

# Réseaux et Commande

**Responsable** : Yann Labit (yann.labit@laas.fr, 05.61.33.79.15)

## Objectifs

Cette unité décline deux problématiques liées aux réseaux de communication. Dans un premier temps, nous étudions l'analyse et la synthèse de schémas de commande au travers d'un réseau. Une seconde partie présente un domaine connu, la garantie d'un niveau de Qualité de Service d'un réseau de communication (ex : le débit pour un téléchargement ou la diffusion vidéo, les pertes de paquets sans influence pour de la voix ou de la vidéo, mais critique pour le téléchargement...), mais abordée d'une manière novatrice: l'emploi de lois de commande en tant que mécanismes pour garantir ce niveau de Qualité de Service.

Après la pose des bases liées aux réseaux de communications (protocoles, modèles, qualité de service, mesures), ce cours s'articule donc suivant deux aspects. Le premier volet concerne la modélisation, l'analyse structurelle et la commande de systèmes à retards. La modélisation de phénomènes de transport ou de propagation signifie nécessairement des retards/délais. Ces retards induisent généralement une dégradation des performances, et peuvent même conduire à l'instabilité du système bouclé et à des conséquences néfastes (ex : les risques pour de la télé-opération chirurgicale).

Pour le second volet, nous étudions la mise en place de mécanismes de contrôle de congestion dans le but d'améliorer ou de garantir un niveau de Qualité de Service d'un réseau. Ces techniques permettent d'optimiser la gestion des files d'attente des routeurs dans les réseaux. On orientera cette partie de ce cours vers des mécanismes issus de la Théorie de la Commande.

Les phénomènes étudiés seront illustrés par la commande déportée d'un procédé («pendule inversé» et/ou distribution d'eau) ou le contrôle de congestion d'un routeur.

## Contenu (C : 19h – TD : 20h - TP : 18h)

### 1. Réseaux de communication

Protocoles et modèles - Qualité de Service et Ingénierie des réseaux - Mesures et observations dans les réseaux de communication - Un modèle de communication : Hollot & Misra - Les mécanismes de contrôle de congestion (AQM) - Simulations de réseaux : le simulateur NS-2

### 2. Représentation des systèmes à retards

### 3. Analyse des systèmes à retards

### 4. Stabilité, Stabilisation, Robustesse et retards

### 5. Mise en oeuvre de lois de commandes (Projets)

Analyse du comportement et contrôle de congestion au niveau routeur - Codages MATLAB & NS-2 - Commande déportée pour un pendule inversé et/ou une distribution d'eau.

## Pré-requis

Cours d'Automatique des Systèmes Linéaires de M1. Cours de Réseaux de M1 souhaitable.

## Bibliographie

- K. Gu, V. L. Kharitonov, et J. Chen. « Stability of Time-Delay Systems », Birkhäuser, 2003.  
M. Allman, V. Paxson, et W. Stevens. « TCP congestion control », RFC 2581, 1999.  
C. V. Hollot, V. Misra, D Towsley, et W. Gong. « Analysis and design of controllers for AQM routers supporting TCP flows », IEEE Transactions on Automatic Control, 2002.  
R. Srikant. The Mathematics of Internet Congestion Control., Birkhäuser.  
S. Niculescu. Systèmes à retard : aspects qualitatifs sur la stabilité et la stabilisation. Diderot.