

Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS

# Nouvelle plateforme pour les micro et nano technologies

*Le LAAS inaugure sa plateforme,  
l'une des sept grandes centrales  
pour la recherche technologique  
de base*

## **Optique adaptative**

Des micromiroirs pour observer les étoiles

## **Signaux et systèmes**

Une théorie dédiée aux problèmes  
dynamiques complexes

## **Sûreté de fonctionnement**

Résilience des systèmes informatiques  
ubiquitaires. Ce qu'il faut explorer

## **Innovation**

Des intergiciels pour les plateformes  
avioniques du futur

# sommaire

## la lettre du LAAS n° 36

### ÉVÉNEMENT

#### NOUVELLE PLATEFORME DE TECHNOLOGIE DU LAAS

Une centrale au service de la microélectronique, des micro et nano technologies

4

#### LA CRÉATION D'UN MICROSYSTÈME

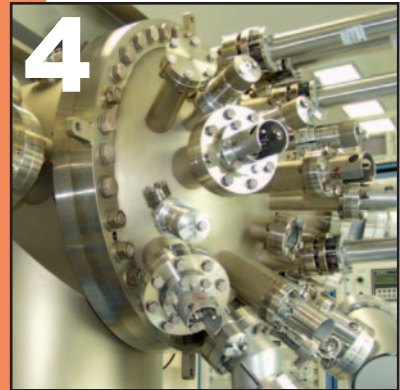
De la conception à la réalisation

6

#### OPTIQUE ADAPTATIVE

Micromiroirs déformables pour l'observation des étoiles

7



### ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE

#### REPRÉSENTATION DIFFUSIVE

Une théorie dédiée aux problèmes dynamiques complexes

8

#### ROBOTIQUE AÉRO-TERRESTRE

Le CNRS et l'ONERA se dotent d'un cadre commun de collaboration scientifique

9

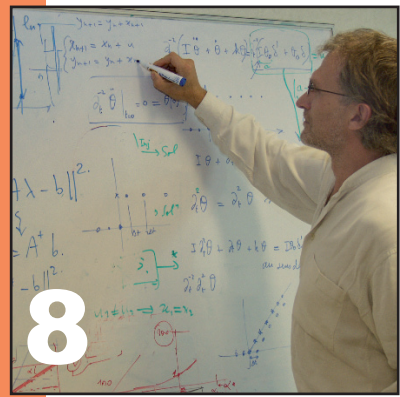
#### SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT INFORMATIQUE

Résilience des systèmes informatiques ubiquitaires  
Un programme de recherche produit par le réseau d'excellence ReSIST

10

Interdépendances d'infrastructures essentielles : modélisation et protection

11



### INNOVATION

#### START-UP NOOMEQ

Jeunes docteurs à la conquête du marché de la modélisation 3D

12

#### ARCHITECTURES EMBARQUÉES

Intergiciels pour les plateformes avioniques du futur

13

### EXPÉRIENCE

#### ENTRETIEN : DENIS ARZELIER, CHERCHEUR AU LAAS

Automatique et applications spatiales

14

#### ENQUÊTE

Une thèse au LAAS

16



### VIE SCIENTIFIQUE

Talents

17 / 18

Habilitation à diriger des recherches

17

Thèses

17 / 18 / 19

Le LAAS accueille

18

Conférences

19

### IMAGE DU LAAS

20





# édito

PAR RAJA CHATILA  
directeur du LAAS-CNRS



L'année 2007 a vu des changements importants au LAAS. Première année du mandat quadriennal d'une nouvelle direction, évolution des structures du laboratoire. Une année qui a commencé par une extension du laboratoire grâce à la livraison de la deuxième tranche du bâtiment Jean Lagasse qui abrite la nouvelle centrale de technologie de 1500m<sup>2</sup>, l'une des sept centrales de micro et nanotechnologies du réseau national Recherche technologique de base (RTB). L'inauguration officielle de la centrale en novembre 2007, associée à une journée de prospective scientifique internationale sur les sciences et technologies de l'information, de la communication et des systèmes, a confirmé la vitalité du laboratoire et sa place sur la scène mondiale. Ce nouveau numéro de la Lettre du LAAS, après une longue interruption, présente quelques-uns des événements qui ont marqué cette année, dans les activités de recherche du laboratoire, notamment en sûreté de fonctionnement informatique ; dans leur valorisation : création d'une nouvelle start-up dans le domaine de la modélisation 3D ; ou dans le cadre de collaborations : une convention de collaboration avec l'Onera, dans les domaines de la robotique aéroterrestre et de l'autonomie des systèmes spatiaux, vient offrir un cadre formel à une collaboration de longue date entre le LAAS et le CERT.

L'année 2007 a aussi été marquée par de grands changements pour la recherche scientifique en France et dans notre région. L'ANR est désormais établie comme principale source de financement de la recherche sur projets. Le dynamisme du LAAS ne s'est pas démenti et 54 projets ont été déposés et 14 obtenus à ce jour pour les appels 2007. Pour ce qui concerne notre région Midi-Pyrénées, la création du PRES « Université de Toulouse » au tout début de l'année a déjà permis de donner plus de visibilité et de visibilité à notre université. La loi relative aux libertés et responsabilités des universités votée en août dernier devrait lui permettre de se doter des moyens nécessaires à ses ambitions. Un nouvel acteur, le RTRA « Sciences et technologies de l'aéronautique et de l'espace », a pris sa place en amont du pôle de compétitivité Aerospace Valley dans lequel nous sommes fortement impliqués, et a déjà commencé à financer des projets dans lesquels le LAAS trouve toute sa place. Notre laboratoire est aussi partie prenante dans les actions du pôle Cancer Bio-Santé, avec des projets interdisciplinaires entre les STIC et la biologie. Enfin, au courant de cette année, le LAAS a intégré pleinement le dispositif Carnot dont il a obtenu le label en 2006, avec des projets de coopération inter-Carnot sélectionnés, des relations en développement avec les Instituts Fraunhofer, et une évolution de l'organisation du laboratoire pour renforcer ses relations contractuelles.

L'année 2008 sera une année charnière pour notre organisme, le CNRS. Sa dotation inscrite dans le projet de loi de finances 2008 n'est en augmentation réelle que de 0,6 % en euros courants (inflation non comprise), ce qui lui donne des moyens d'intervention limités. La mission confiée par le ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche à François d'Aubert sur le partenariat entre organismes de recherche et universités devra probablement aboutir à une modification drastique du rôle du CNRS dans le paysage de la recherche française. Le LAAS contribuera, comme toujours, avec ses 600 chercheurs, enseignants, ingénieurs et techniciens dans le domaine des sciences et technologies de l'information, de la communication et des systèmes, à ce que l'excellence de la recherche française soit l'objectif vers lequel tendent toutes les évolutions et les réformes de structure.

En mai 2008, le LAAS fêtera ses quarante ans. Nous reviendrons dans un prochain numéro de la Lettre du LAAS sur les événements qui seront organisés pour célébrer cet anniversaire, en marquant une fois de plus la place que notre laboratoire a su prendre dans la recherche régionale, nationale et mondiale depuis sa fondation par Jean Lagasse.

## UN NOUVEAU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL AU LAAS

**Alain Filipowicz**, 44 ans, ingénieur en chef de l'armement, a pris le 3 décembre dernier ses fonctions de secrétaire général du LAAS, succédant à ce poste à Michel Lafon, décédé en juillet dernier. Alain Filipowicz est ingénieur de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace, SUPAERO. Son activité sera particulièrement orientée vers le soutien au financement de projets nationaux, européens et internationaux, les relations institutionnelles du laboratoire et ses partenariats avec la sphère industrielle. « Au LAAS, indique le nouveau secrétaire général, j'aurai à cœur de concilier des actions dans lesquelles le laboratoire est fortement impliqué. Capitaliser sur les thématiques de recherche existantes et faciliter des partenariats nouveaux, notamment dans le cadre de l'institut Carnot, label qu'a reçu le LAAS en 2006 ».

Alain Filipowicz a commencé sa carrière au Centre d'essais de la Méditerranée, aujourd'hui Centre d'essais de lancement de missiles, comme chef du service Activités sous-marines puis adjoint essais au sous-directeur technique. Après un séjour de quatre ans en Allemagne comme co-directeur français du bureau trilatéral de programme COBRA des ministères de la Défense allemand, britannique et français, il a pris la responsabilité d'un bureau commun à la DGA et au CNES sur l'architecture de systèmes spatiaux et de services. En 2000, il a été nommé par le ministre de la Recherche directeur régional adjoint à la recherche et à la technologie, DRRT, pour la région Midi-Pyrénées. Il a occupé ce poste pendant quatre ans avant de rejoindre l'ENSICA comme directeur adjoint jusqu'à sa prise de fonctions au LAAS.

« Je connais le LAAS depuis SUPAERO, dit l'ancien élève de l'école, certains cours étaient dispensés par des chercheurs du LAAS. Plus tard, j'ai eu la chance de pouvoir travailler avec le LAAS, notamment dans mes fonctions à la DRRT. J'étais en charge du transfert de technologies et du montage de plusieurs laboratoires communs au LAAS et à l'industrie. Les laboratoires communs sont à la fois la quintessence et l'aboutissement d'une collaboration réussie entre la recherche et l'industrie ».

Alain Filipowicz, qui a entre autre participé, en tant que membre de l'équipe porteuse du projet, à l'élaboration du dossier pour la création du pôle mondial de compétitivité Aerospace Valley, a fait de son souci constant de faciliter les liens entre recherche et innovation le fil conducteur de sa carrière. Il est chevalier de l'Ordre du Mérite et médaille de bronze de la Défense nationale. ■

## NOUVELLE PLATEFORME DE TECHNOLOGIE DU LAAS

## Une centrale au service de la microélectronique, des micro et nano technologies



© LAAS-CNRS 2007, LAURENT JAUBERT

BÂTI D'ÉPITAXIE PAR JETS MOLÉCULAIRES POUR LA PHOTONIQUE

*Sur un plateau de 1500 m<sup>2</sup> de salle blanche sont regroupés tous les équipements utiles à la conception, la mise au point et le développement de composants microélectroniques, des micro et des nano technologies. Pour le LAAS, le 8 novembre 2007 était une date à marquer d'une pierre blanche. L'inauguration officielle de la nouvelle plateforme de technologie est le point d'orgue d'un travail entrepris par le laboratoire à partir du milieu des années 1990 et qui a connu une réelle concrétisation depuis 2002 grâce à l'implication de nombreux partenaires parmi lesquels le ministère de la Recherche, le CNRS, le conseil régional Midi-Pyrénées et l'ANR.*

**L**a nouvelle plateforme de technologie du LAAS est une composante du réseau de six grandes centrales de technologie pour la recherche technologique de base (RTB)<sup>1</sup>. Initié en 2002 par la direction de la Technologie du ministère de la Recherche, ce réseau a permis de doter la France d'une infrastructure propre à répondre efficacement et sans coût excessif aux besoins technologiques de la recherche dans trois domaines stratégiques : les nanosciences et nanotechnologies, l'intégration de systèmes hétérogènes et l'électronique ultime. Le CNRS et le CEA y coordonnent leurs efforts avec l'objectif de développer et mettre en réseau les grandes centrales technologiques. Ils comptent également développer des thèmes de recherches prioritaires, concernant aussi bien la voie descendante que l'intégration des concepts et nano-objets issus de la voie montante, pour la réalisation de dispositifs et de composants toujours plus petits et performants, visant des applications dans le domaine des STIC et des technologies d'interfaces comme les biotechnologies. Enfin, le réseau a une mission d'accompagnement de la valorisation et du transfert. Les six grandes centrales, complémentaires, disposent d'équipements permettant à chacune de mener des recherches sur l'ensemble d'une filière technologique.

