

# **PRESENTATION DE L'AXE**

## **SYSTEMES DE COMMANDE : DOMAINES APPLICATIFS ET TECHNOLOGIQUES**

BRIGITTE D'ANDREA-NOVEL

*Centre de Robotique, Ecole des Mines de Paris, brigitte.dandrea-novel@mines-paristech.fr*

L'activité développée au sein de cet axe est tournée vers les domaines applicatifs et technologiques en liaison avec la théorie du contrôle. Les systèmes qu'il considère sont des systèmes complexes, au sens où ils peuvent être composés de structures dynamiques variées (multi-physiques, à différentes échelles de temps, hybrides, i.e. mêlant temps continu et événements discrets...), équipés de capteurs et actionneurs, ces derniers pouvant présenter aussi des caractéristiques complexes. L'ensemble de ces mécanismes doit aboutir généralement à un système global, pouvant fonctionner en temps réel de manière automatisée. Ceci correspond à la définition qu'on pourrait donner d'un système mécatronique, dont un exemple industriel caractéristique est celui de l'Automobile.

L'Axe « Systèmes de Commande : domaines applicatifs et technologiques » est donc naturellement composé des 4 Groupes de Travail :

- Automatique Automobile GT AA,
- Systèmes Mécatroniques GT SYSME,
- Commande des entraînements électriques GT CE2
- Véhicules aériens autonomes GT UAV, créé en 2007 suite à un projet labélisé par le GdR MACS.

La vie de cet Axe s'articule principalement autour des GT qui jouent leur rôle classique d'animation de la recherche en faisant régulièrement participer aux réunions les chercheurs bien sûr, mais aussi les doctorants et les partenaires industriels.

Dans un premier temps, nous rappelons très brièvement la structure des quatre GT avant de présenter les points forts et faits marquants de l'ensemble des GT : Relations industrielles et plateformes expérimentales ; Relations inter GdR ; Publications et congrès internationaux ; Ecoles ; Projets soutenus par le GdR MACS. Le bilan de chaque GT sera ensuite repris plus en détail.

### **Groupes de travail de l'Axe**

#### ***Automatique et Automobile (GT AA)***

L'idée d'un groupe de travail intitulé " Automatique et Automobile " trouve certes sa motivation dans le champ applicatif par excellence que constitue le domaine automobile pour l'automaticien et, corrélativement, dans le succès sans cesse croissant des journées " Automatique et Automobile " organisées de manière pérenne tous les deux ans à Bordeaux depuis 1995, et qui ont été les premières à concrétiser l'action " Automatique et Applications " lancée dans le cadre conjoint du club EEA et des GdR Automatique et TdSI du CNRS avec le parrainage du MESR. Rappelons que leur but est d'identifier les applications les plus significatives qui relèvent du domaine automobile et qui sont susceptibles de montrer l'intérêt des concepts théoriques développés en automatique avancée durant les deux dernières décennies.

Lors des rencontres, toutes les sociétés automobiles françaises sont régulièrement représentées ainsi que les équipementiers travaillant avec elles. Leurs propres acteurs ou initiateurs de la recherche ont pris l'habitude de présenter, d'une part, leur problématique en matière d'automatique et, d'autre part, les transferts les plus réussis conformément à cette problématique. Ces transferts font l'objet, à chacune de ces manifestations, de présentations de caractère scientifique et technologique. Les thématiques peuvent être structurées autour de trois niveaux véhicule :

- Contrôle Global de Châssis (CGC)

- Groupe Moto-Propulseur (GMP)
- Interaction avec le Conducteur et l'Environnement (ICE).

Les outils de l'Automatique utilisés sont les outils standards de la modélisation, l'observation, l'identification, la supervision, la surveillance, le diagnostic et bien sûr la commande. Notons que l'estimation en ligne de variables d'état non directement mesurées ou de paramètres tels que le coefficient d'adhérence ou la raideur des pneumatiques constitue un point clé dans la mise en œuvre en temps réel des lois de commande à partir de systèmes d'informatique embarquée.

Ce groupe, accueilli au sein du GdR MACS en janvier 2004 comporte aujourd'hui environ 300 inscrits et regroupe une quinzaine de laboratoires.

### ***Systèmes Mécatroniques (GT SYSME)***

Un système mécatronique est en général un système complexe, ou autrement dit « multiphysique » qu'il faut appréhender au travers d'un certain nombre de disciplines : la mécanique, l'électronique, l'automatique et l'informatique. Ces disciplines doivent être intégrées en harmonie pour pouvoir conduire de manière optimale les processus de conception, modélisation et exploitation. Le développement d'outils de modélisation et de caractérisation orientés multi-physiques de type Bond graph par exemple, s'avère donc fondamental.

Le groupe SYSME est né en 2004. Il y a actuellement 234 inscrits dans le GT SYSME, qui représentent environ 36 laboratoires. L'Automobile et la robotique chirurgicale sont des exemples illustratifs des systèmes mécatroniques étudiés par le groupe SYSME.

### ***Commande des Entraînements Electriques (GT CE2)***

CE2 est un groupe Inter GDR MACS - SEEDS (ex ME2MS) (Systèmes d'Energies Electriques dans leurs Dimensions Sociétales).

Créé en 1990, dans le cadre d'une action spécifique du MENRT avec comme particularité la mise en place de moyens expérimentaux, il a permis :

- le financement des déplacements et de l'accueil des chercheurs sur les bancs expérimentaux associés au Groupe : LGEP, LAG, IRCCyN ;
- l'organisation de groupes de travail ;
- un complément d'équipement des bancs existants ;

Les spécificités du groupe sont

- L'interdisciplinarité ;
- Des bancs tests avec cahier des charges (Benchmarks) pour validation des travaux ;
- Une animation scientifique ciblée sur des problèmes ouverts en relation avec les préoccupations industrielles (Schneider, Leroy Somer,...).

Ce GT compte une centaine d'inscrits et environ 27 laboratoires participants dont une quinzaine en automatique et une douzaine en électrotechnique.

### ***Véhicules aériens autonomes (GT UAV)***

Les recherches menées sur les véhicules aériens autonomes ou drones par les communautés Roboticienne et Automaticienne françaises ne cessent de s'accroître et de se diversifier. Le potentiel des drones miniatures s'avère très important avec une multitude d'applications (surveillance de site sensible, gestion des risques naturels, protection de l'environnement, intervention dans des sites hostiles, gestion des grandes infrastructures, agriculture, prise de vue aérienne, ...). Le développement de tels services effectués au moyen de drones automatiques et autonomes repose sur la capacité de contrôle de leur vol en environnement hostile et perturbé. Cette capacité passe par une maîtrise de l'aérodynamique de ces engins, des lois de contrôle associées, de l'estimation d'état et éventuellement des perturbations. Outre les verrous d'ordre réglementaire (intégration au sein de la circulation

aérienne), les technologies drones miniatures doivent répondre à des problématiques techniques liées à leur taille afin d'assurer leurs déploiements.

De nombreux laboratoires en France travaillent actuellement sur cette thématique, qui relève de plusieurs disciplines, telles que l'automatique, la robotique, l'informatique, l'électronique, la mécanique, etc. L'automatique étant souvent placée à la frontière des autres disciplines, il nous a semblé intéressant de proposer la création du groupe de travail « véhicules aériens autonomes » au sein du GdR MACS en 2007.

En 2008, ce groupe de travail s'est associé avec le GT2 « véhicules autonomes (terre, air, mer) » du GdR Robotique pour créer le sous-thème « commande de drones » dont la thématique sur les véhicules aériens autonomes était commune. Le groupe de travail UAV est ainsi devenu inter GdR MACS et Robotique.

### **Relations industrielles et plateformes expérimentales**

Les GT de l'Axe entretiennent des liens forts avec le milieu industriel.

Depuis sa création, le GT AA associe à ses travaux et à ses rencontres les industriels français de l'automobile ainsi que les équipementiers. Ces derniers, acteurs ou initiateurs de la recherche présentent ainsi leurs problématiques et les transferts réalisés de nature scientifique et/ou technologique. Ce lien constant avec les partenaires industriels se concrétise par la mise en place d'un club de partenaires dont une convention en cours de finalisation a été présentée aux journées AA de Bourges et Orléans des 14 et 15 mars 2007, convention maintenant établie entre le CNRS, l'ENSERB et les industriels les plus impliqués (PSA Peugeot-Citroën, Renault, Bosch).

De même, une des caractéristiques importante du GT CE2, est une animation scientifique ciblée sur des problèmes ouverts en relation avec les préoccupations industrielles. Parmi les partenaires industriels qui ont aidé à la définition de benchmarks, on peut citer par exemple Schneider et Leroy Somer. D'autre part, les benchmarks sont testés en simulation mais aussi, et c'est là un point à souligner, sur des plateformes expérimentales. Trois bancs tests sont aujourd'hui opérationnels.

### **Relations inter GdR**

Dans le domaine de la santé, le GT SYSME a organisé en avril 2006, une journée commune avec le GdR STIC-Santé, sur le thème des simulateurs médicaux pour l'apprentissage du geste. Suite à cette journée, un thème dont T. Redarce est co-responsable a été créé à l'intérieur de ce GdR auquel participent des chercheurs du GT SYSME.

Le GdR Robotique ayant été créé en 2007, il est clair que des actions communes du GT SYSME avec ce GdR seront mises en place.

Rappelons que le GT CE2 est un GT Inter GdR MACS et GdR SEEDS (Systèmes d'Energies Electriques dans leurs Dimensions Sociétales).

Enfin, le GT UAV a organisé ses deux premières réunions conjointement avec le GT4 Méthodologies pour la Robotique du GdR Robotique et la troisième réunion officiellement inter GDR était commune avec le GT2 Véhicules autonomes (terre, air, mer), sous thème « Commande de drones » du GdR Robotique. Donc le GT UAV est naturellement un GT Inter GdR MACS et Robotique.

