



# LMCS 2012

## Logiciels pour la modélisation et le calcul scientifique

Vendredi 7 décembre 2012  
Pulv – La Défense (92) – France

**Conférencier :** Jun QIAN

**Organisme :** Acsystème

### **MPC@CB et ODOE4OPE**

Le logiciel **MPC@CB** permet de réaliser une conduite (appelée aussi commande, contrôle) optimale d'un procédé (simulé ou non) continu (du temps). Il s'adresse à des systèmes non linéaires multi-variables, et permet de choisir plusieurs types de commande : la commande en boucle ouverte, PID (en vue de la comparaison de performances avec la commande prédictive), la commande prédictive (MPC) ou l'arrêt d'urgence pour résoudre votre propre problème de commande optimale avec votre modèle personnel.

L'avantage de ce logiciel est d'engager la commande prédictive pour résoudre différents types de problèmes de commande optimale, par exemple un problème de régulation, de poursuite de trajectoire, de minimisation de temps opératoire avec ou sans contrainte sur la sortie considérée. L'algorithme de MPC@CB repose sur la théorie développée par Pascal DUFOUR (présenté dans l'article [1]). La structure principale utilisée dans MPC@CB est une combinaison de IMC-MPC (Internal Model Control – Model Predictive) hors ligne et en ligne. Cette approche de commande optimale s'adresse à des systèmes non linéaires décrits par des équations aux dérivées partielles (PDE) qui sont résolus hors ligne pour diminuer le temps de calcul. Ensuite, un modèle linéarisé basé sur le système non linéaire est utilisé pour trouver les variations optimales, et résolu pendant l'optimisation en ligne. MPC@CB est déjà appliqué dans de nombreux domaines : cuisson de peinture en poudre ([2]), lyophilisation de production pharmaceutique ([3]), ou bioréacteur (utilisé dans la thèse de Jun QIAN) etc.

M. Pascal DUFOUR, maître de conférence HDR à l'Université Claude Bernard Lyon 1 et chercheur au LAGEP (Laboratoire d'automatique et de génie des procédés), crée et développe le logiciel MPC@CB sous Matlab. MPC@CB est sorti dans sa première version en janvier 2007 et est toujours en cours de développement.

**Mots clés :** Commande prédictive, optimisation, IMC-MPC, bioréacteur

### **Références :**

[1] P. Dufour, Y. Touré, D. Blanc and P. Laurent, *On nonlinear distributed parameter model predictive control strategy: On-line calculation time reduction and application to an experimental drying process*, Computers and Chemical Engineering, 27(11), pp. 1533-1542, 2003.

[2] I. Bombard, B. Silva, P. DUFOUR and P. Laurent, *Experimental predictive control of the infrared cure of a powder coating: a non-linear distributed parameter model based approach*, Chemical Engineering Science 65, 2, pp. 962-975, 2010.

[3] N. Daraoui, P. DUFOUR, H. Hammouri and A. Hottot, *Model predictive control during the primary drying stage of lyophilisation*, Control Engineering Practice 18, 5, pp. 483-494, 2010.

Le logiciel **ODOE4OPE** (Optimal design of experiments for online parameter estimation of dynamic systems) permet d'identifier en ligne les paramètres inconnus d'un modèle non linéaire. Ce logiciel vous propose une nouvelle approche en couplant le design du plan d'expériences optimales et l'estimation de paramètres. Il s'agit de trouver une commande optimale à appliquer pendant l'expérience qui permet d'optimiser un critère basé sur les sensibilités des mesures par rapport aux paramètres inconnus et constants du modèle, qui sont à identifier par l'approche. Basé sur le modèle non linéaire du procédé, cette approche combine la commande prédictive (MPC) et un observateur en boucle fermée pour résoudre en ligne le problème d'identification paramétrique à chaque instant. Cette approche a été initialement proposée par P. Dufour et S.Fiila dans plusieurs articles ([1] et [2]).

Le design optimal de plans d'expériences est devenu un domaine d'un grand intérêt pour l'identification paramétrique. Cependant, la plupart de la littérature sur le design optimal du plan d'expériences porte sur des modèles linéaires. Avec ODOE4OPE, vous pourrez appliquer ce design sur n'importe quel type de système (linéaire, ou non linéaire, temps variant ou temps invariant, multi-sorties multi-paramètres etc.). Vous pouvez aussi spécifier des contraintes à vérifier pendant l'expérience. Ce logiciel est déjà utilisé sur divers procédés : réaction chimique de saponification ([3]), cuisson de peinture en poudre ([2]), et bioréacteur (la thèse de J. QIAN).

M. Pascal DUFOUR, maître de conférence HDR à l'Université Claude Bernard Lyon 1 et chercheur au LAGEP (Laboratoire d'automatique et de génie des procédés), crée et développe le logiciel ODOE4OPE sous Matlab. ODOE4OPE a été créé en 2009, et est toujours en cours de développement. Depuis le 1<sup>er</sup> mars 2012, ce logiciel est valorisé tout au long de la thèse CIFRE de J.QIAN.

**Mots clés** : Identification paramétrique, MPC, design optimal du plan d'expériences, observateur

**Références** :

[1] S. Fiila, P. DUFOUR et H. Hammouri, *A combined closed loop optimal design of experiments and on-line identification control approach*, in Proceedings of the 29th IEEE CSS Chinese Control Conference, Beijing, China, July 29-31, 2010, Paper194, pp.1178-1183.

[2] S. Fiila, P. DUFOUR et H. Hammouri, *Optimal input design for on-line identification : a coupled observer-MPC approach*, in Proceedings of the 17th IFAC World Congress 2008, Seoul, South Korea, July 6-11, 2008, paper 1722, pp.11457-11462.

[3] S. Fiila, P. DUFOUR et H. Hammouri, *Identification optimale en boucle fermée pour les systèmes non linéaires*, 6ième IEEE Conférence Internationale Francophone d'Automatique (CIFA), Nancy, France, 2012.