#### Une naissance en deux étapes

Jusqu'en 2005, le LAAS disposait de 450m<sup>2</sup> de salles blanches et grises réparties en cinq

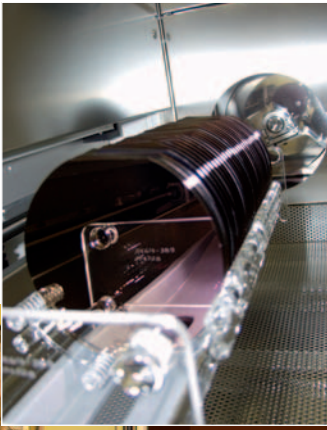
endroits différents et dont la construction datait parfois de plus de 25 ans. Un premier plan de construction de 3,7 millions d'euros, dans le cadre du contrat de plan Etat-Région, a permis la réalisation et la mise en service en juillet 2005 d'une salle blanche de 700m<sup>2</sup>, assortie de locaux connexes<sup>2</sup>. En 2007, cette infrastructure a bénéficié de 800m<sup>2</sup> supplémentaires, construits dans le cadre du projet de plateforme technologique avec les soutiens de l'ANR, du CNRS, des ressources contractuelles et du Club des affiliés du LAAS, pour un montant de 3,9 millions d'euros.

Le bâtiment hébergeant la salle blanche comporte quatre niveaux. Un rez-de-chaussée technique regroupe les installations annexes, comme les centrales d'eau désionisée et de refroidissement et les pompes primaires. Au dessus, un faux plancher permet la distribution des fluides et gaz et l'évacuation de produits. Vient la salle blanche proprement dite, d'une superficie totale de 1500m<sup>2</sup> en classes 10 000 et 100, structurée en épi. Le plénum enfin, est relié aux centrales de traitement d'air qui permettent le renouvellement de l'air et assurent la suppression de la salle blanche. Le système de recyclage de l'air est assuré par des FFU (Filter Fan Unit), systèmes permettant d'obtenir la classe d'empoussièrement désirée. Cette structure a été particulièrement étudiée pour garantir la flexibilité de l'installation, des possibilités d'évolution et des coûts d'exploitation réduits.

<sup>1</sup> www.rtb.cnrs.fr

<sup>2</sup> Lire à ce sujet « De la microélectronique aux micro-nanotechnologies », par Norbert Fabre, lettre du LAAS n° 35, janvier 2006





ENFOURNEMENT DE PLAQUETTES DE SILICIUM 6" DANS UN RÉACTEUR D'OXYDATION



LA CENTRALE DE FABRICATION DE MASQUES OPTIQUES

## Des équipements et des moyens humains

Depuis 2003, le plan RTB et les ressources propres du laboratoire ont permis d'investir plus de 10 millions d'euros d'équipement. Le choix de ces équipements a été dicté par la volonté de favoriser l'ouverture aux projets externes, grâce à des types de machines flexibles et diversifiés. Des machines manuelles permettent le traitement d'échantillons de formes et de dimensions non standardisées, d'autres, automatiques, traitent les gros volumes, certaines sont dédiées à des procédés, par exemple les procédés MOS, et des machines sont à utilisations multiples pour répondre à des demandes diverses. En technologie silicium, le diamètre des plaquettes est 100 et 150mm. Néanmoins une grande quantité d'équipements est compatible 200 voire 300mm. En GaAs, le standard est 75mm. Ces moyens, répartis dans 13 zones spécifiques, couvrent tous les champs technologiques nécessaires à la fabrication des composants. Ils s'appuient également sur les équipements de la plateforme de caractérisation (lire page suivante).

Pour mener à bien plus de 60 projets internes et l'accueil de plus de 40 projets dans le cadre du programme RTB (voir encadré), près de 200 personnes dont 100 permanents travaillent autour de la centrale. Elles bénéficient de l'as-

sistance des 27 ingénieurs et techniciens du service Techniques et équipements appliqués à la microélectronique du LAAS. Celui-ci est organisé en "responsables de zones" (le spécialiste d'un ensemble d'équipements ou de technologies homogènes) et "coordinateurs de projets" (il conduit au niveau technique des projets en collaboration avec des chercheurs). Cette structure permet d'avoir des spécialistes des équipements, pour la maintenance et la mise au point des procédés technologiques, et de conserver le savoir faire.

**La politique scientifique du LAAS a décidé de faire la part belle à de nouveaux défis**

## Soutien aux projets et nouveaux défis

Les activités de la plateforme sont intimement liées aux thématiques du pôle Micro et nano systèmes du LAAS. Elles concernent la conception, la réalisation et la caractérisation de micro et nano systèmes, avec un objectif d'intégration de fonctions par l'intégration de technologies, et l'association de micro-nanotechnologies. Les domaines privilégiés sont la communication, la gestion de l'énergie électrique, la biologie et la chimie. L'évolution des thématiques montre un nombre de projets constant en micro et optoélectronique et, à partir de 1994, un développement très rapide de l'activité autour des micro-technologies, avec un nombre croissant de projets capteurs et microsystèmes. Ceci traduit

d'une part l'augmentation de l'activité en capteurs et microsystèmes, et d'autre part l'utilisation de micro technologies pour accroître les performances et les fonctionnalités des dispositifs basés sur des filières microélectroniques. A partir de 2002, le fait marquant est le développement des nanotechnologies, à un rythme comparable à celui des micro technologies dans les années 1990. Aujourd'hui, forte de l'expérience du laboratoire et de sa participation au réseau RTB, ouverte aux mondes académique et industriel, la plateforme accompagne les projets de recherche internes et externes. Mais il ne s'agit pas là d'une fin en soi. L'essor des nanotechnologies, la mise en œuvre de nouveaux matériaux, des technologies dites « alternatives », l'intégration des problématiques de la chimie, de la biochimie au sein des filières ne sont que quelques exemples des pistes qui demandent à être explorées. ■

@ Contact

Hugues Granier, [granier@laas.fr](mailto:granier@laas.fr)

## Accueil des projets exogènes

### Mode d'emploi

Membre du réseau des grandes centrales du réseau RTB, la plateforme de technologie du LAAS-CNRS est ouverte aux laboratoires de recherche et aux acteurs du monde économique. Cette ouverture se traduit par des projets prenant diverses formes. Soutien direct à la recherche dans les laboratoires partenaires par la réalisation d'opérations technologiques, collaborations pour la mise au point d'un nouveau procédé, ou projets nécessitant de nombreux développements tant scientifiques que techniques. Ces actions peuvent avoir des durées très variables de quelques heures à plusieurs mois en fonction de leur complexité.

Pour envoyer une requête à la plateforme, il suffit de prendre contact à l'adresse [plateformertb@laas.fr](mailto:plateformertb@laas.fr) en indiquant le plus précisément possible la nature du soutien sollicité. Dès sa réception, la demande est prise en charge. En fonction de sa nature, et par interactions successives entre le demandeur et les personnes de la plateforme les plus compétentes, une expertise est conduite quant à la faisabilité, aux coûts et délai de réalisation. Si la réponse est favorable, un interlocuteur privilégié se chargera de formaliser l'ensemble de ces éléments avant la réalisation. Si le projet n'est pas réalisable au LAAS, il sera redirigé vers les autres centrales du réseau (IEMN, IEF, LPN, FEMTO, PTA). L'accueil d'un chercheur extérieur au LAAS peut être réalisé par le biais d'une convention. La formation de cette personne étant assurée au sein de la plateforme et par de nombreux modules de cours de technologie.

Pour en savoir plus : [www.laas.fr](http://www.laas.fr), plateforme RTB

## LA CREATION D'UN MICROSYSTEME

## De la conception à la réalisation

*La conception assistée par ordinateur est la première étape dans la démarche conception – réalisation – test de la création d'un système. L'étape réalisation sera assurée dans la centrale technologique, l'étape test dans la plateforme de caractérisation*

**La plateforme CAO**

L'objectif de la plateforme CAO est de renforcer les connaissances du laboratoire en matière de modélisation multi-physique, multi-échelle et modélisation formelle, avec une méthodologie de conception de système depuis les spécifications et les fonctions jusqu'au prototypage virtuel. L'aspect plateforme doit faciliter la mutualisation des moyens et des connaissances, et de fait permettre la réalisation de nano-microsystèmes plus complexes et plus hétérogènes. La plateforme CAO doit être le lieu privilégié de conception, mais aussi de rencontres et d'échanges. Pour ce faire, un ensemble de stations de travail performantes est proposé : processeur quadricore 64 bits, 8 GB RAM, 300 GB disque (raid0), écran 24 pouces, Linux 64 bits (CentOS 5). L'environnement logiciel tend vers une standardisation de certains outils : ADS, Cadence, Sentaurus, Silvaco, Maxwell, Coventor, HFSS, et bientôt d'autres.

**La plateforme de caractérisation**

L'activité micro et nano systèmes se traduit par des réalisations de composants électroniques, optiques, ou microsystèmes, dont on doit vérifier les performances par un ensemble de mesures. La majorité de ces mesures s'effectue dans la plateforme caractérisation. Celle-ci s'étend sur 800m<sup>2</sup> de salles d'expérimentations, spécialisées en :

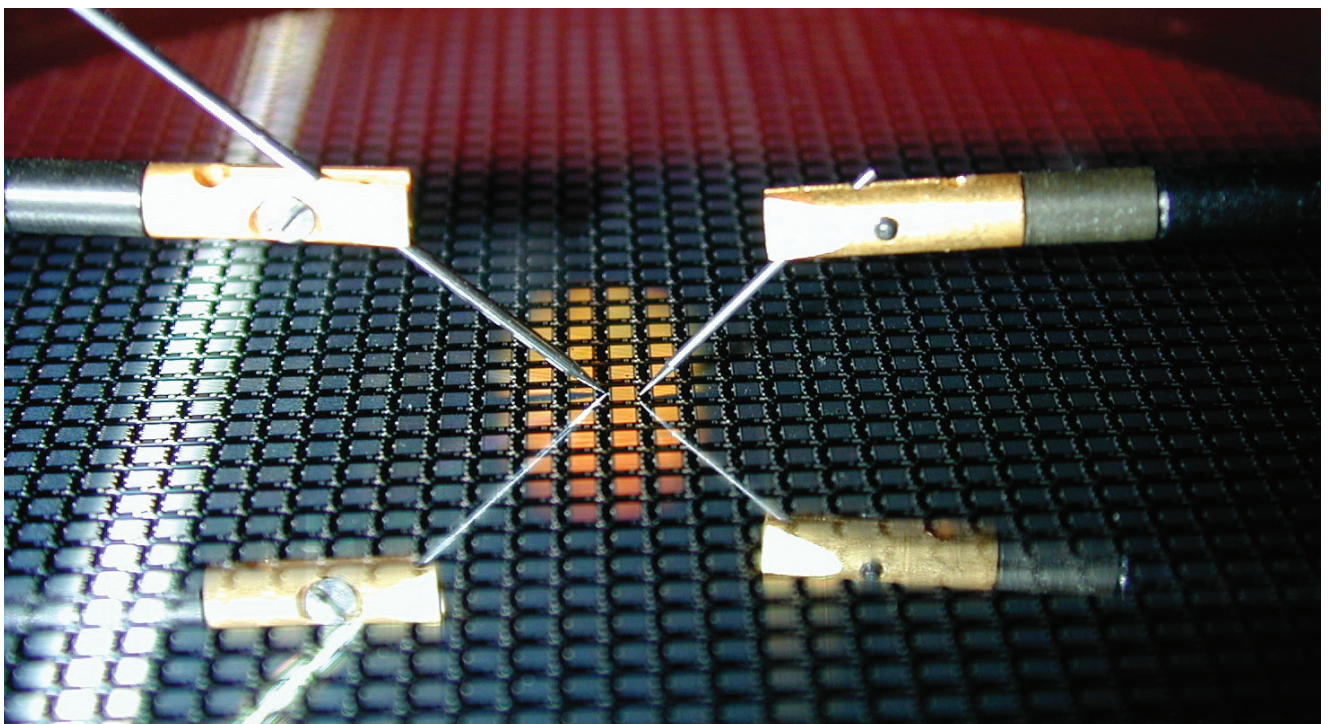
- mesures électriques (courant, tension, fréquence, impédance) en fonction de la température ;
- mesures micro-ondes (bruit, paramètres s, antennes, ...)
- mesures optiques (photoluminescence, photo-détection, spectres, diffraction, ...)
- caractérisation de micro et nano systèmes (dimensions, déformations, chimie, biologie, milieu liquide et gazeux).