### **Publications et congrès internationaux**

Des membres du GT AA ont organisé une session invitée dédiée à l'automobile au 47th CDC en décembre 2008 à Cancun : « Advanced Robust and Predictive Approaches for Active Chassis Control » ainsi qu'un numéro spécial dans la revue IJVAS à paraître en 2009.

Le GT SYSME est à l'origine d'un numéro spécial de la revue JESA de janvier 2006, intitulé « Mécatronique et systèmes multiphysiques pilotés » sous la direction de C. Anthierens et T. Redarce,

ainsi que de sessions dédiées à la mécatronique dans différents congrès internationaux listés dans le paragraphe consacré plus précisément au GT SYSME dans la suite du document.

En mai 2008, le 7ème Congrès Franco-Japonais (5ème Congrès Europe-Asie) de mécatronique (MECATRONICS 2008) s'est tenu à Annecy. Le comité de direction du congrès était composé de 5 chercheurs japonais et 5 chercheurs français dont les trois coordinateurs du GT SYSME.

Le GT CE2 a publié un livre chez HERMES Traité IC2, 2 tomes.

Certains membres du GT UAV sont impliqués dans l'organisation d'un numéro spécial « Special Issue on Aerial Robotics: Applications, open problems and new trends » de la revue *Control Engineering Practice* et d'un autre numéro spécial « Special Issue on Visual Guidance Systems for Small Unmanned Aerial Vehicles » de la revue *Autonomous Robots*.

## Ecoles

Les GT de l'Axe sont actifs sur le plan de la formation. Ainsi, dans le cadre l'Ecole des JDMACS à Reims en juillet 2007, deux formations à destination des jeunes chercheurs et doctorants, ont été proposées :

- Automatique/Automobile : animée par le GT AA.
- « Bond Graph : 'Mecano' pour la Mécatronique » : animée par le GT SYSME. Il s'agit de montrer l'intérêt d'utiliser un outil tel que le Bond Graph pour modéliser les systèmes Mécatroniques.

## Projets soutenus par le GdR MACS

Les groupes de travail ont répondu avec intérêt à l'appel à projets lancé par le GdRMACS fin 2006. Deux projets relèvent de l'Axe « systèmes de commande : domaines applicatifs et technologiques » ont ainsi été soutenus par le GdR.

Observateurs pour une Approche Globale du Diagnostic et de la Commande des Systèmes de Conversion et d'Entraînements Electriques (responsable : A. Glumineau IRCCYN).

Il s'agit de répondre à des exigences industrielles liées au développement des commandes fiables mais aussi tolérantes aux défauts pour permettre d'assurer une continuité de service en mode dégradé dans le domaine des systèmes électriques. Le but du projet est d'une part d'identifier un certain nombre de points durs dans ce cadre, et d'autre part de définir leurs spécifications précises et donc des benchmarks à disposition de la communauté pour l'évaluation significative des algorithmes développés. Deux nouveaux bancs seront disponibles pour des essais (à Grenoble GIPSA-INPG et à Poitiers LAII).

Méthodes algébriques pour l'estimation temps réel : le cas des coefficients d'adhérence des efforts pneumatiques (responsable : H. Mounier IEF, Orsay).

L'objectif principal de ce projet est de développer, de la conception théorique à l'implantation temps réel, des méthodes efficaces d'estimation. Il s'agit d'un projet transversal – intégrant des aspects théoriques et appliqués – et pluridisciplinaire parce qu'il comporte des chapitres relevant du traitement du signal et d'autres relevant de la théorie du contrôle. Les applications principalement visées ici, sont celles du domaine de l'estimation des coefficients d'adhérence automobile, problème considéré comme un des verrous technologiques cités dans le cahier des charges du GT AA.

## PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

### AA : AUTOMATIQUE ET AUTOMOBILE

X. MOREAU<sup>1</sup>, A. OUSTALOUP<sup>1</sup>, G. GISSINGER<sup>2</sup>, T.M. GUERRA<sup>3</sup>, N. M'SIRDI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> IMS – UMR CNRS 5218, Département LAPS, Groupe Automatique, Equipe CRONE, Univ. Bordeaux 1

<sup>2</sup> MIPS-MIAM, Université de Haute-Alsace, Mulhouse

<sup>3</sup> LAMIH-UMR 8530 CNRS, Université de Valenciennes

<sup>4</sup> LSIS, UMR 6168CNRS, Marseille

*Site web* : <https://server2.laps.u-bordeaux1.fr/External/GTAA/accueil.php>

#### Présentation

Le groupe de travail est piloté par un comité d'animation dont les membres sont représentatifs de l'ensemble des thématiques qui couvrent les activités en ce domaine. Il s'agit Ce groupe d'une animation du type "bouillon de culture" dans le domaine de l'automatique appliquée à l'automobile, avec le souci d'être attentif à une « politique de projet » par thème et d'impliquer le plus possible les industriels afin de favoriser la recherche finalisée en ce domaine. L'objectif est donc l'animation, la coordination et la fédération de recherches de caractère fondamental, méthodologique et applicatif. Notre intérêt porte en effet sur le développement d'outils et de méthodes relevant de l'automatique en vue de leur application dans le domaine de l'automobile, secteur demandeur en techniques et applications innovantes pour l'amélioration des transports. Ce groupe de travail doit permettre de définir des stratégies pour le contrôle global du châssis, le contrôle du groupe motopropulseur ainsi que les interactions avec le conducteur et l'environnement.

#### Objectifs d'animation

Le groupe de travail est certes motivé par le souci légitime d'identifier, d'unifier et d'accroître ainsi la cohérence des approches, d'autant que le potentiel de matière grise clairement recensé en ce domaine au sein de notre communauté ne demande qu'à accroître son efficacité. Aussi est il dans nos intentions de répondre aux objectifs et moyens d'action suivants :

- accélérer la diffusion, auprès d'un plus grand nombre de chercheurs, des résultats les plus déterminants déjà obtenus en ce domaine ;
- affirmer au plan national puis international une recherche fondamentale, méthodologique et appliquée fortement soutenue par les industriels ;
- conforter l'avance que détient la France dans ce type de recherche ;
- rassembler les collègues du type "électron libre" ayant affiché, à quelque degré que ce soit, une sensibilité particulière à la thématique du groupe de travail en amorçant une recherche personnelle méritant d'être prise en compte ;
- réorienter ou recentrer comme il convient ce type de recherche afin de la rendre plus pertinente par une meilleure inscription dans le cadre de la problématique enregistrée dans ce domaine ; à cet effet, l'animation scientifique doit aider à lever les classiques pièges inhérents à l'absence de concertation et de coordination et qui se traduisent indifféremment par, retrouver des résultats connus, voire reconnus, tomber dans des impasses déjà décelées par ailleurs ou s'abandonner à résoudre des problèmes sans intérêt tant du point de vue théorique qu'applicatif ;
- favoriser la validation et la valorisation des résultats de la recherche amont, par la veille technologique des industriels ;
- enfin, organiser, sur deux journées consécutives, au moins deux réunions annuelles à objectifs spécifiés en choisissant, chaque fois, d'approfondir un thème particulier ; ces réunions doivent permettre d'extraire des thèmes pour lesquels les résultats attendus sont à la fois fort probables et d'un intérêt scientifique et industriel incontestable ; ces thèmes peuvent alors faire l'objet de projets.

## **Thématiques**

Le comité d'animation a tenu à décliner trois thématiques de nature à rassembler tous les acteurs ayant une activité d'automaticien dans le secteur de l'automobile :

- le Contrôle Global du Châssis (CGC)
- le Groupe Moto-Propulseur (GMP)
- les interactions avec le conducteur et l'environnement (ICE), cette thématique déclinant elle-même le conducteur, l'environnement et l'entité en charge de la conduite (ou copilote).

Quant aux composantes de l'automatique dans lesquelles chacun de nous doit se retrouver, elles sont rappelées ici selon l'ordre qui ponctue notre démarche d'analyse et de synthèse en la matière : la modélisation, l'observation, l'identification, la supervision, la surveillance (détection et localisation de défaillances), le diagnostic, la commande.

## **Verrous et objectifs scientifiques**

Dès les premières réunions du groupe de travail, le comité d'animation s'est attaché à dégager une liste de verrous et objectifs scientifiques tels que déclinés ci-après :

- l'interdépendance masse-amortissement
- la non-identifiabilité indimensionnelle du conducteur
- la gestion complexité-temps réel de l'interface pneumatique-sol
- l'objectivation (le fait de dégager des critères objectifs) du ressenti subjectif de l'opérateur humain en charge d'un système complexe
- la gestion et la commutation des nouveaux modes de combustion, notamment pendant les phases transitoires
- le contrôle de la richesse cylindre à cylindre
- le contrôle conjoint (moteur - système de dépollution)
- le contrôle global et multi-objectifs de l'ensemble des sources énergétiques (hybridation légère, forte ou tout électrique)
- la contrôlabilité des véhicules dans leur environnement en fonction de l'infrastructure
- analyse globale de sensibilité paramétrique d'un véhicule
- capteur logiciel d'adhérence
- présence d'incertitudes réparties liées à la charge d'un véhicule
- quantification des erreurs de mesure
- quantification des précisions des modèles
- introduction précoce de sûreté dans la conception des systèmes
- non-adaptation des modèles pour le diagnostic
- impossibilité d'essais réels en mode défaillant (validation des méthodes)
- adéquation diagnostic/contraintes temps réel.

## **Structures de recherche et industrielles**

Le groupe de travail s'appuie sur un grand nombre de laboratoires dont une liste certes non exhaustive est donnée ci-après, la désignation de chaque laboratoire étant accompagnée d'interlocuteurs représentatifs d'un ou plusieurs domaines d'intérêt. Il s'agit des laboratoires suivants auxquels sont associées les entreprises collaborant avec ceux-ci.

