

# Modélisation, Analyse et Commande de Systèmes à Temps Continu

**Responsable** : Frédéric Gouaisbaut (frederic.gouaisbaut@laas.fr, 05.61.33.63.07)

## Objectifs

---

Dans de nombreuses applications industrielles, les systèmes que nous voulons asservir sont constitués de plusieurs dizaines de variables interagissant entre elles de manière complexe et souvent non linéaires, introduisant par exemple des saturations, des zones mortes... Pour modifier le comportement de ces systèmes, plusieurs variables de commande sont mises à notre disposition et le résultat de leur action est évalué par plusieurs capteurs. Nous obtenons ainsi un système à plusieurs entrées et plusieurs sorties. C'est le cas par exemple du problème de vol en formation de satellites qui est assuré par l'intermédiaire de plusieurs propulseurs et dont les mesures sont effectuées par de multiples senseurs stellaires et optiques. Ceci offre évidemment de nombreuses perspectives tant en terme de commande que d'observation mais pose également de nombreux problèmes pratiques et théoriques.

Ainsi, cette unité concerne la modélisation, l'analyse et la synthèse des systèmes linéaires et non linéaires multi-entrées multi-sorties par des méthodes à temps continu. L'étude des systèmes linéaires s'inscrit dans la veine des approches développées en Master 1 pour le cas mono-entrée mono-sortie. Une première partie du cours concerne les modélisations de tels systèmes et leur analyse structurelle. Le volet commande est limité aux techniques de commande par retour d'état en explorant les différentes possibilités offertes par l'utilisation d'entrées de commande multiples. Le volet relatif aux systèmes non linéaires prolonge les résultats élémentaires étudiés lors du Master 1 par des techniques d'analyse plus puissantes. Concernant leur commande, le cadre offert par la théorie de Lyapunov est privilégié.

## Contenu (C : 18h – TD : 18h – TP 12h)

---

### 1. Systèmes linéaires multivariables

- 1.1. Représentations et Modélisation  
Modélisation externe et interne - Équations différentielles couplées - Matrice de transfert
- 1.2. Analyse  
Pôles, zéros - Analyse structurelle - Réalisations minimales - Réduction de modèles
- 1.3. Commande  
Placement de pôles par retour d'état - Placement de structure propre - Retour de sortie -

Commande non interactive

### 2. Systèmes non linéaires

- 2.1. Compléments d'analyse de stabilité - Théorie de Lyapunov - Passivité - Stabilité
- 2.2. Commandabilité et Observabilité non linéaires – Dynamique des zéros
- 2.3. Synthèse de lois de commande - Backstepping - Observateurs à grand gain -

**Exemples de travaux pratiques** : commande d'un procédé hydraulique; stabilisation d'un pendule

## Pré-requis

---

Modules du Master 1 relatifs aux "systèmes linéaires invariants et aux systèmes non linéaires"

## Bibliographie

---

- A. Fossard. *Systèmes Multientrées-Multisorties*. Techniques de l'Ingénieur.
- H.K. Khalil. *Nonlinear Systems*. Prentice Hall.
- M. Krstic et al. *Nonlinear and Adaptive Control Design*. Wiley.