

**Projet OLOCEP**  
**Outils Logiciels pour l'Optimisation**  
**en Commande et Évaluation de Performance**

**Séminaire d'avancement - 30 Juin 2004**

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

---

---

Conformément au Titre 9 de ses statuts, le LAAS apportera, en fonction de ses possibilités, un **soutien** complémentaire, financier et/ou technique, à des **projets** de recherche coopératifs, **focalisés** sur des objectifs scientifiques précis. Ces projets, qui doivent impliquer un ou plusieurs groupes du laboratoire et éventuellement des participants externes, visent par exemple :

- le développement d'une action de recherche "système", voire interdisciplinaire, dont le but est d'élargir ou de mettre en oeuvre des synergies entre les thématiques de recherche du laboratoire,
- le développement d'un volet particulier d'un projet existant plus large pour lequel on entrevoit l'intérêt d'un approfondissement débordant du cadre de ce projet,
- **l'étude (faisabilité/démonstrateur) d'une application significative, prometteuse sur les plans socio-économiques et technologiques, et donnant une lisibilité exceptionnelle à nos travaux.**

Une latitude très large est donc permise à la condition toutefois d'afficher un objectif scientifique clair et précis. Il ne s'agit pas de suppléer ou de réduire le champ des projets coopératifs nationaux et internationaux sur les programmes existant ou à venir, sur lesquels le LAAS doit maintenir et renforcer sa participation et ses efforts. Il s'agit au contraire d'**accompagner et d'aider à la finalisation d'idées originales** pouvant avoir des retombées positives pour le laboratoire.

## ★ Procédure d'attribution

- ☞ Commission interne au LAAS émanant du conseil scientifique
- ☞ Deux rapporteurs internes au LAAS par projet
- ☞ 360 kEuros accordés pour 5 projets et 2 pré-projets (10 propositions)
- ☞ OLOCEP : 25 kEuros pour 3 ans

## ★ Procédure d'évaluation

- ☞ 2 séminaires d'évaluation (1er tiers & fin du projet)
- ☞ Deux évaluateurs externes → court rapport transmis au Comité d'Évaluation.

- ★ **Titre :** Outils Logiciels pour l'Optimisation en Commande et Évaluation de Performance
- ★ **Responsable du projet :** Dimitri Peaucelle  
**Participants :** Denis Arzelier, Didier Henrion, Jean Lasserre
- ★ **Objectifs :**  
Outils logiciels / progrès combinés en Optimisation et Automatique  
Valorisation résultats LAAS et coopérations internationales  
Optimisation convexe SDP & formalisme LMI  
Implantés sous Matlab et SciLab.
- ★ **Site Internet :** <http://www.laas.fr/OLOCEP>
- ★ **Durée du projet :** Septembre 2003 → Septembre 2006

★ SDP : extension de LP aux matrices semi-définies

$$\min cx \quad : \quad Ax = b \quad , \quad x_i \geq 0 \quad (LP) \quad | \quad \text{mat}(x) \geq \mathbb{0} \quad (SDP)$$

➔ Dualité, convexité, algorithmes en temps polynomial ( $O(n^{6.5} \log(1/\varepsilon))$ ).

$$\max b^T y \quad : \quad A^T y - c^T = z \quad , \quad \text{mat}(z) \geq \mathbb{0}$$

★ 1ers développements et 1ers résultats : Formalisme LMI & Automatique

$$\min \sum g_i y_i \quad : \quad F_0 + \sum F_i y_i \geq \mathbb{0}$$

➔ Exemple du calcul de la norme  $H_\infty$  de  $G(s) \sim (A, B, C, D)$  :

$$\|G(s)\|_\infty^2 = \min \gamma \quad : \quad P > \mathbb{0} \quad , \quad \begin{bmatrix} A^T P + P A + C^T C & B P + C^T D \\ P B^T + D^T C & -\gamma \mathbb{1} + D^T D \end{bmatrix} \leq \mathbb{0}$$

- ★ Tout problème SDP représentable est “résolu” (aux problèmes numériques près)
  - ↳ Mettre en évidence les problèmes SDP-ables (compétences MAC)
  - ↳ Formulations SDP équivalentes  $\Rightarrow$  distinguer celles numériquement stables (recherches en cours & contraintes de programmation)
  - ↳ Nouveaux algorithmes + rapides, + précis, + robustes (suivi des avancées, proposer des exemples tests et retour aux développeurs)
- ★ Tout problème “SDP-able” admet une interprétation duale
  - ↳ Résultats théoriques nouveaux, nouvelles preuves (Lyapunov = multiplieurs)
  - ↳ Formulations SDP numériquement stables (lemme KYP)
- ★ Non SDP-able : Robustesse & Multicritères & Relaxations de problèmes NP-durs
  - ↳ Résultats Optimistes / Pessimistes
  - ↳ Réduction de l'écart en maîtrisant l'augmentation de la complexité numérique. (nombreux résultats en cours & coopérations)
- ★ Outils numériques de valorisation / champs applicatifs

## ★ Focalisé sur 2 domaines précis

- ↳ Nombreux résultats LAAS à intégrer & développements en cours
- ↳ Coopérations académiques et reconnaissance internationale
- ↳ Contacts industriels (EADS, CNES, Alcatel...)