### ***Laboratoires***

- le CRAN, représenté par José Ragot pour le diagnostic embarqué ;
- l'ESSAIM, représenté par Gérard Gissingier et Michel Basset pour la modélisation du contact pneu/sol, l'analyse de l'interaction véhicule-conducteur notamment dans le suivi de trajectoire et du contrôle de stabilité ;
- l'Ecole des Mines, représentée par Brigitte d'Andréa-Novel pour l'élaboration de stratégies de commande en vue de l'amélioration de la sécurité active dans le cadre du contrôle global du châssis ;

- l'HEUDYASIC, représenté par Ali Charara pour l'identification du contact pneu/sol, pour le développement de systèmes d'aide à la conduite et pour la caractérisation des interactions véhicule-conducteur-infrastructures routières ;
- l'IRCCyN, représenté par Wisama Khalil pour le développement de modèles et d'estimateurs non linéaires du contact pneu/sol ;
- le GIPSAIab, représenté par Luc Dugard, Olivier Sename et Carlos Canudas de Wit pour la synthèse de commandes multivariables de châssis automobile; la modélisation de l'interface pneu/route, les systèmes by wire et la modélisation du trafic routier ;
- le LAII, représenté par Jean-claude Trigeassou et Thierry Poinot pour l'identification et l'estimation de paramètres physiques dans le contexte automobile ;
- le LAGIS, représenté par Geneviève Dauphin-Tanguy pour l'analyse d'organes de véhicule à partir de modèles bond-graph et pour la pile à combustible ;
- le LAMIH, représenté par Thierry Marie Guerra et Sébastien Delprat pour la modélisation et la commande de chaînes de traction et pour l'étude des véhicules hybrides ;
- le LAMIH, représenté par P. Millot pour la modélisation du conducteur ;
- le département LAPS du laboratoire IMS, représenté par Xavier Moreau et Alain Oustaloup pour les systèmes à dérivées non entières dans l'automobile ;
- le LSIS, représenté par Nacer M'Sirdi et M. Ouladsine pour l'étude de systèmes d'aide au diagnostic et à la conduite dans le véhicule ;
- le LRV, représenté par F. Kratz pour le diagnostic robuste des systèmes à injection diesel ;
- le LME, représenté par Y. Chamailard pour le contrôle moteur ;

#### *Sociétés industrielles*

- Groupe PSA, représenté par V. Abadie, D. Camon et F. Guillemard ;
- Groupe Renault, représenté par Patrick Coutant, Pierre Romieu et D. Martinez ;
- Groupe BOSCH représenté par O. Cois ;
- Groupe Siemens représenté par M. Sans ;
- Entreprise COVERPLANT Engineering, Le Pian Médoc, représentée par P. Bergerot et L. Cadusseau.

#### **Club des partenaires**

Face à l'intérêt croissant porté par les **Industriels** au Groupe de travail "Automatique et Automobile" du GDR MACS du CNRS, les principaux acteurs de ce groupe ont souhaité concrétiser cet intérêt et consolider le partenariat **Etablissements – Industriels** par la mise en place d'un Club des partenaires « Automatique et Automobile ».

Ce club qui a vocation à participer au cadrage et à la hiérarchisation des problématiques traitées dans le groupe de travail du GDR, affiche son soutien par un abondement à l'aide institutionnelle apportée par le CNRS et le Ministère pour vitaliser le tissu de recherche finalisée du GDR MACS.

#### **Plates-formes expérimentales**

Le transfert technologique mis en œuvre au sein des laboratoires a abouti à la conception d'un certain nombre de plates-formes expérimentales. Ces plates-formes expérimentales dédiées à l'étude de certains aspects théoriques, de certains phénomènes en relation avec le domaine automobile sont mises à la disposition du groupe de travail dans le cadre de ses travaux.

#### **Fréquence et lieux des réunions**

Soucieux de ne pas contribuer davantage à l'agitation scientifique de nos communautés, les participants aux journées « Automatique et Automobile » des 5 et 6 novembre 2003 se sont exprimés en faveur de deux rencontres annuelles, fréquence de nature à se limiter à une réunion annuelle du groupe de travail les années où sont programmées les journées biennales de Bordeaux. Quant aux lieux des réunions, il a été décidé qu'elles se tiendront dans les différentes villes qui peuvent afficher une activité scientifique reconnue dans le secteur de l'automobile.

## Bilan des manifestations

### *Manifestations déjà organisées (pour la période 2005-2008)*

**- 29 Juin 2004, LRV, Vélizy**

Réunion GTAA, 25 participants, présentation du GTAA + 2 exposés (PSA et Renault)

**- 2 et 3 Novembre 2004, MIAM, Mulhouse**

Réunion GTAA, 38 participants, 5 exposés (dont 1 de Bosch)

**- 22 et 24 Novembre 2004, CIFA'04, Douz, Tunisie**

3 sessions invitées, 15 articles présentés

**- 6 Avril 2005, HEUDIASYC, Compiègne**

Réunion GTAA, 90 participants, 8 exposés

**- 5-7 Septembre 2005, INSA, Lyon**

JN-MACS'05, 3 exposés :

**- 8 et 9 Novembre 2005, ENSEIRB, Bordeaux**

Journées Automatique et Automobile, JAA'05,

[https://server2.laps.u-bordeaux1.fr/External/CONFERENCES/accueil.php?code\\_conference=6](https://server2.laps.u-bordeaux1.fr/External/CONFERENCES/accueil.php?code_conference=6)

70 participants, 16 exposés :

**- 4 et 5 Avril 2006, LAMIH, Valenciennes**

Réunion GTAA, <http://www.univ-valenciennes.fr/congres/GTAA/>

57 participants, 11 exposés scientifiques :

- *Réduction de modèles 1D pour surveillance & diagnostic. Application à la pile à combustible ou filtre à particule*, K. BENCHERIF, Renault
- *Technologie hybride diesel*, J. BERETTA, PSA Peugeot Citroën
- *Commande Robuste LPV pour les systèmes d'injection Diesel*, C. GAUTHIER<sup>1</sup>, O. SENAME et L. DUGARD<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Delphi Diesel System, <sup>2</sup>LAG
- *Optimisation des performances des véhicules à Pile à Combustible*, J. BERNARD, S. DELPRAT, T.M. GUERRA<sup>1</sup>, F. BÜCHI<sup>2</sup>, J.J. SANTIN, LAMIH<sup>1</sup>, PSI, <sup>2</sup>ETH Zurich
- *Proposition d'un contrôleur pour la commande du circuit d'air de moteur diesel*, J.F. ARNOLD, N. LANGLOIS, H. CHAFOUK<sup>1</sup>, G. TREMOULIERE<sup>2</sup>, <sup>1</sup>IRSEEM, <sup>2</sup>Le Moteur Moderne
- *Commande automatique d'un véhicule électrique : Attelage Virtuel*, P.F. TOULOTTE, S. DELPRAT, T.M. GUERRA<sup>1</sup>, J. BOONAERT<sup>2</sup>, <sup>1</sup>LAMIH, <sup>2</sup>Ecole des Mines de Douai
- *Observateurs et Diagnostic de la dynamique de véhicule*, M. OUSLADINE, H. SHRAIM, H. RABHI, N. M'SIRDI, H. NOURA, LSIS
- *Atténuation des vibrations longitudinales d'un véhicule automobile par compensation partielle de couple de charge*, M. BERRIRI<sup>1</sup>, P. CHEVREL<sup>2</sup>, M. YAGOUBI, D. LEFEBVRE<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Ecole des Mines de Nantes, <sup>2</sup>IRCCyN, <sup>3</sup>PSA Peugeot Citroën
- *Reconfiguration de la commande d'un véhicule tout électrique suite à des défaillances majeures d'actionneurs*, P.E. DUMONT, A. AITOUCHE, R. MERZOUKI, M. BAYART, LAGIS
- *Approche mécatronique pour la modélisation et le diagnostic d'un véhicule et de son environnement*, K. MEDJAHHER, B. O. BOUAMAMA, R. MERZOUK, LAGIS
- *Diagnostic dans les Systèmes Homme - Machine. Application à la conduite automobile*, J.C. POPIEUL, P. LOSLEVER, LAMIH.

**- 30 Mai - 1 Juin 2006, CIFA'06, Bordeaux**

6 sessions invitées, 28 articles présentés

**- 17 et 18 Octobre 2006, ENSIL, Limoges**

Réunion GTAA, <http://gtaa.ensil.unilim.fr/gtaa/>

46 participants, 6 exposés scientifiques :

- *Estimation des forces d'adhérence au contact pneumatique/chaussée*, Y. DELANNE, LCPC

- *Point sur le pneu capteur*, P. TRAVERT, MICHELIN SA
- *Coopération Homme Machine et erreur humaine*, P. MILLOT, LAMIH
- *Modèles de fiabilité humaine en conduite automobile*, F. VANDERHAEGN, LAMIH
- *Sur l'observation de variables dynamiques*, J. STEPHANT, Equipe XLIM/ENSIL
- *Le roulement mécatronique, composant des systèmes embarqués automobiles*, R. NANTUA, SNR

#### **- 14 Mars 2007, Bourges, et 15 Mars 2007, Orléans**

Réunion GTAA, 60 participants, 9 exposés :

