

## Sujet de thèse du Laboratoire LAC (un seul sujet proposé)

**Titre :** Commande et observation des systèmes de dimension infinie

### Comité d'encadrement:

F. Giri, directeur

T. Ahmed-Ali, co-directeur

E. Magaratto, co-encadrant

### Description

De très nombreux phénomènes physiques sont modélisés par des équations aux dérivées partielles (EDPs). Ecoulement de fluides, propagation d'ondes, rayonnement de plasmas sont autant d'exemples de phénomènes dont la modélisation fait appel à des EDPs et qui se trouvent au cœur de plusieurs systèmes technologiques avancés. La présence d'EDPs dans le modèle de ces systèmes confère à ceux-ci une dimension infinie dans la mesure où l'état de tels systèmes est une fonction, non seulement de la variable temps  $t$ , mais aussi d'une autre variable, couramment dite d'espace, communément notée  $x$ , appartenant à un domaine  $\Omega$  non dénombrable.

Le présent projet de thèse s'inscrit dans le cadre d'une activité de recherche, en plein essor à l'échelle internationale, portant sur le contrôle des systèmes modélisés entièrement ou partiellement par des EDPs. Dans le cadre de cette thèse, l'accent sera mis sur les problèmes d'observation et de commande pour des classes de systèmes comprenant des PDEs de type hyperbolique sujets l'incertitude paramétrique et des cascades ODE-PDE et PDE-ODE. Il s'agit d'élaborer pour ces classes de systèmes des méthodes de synthèse et d'analyse d'observateurs capables d'estimer l'état et les paramètres inconnus du système. Il s'agit aussi de développer des méthodes de synthèse et d'analyse de régulateurs stabilisant et hautement performants en termes de poursuite de trajectoires de référence et de régulation en présence de perturbations et de diverses contraintes. Ces dernières incluent les contraintes et les défauts induits par les actionneurs et les capteurs et les contraintes de communication liées à la présence d'un média de communication fonctionnant suivant un protocole donné. Nous faisons le choix de placer tous les travaux développés dans le cadre du contrôle à la frontière, ce qui revient à aborder les problèmes étudiés sous la contrainte que le système est commandé et observé à travers un nombre fini d'actionneurs et de capteurs généralement placés aux bords.

Le projet de thèse revêt donc une importante dimension fondamentale visant la levée de verrous scientifiques clairement identifiés. Mais, la thèse comprendra aussi un volet appliqué portant notamment sur les systèmes de génération et transport de l'énergie électriques. Le LAC possède déjà un savoir-faire dans ce domaine qu'elle vise à développer dans les prochaines années. Ses travaux antérieurs ont porté sur l'observation et la commande des ensembles convertisseur-machine, des systèmes de filtrage actif et des systèmes d'énergies renouvelables. La nouveauté va consister en *l'insertion de lignes de transport* d'énergie reliant les sources d'énergie (réseau de distribution, aérogénérateur, panneau PV) au système utilisateur ou au réseau électrique principal. La présence de ces lignes dans les systèmes d'énergies a souvent été négligée dans les travaux antérieurs ou assimilées à un simple retard pur constant. Il s'agit présentement d'en tenir compte à l'aide d'EDPs de type hyperbolique, sujettes à des incertitudes paramétriques. Les systèmes commandés seront alors modélisés par des cascades PDE-ODE ODE-PDE commandées et observées aux frontières. Nous visons l'application des résultats, en termes de synthèse d'observateurs et de régulateurs, obtenus dans la partie théorique de la thèse pour résoudre des problèmes pratiques liés à la présence d'une ligne de transport dans un systèmes d'énergie. Il s'agit d'élaborer des dispositifs de détection de défauts au niveau de la ligne de transport et des régulateurs qui permettent une meilleure compensation de la dynamique infini-dimensionnelle de la dynamique de la ligne.

### Pré-requis

Les candidats à cette thèse doivent posséder une connaissance suffisante de la théorie de stabilité de Lyapunov et des éléments de mathématiques appliqués relatifs aux équations aux dérivées partielles (analyse fonctionnelle, espaces de Hilbert, de Sobolev). Une connaissance des inégalités matricielles linéaires (LMIs) serait appréciable.

**Mot clefs :** systèmes non linéaires, systèmes de dimension infinie, commande non linéaire, observateurs non linéaires, systèmes non linéaires échantillonnés, systèmes non linéaires à retard, systèmes de transport d'énergie.