Une équipe technique de six personnes est associée à cette plateforme pour la formation des utilisateurs, la gestion et la maintenance des expérimentations et le développement de moyens spécifiques. Les moyens instrumentaux ainsi mutualisés représentent un budget de 6 millions d'euros et sont ouverts à l'utilisation des chercheurs du LAAS comme à des personnes extérieures.

Parmi les 41 expérimentations disponibles, presque toutes au plus haut niveau de performances, nous pouvons citer les plus originales : mesures liées aux décharges électrostatiques, robot de dépôt de microgouttes, mesure de photoluminescence, et génération micro-onde par l'optique. ■

@ Contact

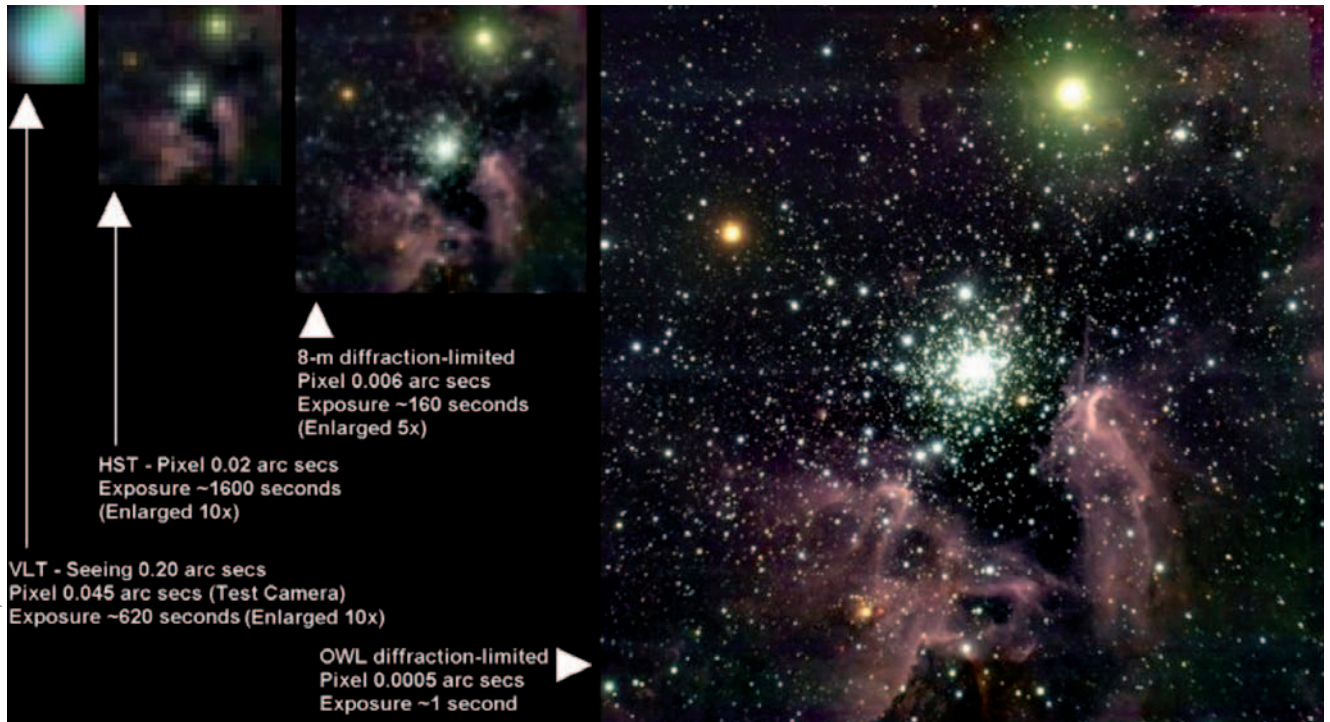
[plateformecao-cp@laas.fr](mailto:plateformecao-cp@laas.fr)  
[caracterisation@laas.fr](mailto:caracterisation@laas.fr)





## OPTIQUE ADAPTATIVE

# Micro-miroirs déformables pour l'observation des étoiles



L'APPORT DE L'OPTIQUE ADAPTATIVE SUR LA FINESSE ET LA SENSIBILITÉ DES IMAGES ASTRONOMIQUES :  
UN MÊME CHAMP DE VUE OBSERVÉ AVEC UN TÉLESCOPE AU SOL, SANS ET AVEC OPTIQUE ADAPTATIVE, COMPARÉ AVEC UNE OBSERVATION DEPUIS L'ESPACE

*Les futurs grands télescopes devront disposer de systèmes d'optique adaptative pour corriger les perturbations atmosphériques et obtenir la résolution spatiale optimale. L'exemple d'un projet mené au LAAS avec le laboratoire d'astrophysique de Marseille dans le cadre du réseau des grandes centrales pour la RTB.*

“ Le miroir déformable est au cœur de ces systèmes. Il devra posséder jusqu'à 100 000 actionneurs espacés de moins d'un millimètre, réalisés par les technologies des micro systèmes” indique Frédéric Zamkotsian, chercheur au laboratoire d'astrophysique de Marseille, LAM, avec qui le LAAS a débuté en 2000 une collaboration pour le développement de micro-miroirs. Ce projet se poursuit aujourd'hui dans le cadre de la plateforme.

## Un choix technologique innovant aux premiers résultats prometteurs

La technologie définie en commun se distingue des autres par sa structure, un miroir continu attaché à

un réseau d'actionneurs électrostatiques. La démarche, originale, consiste à utiliser des matériaux organiques polymères dont les propriétés mécaniques autorisent une course de déplacement importante pour de faibles tensions appliquées, en particulier si l'on compare cette nouvelle technologie avec les concurrentes à base de silicium. L'utilisation des polymères est par ailleurs moins consommatrice d'énergie car les procédés sont à basse température, voisine de 100°C, 5 à 8 fois moins que les technologies silicium.

Dès 2004, une première série d'actionneurs en matériau polymère a donné des déplacements de 2µm pour une tension de commande faible de 30Volts sur un composant de 580µm de côté. Aujourd'hui, les premiers miroirs tout polymère (actionneur-miroir) ou polymère-métal sont en cours d'élaboration.

## La pérennisation d'un savoir faire

L'utilisation de nouveaux matériaux comme les couches sacrificielles (dissoutes pour la libération des micro-miroirs) ont permis de développer des synthèses sol-gel. Ces matériaux hybrides photosensibles, utilisés comme résines photosensibles en gravure profonde de silicium, peuvent remplacer les masques en oxyde de silicium. Cette synthèse, qui ouvre la voie à d'autres, est une première au LAAS comme pour les autres plateformes. La résine structurale (SU-8) a été également utilisée comme couche sacrifi-

cielle grâce à un traitement par implantation ionique, une première mondiale. Le LAM a développé une loi originale de contrôle-commande de ce type de composant. Ces innovations ont fait l'objet d'une dizaine de publications, uniquement dans le domaine de la technologie.

## Une collaboration exemplaire dans la forme et l'esprit

Développer une technologie à risques est un défi. Celui-ci a été accepté par les deux laboratoires sans réticence, dans la compréhension mutuelle et le partage des ressources humaines et financières. Le LAM a notamment mis à disposition un stagiaire post-doctoral et des moyens financiers qui ont contribué à la mise en place de cette filière technologique basse température. La technologie développée comporte une certaine similitude avec les objectifs du projet : quelle nouvelle planète allons nous découvrir dans un univers inconnu ? Que donnera cette nouvelle technologie dans l'univers des micro et nano technologies ? Sur cette dernière question, les premiers éléments de réponse sont déjà très positifs. ■

@ Contact

Anne-Marie Gué, [gue@laas.fr](mailto:gue@laas.fr)  
Henri Camon, [camon@laas.fr](mailto:camon@laas.fr)  
Véronique Conédéra, [conedera@laas.fr](mailto:conedera@laas.fr)  
Norbert Fabre, [nfabre@laas.fr](mailto:nfabre@laas.fr)

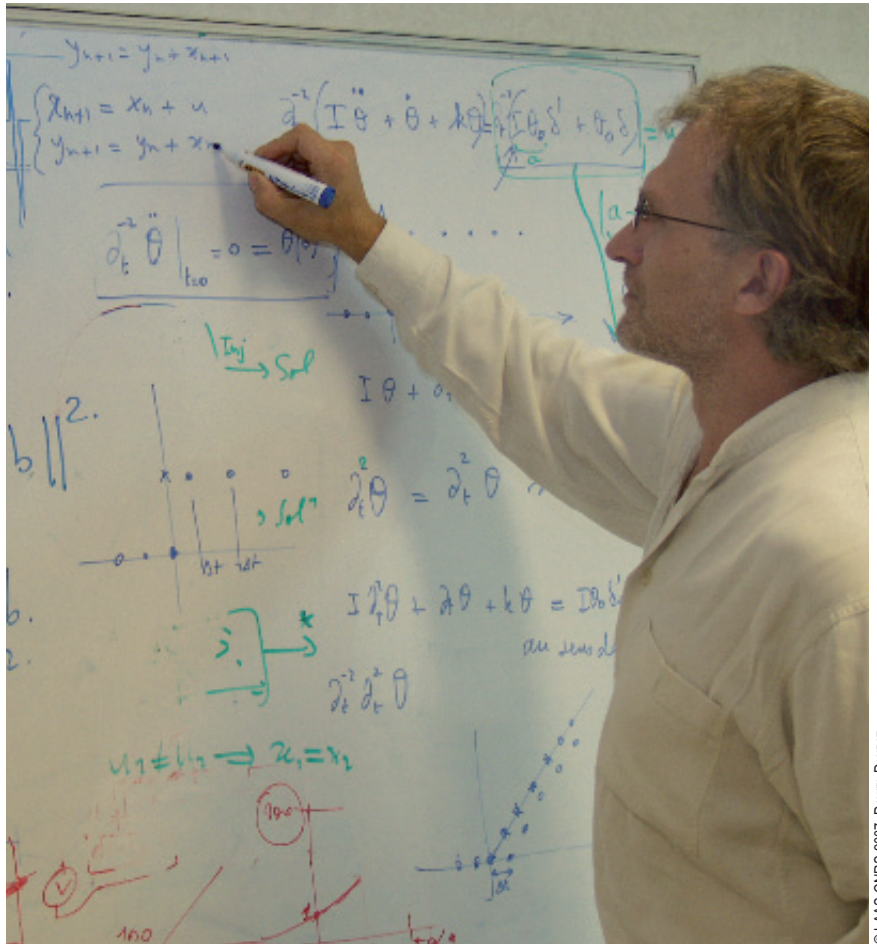
## REPRÉSENTATION DIFFUSIVE

# Une théorie dédiée aux problèmes dynamiques complexes

*Introduite au LAAS il y a une douzaine d'années, la représentation diffusive<sup>1</sup> est une théorie parvenue à maturité tant du point de vue de ses fondements mathématiques que des techniques associées, comme en témoignent les applications nombreuses auxquelles elle a donné lieu à travers diverses collaborations dans plusieurs champs thématiques. Son objet est l'analyse, la transformation et la résolution de problèmes dynamiques complexes en modélisation, identification, simulation numérique, estimation ou contrôle de systèmes.*

La problématique de représentation diffusive s'inscrit dans un contexte « opératoire ». De façon lapidaire, la « formulation opératoire » consiste à considérer les équations dynamiques non plus localement dans le temps, mais de façon globale, c'est-à-dire sur les trajectoires dans leur ensemble. On constate alors que la plupart des modèles rencontrés en pratique s'expriment naturellement au moyen de combinaisons simples entre deux types d'opérateurs « élémentaires » de natures fondamentalement différentes : statiques non linéaires d'une part, dynamiques linéaires d'autre part. Les premiers se ramènent à des fonctions au sens classique : leur manipulation ne présente aucune difficulté particulière. Les seconds, plus complexes, sont de type convolutif, l'opérateur élémentaire de dérivation et les classiques opérateurs rationnels faisant partie de cette classe.