- *Pôle AVR et les activités "Automobiles" en région Centre*, P. HIGELIN (LME Orléans)
- *Impacts des nouveaux modes de combustion sur le contrôle moteur*, G. CORDE, J. CHAUVIN (I.F.P.)
- *Diagnostic moteur diesel : application à la boucle des gaz*, Z. SABEH Delphi Diesel System, J. RAGOT (CRAN) et F. KRATZ (LVR)
- *Etude de la dynamique des véhicules et observateurs à entrées inconnues pour l'aide à la conduite et le diagnostic embarqué*, N. M'SIRDI (LSIS)
- *Gestion énergétique des véhicules hybrides : de la commande optimale au temps réel. Comparaisons de deux approches*, S. KERMANI (1,2), S. DELPRAT (1), R. TRIGUI (2), T.M. GUERRA (1), - (1)INRETS, (2)LAMIH
- *Potentiels et Perspectives du Contrôle Actif en Aérodynamique Automobile*, P. GILLIERON - chercheur & responsable du groupe de recherche "Mécanique des Fluides & Aérodynamique" – DREAM - Renault
- *PHYBE, Pneumatic HYBRID Engine concept, optimal control strategy for CO2 reduction using Dynamic Programming*, C. DONITZ, C. ONDER, I. VASILE, L. GUZZELA (ETH Zurich), A. IVANCO, Y. CHAMAILLARD, A. CHARLET, P. HIGELIN (LME Orléans)
- *Mesure du carrossage réel de la roue intérêt et problématique (par Renault), une solution académique (par le MIAM)*, G. GISSINGER (MIPS/UHA) et P. ROMIEU (Renault)
- *Solutions possibles pour un simulateur de véhicule "open source"*, H. MOUNIER (IEF), M. BASSET (MIPS/UHA)

#### **- 12 et 13 Juillet 2007, Reims**

Ecole de formation dans le cadre des JD-MACS'07, 14 exposés :

- Introduction générale :
- *L'avenir de l'automatique dans l'automobile* – G. Gissinger (MIPS Mulhouse)
- *Avantages et difficultés de la démarche mécatronique dans l'automobile* – F. Guillemard, C. Nouillant (PSA)
- GMP - Groupe motopropulseur.
- *Aspect système du groupe motopropulseur* – V. Tallon (Renault)
- *La mesure moteur, les bancs, les précautions* – P. Higelin (LME Orléans)
- *Etat de l'art du contrôle moteur ( y compris hybride et nouveaux modes de combustion)* – S. Delprat, J. Lauber (Valenciennes) et J. Chauvin, O. Grondin (IFP)
- CHASSIS
- *La dynamique véhicule et les modèles associés* – X. Moreau (IMS-LAPS Bordeaux)
- *Identification des paramètres* – M.Basset (MIPS Mulhouse)
- *La mesure châssis, les précautions* – G. Gissinger (MIPS Mulhouse)
- *Etat de l'art du contrôle en DV* – B. D'Andréa-Novel (EMP), Luc Dugard (ENSIEG Grenoble)
- Les modèles publiques : Démo en salle machine
- *Dynamique véhicule* – M. Basset (MIPS Mulhouse), H. Mounier (IEF)
- *Moteur* – Y. Chamailard et G. Collin (LME Orléans)
- Application à la conduite automobile des
- *Modèles de coopération homme-machine* – P. Millot (LAMIH Valenciennes)
- *Modèles de fiabilité humaine* – F. Vanderhaegen (LAMIH Valenciennes)
- *Observateurs, estimateurs et diagnostic embarqués pour l'aide à la conduite* - N. M'Sirdi (LSIS Marseille), D. Meizel (XLIM Limoges)

#### **- 27 et 28 Novembre 2007, ENSEIRB, Bordeaux**

Journées Automatique et Automobile, JAA'07, 65 participants, 11 exposés :

- *L'Automatique chez BOSCH*, O. Cois, Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- *Supervision et Commande du Système Pile à Combustible GENEPAC*, C. Nouillant, PSA Peugeot Citroën, DRIA, Vélizy
- *Fun-to-Drive by Feedback*, C. Canudas de Wit, INPG, Grenoble, H. Béchart, X. Claeys, P. Dolcini et J.J. Martinez, Renault
- *Estimation des forces d'adhérence au contact pneumatique/chaussée*, Y. Delanne, LCPC Nantes

- *Fractional order model for lead acid batteries monitoring*, M. Cugnet, PSA Peugeot Citroën, DRIA, Vélizy
- *Un tour d'horizon sur l'approche CRONE : une application dans le secteur de l'automobile*, A. Oustaloup, IMS Dept LAPS - Université Bordeaux 1 - ENSEIRB
- *Modélisation pour le diagnostic de la dynamique de véhicule*, M. Ouladsine, R. Outbib et H. Shraim, LSIS, Marseille
- *Observateurs et estimateurs pour la dynamique de véhicule*, N. M'Sirdi, M. Ouladsine et H. Shraim, LSIS, Marseille
- *Modélisation et commande robustes de suspensions automobiles semi-actives*, C. Poussot, O. Sename et L. Dugard, GIPSAlab, Grenoble
- *SOBEN : une nouvelle approche de l'amortissement*, B. Talon et S. Aubouet, SOBEN France
- *Non-linear seat and driver modelling for road vehicle dynamic comfort characterization*, G. Girardin\*, T. Peter\*\*, G. Gissinger\* and M. Basset\*, \*MIPS, Université de Haute-Alsace, Mulhouse, \*\*Department of Control and Transport Automation, Université de Budapest

**- 25 et 26 Mars 2008, LSIS, Marseille**

Réunion GTAA, 41 participants, 11 exposés :

- *Planification de trajectoires d'objets cinématiques par la méthode de l'entropie minimale*, J.P. Gauthier
- *Pronostic de l'état de dégradation des équipements de systèmes complexes*, F. Peysson, M. Ouladsine, R. Outbib
- *Diagnosis applied in mission management of an Autonomous Underwater Vehicle*, Szymon Krupinsky, LSIS – Cybernetix
- *Sur la commande et le diagnostic des moteurs Diesel*, G. Gratton et R. Outbib
- *Instrumentation du véhicule pour la commande et la tolérance aux défauts*, C. Abbas, T. Raharijaona
- *Estimation algébrique des vitesses véhicule*, H. Mounier
- *Suspension semi-active d'un hélicoptère pour atterrissage dur*, François MALBURET
- *Problématique Facteurs Humains du pilotage à distance : le partage d'autorité*, P. Bonnet, ONERA
- *Ouverture vers la sécurité quand on intègre l'être humain au système*, J. M. Mercantini
- *Apprentissage et traitement de données, étude de situations de conduite*, A. Boubezoul et S. Paris
- *Approche de modélisation : d'un mono- modèle vers un multi- modèle*, J. Duplaix

**- 21 et 22 Octobre 2008, SET, Belfort**

Réunion GTAA, 43 participants, 8 exposés :

- *Pile à combustible : principe de fonctionnement, caractéristiques, performances et applications*, B. Blunier, SET- Institut FC.LAB
- *Pile à combustible : enjeux industriels*, N. Fouquet, PSA Paris
- *Commande prédictive pour la gestion de l'air d'un système avec pile à combustible de type PEM*, C. Maurizio Cirrincione, SET- Institut FC.LAB
- *Modélisation non linéaire et non stationnaire de la PAC : application à la régulation d'humidité*, A. Haddad, SET, Institut FC.LAB
- *Synthèse d'un contrôleur prédictif à base d'état pour systèmes MIMO instables à non-minimum de phase avec application au moteur Diesel*, K. Layerle, ESIGELEC / IRSEEM
- *Instrumented bearing for force and moment measurements*, D. Kwapisz, SNR Mechatronics Annecy, J. Stéphant et D. Meizel, Université de Limoges, laboratoire XLIM
- *Modélisation fractionnaire de supercondensateurs*, J. Sabatier\*, N. Bertrand\*, J. M. Vinassa°, O. Briat°, \* IMS/LAPS/CRONE ; °IMS/CORI/PUISSANCE
- *Approche intégrée pour la supervision d'un véhicule électrique*, A. Djeziri, B. Ould Bouamama, R. Merzouki, LAGIS

**Manifestations programmées pour 2009**

**- 9, 10 et 11 Juin 2009, ENSEIRB, Bordeaux**

Réunion GTAA et Journées Automatique et Automobile, JAA '09

**- Automne 2009, EMP, Paris**

Réunion GTAA

# PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL

## SYSME : SYSTEMES MECATRONIQUES

T. REDARCE<sup>1</sup>, J. LOTTIN<sup>2</sup>, C. PRELLE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ampère, Lyon

<sup>2</sup>SYMME

<sup>3</sup>Roberval, UTC

*Site web* : <http://www.bourges.univ-orleans.fr/SYSME>

## I Présentation

### *Motivations*

Le groupe de travail SYSME (SYStèmes MEcatroniques) est né en juillet 2004 d'une discussion entre automaticiens soucieux de faire émerger les problématiques liées à la modélisation, simulation et pilotage de systèmes multiphysiques appelés mécatroniques, même si en France, ce terme reste encore peu affiché. Il a été reconnu par le GdR MACS en novembre 2004.

La mécatronique est généralement perçue comme la juxtaposition de diverses disciplines comme la mécanique et l'électronique, bien entendu, mais aussi l'automatique, l'informatique, voire les matériaux. De façon générale, elle peut être interprétée comme étant une science pluridisciplinaire faisant **interagir**, au cœur d'un même produit ou système, les différents domaines technologiques et scientifiques précédemment cités.

La mécatronique pénètre notre quotidien en intégrant un nombre croissant de machines complexes telles l'automobile et l'avion par exemple, mais, elle tient également une place grandissante dans les produits de moindre coût et de grande consommation comme l'électroménager entre autres. Cet extraordinaire développement est le plus souvent motivé par des besoins de clients exigeants en termes de **Performance, Fiabilité et Compacité**.

Au-delà de l'aspect technologique, les systèmes mécatroniques engendrent des difficultés dans leur conception aux niveaux de la modélisation, de la simulation, du pilotage et des phénomènes de couplage de part leur caractéristique multiphysique intrinsèque.

