur de thèse** : Jean-Marie Clarisse, Expert senior, CEA/Bruyères-le-Châtel.