Au-delà de la modélisation, l'idée d'étendre un tel découplage des complexités au traitement des problèmes dynamiques non linéaires de toutes natures est originale et formellement séduisante à bien des points de vue. Elle ne peut cependant être envisageable qu'à la condition que les divers opérateurs en jeu puissent tous se prêter aux nombreuses manipulations algébriques et numériques nécessaires à l'élaboration de solutions. Or, pour des raisons aussi simples qu'incontournables, cette condi-



GÉRARD MONTSENY, CHERCHEUR AU LAAS

tion essentielle s'avère d'emblée incompatible, même dans les situations les plus simples, avec le cadre classique des opérateurs dynamiques rationnels, de fait trop restreint pour la formulation opératoire : la construction d'une classe appropriée d'opérateurs s'impose. Elle doit être suffisamment riche pour que les opérations élémentaires puissent y être bien définies, mais en même temps compatible avec les contraintes sévères de l'analyse et du calcul numérique pour des utilisations autres que théoriques. C'est là que se trouve l'intérêt majeur de la représentation diffusive : dans « l'algèbre des opérateurs diffusifs », toutes les opérations élémentaires sont effectivement maîtrisées ainsi que leurs réalisations numériques ; et les problèmes dynamiques peuvent dès lors être abordés sous un angle nouveau et fertile, dans un cadre unifié et doté d'outils méthodologiques spécifiques mis au point au cours des dernières années.

La formulation opératoire étant de portée générale, les domaines d'applications de la représentation diffusive sont très variés. A titre d'exemple, on peut citer le problème, traité en

collaboration avec le laboratoire Laplace de Toulouse, de la modélisation (et, à terme, du contrôle) de fronts de tension destructeurs évoluant au sein des bobinages de certains moteurs électriques de forte puissance alimentés par découpage, où des phénomènes dynamiques complexes sont induits par des courants de Foucault transitoires répartis dans la carcasse métallique. Par leur nature multidisciplinaire, de telles applications nécessitent souvent des développements théoriques approfondis. La formalisation qui en découle permet en retour des progrès significatifs dans la compréhension et la résolution des problèmes, particulièrement ceux qui ne peuvent être correctement posés, sinon de manière artificielle ou trop abstraite, hors du formalisme de la représentation diffusive et dont l'étude est ainsi motivée, au-delà des besoins industriels, par la théorie elle-même. ■

@ Contact  
montseny@laas.fr

<sup>1</sup> Les principes généraux de la représentation diffusive et une quinzaine de ses applications dans divers domaines sont présentés dans une monographie publiée récemment, Gérard Montseny, Représentation diffusive, Hermès Science, 2005.



## ROBOTIQUE AÉRO-TERRESTRE

## Le CNRS et l'ONERA se dotent d'un cadre commun de collaboration scientifique

*Le CNRS et l'ONERA ont signé une convention de collaboration de recherche sur "l'autonomie des aéronefs, robots et systèmes spatiaux". Cette convention offre un cadre officiel à une collaboration de longue date entre le LAAS et le CERT à Toulouse. L'objectif est de définir un programme commun de recherche sur les systèmes embarqués terrestres, aéronautiques et spatiaux selon deux axes principaux, l'autonomie en robotique aéro-terrestre et l'autonomie des systèmes spatiaux. Le programme commun se concrétisera par plusieurs projets de recherche, éventuellement ouverts à des partenaires extérieurs en s'appuyant parfois sur des financements publics ou industriels complémentaires aux apports en ressources humaines, équipements et infrastructures des deux partenaires.*



La mise en œuvre coordonnée de robots terrestres et aériens suscite depuis quelques années des recherches actives dont les applications possibles sont diverses dans un certain nombre de contextes opérationnels civils ou militaires. Les missions envisagées comprennent l'exploration, la surveillance ou l'intervention, en terrain hostile ou non, en environnements urbains, périurbains ou de bâtiments partiellement détruits, en environnements naturels boisés, accidentés ou montagneux. Les difficultés scientifiques se trouvent aujourd'hui au niveau de la perception coordonnée entre engins terrestres et aériens et de la prise de décision pour la coopération et la coordination. Ces nouvelles problématiques commencent à faire l'objet de recherches aux Etats-Unis dans le cadre de projets financés par la DARPA, ainsi qu'en Suède, suite à un projet national de grande envergure.

En ce qui concerne le second axe du programme, l'augmentation de l'autonomie des systèmes spatiaux répond à divers besoins que l'on retrouve présents dans de nombreuses applications. Le premier est la simplification du contrôle des systèmes spatiaux par la communication d'objectifs et de tâches spécifiés à un haut niveau. Le deuxième est un besoin d'affranchissement de ce contrôle vis-à-vis des contraintes de communication entre le sol et le système distant (absence de communication en dehors des fenêtres de visibilité entre le satellite et la station de contrôle, faible débit). Le troisième enfin est celui d'une utilisation maximale de systèmes spatiaux coûteux à durée de vie limitée et d'une augmentation de leur performance en termes de recueil de données pertinentes : possibilité, en cas d'exécution non strictement conforme aux prévisions, de modifier à bord un plan d'observations ou d'en générer un nouveau adapté aux objectifs et à la situation courante sans la perte de temps induite par une boucle de communication avec le sol. ■

PERCEPTION COORDONNÉE ENTRE ENGIN TERRESTRE ET AÉRIEN :  
LES ROBOTS DALA, DU LAAS, ET RESSAC, DE L'ONERA (PHOTOMONTAGE)

## SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT INFORMATIQUE

# Résilience des systèmes informatiques ubiquitaires

## Un programme de recherche produit par le réseau d'excellence ReSIST

*Garantir la résilience de grands systèmes informatiques, en réseau et en perpétuels évolution et changements, requiert un plan d'ensemble des recherches à mener, incluant l'exploration de nouvelles voies de recherche et la formation de ses acteurs. Le réseau d'excellence européen ReSIST, Resilience for Survivability in Information Society Technologies, a élaboré ce plan après avoir recensé l'état des connaissances actuelles dans le domaine. Il met aussi à disposition de la communauté concernée un programme d'enseignement de master, avec l'objectif de créer une vraie culture de la résilience des systèmes informatiques ubiquitaires, capable d'assumer et d'anticiper les mutations technologiques.*

Les systèmes informatiques ubiquitaires sont les grands systèmes en réseau qui constituent les infrastructures informationnelles complexes, des super-calculateurs et des gigantesques fermes de serveurs aux myriades d'ordinateurs mobiles et de systèmes embarqués. Ces systèmes sont en évolution constante. La résilience est leur persistance à délivrer des services de confiance justifiée lorsqu'ils sont confrontés à des changements. Ces changements peuvent être fonctionnels, environnementaux ou technologiques ; ils peuvent être prévus, prévisibles ou totalement inattendus ; leur occurrence peut être à court, moyen ou long terme. Ils induisent enfin des évolutions dans les entraves à la sûreté de fonctionnement, en particulier les modes de défaillance.

Conférer résilience aux systèmes informatiques ubiquitaires est l'objet du réseau d'excellence européen ReSIST qui a élaboré un programme des recherches à entreprendre à cette fin. Elaboré avec la collaboration des chercheurs et doctorants des 18 institutions académiques et organisations industrielles du réseau, le programme de recherche offre sa vision des recherches à mener pour la résilience des systèmes informatiques ubiquitaires, englobant et dépassant celles qui seront effectivement entreprises par les partenaires du réseau. Quarante et un textes focalisés ont été d'abord produits, chacun dédié à un manque dans les approches actuelles, et aux défis à relever pour combler les manques. Ces textes focalisés ont été synthétisés en 12 sous-ensembles des quatre technologies de la résilience : évolutivité, analysabilité, utilisabilité, diversité. Le document de présentation du programme de recherche, qui regroupe les textes focalisés et les synthèses, est co-signé par 55 chercheurs et doctorants.



Restituer en quelques lignes le programme serait illusoire. L'encadré en donne la structure. Un mot cependant sur l'évolutivité, centrale pour accommoder les changements auxquels les systèmes informatiques ubiquitaires sont confrontés. Au cœur de l'évolutivité est la capacité d'adaptation, qui doit être intégrée dès les premières étapes de conception de la, ou des architectures, qui ne peuvent être que décentralisées et dotées de capacité d'auto-organisation. La mise en œuvre dépend largement des technologies logicielles sélectionnées pour le développement. Parmi les technologies logicielles actuellement émergentes, la programmation orientée aspect apparaît comme particulièrement prometteuse, car permettant de s'évader d'une stricte vision multi-couches. Les langages de mise en œuvre sont réflexifs, c'est-à-dire dotés de possibilités de modification à l'exécution, et donc d'adaptation lors de la vie opérationnelle. Une conséquence de ces possibilités d'auto-adaptation opérationnelles est la nécessité d'analyses également opérationnelles, tant de vérification que d'évaluation. Revers de la médaille : des attaques mettant à profit la réflexivité pour effectuer des modifications indues et malveillantes seraient extrêmement difficiles à détecter, car ne compromettant apparemment pas les machines visées.

Le programme de recherche a été présenté publiquement le 18 octobre dernier lors d'un workshop à l'Université La Sapienza de Rome, devant plus de 100 participants, dont la moitié extérieurs au réseau. Les productions publiques du réseau sont accessibles sur son site, en particulier un état des connaissances en résilience informatique, un curriculum pour l'enseignement de la résilience, et l'accès à une base de connaissances en résilience. L'état des connaissances, produit par 66 co-auteurs, est structuré selon les approches clas-

ReSIST est un réseau d'excellence européen coordonné par le LAAS. Toutes les informations sont disponibles sur son site web ([www.resist-noe.eu](http://www.resist-noe.eu)), y compris ses productions publiques. Le programme de recherche est disponible à l'adresse : [www.resist-noe.eu/Publications/Deliverables/D13-Research\\_Agenda.pdf](http://www.resist-noe.eu/Publications/Deliverables/D13-Research_Agenda.pdf)

### Structure du programme de recherche

#### Evolvability

- Resilient ubiquitous systems
- Adaptation and self-organisation
- Models for ubiquitous systems
- Resources and infrastructures for ubiquitous systems

#### Assessability

- Assessing evolvable systems
- Methods and techniques to assess evolvable systems
- Assessability as an engineering discipline

#### Usability

- Improved development processes
- Contextual usability
- Going beyond standard usability

#### Diversity

- Small-scale diversity
- Large-scale diversity

siques en sûreté de fonctionnement des systèmes informatiques : architecture, algorithmique, évaluation, vérification, facteurs humains. Le curriculum donne le programme pour des enseignements de master, couvrant deux années, soit environ 1000 heures d'enseignement. Ces travaux, qui visent à appréhender la résilience informatique avec une vision large et multidisciplinaire, représentent une étape importante dans la poursuite des objectifs que s'est fixés le réseau. ■



Contact

Jean-Claude Laprie, [laprie@laas.fr](mailto:laprie@laas.fr)  
Karama Kanoun, [kanoun@laas.fr](mailto:kanoun@laas.fr)



# Interdépendances d'infrastructures essentielles : modélisation et protection

*Août 2003 : une gigantesque panne électrique affecte le nord-est des Etats-Unis et le Canada. A l'origine, un court-circuit sur une ligne à très haute tension. La cascade des déstages qui s'est ensuivie a été largement facilitée par la défaillance d'un logiciel de surveillance de l'état du réseau électrique, masquant la présence du court-circuit aux opérateurs. Il s'est agi de défaillances dites en escalade : la défaillance du logiciel de surveillance a aggravé les conséquences de la défaillance électrique, les deux défaillances s'étant produites indépendamment l'une de l'autre. De telles défaillances sont caractéristiques des interdépendances entre infrastructures essentielles, en l'occurrence l'infrastructure électrique et l'infrastructure informationnelle.*

**P**armi les causes supputées de cette panne électrique, figuraient des attaques de l'infrastructure informationnelle. Les investigations conduites sur les causes de la panne ont démontré qu'il n'en était rien. Cependant, quelques mois auparavant, le ver Slammer avait infecté le système informatique de sécurité d'une centrale nucléaire, provoquant sa mise hors service, heureusement sans conséquence car détectée à temps.