Par ce fait, on comprend que la mécatronique tienne une place importante et en plein essor au sein de la communauté scientifique internationale d'Automatique exprimée à travers plusieurs revues de renom telles que *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* ou *Mechatronics Elsevier*. Ces journaux élargissent la définition de la mécatronique en la qualifiant de « Science des Machines Intelligentes » (*Science of intelligent machines*).

L'approche systémique des produits multi-physiques pilotés nécessite des simultanités scientifiques de spécification et de conception. Les techniques de génie mécanique, de l'électronique, de l'automatique et de l'informatique doivent ainsi, de part leur interaction au sein d'un système mécatronique, être considérées simultanément et en symbiose durant les phases de conception et d'exploitation. Un processus d'intégration de ces techniques est par conséquent nécessaire afin d'adopter une démarche rigoureuse et adaptée visant à concevoir des produits à grandes performances.

La science de la mécatronique se caractérise donc à travers ses spécificités liées aux méthodes de conception, ses outils de modélisation et de représentation multiphysiques.

En effet, au-delà d'un croisement de cultures, l'étude des systèmes multi-physiques impose bien souvent d'avoir recours à des approches systémiques complexes qui doivent tenir compte des particularités de chacune des disciplines impliquées. La **conception** de tels systèmes ne peut pas être optimale en adoptant et juxtaposant simplement les outils et méthodes issus des domaines physiques concernés. Par conséquent les aspects « **système** » et « **multi-physique** » doivent tous deux être pris en compte pour donner naissance à de nouvelles **méthodes de conception et de modélisation** adaptées. Dans le prolongement de cette idée, des modes expérimentaux de validation se multiplient pour évaluer la cohérence des différentes parties des systèmes complexes (Hardware in the Loop, prototypage rapide...).

Par ailleurs, le mariage des disciplines physiques et des technologies pour la création de **systèmes innovants** permet d'exploiter des phénomènes de couplage jusqu'alors ignorés voire rejetés. La maîtrise de ces derniers par l'intermédiaire des méthodes de description précitées offre la possibilité de les commander finement pour des **finalités originales et novatrices**. Des applications telles que les capteurs intelligents ou les systèmes à grande capacité illustrent d'ores et déjà cet aspect de couplage et exploitent des outils de développement et de caractérisation orientés multi-physiques (Bond Graph par exemple).

La mise en commun des connaissances et des savoir-faire provenant de différentes disciplines ne doit pas être pour autant un frein à sa représentation et sa compréhension. Il semble alors important de traduire de façon compréhensible les multiples comportements des systèmes complexes. Pour cela, un effort doit être fait pour tendre vers des **modes de description intuitive voire naturelle des phénomènes physiques** en présence. Cet aspect représente un grand intérêt pour la **communication inter-disciplinaire** parmi les acteurs de la création d'un système multi-physique ; il est ainsi prévu de développer et d'intégrer des outils de représentation multi-physique virtuelle dans le processus de conception notamment.

Il y a actuellement **234** inscrits dans le GT SYSME, qui représentent environ 36 laboratoires.

### **Objectifs**

L'Objectif principal est de rassembler les chercheurs français du domaine, afin de créer une synergie, pour avoir une meilleure visibilité au niveau national. Cela se concrétise par l'organisation et la participation (sessions invités) à des congrès internationaux et nationaux, ainsi qu'à la rédaction de numéros spéciaux dans des revues.

D'un point de vue plus technologique, nous essayons d'avoir aussi des réunions, où nous présentons des résultats de recherche sur la conception et l'utilisation de capteurs et d'actionneurs non traditionnels, permettent de réaliser très souvent des systèmes très intégrés. Ces capteurs et actionneurs nous posent aussi des problèmes de modélisation, car le plus souvent les effets mécaniques (déplacements, vibrations, etc ...) sont modélisés avec des logiciels d'éléments finis. Ces modèles nous sont, le plus souvent, inutilisables pour mettre au point des commandes, et aussi être intégrés globalement dans un ensemble mécatronique.

Il nous semble aussi très important qu'un chapitre formation apparaisse à l'intérieur du groupe. Nous pensons qu'il est nécessaire de connaître des outils de modélisation multi-physique tel que le Bond-Graph, qui est tout à fait adapté pour les systèmes mécatroniques.

Nous avons commencé cela, par l'exposé de Eric Bideaux aux JNMACS de septembre 2005 à Lyon. Nous avons continué en 2007 avec l'Ecole des JNMACS à Reims et espérons organiser une Ecole d'été d'une semaine en 2009 ou 2010.

## **II Réunions (2005-2008)**

### ***Bourges, le 19 Janvier 2006***

Le groupe a été accueilli par le Laboratoire de Vision Robotique (LVR). Le thème central de la journée était **l'application médicale**, avec des exposés allant de la manipulation de cellules aux maquettes de simulation de gestes médicaux.

- Activités en mécatronique médicale au LVR (*P. Vieyres – LVR*)
- Présentation du simulateur d'accouchement BirthSIM, un nouvel outil pour compléter la formation des obstétriciens (*R. Moreau, O. Dupuis, M. T. Pham et T. Redarce – LAI*)
- Conception d'un robot de radiologie interventionnelle (*B. Maurin – LSIT*)
- Maquette intelligente Instrumentée en Kinésie respiratoire (*L. Maréchal et J. Lottin – LAIMAN et LISTIC*)
- Adaptation de systèmes techniques pour personnes handicapées (*P. Riou – CMGD – LGI2P*)
- Manipulation d'objets à l'aide d'une main mécanique (*S. Zeghloul, M. Arsicault, J.P. Gazeau*)
- Calibrage automatique par asservissement visuel d'un système robotique dédié à l'échographie 3D (*A. Krupa – IRISA*)
- Outils dextres pour la chirurgie mini-invasive (*J. Szewczyk – LRP*)

- Nouvel instrument de chirurgie cardiaque mini-invasive pour le traitement de la fibrillation (*J. Abadie, A. Faure, N. Chaillet, P. Rougeot, P. Y. Zabé, D. Beaufort et S. Tavernier, LAB*)
- Mesure de micro et nanoforces par lévitation passive et active : présentation des approches développées au LAB pour l'instrumentation biomédicale dédiée à la manipulation des cellules (*A. Cherry, J. Abadie, E. Piat, M. Boukallel – LAB*)

### **Lyon, 12 avril 2006 (journée commune avec le GdR STIC-Santé)**

Thème : **Simulateurs médicaux pour l'apprentissage du geste.**

L'objectif principal de cette journée était de faire le point sur l'état de la recherche dans ce domaine, de montrer l'intérêt à développer une activité, car les médecins sont très demandeurs, et d'identifier les points durs sur lesquels il serait nécessaire de travailler. Cette activité, qui est à la frontière de plusieurs disciplines Informatique, Mécanique et Automatique, nécessite une interaction forte avec le monde médical. 9 exposés ont été présentés par des médecins et des chercheurs scientifiques.

- Simulateur pour l'apprentissage du geste en chirurgie (*Olivier Jegaden Professeur de médecine – Hôpital Louis Pradel, Lyon*).
- BIRTHSIM : Un simulateur d'accouchement. (*Olivier Dupuis - Médecin Hôpital de La Croix Rousse Lyon*)
- Simulateur pour l'apprentissage en kinésithérapie respiratoire du nourrisson. (*Jacques Lottin LISTIC Annecy*)
- Le simulateur d'accouchement BIRTHSIM : un nouvel outil pour la formation des obstétriciens et des sages-femmes. (*Richard Moreau - LAI INSA de Lyon*)
- Simulation réaliste et interactive en chirurgie endovasculaire. (*Karim Djouani - LISSI Paris XII*)
- Simulateur interactif d'apprentissage de la fécondation in-vitro avec micro manipulation. (*Antoine Ferreira - LVR Bourges*)
- Etude comparative de modèle continu et discret pour la modélisation de la prostate et de son environnement. (*Maud Marchal - TIMC Grenoble*)
- Architectures pour la synthèse haptique. (*S. Druon, A. Crosnier - LIRMM Montpellier*)
- Simulation d'objets déformables pour les thérapies ionisantes des tumeurs pulmonaires. (*Vincent Baudet - LIRIS Lyon*)

### **Lyon, 29 mars 2007 : Thème "Micro-capteurs et micro-actionneurs"**

- Matériaux piézoactifs / du capteur au système intelligent (*Lionel Petit, LGEF Lyon*)
- Dérivateur robuste (*Mohamed Smaoui, Ampère Lyon*)
- Capteur de déplacement pour méso-systèmes mécatronique (*Frédéric Lamarque, Roberval Compiègne*)
- TRING-MODULE : Modélisation, développement et commande (*Micky Rakotondabre, LAB Besançon*)

### **Lyon en avril 2007 : Micro-capteurs et Micro-actionneurs**

Cette réunion, organisée à l'INSA de Lyon, avait pour objectif de faire le point sur les micro-capteurs et actionneurs pour la réalisation de systèmes mécatroniques intégrés :

- Lionel PETIT (LGEF), Utilisation des matériaux piezoactifs pour la réalisation de capteurs et d'actionneurs intégrés.
- Mohamed SMAOUI (Ampère), Dérivation robuste pour la réalisation de capteurs virtuels.
- Frédéric LAMARQUE (Roberval), Avantages et inconvénients des capteurs optiques
- Micky RAKOTODOMBRE (LAB), Micro-systèmes pour la réalisation de micro- robots et micro-usines
- Marc VEDRINES (INSA de Strasbourg), Problématiques de l'enroulement à grande vitesse.

### **Lyon en octobre 2007**

Cette réunion conjointe est organisée à l'INSA de Lyon dans le but de permettre aux communautés "Calculs Ensemblistes" et "Systèmes Mécatroniques" de se rencontrer. S'y sont retrouvés le GT SYSME du GDR MACS, le GT MEA du GDR MACS et le GT6 "Conception Innovante et Mécatronique" du GDR Robotique.

