

C.N.R.S. & Université de Paris-Sud
MATHEMATIQUE
Unité Mixte de Recherche 8628
Bâtiment 425
91405 Orsay cedex - France
Equipe Analyse Numérique & EDP
Tél. 33 (0)1 69 15 71 77 - Fax 33 (0)1 69 15 67 18
Jean-Michel.Coron@math.u-psud.fr

Orsay, le 3 novembre 2006

**Rapport sur le mémoire d'habilitation
de
FRÉDÉRIC MAZENC**

Dans son mémoire Frédéric Mazenc a choisi de n'exposer qu'une partie de ses travaux et je me limite ici à ceux-ci. On peut les classer en trois thèmes de recherche

1. Systèmes non linéaires autonomes.
2. Systèmes non linéaires dépendant du temps.
3. Systèmes à retard.

Pour ces trois thèmes, Frédéric Mazenc donne des exemples pertinents illustrant bien la puissance des méthodes nouvelles qu'il a su introduire.

Sur le premier thème, Frédéric Mazenc s'intéresse à la stabilisation globale par retour de sortie de systèmes de type feedforward. Il obtient un résultat positif qui couvre de nombreuses situations intéressantes. L'étape clé de la preuve est une proposition, qui a son intérêt propre, sur l'existence d'un observateur pour des entrées petites pour ces systèmes. Frédéric Mazenc applique sa méthode au problème de la stabilisation du pendule inversé sur un chariot mobile dans un cas où seul les variables de position sont mesurées. (Dans la pratique elles sont effectivement plus faciles à mesurer que les variables de vitesse.) Il obtient ainsi un retour dynamique de sortie globalement asymptotiquement stabilisant.

Sur le thème des systèmes à retard, Frédéric Mazenc construit, pour le cas d'un oscillateur avec un retard ponctuel dans l'entrée, un feedback globalement asymptotiquement stabilisant de norme infinie arbitrairement petite. Pour cela, avec la formule de Duhamel, il commence par fabriquer un premier feedback asymptotiquement stabilisant mais avec un retard distribué sur l'entrée. Puis il montre que ce feedback a un terme prépondérant avec un retard pur et que ce terme prépondérant suffit à stabiliser asymptotiquement le système. Il en déduit un résultat de stabilisation asymptotique par un retour de sortie.

Toujours sur le thème des systèmes à retard, Frédéric Mazenc regarde ensuite le cas de systèmes feedforward avec un retard sur l'entrée. Là aussi il construit des feedbacks globalement asymptotiquement stabilisants. La preuve utilise de façon très astucieuses différentes transformations d'échelle de temps et une propriété de robustesse qui doit pouvoir servir pour d'autres situations. Frédéric Mazenc s'intéresse en plus à l'autre grande classe des systèmes structurés : ceux obtenus par backstepping. Là aussi il donne des feedbacks explicites globalement stabilisants. La performance de sa méthode est illustrée sur un exemple. Il montre aussi comment stabiliser un système modélisant des congestions de type TCP (Transmission Control Protocol). C'est un système à retard et Frédéric Mazenc le traite à l'aide d'une fonction de Lyapunov-Krasovskii originale.

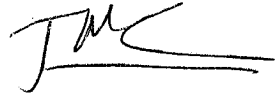
Le dernier thème du mémoire concerne les systèmes instationnaires. C'est un sujet important en théorie du contrôle car, même pour des systèmes stationnaires, il est utile de considérer des feedbacks instationnaires (c'est par exemple le cas pour des problèmes de stabilisation). Frédéric Mazenc regarde de nouveau comment on peut déduire d'une fonction de Lyapunov au sens large une fonction de Lyapunov au sens strict. Frédéric Mazenc propose une méthode explicite permettant la construction d'une fonction de Lyapunov au sens strict. L'approche est complètement différente du cas stationnaire C'est vraiment une nouvelle construction. Il applique sa construction pour établir des feedbacks instationnaires (périodiques en temps) stabilisant un système modélisant un bateau sous-actionné. Bien que ce système ait une dérive, ses feedbacks sont réguliers.

Toujours pour les systèmes instationnaires, Frédéric Mazenc regarde le cas de systèmes sous la forme backstepping et cherche des feedbacks *bornés* globalement stabilisants. La difficulté importante ici est que l'on veut des feedbacks *bornés*, ce qui est bien sûr important dans de nombreuses situations concrètes. Autant on sait depuis longtemps que la forme feedforward se prête bien à la recherche de feedbacks bornés, autant on a crû pendant longtemps que cela n'état pas le cas pour la forme backstepping. Puis on a eu les premiers résultats positifs pour la forme backstepping dans le cadre de systèmes stationnaires. Mais aucune des méthodes introduites pour les traiter ne permettaient d'aborder les systèmes instationnaires. Frédéric Mazenc introduit une nouvelle méthodes pour traiter ces systèmes et montre ensuite la puissance de sa méthode en l'illustrant sur une chaîne d'intégrateurs instationnaire. Sur un thème moins général mais plus appliqué, il montre comment stabiliser par retour de sortie des systèmes instationnaires modélisant des réacteurs continûment mélangés. Un point clé est la construction d'un observateur grand gain.

Au total, Frédéric Mazenc a su introduire des méthodes originales et puissantes permettant de traiter différents problèmes de stabilisation importants et souvent rencontrés dans la pratique.

Par ailleurs, Frédéric Mazenc a co-encadré deux doctorants et une stagiaire de M2. Il a obtenu un prix du meilleur article chez "Transactions on Control Systems Technology". Il a aussi donné des cours variés (un peu plu de 50 heures au total) dans de nombreuses institutions. Je suis aussi très impressionné par la longue liste de ses collaborateurs.

En conclusion il s'agit là d'une superbe habilitation et j'en recommande donc très fortement la soutenance.

A handwritten signature in black ink, consisting of the initials 'JMK' followed by a long horizontal stroke.

Jean-Michel Coron
Professeur
Membre senior de l'Institut universitaire de France