

# Méthodes numériques et applications des systèmes à paramètres répartis

Proposition pour numéro spécial dans JESA

Organisateurs :

C. Prieur	D. Matignon
LAAS-CNRS	ISAE
christophe.prieur@laas.fr	denis.matignon@isae.fr

## 1 Résumé du numéro spécial

Les systèmes à paramètres distribués sont un domaine de recherche qui prend ses racines dans les années 1960. Contrairement aux systèmes étudiés classiquement, il faut envisager d'utiliser des modèles écrits en terme d'équations aux dérivées partielles (EDP) pour tenir compte du caractère spatialement distribué des variables. La question de la modélisation est déjà une question intéressante et difficile, plus particulièrement pour les systèmes physiques où le contrôle et les capteurs sont répartis au bord du domaine uniquement. La contrôlabilité et l'observabilité sont des concepts difficiles et pertinents pour ce type de systèmes décrits la plupart du temps par une simple EDP. L'étude de ces questions fait appel à des techniques de mathématiques et d'automatique sophistiquées. Le contrôle (ou la commande) de ces systèmes permet d'introduire une boucle (et donc un couplage) qui rend l'étude du système plus compliquée encore. Par exemple le système en boucle fermée peut être *mal posé*. A l'heure actuelle, il existe de nombreux outils mathématiques (introduits par exemple dans [6]) pour étudier et pour formaliser certains types de contrôles simples (même s'il reste des questions ouvertes). Le calcul de commandes plus sophistiquées est encore difficile et reste un sujet théorique très actuel pour les systèmes à paramètres répartis.

Dans les applications de cette théorie, il est nécessaire de tester la boucle fermée par des simulations numériques, ce qui fait appel à des développements scientifiques nouveaux. Durant les dernières décennies, des progrès considérables ont été faits aussi bien dans la modélisation, la simulation que dans le contrôle de systèmes à paramètres distribués avec des applications diverses. En particulier de nombreux travaux ont porté sur l'implémentation numérique de commande LQG à des classes d'EDP variées. Cela nécessite une étude de l'approximation des solutions de Riccati ou de la factorisation spectrale. Ces approximations donnent des contrôleurs de dimension finie qui permettent de contrôler l'approximation en dimension finie du système d'EDP. Pour que cette commande stabilise le système original d'EDP (et pas uniquement son approximation), il faut en outre garantir une propriété de *robustesse*. Différentes techniques de synthèse de commande robuste ont été développées, même si de nombreuses

questions restent encore ouvertes. Plus récemment, une autre approche a été proposée pour les applications. Il s'agit des commandes échantillonnées. Notons que des découvertes technologiques ont introduit de nouvelles techniques de contrôle. En particulier citons le développement des matériaux intelligents pour les capteurs et les actionneurs qui ont permis de proposer des méthodes pratiques pour avoir des mesures et des actions distribuées, [2]. Cela pose de nouveaux problèmes de modélisation et de contrôle pour des systèmes à paramètres répartis. Dans ce numéro spécial, nous nous intéresserons plus particulièrement aux questions de commande de systèmes avec une infinité de degrés de liberté, et plus particulièrement au calcul numérique des commandes distribuées, et/ou à la simulation des systèmes à paramètres répartis ; voir par exemple [8] pour une présentation des problèmes spécifiques, et [1] pour les techniques numériques propres aux systèmes dynamiques de grande dimension.

On observe ces dernières années une convergence entre les méthodes théoriques, les nouvelles méthodes de calcul numérique, et le progrès technologique (actuellement sur certains systèmes, on dispose d'un grand nombre de capteurs et d'actionneurs). Ainsi, le sujet des *méthodes numériques et des applications des systèmes à paramètre répartis* n'est plus exotique ou réservé à un groupe de spécialistes des mathématiques : aussi est-ce le moment propice pour proposer un numéro spécial dans JESA.