Les exposés proposés offraient un large spectre de méthodes (arithmétique par intervalles, calcul ellipsoïdal, optimisation, satisfaction de contraintes ...) qui peuvent contribuer à la résolution de problèmes concrets, en particulier la conception, estimation et commande en robotique.

- Nacim RAMDANI, Introduction à la journée Méthodes ensemblistes pour la conception innovante et les systèmes mécatroniques
- Nathalie REVOL (INRIA), Optimisation globale sans et avec contraintes : résolution à l'aide de l'arithmétique par intervalles
- Luc JAULIN (ENSIETA), Interval analysis and constraint propagation; applications to robotics

- Jean-Pierre MERLET, Conception appropriée et analyse par intervalles
- Suzanne LESECQ, Estimation et observation ensembliste ellipsoïdale : application à l'identification de paramètres en robotique
- Patrick HELMER (EPFL), Activités du groupe VRAI (Virtual Reality and Active Interfaces Group)

### **Nantes en Janvier 2008**

Le groupe a été accueilli à l'IRCyNN. Le thème central de la journée était **l'intégration des actionneurs en conception de robots**. 6 exposés ont été présentés sur des sujets allant de l'aide au choix des actionneurs à la conception de systèmes. 32 participants, appartenant à 14 laboratoires étaient présents à cette journée.

- Antoine DECQUIDT (LAMIH, Valenciennes), Critères dynamiques et formalismes pour le choix optimum d'actionneur.
- Audrey JARDIN (Ampère, Lyon), Méthodologie pour le dimensionnement de systèmes mécatroniques sur critères dynamiques et énergétiques : analyse structurelle et inversion de modèles bond graph, applications, limitations et perspectives.
- Pierre Couturier (Ecole des Mines d'Alès), Apprentissage par les données et systèmes mécatroniques.
- D. CHABLAT (IRCCyN), Conception des vertèbres motorisées d'un robot anguille.
- Gabriel ABBA (LGIPM), Choix optimisés des moteurs et des transmissions mécaniques
- Hamid BEN HAMED (ENS Rennes), État de l'Art des actionneurs électromagnétiques et stockage d'énergie.

### **Réunions prévues pour l'année 2009**

Le Groupe de Travail Systèmes Mécatroniques organise une journée sur le thème de la domotique pour la maîtrise de l'énergie dans le bâtiment. Cette journée devait avoir lieu en octobre 2008, elle a été repoussée au 1<sup>er</sup> semestre de 2009.

Nous voudrions aussi organiser une journée en 2009 à Compiègne avec le partenaire allemand connecté au collège doctoral franco-allemand de l'UTC. Cette journée portera sur la micromécatronique (techniques de microfabrication, techniques de mesure en micro et nano ingénierie...).

### **III Les publications et conférences**

En mai 2008, le 7<sup>ème</sup> congrès franco-japonais (5<sup>ème</sup> congrès europe-asie) de mécatronique (**MECATRONICS 2008**) a eu lieu à Annecy. Le comité de direction du congrès est composé de 5 chercheurs japonais et 5 chercheurs français dont les trois coordinateurs du GT SYSME. Jacques Lottin était le chairman de la conférence.

Lors de cette conférence, 119 papiers ont été soumis, et 80 ont été acceptés (26 français, 32 japonais, et 22 de différentes nationalités). Le comité d'organisation avait choisi de favoriser l'inscription de doctorants, en leur offrant un tarif avantageux, cela s'est traduit par 16 présentations de doctorants français, 15 présentations de doctorants japonais, et 4 d'autres pays. Les doctorants français appartenaient à des laboratoires participants au GT SYSME, et la plupart d'entre eux sont inscrits au GT.

Le GT a décidé, afin de montrer l'intérêt d'utiliser un outil tel que le Bond Graph, pour modéliser les systèmes mécatroniques, et pour cela d'animer une Ecole JDMACS à Reims en 2007. Celle-ci intitulée « Bond Graph : 'Mécano' pour la Mécatronique » se destinait à toutes personnes voulant avoir une première approche du Bond Graph (Théorique et outils logiciels). Nous envisageons de monter une Ecole d'été ou d'hiver en 2010, sur cette thématique.

### **IV Evolutions**

Jusqu'à maintenant, le contenu scientifique des journées était fixé par les responsables du thème, et parfois par un membre actif. Afin d'avoir une meilleure participation des membres, (nous avons 234 inscrits de plus de 35 laboratoires), nous allons systématiser les appels à thèmes de journées auprès de nos collègues membres du GT SYSME.

**PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL**  
**CE2 : COMMANDE DES ENTRAÎNEMENTS ELECTRIQUES**  
**GROUPE INTER GDR**

A. GLUMINEAU<sup>1</sup>, L. LORON<sup>2</sup>, D. DIALLO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MACS

<sup>2</sup>SEEDS

*Site web : <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/CE2>*

CE2 est un groupe Inter GDR MACS - SEEDS (ex ME2MS) (Systèmes d'Energies Electriques dans leurs Dimensions Sociétales), créé en 1990 dans le cadre d'une action spécifique du MENRT et destiné à développer des moyens expérimentaux au travers de bancs tests avec cahier des charges (Benchmarks) pour validation des travaux. L'animation scientifique est ciblée sur des problèmes ouverts en relation avec les préoccupations industrielles (Schneider, Leroy Somer,...).

### **Interdisciplinarité**

Les Laboratoires participants durant les deux dernières années aux réunions sont : CAS, CRAN, CREE, ECS, IRCCyN, Gipsa-LAB, LAGIS, FEMTO-ST, LSIIT, LSS, LVR, LTI, GREYC Service Automatique de Supélec, pour les laboratoires d'automatique, AMPERE, IREENA, GREEN, LEEI, LEG, LGEP, L2EP, SATIE, LAII, L2I, LEC, pour les laboratoires d'électrotechnique.

De plus depuis 2007, un projet retenu par le GDR MACS et soutenu par la communauté SEEDS est développé (c.f. comptes-rendus de réunion du groupe sur le site web CE2) : « Observateurs pour une Approche Globale du Diagnostic et de la Commande des Systèmes de Conversion et d'Entraînements Electriques ».

Trois sous-thèmes ont été sélectionnés :

- Diagnostic des Convertisseurs de Puissance
- Défauts statoriques de la machine asynchrone
- Benchmark Défauts mécaniques

Grâce au soutien du GDR MACS, notamment un actionneur asynchrone a été bobiné avec des prises intermédiaires dans les enroulements statoriques permettant la création de défaut. Cette machine est en cours d'indentification pour permettre la modélisation sous Simulink (modèle mis à disposition à tous les chercheurs du groupe ainsi que le benchmark "Diagnostic" associé).

### **Bancs tests**

Une des caractéristiques du groupe est de favoriser la mise en œuvre expérimentale sur bancs-tests dans des conditions significatives. Pour cela, en concertation avec des industriels du domaine (Schneider, Leroy Somer,...) nous avons élaboré des Benchmarks spécifiques à des problèmes ouverts difficiles avec tests de robustesse pour que les chercheurs puissent valider les résultats obtenus.

Nous avons dans un premier temps grâce à l'aide des GDR obtenus des campagnes expérimentales en nombre important sur les sites (IRCCyN, LGEP, LAG). Plus récemment pour des raisons financières, cette activité a baissé mais nous mettons en œuvre les moyens pour permettre l'expérimentation à distance qui, même si elle est moins riche permet aux chercheurs de valider leur travaux de façon plus réaliste que par simulation.

Le thème « Observation et Commande de la machine asynchrone sans capteur mécanique » a été choisi comme l'un de nos axes de recherche car c'est un problème industriel ouvert à cause notamment des problèmes d'inobservabilité de cette machine. Le but est de réduire les coûts et d'augmenter la fiabilité et de traiter les phénomènes de perte d'observabilité à basse vitesse. Dans ce cadre, deux

Benchmarks : "Observateur" et "Commande" sans capteur avec des trajectoires et des conditions de tests spécifiques avec notamment des tests de robustesse réalistes avec des variations paramétriques résistances (+/-50%) et inductances (+20%).  
(<http://www.irccyn.ec-nantes.fr/hebergement/BancEssai/>).

Les derniers résultats montrent que les algorithmes permettent de contrôler avec stabilité l'actionneur asynchrone dans la zone inobservable (contrairement au variateur industriel de type "sensorless" testé sur le benchmark).

En concertation avec Mathias TIENCHEU (Leroy-Somer) un nouveau benchmark : "Commande sans capteur de l'actionneur synchrone" a été établi. Des actionneurs synchrones de type à aimants en surface et aimants enterrés sont en cours d'achat et d'implantation mécanique sur la plate-forme située à l'IRCCyN grâce au soutien financier de l'IRCCyN et du GDR SEEDS.

### **Animation scientifique**

Des réunions de travail ont été organisées régulièrement de 2005 à 2008 selon le calendrier ci-dessous. Les comptes-rendus des réunions ainsi que les documents des présentations sont téléchargeables sur le site du groupe : <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/CE2/>.

#### Journée CE2 du 24 novembre 2005

##### Journée du 30 mars 2006

- Romeo Ortega (LSS), Mickael Hilairat (LGEP), "Simultaneous Interconnection and Damping Assignment Passivity—Based Control of Induction Motors: Theoretical and Experimental Results"
- Alexandru Ticlea et Gildas Besancon (LAG). "Observateurs pour l'estimation d'état et de paramètres dans les moteurs asynchrones"
- Nadia Bensiali (Univ. Badji Mokhtar), Erik Etien, Claude Chaigne, Gérard Chamenois (LAI) "Synthèse optimale d'un observateur adaptatif pour la commande sans capteur d'une machine asynchrone"
- Dramane Traore (IRCCyN), Luc Loron (IREENA), Alain Glumineau (IRCCyN), "Tests expérimentaux d'un variateur industriels sur le Benchmark Commande sans capteur de la machine asynchrone"
- Malek Ghanes (GREYC), Jesus De Leon (UNAM), Alain Glumineau (IRCCyN)
- "Commande sans capteur mécanique de la machine asynchrone et résultats expérimentaux".
- Table ronde : perspectives et prochaines réunions.