Ces deux exemples de conséquences indésirables des interdépendances entre deux infrastructures essentielles, des premières de surcroît, mettent en évidence la nécessité de comprendre ces interdépendances, de les modéliser, de s'en protéger. Ces interdépendances, et les risques de défaillance en cascade ou en escalade qui s'ensuivent, sont accrus par les évolutions récentes des modes d'exploitation et des architectures de contrôle et de surveillance des réseaux électriques entraînés par l'ouverture et la déréglementation des marchés. Historiquement, les réseaux électriques ont été exploités et contrôlés d'une manière centralisée. Avec l'ouverture des marchés et l'émergence de nouvelles formes de production de l'énergie électrique, on s'oriente de plus en plus vers des modes d'exploitation décentralisés, faisant intervenir des organisations multiples, s'appuyant sur des systèmes d'information interconnectés, ouverts sur Internet.

Les travaux menés au laboratoire sur le thème des interdépendances entre les infrastructures informationnelles et électriques ont abouti, d'une part, à un modèle des défaillances consécutives aux interdépendances, et, d'autre

part, à la formulation de politiques de sécurité intégrant les interdépendances.

Le modèle permet de représenter de façon unifiée l'influence, sur l'occurrence de défaillances en cascade ou en escalade, des fautes accidentelles (défaillances du matériel, défauts résiduels du logiciel, interactions inappropriées) de l'infrastructure informationnelle et des malveillances (attaques externes ou malversations internes) à son encontre, ainsi que des défaillances de l'infrastructure électrique. Ce modèle est basé sur l'hypothèse que les défaillances en cascade ayant pour origine des dysfonctionnements dans une infrastructure donnée, induisent des contraintes sur le fonctionnement de l'autre infrastructure (se traduisant par exemple par des dégradations des performances ou des interventions inappropriées sur le réseau électrique). Pour l'infrastructure électrique, ces contraintes peuvent résulter en des changements intempestifs de la configuration du réseau, conduisant par exemple à l'isolation d'une ligne électrique ou d'une partie du réseau de transmission ou de distribution de l'énergie. Ce modèle unifié s'est avéré très utile pour une meilleure compréhension des défaillances liées aux interdépendances.

Les politiques de sécurité, et les mécanismes de contrôle d'accès à l'information qui s'en déduisent, se doivent d'être adaptés au contexte hétérogène, ouvert et multi-organisations, qui caractérise les infrastructures étudiées. La politique de sécurité proposée est basée sur une extension du modèle OrBAC (Organization Based Access Control). Un tel modèle est bien adapté pour décrire différents rôles ou activités dans un contexte multi-organisations, et pour exprimer des règles de sécurité incluant des permissions, des obligations

ou des interdictions. Les contrôles d'accès associés, ainsi que la gestion des interactions entre différentes organisations s'appuient sur l'utilisation de services Web.

Ces travaux ont été conduits au sein du projet européen CRUTIAL (Critical UTILITY Infrastructure Resilience), qui porte sur la protection des infrastructures électriques et informationnelles en considérant leurs interdépendances. Les infrastructures informationnelles considérées incluent les systèmes destinés à la surveillance opérationnelle et au contrôle du réseau électrique, ainsi que les systèmes d'information servant de support pour les échanges entre les différents acteurs économiques dans le contexte des architectures ouvertes du futur. Le projet associe six partenaires, qui sont, outre le LAAS, le CESI-RICERCA (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano Ciancinto Motta, Milan, coordinateur du projet), le CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni, Turin), le CNR-ISTI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Informazione, Pise), l'Université Catholique de Leuven, l'Université de Lisbonne. Le projet, d'une durée de trois ans, a démarré en janvier 2006.

Les deux classes de travaux effectués par le LAAS ont une forte portée de collaboration. Le modèle des défaillances consécutives aux interdépendances a servi de base à la formalisation des interdépendances, ainsi qu'à l'élaboration de modèles détaillés tenant compte des architectures internes des infrastructures. La mise en œuvre actuellement menée de la politique de sécurité est destinée à être intégrée au sein de l'architecture globale proposée par CRUTIAL, qui inclut des mécanismes de tolérance aux intrusions et aux fautes accidentelles. ■

**Ces travaux ont été conduits au sein du projet européen CRUTIAL**

<http://crutial.cesiricerca>



Contact

Mohamed Kaâniche, [kaaniche@laas.fr](mailto:kaaniche@laas.fr)

## START-UP NOOSEO

Jeunes docteurs à la conquête  
du marché de la modélisation 3D

UN PISTOLET POUR CONSTRUIRE DES MODÈLES NUMÉRIQUES



*Noomeo est une entreprise créée en avril dernier par deux anciens doctorants du LAAS, Vincent Lemonde et Ludovic Bréthès. Cette société a mis au point un prototype qui permet de numériser des objets tri-dimensionnels de manière très simple et rapide. Deux autres prototypes sont en cours de développement et seront commercialisés en 2008.*

La société a bénéficié de l'aide et du conseil de chercheurs du LAAS et de l'Ecole des Mines d'Albi. Cette collaboration scientifique se renforce avec la signature récente d'une convention CIFRE qui finance une thèse entre le LAAS et Noomeo. Pour l'heure, l'entreprise vit de services en construisant à la demande des modèles numériques à l'aide de son premier prototype. Elle est en recherche de partenaires pour financer son développement et la mise sur le marché de son produit phare. Il s'agit d'une sorte de pistolet permettant de construire des modèles numériques en un clin d'oeil. Les applications sont multiples, et vont du contrôle de qualité dans le domaine de la construction de pièces manufacturées, à la création de catalogues tri-dimensionnels pour les sites de vente en ligne, en passant par la numérisation des oeuvres d'art ou des sites archéologiques.

La problématique de la modélisation tri-dimensionnelle est apparue avec la robotique mobile. Le déplacement autonome d'un robot mobile dans son environnement nécessite la construction de modèles intégrant les obstacles. D'abord bi-dimensionnelles et construites avec des télémètres lasers, les

cartes sont devenues tri-dimensionnelles grâce à une meilleure maîtrise de la vision artificielle.

Les recherches au LAAS ont toujours été très actives dans ce domaine central de la robotique. Les difficultés inhérentes à la grande quantité de données à traiter, au manque de robustesse dans la mise en correspondance de points dans différentes vues d'une même scène, ont jusqu'à un passé très récent rendu l'industrialisation des travaux de recherche en modélisation tri-dimensionnelle très difficile. Souhaitons que le savoir-faire issu de la recherche prospère à travers cette jeune société innovante. ■

En savoir plus : [www.noomeo.eu](http://www.noomeo.eu)



## ARCHITECTURES EMBARQUÉES

## Intergiciels pour les plateformes avioniques du futur

Les systèmes embarqués, par exemple dans l'avionique jusqu'aux Airbus A340 ou aux premières versions du Rafale, ont d'abord reposé sur des architectures spécifiques, composées d'un ensemble d'unités de traitement dédiées à chaque fonction et interconnectées. L'avantage était la simplicité, à chaque fonction son calculateur et ses moyens de communication. Au fil d'évolutions scientifiques et technologiques sont apparues de nouvelles fonctions et avec elles une multiplication peu rationnelle, en termes de coûts et de poids (crucial dans le cas d'un avion), des équipements. Dans un premier temps, de nouveaux concepts architecturaux ont alors vu le jour, fondés sur une conception modulaire, le partage de ressources génériques et des moyens de communication multiplexés. Ces architectures modulaires intégrées (IMA), tout en offrant des solutions industriellement satisfaisantes, ont généré à leur tour d'autres problématiques complexes, notamment d'intégration, de configuration et d'évolution. Les IMA sont certainement la première phase d'une importante mutation technologique. Une deuxième phase consisterait à définir une

couche d'abstraction supérieure (un middleware) permettant de virtualiser les ressources, et donc de rendre transparente la plateforme IMA pour les concepteurs d'applications. Définir également un ensemble de services et d'outils permettant leur intégration sur la couche middleware, par là sur la plateforme IMA. C'est l'objectif du consortium qui associe, dans un projet de trois ans, des laboratoires académiques, le CEA-LIST, l'IRIT, le LAAS, l'ONERA, l'avionneur Airbus et la start-up QoS Design. Chacun jouit d'une expertise qui lui est propre, mais a une longue expérience de travaux menés en commun, à caractère industriel ou fondamental. Ici, ce caractère est justement double. L'objectif est d'approfondir les connaissances dans le domaine des middleware embarqués, mais l'implication d'Airbus, qui fournira notamment la plateforme IMA avionique, permettra une étude de cas et une mise en application réelles.

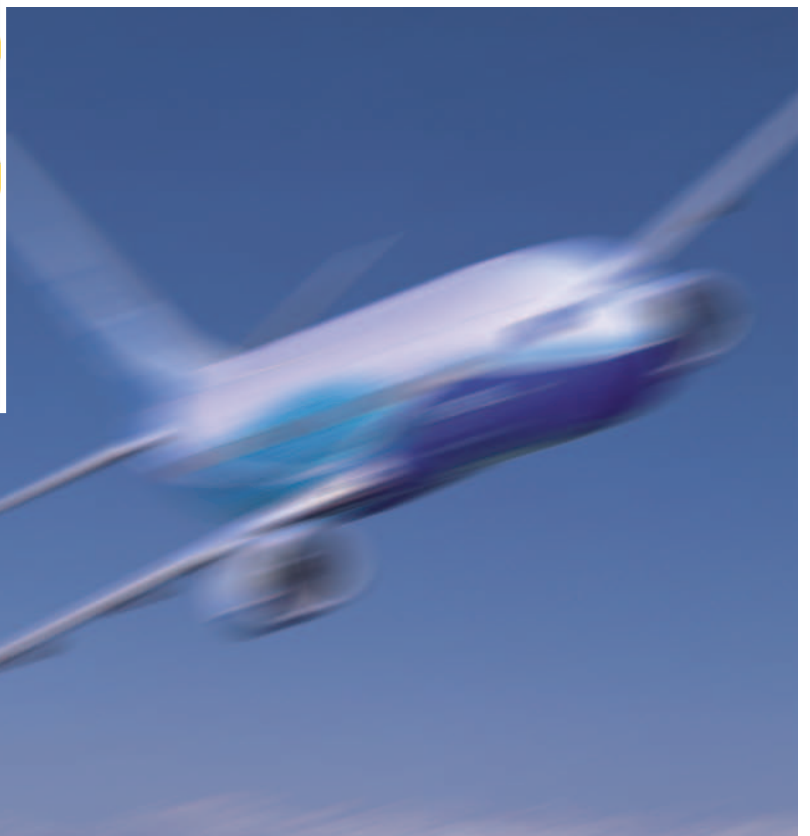
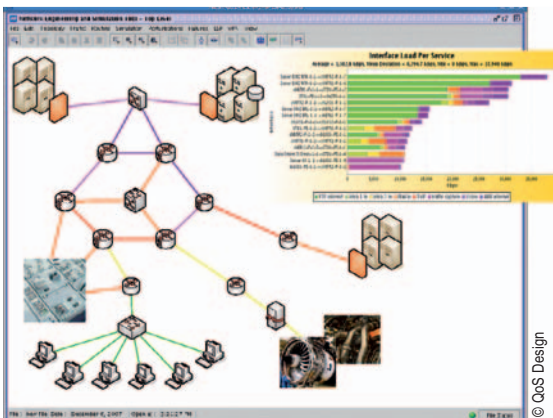
L'apport du LAAS concerne la spécification, la modélisation et la vérification de protocoles, ainsi que la modélisation des trafics, afin d'évaluer les performances et l'optimisation des ressources de l'architecture distribuée. C'est le fruit de travaux de recherche menés depuis

plus de vingt ans et qui ont trouvé un champ applicatif dans le domaine des réseaux de communication avec ou sans fil. Il s'agit là notamment d'étudier un ensemble de mécanismes et de modèles pour concevoir un noyau de simulation. Celui-ci devant pouvoir représenter des requêtes d'utilisateurs (messages, signaux) et l'activité des applications hébergées sur les serveurs d'une plateforme commune. Une partie fondamentale s'attache à la modélisation mathématique des processus, des applications et de l'occupation des ressources. Une partie appliquée réside dans la conception et la réalisation d'objets de simulation, puis leur intégration dans un simulateur. Ce prototype de simulation sera réalisé par QoS Design, start-up issue de travaux de recherche au LAAS, sur la base du logiciel NEST (Network Engineering & Simulation Tool) qu'elle a développé et qu'elle commercialise. ■

