

## Résumés des exposés de la journée S3 du 5 décembre 2008

---

### **Diagnostic des systèmes non linéaires par une approche multimodèle**

Dalil Ichalal, Benoit Marx, José Ragot, Didier Maquin, CRAN, Nancy-Université  
[dalil.ichalal@ensem.inpl-nancy.fr](mailto:dalil.ichalal@ensem.inpl-nancy.fr)

La surveillance et le diagnostic de pannes dans un système non linéaire à base d'observateurs reposent sur la connaissance d'un modèle décrivant le comportement du système de la façon la plus précise possible. Or, l'augmentation de la précision du modèle en complexifie sa structure et la rend inexploitable du point de vue mathématique. La structure multimodèle (dite aussi de Takagi-Sugeno) constitue un moyen privilégié pour la représentation du système en ayant une bonne précision tout en gardant un bon degré de simplicité.

Dans ce travail, une méthode de diagnostic à base de multimodèles à variables de décision non mesurable est proposée. Elle consiste à utiliser les architectures DOS ou GOS pour concevoir des générateurs de résidus capables de détecter et de localiser des défauts de capteurs et d'actionneurs. Cette méthode n'utilise pas l'hypothèse de mesurabilité des variables de décision, et cela en considérant des fonctions d'activation qui dépendent de l'état du système. Contrairement aux méthodes élaborées à base de multimodèles à variables de décision mesurables, cette nouvelle structure permet, d'une part, de développer un seul multimodèle, pour un même système, que l'on va utiliser pour la construction de bancs d'observateurs afin de détecter et de localiser des défauts de capteurs et d'actionneurs. Et d'autre part, cette structure permet, dans de nombreuses situations, de représenter un modèle non linéaire de manière exacte en utilisant des transformations non linéaires sur le modèle non linéaire initial.

---

### **Modélisation de la fiabilité à partir de réseaux bayésiens dynamiques particuliers : introduction aux modèles graphiques de durée**

Roland Donat, INRETS - LTN  
[roland.donat@inrets.fr](mailto:roland.donat@inrets.fr)

La prise en compte de la fiabilité est aujourd'hui une des considérations majeures lors de la conception de systèmes industriels. Ceci est particulièrement vrai pour des systèmes réalisant des tâches critiques telles que le transport de masse. Les résultats issus d'études de fiabilité servent généralement d'entrées à des systèmes d'aide à la décision conçus pour optimiser les opérations de maintenance.

Par ailleurs, des travaux récents dans le domaine de la sûreté de fonctionnement ont montré l'intérêt des réseaux bayésiens pour la modélisation de systèmes dynamiques complexes. Nos travaux s'inscrivent dans ce cadre à la fois graphique et probabiliste, et visent en particulier à améliorer la prise en compte des lois de dégradation du système étudié. Pour ce faire, nous proposons l'utilisation d'une structure spécifique de réseaux bayésiens dynamiques (modèle graphique de durée), permettant de représenter des systèmes dont les processus d'évolution sont relativement complexes, c'est-à-dire notamment multi-états et à taux de défaillance non constants. Pour ce faire, nous décrivons à la fois la structure graphique et le comportement probabiliste du modèle proposé tout en insistant sur le caractère générique et aisément généralisable de cette approche.

Enfin, nous terminons cette communication par une comparaison empirique entre la modélisation par réseaux bayésiens classiquement utilisée à l'heure actuelle (chaînes de Markov graphiques) et la modélisation proposée. A cette occasion, nous nous intéresserons à l'étude de la fiabilité d'un système jouet ayant une loi de dégradation complexe.

---

### **Approche passive / active pour la tolérance aux fautes : application aux systèmes LTI sous défaillances complètes d'actionneurs**

Marcel Staroswiecki, SATIE

[marcel.staroswiecki@univ-lille1.fr](mailto:marcel.staroswiecki@univ-lille1.fr)

In many applications, faults of interest are associated with a known set of hardware configurations. Indeed, actuator outages, sensor losses, and more generally, any kind of fault when the reconfiguration strategy is used, result in only a subset of components being available for achieving the system mission, therefore the hardware configurations of interest are defined by the power set of the components whose faults are considered. Whatever the design objective (stability, disturbance attenuation,  $H_\infty$  or  $H_2$  optimality, etc.), a passive scheme designs one single control law that guarantees stability and performances for the set of all  $N$  configurations, while an active scheme designs  $N$  control laws, each of them being dedicated to one configuration. Considering the case of actuator outages, we introduce a general frame where several controllers are designed, each of them being dedicated to a subset of faults. This frame includes the classical passive and active strategies, which are respectively associated with the single set of all faults and with  $N$  sets of single faults, and extends the Reliable Control strategy where only one subset of faults is considered. This approach is also applicable when all faults are not recoverable. Its performance evaluation and optimization is carried out by setting a decision frame in which the trade-off between the FTC complexity and the probability to face a non recoverable situation is explicitly addressed.

---

## **Analyse de la reconfigurabilité d'un système à partir d'une description en termes d'actions**

H. Hu, A.L. Géhin, M. Bayart, LAGIS

[Anne-Lise.Gehin@polytech-lille.fr](mailto:Anne-Lise.Gehin@polytech-lille.fr)

L'exposé proposé décrit une approche permettant d'évaluer la reconfigurabilité d'un système suite à la perte d'un actionneur (vanne bloquée fermée, par exemple) ou à des défauts composants (fuite dans un réservoir, par exemple). La perte d'un actionneur ou la modification du comportement d'un composant du système remet en question la réalisation des missions du système. De manière à évaluer si le système peut ou non continuer à réaliser ses missions suite à une défaillance, nous proposons une analyse de la reconfigurabilité en deux points :

1. Mise à jour du modèle rendant compte des réelles possibilités d'action du système. Chaque action est pour ceci décrite en termes de pré-conditions et d'effets à partir de l'état courant du système. La pré-condition indique ce qui doit être satisfait pour que l'action soit exécutée. L'effet décrit les conséquences de l'exécution de l'action sur le système.
2. Evaluation à partir du « model checking » de la manière dont il est possible de satisfaire les objectifs à partir des réelles possibilités d'actions. La formalisation des objectifs ayant été faite dans une phase préalable. La méthode proposée sera illustrée sur un exemple de régulation de niveau.