

# Résumés des exposés de la journée S3 du 12 février 2004

---

## **Diagnostic et Contrôle Tolérant aux Fautes Robustes pour Systèmes Singuliers**

*Benoît Marx (LAG)*

Dans cet exposé nous nous proposons d'étendre les résultats établis dans (Frank et Ding, 1994) à la classe des systèmes singuliers (*i.e.* des systèmes décrits par des équations différentielles et algébriques linéaires). Cette approche est fondée sur la factorisation copremière de transferts matriciels non propres. On peut alors ramener différents problèmes liés au diagnostic de systèmes singuliers à des problèmes de contrôle standard  $H$ -infini pour systèmes usuels (*i.e.* exclusivement dynamiques). Après une introduction à l'étude des systèmes singuliers, et en particulier à la factorisation copremière de tels systèmes, nous étudierons tout d'abord la synthèse d'un filtre de diagnostic robuste, puis la synthèse d'un correcteur tolérant aux fautes et robuste.

Le module de diagnostic robuste est construit en deux étapes. La première consiste à générer un pré-résidu ne dépendant que des signaux exogènes (défaillances et perturbations). Ce signal est obtenu au moyen des facteurs copremiers du transfert nominal. La deuxième étape revient à déterminer un post-filtre assurant l'atténuation des perturbations et le modelage de la réponse du résidu aux défaillances. La résolution se ramène à un problème de contrôle standard  $H$  pour système usuel, et peut se résoudre par synthèse LMI.

Le module de contrôle robuste tolérant aux fautes est synthétisé dans le but d'assurer des objectifs de contrôle en fonctionnement nominal et de minimiser la déviation des sorties due aux signaux exogènes. La structure de correction proposée est de type correcteur de Youla. L'intérêt d'une telle structure est de pouvoir régler indépendamment les performances de contrôle nominal et de tolérance aux fautes. Les performances nominales sont déterminées par simple placement de pôles. La tolérance aux fautes et la robustesse se ramènent à un problème de poursuite de modèle non singulier, donc de contrôle standard  $H$ -infini. Afin d'améliorer la tolérance il est possible de synthétiser un banc de filtres, dédiés à chaque défaut (ou chaque combinaison de défauts), la sélection du filtre opérant est faite en ligne, en augmentant la structure du correcteur pour y inclure le module de diagnostic étudié précédemment.

---

## **Conception de multi-observateurs pour les systèmes non linéaires incertains**

*Abdelkader AKENAK (CRAN)*

L'exposé est relatif à la conception d'un multi-observateur à mode glissant pour l'estimation d'état d'un système non linéaire incertain représenté sous forme multi-modèle et soumis à l'influence d'entrées inconnues. Un multi-modèle s'établit à partir de l'interpolation de plusieurs modèles locaux linéaires ou affines (également appelé modèle de Takagi-Sugeno). La conception des multi-observateurs est basée sur l'interpolation d'observateurs établis pour chacun des modèles locaux en utilisant les mêmes fonctions de pondération que celles utilisées pour la description du modèle. Dans cette étude, les observateurs locaux prennent en compte des incertitudes de modèle et la présence d'entrées inconnues. La stabilité globale du multi-observateur est étudiée en utilisant la méthode de Lyapunov. Les conditions de convergence

sont exprimées sous la forme d'inégalités matricielles non linéaires qui sont ensuite résolues par linéarisation.

---

### **Détection de défaut par filtrage numérique**

*Teodor Tiplica et Abdessamad Kobi (LASQUO/ISTIA)*

Notre méthode repose principalement sur l'utilisation de l'analyse discriminante et du filtrage numérique du signal. L'objectif est double: diagnostiquer l'état de fonctionnement d'un processus multivarié et préciser dans le cas d'un fonctionnement anormal les actions nécessaires à effectuer afin de remédier le problème. Nous avons étudié deux types de défauts: le saut et la dérive. Selon l'étude que nous avons effectuée, il en résulte que la présence de ces défauts est identifiable à des basses fréquences dans le domaine spectral et cela indifféremment de la nature du bruit. Nous avons utilisé des filtres numériques de type passe-bas pour mettre plus clairement en évidence la présence des défauts. Le filtrage numérique a été également utilisé afin de réduire le taux d'erreur de classification de la méthode d'analyse discriminante. Les caractéristiques et les performances des différents filtres numériques ont été analysées afin de déterminer le filtre le plus adéquat pour les objectifs que nous nous sommes fixés. L'efficacité de l'analyse discriminante en tant qu'outil d'aide à la prise de décision a été analysée dans le cas des variables indépendantes et corrélées.

---

### **Contrôle tolérant aux défaillances pour une classe de systèmes non-linéaires**

Vincent Cocquempot (LAIL)

Nous présentons une technique d'accommodation aux défaillances pour une classe de systèmes continus non linéaires. Dans un premier temps, un module d'estimation des défaillances à l'aide d'observateurs adaptatifs est présenté. Une commande tolérante est ensuite proposée. A l'aide de ce contrôleur, la stabilité du système bouclé est garantie en présence des défaillances. La méthode est illustrée sur deux exemples d'application. Le premier exemple est académique, le second concerne un bras manipulateur à un degré de liberté.