@ Contact

Thierry Monteil, [monteil@laas.fr](mailto:monteil@laas.fr)

VERS UNE NOUVELLE GÉNÉRATION D'ARCHITECTURES EMBARQUÉES.  
COPIE D'ÉCRAN DU LOGICIEL NEST, DE QoS DESIGN, POUR LA SIMULATION D'ARCHITECTURES



## ENTRETIEN : DENIS ARZELIER

## Automatique et applications spatiales

*Lors de sa création en 1968, le LAAS était le Laboratoire d'automatique et de ses applications spatiales. Son fondateur, Jean Lagasse, souhaitait explicitement développer cette discipline qu'il considérait comme trop peu explorée en France et l'a d'emblée associée au domaine spatial. Quelle approche a-t-on aujourd'hui au LAAS de l'automatique ? L'association était-elle pertinente ? Quels en sont l'intérêt et les fruits quarante ans après l'intention exprimée ? Denis Arzelier, qui a fait sa thèse au LAAS, où il a été recruté en 1993 et vient d'être promu directeur de recherche au CNRS, revient sur son parcours et livre son point de vue de chercheur spécialisé en commande robuste.*



DENIS ARZELIER : "L'AUTOMATIQUE EST UN DOMAINE D'ÉTUDES TRÈS ABSTRAIT TOUT EN ÉTANT EN PRISE AVEC DES APPLICATIONS CONCRÈTES"

**V**ous avez préparé votre thèse au LAAS, mais celle que vous avez soutenue n'était pas sur votre sujet de départ. Pour quelles raisons ?

Je n'ai pas choisi de changer de sujet de thèse ni de directeur de thèse. C'est ce dernier qui a estimé, pour des raisons professionnelles, devoir passer le relais à un collègue. Il n'était alors plus question de continuer à travailler sur le même sujet, d'autant que le contrat de cofinancement avec EDF n'était toujours pas signé six mois après le début de la thèse. Ces circonstances ont cependant créé une conjoncture qui a été le point de départ de mon orientation. J'ai commencé une thèse au LAAS sur la commande robuste : « *Robustesse en performance et en stabilité des systèmes linéaires incertains : une approche quadratique* ». C'était une discipline nouvelle, plus théorique, plus fondamentale. C'était de l'automatique telle que je voulais en faire, à la frontière des mathématiques appliquées. L'automatique est

un domaine d'étude très abstrait tout en étant en prise avec des applications très concrètes, notamment dans l'aéronautique et l'espace. Elle est constituée d'un corpus théorique fondé à exister de façon autonome, même si cette existence est parfois contestée. De plus, elle doit naturellement appliquer ses résultats à des systèmes réels qui peuvent concerner des domaines aussi différents que la physique ou l'économie.

**Dès le début de votre carrière, vous avez entretenu une relation régulière avec le CNES. Qu'est-ce qui l'a motivée ?**

Il y a une relation collective. Le groupe de recherche du LAAS auquel je suis attaché, Méthodes et algorithmes en commande, a des liens avec le CNES depuis plus de vingt ans. Il y a toujours eu une collaboration, une thèse en cotutelle en cours. Il y a eu notamment des travaux sur l'optimisation de trajectoires spatiales interplanétaires ou en environnement orbital, au départ initiés par mon directeur de

thèse, Jacques Bernussou, et que je reprends depuis quelques années. Ce qui m'intéresse dans ces échanges avec le CNES, c'est la confrontation entre nos pratiques théoriques et des applications sophistiquées et réalistes. La théorie de la commande robuste, établie depuis 1995, a atteint un degré de maturité qui rend possible son transfert vers des applications réalistes. Il nous a semblé que la confrontation des problématiques de commande du domaine spatial et les résultats théoriques récents en commande robuste devraient non seulement permettre un transfert technologique mais aussi enrichir nos problématiques de recherche. Les études menées dans ce cadre ont été essentiellement de nature théorique mais leur origine relativement applicative. Enfin, il ne faut bien sûr pas oublier le contexte toulousain et son tropisme aérospatial qui ont naturellement orienté mes choix professionnels. On retrouve ici une part de choix personnels et une grande part d'opportunités fortuites dues au développement parfois anarchique des directions de recherche.



**Vous faites allusion aux nouvelles orientations de la recherche en France ? Qu'en pensez-vous, pour vous et votre discipline ?**

Avec un pilotage administratif très serré des directions de recherche dans le cadre d'appels à projets pléthoriques, on est très loin du futur modèle de gestion de la recherche que l'on nous promet. Bien sûr, je ne nie pas la nécessité de faire évoluer les structures de recherche actuelles en les simplifiant pour les rendre plus efficaces. Une réflexion collective remarquable et sans précédent avait d'ailleurs été menée dans le cadre d'une association toujours active. Mais ce qui a déjà été mis en œuvre sous la précédente législature et ce qui est actuellement mis en chantier montre une méconnaissance complète du monde de la recherche et de ses besoins. Par exemple, la multiplication des guichets et des appels à projets conduit à une inflation du temps passé sur des tâches annexes. Plus grave, le travail par projet finalisé devient la norme au détriment d'un travail scientifique plus libre et certainement plus fructueux à long terme. Au lieu de se servir du CNRS comme d'un organisme central permettant de structurer et d'organiser la recherche, on crée une nouvelle agence dont l'opacité de fonctionnement n'a d'égale que celle de son pilotage. Je m'arrête là. Le numéro entier n'y suffirait pas.

**Il y a trois ans, vous avez fait une mission de quatre mois au CNES, dans des locaux situés à quelques centaines de mètres du LAAS. Ce n'est plus là une collaboration mais une immersion. Quel en était l'objectif ?**

Au CNES, j'étais dans le service pilotage et SCAO (système de contrôle d'attitude et d'orbite) plus spécifiquement dédié au contrôle d'attitude, c'est-à-dire le contrôle de l'orientation du satellite sur son orbite. Mon détachement avait pour principal objectif de montrer que les

**La commande robuste**

La notion de robustesse est directement reliée à l'estimation de la sensibilité d'un système de commande à des perturbations exogènes ou à des incertitudes de modélisation. Le problème de la synthèse d'un système de commande robuste est celui du calcul d'une loi de commande par contre-réaction (feedback) telle que le système bouclé soit robuste vis-à-vis des variations paramétriques du système et d'éventuelles perturbations externes. Les concepts et les outils utilisés dans ce cadre varient en fonction de la classe des modèles considérés. Denis Arzelier étudie plus particulièrement la classe des modèles linéaires invariants dans le temps et des modèles périodiques.

avancées récentes en théorie de la commande robuste pouvaient avoir un impact significatif sur le développement du SCAO. Le satellite Demeter, lancé pour détecter et mesurer les perturbations électromagnétiques dans l'ionosphère, a servi de plateforme de base pour cette étude. Plus tard, partant du modèle de Demeter et du cahier des charges fixé par le CNES quant au contrôle d'attitude, nous avons proposé avec Christelle Pittet, ingénieur au CNES, un problème type qui serait intéressant à étudier sous l'angle de la commande robuste.

Au delà du travail fait et des attentes de la communauté, il a été très instructif de voir comment les ingénieurs du CNES appréhendaient les problèmes d'automatique. Nous n'avons pas la même culture – peu d'ingénieurs de ce service ont fait un doctorat –, les échelles de temps non plus ne sont pas les mêmes. Cette immersion a permis des relations plus informelles et plus suivies. J'ai essayé de les convaincre de l'intérêt de relations avec la recherche, notamment par des thèses cofinancées et co-encadrées mais également par leur participation à des congrès d'automatique. Les interactions, facilitées par un accueil très chaleureux, m'ont permis de découvrir d'autres problèmes, d'autres visions. Mon séjour a été aussi un catalyseur des collaborations entre mon groupe de recherche au LAAS et le CNES. Celles-ci se sont renforcées, d'autres se sont concrétisées par

des travaux communs, une thèse cofinancée par le CNES et Thales Alenia Space faite au LAAS et des études de Recherche et technologie à la demande du CNES.

**Ces expériences ont-elles changé vos pratiques ?**

Non mais elles ont enrichi mon parcours. En France, mon équipe au LAAS a été l'une des premières à faire de la commande robuste, sous l'impulsion de mon directeur de recherche. Nous continuons et avons connu des développements théoriques et numériques qui peuvent trouver des applications dans l'aéronautique et le spatial. Les relations avec le CNES sont donc naturelles, comme avec Thales Alenia Space, EADS-Astrium ou la Snecma et Airbus. Cela dit, comme pour tout développement nouveau, il faut convaincre des apports potentiels. Passer du cadre fondamental aux problèmes des utilisateurs industriels a pris dix ans. Il existe de plus en plus d'applications « modernes » de la commande robuste. Le pilotage robuste de la fusée Ariane en phase atmosphérique est issu de notre discipline puisque Ariane 5 vole avec un pilote  $H_\infty$ . Certes, les résultats restent très théoriques et nous sommes heureusement très éloignés de la prestation de service, mais les apports, applicatifs ou intellectuels, peuvent être mutuels. J'ai parlé de maturité théorique de notre discipline, mais les problèmes qui restent ou qui naissent sont difficiles, et sûrement aussi les plus intéressants. Les exigences de performance d'un satellite sont très fortes, mais aussi très hétérogènes. Elles intègrent la consommation, la mesure, l'isolation vibratoire... La problématique de commande s'en trouve complexifiée et l'on aboutit naturellement à un problème de commande multi-objectif pour lequel il n'existe pas de solution entièrement satisfaisante actuellement, tant du point de vue numérique que théorique.

**Vers quoi vous dirigez-vous aujourd'hui ?**

Au-delà du problème que je viens d'évoquer, dont l'utilité pratique est évidente, il existe un certain nombre de questions fondamentales sans applicabilité immédiatement perceptible qui résistent. Il faut simplement espérer que la future organisation de la recherche permettra encore l'étude de tels problèmes fondamentaux. ■



© CNES - Novembre 2003 - Ill. D. Durieux

LE MICROSATELLITE DEMETER. « LES AVANCÉES EN THÉORIE DE LA COMMANDE ROBUSTE PEUVENT AVOIR UN IMPACT SIGNIFICATIF SUR LE CONTRÔLE D'ATTITUDE ET D'ORBITE »

 **Contact**  
Denis Arzelier, [arzelier@laas.fr](mailto:arzelier@laas.fr)

## ENQUÊTE

## Une thèse au LAAS

*« Faire une thèse au LAAS » a été l'objet d'une enquête réalisée dans le cadre du conseil de laboratoire. Comment ce temps est-il vécu par les doctorants et les encadrants ? Que deviendront les premiers ? Le bilan, relativement positif au LAAS, s'inscrit pourtant dans un contexte national et européen morose, marqué par la désaffection pour les études scientifiques et un diplôme insuffisamment reconnu en France sur le marché du travail.*

La préparation de la thèse est un travail de recherche à part entière qui profite à la vie scientifique du laboratoire, requiert cependant un encadrement puisqu'il s'agit d'une formation étendue en moyenne sur plus de trois ans. Là s'explique sans doute la différence d'appréciation et de point de vue entre doctorants et encadrants. L'enquête faite au LAAS sur cette période de la vie des étudiants rassemble des données statistiques et justement le ressenti de part et d'autre.