##### Journée du 19 Octobre 2006 du groupe CE2 et de l'Axe Commande et diagnostic du GDR SEEDS

- Bilan des activités précédentes en commande et diagnostic dans les structures ME2MS et Inter GDR CE2
- L'organisation et le fonctionnement de l'axe "Commande et diagnostic" et articulation de cet axe avec le groupe CE2
- Les liens entre SEEDS et le GDR MACS
- Les liens avec les industriels
- Développement d'une activité commune : organisation de journées communes et d'un projet "Observation, Diagnostic et commande des systèmes électriques".

##### Journée S3 / CE2 du 23 janvier 2007

- Projet Observateurs pour une Approche Globale du Diagnostic et de la Commande des Systèmes de Conversion et d'Entraînements Electriques
- Présentation des bancs du LAII de Poitiers
- Présentation du banc d'essai GOTIX de Grenoble

##### Journée du 27 septembre 2007 : Projet "Observateur Diagnostic Commande"

- Sur les défauts dans les systèmes électriques, Luc Loron
- Etat de l'art du diagnostic dans les systèmes de conversion d'énergie électrique, Demba Diallo, Vincent Cocquempot
- Observateur pour le Diagnostic, Jean-Pierre Barbot
- Plate-formes pour le diagnostic, Alain Glumineau, Sandrine Moreau
- Proposition de Benchmarks
  - Sandrine Moreau, Alain Glumineau : Défauts stator et/ou rotor de la machine asynchrone.
  - Pierre Granjon, Jérémie Régnier : Défauts mécaniques (roulements, ...).
  - Demba Diallo, Hamed Yaoui : Défauts de la machine asynchrone et de son Convertisseur.
- Discussion sur la suite du projet

### Journée du 7 février 2008 : Inter GDR et Projet "Observateur Diagnostic Commande"

- Observateur adaptatif pour un convertisseur multicellulaire série, Malek GHANES, ECS/ ENSEA, Cergy
- Diagnostic Robuste à base des modèles LFT Bond graphs. Application à un système électromécanique, B. Ould Bouamama, M. A. Djeziri et R. Merzouki, LAGIS- EC Lille et Polytech-Lille
- Sur la détection de défauts sur les ensembles polyphasés (banc machines du L2EP), Xavier Kestelyn L2EP - ENSAM CER Lille
- Etat de l'art et discussions sur les benchmarks du projet "Observateur Diagnostic Commande des Systèmes électriques" :
  - Benchmark Diagnostic des Convertisseurs de Puissance, Demba Diallo, LGEP, SUPELEC
  - Benchmark Défauts statoriques de la machine asynchrone; Luc Loron, Emmanuel Schaeffer, IREENA/ Polytech, Alain Glumineau IRCCyN Nantes, Sandrine Moreau LAII/ESIP Poitiers
  - Benchmark Défauts mécaniques voir exposé 2).

### Journée du 23 octobre 2008 : Inter GDR et Projet "Observateur Diagnostic Commande"

- Bilan avec les animateurs du groupe CE2 et les responsables des Benchmarks pour faire le point sur l'activité du groupe et le projet "Observateur-Diagnostic-Commande"
- Approche intégrée pour la supervision d'un véhicule électrique, M. A. Djeziri (EC-Lille), B. Ould Bouamama (Polytech-Lille), R. Merzouki (Polytech-Lille)
- Diagnostic précoce de l'isolation statorique des machines électriques par identification paramétrique en haute fréquence, Emmanuel Schaeffer (IREENA, Saint Nazaire)
- Conception d'observateur de vitesse et de position pour la machine synchrone à aimants permanents, Ahmad AKRAD (LGEP, Paris)
- Sur la commande robuste par modes glissants d'ordre supérieur : application à l'actionneur synchrone, Dramane Traore, Alain Glumineau, Franck Plestan, Robert Boisliveau, IRCCyN, Nantes

La participation d'industriels a permis la définition de benchmarks qui ont été utilisés par les chercheurs pour leurs essais.

Par ailleurs les membres du groupe travaillent sur d'autres thèmes comme :

- la modélisation des machines asynchrones avec prise en compte des saturations magnétiques
- l'analyse de la robustesse de la commande vectorielle de la machine asynchrone par la méthode du flux rotorique orienté.
- la définition de nouveaux modèles de type Représentation Linéaire Fractionnaire permettant de prendre en compte fidèlement les variations des paramètres.

## **Conclusions et perspectives**

### ***Objectifs atteints, Problèmes, solutions***

- Echanges scientifiques entre les deux communautés (Automatique et électrotechnique).
- Animation des bancs tests a fonctionné de façon plus que satisfaisante pour aux moins deux bancs (LGEP et IRCCyN/IREENA) mais le manque de financement spécifique et la disponibilité humaine pour l'accueil des chercheurs continuent de limiter le nombre de tests sur site. L'étude des moyens permettant les essais à distance est en développement en particulier sur la plate-forme située à l'IRCCyN. Ainsi un chercheur pourra via Internet expérimenter ses algorithmes de commande ou d'observation avec toutefois la présence in situ de l'ingénieur en charge de la plate-forme pour conseil et en sécurité.

### ***Perspectives***

D'un point de vue théorique et appliqué, en complément des thèmes actuels en cours présentés ci-dessus, le nouveau Benchmark "Commande sans capteur de l'actionneur synchrone" sera développé pour les deux types de moteur à aimants (en surface ou enterrés) car les problèmes d'inobservabilité de ces deux types de machines sont différents.

Dans la continuité du projet "Observateurs pour une Approche Globale du Diagnostic et de la Commande des Systèmes de Conversion et d'Entraînements Electriques", nous souhaitons travailler notamment sur la commande en mode dégradé (panne de capteur, ...).

Des contacts sont en cours avec Hermès Science Publications, pour l'édition de livres faisant le bilan de l'activité du groupe sur différents thèmes (Commande sans capteur de l'actionneur asynchrone, Observateur pour la commande des entraînements électriques, ...).

**PRESENTATION DU GROUPE DE TRAVAIL**  
**UAV : VEHICULES AERIENS AUTONOMES**  
**GROUPE INTER GDR**

I. FANTONI-COICHOT<sup>1</sup>, Y. BESTAOU<sup>2</sup>, M. BOUTAYEB<sup>3</sup>

<sup>1</sup>HEUDIASYC

<sup>2</sup>IUP-Evry

<sup>3</sup>IUT-Longwy

*Site web : <http://www.hds.utc.fr/gt-uav>.*

Les recherches menées sur les véhicules aériens autonomes ou drones par les communautés Roboticienne et Automaticienne françaises ne cessent de s'accroître et de se diversifier. Le potentiel des drones miniatures s'avère très important avec une multitude d'applications (surveillance de site sensible, gestion des risques naturels, protection de l'environnement, intervention dans des sites hostiles, gestion des grandes infrastructures, agriculture, prise de vue aérienne, ...). Le développement de tels services effectués au moyen de drones automatiques et autonomes repose sur la capacité de contrôle de leur vol en environnement hostile et perturbé. Cette capacité passe par une maîtrise de l'aérodynamique de ces engins, des lois de contrôle associées, de l'estimation d'état et éventuellement des perturbations. Outre les verrous d'ordre réglementaire (intégration au sein de la circulation aérienne), les technologies drones miniatures doivent répondre à des problématiques techniques liées à leur taille afin d'assurer leurs déploiements.

De nombreux laboratoires en France travaillent actuellement sur cette thématique, qui relève de plusieurs disciplines, telles que l'automatique, la robotique, l'informatique, l'électronique, la mécanique, etc. L'automatique étant souvent placée à la frontière des autres disciplines, il nous a semblé intéressant de proposer la création du groupe de travail « véhicules aériens autonomes » au sein du GdR MACS en 2007.

En 2008, ce groupe de travail s'est associé avec le GT2 « véhicules autonomes (terre, air, mer) » du GdR Robotique pour créer le sous-thème « commande de drones » dont la thématique sur les véhicules aériens autonomes était commune. Le groupe de travail UAV est ainsi devenu inter-GdR MACS et Robotique.

L'objectif du Groupe de Travail inter-GDR (Automatique-Robotique) est de réunir les chercheurs des deux communautés scientifiques et les industriels autour de la thématique des véhicules aériens miniatures, afin d'établir et d'évaluer les avancées méthodologiques et technologiques du domaine permettant l'autonomie de ces véhicules. Les problèmes traités dans le cadre de ce GT sont nombreux. On s'intéresse à tous les drones (micro ou mini, plus lourds ou plus légers que l'air) dans toutes les configurations possibles (voilures fixes, tournantes, vibrantes ou battantes). Les réunions du GT permettent de conjuguer les expertises de roboticiens, d'automaticiens et d'industriels autant sur les aspects fondamentaux (problèmes génériques de commande, d'observation et d'estimation) que sur les aspects technologiques (nouvelles architectures aéromécaniques, capteurs, actionneurs, ...).

### **Thématiques scientifiques**

Le GT UAV s'intéresse aux problèmes suscitant un intérêt évident des communautés Roboticienne et Automaticienne. Ils sont regroupés en 5 thématiques relevant du domaine de la robotique et de l'automatique. Les thèmes et leurs descriptifs ci-dessous ne représentent pas une liste exhaustive, en effet certains points non évoqués (conceptions innovantes en aéromécanique, capteurs, actionneurs et architectures informatiques) sont des sources non négligeables de problèmes intéressants :

## Modélisation

L'établissement d'une modélisation exploitable pour la synthèse et l'analyse de commande des drones est un vrai challenge. La complexité de la mécanique et la variabilité des phénomènes aérodynamiques en jeu, en particulier lorsque différents vols sont alternés, sont des sources importantes de difficultés. Bien que globalement les effets aérodynamiques soient en réalité continus, lorsque l'on passe d'un mode de vol à un autre, ils sont difficilement modélisables. Ceci reste vrai même si l'on ne s'intéresse qu'à un mode de vol spécifique pour certaines configurations de drones.

