

UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ  
FES



**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr : **EL FEZAZI Nabil**

Soutiendra : **le 14/12/2018** à **15 H** Lieu : **Salle de réunion de Géologie**

**une thèse intitulée :**

*Contrôle des systèmes à retards avec saturation d'entrée : Théories et applications*  
**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD** : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)  
**Spécialité** : Génie Electrique

	<b>NOM ET PRENOM</b>	<b>GRADE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>
<b>Président</b>	Pr. BENZAOUIA Abdellah	PES	Faculté des Sciences Semlalia - Marrakech
<b>Directeur de thèse</b>	Pr. TISSIR El Houssaine	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Co-directeur de thèse</b>	Pr. EL HAOUSSI Fatima	PH	Faculté Pluridisciplinaire - Nador
<b>Rapporteurs</b>	Pr. BENHAYOUN Mohamed	PES	Faculté des Sciences Semlalia - Marrakech
	Pr. SALHI Mohamed	PES	Ecole Supérieure des Arts et Métiers-Meknès
	Pr. ALFIDI Mohammed	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées-Fès
<b>Membres</b>	Pr. BOUMHIDI Ismail	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. EL HAJJAJI Ahmed	PES	Université de Picardie Jules Vernes Amiens, France
	Pr. JEROME Bosche	MCF-HDR	Université de Picardie Jules Vernes Amiens, France
<b>Invité</b>	Pr. HMAMED Abdelaziz	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

## **Résumé :**

Cette thèse s'inscrit dans une thématique pluridisciplinaire explorant les liens existants entre la théorie du contrôle et les réseaux informatiques, le système QTP, la technologie SbW dans un véhicule et la dynamique du MN dans un WT. L'idée consiste à appliquer les outils de l'Automatique pour la stabilisation de quelques problèmes considérés dans ces systèmes qui s'organise naturellement suivant deux axes de recherche principaux: la construction de conditions de stabilité pour les systèmes retardés avec saturation d'entrée et le contrôle de congestion dans les réseaux TCP/IP, de niveau d'eau dans des réservoirs, de dynamique d'un véhicule et de MN dans un WT.

Premièrement, nous nous sommes intéressés à l'analyse de stabilité des systèmes soumis aux retards et à la saturation d'entrée par l'utilisation de la méthode de L-K dans laquelle nous avons élaboré de fonctionnelles en adéquation avec de modélisations des systèmes. Pour cela, l'objectif est de prendre en compte un maximum d'informations sur les systèmes afin de fournir des conditions de stabilité sous forme des LMIs moins conservatives.

Deuxièmement, la méthodologie développée est ensuite utilisée pour le problème de contrôle de congestion d'un routeur lors de communications TCP. Il s'agit alors de contrôler le taux de perte par l'intermédiaire d'un mécanisme d'AQM situé au niveau du routeur pour réguler le trafic. Pour cette raison, nous avons atteint une nouvelle politique d'AQM pour le trafic hétérogène dans le réseau. D'autre part, le processus appelé QTP qui démontre un problème de contrôle du niveau d'eau est alors présenté. L'objectif est de concevoir un contrôleur correspondant basé sur un observateur pour ce système en tenant compte des retards de transport dans les variables du processus, les saturations de la tension et les perturbations du flux. De même, en considérant une autre technologie qui élimine la liaison mécanique entre SW et FW, la spécification de la conception d'un contrôleur pour cette technologie appelée SbW est d'assurer la stabilité et un certain niveau de performance en utilisant l'approche des retards inclus et la nature saturante. Finalement, un tunnel est entraîné par un ventilateur en circuit fermé, dans lequel le MN est régulé par une régulation de la vitesse du moteur du ventilateur et par le contrôle de petits changements dans l'angle de l'aube directrice. Alors, un contrôleur pour le MN est développé afin d'obtenir de bonnes réponses transitoires et par conséquent de réduire le coût d'exploitation en réduisant les pertes d'azote liquide où l'effet du retard dans les variables d'état et de la saturation sur l'entrée sont explicitement pris en compte.

## **Mots clés :**

Théorie du contrôle, réseaux TCP/IP, congestion, QTP, niveau d'eau, SbW, MN, WT, système retardé, saturation d'entrée, L-K, LMI, AQM, trafic hétérogène.

**CONTROL OF TIME-DELAY SYSTEMS WITH INPUT  
SATURATION**

# THEORIES AND APPLICATIONS

## **Abstract :**

This thesis investigates the existing links between the control theory and the communication networks, the QTP system, the SbW technology in a vehicle, and the MN dynamics in a WT. The key idea consists in using the tools from control theory for the considered problems stabilization that has naturally been turned towards two research lines: the design of stability and stabilization conditions for delayed systems with input saturation and the control of congestion issue in TCP/IP network, water level in tanks, dynamics of a vehicle, and MN in a WT.

First, we have addressed the stability analysis of systems subject to delays and input saturation by using of the L-K method in which functionals are built according to modelings of the systems. For this reason, we aim at taking into account relevant informations on the systems to reduce the conservatism of the stability analysis where the conditions are given in the form of LMIs.

In a second part, the developed methodology is used to cope with the congestion phenomenon in a router supporting TCP communications. Based on the AQM principle, we design a controller embedded into the router that monitors the packet losses. For this reason, we have reached a novel AQM policy for heterogeneous traffic in the network. On other hand, the process called the QTP that demonstrates a water level control problem is then presented. the objective is to design a corresponding observer-based controller for this system taking into account the transport delays in the process variables, voltage saturations, and flow disturbances. Similarly, considering another technology that eliminates the mechanical linkage between SW and FW, the design specification of a controller for this technology called SbW is to ensure the stability and a certain level of performance using the included delay approach and the saturating nature. Finally, a tunnel is driven by a closed-circuit fan, in which the MN is regulated by a fan motor speed regulation and by controlling small changes in the guide vane angle. Then, a controller for the MN is developed to achieve good transient responses and consequently to reduce the operating cost by reducing liquid nitrogen losses where the effect of the delay in the state variables and the saturation on the input are explicitly taken into account.

## **Keywords :**

Control theory, TCP/IP network, congestion, QTP, water level, SbW, MN, WT, delayed system, input saturation, L-K, LMI, AQM, heterogeneous traffic.