Côté chiffres, le LAAS accueille actuellement 228 doctorants. Leur âge moyen est 28 ans, 37% d'entre eux sont inscrits à l'université Paul Sabatier, le même pourcentage dans les écoles d'ingénieurs toulousaines (INSA et INP) tandis qu'un quart sont en cotutelle ou inscrits dans d'autres établissements. Les étrangers sont 46%, venant d'autres pays d'Europe, d'Asie, d'Amérique du sud, et dans une moindre mesure, d'Afrique et d'Amérique du nord. Les bourses de gouvernements étrangers sont le deuxième mode de financement des thèses, après les allocations de recherche du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, et avant les contrats industriels de formation et de recherche (CIFRE). En dix ans, le nombre de doctorants a augmenté de 46%, tandis que celui des chercheurs et enseignants chercheurs de 17%. L'encadrement est donc moindre sans que cela semble préjudiciable. On trouve en effet dans certaines disciplines, comme la robotique ou les nanobiotechnologies, à la fois les taux d'encadrement le plus faible et de satisfaction le plus élevé.

**Par passion pour la recherche**

Pourquoi faire une thèse ? Par « passion » pour la recherche et l'enseignement pour la moitié des doctorants qui se sont exprimés. Au début des années 2000, cette passion déclarée a pu s'assouvir puisqu'à l'issue de leur thèse, presque la moitié des doctorants du LAAS trouvait une activité, en France ou à l'étranger, dans le monde académique, l'autre moitié rejoignant l'industrie. En 2006, ils n'étaient plus que 32% à rejoindre la recherche publique, seulement 8% en France, et 14% à trouver un travail dans le secteur industriel. Que sont devenus les autres ? 30% ont fait un stage post-doctoral, aucun n'avait suivi cette voie en 2000. Comment s'explique ce changement ? L'enquête ne le révèle pas car elle n'a pu interroger que les doctorants présents. Des hypothèses cependant se dessinent en questionnant ces derniers. Le stage post-doctoral a longtemps représenté une expérience complémentaire à la thèse. Agrémenté de publications scientifiques, il était l'ultime étape avant un recrutement académique. Aujourd'hui, tout en conservant son intérêt en terme d'expérience, il serait aussi pratiqué pour différer l'entrée dans le secteur industriel ou aussi encore dans le cas d'une recherche d'emploi infructueuse.

**Un cadre de travail satisfaisant**

Concernant le quotidien, les doctorants sont satisfaits à plus de 60% de leur cadre de travail au LAAS, de leur situation financière et des contacts qu'ils ont entre eux (95% !). Le cadre et les moyens de travail, ainsi que l'intérêt des

thématiques, sont les premières motivations de leur choix du LAAS. Ils sont un peu plus critiques sur certains aspects de leur vie de thésard, ressentant parfois de la solitude lorsqu'ils voient leur motivation en baisse, se croient sur une mauvaise piste, se heurtent à un problème qu'ils ne savent résoudre, à des formulations imprécises ou des concepts difficiles, désagréments qu'ils sont tentés de résumer dans un « manque de suivi de la part de l'encadrant ».

Côté encadrants, si l'on reconnaît que la motivation du doctorant est indispensable pour s'approprier et maîtriser son sujet, et que la plupart des doctorants n'en manquent pas, de nombreuses réserves sont émises. Le grief n'est pas nécessairement fait aux doctorants mais au système dans son ensemble. Depuis dix ans, manque d'autonomie, plus de connaissances techniques mais une moins bonne préparation au niveau fondamental, problème de pluridisciplinarité de certains sujets mal anticipée dans les formations des écoles doctorales, un intérêt en déclin pour la thèse, notamment des ingénieurs dont les perspectives de carrière sont plus souriantes à la sortie d'une bonne école qu'en sortie de thèse. Mal reconnu en effet par les conventions collectives, le doctorat, réalisation encadrée d'un projet de recherche, perdrait cette vertu formatrice pour n'être considéré que comme un diplôme dans un cursus universitaire. Selon un directeur de thèse pourtant, bien que malmenée par la conjoncture, « la passion peut venir ». ■



© LAAS-CNRS, LAURENCE MÉDARD

LA PRÉPARATION DE LA THÈSE, UN TRAVAIL DE RECHERCHE À PART ENTIÈRE

Note : Enquête réalisée auprès des doctorants et de leurs encadrants au LAAS en septembre 2007. Les données statistiques proviennent du service du personnel et concernent l'ensemble des doctorants. Les commentaires sont ceux des 25% des doctorants et encadrants qui ont répondu à l'enquête.



## TALENTS

## Angel Cid-Pastor,

UNE THÈSE AU LAAS ET DEUX PRIX



ANGEL CID-PASTOR LORS DE LA REMISE DU PRIX DE THÈSE DU CLUB EEA LE 10 MAI DERNIER

**A**ngel Cid-Pastor, aujourd'hui maître de conférences à l'université Rovira i Virgili de Tarragonne, en Espagne, a reçu le 2 décembre le prix Paul Sabatier de l'académie des Sciences, inscriptions et belles lettres de Toulouse, pour la qualité de sa thèse de doctorat, ainsi que pour le transfert industriel en cours vers EDF. Ses travaux, sur la conception et la réalisation de modules photovoltaïques électroniques, ont été encadrés au LAAS en partenariat avec EDF R&D. Ils portaient sur l'adaptation d'impédance entre un générateur photovoltaïque et une charge de type continu, et en particulier sur la maximisation du transfert de l'énergie du générateur à la charge à l'aide de Girateur de puissance. C'est la deuxième récompense pour ce jeune docteur. Le 10 Mai 2007, lors de son congrès annuel à Ajaccio, le club EEA (Electronique, électrotechnique et automatique) lui a décerné le prix de thèse du club, section électrotechnique. ■

## Jean-Yves Fourniols,

MÉDAILLE D'ARGENT DE LA SEP

**L**e 17 novembre 2007, Pierre Chanoine Martiel, président de la Société d'encouragement au progrès, SEP, a décerné à Jean-Yves Fourniols, chercheur au LAAS et professeur des universités, la médaille d'argent de la SEP. La cérémonie s'est déroulée à Paris au Palais du Luxembourg. Ont été particulièrement soulignées ses actions d'enseignant à l'INSA et de recherche au LAAS sur les microsystèmes et l'intégration des systèmes. L'action de transfert conduite avec la Société TAG TECHNOLOGIES, sur le microsystème capteur de mouvement "DOMOTAG", dans son application "anti-vol", a aussi été évoquée. Enfin, il a été rappelé que cette innovation a reçu le prix de l'Innovation en 2005 du Conseil Régional Midi-Pyrénées et a été lauréate des "Masters de la Création d'entreprises" au Sénat en 2006. ■

Habilitation  
à diriger des  
recherches

Polynômes et optimisation convexe en commande robuste, par **Didier Henrion**, chargé de recherche au CNRS, médaille de bronze du CNRS, habilitation délivrée par l'université de Toulouse, 17 décembre 2007.

A l'aide de quelques exemples illustratifs, des pistes sont évoquées pour combiner les méthodes polynomiales (issues de l'algèbre et de la géométrie algébrique) et l'optimisation convexe (écrites en termes d'inégalités matricielles linéaires, LMI) dans le but de développer des outils numériques de résolution de problèmes en automatique, et en particulier pour la commande robuste des systèmes linéaires.

## Thèses

■ Approche méthodologique de l'impact de l'environnement radiatif spatial sur les propriétés intrinsèques d'une diode laser, **PAR MATHIEU BOUTILLIER**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 14 novembre 2007.

■ Impression de biomolécules par lithographie douce, applications pour les biopuces, de l'échelle micrométrique à nanométrique, **PAR CHRISTOPHE THIBAUT**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'INSA, 30 novembre 2007.

■ Diagnostic de la somnolence d'un opérateur : analyse automatique de signaux physiologiques, **PAR HASSAN SHARABATY**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 5 décembre 2007.

■ Etude du bruit électrique dans les dispositifs fonctionnant en régime non-linéaire. Application à la conception d'amplificateurs micro-ondes faible bruit, **PAR CÉDRIC CHAMBON**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 18 décembre 2007.

■ Micromembranes résonantes à actionnement et détection piézoélectriques intégrés pour la détection de molécules biologiques en temps réel, **PAR CÉDRIC AYELA**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'UPS, 20 décembre 2007.

■ Diagnostic des systèmes hybrides : développement d'une méthode associant la détection par classification et la simulation dynamique, **PAR AIMED MOKHTARI**, thèse de l'Université de Toulouse délivrée par l'INSA, 23 octobre 2007.

## Thèses

■ Diagnostic par techniques d'apprentissage floues : conception d'une méthode de validation et d'optimisation des partitions,

**PAR CLAUDIA ISAZA-NARVAEZ,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 25 octobre 2007.

■ Particules gaussiennes déterministes en maximum de vraisemblance non-linéaire : application au filtrage optimal des signaux Radar et GPS,

**PAR ANIS ZIADI,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 30 novembre 2007.

■ Contribution au diagnostic de pannes pour les systèmes différentiellement plats,

**PAR RABAH FELLOUAH,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 6 décembre 2007.

■ Détection et diagnostic basés cohérence pour les systèmes à événements discrets : vers la prise en compte des erreurs de modélisation,

**PAR CARMEN G. LOPEZ VARELA,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 17 décembre 2007.

■ Contribution à la programmation en nombre entier,

**PAR VINCENT BOYER,**

Thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 14 décembre 2007.

■ Aide à la conception des systèmes embarqués sûrs de fonctionnement,

**PAR NABIL SADOU,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 6 novembre 2007.

■ Emulation de niveau IP pour l'expérimentation de services et protocoles de communication et application aux réseaux satellites,

**PAR HERVÉ THALMENSY,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 9 novembre 2007.

■ Modélisation et évaluation de la sûreté de fonctionnement – De AADL vers les réseaux de Petri stochastiques,

**PAR ANA-ELENA RUGINA,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INP, 19 novembre 2007.

■ Sauvegarde coopérative de données pour dispositifs mobiles,

**PAR LUDOVIC COURTÈS,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INP, 23 novembre 2007.

■ Déploiement sensible au contexte et reconfiguration des applications dans les sessions collaboratives,

**PAR EMIR HAMMAMI,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 6 décembre 2007.

## TALENTS

# Deux doctorantes du LAAS lauréates du prix Amelia Earhart



© 2007-LAAS-CNRS, DANIEL DAURAT

SARA MOTA GONZALEZ ET ANA-ELENA RUGINA

LORS DE LA REMISE DU PRIX AMELIA EARHART AU LAAS LE 29 NOVEMBRE 2007

**A**na Elena Rugina et Sara Mota Gonzalez ont reçu le 29 novembre dernier le prix Amelia Earhart 2007. Ce prix, décerné par Zonta International et assorti d'une bourse, récompense annuellement de jeunes doctorantes en ingénierie liée au domaine aérospatial. Ana Elena Rugina, qui a soutenu sa thèse le 19 novembre, « Modélisation et évaluation de la sûreté de fonctionnement – De AADL vers les réseaux de Petri stochastiques » s'était déjà vu décerner ce prix en 2006, année marquée aussi pour elle par le Lambda-Mu d'Or pour la meilleure communication de recherche appliquée au 15e congrès de maîtrise de risques et sûreté de fonctionnement Lambda-Mu à Lille. La jeune femme travaille maintenant chez EADS Astrium satellites.

Sara Mota Gonzalez soutiendra sa thèse « Modélisation et vérification des protocoles pour des communications de groupes sécurisés » durant le premier semestre 2008, après quoi elle souhaite reprendre son poste d'enseignant-chercheur à l'Institut technologique et d'études supérieures de Monterrey, Mexique et poursuivre ses travaux de recherche. ■

## Le LAAS accueille

### PEDRO LUIS DIAS PERES

Professeur à l'UNICAMP, Campinas, Brésil, Pedro Luis Dias Peres est accueilli au LAAS pour trois mois dans le groupe Méthodes et algorithmes en commande, dans le cadre d'un projet de coopération franco-brésilien CNRS-FAPESP. Dans ce contexte, P.L.D. Peres travaille sur la détermination de loi de commande pour les systèmes bilinéaires soumis à des incertitudes et à des limitations en entrée. Des résultats préliminaires, obtenus en étendant une classe de fonctions de Lyapunov dépendantes de paramètres, pourraient permettre de donner des conditions constructives (c'est-à-dire associées à des algorithmes numériques) pour déterminer des lois de commande non-linéaires stabilisantes et performantes. Le domaine d'applications potentielles est par exemple la synthèse de contrôleurs dans le cadre de certains systèmes biologiques. ■



## CONFÉRENCES

#### 4th European Congress ERTS, Embedded Real Time Software Congrès organisé par la SIA, l'AAAF et la SEE

**30-31 janvier, 1<sup>er</sup> février 2008, Toulouse**

La quatrième édition du congrès européen ERTS suit celle de 2006 qui avait accueilli plus de 470 personnes. Cette manifestation unique permet de regrouper autour du logiciel embarqué les acteurs de différents domaines, principalement l'automobile, l'aéronautique, le ferroviaire.