L'objectif de cette thématique est d'établir, pour un drone donné, un modèle aérodynamique le plus simple possible en vue de la synthèse de commande, sans dénaturer les caractéristiques principales du drone.

## Commande

Pour le problème de synthèse de la commande, les difficultés sont multiples. Il convient en premier lieu de remarquer que ces systèmes sont sous-actionnés (nombre d'entrées de contrôle inférieur au nombre de degrés de liberté du système) ; ils peuvent être de tailles et de formes différentes conduisant à des caractéristiques aérodynamiques différentes et par conséquent à des objectifs de commande différents. Les outils classiques de l'automatique, basés en premier lieu sur des hypothèses de commandabilité locale du système, ne sont parfois pas directement utilisables. Comment exploiter les efforts aérodynamiques ou comment combiner au mieux plusieurs phases de vol (avec ou sans planification de trajectoire) dans le but d'optimiser la dépense énergétique (par exemple) sont, du point de vue de la commande, des problèmes difficiles et très ouverts. Il convient également de mentionner le problème de résistance à la rafale et à d'autres phénomènes aérologiques, en particulier dans les milieux urbains (vent tourbillonnant, phénomène de cisaillement, ...) dont l'étude est nécessaire à l'autonomie des drones. L'étude de ces problèmes peut amener à des méthodologies tout à fait novatrices et sont primordiales d'un point de vue applicatif pour augmenter l'autonomie du système.

L'objectif de cette thématique est de développer de nouvelles stratégies de commande (issues de l'Automatique ou de l'apprentissage) assez génériques, simples, robustes et performantes répondant aux exigences des besoins.

## Commande référencée capteurs

Le contrôle du véhicule par rapport à son environnement est primordial. L'objectif essentiel de cette thématique est d'étendre le paradigme de la commande référencée capteurs aux véhicules aériens en fusionnant les mesures des capteurs habituels de ce type de véhicules (centrale inertielle, baromètres, GPS) aux informations issues de capteurs de vision et de télémétrie et en associant cela à des méthodes avancées de stabilisation. L'obtention de lois de commande modernes au plus près des référentiels de mesures devrait permettre d'étendre les capacités de réactivité vis-à-vis des obstacles et des perturbations. Par ailleurs, cette thématique est une source non négligeable de problèmes théoriques attirant de plus en plus l'attention des chercheurs des deux communautés.

## Filtrage de données et estimation de l'état du système

L'implémentation de toute loi de commande nécessite la reconstruction et l'estimation de l'état du système dont elle est fonction. Selon les capteurs embarqués et les configurations du drone étudié, l'objectif sera la reconstruction de l'information de position (ou de la configuration du drone), de vitesse (absolue ou relative) et éventuellement, les efforts aérodynamiques par fusion des informations inertielles provenant généralement de capteurs proprioceptifs (centrale inertielle, baromètres, capteurs d'efforts, ...) et extéroceptifs (caméras et télémètres) ou absolus (GPS). Plusieurs solutions existent mais aucune d'elles n'est réellement satisfaisante pour répondre aux problématiques des drones. Tout comme la thématique précédente, ce volet a pour objectif le développement de nouvelles techniques d'estimation d'état basées sur le modèle dynamique du drone, des capteurs et de leurs dynamiques.

## Prise de décision et planification des systèmes autonomes

Lorsque le véhicule évolue dans un environnement mal connu, dynamique voire dangereux, et que la mission doit être réalisée même en cas de perte de communication avec les opérateurs, l'autonomie

doit être décisionnelle. Le véhicule est capable de prendre des décisions et de réaliser les actions associées. L'intelligence embarquée permet ainsi au véhicule d'atteindre les objectifs de la mission en assurant sa survie et en prenant en compte les aléas qui surviennent en cours de mission.

## Organisation

Depuis sa création, le GT UAV a organisé 3 réunions. Les deux premières étaient conjointes avec le GT4 Méthodologies pour la Robotique du GdR Robotique et la troisième réunion officiellement inter-GDR était commune avec le GT2 Véhicules autonomes (terre, air, mer), sous thème « Commande de drones » du GdR Robotique. Les présentations des journées et leurs supports sont archivés sur le site web du GT à l'adresse : <http://www.hds.utc.fr/gt-uav>.

Les laboratoires, universités et/ou institutions participant aux journées sont : IBISC, HEUDIASYC (UTC), I3S, LSIT, CEA LIST, ONERA, DGA, CNES, Ecole des mines de Paris, CREA (UPJV), USTL, CRAN, INRIA Sophia, ENSEA, ENIM, LASMEA, LISV, ENSAM, GIPSA, LSIS, Université d'Orléans, ENS Cachan, SUPELEC, THALES, Dassault Aviation.

Les animateurs du GT UAV sont :

- **pour le GdR MACS** : Yasmina Bestaoui, Mohamed Boutayeb et Isabelle Fantoni-Coichot.
- **pour le GdR Robotique** : Isabelle Fantoni-Coichot et Tarek Hamel.

Les intersections thématiques de ce GT avec d'autres GTs du GdR MACS (Systèmes de commande) et du GDR Robotique (GT2-partie Véhicules terrestres et GT4-Méthodologies pour la Robotique) n'étant pas négligeables, la présence des membres de ces GT lors des réunions est sollicitée.

## Réunions du GT UAV

### **09 novembre 2007 - ENSAM – Paris (61 participants)**

Réunion conjointe avec le GT4 - Méthodologies pour la Robotique du GdR Robotique.

- Génération de trajectoires d'un robot plus léger que l'air, Yasmina Bestaoui, Ibisc, Université d'Evry ;
- Modélisation et commande d'un avion à décollage vertical, Rogelio Lozano, Heudiasyc, UTC ;
- Activités drones au Centre Automatique et Systèmes. Ecole des Mines de Paris, Nicolas Petit, Centre Automatique et Systèmes, Ecole des Mines de Paris ;
- Activités mini-drones au service Robotique et Interaction du CEA List, Jean-Marc Alexandre, CEA List, Fontenay aux Roses ;
- Modélisation, contrôle et techniques d'estimation d'état de drones miniatures, Tarek Hamel, I3S, Université de Nice – Sophia Antipolis.

### **20 mars 2008 - ENSAM – Paris (60 participants)**

Réunion conjointe avec le GT4 - Méthodologies pour la Robotique du GdR Robotique.

- Les systèmes de drones miniatures : des usagers à part entière de l'espace aérien ? Claude Le Tallec, ONERA-DPRS ;
- Système visuel biomimétique pour le verrouillage de cap d'un micro- aéronef, Nicolas Franceschini, Equipe Biorobotique, Institut Science du Mouvement, CNRS-Université de Marseille ;
- Commandabilité et stratégie de commande tolérante pour un aéronef, François Bateman
- Synergies Technique et Economique des drones civils et drones de sécurité, Catherine Fargeon, Innovation et Recherche, Conseil Général de l'Armement, Paris ;
- Commande de véhicules en présence de glissement: Application au suivi de trajectoire d'engins en milieu naturel, Roland Lenain, Cemagref, Clermont Ferrand.

### **02 octobre 2008 - ENSAM – Paris (38 participants)**

Première réunion officiellement inter GdR MACS et Robotique.

- UAV developments under the HELICIM and OBSERVFLY Projects, Carlos Silvestre, IST/ISR, Lisbon, Portugal;
- Gradient like observers for invariant systems, Robert Mahony, Australian National University;
- Le projet ReSSAC : aboutissements et perspectives, Patrick Fabiani, ONERA Toulouse ;
- Commande d'une classe de véhicules sous-actionnés et application aux drones de type VTOL, Claude Samson, INRIA Sophia Antipolis ;
- Commande intuitive de drone miniature à voilure tournante, Nicolas Guenard, CEA List.

## Perspectives

À court terme, la prochaine réunion du GT est prévue le 26 mars 2009. Elle sera consacrée à 2 ou 3 exposés d'industriels et 6 à 7 exposés de doctorants. Une autre réunion est prévue en deuxième partie de l'année 2009. Elle peut être consacrée à la thématique de la commande des véhicules dont le sous-actionnement ne concerne que la dynamique de translation. On s'intéressera en particulier aux véhicules dont la dynamique de translation est commandée par une seule force de poussée le long de l'axe privilégié du véhicule. Cette classe de système est très large puisqu'elle englobe les principaux véhicules évoluant sur SE(2) (Aéroglosses, bateaux et les PVTOL) et presque tous ceux évoluant sur SE(3) (Dirigeables, Sous-marins, Avions, Missiles et les principales formes de VTOL (Hélicoptère, Quadrotor, Ducted fan, ailes-battantes, ailes vibrantes), etc.

Par conséquent, les travaux du GT-UAV ne sont qu'à leur début et il en reste beaucoup à faire même si on se limite aux thématiques décrites plus haut.

Le GT UAV envisage de :

- fournir un document sur l'état de l'art et les défis à relever dans ce domaine,
- proposer un numéro spécial de la revue JESA,
- organiser une session invitée à CIFA 2010.
- organiser un workshop sur les véhicules aériens.

Notons au passage que certains membres du GT sont impliqués dans l'organisation d'un numéro spécial « Special Issue on Aerial Robotics: Applications, open problems and new trends » de la revue *Control Engineering Practice* et d'un autre numéro spécial « Special Issue on Visual Guidance Systems for Small Unmanned Aerial Vehicles » de la revue *Autonomous Robots*. Les informations sont disponibles sur le site du GT UAV.