L'étude de ces systèmes fait l'objet de conférences régulières (comme l'IFAC workshop on Control of Distributed Parameter Systems [3], dont la dernière édition CDPS'09 était organisée à Toulouse), et est présente dans de grandes conférences internationales (comme le CDC, MTNS...). C'est aussi le thème d'un des groupes de travail du GdR MACS (le gt EDP). Le but de ce numéro spécial est de proposer de nouvelles méthodes pour le calcul numérique de la commande de systèmes décrits par des EDP, ou pour la simulation de tels systèmes. Ce thème a été jusqu'à maintenant assez peu abordé dans JESA (citons tout de même [6, 7, 4, 5]). L'accent sera mis sur les méthodes efficaces, ou les théories constructives pour les systèmes à paramètres répartis. Les applications suivantes pourront être éventuellement prises en compte :

- commande de structures flexibles ;
- contrôle frontière des canaux et de systèmes de lois de conservation ;
- acoustique ;
- fusion thermonucléaire contrôlée.

## 2 Liste d'auteurs potentiels

- D. Alazard (ISAE) ;
- L. Baudouin (LAAS-CNRS) ;
- C. Prieur (LAAS-CNRS) ;
- L. Hosseini-Ravanbod (IMT) ;
- L. Thévenet (IMT) ;
- J.-P. Raymond (IMT) ;
- R. Mignot (IRCAM) ;
- T. Hélie (IRCAM) ;
- D. Matignon (ISAE) ;
- E. Witrant (Gipsa) ;
- M. Alamir (Gipsa) ;

- G. Besançon (Gipsa);
- Y. Ventribout (EADS);
- S. Alestra (EADS);
- Y. Privat (CNRS);
- S. Labbé (LJK);
- V. Dos Santos (LAGEP);
- Y. Le Gorrec (FEMTO-ST);
- P. Mason (CNRS);
- E. Trélat (Univ. d'Orléans);
- E. Crépeau (Univ. de Versailles);
- M. Mirrahimi (INRIA);
- H. Haddar (INRIA);
- A. Quadrat (INRIA);
- J. Winkin (FUNDP).

### 3 Calendrier possible

- 22 mars : appel à soumission d'articles
- 15 octobre : date limite pour soumettre des articles
- fin janvier 2011 : fin du premier tour de relecture
- mars/avril 2011 : envoi des articles corrigés
- été 2011 : parution du numéro spécial

### Références

- [1] A. Antoulas, *Approximation of large-scale dynamical systems*. SIAM, 2005.
- [2] H. T. Banks, R. C. Smith and Y. Wang, *Smart material structures. Modeling, estimation and control*. Wiley, 1996.
- [3] CDPS'09, IFAC workshop on Control of Distributed Parameter Systems, Toulouse, 20-24 juillet 2009, [www.laas.fr/CDPS09](http://www.laas.fr/CDPS09)
- [4] Z. Odibat, et S. Momani, Fractional Green's function for fractional partial differential equations, *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*, vol. 42/6-8, pp. 639-651, 2008.
- [5] H. Ben-Jmaa-Derbel, Modélisation d'un écoulement forcé dans une soufflerie. Identification et optimisation paramétrique, *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*, vol. 40/4-5, pp. 419-441, 2006, et Synthèse d'un régulateur PID optimal pour la commande d'une soufflerie, vol. 40/4-5, pp. 443-461, 2006.
- [6] L. Rosier, A survey of controllability and stabilization results for partial differential equations, *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*, vol. 41/3-4, pp. 365-412, 2007.
- [7] M. Ndiaye, et G. Bastin, Commande frontière adaptative d'un bief de canal avec prélèvements inconnus, *Journal Européen des Systèmes Automatisés (JESA)*, vol. 38/3-4, pp. 347-371, 2004.
- [8] E. Zuazua, Propagation, Observation, Control and Numerical Approximation of Waves approximated by finite difference method, *SIAM Review*, 47 (2), pp. 197-243, 2005.