Les sujets abordés offrent une large couverture de la problématique du logiciel temps réel pour les systèmes embarqués : architectures et algorithmes, langages, processus de développement, méthodes et outils, sûreté de fonctionnement et qualité de service, interactions homme-machine, environnements pour l'innovation et modèles économiques, standardisation.

ERTS est devenu au fil du temps une manifestation de tout premier plan : de 20 communications soumises et 179 participants lors de la première édition en 2002, cette quatrième édition a attiré 135 soumissions, et 600 participants sont attendus. Il est de plus à signaler que, débordant son cadre européen, cette édition verra des présentations d'Inde, du Japon et des USA.

[www.erts2008.org](http://www.erts2008.org)

Contact : Jean-Claude Laprie, président du comité de programme, [laprie@laas.fr](mailto:laprie@laas.fr)

#### PDP 2008, 16th Euromicro Conference on Parallel, Distributed and network-based Processing

**13-15 février 2008, LAAS-CNRS, Toulouse, France**

La Seizième Conférence Internationale Euromicro Parallel, Distributed and network-based Processing, PDP 2008, présentera les dernières avancées en matière de calcul parallèle et distribué. Elle traitera des nouvelles architectures matérielles et logicielles de calcul intensif, des modèles de programmation parallèle, de la gestion de ressources dans les systèmes distribués, des environnements de programmation, de l'évaluation de performance, des algorithmes parallèles et distribués, de l'équilibrage des tâches et des applications avancées. Par ailleurs, PDP sera un forum de discussion sur des sujets qui mobilisent actuellement la communauté comme le calcul pair à pair, les applications bioinformatiques, la virtualisation ou la sécurité dans les systèmes distribués.

[www.pdp2008.org](http://www.pdp2008.org)

Contact : Didier El Baz, coprésident du congrès, [elbaz@laas.fr](mailto:elbaz@laas.fr)

#### BLSMC 08, IEEE International Symposium on Bioinformatics and Life Science modeling and Computing

**25-28 mars 2008, GinoWan, Okinawa, Japon**

BLSMC08 se propose de réunir les chercheurs du domaine de l'informatique et de l'ingénierie, médecine qui utilisent le calcul intensif pour résoudre des problèmes difficiles du point de vue computationnel ou algorithmique. Cet workshop est un forum pour les présentations et les échanges des nouvelles idées ainsi que des expériences dans la recherche en biomathématiques et bioinformatique. Les sujets abordés sont : Analyse génomique, Biologie Systémique, Proteomique, Prédiction et Modélisation, Traitement des Images Médicales.

[www.laas.fr/BLSMC08](http://www.laas.fr/BLSMC08)

Contact : Andrei Doncescu, co-président du comité de programme, [doncescu@laas.fr](mailto:doncescu@laas.fr)

#### ICHSL.6, International Conference on Human System Learning

**14-16 Mai 2008, Toulouse, France**

La sixième édition d'ICHSL (International Conference on Human System Learning) a pour objectif comme celui des précédentes d'étudier et d'analyser l'état d'avancement des recherches dans les domaines de l'apprentissage humain et de l'apprentissage machine, (E-Learning et Humanoïdes).

L'originalité de cette conférence est l'interaction entre différentes disciplines en ce qui concerne leurs approches, méthodes et techniques pour l'application des technologies avancées pour comprendre et maîtriser le concept de l'apprentissage. Les discussions et les interactions aideront à augmenter la portée des technologies au-delà de leurs limites d'application existantes. En outre, nous cherchons une discussion de conditions générales pour présenter de nouveaux outils (offerts par les derniers résultats de recherche) et de nouvelles stratégies (exigées par les changements inévitables des environnements professionnels et éducationnels).

La conférence sera organisée en séances plénières afin de favoriser la rencontre des différentes communautés.

[www.ichsl6.org](http://www.ichsl6.org)

Contact : Saïd Tazi, co-président de la conférence, [tazi@laas.fr](mailto:tazi@laas.fr)

## Thèses

■ Observation, caractérisation et modélisation de processus d'attaque sur Internet,

PAR **ERIC ALATA,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 7 décembre 2007.

■ Commande des bras manipulateurs et retour visuel pour des applications à la robotique de service,

PAR **IGNACIO HERRERA AGUILAR,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 28 septembre 2007.

■ Contribution à la modélisation d'environnements par vision monoculaire dans un contexte de robotique aéro-terrestre,

PAR **SÉBASTIEN BOSCH,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 1<sup>er</sup> octobre 2007.

■ Exploration visuelle d'environnement intérieur par détection et modélisation d'objets saillants,

PAR **MAXIME COTTRET,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INP, 26 octobre 2007.

■ Planification de mouvements dynamiques appliquée à la conception de la liaison au sol,

PAR **FABRICE BOYER,**

Thèse de l'université de Toulouse  
délivrée par l'INP, 13 novembre 2007.

■ Modélisation de la locomotion humaine par la commande optimale,

PAR **GUSTAVO ARECHAVELETA-SERVIN,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'INSA, 4 décembre 2007.

■ Apprentissage de représentations sensori-motrices pour la reconnaissance d'objet en robotique,

PAR **NICOLAS DO HUU,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 4 décembre 2007.

■ Un composant logiciel pour la gestion de plan en robotique. Application au multi-robot,

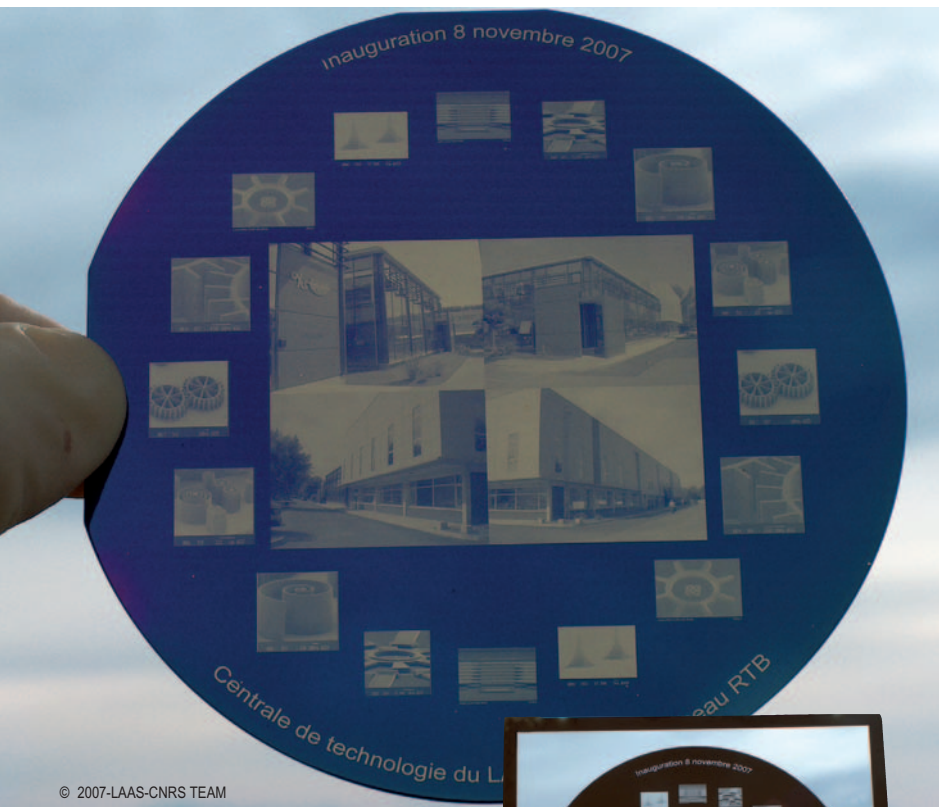
PAR **SYLVAIN JOYEUX,**

thèse de l'université de Toulouse  
délivrée par l'ISAE, 6 décembre 2007.

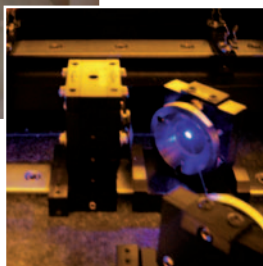
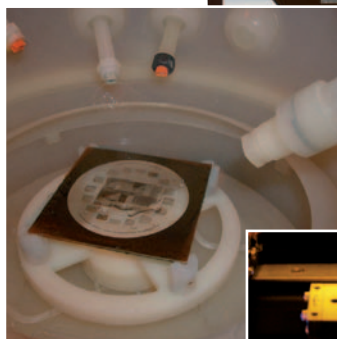
■ Cartographie de l'environnement et suivi simultané de cibles dynamiques par un robot mobile,

PAR **ABDELLATIF BABA,**

thèse de l'Université de Toulouse  
délivrée par l'UPS, 18 décembre 2007.



© 2007-LAAS-CNRS TEAM



Au sein de la plateforme du LAAS pour la recherche technologique de base, RTB, le savoir faire des ingénieurs et techniciens réside dans l'élaboration de matériaux pour les micro et nanotechnologies. Des plaquettes de silicium sont régulièrement utilisées comme support ou comme matériau pour la fabrication de dispositifs et composants. Ici, une plaquette de silicium a été agrémentée d'images, avec les moyens de la centrale, à l'occasion de son inauguration le 8 novembre 2007.

Les illustrations, en or, représentent différentes réalisations de composants ainsi que des vues de l'immeuble achevé de construire en 2007 qui abrite la salle blanche. Les photographies ont été converties en un format permettant leur écriture laser sur un support en verre, le masque. L'image sur le masque a alors été transférée sur une plaquette de silicium enduite de résine. L'empreinte ainsi créée s'est ensuite, après métallisation de la plaquette et élimination de la résine, trouvée comblée pour laisser apparaître l'image.

**Le LAAS**  
**Laboratoire d'analyse**  
**et d'architecture**  
**des systèmes**

est un laboratoire de recherche du CNRS. Ses domaines de recherche sont les micro et nanosystèmes, l'automatique et le traitement du signal, l'informatique et la robotique.

Le LAAS est associé à trois établissements d'enseignement supérieur de Toulouse : l'Université Paul Sabatier, UPS, l'Institut national des sciences appliquées, INSA et l'Institut national polytechnique, INP.



Le LAAS a le label Carnot depuis 2006.

**580 personnes dont**

- 190 chercheurs et enseignants-chercheurs
- 240 doctorants et 40 post-doctorants et chercheurs en poste d'accueil
- 110 ingénieurs et techniciens

**Département scientifique CNRS :**  
Sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie, ST2I

**La lettre du LAAS**

Publication du Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS

7, avenue du Colonel Roche  
31077 Toulouse Cedex 4  
Tél. : 05 61 33 62 74  
Fax : 05 61 55 35 77  
Courriel : laas-contact@laas.fr  
Web : http://www.laas.fr

**Directeur de la publication**  
Raja Chatila,  
directeur du LAAS-CNRS

**Rédactrice en chef**  
Marie-Hélène Dervillers

**Comité éditorial**  
Sophie Bonnefont, Marie Breil, Magali Brunet, Pierre-François Calmon, Silvano Dal Zilio, Andrei Doncescu, Christian Ganibal, Jérémie Guiochet, Marie-José Huguet, Florent Lamiroux, Gérard Mouney, Christophe Prieur, Josiane Tasselli, Christophe Viallon

Pour recevoir gratuitement  
**La Lettre du LAAS**, merci  
de nous adresser vos coordonnées  
professionnelles.

