

## Avis de Soutenance

Madame Jie LIU

Sciences et Technologies Industrielles

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Estimation d'état pour des systèmes dynamiques linéaires singuliers et non linéaires basée sur des formes canoniques observables*

dirigés par Monsieur Driss BOUTAT et Monsieur Dayan LIU

Ecole doctorale : Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes - MIPTIS

Unité de recherche : PRISME - Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique

Soutenance prévue le **mardi 09 janvier 2024** à 14h00

Lieu : INSA Centre Val de Loire, 88 Bd Lahitolle, 18000 Bourges

Salle : des Conseils

### Composition du jury proposé

M. Driss BOUTAT	INSA Centre Val de Loire	Directeur de thèse
M. Michel ZASADZINSKI	Université de Lorraine	Rapporteur
M. Mohamed DJEMAI	Université Polytechnique Hauts-de-France	Rapporteur
M. Dayan LIU	INSA Centre Val de Loire	Co-directeur de thèse
M. Gang ZHENG	INRIA-Lille Nord Europe	Examineur
Mme Taous-Meriem LALEG-KIRATI	INRIA Saclay Île-de-France	Examinatrice
M. Gérard POISSON	Université d'Orléans	Examineur

**Mots-clés :** systèmes singuliers linéaires, systèmes dynamiques non linéaires, estimation non asymptotique et robuste, systèmes dynamiques de modulation auxiliaires, formes canoniques observables, dynamique auxiliaire

### Résumé :

Cette thèse a pour objectif, d'une part, de concevoir des estimateurs pour les systèmes singuliers linéaires en utilisant la méthode des fonctions de modulation. D'autre part, elle vise à développer des observateurs pour une classe de systèmes dynamiques non linéaires en utilisant la méthode des formes normales d'observateurs. Pour les systèmes singuliers, les estimateurs conçus sont présentés sous forme de formules intégrales algébriques, garantissant une convergence non asymptotique. Une caractéristique essentielle des algorithmes d'estimation conçus est que les mesures bruitées des sorties ne sont impliquées que dans des termes intégraux, conférant ainsi aux estimateurs une robustesse face aux bruits perturbateurs. Pour les systèmes non linéaires, l'idée principale de conception consiste à transformer les systèmes proposés en une forme simplifiée qui supporte les observateurs existants tels que l'observateur à grand gain et l'observateur en mode glissant. Cette forme simple est appelée forme canonique observable dépendant de la sortie auxiliaire. Pour les systèmes singuliers linéaires, nous transformons le système considéré en une forme similaire à la forme canonique observable de Brunovsky en injectant les dérivées des entrées et des sorties. Tout d'abord, pour les systèmes singuliers linéaires mono-entrée mono-sortie, la condition d'observabilité est proposée. Des formules algébriques avec une fenêtre d'intégration glissante sont obtenues pour les variables dans différentes situations sans connaître la condition initiale du système. Ensuite, pour les systèmes singuliers linéaires à multiples entrées et sorties, une méthode innovante d'estimation non asymptotique et robuste basée sur la forme canonique observable à l'aide d'un ensemble de systèmes dynamiques de modulation auxiliaires est introduite. Ces derniers systèmes auxiliaires sont donnés par la forme canonique observable contrôlable avec des conditions initiales nulles. En introduisant un ensemble de systèmes dynamiques de modulation auxiliaires qui fournit un cadre plus général pour générer les fonctions de modulation requises, des formules intégrales algébriques sont obtenues à la fois pour les variables d'état et les dérivées de sortie. De plus, l'efficacité et la robustesse des estimateurs proposés sont vérifiées par des simulations numériques dans cette thèse. Pour les systèmes dynamiques non linéaires, nous proposons une famille de systèmes dynamiques non linéaires à multiples sorties "prêts à porter" qui peuvent être transformés en formes normales d'observateurs dépendant de la sortie auxiliaire, permettant ainsi le support de l'observateur en mode glissant bien connu. Pour cela, au moyen de la méthode d'extension de dynamique et d'un ensemble des changements de coordonnées (calculs algébriques intégraux de base), les termes non linéaires sont annulés par une dynamique auxiliaire ou remplacés par des fonctions non linéaires des multiples sorties. Il convient de mentionner que cette procédure est menée à bien de manière compréhensible sans recourir aux outils de la géométrie différentielle, ce qui est convivial pour ceux qui ne sont pas familiers avec les calculs des crochets de Lie. De plus, l'efficacité et la robustesse des observateurs proposés sont vérifiées par des simulations numériques dans cette thèse. Deuxièmement, une classe plus large de systèmes dynamiques non linéaires à multiples entrées et sorties "prêts à porter" est fournie pour étendre et développer davantage les systèmes proposés dans le premier cas. De manière similaire, au moyen de la dynamique auxiliaire correspondante et d'un ensemble des changements de coordonnées, les systèmes fournis sont convertis en formes normales non linéaires ciblées dépendant à la fois des multiples sorties et des variables auxiliaires. Naturellement, cette procédure est également réalisée sans recourir aux outils géométriques. Enfin, des conclusions sont présentées avec quelques perspectives.