## ★ 1er : Automatique - commande systèmes LTI

- ↳ Robustesse paramétrique - modèles polytopiques & LFT...
- ↳ Cahier des charges riche -  $H_\infty$ ,  $H_2$ , localisation des pôles...
- ↳ Correcteurs retour-d'état, retour de sortie, structurés, non fragiles...
- ↳ RObust MULti-Objective Control toolbox (ROMULOC)

## ★ 2ème : Performance de processus stochastique & optimisation

- ↳ Applications en mathématiques financières
- ↳ Approche par les moments & optimisation globale
- ↳ Global Optimization over Polynomials (GloptiPoly)

## ★ Expériences fructueuses, pas toujours abouties

- ↳ Méthode des plans de coupe
- ↳ Programmation de problèmes dans LMILab, SDPsol...
- ↳ SeDuMi Interface

## ★ Logiciels simples d'utilisation

- ↳ Matlab / Scilab, programmation objet, opérateurs surchargés
- ↳ Interface YALMIP et solveurs SDP les plus récents
- ↳ Portabilité et simplicité d'intervention
- ↳ Richesse des modèles et méthodes

## ★ Développement académique

- ↳ Solveurs en cours de développement  $\neq$  technologie
- ↳ Outils théoriques en évolution  $\Rightarrow$  besoin de validation
- ↳ Travail coopératif sur une base commune
- ↳ Diffusion rapide, produit libre

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ **14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox**
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ **15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC**
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ **15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials**
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ **16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite**
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP

## Mise en place du projet

### ★ Démarche projet :

- ↳ Contraintes de planning, légitimité
- ↳ Moyens : déplacements, visites, stages

### ★ Définition précise des objectifs :

- ↳ Originalité de la démarche appuyée sur les résultats théoriques

### ★ Choix de l'architecture logicielle :

- ↳ Simplicité d'utilisation
- ↳ Performances : temps de calcul et précision numérique
- ↳ Modularité et possibilités d'évolution

### ★ Programmation des premiers éléments :

- ↳ Environnement Matlab
- ↳ Base YALMIP pour l'interface SDP
- ↳ Validation en interne des ébauches d'outils

## Suivi des avancées théoriques et logicielles

### ★ Diffusion de GloptiPoly 2

- ↳ Large Scale Nonlinear and Semidefinite Programming, Waterloo, mai 2004
- ↳ Centre CORE de l'Université Catholique de Louvain, mai 2004
- ↳ Séminaire SYDOCO à l'INRIA-Rocquencourt, mars 2004

### ★ Séminaires et visites

- ↳ Anders Hansson, février 2004
- ↳ LMI'04, 1-2 juillet 2004
- ↳ Michal Kocvara, septembre 2004

### ★ Logiciels

- ↳ SciLab, Claude Gomez et François Delebecque, novembre 2003
- ↳ YALMIP, Johan Lofberg, janvier 2004

## Site WEB

- ★ <http://www.laas.fr/OLOCEP>
  - ↳ Site d'information en français, usage interne
  - ↳ Renforcer pour la diffusion
  - ↳ <http://www.laas.fr/~henrion/software/gloptipoly>
  - ↳ Site spécifique pour RoMulOC
  
- ★ Interventions lors de congrès & lettres électroniques

## RoMulOC

### ★ Septembre 2004 : Version 1

↳ Modélisation et Analyse robuste

### ★ Mai 2005 : Version 2

↳ Synthèse retour d'état et retour de sortie d'ordre plein

### ★ Mai 2006 : Version 3

↳ Synthèse retour de sortie statique, commande structurée

### ★ Versions intermédiaires

↳ améliorations, suppression de bugs, base de données DIMACS & SDPlib

## GloptiPoly

### ★ Septembre 2004 : Version 3.0

↳ Interfacée YALMIP

↳ Optimisation / 1 mesure, manipulations symboliques sans symb. toolbox

### ★ Avril 2005 : Version 3.X

↳ Plusieurs mesures,

↳ Evaluation de performance / processus stochastiques

### ★ Janvier 06 : Couplage GloptiPoly / RoMulOC

### ★ Versions intermédiaires

↳ améliorations, suppression de bugs, base de données DIMACS & SDPlib

- ☞ 14h00 - 14h20 : Projets LAAS et objectifs de OLOCEP
- ☞ 14h20 - 15h00 : RObust MULti-Objective Control toolbox
- ☞ 15h00 - 15h15 : discussions sur ROMULOC
- ☞ 15h15 - 15h30 : pause café
- ☞ 15h30 - 16h10 : Global Optimization over Polynomials
- ☞ 16h10 - 16h25 : discussions sur GloptiPoly
- ☞ 16h25 - 16h35 : Bilan à 1 an de OLOCEP et planning pour la suite
- ☞ 16h35 - 17h00 : discussions globales sur OLOCEP