

# Introduction

Dans le domaine de l'automatique, l'étude des systèmes non linéaires constitue toujours un champ de recherche très riche. Contrairement aux systèmes linéaires pour lesquels l'automatique fournit une panoplie de méthodes d'analyse et de synthèse de lois de la commande, les systèmes non linéaires ne disposent pas d'outils et de méthodes générales pour l'analyse et la synthèse. Ceci est dû au fait que les systèmes non linéaires possèdent des structures extrêmement variées, des dynamiques complexes et peuvent présenter toutes sortes de comportements étranges.

La plupart des systèmes non linéaires sont caractérisés par des incertitudes structurelles et / ou non structurelles variantes dans le temps, ce qui rend leur commande très délicates et complexes à mettre en œuvre. Pour résoudre ce problème, plusieurs approches ont été développées dans la littérature. La commande par mode de glissement, par exemple, permet d'assurer la robustesse des systèmes incertains et perturbés en atténuant les effets des perturbations externes à un niveau désiré. Pour cela, on définit un critère, dit de type mode glissant. Le recours à des algorithmes de commande robuste est donc souhaitable aussi bien en stabilisation qu'en poursuite de trajectoire.

Parmi ces commandes, nous nous intéressons dans ce mémoire à deux classes de commande. La première classe de commande est la commande à structure variable. La seconde classe de commande est plus récente, appelée la commande par logique floue, elle est apparue grâce aux travaux du mathématicien Lotfi Zadeh.

La commande à structure variable qui est, par sa nature, une commande non linéaire, possède cette robustesse. Elle est basée sur la commutation de fonctions de variables d'état, utilisées pour créer une variété ou hypersurface de glissement, dont le but est de forcer la dynamique du système à correspondre avec celle définie par l'équation de l'hypersurface. Quand

## Introduction

---

l'état est maintenu sur cette hypersurface, le système se trouve en régime glissant. Sa dynamique est alors insensible aux perturbations extérieures et paramétriques tant que les conditions du régime glissant sont assurées. Ce type de commande présente plusieurs avantages tels que la robustesse, la stabilité, la simplicité et le temps de réponse très faible.

Toutefois, malgré l'ensemble des avantages de la commande à structure variable, un phénomène limite la généralisation de son application dans certains systèmes industriels, il s'agit du phénomène de broutement. En effet, dûes aux commutations rapides de la commande discontinue, des oscillations à hautes fréquences apparaissent, et peuvent exciter les parties non modélisées de la dynamique du système. Ceci est désormais néfaste aux actionneurs.

La deuxième classe de commande des systèmes dynamiques considérée dans ce mémoire et la commande par logique floue. La commande par logique floue est une commande intelligente utilisée sur des systèmes complexes et mal définis. L'idée de base de cette approche est d'utiliser l'expérience d'un opérateur humain sur un procédé pour la synthèse du contrôleur. A partir d'un ensemble de règles linguistiques décrivant la stratégie de commande, un algorithme de commande est construit avec des termes linguistiques définis comme des ensembles flous. Ces règles peuvent être obtenues à partir du modèle du système à commander.

Actuellement, beaucoup de travaux de recherche ont essayé de résoudre les problèmes de stabilité, de performance et de robustesse des contrôleurs à logique flou en utilisant souvent des descriptions de système basées sur des modèles réels. En fait, le problème de formulation analytique de la commande à logique floue est posé. Cependant, une solution est de trouver une approche pouvant adopter les techniques de commande linéaire et non linéaire tout en gardant les éléments flous de la boucle de commande. On peut envisager une loi de commande hybride combinant par exemple les lois de commande par logique floue et par régime glissant.

Ces deux approches de commande robuste ne peuvent être appliquées que si le modèle nominal du processus est parfaitement connu, les perturbations externes sont bornées et variant lentement. Une des approches permettant de lever la contrainte de la connaissance parfaite du modèle ainsi que les incertitudes. Cette méthode, permettant de combiner la logique floue et la théorie de la commande adaptative classique, a été améliorée en utilisant un terme de commande robuste. Ce terme est une loi de commande par mode de glissement afin d'assurer la robustesse et atténuer les effets des perturbations externes.

## **Introduction**

---

Ce mémoire est organisé en une introduction, cinq chapitres et une conclusion :

Le premier chapitre est consacré à quelques rappels sur les modèles d'état des systèmes non linéaires, la théorie de stabilité des systèmes non linéaires et les différentes méthodes de commande des systèmes non linéaires.

Dans le deuxième chapitre, sont présentées des notions générales sur la logique floue ainsi que la composition d'un système de commande floue, et les différents types de commande en utilisant la logique floue.

Le troisième chapitre, est un exposé des notions fondamentales de la commande à structure variable et quelques concepts de base sur la théorie des modes glissants.

Le quatrième chapitre est consacré à l'étude et la synthèse de la commande hybride par mode glissant flou pour résoudre le problème de la stabilité et la poursuite d'une trajectoire de référence pour une classe de systèmes non linéaires.

Dans le cinquième chapitre, on présente la technique de commande adaptative floue par mode de glissement. En fin, la conclusion présente le bilan de ce travail et les perspectives envisagées.